



เครื่องตอบรับโทรศัพท์และแฟกซ์
TELEPHONE ANSWER AND FAX DIVIDE



โดย
นายชัชวาลย์ พลกลาง
นายไพโรจน์ ใจประนพ

วัน เดือน ปี..... 17 คค 2541
เลขทะเบียน..... 039033
เลขเรียกหนังสือ..... T40174 ญ 558ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

039033

เครื่องตอบรับโทรศัพท์และแยกแฟกซ์
TELEPHONE ANSWER AND FAX DIVIDE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2540

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตอบรับโทรศัพท์และแยกแฟกซ์

TELEPHONE ANSWER AND FAX DIVIDE

ผู้จัดทำ

1. นายชัชวาลย์ พลกลาง 37014087

2. นายไพโรจน์ ใจประนพ 37014308

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุรพล บุญจันทร์)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตอบรับโทรศัพท์และแยกแฟกซ์

TELEPHONE ANSWER AND FAX DIVIDE

โดย นายชัชวาลย์ พลกลาง 37014087

นายไพโรจน์ ใจประนพ 37014308

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพล บุญจันทร์

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการทำงานเกี่ยวกับระบบของเครื่องตอบรับโทรศัพท์และแยกแฟกซ์ ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกเป็นวงจรทำการตอบรับและบันทึกเสียงพูด ซึ่งวงจรนี้จะใช้ IC T6668 ซึ่งเป็น ไอซีสำหรับบันทึกเสียงพูด โดยจะทำงานร่วมกับ RAM ตัวหนึ่งสำหรับเก็บข้อมูลเสียงดิจิทัลแล้วไอซีจะทำการอ่านข้อมูลเสียงดิจิทัลใน RAM แล้วเปลี่ยนกลับเป็นเสียงพูดในที่สุด ส่วนในการบันทึกเสียงเมื่อมีการโทรเข้ามา จะใช้เครื่องเล่นเทปธรรมดาเป็นตัวคอยบันทึกเสียงนั้นไว้ โดยที่มี IC555 เป็นตัวจับเวลา (TIMER)

ส่วนที่สองเป็นวงจรสำหรับแยกสัญญาณแฟกซ์ ปกติสัญญาณแฟกซ์จะเป็นสัญญาณเสียงความถี่ 1.1 KHz. ซึ่งจะทำการล็อกความถี่ดังกล่าวไว้ โดยใช้ไอซีเฟสล็อกชิปเบอร์ 567 เมื่อมีสัญญาณแฟกซ์ตรงกับความถี่ที่ตั้งเอาไว้เข้ามา วงจรนี้จะตรวจจับและทำการรีเซ็ตให้วงจรบันทึกเทปหยุดทำงาน ซึ่งจะเป็นผลทำให้ส่วนที่เป็นสัญญาณโทรศัพท์และสัญญาณแฟกซ์แยกออกจากกัน

ABSTRACT

Telephone answer and fax divide are 2 parts to work. The first function dose answer back and record the voice. IC T6668 was used for recording voice, work with RAM which stores digital data for IC T6668 to decode. The IC will read the digital data stored in RAM and decode it back as a voice. In recoding voice, a cassette is used and timer by IC555

The second function is a circuit detecting fax signal. Normally, fax signal is 1.1 KHz. PLL IC567 will lock the frequency when the fax signal comes, detect and reset the record circuit to stop , this will make detecting fax and ringing signal possition.

สารบัญ

หน้า

บทที่1	บทนำ	1
บทที่2	ทฤษฎีและหลักการ	2
	2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องรับโทรศัพท์	2
	2.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่ (DTMF)	3
	2.3 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF)	4
	2.4 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของ โทรศัพท์ระบบ DTMF	5
	2.5 สัญญาณการติดต่อระหว่างเครื่องรับกับชุมสายโทรศัพท์	6
บทที่3	การคำนวณและการสร้าง	7
	3.1 วงจรส่วนตอบรับโทรศัพท์	7
	3.2 วงจรส่วนตรวจแยกสัญญาณแฟกซ์	11
	3.3 วงจรส่วนเสียงตอบรับ (T6668)	14
	3.4 วงจร ไมโครสเตเบิ้ล	20
	3.5 ไทมเมอร์ IC555	26
	3.6 เครื่องโทรสาร (FAX)	30
บทที่4	การทดลองและผลการทดลอง	35
บทที่5	บทสรุปและวิจารณ์	41
ภาคผนวก		
หนังสืออ้างอิง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ โทรศัพท์มีบทบาทสำคัญในการใช้ติดต่อสื่อสาร ทำให้การดำเนินธุรกิจเป็นไปอย่างคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลให้เศรษฐกิจของประเทศพัฒนาก้าวหน้า สังคมมีลักษณะขยายตัว ทำให้ครอบครัวมีขนาดเล็กลง บางครอบครัวอาจจะมีเพียง พ่อแม่ลูก ซึ่งในตอนกลางวัน พ่อแม่ไปทำงาน ลูกไปโรงเรียน จึงไม่มีใครอยู่บ้าน ในบางครั้งถ้ามีโทรศัพท์เข้ามาหาเพื่อแจ้งข่าวสารสำคัญ ก็อาจทำให้พลาดข่าวสารสำคัญนั้นได้ จึงเป็นการดีที่จะมีเครื่องตอบรับโทรศัพท์และแยกแฟกซ์ไว้ใช้ในบ้าน

ในส่วนของการตอบรับโทรศัพท์นั้น เมื่อมีโทรศัพท์จากภายนอกเข้ามา เมื่อไม่มีคนรับสายวงจรส่วนนี้จะทำการกระตุ้นให้มีการตอบรับเป็นเสียงพูดออกมา โดยเสียงตอบรับดังกล่าวได้มาจากวงจรส่วนตอบรับที่ใช้ IC T6668 ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปที่ใช้บันทึกเสียงพูด ไอซีตัวนี้จะทำงานร่วมกับ RAM โดย RAM จะเก็บข้อมูลดิจิทัล แล้วใช้ IC T6668 แปลงสัญญาณดิจิทัลดังกล่าวกลับไปเป็นสัญญาณอนาล็อกและกลับออกมาเป็นเสียงพูดในที่สุด

สำหรับในส่วนของการตรวจแยกสัญญาณแฟกซ์ จะทำงานโดยพิจารณาว่าสัญญาณแฟกซ์นั้นมีการส่งโทนเสียงความถี่ 1.1 kHz ยาว 0.5 วินาที แล้วเว้นช่วง 3 วินาที และจะส่งสัญญาณแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าฝ่ายรับแฟกซ์จะทำการส่งตอบกลับออกมาจึงจะมีการรับส่งแฟกซ์กันได้ ดังนั้นจะนำสัญญาณโทนเสียงที่แฟกซ์ส่งออกมาก่อนจะส่งตัวข้อมูลจริงดังกล่าวมาทำการตรวจแยกว่า ถ้ามีสัญญาณตรงกับความถี่ดังกล่าวในคู่สายแสดงว่าเป็นสัญญาณแฟกซ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องรับโทรศัพท์

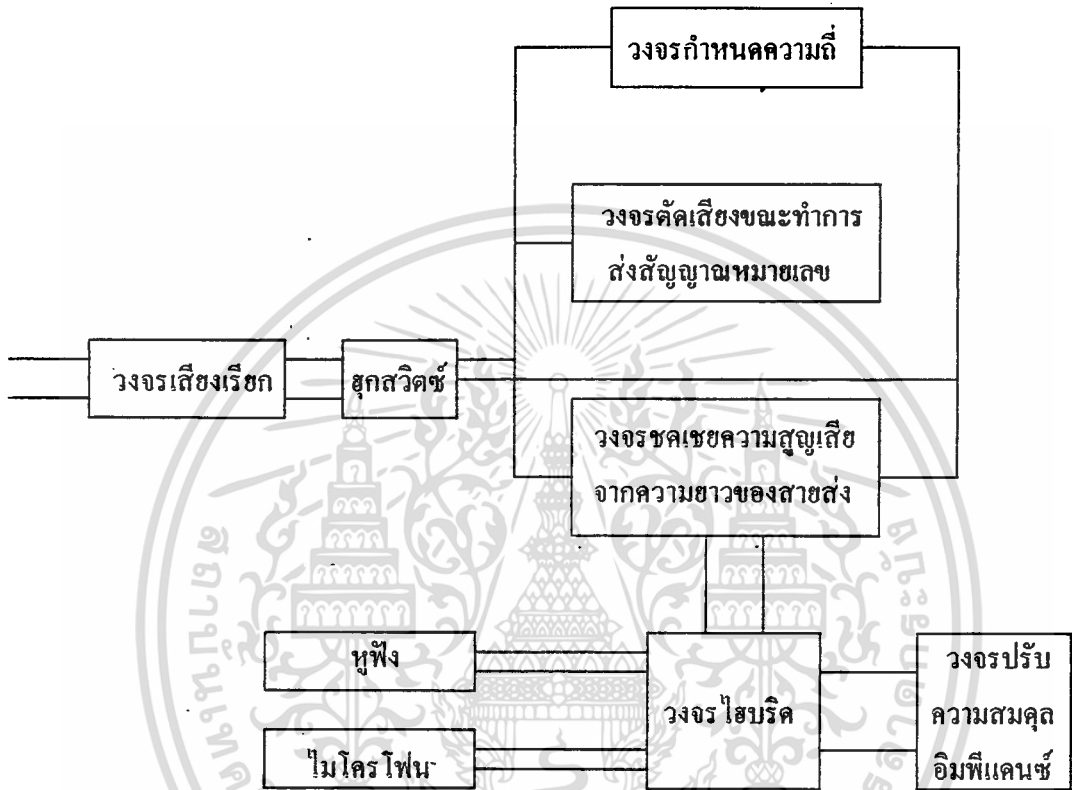
เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์โทรคมนาคมที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารได้สะดวกรวดเร็ว ให้ข่าวสารที่ชัดเจน ฉับไว ค่าใช้จ่ายถูก เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยมีองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเป็นผู้ให้บริการด้านชุมสายและจ่ายเลขหมาย ผู้เช่าจะเป็นผู้จัดหาเครื่องรับโทรศัพท์ออกมาจำหน่ายมากมายหลายยี่ห้อ ทั้งรูปลักษณะและราคา ตลอดจนหน้าที่พิเศษต่างๆ ก็แตกต่างกันไป เครื่องรับโทรศัพท์นั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 ระบบ คือระบบกดปุ่ม และระบบหมุน ระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดได้แก่ระบบกดปุ่ม (DTMF)

รายละเอียดของวงจรหมุนหมายเลขทั้งแบบกดปุ่มและแบบเป็นหมุนนั้น จะกล่าวถึงทั้งวงจรพื้นฐานและวงจรที่ได้รับการพัฒนาแล้ว รวมทั้งการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของระบบการส่งหมายเลขทั้ง 2 ระบบด้วยดังนี้

ในรูปที่ 2.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (tip) และสาย R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องรับโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือวงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ สุกสวิทช์ (switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปวงจรส่วนที่อยู่หลังสุกสวิทช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากสุกสวิทช์ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ (pulse) จะทำหน้าที่ส่งเลขหมายไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบพัลส์ และวงจรกำเนิดความถี่จะทำหน้าที่ส่งเลขหมาย ไปให้ชุมสายโทรศัพท์แบบความถี่ผสม ที่เรียกว่า DTMF (Dial Tone Multi Frequency) เมื่อชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกปลายทางแล้ว จะดำเนินการจัดหาเส้นทางเชื่อมต่อเครื่องรับโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกปลายทางให้ จากนั้นก็จะส่งสัญญาณให้ผู้ถูกเรียกได้รับรู้ (ring back tone) และส่งสัญญาณเรียก (ringing) ไปให้ผู้ถูกเรียกปลายทาง วงจรตัดเสียงขณะทำการส่งสัญญาณหมายเลขจะทำหน้าที่ตัดวงจรภาคเสียงพูด (speed part) ออกในขณะที่เครื่องรับโทรศัพท์กำลังส่งหมายเลขโทรศัพท์ วงจรชดเชยความสูญเสียเนื่องจากความยาวของสายส่ง จะทำหน้าที่ชดเชยสัญญาณที่สูญเสียไปเนื่องจากเครื่องรับโทรศัพท์และชุมสายโทรศัพท์ที่อยู่ห่างไกลกันมาก ส่วนวงจรไฮบริด (Hybrid) จะทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์เข้ากับวงจรเสียงพูดประกอบไปด้วย ไมโครโฟน และหูฟัง วงจรปรับปรุงความสมดุลย์ของอิมพีแดนซ์ (Balance line) จะทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของเครื่องรับโทรศัพท์ ซึ่งโดยปกติจะมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นสุกสวิทช์ก็จะปิดวงจรทำให้กระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะที่เดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้จะไหลผ่านวงจรเชื่อมต่อสายโทรศัพท์ที่ชุมสายด้วย เพื่อให้ให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากที่ถูกชุมสายได้รับหมายเลขแรกที่ถูกส่งมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุน ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่เป็นสื่ออื่นในทางใดๆ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

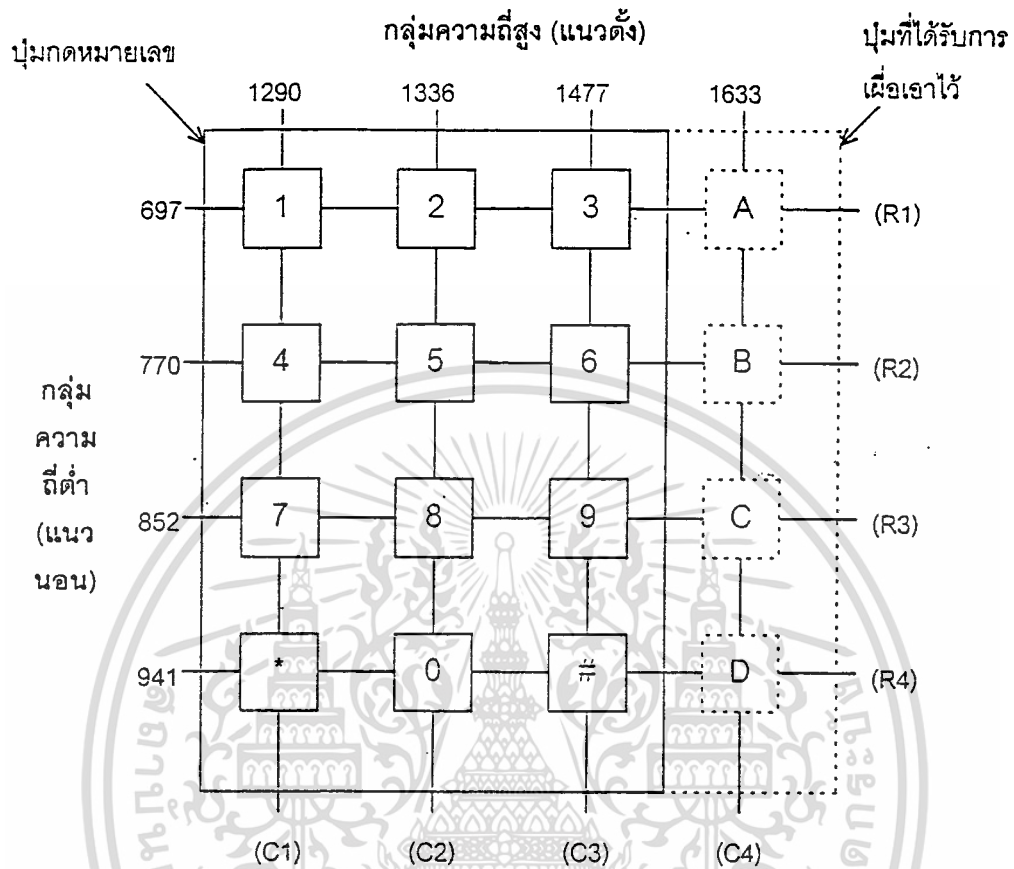
กระบวนการตอนนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้นสามารถกระทำกันได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงค่าของหมายเลขต่างๆ อีกวิธีหนึ่งก็คือการส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆ กัน โดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกัน คราวนี้จะลองมาเปรียบเทียบถึงลักษณะการใช้งานของแต่ละแบบกัน



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกโคอะแกรมของ โทรศัพท์

2.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency)

ระบบนี้มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่ มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูป 2.3 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ มอดูเลตออกมา



รูปที่ 2.2 แสดงเป็นกดหมายเลข และค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

2.3 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF)

- 1) สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขได้ ทำให้มีผลคือเวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับ traffic ได้มากขึ้น
- 2) สามารถใช้วงจรทาง solid state electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน mechanic จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลขมากขึ้น
- 3) สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (Column ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ
- 4) มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stores Program Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF

2.4.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency Encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้ จะใช้การส่งสัญญาณ ไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ โดยจะมีข้อดีเหนือระบบพัลส์หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้เร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่งเสียงระดับใดๆ ก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่า โดยแต่ละค่าจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปไซน์ 2 แบบ แบ่งเป็น กลุ่มความถี่ต่ำ และกลุ่มความถี่สูง และจะมีลักษณะแสดงดังตารางที่ 2.1

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

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ระบบ DTMF

2.4.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิทัล ข้อกำหนดต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัส DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งผู้ออกแบบวงจรต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) วงจรจะยังคงสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2% และ ไม่ยอมให้สัญญาณที่มีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ได้

2) วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อ ได้รับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที

3) วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

4) วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีโคนามิกเรนจ์สูงกว่า 27.5 dB ได้โดยไม่เกิดการผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 กรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มีแอมพลิจูดต่างกันมากกว่า 6 dB

5) วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูด หรือสัญญาณรบกวน จากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส

2.5 สัญญาณการติดต่อระหว่างเครื่องรับกับชุมสายโทรศัพท์

สัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์ มี 2 ชนิดคือ สัญญาณ loop line, open line เรียกว่า Line Signalling และสัญญาณความถี่ต่างๆ เช่น การส่งเลขหมาย เป็นต้น เรียกว่า Register Signalling

2.5.1 สัญญาณที่ส่งจากเครื่องรับโทรศัพท์ไปยังชุมสายโทรศัพท์

- ก. On Hook หมายถึงสภาพที่ผู้เช่าวางหูหรือสภาพว่าง (idle) ลักษณะของวงจรจะเป็น open loop
- ข. Off Hook หมายถึงสภาพผู้เช่ายกหู สายจะมีสภาพ close loop
- ค. Dialling ผู้เช่าทำการหมุนเลขหมาย เครื่องแบบ rotary จะส่งเลขหมายออกไปเป็น pulse เครื่องแบบกดปุ่มจะส่งเลขหมายออกไปเป็นความถี่ผสม DTMF

2.5.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์

ก. Dialling tone เป็นสัญญาณบอกให้ทราบว่าขณะนี้อุปกรณ์ชุมสายพร้อมที่จะรับเลขหมายของเครื่องรับปลายทางจากผู้เรียก แล้วให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายได้ สัญญาณ dial tone นี้เป็นส่วนหนึ่งของสัญญาณต่อเนื่อง มีความถี่ 400-425 Hz

ข. Busy tone เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไม่ว่าง เช่นถ้าผู้เช่ายกหูแล้วได้ยินเสียงนี้ แสดงว่าอุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้ว แสดงว่าเครื่องรับปลายทางไม่ว่างหรืออุปกรณ์สำหรับต่อออกไปยังชุมสายอื่นไม่ว่าง สัญญาณที่ชุมสายส่งมาเป็นสัญญาณขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz รูป sine wave

ค. Ring back tone เป็นสัญญาณที่ส่งมาบอกให้ผู้เรียกทราบว่า การต่อกระทำได้สำเร็จแล้ว ขณะนี้ชุมสายได้ส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) ไปยังผู้ถูกเรียกแล้วสัญญาณนี้ใช้ความถี่ 425 Hz รูป sine wave โดยส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

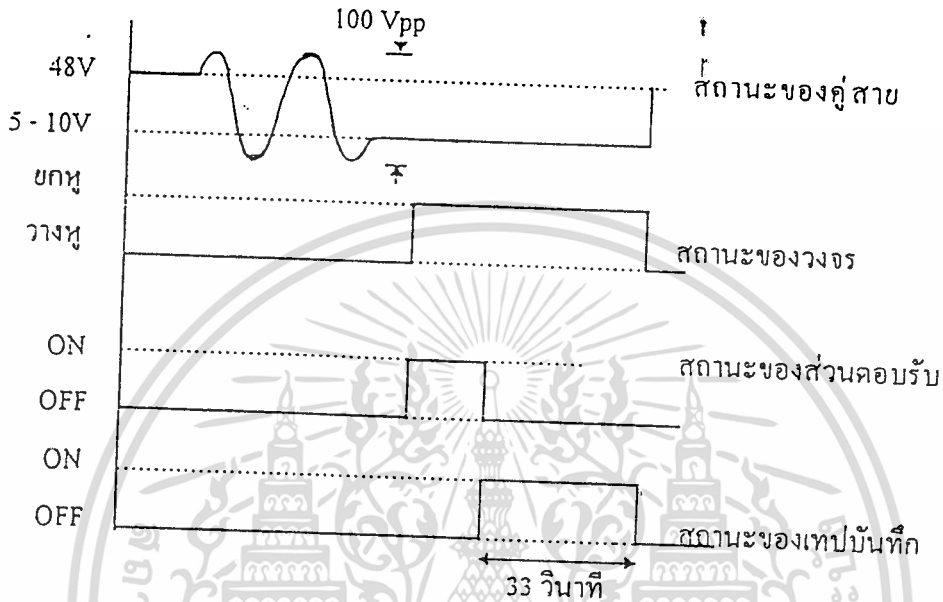
ง. Ringing signal หรือสัญญาณเรียก เป็นสัญญาณที่ส่งไปยังเครื่องผู้ถูกเรียก ซึ่งจะได้ยินเสียงเป็นเสียงกระดิ่งหรือโตนขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้ สัญญาณเป็นรูป sine wave มีความถี่ 25 Hz ค่าแรงดันประมาณ 70-90 Vrms ช่วงการส่งเช่นเดียวกับ ring back tone คือส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

จ. Nu tone (number unobtainable tone) เป็นสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่ส่งมานี้ ไม่มีในระบบหรือไม่อนุญาตให้เรียกเข้า

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 วงจรส่วนรองรับโทรศัพท์



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของวงจร

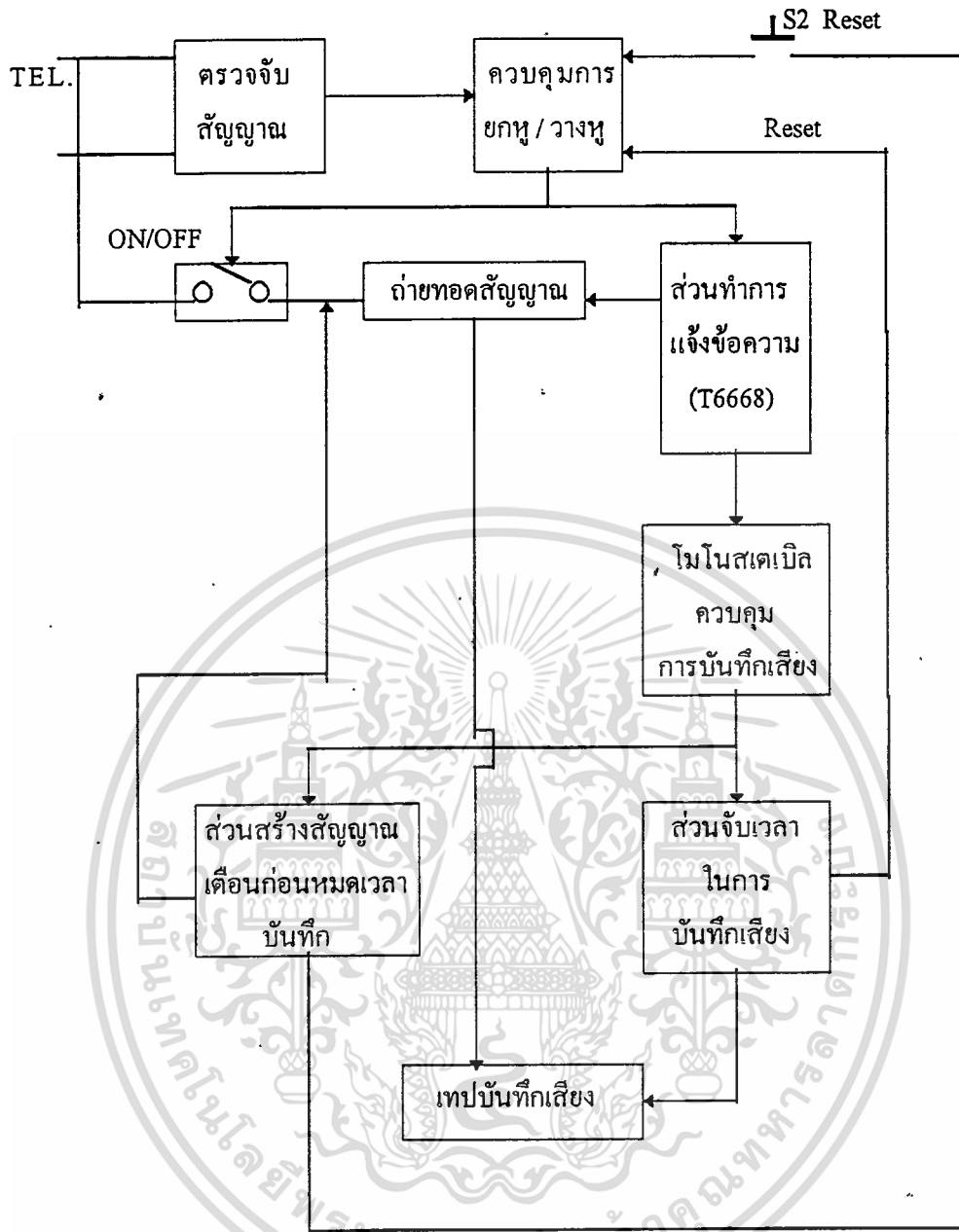
3.1.1 หลักการทำงาน

ขั้นตอนการทำงานของส่วนนี้อธิบายได้ด้วยแผนผังการทำงานในรูปที่ 3.1 และบล็อกไดอะแกรมของวงจรในรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าส่วนที่ทำงานกับโทรศัพท์ก็คือ ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งจะทำหน้าที่สร้างพัลส์ลบเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาตามจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง และส่งพัลส์นี้ไปกระตุ้นส่วนควบคุมการยกหูและวางหู ทำให้วงจรต่อครบวงจรเข้ากับคู่สายภายนอกหรือเปรียบเสมือนเป็นการยกหูขึ้นนั่นเอง ขณะเดียวกันก็จะส่งพัลส์นี้ไปกระตุ้นวงจรส่วนแจ้งข้อความให้มีการตอบกลับออกมายังผู้เรียก เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นแล้วนั้นจะเกิดการต่อคู่สายผู้เรียกเข้ากับวงจรภายใน ที่มีความต้านทานกระแสต่ำก็จะเกิดการครบวงจร ทำให้แรงดันของคู่สายจากปกติ 48V ตกลงเหลือ 5-10V

หลังจากที่ส่วนแจ้งข้อความทำการตอบกลับเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งสัญญาณพัลส์ ไปกระตุ้นให้ส่วนวงจรจับเวลาทำการจับเวลาและจ่ายไฟเลี้ยงให้กับเทปเป็นตัวบันทึกเสียง เวลาที่ใช้บันทึกเสียงขึ้นอยู่กับวงจรจับเวลาที่ใช้ IC. 555 ที่ทำงานเป็น TIMER

เมื่อครบเวลาในการบันทึกเสียงแล้ว วงจรจับเวลาจะทำการส่งพัลส์ ไปกระตุ้นให้วงจรควบคุมการยกหูและวางหูหยุดทำงาน เป็นการ Reset วงจรนั่นเอง ทำให้วงจรถูกตัดออกจากคู่สายภายนอกเสมือนเป็นการวางหูโทรศัพท์ ทำให้เกิดสถานะว่างอีกครั้ง ช่วงเวลาต่างๆที่กล่าวมาของวงจรส่วนนี้แสดงดังในรูปที่ 3.1

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของส่วนตอบรับโทรศัพท์

3.1.2 การทำงานของวงจร

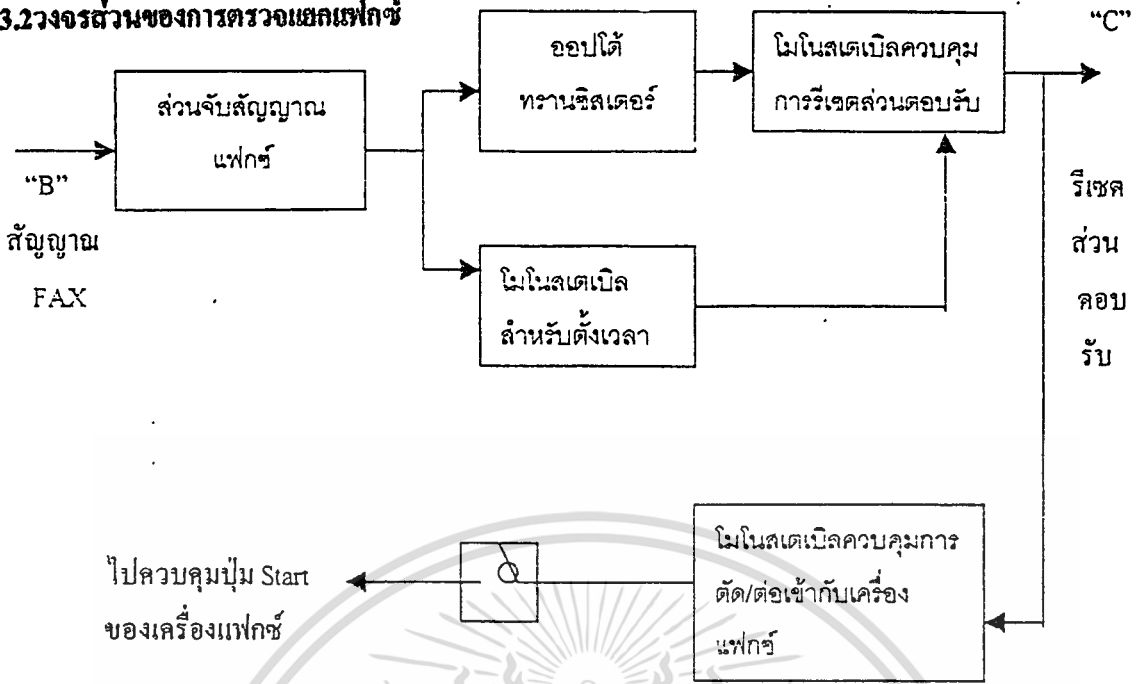
แรกเริ่มเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งโทรศัพท์จากผู้เรียกภายนอกเข้ามา เป็นไฟกระแสสลับมีค่าประมาณ 100V ผ่านเข้าสู่วงจร โดยมี C_1 เป็นตัวกรองให้เฉพาะไฟสลับผ่านเท่านั้น เมื่อผ่าน C_1 ออกมาแล้ว $D_1 - D_4$ จะเป็นตัวเรกติไฟร์กลับให้เป็นไฟตรงและลดระดับแรงดันไฟ โดยใช้ R_1, R_2, R_4 เหลือประมาณ 0.5V แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะทำให้ Q_1 นำกระแส ทำให้ขา 3 ของ IC_1 มีสถานะจาก “1” เป็น “0” และกลับเป็น “1” ตามคลื่นไฟสลับที่เข้ามา แรงดันไฟที่ได้ยังคงเป็นพัลส์ตามความถี่ที่เข้ามาเกิดเป็นพัลส์ขึ้นมาทำให้ IC_1 ปลอยกระแสเอาท์พุทออกทางขา 1 ซึ่งจะทำให้ Q_2 นำกระแส และส่งผลให้ IC_3 ทำงานทันที หน้าสัมผัสของ RY_1 จะทำให้คู่สายโทรศัพท์ครบวงจร แรงดันในสายโทรศัพท์ตกลงเหลือ 14V จึงเหมือนเป็นการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ขณะเดียวกันเอาท์พุทที่ขา 1 ของ IC_1 นี้ ยังไปกระตุ้นการทำงานของส่วนแจ้งข้อความอีกด้วย ทำให้ที่จุด SPK มีสัญญาณเสียงที่ถูกบันทึกไว้ล่วงหน้าแล้วออกมา ผ่านหม้อแปลงเอาท์พุทเบอร์ LT037 ออกไปยังคู่สายโทรศัพท์และเมื่อการพูดกลับสิ้นสุดลงจะมีเอาท์พุทออกมาที่ขา 41 ของ IC T6668 (เรียกสัญญาณ EOS) เอาท์พุท EOS นี้ก็จะไปกระตุ้นให้ $IC_{1/2}$ ซึ่งต่อเป็นโมโนสเตเบิลทำงาน จะได้เอาท์พุท \bar{Q} ที่ขา 12 เป็นลอจิก “0” ในช่วงสั้นๆ ซึ่งจะไปทริก IC_2, IC_3 ซึ่งเป็น 555 ทั้งคู่ ไอซี 555 ทั้งสองตัวนี้จะเริ่มทำงาน (เป็นตัวจับเวลา หรือ TIMER) พร้อมกัน โดยที่คาบเวลาโดยประมาณหาได้จากสูตร $1.1 \times R \times C$ ออกมาเป็นวินาที ตามค่า RC นี้คาบเวลาของ IC_2 จะหมดลงก่อน IC_3 คือคาบเวลาของ IC_2 เป็น 31.9 วินาที และ IC_3 เป็น 33 วินาที การที่ใช้เวลาต่างกันก็เพราะว่าเอาท์พุทของ IC_3 ที่ขา 3 จะถูกส่งไปขับ Q_3 และ Q_4 โดยที่ Q_4 เป็นตัวคอยจ่ายกระแสให้เทปที่จะทำการบันทึกเสียงของผู้ที่จะฝากข้อความไว้ ดังนั้นเวลาที่เทปจะเดินทั้งหมดจะขึ้นอยู่กับ IC_3 คือ 33 วินาทีนั่นเอง ส่วน Q_3 จะต่อ ไขว้กับ LED_2 เพื่อแสดงสถานะ ‘RECORD’ หรือเทปกำลังอัดอยู่นั่นเอง และเมื่อเทปสิ้นสุดการบันทึกที่ขา 11 ของ $IC_{4/2}$ จะมีการเปลี่ยนสถานะจาก “0” เป็น “1” (เพราะ Q_3 เลิกนำกระแส) จึงเกิดเอาท์พุทที่ขา 13 ออกไปทำการรีเซ็ตวงจรทั้งหมดทำให้หน้าสัมผัส RY_1 แยกจากกันด้วย จึงเหมือนว่าโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหูทันทีที่เทปเลิกบันทึก

ส่วน IC_2 ที่ว่าคาบเวลาจะน้อยกว่า IC_3 แต่จะหมดเวลาลงก่อน เอาท์พุทขา 3 ของ IC_2 จะถูกส่งต่อไปยัง $IC_{4/1}$ โดยผ่าน Q_6 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์กลับสัญญาณให้ตรงข้ามกัน (ต้องกลับเพราะ ไอซี 4013 ทำงานที่ขาขึ้นของพัลส์) เมื่อ IC_2 ยังไม่หมดเวลาขา 3 ของ IC_2 จะมีกระแสเอาท์พุทออกมาทำให้ขา 3 ของ $IC_{4/1}$ ได้รับลอจิก “0” แต่เมื่อ IC_2 หมดเวลาลงก็หยุดจ่ายกระแสเอาท์พุท ขา 3 ของ $IC_{4/1}$ จึงได้รับลอจิก “1” ถูกกระตุ้นให้ทำงานและทำงานแบบโมโนสเตเบิล ซึ่งมีคาบเวลาประมาณเพียง 2 วินาที จึงจ่ายกระแสเอาท์พุทออกทางขา 1 IC_5 เบอร์ 555 นี้ถูกต่อให้ทำหน้าที่เป็นอะโมโนสเตเบิลกำเนิดความถี่ 1.4kHz (หาได้จากสูตร $f = 1.43 / (R_{17} + 2R_{18})C_{10}$) แต่โดยปกติจะไม่ทำงานเลย เพราะยังถูกรีเซ็ตทางขา 4 อยู่ แต่ในทันทีที่ $IC_{4/1}$ ถูกกระตุ้นและจ่ายกระแสเอาท์พุทออกทางขา 1 เป็นผลให้ขา 4 ของ IC_5 เป็น “1” ด้วย IC_5 จึงไม่ถูกรีเซ็ตจึงกำเนิดความถี่เสียงออกมา (1.4 kHz) ผ่าน Q_5 และ $D_7 - D_{10}$ เข้าไปยังสายโทรศัพท์ ผู้ที่โทรเข้ามาก็จะได้ยินเสียงบีบสั้นๆ ก่อนจะหมดเวลาการบันทึกเทป สรุปลงแล้ว $IC_2, IC_{4/1}, IC_5$ และอุปกรณ์ประกอบรวมทั้งหมคนี้ทำหน้าที่กำเนิดเสียงบีบสั้นๆ เพียงประมาณไม่ถึง 2 วินาที ก่อนหมดเวลาการบันทึกเทป และเมื่อหมดเวลาการบันทึกเทปแล้วเครื่องก็จะทำการวางหู

3.2 วงจรส่วนของการตรวจแยกแฟกซ์



รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนตรวจแยกแฟกซ์

3.2.1 หลักการทำงาน

ความจริงของสัญญาณแฟกซ์ จะทำการส่งโทนเสียงความถี่ 1.1kHz ยาว 0.5 วินาที แล้วเว้นช่วงอีก 3 วินาที และส่งสัญญาณแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าส่วนรับแฟกซ์จะทำการส่งสัญญาณตอบกลับออกมา จึงจะมีการรับส่งแฟกซ์กันได้ ดังนั้นในโครงงานนี้จะนำโทนเสียงที่แฟกซ์ส่งออกมาก่อนจะส่งตัวข้อมูลจริงมาทำการตรวจแยกว่า ถ้ามีเสียงที่มีความถี่ตามเวลาดังกล่าวในคู่สายโทรศัพท์แสดงว่าเป็นสัญญาณแฟกซ์

3.2.2 การทำงานของวงจร

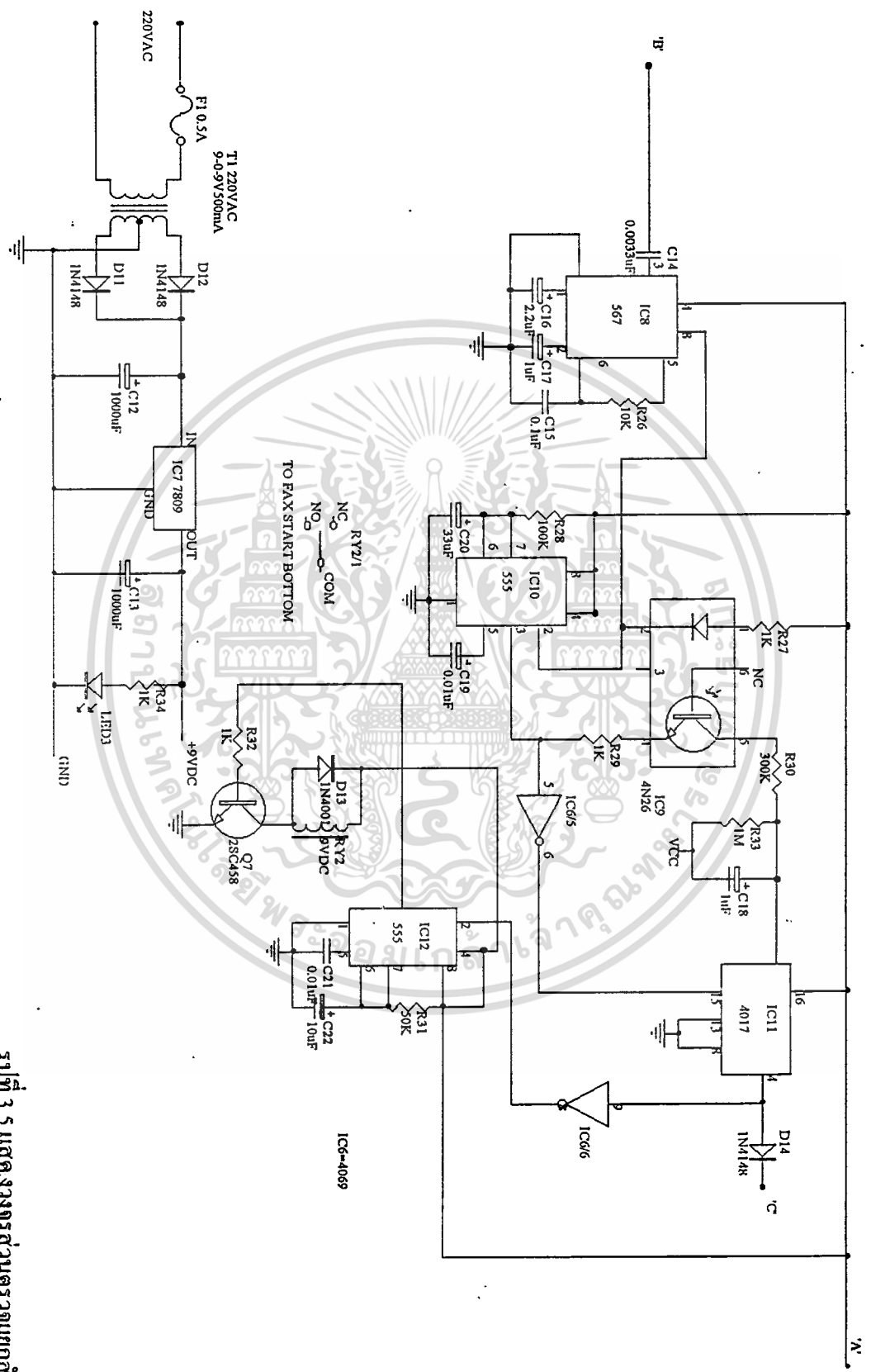
พิจารณาที่จุด B จุดนี้จะเป็นจุดที่ทุกเสียงในสายโทรศัพท์เราจะนำจุดนี้เข้ามาที่ IC₈ ซึ่งเป็น ไอซีชนิดเฟสล็อกลูบเบอร์ 567 IC₈ นี้จะทำหน้าที่ส่งเอาท์พุท (ออกเป็น Q หรือลอจิก "0") ทันทีที่ความถี่เสียงที่จุด "B" ตรงกับความถี่ตั้งไว้ใน IC₈ ซึ่งความถี่นี้มีค่าตาม R₂₆ และ C₁₅ ซึ่งตามค่า RC นี้ ความถี่ออกสซิลเลเตอร์ภายใน ไอซี จะมีค่าประมาณ 1.1kHz พอใด เมื่อมีสัญญาณเสียงเข้ามา (ความถี่ตรงกัน) จะมีเอาท์พุทออกทางขา 8 ของ IC₈ ทำให้ LED ใน IC₉ สว่าง และไฟไดโอดทรานซิสเตอร์ภายใน IC₉ จะทำให้กระแสสามารถไหลจากขา 4 ผ่านไปที่ขา 5 ได้ ในขณะที่เอาท์พุทขา 8 ของ IC₈ ยังทำให้ IC₁₀ ทำงานทันทีอีกด้วย IC₁₀ .จ่ายเอาท์พุทที่ขา 3 แรงดันเอาท์พุทนี้จึงผ่าน IC₉ ไปยังขา 14 (ขา CLOCK) ของ IC₁₁ ได้ และพอดีกับที่ขา 15 (RESET) เป็น "0" ทั้งหมดเป็นผลให้ IC₁₁ นับขึ้นมาเป็น "1" (เปลี่ยนเอาท์พุทจากขา 3 เป็นขา 2) มาสู่ทันที IC₁₀ เป็นไมโครเตเบิลมีคาบเวลา 3.6 วินาที หมายถึงว่าต้องมีสัญญาณเสียง 1.1 kHz เข้ามาอีกครั้งภายใน 3.6 วินาที จึงทำให้ IC₁₁ นับขึ้นเป็น 2 (เอาท์พุท IC₁₁ ย้ายจากขา 2 มาเป็นขา 4) ถ้าสัญญาณเข้ามาไม่ทัน IC₁₀ จะเลิกจ่ายเอาท์พุท เป็นผลให้ IC₁₁ จุกรีเซ็ตที่ขา 15 จึงต้องเริ่มนับใหม่ แต่ถ้ามีสัญญาณเสียงเข้ามาได้ และเครื่องวางหูไปเลย แต่สายจะไม่ขาดเพราะทันทีที่ RY₁ เลิกทำงาน IC₁₂ จะถูกกระตุ้นทำให้ RY₂ ทำงานช่วงสั้นๆ และ หน้าสัมผัสเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ RY_2 นี้จะนำไปแทน สวิตช์สตาร์ทของแฟลช จึงเหมือนเป็นการการกดสตาร์ทสั่งให้แฟลชชุกหูขึ้นมา และรับแฟลชแทนการชุกหูของเครื่องตอบรับนั่นเอง ข้อแตกต่างของเสียงคนพูด และเสียงแฟลชก็คือ เสียงแฟลชมีความถี่และคาบเวลาคงที่ แต่เสียงคนไม่มีอะไรคงที่เลย จึงใช้ R_{30} , R_{31} , C_{18} ช่วยหน่วงเพื่อให้ IC_{11} ได้รับการกระตุ้นให้นับทางขา 14 หลังจากมีสัญญาณเสียง 1.1 kHz เข้ามานาน 0.5 วินาที เป็นการหน่วงเพื่อ กันเสียงคนที่มีความบังเอิญมาตรงกับความถี่เสียงแฟลช ซึ่งเสียงคนจะมีความถี่นี้นานไม่ถึง 0.5 วินาทีแน่ IC_{11} จึงยังไม่นับ

จะเห็นได้ว่าเป็นการยากมากที่เสียงพูดของคน จะมีความถี่ 1.1 kHz ได้ 2 ครั้งห่างกันไม่เกิน 3.6 วินาที และแต่ละครั้งมีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 วินาที จึงแน่ใจได้ว่าสัญญาณที่เข้ามาได้ถูกต้องครบถ้วนตามเงื่อนไขจะต้องเป็นสัญญาณแฟลชเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรตัวกรองและกักเก็บประจุไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ

ส่วนนี้จะใช้ไอซี เบอร์ T6668 ของบริษัทโคชิบา มีฟังก์ชันการทำงานค่อนข้างสมบูรณ์ สามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้างและสะดวก เป็นไอซี ADM หรือ ADAPTIVE DELTA MODULATION เป็นชิปประเภท CMOS LSI มีรูปร่างภายนอกเป็นแบบติดตั้งเป็นผิว หรือเซอร์เฟสเมทท์ขนาด 60 ขาต่อหน่วย ความจำ ชนิดไดนามิกขนาด 64 K*1 บิต (4164) ได้โดยตรง 4 ตัวใช้คริสตอลควบคุมความถี่สัญญาณนาฬิกา เปลี่ยนบิทเรทโดยใช้ดิปสวิทช์ (DIP SWITCH) เลือกหน้า (PHASE) ของหน่วยความจำแยกบันทึกลูก/เล่นกลับได้ เมื่อใช้หน่วยความจำ 256 K*1 บิต(41256) จำนวน 4 ตัว ที่บิทเรท 16K จะบันทึกได้นาน 64 วินาที

T6668 นี้มีความสมบูรณ์ค่อนข้างมาก ทางด้านอินพุตสามารถต่อไมโครโฟนเข้ากับไอซีได้เลย ด้านเอาต์พุตก็เพิ่มภาคขยายอีกส่วนเดียว วงจรสมบูรณ์ ของเครื่องบันทึกเสียงแสดงดังในรูป 3.6 เนื่องจาก T6668 เป็นแบบเซอร์เฟสเมทท์ มีขาชิดกันมากจำเป็นต้องใช้แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีลักษณะเป็นแบบ 2 หน้าชนิดเพเลตทรูโฮลด์

T6668 จะรับสัญญาณอินพุตเสียงพูดเข้ามา จากนั้นทำการขยายแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเก็บไว้ที่ ไดนามิกแรม (DRAM) โดย T6668 จะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อจะทำการแปลงข้อมูลจาก D/A จะใช้อัตรา 10 บิต D/A เพื่อเปลี่ยนกลับมาเป็นเสียงเช่นเดิม การอัดเข้าไปเราจะสามารถเลือกบิทเรทได้ 4 บิทเรท โดยเลือกที่ขาสัญญาณ D6, D7 (ขา 34 ,35)

บิทเรท	D7(ขา35)	D6(ขา34)
8K	0	0
11K	0	1
16K	1	0
32K	1	1

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดบิทเรท

จากตารางที่ 3.1

1. ถ้าเราเลื่อนสวิทช์ D7-D6 ไปที่ 0,0 จะทำให้อัตราความเร็ว ของการแปลงข้อมูลเป็น 8K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นเสียงได้นาน 128 วินาที
2. ถ้า D7-D6 เป็น 0,1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 11K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 93 วินาที
3. ถ้า D7-D6 เป็น 1,0 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 16K บิทต่อวินาที ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 64 วินาที
4. ถ้า D7-D6 เป็น 1,1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 32K บิทต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองใช้คริสตอล 650 kHz เป็นฐานความถี่และต่อกับ RAM 256K จำนวน 4 ตัว ทำให้ความจำของหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเป็น 1MB การอัปเดตเมื่อเราอัปเดตสปีดใดสปีดหนึ่งเสร็จแล้ว เราสามารถที่จะนำกลับมาเล่นในสปีดอื่นได้ ทำให้สามารถเร่งหรือลดสปีดของเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องการอัปเดตเสียงสูงๆ ให้ได้ผลดีควรจะใช้สปีดสูงๆ ในการอัปเดตด้วย จึงจะทำให้เสียงที่อัปเดตออกมามีคุณภาพเสียงที่ดี

หน่วยความจำ

T6668 สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้ 2 ขนาดคือ 64K กับ 256K DRAM โดยการเลือกที่ขา 45 ของไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256K) คือเมื่อเราจะต่อ DRAM 256K ให้กับไอซี เราจะต้องเลือกต่อขา 45 กับไฟบวก และเมื่อเราต้องการต่อ DRAM 64K ให้กับไอซี เราต้องต่อขา 45 กับกราวด์ T6668 ก็จะรู้ว่าเราใช้หน่วยความจำขนาดเท่าใดกับมัน

การเพิ่มหน่วยความจำให้กับไอซี T6668 สามารถกำหนดได้โดยการต่อขา M2 (ขา 7) ตามตารางที่ 3.2 คือ ถ้าเราต่อ M2, M1 ลงกราวด์ T6668 จะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก 00000H ไปจนถึง 0FFFFH แล้วตัวมันเองก็จะเลือกการอ่านหรือการเขียนมารอการเริ่มต้นใหม่

ชนิดและจำนวน	256K(ขา 45)	M2	M1	แอดเดรสที่หยุด	ขนาดของ RAM
4164 x 1	0	0	0	0FFFFH	64k
4164 x 2	0	0	1	1FFFFH	128k
4164 x 3	0	1	0	2FFFFH	192K
4164 x 4	0	1	1	3FFFFH	256k
41256 x 1	1	0	0	3FFFFH	256k
41256 x 2	1	0	1	7FFFFH	512k
41256 x 3	1	1	0	BFFFFH	768k
41256 x 4	1	1	1	FFFFFFH	1M

ตารางที่ 3.2 การกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้

ดังนั้นเราจึงกำหนดขนาดของหน่วยความจำได้ตามต้องการ เพื่อการประหยัดในการนำไปใช้งานที่ต้องการขนาดความจำต่างกัน ได้

รายละเอียดขาใช้งานของไอซี T6668

A0 – A8 ขาแอดเดรสต่อกับหน่วยความจำ DRAM

Din, Dout ขา data ต่อกับหน่วยความจำ DRAM

RAS, WE สัญญาณควบคุม DRAM

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นรีจิสเตอร์แสดงตำแหน่งแอดเดรสของ Index Area ใน D-RAMS ในการใช้งานแบบ

Label Index Mode

4. Refresh Counter

8 บิต เกล้าน์เตอร์สำหรับรีเฟรชหน่วยความจำภายนอกแบบไดนามิกแรม

5. Status Register

เป็น 8 บิตรีจิสเตอร์แสดงสถานะของ T6668 สามารถอ่านออกมาได้โดยให้ RD เป็น LOW LEVEL

6. CPU IF

7. Microphone Amplifier

เป็นวงจรขยายเสียงสำหรับการอัดเอาท์พุทของ MIC OUT ปกติจะต่อเข้ากับขา AD

8. Band-pass Filter

สำหรับการอ่านเสียง(Sound Reproducing) โดยส่วนแรกจะเป็น High Pass Filter และ Stage2 เป็น Low Pass Filter



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรโมโนสเตเบิล

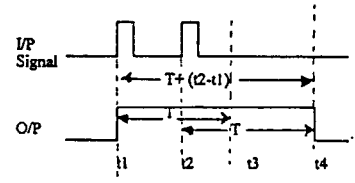
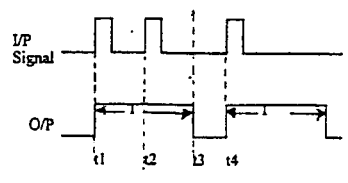
เป็นลอจิก “สูง” เปลี่ยนเป็นลอจิก “ต่ำ” ในทันที และจะคงสถานะอยู่เช่นนั้นจนครบเวลาที่กำหนดไว้ด้วยค่าของ R1 และ C1 ซึ่งมีค่าประมาณ $T = R1 \times C1$ วงจรดิจิตอลที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะถูกออกแบบให้ทำงานตามจังหวะเวลา เพื่อให้การทำงานนั้นถูกต้อง ดังนั้นเรื่องที่กำลังกล่าวต่อไปนี้จะเป็นส่วนกำเนิดสัญญาณเพื่อป้อนให้วงจรดิจิตอลทำงานตามจังหวะเวลาที่เรียกว่า “ วงจร โมโนสเตเบิล”

วงจร โมโนสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (monostable multivibrator) หรือบางครั้งอาจเรียกว่าวงจร “one-shot” เป็นวงจรที่สามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท ยกตัวอย่างเช่น ใช้เป็นวงจรช่วยกำจัดสัญญาณรบกวนในระบบสัญญาณดิจิตอล หรือเป็นวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างตามต้องการ หรือเป็นวงจรตั้งเวลาต่างๆ และอื่นๆ อีกมากมาย

คำว่า “โมโนสเตเบิล” นั้นหมายถึงว่า วงจรนั้นจะมีสถานะของเอาต์พุตเดียวเท่านั้น ที่เสถียรอยู่ได้ ซึ่งอาจจะมีความลอจิกเป็น “สูง” หรือ “ต่ำ” แล้วแต่การออกแบบวงจร การทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลนั้นโดยปกติแล้วเอาต์พุตจะอยู่ที่สถานะที่เสถียรนั่นเอง แต่เมื่อมีสัญญาณพัลส์เข้ามากระตุ้นทางอินพุต จะทำให้อเอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นตรงข้าม ซึ่งจะยังคงสถานะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหนึ่งที่สามารถกำหนดได้จากการออกแบบวงจร แล้วจึงเปลี่ยนกลับมาสถานะเดิม ที่เสถียรอีกครั้งหนึ่ง

วงจร โมโนสเตเบิลแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ แบบรับการกระตุ้นซ้ำ (retriggerable) และแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ (non-retriggerable) ซึ่งทั้งสองแบบมีหลักการการทำงานคล้ายๆ กัน แต่ต่างกันที่การรับการกระตุ้นของอินพุตซ้ำหรือไม่ โดยจะกล่าวถึงหลักการการทำงานและประโยชน์ในการทำงานภายหลัง

ในรูปที่ 3.8 และ 3.9 แสดงถึงจังหวะการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิลทั้งสองแบบ ซึ่งจะให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างกันได้ชัดเจน โดยในรูปที่ 3.8 เป็นแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ สถานะเดิมของเอาต์พุตจะเป็นลอจิก “ต่ำ” เมื่อมีพัลส์มากระตุ้นทางอินพุตที่เวลา t1 เอาต์พุตจะเปลี่ยนสถานะจากเดิมในทันทีที่เป็นลอจิก “สูง” และจะคงสถานะเช่นนั้นอยู่ในช่วงเวลา T ที่สามารถกำหนดได้จากวงจร เมื่อพ้นช่วงเวลา T ไปแล้ว เอาต์พุตก็จะกลับมาสู่สถานะเดิม และจะยังคงอยู่เช่นนั้นต่อไปจนกระทั่งมีพัลส์มากระตุ้นทางอินพุตครั้งต่อไป (เมื่อเวลา t4)



รูปที่ 3.8 จังหวะการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิล รูปที่ 3.9 จังหวะการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิล

เอกสารนี้เป็นแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นแบบรับการกระตุ้นซ้ำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติที่สำคัญของโมโนสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำนี้ ถ้าจะดูจากรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่าที่จังหวะเวลา t_2 มีพัลส์มากระตุ้นทางอินพุตครั้งที่สอง แต่ในขณะนั้นเอาท์พุตยังอยู่ในสถานะลอจิก “สูง” อยู่ เนื่องจากยังไม่ครบเวลา T ผลของการกระตุ้นในครั้งที่สองนี้ จะไม่มีผลอย่างไรต่อวงจรทั้งสิ้น แต่เมื่อพ้นช่วงเวลา T ไปแล้ว หากมีพัลส์เข้ามาอีกก็จะรับการกระตุ้นนั้น เช่น ที่เวลา t_4 นั่นก็หมายความว่า การกระทำของโมโนสเตเบิลแบบนี้จะไม่ยอมรับการกระตุ้นซ้ำ ถ้าหากการทำงานของวงจรเนื่องจากการกระตุ้นครั้งแรกยังไม่สิ้นสุดลง

การใช้งานอย่างหนึ่งของโมโนสเตเบิลแบบนี้ก็คือ การแก้ปัญหาของการเกิด “สภาวะกระโดด” (bounce) ของสวิตช์ เนื่องจากว่าสวิตช์เชิงกลทั่วไป (สวิตช์กดหรือโยก) จะมีปัญหาของการสัมผัสของหน้าสัมผัสของสวิตช์ ซึ่งในความรู้สึกทั่วไป จะคิดว่าการกดหรือโยกสวิตช์ครั้งหนึ่งก็น่าจะทำให้หน้าสัมผัสของสวิตช์เกิดการสัมผัสกันเพียงครั้งเดียว แต่ถ้าจะมองให้ลึกกลงไปแล้ว ปรากฏว่าที่หน้าสัมผัสจะสัมผัสกันสนิทนั้น จะเกิดการกระโดดกันของหน้าสัมผัสครั้งหรือสองครั้งหรือหลายๆ ครั้ง เกิดขึ้นเสมอ สิ่งนี้ถูกเรียกว่า สภาวะกระโดดของสวิตช์นั่นเอง สภาวะนี้จะคงอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 2-5 มิลลิวินาที ซึ่งถ้านำสวิตช์นี้ไปใช้งานธรรมดา เช่น เปิด/ปิดหลอดไฟ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ก็จะไม่เกิดปัญหาขึ้น แต่ถ้าสวิตช์นี้ในการควบคุมหรือกำหนดสัญญาณให้แก่วงจรดิจิทัลแล้ว เช่น คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์จะเกิดปัญหาขึ้นทันที เนื่องจากพัลส์ของการกระโดดของสวิตช์นั่นเอง ทำให้แทนที่จะเกิดพัลส์เพียงลูกเดียว กลับเกิดพัลส์ถึง 2-3 ลูก ซึ่งจะทำให้การทำงานของระบบผิดพลาดไป

วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้โดยการใช้วงจร โมโนสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำที่ออกแบบให้ช่วงเวลา T มีค่ามากกว่า 5 มิลลิวินาที มาต่ออนุกรมเข้ากับสวิตช์ ดังนั้นเอาท์พุตของโมโนสเตเบิลจะเป็นลอจิก “สูง” เมื่อเกิดการกระโดดของสวิตช์ครั้งแรกและจะยังคงค้างสภาวะอยู่เช่นนั้นจนครบเวลา T ซึ่งสภาวะการกระโดดของสวิตช์ได้สิ้นสุดลงแล้ว จึงทำให้ได้พัลส์เพียงลูกเดียวตามต้องการ ซึ่งจากวิธีการนี้สามารถคิดแปลงนำไปใช้ในการจำกัดสัญญาณรบกวนในระบบสัญญาณดิจิทัลได้

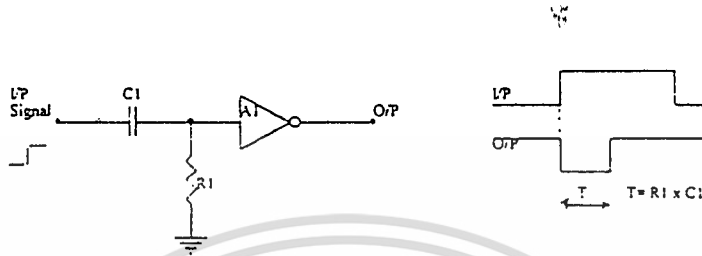
จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.9 ก็เช่นเดียวกับแบบแรก ช่วงเวลาที่โมโนสเตเบิลคงสภาวะที่ไม่เสถียรอยู่นั้นเป็นช่วงเวลา T ซึ่งได้รับการกระตุ้นจากพัลส์ที่เวลา T_1 โดยปกติแล้วเอาท์พุตนี้จะเปลี่ยนสภาวะกลับมาเช่นเดิมเมื่อพ้นช่วงเวลา T ไปแล้วคือที่เวลา t_3 แต่เมื่อเวลา t_2 ก็มีพัลส์ลูกที่ 2 เข้ามากระตุ้นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นการทำงานครั้งใหม่ จึงเริ่มนับช่วงเวลา T ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นช่วงเวลาทั้งหมดที่โมโนสเตเบิลค้างสภาวะอยู่นั้นจะเป็นช่วงเวลา $T + (t_2 - t_1)$ นั่นเอง

การประยุกต์ใช้งานอย่างหนึ่งของวงจรแบบนี้ ได้แก่ ระบบเตือนภัยของการทำงานผิดปกติของระบบที่ทำงานเป็นช่วงเวลาๆ ที่ต่อเนื่องกันตัวอย่าง เช่นระบบเตือนภัยของการตรวจสอบการหายใจของคนไข้ในโรงพยาบาล ซึ่งการหายใจแต่ละครั้งจะให้พัลส์ไปกระตุ้นการทำงานของโมโนสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำนี้ ที่ออกแบบให้ช่วงเวลา T มากกว่าจังหวะการหายใจของคนปกติ หากคนไข้มีการหายใจในจังหวะปกติจะทำให้เอาท์พุตของโมโนสเตเบิลคงสภาวะลอจิก “สูง” ไปตลอดแต่ถ้าคนไข้มีการหายใจช้ากว่าปกติ โมโนสเตเบิลจะเปลี่ยนเป็น “ต่ำ” ทำให้เกิดเสียงสัญญาณเตือนให้พยาบาลรู้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ตัวอย่างวงจรโมนอสเตเบิล

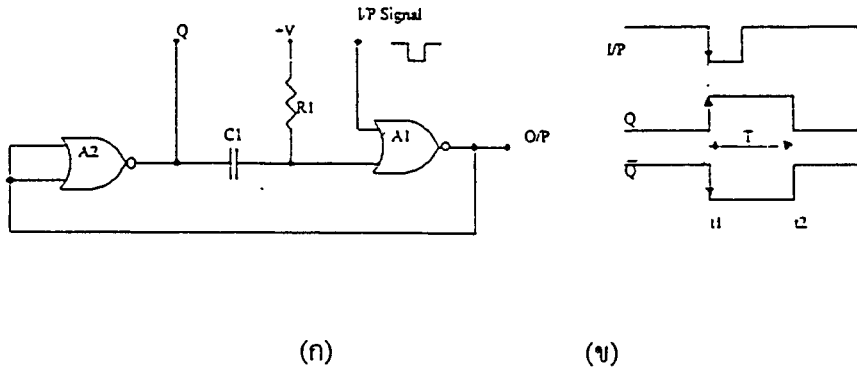
ในรูปที่ 3.10 แสดงวงจรที่เรียกว่า ฮาล์ฟ - โมนอสเตเบิล (half - monostable หรือ เรียกว่า quasi - monostable) โดยที่ A1 เป็นอินเวอร์เตอร์แบบ CMOS (หรืออาจใช้เกตแบบอื่นๆ มาสร้างเป็นอินเวอร์เตอร์ได้เช่นกัน) เมื่อสัญญาณทรiggerหรือสัญญาณกระตุ้นที่เป็นลอจิก “สูง” เข้ามาจะทำให้เอาต์พุตคงเดิม



รูปที่ 3.10 วงจรฮาล์ฟ - โมนอสเตเบิลที่ใช้อินเวอร์เตอร์และจังหวะการทำงาน

แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้วงจรนี้ทำงานได้ถูกต้องนั่นคือ สัญญาณทรiggerที่เข้ามานั้นจะต้องมีความกว้างของพัลส์มากกว่าช่วงเวลาที่กำหนดไว้โดย R1 และ C1 เนื่องจากสัญญาณทรiggerเป็นตัวอัดประจุให้กับ C1 ด้วยอัตราความเร็วที่กำหนดด้วยกระแสที่ผ่าน R1 ดังนั้นวงจรนี้จะทำงานได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อ C1 ถูกอัดประจุจนทำให้แรงดันคร่อม R1 มีค่าเป็นลอจิก “ต่ำ” ของอินเวอร์เตอร์ เหตุนี้เองจึงเรียกวงจรนี้ว่า “ฮาล์ฟ - โมนอสเตเบิล” ที่รับการทรiggerด้วยขอบขาขึ้น (positive-edge triggering) ในทางกลับกัน เราสามารถคิดแปลงได้โดยการให้รับการทรiggerด้วยขอบขาลง (negative-edge triggering) ได้เช่นกัน โดยการเปลี่ยนแปลงวงจรให้ R1 ไปต่อกับ +V แทนที่จะเป็นกราวด์ แต่เอาต์พุตที่ได้จะกลับกันคือ ขณะปกติจะเป็นลอจิก “ต่ำ” แต่เมื่อมีสัญญาณทรiggerมากระตุ้น จะเปลี่ยนเป็นลอจิก “สูง”

วงจรในรูปที่ 3.11 เป็นวงจรโมนอสเตเบิลที่ใช้ NAND - GATE 2 ตัว ซึ่งจะรับอินพุตที่ขอบขาลงของสัญญาณทรigger โดยที่ A1 เป็น NAND - GATE ที่รับอินพุตในสภาวะปกติขาอินพุตข้างหนึ่งของ A1 ที่ติดอยู่กับ R1 และ C1 จะมีสถานะเป็นลอจิก “สูง” และขาอินพุตอีกข้างหนึ่งเป็นลอจิก “สูง” เช่นกัน (ยังไม่มีสัญญาณทรigger) ดังนั้นเอาต์พุตของ A1 จะเป็นลอจิก “ต่ำ” ซึ่งจะมีผลให้เอาต์พุตของ A2 เป็นลอจิก “สูง” ทำให้ C1 อยู่ในสภาวะคายประจุออก และจะคงสภาพนี้อยู่จนเมื่อมีสัญญาณทรiggerเข้ามาจะทำให้เอาต์พุตของ A1 เปลี่ยนเป็นลอจิก “สูง” ในทันที ซึ่งมีผลให้เอาต์พุตของ A2 เปลี่ยนเป็นลอจิก “ต่ำ” C1 จะถูกอัดประจุด้วยกระแสที่ไหลผ่าน R1 ในขณะนี้อ่งก็จะทำให้ขาอินพุตของ A1 ที่ติดต่อกับ C1 และ R1 นั้นเปลี่ยนเป็นลอจิก “ต่ำ” ด้วยในทันที จึงทำให้เอาต์พุตของ A1 คงสภาพเป็นลอจิก “สูง” อยู่เช่นกัน จนกระทั่งแรงดันตกคร่อม C1 มีค่าเป็นลอจิก “สูง” ซึ่งจะเป็นตามช่วงเวลา $T = R1 \times C1$ นั่นเอง

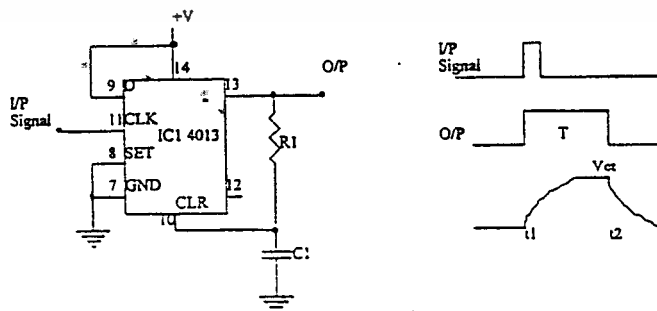


รูปที่ 3.11 ก. วงจร โมโนสเตเบิลโดยใช้ NAND-GATE และรูป ข. จังหวะการทำงาน

เอาท์พุทของวงจรมี Q และ \bar{Q} ซึ่งตรงกันข้ามกัน แล้วแต่จะเลือกใช้ สิ่งที่สำคัญของวงจรมีคือ ความกว้างของสัญญาณทริกที่เข้ามาจะต้องน้อยกว่าความกว้างของช่วงเวลา T ที่กำหนดโดย $R1$ และ $C1$ วงจรนี้จึงจะทำงานได้ถูกต้อง

3.3.2 โมโนสเตเบิลจากไอซี CMOS และ TTL

รูปที่ 3.12 ก. แสดงถึงการนำเอา D ฟลิปฟลอป มาสร้างเป็นวงจรมอนอสเตเบิล โดยการที่จะต้องใช้ CMOS เบอร์ 4013 ซึ่งภายในประกอบด้วย D ฟลิปฟลอป 2 ตัว ที่ขา D ฟลิปฟลอปจะต่ออยู่กับ +V ทำให้ที่ขานี้เป็นลอจิก “สูง” และต่อขา SET ลงกราวด์ ส่วนขา CLR ต่อเข้ากับ $C1$ โดยมี $R1$ ต่ออยู่กับขา Q เอาท์พุท ดังนั้นในการเริ่มทำงานของวงจรมี ลอจิกที่ขา CLR จะเป็น “0” (เนื่องจาก V_c แรงดันคร่อม $C1$) จะมีค่าเป็น 0 โวลต์ ขอให้ดูจังหวะการทำงานในรูปที่ 3.12ข. เมื่อมีสัญญาณทริกเข้ามาทางขา CLK ซึ่งจะต้องเป็นพัลส์บวก จะทำให้ Q เปลี่ยนสถานะเป็นลอจิก “สูง” ในทันที และจะคงค้างอยู่เช่นนั้น แม้ว่าสัญญาณทริกจะหมดไปแล้ว เมื่อ Q เป็นลอจิก “สูง” ก็จะทำให้เกิดการอัดประจุเข้าสู่ $C1$ ด้วยกระแสที่ผ่าน $R1$ ดังนั้น V_c จะมีค่าสูงขึ้น แต่เมื่อ V_c มีค่าถึงระดับลอจิก “สูง” ก็จะมีการ CLEAR ฟลิปฟลอป เนื่องจากขา CLR เป็นลอจิก “สูง” ทำให้ Q เปลี่ยนสภาวะมาเป็นลอจิก “ต่ำ” ดังเดิม

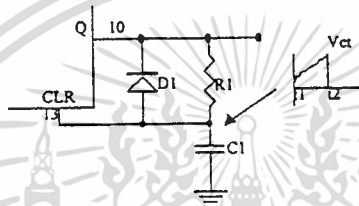


รูปที่ 3.12ก. วงจร โมโนสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำที่ใช้ D-ฟลิปฟลอป รูป ข. จังหวะการทำงาน

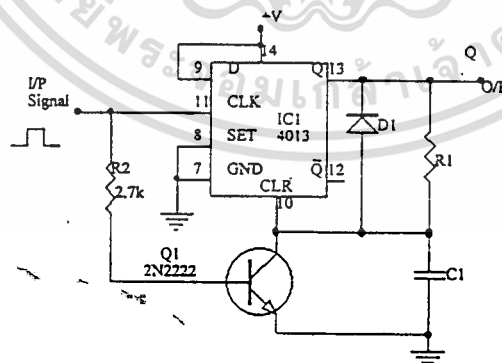
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงเห็นได้ว่า Q จะคงเป็นลอจิก “สูง” ในช่วงเวลาที่ถูกกำหนดด้วยค่าของ R1 และ C1 แต่เนื่องจากเมื่อ Q เป็นลอจิก “ต่ำ” แล้วนั้น C1 จะคายประจุออกผ่าน R1 เพื่อกลับสู่สภาวะปกติ ช่วงเวลาในการคายประจุนี้เท่ากับช่วงเวลาในการอัดประจุเช่นเดียวกัน ซึ่งหากมีสัญญาณทริกเข้ามาในช่วงที่คายประจุไม่หมด ก็จะทำให้การทำงานของวงจรผิดไป คือช่วงเวลาที่คงสภาวะเอาท์พุทเป็นลอจิก “สูง” จะสั้นลงกว่าเดิม

การลดช่วงเวลาของการคายประจุนี้ สามารถทำได้โดยการต่อไดโอด D1 เข้าไปในวงจร โดยคร่อม R1 ไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 ดังนั้นการคายประจุของ C1 จะผ่าน D1 แทน เนื่องจากมีความต้านทานน้อยกว่า R1 มาก เพราะเป็นการต่อแบบไบอัสตรง (forward bias) ให้แก่ไดโอด ในขณะที่ Q เป็นลอจิก “ต่ำ” และ V_c มีค่ามากกว่า 0.6 โวลต์ จึงส่งผลให้ช่วงเวลาของการคายประจุนี้สั้นลงกว่าเดิมมาก



รูปที่ 3.13 การต่อไดโอดเพื่อลดช่วงเวลาในการคายประจุของวงจรในรูปที่ 3.12 ก.



รูปที่ 3.14 การดัดแปลงวงจรในรูปที่ 3.12 ก. ให้เป็นโมโนสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรโมโนสเตเบิลที่กล่าวมาแล้วในรูปที่ 3.10 ,3.11 และ 3.12 นั้น เป็นวงจรโมโนสเตเบิลแบบไม่รับ การกระตุ้นซ้ำทั้งสิ้น ส่วนวงจรในรูปที่ 3.14 เป็นการดัดแปลงวงจรในรูปที่ 3.12 ให้เป็นแบบยอมรับการกระตุ้น ซ้ำ ตามลักษณะของวงจรจะลักษณะคล้ายกับวงจรเดิมมากแต่มีการเพิ่มทรานซิสเตอร์ขึ้นอีก 1 ตัว โดยต่อคร่อม C1 ทำหน้าที่คล้ายกับสวิทช์ในการคายประจุของ C1 เมื่อมีสัญญาณทริกบวกเข้ามาจะทำให้เอาท์พุท Q เป็น ลอจิก “สูง” ในขณะเดียวกันนั้น (ช่วงความกว้างของสัญญาณทริก) ทรานซิสเตอร์ Q1 จะนำกระแส ซึ่งเหมือน กับว่าขาทั้งสองของ C1 ถูกต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นสภาวะการคายประจุ ดังนั้นในช่วงนี้จะไม่มีการอัดประจุเข้าสู่ C1 แต่เมื่อสัญญาณทริกผ่านไป Q1 จะหยุดนำกระแส จึงจะเริ่มการอัดประจุใหม่ การทำงานในช่วงเวลานี้ จะเหมือนกับวงจรเดิม ดังนั้นเมื่อครบช่วงเวลา T เอาท์พุท Q จะเปลี่ยนกลับมาเป็นลอจิก “ต่ำ” ดังเดิม C1 ก็จะ คายประจุผ่าน D1

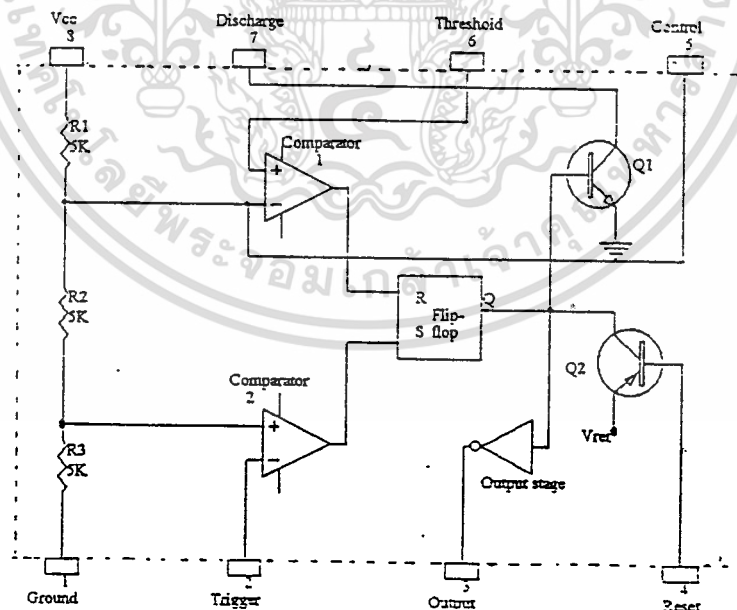
แต่ถ้ายังไม่ครบช่วงเวลา T ดังกล่าว เกิดสัญญาณทริกเข้ามาอีกครั้งหนึ่งจะทำให้ Q1 นำกระแส ซึ่งทำ ให้ C1 คายประจุออกผ่าน Q1 และเมื่อพัลส์ผ่านไป ก็จะเริ่มการอัดประจุใหม่อีกครั้งหนึ่ง ทำให้ช่วงเวลาของ การค้างสภาวะของลอจิก “สูง” นั้นยาวกว่าช่วงเวลา T การทำงานจึงเป็นลักษณะของโมโนสเตเบิลแบบรับการ กระตุ้นซ้ำนั่นเอง



3.5 ไทเมอร์ ไอซี 555 คล็อก (555 Precision Timer IC Clock)

ไอซีไทเมอร์ 555 เป็นไอซีพิเศษตัวหนึ่ง สามารถใช้เป็นวงจรถัดเวลา (Timer) วงจรทริกเกอร์ (Trigger) วงจรดีเลย์ (Delaying) วงจรปรับรูปสัญญาณพัลส์ (Pulse Reshaping) และวงจรถัดเวลา (Clock) ได้ ฟังก์ชันของวงจรแสดงดังรูปที่ 3.15 ความต้านทาน 5 กิโลโอห์มสามตัว จะต่ออยู่ในจัดเป็นวงจรแบ่งแรงดัน (Comparator) 2 ตัว จะต่ออินพุตข้างหนึ่งเข้ากับวงจรแบ่งแรงดัน ซึ่งจะควบคุมการทำงานของ อาร์-เอสฟลิปฟล็อป เอาท์พุท Q ของ อาร์-เอสฟลิปฟล็อป จะต่อไปยังวงจรถัดเวลา ซึ่งควบคุมการนำกระแสของทรานซิสเตอร์ Q2 เรียกว่า ซอร์ส (Source) ทรานซิสเตอร์ต่อออกไปยังเอาต์พุทขา 3 ของไอซีและแหล่งจ่าย (+VCC) เส้นเอาต์พุทจากอาร์-เอสฟลิปฟล็อป จะต่อมาควบคุมทรานซิสเตอร์ Q3 ซึ่งเรียกว่า ซิงค์ (Sink) ทรานซิสเตอร์ ซึ่งต่อกับขั้วเอาต์พุทกับกราวด์ที่ขา 1 จะมีทรานซิสเตอร์หนึ่งในสองตัวนี้จะนำกระแสในระยะเวลาหนึ่งๆ เรียกว่าเป็น โทเท็ม-โพลเอาต์พุท (Totem-pole Output)

เช่นถ้า Q2 นำกระแส (ON) ,Q3 จะหยุดนำกระแส (OFF) และถ้า Q2 หยุดนำกระแส(OFF) ,Q3 จะนำกระแส (ON) นอกจากนั้นเอาต์พุทของอาร์-เอสฟลิปฟล็อป ยังควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q1 จึงจะใช้ในการคายประจุของคาปาซิเตอร์ภายนอก ที่ใช้สำหรับตั้งลำดับเวลา (Timing Sequence) ที่ขา 7 ของไอซี ขา 6 (Threshold) และขา 2 (Trigger) ใช้ต่ออุปกรณ์ RC ภายนอกสำหรับตั้งเวลา ขา 4 สำหรับรีเซ็ตฟลิปฟล็อป จากภายนอก เมื่อยังไม่ใช้จะต้องต่อไว้กับ +VCC ขา 5 ใช้สำหรับควบคุมแรงดันอ้างอิงของตัวเปรียบเทียบ



รูปที่ 3.15 แสดงบล็อกโคจรและกำหนดตำแหน่งของขาไอซี 555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดเห็นเข้าโดยไม่ขออนุญาตการนำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันที่ขา 1 ถ้ายังไม่ใช้ขา 5 มักจะต่อคาปาซิเตอร์ค่าประมาณ 0.01 μF ที่ขา 5 กับกราวด์แทน เพื่อให้เป็นทางผ่านของสัญญาณรบกวน (Noise) หรือการเปลี่ยนแปลงของแรงดันจากแหล่งจ่ายกับกราวด์ และจะช่วยลดผลอื่นๆ ที่จะเกิดขึ้นต่อระดับแรงดันอ้างอิงของตัวเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1

3.5.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของไอซี 555

1. ระดับแรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 ตั้งไว้ที่ค่า $2/3 V_{cc}$ ถ้าอินพุตอีกขาหนึ่งที่ขา 6 (Threshold) มีระดับแรงดันต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จะทำให้เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 เป็นลอจิก "0" อาร์-เอสฟลิปฟล็อป จะไม่ถูกรีเซ็ต สมมติว่าในขณะที่ฟลิปฟล็อปทำงานที่เอาต์พุต Q เป็น "1" และเอาต์พุตเป็น "0" ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q3 อยู่ในสภาพ OFF แต่ที่ขาเบสของ Q2 จะได้รับอินพุต "1" จากอินเวอร์เตอร์ จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 นำกระแส (ON) และมีสภาพเหมือนต่อขาเอาต์พุตของขาไอซี (ขา 3) เข้ากับ $+V_{cc}$ หรือมีสถานะลอจิก "High"

2. เมื่อแรงดันที่ขา 6 ถึงระดับ $2/3 V_{cc}$ จะทำให้เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 เป็นลอจิก "1" ซึ่งจะปรีเซ็ต อาร์-เอสฟลิปฟล็อป ทำให้เอาต์พุตเป็นลอจิก "1" ในช่วงเวลานี้ Q1 และ Q2 จะ OFF ที่เอาต์พุตของไอซี (ขา 3) ในขณะนี้จึงเสมือนหนึ่งต่อผ่าน Q3 ลงกราวด์ หรือมีสถานะลอจิก "LOW"

3. ระดับแรงดันอ้างอิงของวงจรเปรียบเทียบแรงดัน ตัวที่ 2 ตั้งไว้ที่ $1/3 V_{cc}$ ถ้าอินพุตที่ขา 2 มีระดับแรงดันสูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิง เอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 เป็นลอจิก "0" ซึ่งจะทำการ-เอสฟลิปฟล็อปไม่ถูกรีเซ็ต

4. เมื่อระดับแรงดันที่ขา 2 ต่ำกว่า $1/3 V_{cc}$ จะทำให้เอาต์พุต ของวงจรเปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 เป็นลอจิก "1" ซึ่งจะทำการ-เอสฟลิปฟล็อป ถูกรีเซ็ตเอาต์พุต จะเป็นลอจิก "0" ขณะนี้ Q1 และ Q3 จะ OFF และ Q2 จะ ON ขาเอาต์พุตของไอซี (ขา 3) จึงมีสภาพเหมือนหนึ่งต่ออยู่กับ $+V_{cc}$ หรือเป็นลอจิก "High" ใหม่อีกครั้งหนึ่งในช่วงเวลานี้ Q1 จะมีสภาพ OFF ทำให้คาปาซิเตอร์ภายนอกสามารถประจุ (Charge) ผ่าน $+V_{cc}$ และเริ่มต้นทำงานใหม่ซ้ำอีกได้

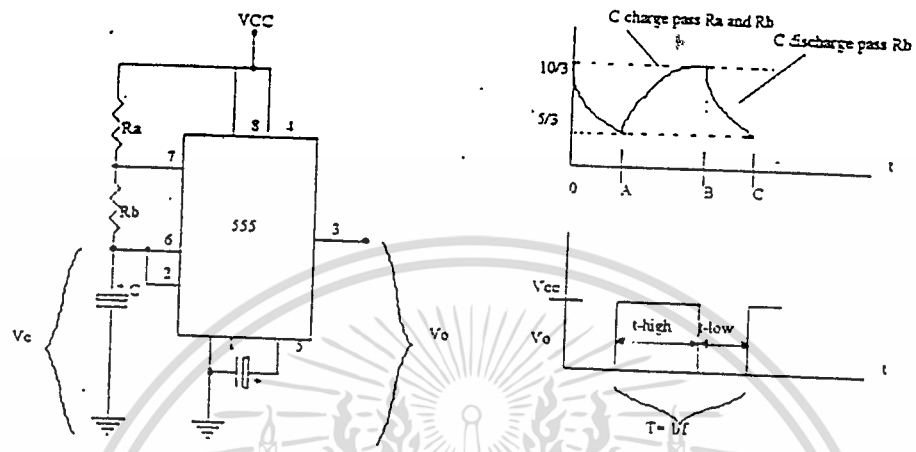
3.5.2 การทำงานแบบอะสเตเบิล

ไอซี 555 สามารถนำต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลชนิดโวลเทจไดวีเดอร์ได้ดังรูปที่ 3.16(ก) ซึ่งจะทำหน้าที่สร้างสัญญาณตลอดเวลา และจะได้ถูกคลื่นสัญญาณดังรูปที่ 3.16(ข) ที่เวลา A ทั้งขา 2 และขา 6 จะมีค่าต่ำกว่าค่า $V_{cc}/3$ ซึ่งจะทำการ-เอสฟลิปฟล็อปที่ขา 3 มีค่าสูง ในขณะที่ขา 7 จะเสมือนกับถูกเปิดวงจรออก ดังนั้นตัวเก็บประจุ C จะเก็บประจุโดยผ่าน R_a+R_b

ในช่วงเวลา A ถึง B ไอซี 555 จะทำหน้าที่เป็นวงจรจำสถานะเดิมและเมื่อ V_c มีค่าสูงถึง $2V_{cc}/3$ ที่เวลาเท่ากับจุด B ไอซี 555 ก็จะเข้าสู่สถานะใหม่ซึ่งจะให้ค่าแรงดันเอาต์พุตค่า ขา 7 ของไอซีก็จะทำหน้าที่คายประจุที่อยู่ภายในตัวเก็บประจุ C ออก ผ่านตัวต้านทาน R_b และเมื่อแรงดัน V_c มีค่าต่ำจนถึงระดับอ้างอิง ตัวเก็บประจุ C ก็จะเริ่มเก็บประจุอีกครั้ง โดยขา 7 ของไอซีเสมือนเปิดวงจรอีกครั้ง การทำงานของวงจรก็จะวนเวียนเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ไม่สิ้นสุด

3.5.3 ความถี่ในการออกสิจิลเลต

สัญญาณเอาต์พุตจะยังคงเป็นค่าสูง ระหว่างที่ตัวเก็บประจุ C ยังคงชาร์จจาก $V_{cc}/3$ ถึง $2/3V_{cc}$ ดังแสดงในรูปที่ 3.16(ข) เราสามารถคำนวณหาช่วงเวลาดังกล่าวได้ดังนี้



รูปที่ 3.16 : แสดง (ก) การทำงานของวงจระอสเตเบิล (ข) รูปคลื่นจากวงจระ

$$t_{high} = 0.695(R_A + R_B)C \dots\dots(1)$$

และเอาต์พุตจะมีค่าต่ำระหว่างช่วงเวลาที่ตัวเก็บประจุ C คาย ประจุจาก $2/3V_{cc}$ และ $1/3V_{cc}$ ดังสมการ

$$t_{low} = 0.695R_B C \dots\dots(2)$$

ดังนั้นช่วงเวลารวมทั้งหมดหรือคาบเวลา T จะเท่ากับ

$$T = t_{high} + t_{low} = 0.695(R_A + 2R_B)C \dots\dots(3)$$

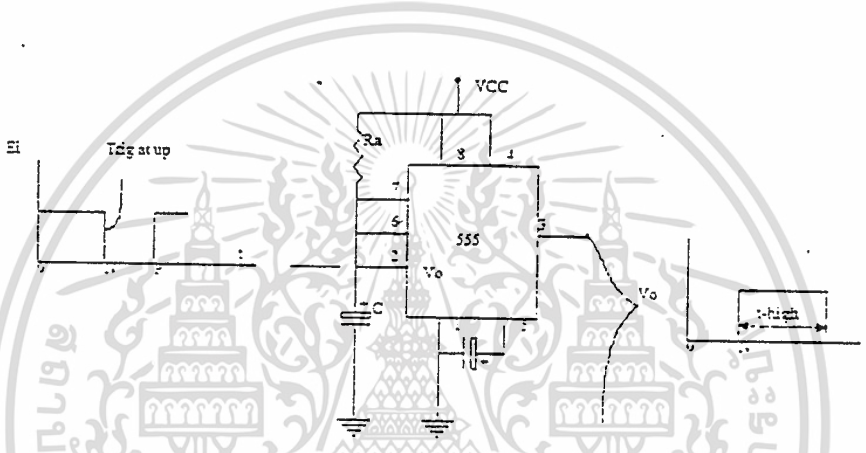
ซึ่งเมื่อกลับเศษกลับส่วนของคาบเวลาแล้วจะ ได้ความถี่คือ

$$f = 1/T = 1.44 / [(R_A + 2R_B)C] \dots\dots(4)$$

3.5.4 การทำงานแบบโมโนสเตเบิล

รูปที่ 3.17 แสดงวงจรในลักษณะใช้สัญญาณลูกคลื่นเพียง 1 ลูก วงจรโมโนสเตเบิล (แปลว่าวงจรที่ให้ลูกคลื่นลูกเดียวแล้วสถานะทำงานปกติกลับมาเหมือนเดิม) เมื่อเราป้อนพัลส์ที่เป็นลบให้กับขาที่ 2 ของไอซี 555 เอาท์พุทของไอซีที่ขา 3 จะออกมาเป็นแรงดันสูงอยู่ช่วงเวลาหนึ่งตามค่าของ R_A และ C โดยขณะนั้นเอาท์พุทมีค่าสูง ที่ขา 7 จะขกเลิกการลัดวงจร ตัวเก็บประจุ C ก็จะเริ่มทำการเก็บประจุโดยจะมีแรงดันเพิ่มขึ้นจาก 0 ไปเป็น $2/3 V_{CC}$ ทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนจากแรงดันสูงกลับสู่ต่ำเหมือนเดิมดังรูป 3.17 โดยสมการเวลาของลูกคลื่นจะเขียนได้ดังนี้

$$t_{high} = 1.1 R_A C$$



รูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิล

3.6 เครื่องโทรสาร (FAX)

ปัจจุบันเครื่องโทรสาร หรือเรียกกันสั้นๆ ว่า เครื่อง “แฟกซ์” เป็นที่นิยมใช้กันมาก และการรับส่งแฟกซ์ที่ใช้อยู่เป็นการใช้เชื่อมต่อกับโทรศัพท์

3.6.1 ประเภทของเครื่องโทรสาร

เครื่องโทรสารที่ใช้กันอยู่ขณะนี้ตามมาตรฐาน CCITT กำหนดไว้ 4 แบบ คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นไปตาม CCITT REC T.1 เป็นโทรสารแบบอนาล็อก ที่มีความเร็วในการส่งต่ำ ใช้ความถี่ในการสแกน 180 บรรทัดต่อวินาที หรือสามารถส่งเอกสาร A4 ในเวลา 6 นาที สามารถมอดูเลตได้ 2 แบบ คือการมอดูเลตทางแอมพลิจูด และมอดูเลตทางความถี่

กลุ่มที่ 2 เป็นไปตาม CCITT REC T. 2 เป็นโทรสารแบบอนาล็อก ใช้ความถี่ในการสแกน 360 บรรทัดต่อวินาที หรือสามารถส่งเอกสาร A4 ในเวลา 3 นาที การส่งจะเป็นการมอดูเลตทางเฟส

กลุ่มที่ 3 เป็นไปตาม CCITT REC T. 2 เป็นโทรสารแบบดิจิทัล สามารถรับส่งข้อมูลได้เร็ว โดยสามารถรับส่งเอกสาร A4 ได้ใน 1 นาที เนื่องจากมีการเข้ารหัสข้อมูล ซึ่งสามารถทำได้ 2 แบบ คือการเข้ารหัสแบบ 1 มิติ และการเข้ารหัสแบบ 2 มิติ การมอดูเลตข้อมูล การสแครมเบอร์ (Scramber) และการไทม์มิ่ง เป็นไปตาม REC V.27 หรือ V.29 มีอัตราสัญญาณข้อมูลเป็น 2400 บิตต่อวินาที, 4800 บิตต่อวินาที, 9600 บิตต่อวินาที

3.6.2 การทำงานของเครื่องโทรสาร

โทรสารเครื่องหนึ่งอาจมีระบบการทำงานเป็นแบบใดแบบหนึ่งดังนี้

1. การทำงานแบบแมนนวล (Manual Operation) โทรสารที่ทำงานแบบนี้ไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะทำหน้าที่ต่างๆ โดยอัตโนมัติ ในการใช้งานโทรสารแบบนี้จำเป็นต้องมีคนช่วย เช่น ช่วยในการหมุนโทรศัพท์ไปยังโทรสารปลายทาง

2. การทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatic Operation) โทรสารแบบนี้สามารถทำงานทุกอย่างแทนมนุษย์ได้โดยไม่ต้องมีผู้ควบคุมเครื่อง

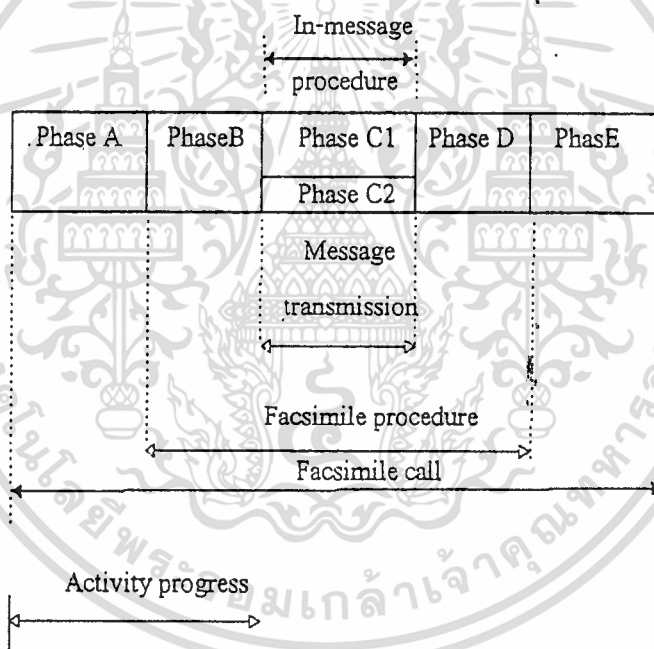
3.6.3 การรับส่งข้อมูลของโทรสาร

การรับส่งข้อมูลระหว่างโทรสาร 2 เครื่อง เริ่มจากโทรสารผู้เรียกต้นทาง (Calling Station) เรียกไปยังหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อปลายทาง (Call Station) เมื่อสามารถเชื่อมโยงผ่านทางสายโทรศัพท์ได้แล้ว ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งจะเป็นผู้ส่งข้อมูล (Transmitter) มายังอีกฝ่ายหนึ่งซึ่งเป็นผู้รับข้อมูล (Receiver) โดยที่เครื่องโทรสารมีการใช้งานอยู่ 2 แบบ คือแบบแมนนวลและแบบอัตโนมัติ จะเห็นว่าการรับส่งข้อมูลของโทรสารเป็นไปได้ 8 แบบ คือ

1. ผู้เรียกเป็นแมนนวล	ผู้รับเป็นแมนนวล	ผู้เรียกเป็นผู้ส่ง
2. ผู้เรียกเป็นแมนนวล	ผู้รับเป็นแมนนวล	ผู้เรียกเป็นผู้รับ
3. ผู้เรียกเป็นแมนนวล	ผู้รับเป็นอัตโนมัติ	ผู้เรียกเป็นผู้ส่ง
4. ผู้เรียกเป็นอัตโนมัติ	ผู้รับเป็นอัตโนมัติ	ผู้เรียกเป็นผู้รับ
5. ผู้เรียกเป็นอัตโนมัติ	ผู้รับเป็นแมนนวล	ผู้เรียกเป็นผู้ส่ง
6. ผู้เรียกเป็นอัตโนมัติ	ผู้รับเป็นแมนนวล	ผู้เรียกเป็นผู้รับ
7. ผู้เรียกเป็นอัตโนมัติ	ผู้รับเป็นอัตโนมัติ	ผู้เรียกเป็นผู้ส่ง
8. ผู้เรียกเป็นอัตโนมัติ	ผู้รับเป็นอัตโนมัติ	ผู้เรียกเป็นผู้รับ

3.6.4 ขั้นตอนการรับส่งข้อมูลข่าวสาร

ขั้นตอนในการรับส่งข้อมูลจากโทรสารเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นตอนในการเรียกติดต่อโทรสาร

1. การเริ่มต้นการเรียก (Call Establishment) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงเครื่องโทรสารต้นทางกับปลายทาง โดยผ่านข่ายโทรศัพท์ หรือกล่าวอีกในหนึ่งคือ การหมุนโทรศัพท์ไปยังหมายเลขโทรศัพท์ของเครื่องปลายทางนั่นเอง โดยอาจจะเป็นแบบแมนนวล คือมีคนหมุนโทรศัพท์หรือรับโทรศัพท์ เมื่อมีการต่อโทรศัพท์ได้แล้ว จึงสับสวิทช์ไปยังเครื่องโทรสาร หรืออาจเป็นแบบอัตโนมัติ คือเครื่องโทรสารหมุนโทรศัพท์หรือรับโทรศัพท์เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **บวณการพรีแมสเสจ (Pre-Message Procedure)** เป็นขั้นตอนหลังจากที่เครื่องโทรสารต้นทางเชื่อมต่อกับเครื่องโทรสารปลายทางแล้ว ซึ่งเครื่องทั้งสองจะสอบถามความสามารถกัน เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติในการรับส่งให้ตรงกันก่อนที่จะเริ่มส่งสัญญาณภาพ สัญญาณที่รับส่งกันแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ก. **ข้อบ่งลักษณะ** ใช้ในการบอกลักษณะของเครื่องโทรสารว่าเป็นกลุ่มใด เครื่องพร้อมที่จะทำงานหรือไม่ หมายเลขโทรศัพท์ของเครื่องโทรสารต้นทาง และความสามารถอื่น ๆ ที่ไม่เป็นตามมาตรฐาน CCITT

ข. **คำสั่ง** ใช้ในการควบคุมคุณภาพของการรับส่ง

3. **การส่งข้อความ (Transmitter and Receiver)** ระหว่างขั้นตอนนี้เครื่องโทรสารต้นทางและปลายทางจะรับส่งข้อความโดยมีขั้นตอนย่อยๆ ดำเนินการไปพร้อมๆ กัน 2 ขั้นตอน คือ

ก. **กระบวนการในข้อความ** ขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมซิกแนลิ่ง ในการรับส่งข้อความ นั่นคือ การซิงโครไนส์ การตรวจสอบความผิดพลาด การแก้ไขความผิดพลาดและการควบคุมคุณภาพการรับส่งโทรสาร

ข. **กระบวนการส่งข้อความ** เป็นการรับส่งข้อความ

4. **กระบวนการโพสต์แมสเสจ (Post message)** เป็นขั้นตอนหลังจากส่งข้อความได้จบลงซึ่งอาจมีการแจ้งว่าข้อความนั้นจบ หรือข้อความนั้นประกอบควี่ยหลายๆหน้าที่ เป็นต้น

5. **การยกเลิกการเรียก (Call Release)** เป็นขั้นตอนที่เลิกการเชื่อมต่อระหว่างโทรสารต้นทาง และโทรสารปลายทางซึ่งอาจจะเป็นแบบแมนนวล หรืออัตโนมัติก็ได้

3.6.5 ซิกแนลิ่ง (Signalling)

ในระบบโทรสารมีระบบซิกแนลิ่งที่ใช้อยู่ 2 แบบ คือ

- โทนซิกแนลิ่ง (Tone Signalling)

- ไบนารีโคดซิสเต็มซิกแนลิ่ง (Binary Code System Signalling)

ในโทนซิกแนลิ่งเครื่องโทรสารที่ต้นทางและปลายทางจะส่งงานโดยไม่มีเสียงความถี่ต่างๆ ในขณะที่ไบนารีโคดซิสเต็มซิกแนลิ่งจะส่งงานโดยใช้สัญญาณทางดิจิทัล ซึ่งจะรวดเร็วกว่า และความสามารถสูงกว่า การใช้ซิกแนลิ่งแบบโทน เครื่องโทรสารรุ่นเก่า เช่น กลุ่มที่ 2 จะทำงานแบบโทนซิกแนลิ่ง ส่วนโทรสารรุ่นใหม่เช่น กลุ่มที่ 3 จะทำงานโดยใช้ไบนารีโคดซิสเต็มซิกแนลิ่งโดยที่โทรสารรุ่นใหม่ในกลุ่มที่ 3 ที่ผลิตออกมาขายจะมีความสามารถที่จะรับส่งติดต่อกับกลุ่มที่ 2 ได้ ดังนั้นก่อนที่จะรับส่งข้อความกัน โทรสารทั้งสองเครื่องจะต้องมีการโต้ตอบกัน เพื่อให้ทราบว่าจะส่งซิกแนลิ่งแบบใด โดยมีขั้นตอนในการโต้ตอบดังนี้

1. เมื่อมีโทรศัพท์เข้ามา สถานีที่ถูกเรียกจะตอบกลับด้วยสัญญาณซีอีดี (ซึ่งเป็นโทน) สัญญาณซีอีดีจะเป็นตัวบอกว่าขณะนี้ต้นทางกำลังติดต่อกับโทรสาร เทอร์มินอล ซึ่งไม่สามารถใช้พูดโต้ตอบกันได้ ลักษณะของสัญญาณเป็นคลื่นความถี่ 2100 เฮิร์ตซ์ ความยาวไม่ต่ำกว่า 2.6 วินาที แต่ไม่เกิน 4 วินาที

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อต้องการเรียกออก สถานีที่ทำการเรียกจะส่งสัญญาณ CDG (ซึ่งเป็นโทน) สัญญาณ CDG เป็นตัวบอกว่า ขณะนี้ปลายทางกำลังติดต่อกับโทรสาร เทอร์มินอลซึ่งไม่สามารถใช้พูดได้ต่อกันได้ ลักษณะเป็นคลื่นสัญญาณความถี่ 1100 เฮิรตซ์ ยาว 0.5 วินาที สลับไม่ส่งคลื่นนาน 3 วินาที

3. เมื่อสถานีที่ถูกเรียก ได้รับสัญญาณ CDG จะตอบกลับไปยังสถานีเรียก เป็นไปได้ 3 กรณี คือ

3.1 หากสถานีที่ถูกเรียกสามารถใช้ได้เฉพาะไบนารีโคดซิกแนล ก็จะเริ่มซิกแนลลิงต่อไปเป็นแบบไบนารีโคดซิกแนลลิง

3.2 หากสถานีที่ถูกเรียกสามารถใช้ได้เฉพาะโทนซิกแนลลิง ก็จะเริ่มซิกแนลลิงต่อไปเป็นแบบโทนซิกแนลลิง

3.3 หากสถานีที่ถูกเรียก สามารถใช้ได้ทั้งโทนซิกแนลลิงและ ไบนารีโคดซิกแนลลิง ก็สามารถกลับไปบอกต้นทางด้วยสัญญาณผสมประกอบด้วยไบนารีโคดตามด้วยสัญญาณผสมของไบนารีโคดกับโทน

4. เมื่อสถานีที่เรียก ได้สัญญาณตามข้อ 3 แล้วจะตอบกลับไปยังเป็นไปได้ 2 กรณี คือ

4.1 ถ้าสถานีที่เรียกตอบกลับเป็นไบนารีโคดจะใช้ไบนารีโคดซิกแนลลิงไปตลอดในการรับส่ง

4.2 ถ้าสถานีที่เรียกตอบกลับมาเป็น โทนก็จะใช้โคดซิกแนลลิงตลอดการรับส่งโทรสารครั้งนั้น

3.6.6 โทนซิกแนลลิง

ซิกแนลลิงแบบนี้จะมีใช้ในโทรสารกลุ่มที่ 1 และโทรสารกลุ่มที่ 2 เมื่อเครื่องโทรสารต้นทางหมุนโทรศัพท์ไปยังเครื่องโทรสารปลายทาง แล้วเครื่องโทรสารปลายทางจะรับโทรศัพท์ซึ่งอาจเป็นแบบแมนนวลโดยมีคนควบคุม หรือแบบอัตโนมัติก็ตาม จะมีการตอบโต้สัญญาณต่อไปนี้

1. สถานีที่ถูกเรียกส่งสัญญาณจีไอ (GI: Group Identification) เพื่อแจ้งว่าพร้อมที่จะรับข้อความอย่างน้อย 1 ฉบับสัญญาณนี้เป็นตัวบอกว่าสัญญาณที่ถูกเรียก เป็น โทรสารกลุ่มใด

- หากเป็นโทรสารกลุ่มที่ 1 สัญญาณจีไอ จะเป็นคลื่นความถี่ 1650 เฮิรตซ์ นาน 1.5 วินาที สลับกับไม่ส่งคลื่นนาน 3 วินาที

- หากโทรสารสามารถปรับตัวเป็นกลุ่มที่ 1 หรือกลุ่มที่ 2 ได้โดยอัตโนมัติ สัญญาณจีไอจะเป็นคลื่นความถี่ 1650 เฮิรตซ์ นาน 1.5 วินาที ตามด้วย 1850 เฮิรตซ์ นาน 0.75 วินาที และไม่ส่งคลื่นนาน 3 วินาที

2. เมื่อสถานีที่เรียก ได้รับสัญญาณจีไอแล้ว จะกำหนดว่าการรับสัญญาณครั้งนั้นจะทำการรับส่งตามแบบกลุ่มใด โดยดูจากความสามารถของสถานีที่ถูกเรียกและสัญญาณจีไอที่ได้รับจากสถานีที่ถูกเรียก จากนั้นจะส่งสัญญาณจีซี (GC: Group Command) แจ้งให้สถานีที่ถูกเรียกทราบว่ารับส่งตามแบบกลุ่มใด

- หากจะรับส่งแบบกลุ่มที่ 1 สัญญาณจีซี จะเป็นคลื่นความถี่ 1300 เฮิรตซ์ นาน ไม่น้อยกว่า 1.5 วินาที แต่ไม่เกิน 10 วินาที

- หากจะรับส่งแบบกลุ่มที่ 2 สัญญาณจีซีจะเป็นคลื่นความถี่ 2100 เฮิรตซ์ นาน ไม่น้อยกว่า 1.5 วินาที แต่ไม่เกิน 10 วินาที

3.หลังจากนั้นสถานีที่ถูกเรียก จะส่งเฟสซึ่งเพื่อให้เฟสในการรับส่ง ของสถานีที่เรียก และสถานีที่ถูกเรียกให้ตรงกัน

4. เมื่อสถานีที่ถูกเรียก ได้รับสัญญาณจิจีและสัญญาณเฟสแล้ว จะปรับลักษณะการรับส่ง และเฟสของตัวเอง

5. เมื่อสัญญาณที่ถูกเรียกพร้อมจะทำงานแล้ว จะส่งสัญญาณ ซี เอฟ อาร์ (CFR: Confirmation To Receive) เพื่อบอกว่า ขณะนี้อินเฟสกันแล้วและพร้อมที่จะรับข้อความได้ไม่ต่ำกว่า 1 ฉบับ

- หากพร้อมที่จะรับส่งแบบกลุ่มที่ 1 สัญญาณซีเอฟอาร์ จะเป็นพัลส์ของคลื่นความถี่ 1850 เฮิร์ตซ์ ความยาว 3 วินาที

- หากพร้อมที่จะรับส่งแบบกลุ่มที่ 2 สัญญาณซีเอฟอาร์ จะเป็นพัลส์ของคลื่นความถี่ 1650 เฮิร์ตซ์ ความยาว 3 วินาที

6. เมื่อสถานีที่เรียกได้รับสัญญาณซีเอฟอาร์แล้ว จะเริ่มส่งข้อความ

7. เมื่อจบข้อความแล้ว จะเริ่มกระบวนการโพสแมสแซต โดยเครื่องส่งจะส่งสัญญาณอีโอเอ็ม (EOM: End Of Message)ทำการส่งสัญญาณเอ็มซีเอฟ ซึ่งเป็นคลื่น 1100 เฮิร์ตซ์ ความยาว 3 วินาที

8. หากเครื่องรับได้รับข้อความครบถ้วนแล้ว จะทำการส่งสัญญาณเอ็มซีเอฟ (MCF: Message Confirmation)

- หากเป็นการรับส่งโทรสารกลุ่มที่ 1 ลักษณะสัญญาณจะเป็นคลื่นความถี่ 1850 เฮิร์ตซ์ ความยาว 3 วินาที

- หากเป็นการรับส่งโทรสารกลุ่มที่ 2 ลักษณะสัญญาณจะเป็นคลื่นความถี่ 1650 เฮิร์ตซ์ ความยาว 3 วินาที

9. ปกติแล้วหากข้อความมีเพียง 1 ฉบับ กระบวนการโพสแมสแซตจะจบเพียงนี้ และเริ่มยกเลิกการเรียก แต่หากการเรียกครั้งนั้นมีการรับส่งข้อความมากกว่า 1 ฉบับ กระบวนการโพสแมสแซตจะมีขั้นตอนเพิ่มขึ้นเพื่อให้กลับไปรับส่งข้อความต่อไป

10. เมื่อต้องการบอกเลิกการต่อ จะใช้สัญญาณพีไอเอส (PIS: Procedure interrupt signal) เพื่อหยุดการทำงานทั้งหมด ลักษณะสัญญาณจะเป็นคลื่น 462 เฮิร์ตซ์ ความยาวอย่างน้อย 3 วินาที

3.6.7 ไบนารีโคดซิกแนลลิง

เป็นการแลกเปลี่ยนสัญญาณระหว่างสถานีที่เรียก และ สถานีที่ถูกแลกเปลี่ยนกันนี้จะเป็นกลุ่มของตัวเลขฐานสอง ในการรับส่งกลุ่มของตัวเลขฐานสองจะใช้รูปแบบ เฮชดีแอลซี (HDLC: High Data Link Control) คือ กลุ่มของตัวเลขฐานสองจะถูกบรรจุอยู่ในเฟรมเพื่อใช้ในการรับส่ง

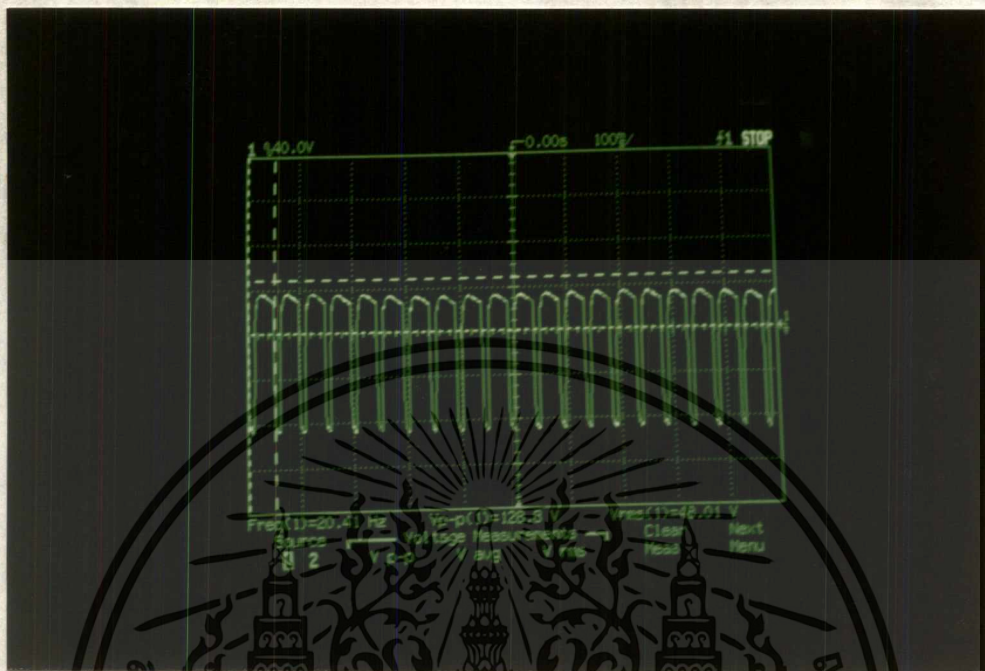
การแลกเปลี่ยนสัญญาณนี้ปกติจะทำด้วยความเร็ว 300 บิตต่อวินาที แต่มี ออปชั่นให้ทำด้วยความเร็ว 2400 บิตต่อวินาที

ลักษณะการแลกเปลี่ยนสัญญาณไบนารีโคดซิกแนลลิง การแลกเปลี่ยนสัญญาณนี้อาจเป็นไปได้ทั้งคำสั่งที่ใช้สั่งการ หรือเป็นผลของการตอบสนองที่ ใช้ตอบคำสั่งทุกครั้งทีโทรสารเครื่องหนึ่งส่งคำสั่งไปอีกฝ่ายหนึ่งจะต้องมีผลตอบแทนกลับมภายใน 3 วินาที และจะตอบสนองได้เฉพาะเมื่อมีคำสั่งมาก่อนเท่านั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

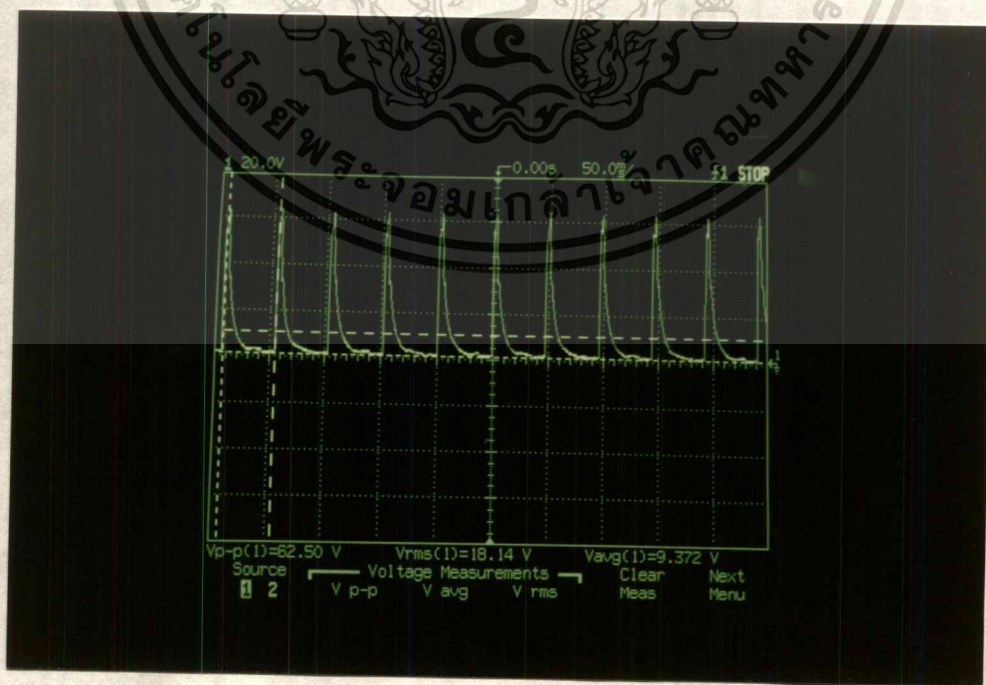
บทที่ 4

การทดลองและการสร้าง

4.1 ส่วนวงจรตอบรับโทรศัพท์

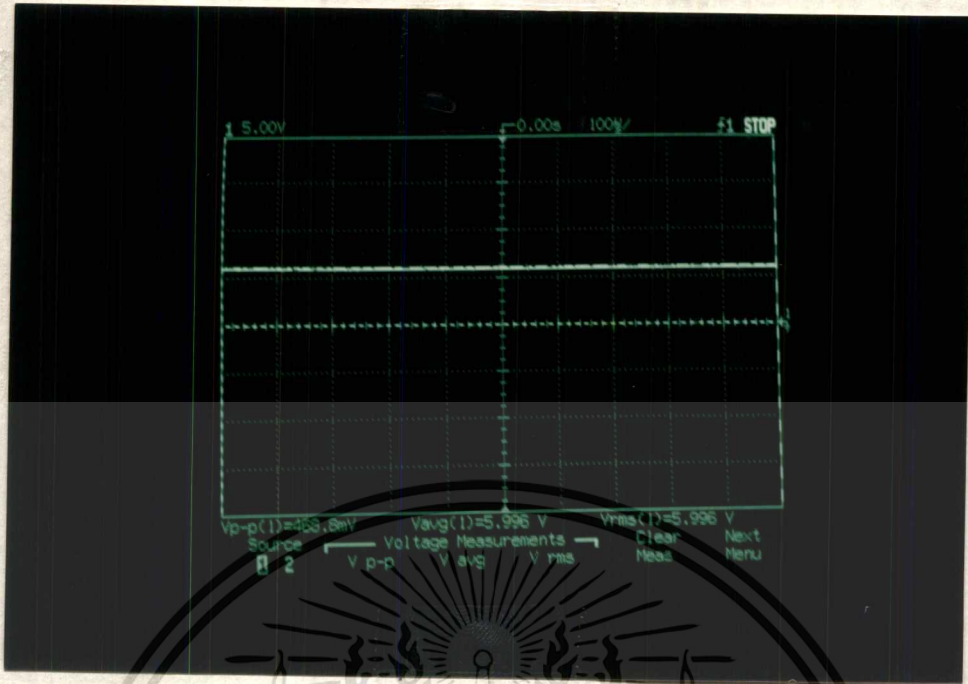


รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณของ Ringing

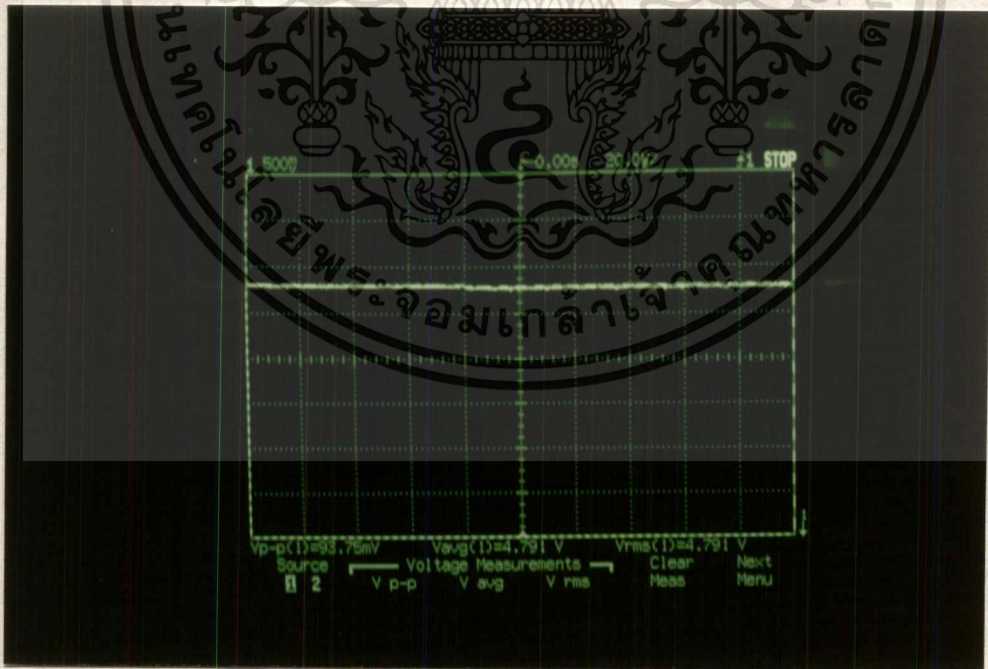


รูปที่ 4.2 ลักษณะสัญญาณหลังจากออกจากส่วนของบริดจ์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

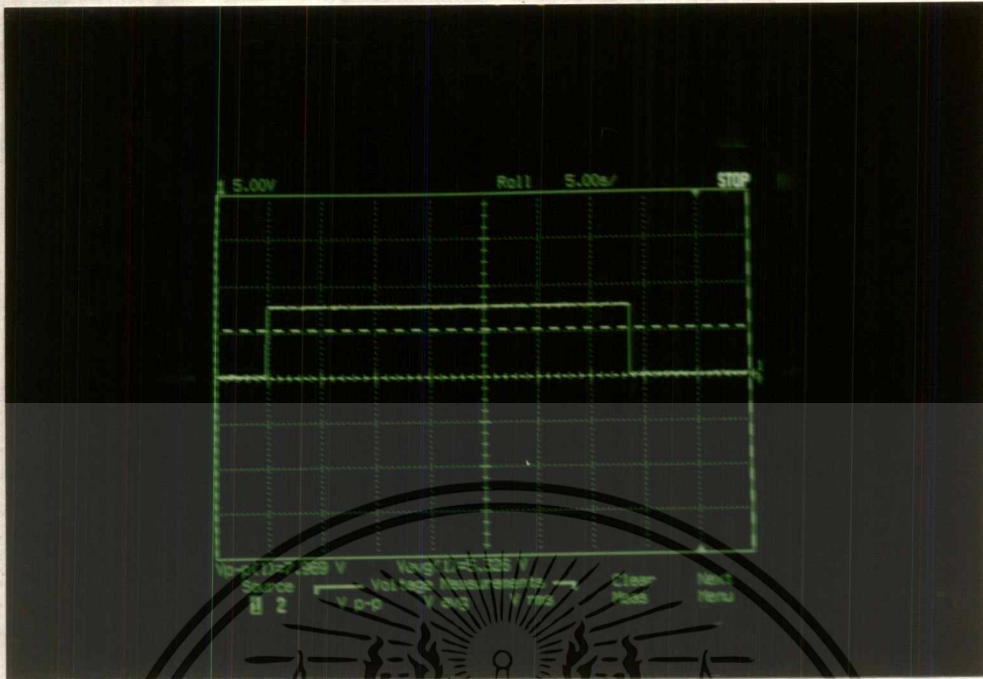


รูปที่ 4.3 ลักษณะสัญญาณที่เป็น “high” ออกจากขาคอลเล็กเตอร์ของ Q1 ไปทริกให้โมโนสเตเบิล 4013 ทำงาน

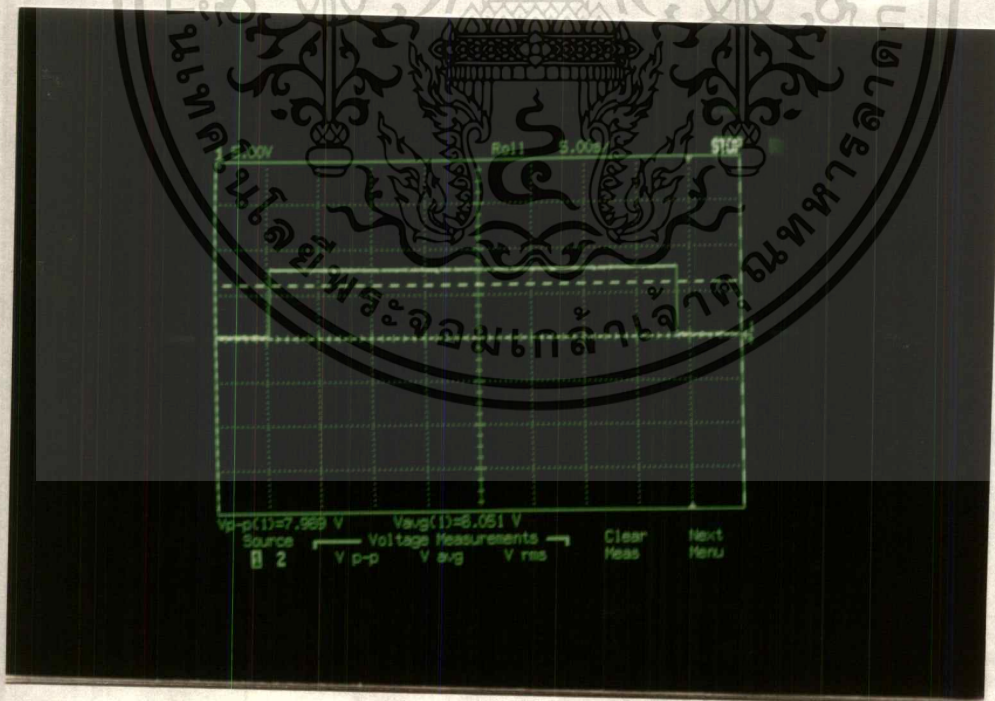


รูปที่ 4.4 ลักษณะสัญญาณที่เข้าขา “Start” และออกจากขา “EOS” ของส่วนอัดเสียง (T6668)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



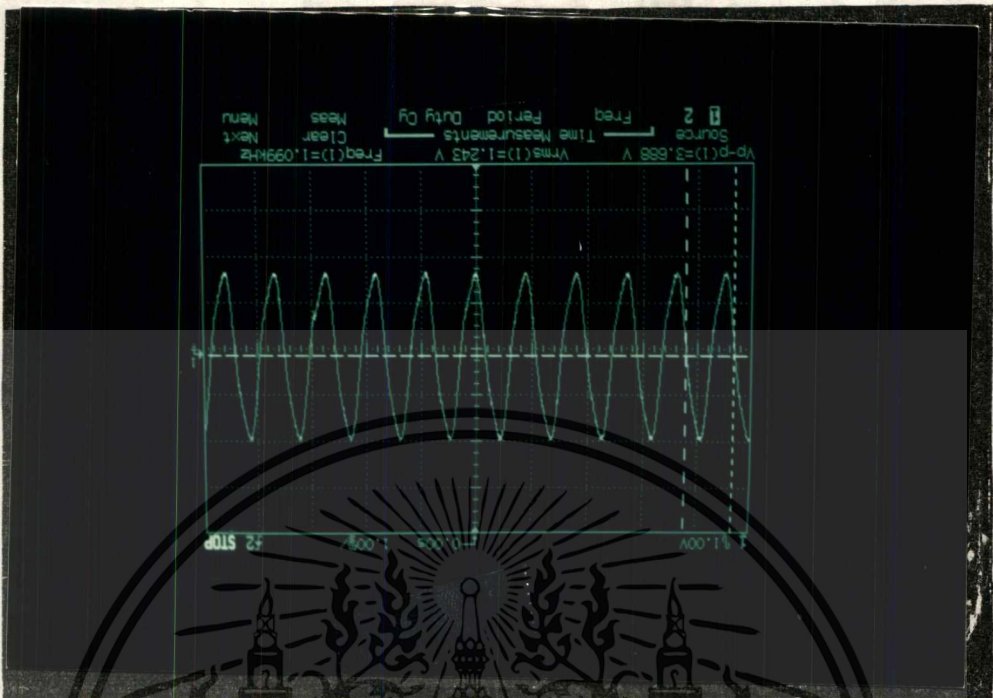
รูปที่ 4.5 ลักษณะสัญญาณที่ออกจาก IC2(555) ซึ่งเป็น Timer มีคาบเวลาประมาณ 35 วินาที



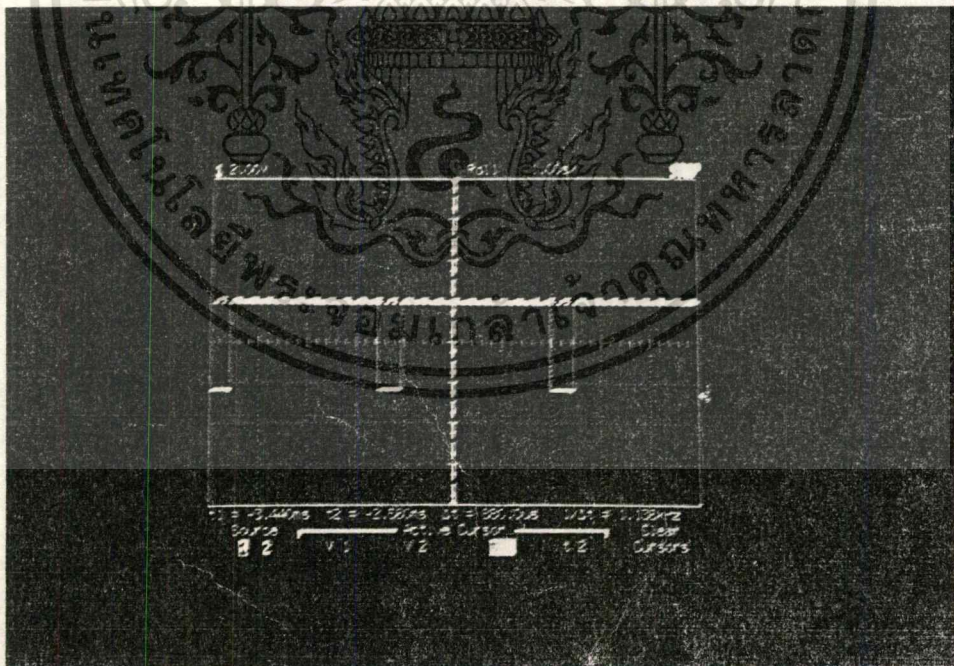
รูปที่ 4.6 ลักษณะสัญญาณที่ออกจาก IC3 (555) เป็น Timer มีคาบเวลาประมาณ 38 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนวงจรแยกสัญญาณแพคเกจ



รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณแพคเกจซึ่งมีความถี่ประมาณ 1.1kHz ดัง 0.5วินาที หยุด 3วินาที



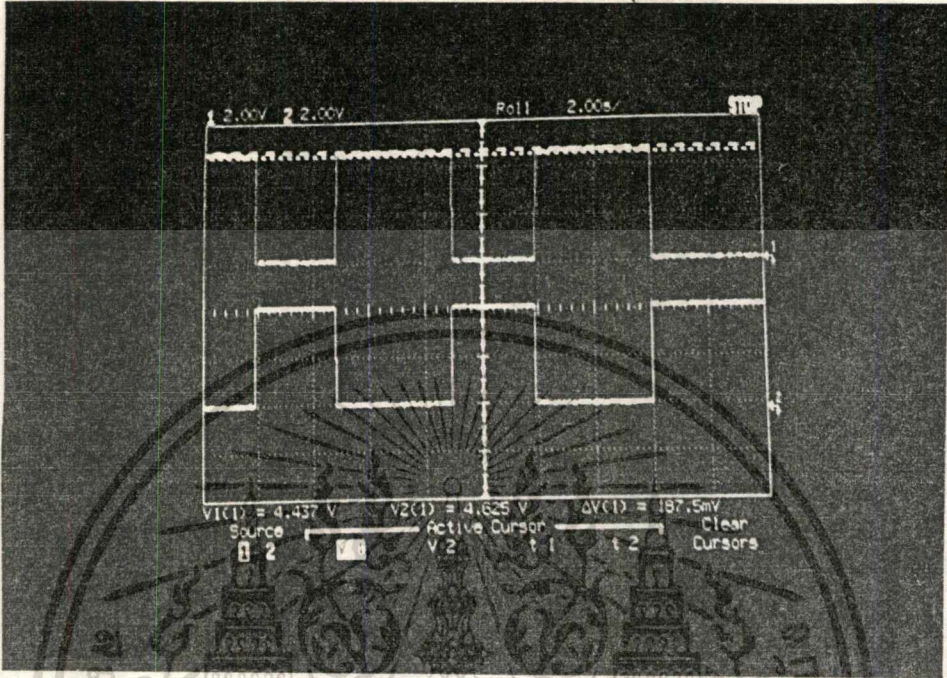
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณแพคเกจซึ่งผ่านตัวจูนความถี่ด้วย IC 567

จะเป็น "0" เมื่อมีสัญญาณแพคเกจเข้ามานานประมาณ 0.5วินาที

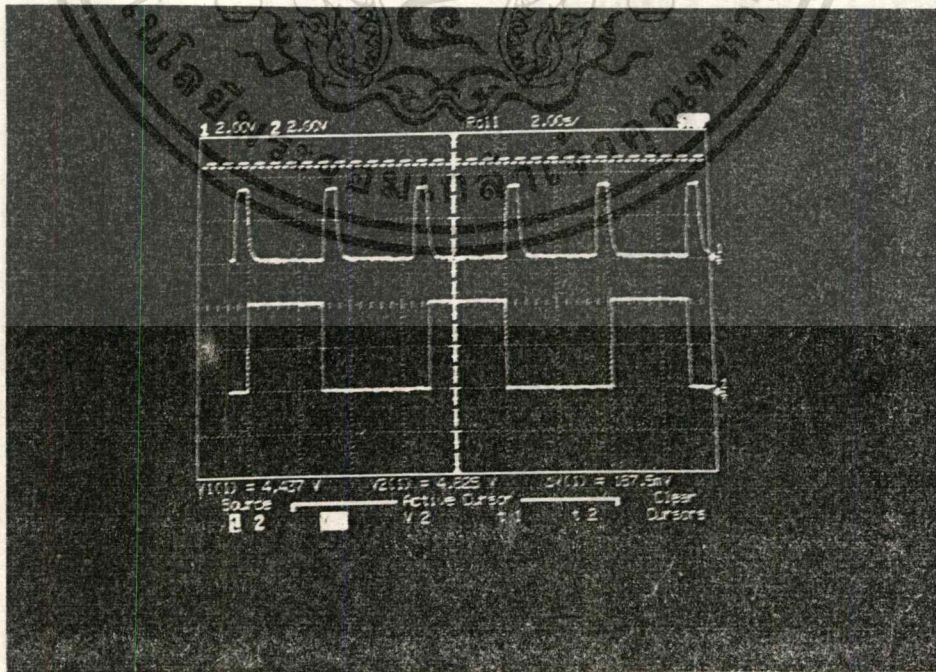
และเป็น "1" เมื่อมีสัญญาณแพคเกจเข้ามานานประมาณ 3 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

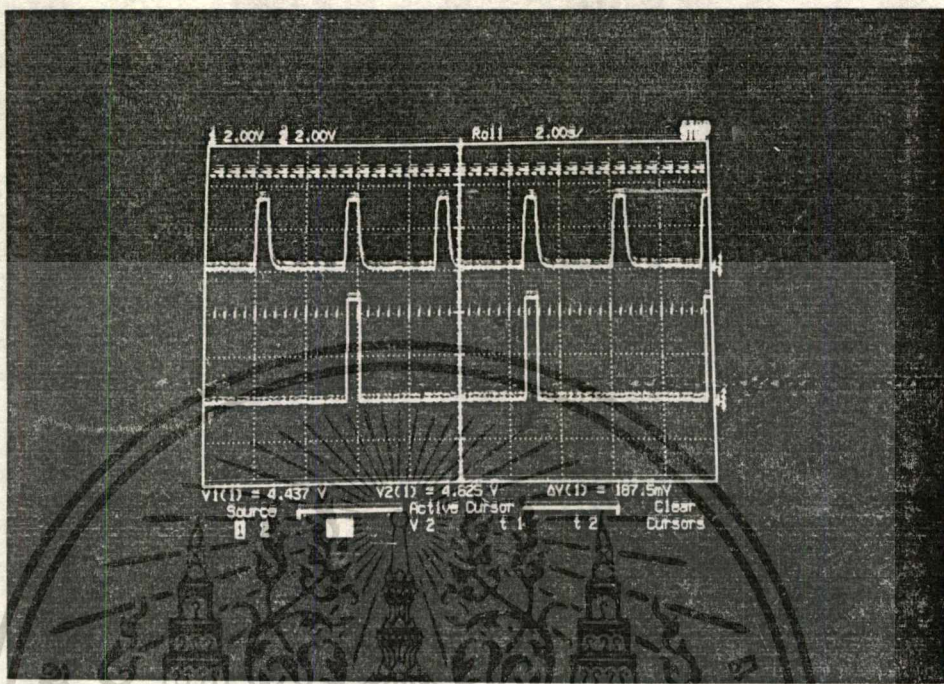
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณที่ออกจากขา 3 ของ IC10 (555) เปรียบเทียบกับสัญญาณที่ผ่าน not gate เพื่อเป็นสัญญาณ reset ให้กับ IC11(4017)



เอกสารรูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณ Clock ที่ขา 14 ของ IC11 (4017) เปรียบเทียบกับสัญญาณ reset ของ IC11 งานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณ Clock ที่ขา 4 ของ IC4017 เปรียบเทียบกับสัญญาณเอาต์พุตของ IC4017 ที่ขา 4 เมื่อมีสัญญาณแฟลชเข้ามาครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สรุปผลการทดลองส่วนตอบรับโทรศัพท์

เมื่อมีผู้โทรศัพท์เข้ามาแล้ว สัญญาณกริ่งจะผ่านวงจรตรวจจับที่ใช้วงจร โมโนสเตเบิลส่งผลทำให้ RY1 สามารถทำงานได้ ซึ่งจะเป็นตัวต่อเชื่อมวงจรเข้ากับสายโทรศัพท์เสมือนว่าเป็นการยกหู หลังจากนั้นจะมีวงจร ส่วนตอบรับโดยใช้ IC T6668 ที่ทำงานร่วมกับ RAM เป็นตัวเก็บข้อความที่ได้บันทึกไว้ก่อนล่วงหน้าหลังการ ตอบรับ IC T6668 จะส่งสัญญาณพัลซ์ไปทริกให้วงจรสำหรับจ่ายไฟให้เทป เพื่อบันทึกสัญญาณเสียงฝากข้อความ วงจรสำหรับจ่ายไฟดังกล่าว จะใช้วงจร โมโนสเตเบิลด้วย IC 555 (Timer) สามารถออกแบบให้จับเวลา ในการจ่ายไฟเพื่อบันทึกเสียง ได้ประมาณ 30 -40 วินาที

5.1.2 สรุปผลการทดลองส่วนแยกแฟกซ์

ก่อนอื่นต้องเข้าใจก่อนว่า วงจรแยกสัญญาณแฟกซ์นี้ ใช้สำหรับเครื่องแฟกซ์รุ่นเก่า เมื่อทำการรับส่ง ข้อมูลแฟกซ์ จะต้องมีกรกดปุ่มสตาร์ทก่อนเสมอ ดังนั้นจะอาศัยหลักการนี้มาสร้างวงจรกดปุ่มสตาร์ทดังกล่าว โดยทราบว่าจะก่อนส่งข้อมูลของแฟกซ์ เครื่องแฟกซ์จะมีการรับ-ส่ง โทนเสียงความถี่ 1.1 Khz ดัง 0.5 วินาที และ หยุด 3 วินาที วงจรแยกโทนเสียงนี้จะใช้ IC 567 ซึ่งสามารถตรวจจับความถี่ดังกล่าวได้

หลังจากตรวจจับความถี่โทนเสียงของแฟกซ์ IC 567 จะนำเอาที่พุดที่เป็นพัลซ์มีลอจิก "0" ไปทริกให้ วงจรโมโนสเตเบิลสำหรับควบคุมการให้ RY2 ทำงาน ซึ่ง RY2 นี้ จะนำไปแทนสวิทช์สตาร์ทของแฟกซ์ จึง เหมือนเป็นการกดสตาร์ทส่งแฟกซ์ให้ทำงาน

5.2 บทวิจารณ์

ในส่วนของการตอบกลับที่ใช้ IC T6668 เสียงตอบรับที่ทำการบันทึกไว้โดยใช้ RAM ซึ่งหากว่าทำการ ปิดเครื่องข้อความที่บันทึกไว้จะหายไป ต้องทำการบันทึกใหม่ ซึ่งจะเป็นการไม่สะดวกต่อการใช้งาน สามารถ แก้ไขปัญหาได้โดยใช้แบตเตอรี่ เช่น ถ่านไฟฉายทำการแบคอัพไว้

ในส่วนของการควบคุมแฟกซ์ ตอนที่นำเอาหน้าสัมผัสของ RY2 ไปใช้งานนั้น มีวิธีที่จะควบคุมแฟกซ์ ให้ทำงานโดยไม่ต้องดัดแปลงแก้ไข หรือแกะแฟกซ์ออกมาแต่อย่างใด คือใช้หน้าสัมผัสของ RY2 เป็นสวิทช์ ON - OFF ไฟให้กับแฟกซ์เท่านั้นเอง โดยที่สวิทช์เพาเวอร์ของแฟกซ์ต้อง ON ไว้ตลอดเวลา RY2 จะทำหน้าที่ เป็นสวิทช์เพาเวอร์ให้กับแฟกซ์แทน โดยเมื่อวงจรแยกสัญญาณแฟกซ์ทำงานแล้ว ซึ่งสัญญาณแฟกซ์ก็จะไปรอ ที่เครื่องแฟกซ์อยู่ก่อนแล้ว RY2 ก็จะต่อไฟ 220 โวลต์ ให้กับแฟกซ์ และแฟกซ์ก็จะรับข้อมูลทันที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

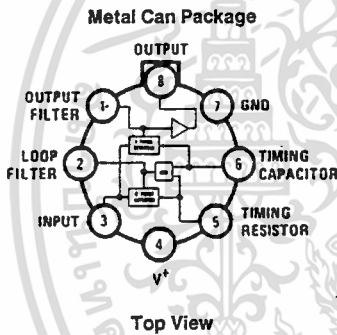
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability

- 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

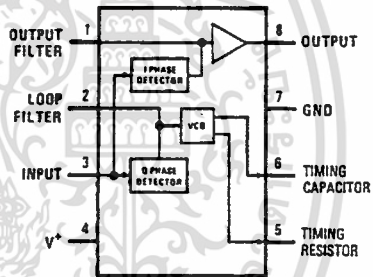
Connection Diagrams



Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

TL/H/6975-1

Dual-In-Line and Small Outline Packages



Order Number LM567CM
See NS Package Number M08A
Order Number LM567CN
See NS Package Number N08E

TL/H/6975-2

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 1)	1100 mW
V_B	15V
V_3	-10V
V_3	$V_4 + 0.5V$
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	260°C
Soldering (10 sec.)	
Small Outline Package	215°C
Vapor Phase (60 sec.)	
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics AC Test Circuit, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 5V$

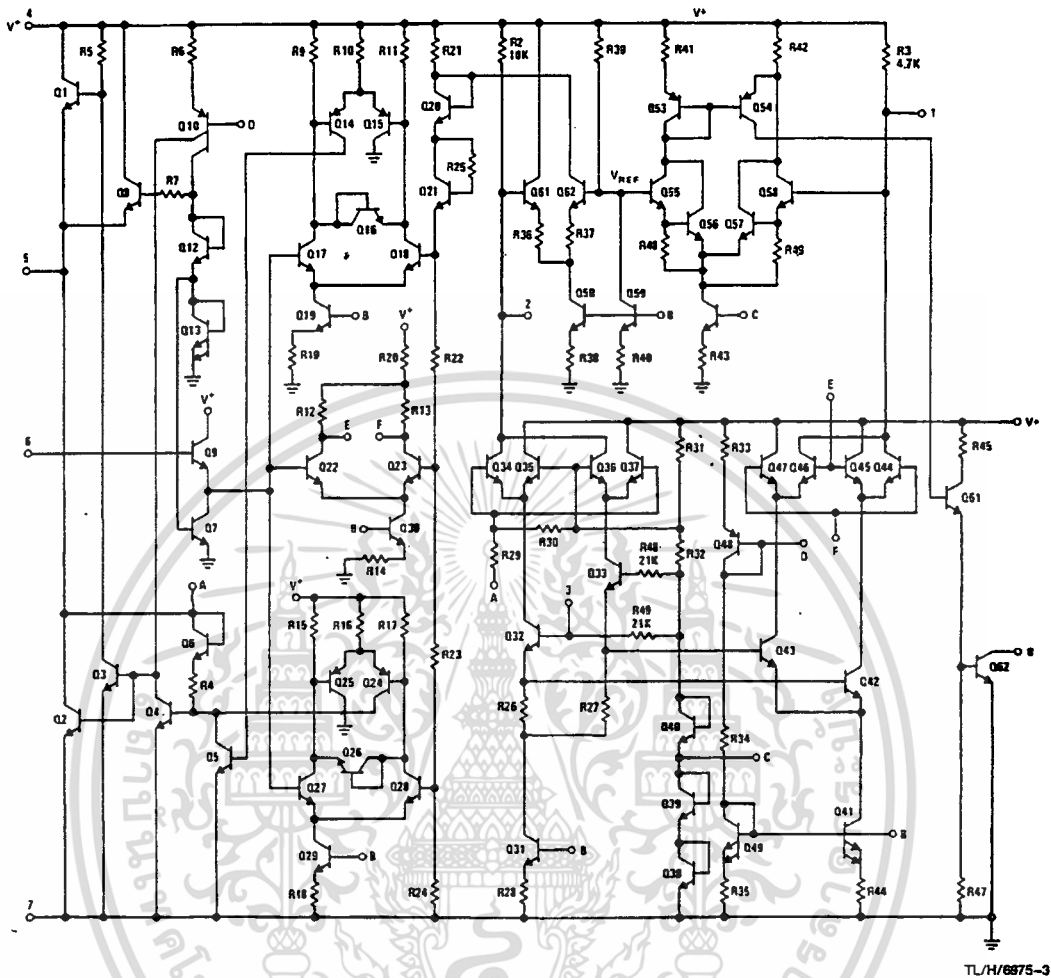
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k Ω
Smallest Detectable Input Voltage	$I_L = 100\text{ mA}$, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	$I_C = 100\text{ mA}$, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	$B_n = 140\text{ kHz}$		-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			± 0.1		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75 - 6.75V		± 1	± 2		± 1	± 5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		35 ± 60 35 ± 140			35 ± 60 35 ± 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V - 6.75V 4.75V - 9V		0.5 2.0	1.0 2.0		0.4 2.0	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			$f_o/20$			$f_o/20$		
Output Leakage Current	$V_B = 15V$		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	$e_i = 25\text{ mV}$, $I_B = 30\text{ mA}$ $e_i = 25\text{ mV}$, $I_B = 100\text{ mA}$		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°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 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

Note 2: Refer to RET567X drawing for specifications of military LM567H version.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic Diagram

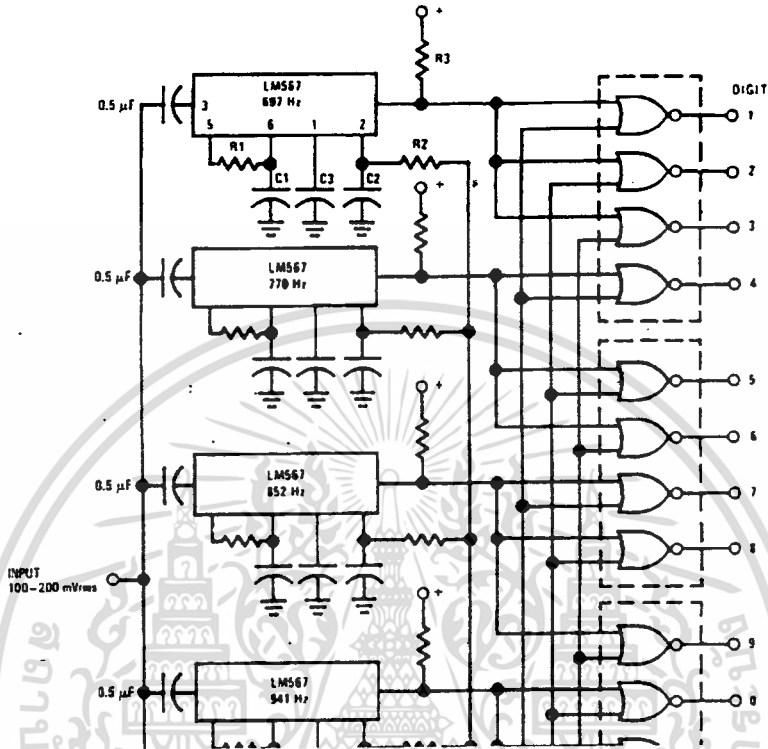


TL/H/6875-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



Component values (typ)

R1 6.8 to 15k

R2 4.7k

R3 20k

C1 0.10 mfd

C2 1.0 mfd 6V

C3 2.2 mfd 6V

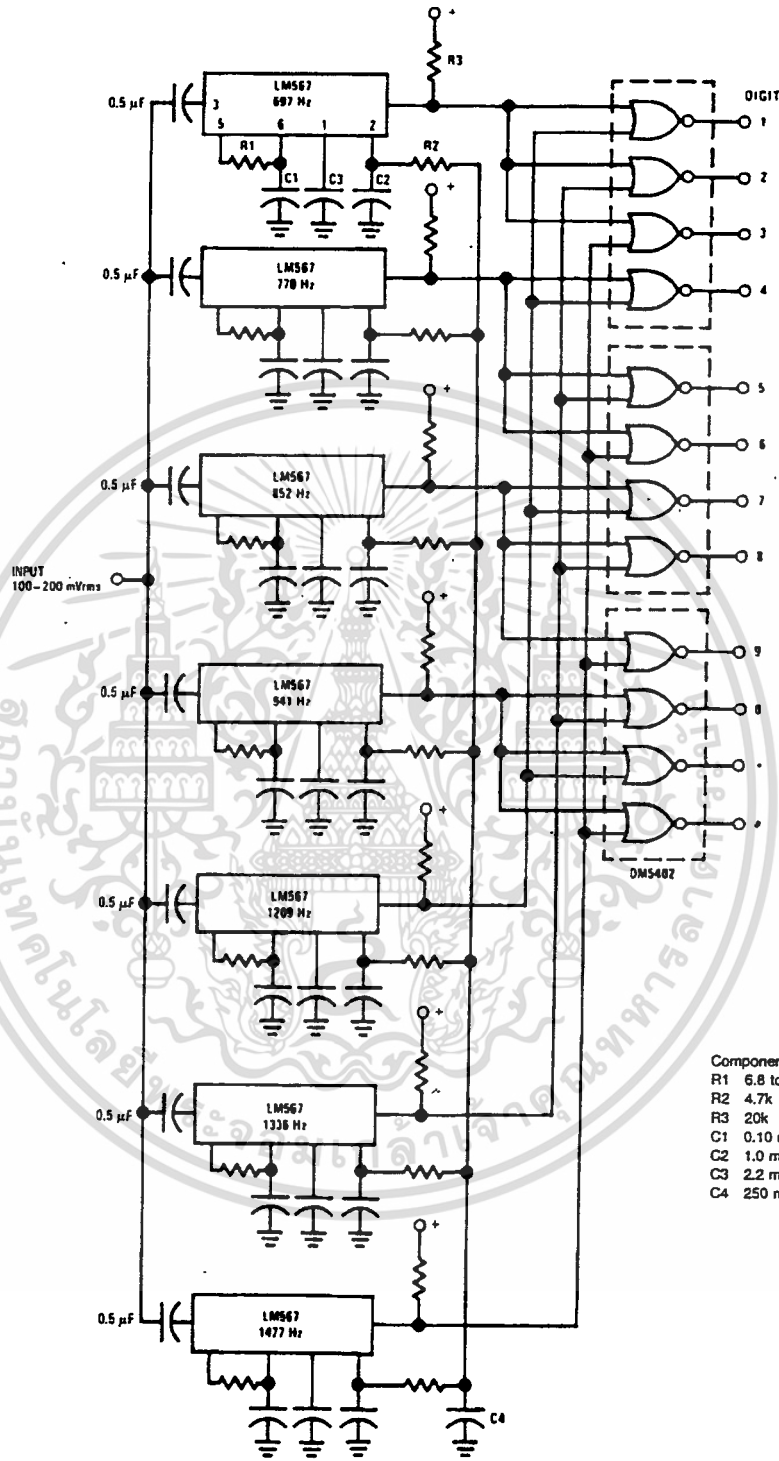
C4 250 mfd 6V

TL/H/6975-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



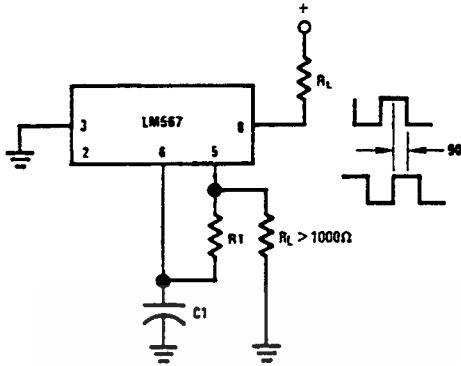
- Component values (typ)
- R1 6.8 to 15k
 - R2 4.7k
 - R3 20k
 - C1 0.10 mfd
 - C2 1.0 mfd 6V
 - C3 2.2 mfd 6V
 - C4 250 mfd 6V

TL/H/6675-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

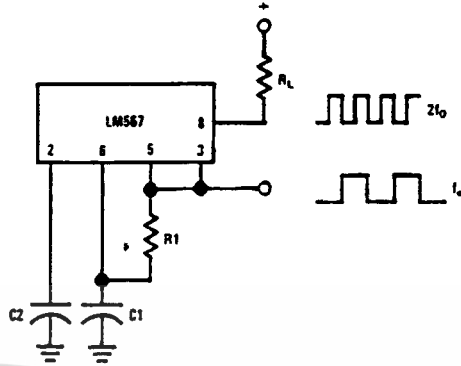
Oscillator with Quadrature Output



Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

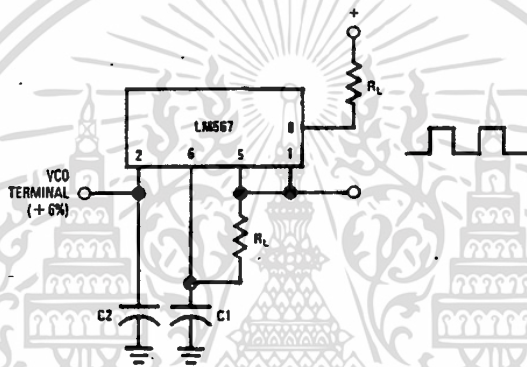
TL/H/6975-6

Oscillator with Double Frequency Output



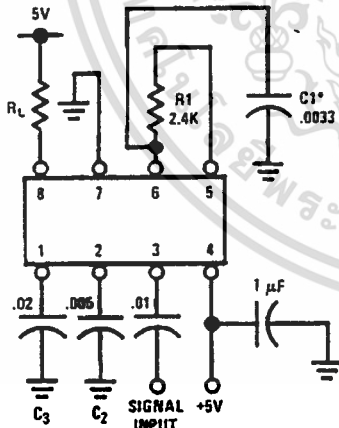
TL/H/6975-7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



TL/H/6975-8

AC Test Circuit



$f_0 = 100 \text{ kHz} + 5V$
 *Note: Adjust for $f_0 = 100 \text{ kHz}$.

TL/H/6975-9

Applications Information

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

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

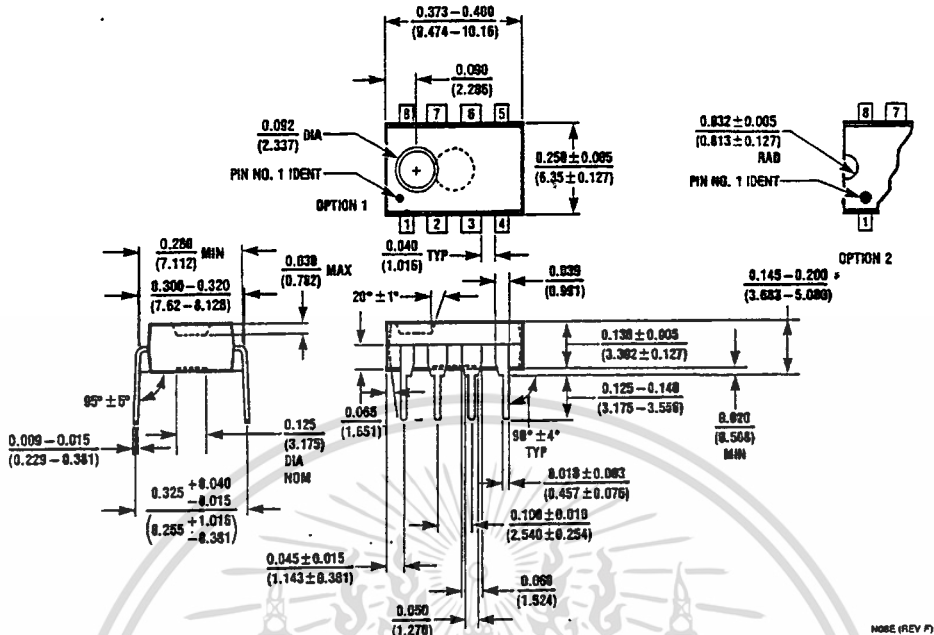
$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_0 C_2}} \text{ in \% of } f_0$$

Where:

V_1 = Input voltage (volts rms), $V_1 \leq 200 \text{ mV}$

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
 Order Number LM567CN
 NS Package Number N08E

N08E (REV P)

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
 1111 West Bardin Road
 Arlington, TX 76017
 Tel: 1(800) 272-9959
 Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
 Fax: (+49) 0-180-530 85 86
 Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
 Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
 English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
 Française Tel: (+49) 0-180-532 93 58
 Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
 13th Floor, Straight Block,
 Ocean Centre, 5 Canton Rd.
 Tsimshatsui, Kowloon
 Hong Kong
 Tel: (852) 2737-1000
 Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-043-299-2309
 Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N26, 4N27, 4N28 OPTOCOUPERS

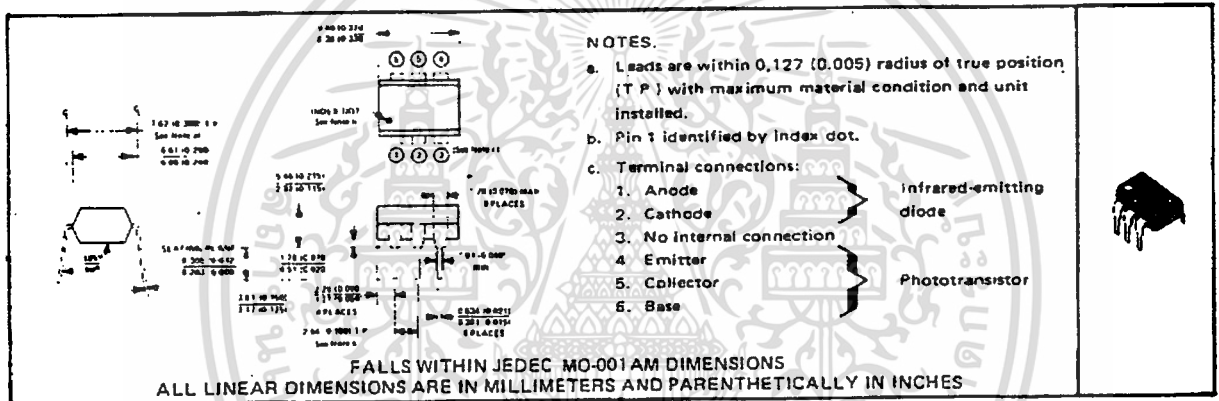
SOOS035 D2493 SEPTEMBER 1978 - REVISED MARCH 1983

COMPATIBLE WITH STANDARD TTL INTEGRATED CIRCUITS

- Gallium Arsenide Diode Infrared Source Optically Coupled to a Silicon N-P-N Phototransistor
- High Direct-Current Transfer Ratio
- High-Voltage Electrical Isolation . . . 2.5-kV, 1.5-kV, or 0.5-kV Rating
- Plastic Dual-In-Line Package
- High-Speed Switching . . . $t_r = 2 \mu s$, $t_f = 2 \mu s$ Typical

mechanical data

The package consists of a gallium arsenide infrared-emitting diode and an n-p-n silicon phototransistor mounted on a 6-lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case will withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high-humidity conditions. Unit weight is approximately 0.52 grams.



NOTES:

- Leads are within 0.127 (0.005) radius of true position (T P) with maximum material condition and unit installed.
- Pin 1 identified by Index dot.
- Terminal connections:
 - 1. Anode
 - 2. Cathode
 - 3. No internal connection
 - 4. Emitter
 - 5. Collector
 - 6. Base

Infrared-emitting diode
Phototransistor



absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

*Peak Input-to-Output Voltage:	4N25	± 2.5 kV
	4N26, 4N27	± 1.5 kV
	4N28	± 0.5 kV
*Collector-Base Voltage		70 V
*Collector-Emitter Voltage (See Note 1)		30 V
*Emitter-Collector Voltage		7 V
Emitter-Base Voltage		7 V
*Input-Diode Reverse Voltage		3 V
*Input-Diode Continuous Forward Current at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)		80 mA
*Input-Diode Peak Forward Current ($t_w = 300 \mu s$, duty cycle = 2%)		3 A
*Continuous Power Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature:		
Infrared-Emitting Diode (See Note 3)		150 mW
Phototransistor (See Note 3)		150 mW
Total, Infrared-Emitting Diode plus Phototransistor (See Note 4)		250 mW
*Storage Temperature Range		-55°C to 150°C
*Lead Temperature 1.6 mm (1/16 inch) from Case for 10 Seconds		260°C

*JEDEC registered data. This data sheet contains all applicable JEDEC-registered data in effect at the time of publication.

- NOTES:
- This value applies when the base-emitter diode is open-circuited.
 - Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mW/°C.
 - Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
 - Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 3.33 mW/°C.

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

TEXAS INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1983, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N26, 4N27, 4N28 OPTOCOUPLERS

electrical characteristics at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	4N25, 4N26			4N27, 4N28			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
*V _{(BR)CBO} Collector-Base Breakdown Voltage	I _C = 100 μA, I _E = 0, I _F = 0	70			70			V
*V _{(BR)CEO} Collector-Emitter Breakdown Voltage	I _C = 1 mA, I _B = 0, I _F = 0	30			30			V
*V _{(BR)ECO} Emitter-Collector Breakdown Voltage	I _E = 100 μA, I _B = 0, I _F = 0	7			7			V
*I _R Input Diode Static Reverse Current	V _R = 3 V			100			100	μA
*I _{C(on)} On-State Collector Current (Phototransistor Operation)	V _{CE} = 10 V, I _B = 0, I _F = 10 mA	2	5		1	3		mA
I _{C(on)} On-State Collector Current (Photodiode Operation)	V _{CB} = 10 V, I _E = 0, I _F = 10 mA		20			20		μA
*I _{C(off)} Off-State Collector Current (Phototransistor Operation)	V _{CE} = 10 V, I _B = 0, I _F = 0		1	50		1	50	nA
*I _{C(off)} Off-State Collector Current (Photodiode Operation)	V _{CB} = 10 V, I _E = 0, I _F = 0		0.1	20		0.1	20	nA
*V _F Input Diode Static Forward Voltage	I _F = 10 mA		1.25	1.5		1.25	1.5	V
*V _{CE(sat)} Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 2 mA, I _B = 0, I _F = 50 mA		0.25	0.5		0.25	0.5	V
r _{IO} Input-to-Output Internal resistance	V _{in-out} = ±2.5 kV for 4N25, ±1.5 kV for 4N26, 4N27, ±0.5 kV for 4N28. See Note 5	10 ¹¹	10 ¹²		10 ¹¹	10 ¹²		Ω
C _{IO} Input-to-Output Capacitance	V _{in-out} = 0, f = 1 MHz. See Note 5		1			1		pF

*JEDEC registered data

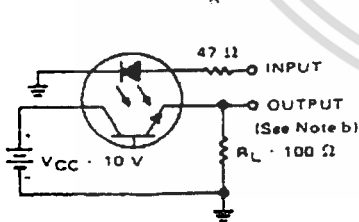
NOTE 5: These parameters are measured between both input diode leads shorted together and all the phototransistor leads shorted together

switching characteristics at 25°C free-air temperature

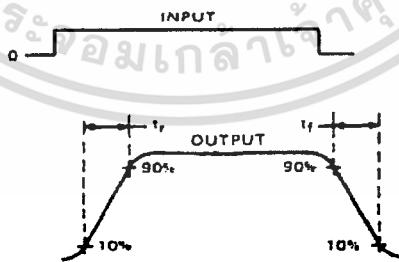
PARAMETER		TEST CONDITIONS	TYP	UNIT
t _r	Rise Time			
t _f	Fall Time	Operation	2	
t _r	Rise Time	Photodiode	1	μs
t _f	Fall Time	Operation	1	

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

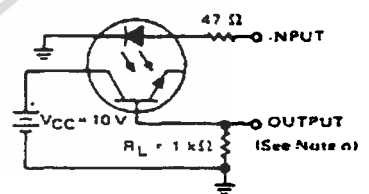
Adjust amplitude of input pulse for:
I_{C(on)} = 2 mA (Test Circuit A) or
I_{C(on)} = 20 μA (Test Circuit B)



TEST CIRCUIT A
PHOTOTRANSISTOR OPERATION



VOLTAGE WAVEFORMS



TEST CIRCUIT B
PHOTODIODE OPERATION

- NOTES
- The input waveform is supplied by a generator with the following characteristics: Z_{out} = 50 Ω, t_r < 15 ns, duty cycle ≈ 1%, t_w = 100 μs.
 - The output waveform is monitored on an oscilloscope with the following characteristics: t_r < 12 ns, R_{in} > 1 MΩ, C_{in} < 20 pF.

FIGURE 1 - SWITCHING TIMES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments (TI) reserves the right to make changes to its products or to discontinue any semiconductor product or service without notice, and advises its customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that the information being relied on is current.

TI warrants performance of its semiconductor products and related software to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

Certain applications using semiconductor products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications").

TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS.

Inclusion of TI products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. Use of TI products in such applications requires the written approval of an appropriate TI officer. Questions concerning potential risk applications should be directed to TI through a local SC sales office.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringement of patents or services described herein. Nor does TI warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used.

Copyright © 1996, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4069UB



CMOS HEX INVERTER

FEATURES

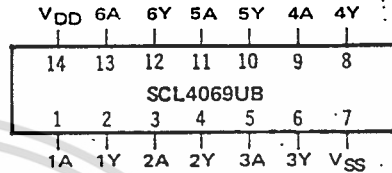
- ◆ Fully "B"-Series Compatible
- ◆ Diode Protection on all Inputs
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications
- ◆ Pin Compatible with 74C04

DESCRIPTION

The SCL4069UB consists of six CMOS inverter circuits. The device is intended for general-purpose inverter applications where the higher output drive and level-shifting feature of the SCL4009UB and SCL4049UB are not required.* The SCL4069UB is particularly useful for quasi-linear circuits such as oscillators (See Applications Information).

*For pin-to-pin compatibility with the SCL4009UB and SCL4049UB, the SCL4449UB is available.

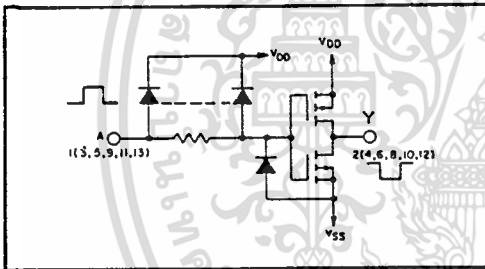
CONNECTION DIAGRAM (all packages)



Add suffix for package:

- C 14-pin Cerdip
- D 14-pin Ceramic
- E 14-pin Epoxy
- F 14-pin Flat
- H Chip

SCHEMATIC DIAGRAM (one of six inverters)

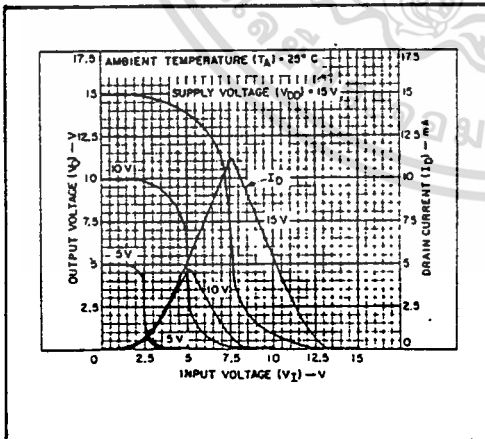
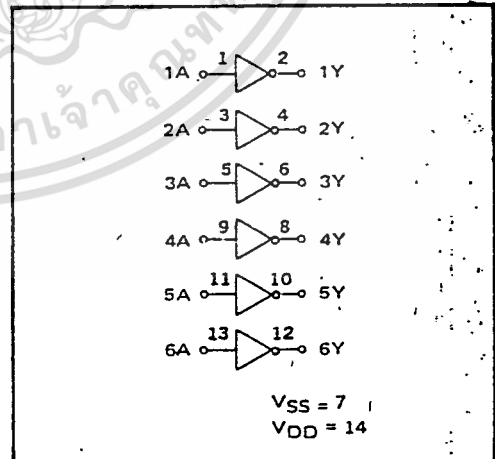


RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	V _{DD} - V _{SS}	3 to 15	V _{DC}
Operating Temperature	T _A	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

LOGIC DIAGRAM



Typical current and voltage transfer characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

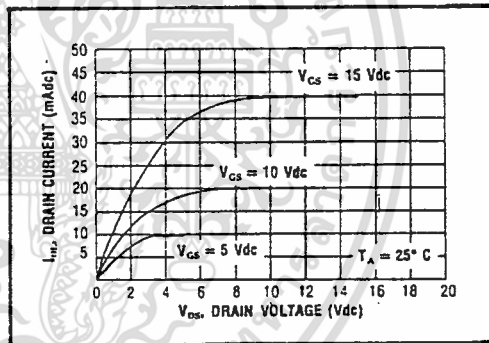
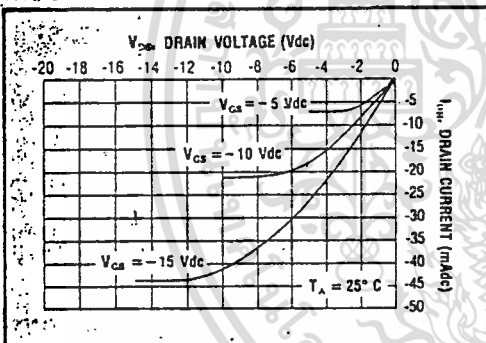
STATIC CHARACTERISTICS^{1,3}

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ²		+25°C			T _{HIGH} ²		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I _{DD}	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD} All valid input combinations	-	0.05	-	0.0005	0.05	-	1.5	μA _{dc}
			-	0.10	-	0.001	0.10	-	3.0	
			-	0.20	-	0.002	0.20	-	6.0	

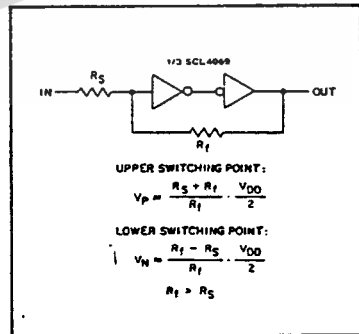
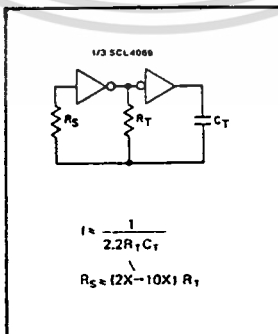
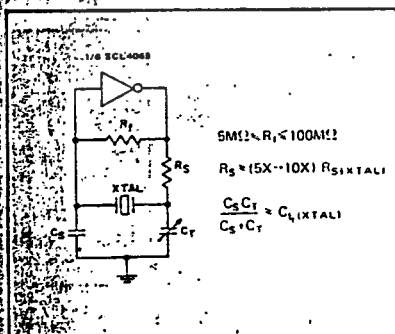
- NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
 = -40°C for E device.
 T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
 = + 85°C for E device.
³ This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

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

PARAMETER		V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} , t _{PHL}	5	-	60	120	ns
		10	-	30	60	
		15	-	25	50	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{TLH} , t _{THL}	5	-	100	200	ns
		10	-	50	100	
		15	-	40	80	



APPLICATIONS INFORMATION



SCL4013B



CMOS DUAL D-TYPE FLIP-FLOP

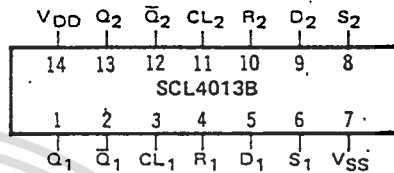
FEATURES

- ◆ Independent Set and Reset Controls
- ◆ Static Operation
- ◆ Logic Edge-Clocked Design
- ◆ 16MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4013B consists of two identical, independent D-type Flip-Flops. These devices can be used for shift register applications, and, by connecting the \bar{Q} output to the Data input, for counter and toggle applications. The logic level present at the D input is transferred to the Q output during the positive-going transition of the Clock pulse. Setting or resetting is independent of the Clock and is accomplished by a high level on the Set or Reset line, respectively.

CONNECTION DIAGRAM (all packages)



Add suffix for package:

- C 14-pin Cerdip
- D 14-pin Ceramic
- E 14-pin Epoxy
- F 14-pin Flat
- H Chip

TRUTH TABLE

CL Δ	D	R	S	Q	\bar{Q}
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	x	0	0	Q	\bar{Q}
x	x	1	0	0	1
x	x	0	1	1	0
x	x	1	1	1	1

NO CHANGE

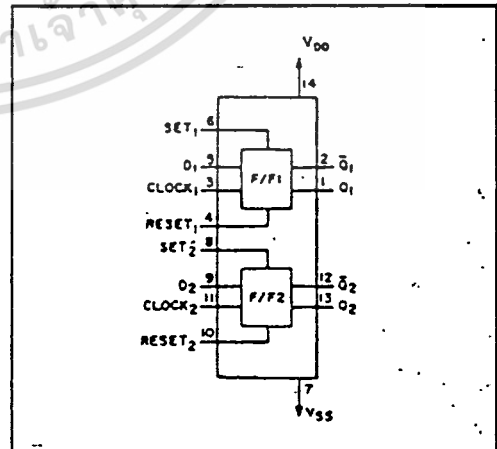
Δ = Level Change
x = Don't Care

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

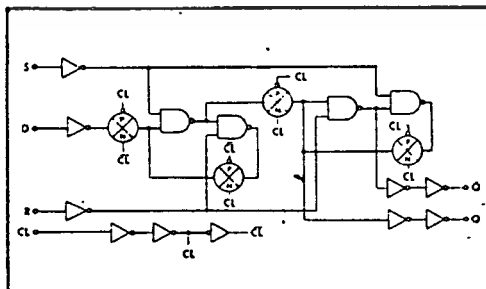
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	V _{DD} - V _{SS}	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T _A	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

BLOCK DIAGRAM



LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4017AB



CMOS DECADE COUNTER/DIVIDER

FEATURES

- ◆ 10 Decoded Decimal Outputs
- ◆ Direct Reset
- ◆ Trigger from either Edge of Clock Input
- ◆ Carry Output for Cascading Stages
- ◆ Fully Static Operation - DC to 5MHz @ 10Vdc

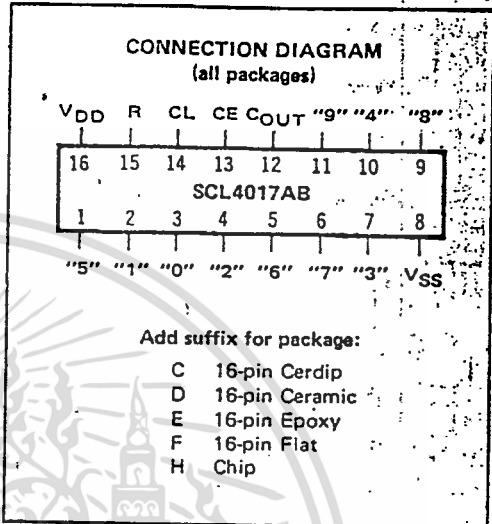
DESCRIPTION

The SCL4017AB consists of a 5-stage Johnson Decade Counter and an Output Decoder. Inputs include Clock, Reset, and Clock Enable signals.

The counter has interchangeable Clock and Clock Enable lines for incrementing on either a positive-going or negative-going transition, respectively. A high Reset signal clears the counter to its zero count.

Use of the Johnson decade counter configuration permits high-speed operation, 2-input decode gating, and spike-free decoded outputs. Anti-lock gating is provided, thus assuring proper counting sequence. The 10 decoded outputs are normally low and go high only at their respective decoded time slot. Each decoded output remains high for one full clock cycle. A Carry-out (COUT) signal completes one cycle every 10 clock input cycles and is used to directly clock the succeeding counter in multi-stage applications.

This part can be used in frequency division circuits as well as decade counter or decimal decode display applications.



RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	VDD - VSS	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	TA	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

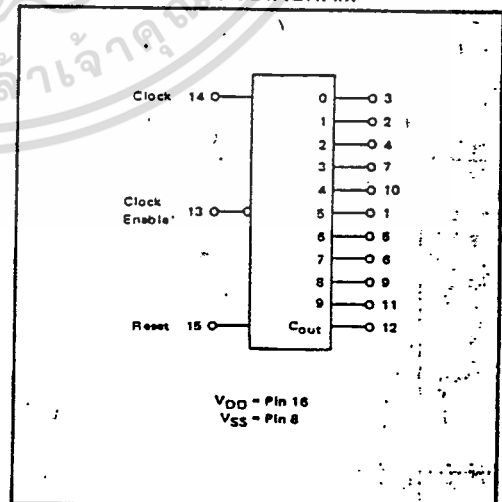
FUNCTIONAL TRUTH TABLE
(Positive Logic)

Clock	Clock Enable	Reset	Decode Output = n
0	X	0	n
X	1	0	n
X	X	1	"0"
	0	0	n + 1
	X	0	n
X		0	n
1		0	n + 1

x = Don't Care

If n < 5 Carry = "1", Otherwise = "0"

BLOCK DIAGRAM





LM555/LM555C Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

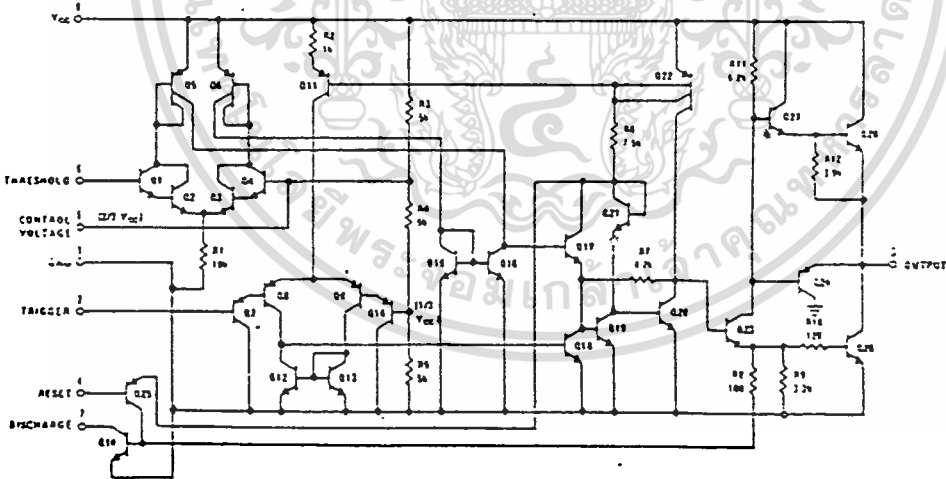
Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes

Schematic Diagram

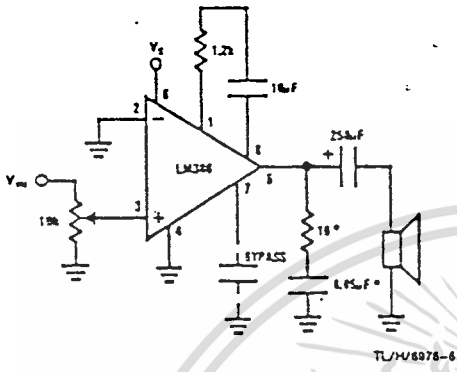


7U417851-1

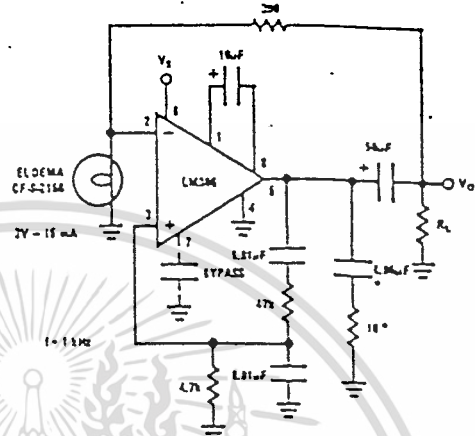
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

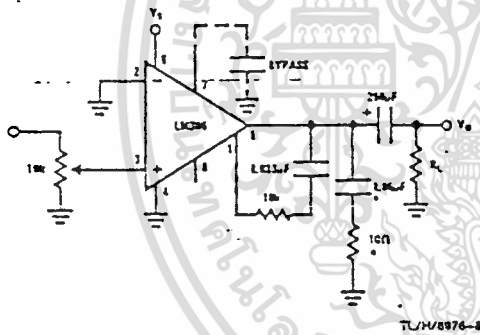
Amplifier with Gain = 50



Low Distortion Power Wienbridge Oscillator

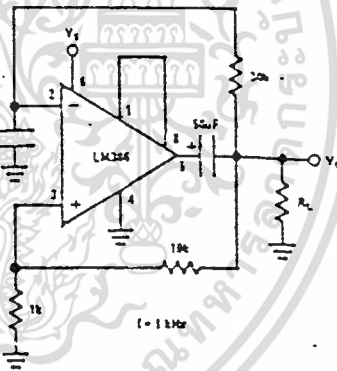


Amplifier with Bass Boost

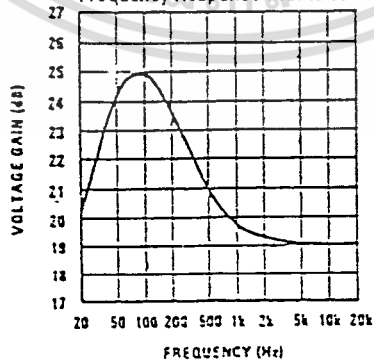


*Required for LM324N only.

Square Wave Oscillator



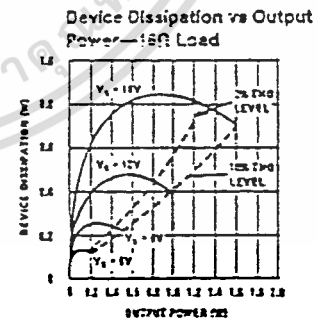
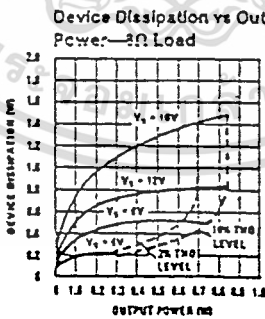
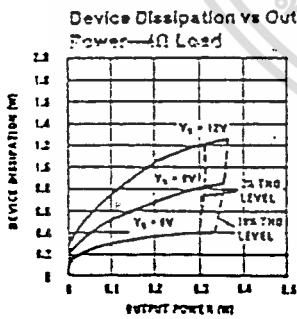
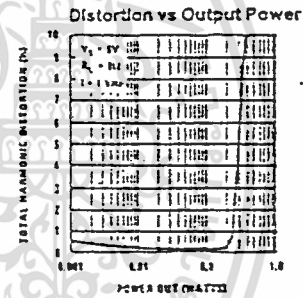
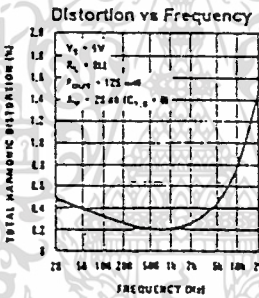
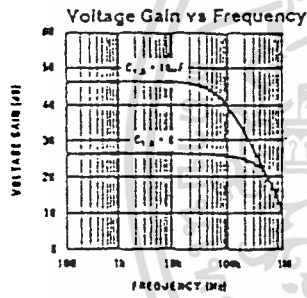
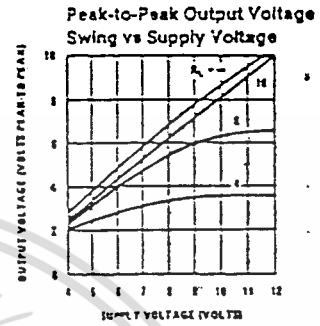
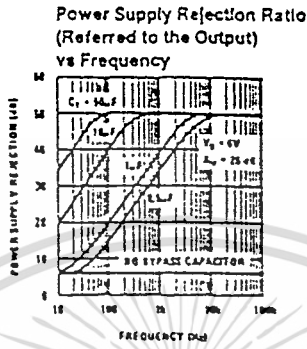
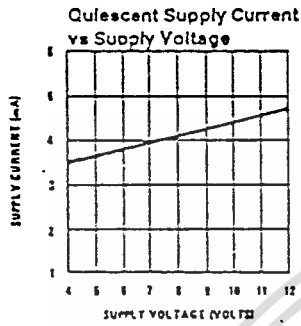
Frequency Response with Bass Boost



TL/H/6976-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics



TL/49976-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage (LM386N-1, -3, LM386M-1)	15V
Supply Voltage (LM386N-4)	22V
Package Dissipation (Note 1) (LM386N-4)	1.25W
Input Voltage	$\pm 0.4V$
Storage Temperature	$-65^{\circ}C$ to $+150^{\circ}C$
Operating Temperature	$0^{\circ}C$ to $+70^{\circ}C$

Junction Temperature	$+150^{\circ}C$
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec)	$+260^{\circ}C$
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec)	$+215^{\circ}C$
Infrared (15 sec)	$+220^{\circ}C$

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics $T_A = 25^{\circ}C$

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Operating Supply Voltage (V_S) LM386N-1, -3, LM386M-1 LM386N-4		4		12	V
		5		18	V
Quiescent Current (I_Q)	$V_S = 6V, V_{IN} = 0$		4	8	mA
Output Power (P_{OUT}) LM386N-1, LM386M-1 LM386N-3 LM386N-4	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	250	325		mW
	$V_S = 9V, R_L = 8\Omega, THD = 10\%$	500	700		mW
	$V_S = 16V, R_L = 32\Omega, THD = 10\%$	700	1000		mW
Voltage Gain (A_v)	$V_S = 6V, f = 1\text{ kHz}$		25		dB
	$10\ \mu F$ from Pin 1 to 8		46		dB
Bandwidth (BW)	$V_S = 6V$, Pins 1 and 8 Open		350		kHz
Total Harmonic Distortion (THD)	$V_S = 6V, R_L = 8\Omega, P_{OUT} = 125\text{ mW}$ $f = 1\text{ kHz}$, Pins 1 and 8 Open		0.2		%
Power Supply Rejection Ratio (PSRR)	$V_S = 5V, f = 1\text{ kHz}, C_{BYPASS} = 10\ \mu F$ Pins 1 and 8 Open, Referred to Output		50		dB
Input Resistance (R_{IN})			50		k Ω
Input Bias Current (I_{GUS})	$V_S = 6V$, Pins 2 and 3 Open		250		nA

Note 1: For operation in ambient temperatures above $25^{\circ}C$, the device must be derated based on a $150^{\circ}C$ maximum junction temperature and 1) a thermal resistance of $200^{\circ}C/W$ junction to ambient for the dual in-line package and 2) a thermal resistance of $170^{\circ}C/W$ for the small outline package.

Application Hints

GAIN CONTROL

To make the LM386 a more versatile amplifier, two pins (1 and 8) are provided for gain control. With pins 1 and 8 open the 1.35 k Ω resistor sets the gain at 20 (26 dB). If a capacitor is put from pin 1 to 8, bypassing the 1.35 k Ω resistor, the gain will go up to 200 (46 dB). If a resistor is placed in series with the capacitor, the gain can be set to any value from 20 to 200. Gain control can also be done by capacitively coupling a resistor (or FET) from pin 1 to ground.

Additional external components can be placed in parallel with the internal feedback resistors to tailor the gain and frequency response for individual applications. For example, we can compensate poor speaker bass response by frequency shaping the feedback path. This is done with a series RC from pin 1 to 5 (paralleling the internal 15 k Ω resistor). For 6 dB effective bass boost $R = 15\text{ k}\Omega$, the lowest value for good stable operation is $R = 10\text{ k}\Omega$ if pin 8 is open. If pins 1 and 8 are bypassed then R as low as 2 k Ω can be used. This restriction is because the amplifier is only compensated for closed-loop gains greater than 9.

INPUT BIASING

The schematic shows that both inputs are biased to ground with a 50 k Ω resistor. The base current of the input transistors is about 250 nA, so the inputs are at about 12.5 mV when left open. If the dc source resistance driving the LM386 is higher than 250 k Ω it will contribute very little additional offset (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). If the dc source resistance is less than 10 k Ω , then shorting the unused input to ground will keep the offset low (about 2.5 mV at the input, 50 mV at the output). For dc source resistances between these values we can eliminate excess offset by putting a resistor from the unused input to ground, equal in value to the dc source resistance. Of course all offset problems are eliminated if the input is capacitively coupled.

When using the LM386 with higher gains (bypassing the 1.35 k Ω resistor between pins 1 and 8) it is necessary to bypass the unused input, preventing degradation of gain and possible instabilities. This is done with a 0.1 μF capacitor or a short to ground depending on the dc source resistance on the driven input.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. “คู่มือ ไอซี Cmos 400 series” , ซีเอ็ดยูเคชั่น, พ.ศ. 2521
2. “คู่มือ ไอซีเบอร์ 555 “, ซีเอ็ดยูเคชั่น, พ.ศ. 2530
3. “เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์”, ฉบับที่ 84, หน้า 144-151, ซีเอ็ดยูเคชั่น, พ.ศ. 2531
4. “โทรศัพท์เบื้องต้น”, องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย, พ.ศ. 2518
5. “รวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์และอินเทอร์เน็ต”, หน้า 49-55, ซีเอ็ดยูเคชั่น, พ.ศ. 2539



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้