

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
AUTOMATIC TELEPHONE ENQUIRY MACHINE



โดย
นาย บัญชา บัญญสุวรรณ
นาย พงษ์สัน นาคสุก

ปศ.
ม 253ค
2540

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....86868.....
วัน,เดือน,ปี...16...พ.ค...2552.

b.....10093804.....
i.....

ปริญญาบัตรฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC TELEPHONE ENQUIRY MACHINE



**PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE BACHELOR'S DEGREE
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1998**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์

เครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

ชื่อนักศึกษา

นาย บัญชา บุญญสุวรรณ

นาย พงษ์สัน นาคสุก

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ไพศาล

สิทธิโยภาสกุล

ภาควิชา

เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา

2540

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษา
ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

.....กรรมการ

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report

Automatic Telephone Enquiry Machine

By

Mr. Buncha Bunyazuwan

Mr. Pongsan Naksuk

Department

Industrial Technology

Project Report Advisor

Mr. Paisan Sittiyopasakul

**Accepted by the faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang in partial fulfillment of the requirements for the bachelor's degree.**

Project Report Committee

.....Chairman

(.....)

.....Committee

(.....)

.....Committee

(.....)

.....Committee

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์

เครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

ชื่อนักศึกษา

นายบัญชา บุญญสุวรรณ 39012054

นายพงษ์สัน นาคสุก 39012057

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ไพศาล สิทธิโยภาสกุล

ภาควิชา

เทคนิคอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา

2540

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อต้องการที่จะนำเสนอการนำโทรศัพท์ระบบ TONE ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันและคอมพิวเตอร์มาประยุกต์เพื่อใช้งานร่วมกัน คือโครงการเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ ซึ่งสามารถใช้โทรศัพท์โทรไปสอบถามเรื่องต่างๆ ได้ ในส่วนของโครงการเป็นการสอบถามผลการสอบทางโทรศัพท์อัตโนมัติ ซึ่งใช้ PORT 8255 เป็นอุปกรณ์ Input - Output เป็นตัวรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ ภายนอกไปยังเครื่อง PC ซึ่งเป็นตัวประมวลผลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Report

Automatic Telephone Enquiry Machine

By

Mr. Buncha Bunyazuwan

Mr. Pongsan Naksuk

Department

Industrial Technology

Project Report Advisor

Mr. Paisan Sittiyopasakul

Academe Year

1998

ABSTRACT

This project want to presents the tone system of telephone. This system used in today. we think to adapt computer for this project, That is Automatic Telephone Enquiry Machine. When we would like to know anything. We can get information form this machine by the telephone. This project is enquiry the entrance by the Automatic telephone, which used PORT8255 for input. Output from outside to PC. That will processing by the program

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้สำเร็จล่วงสมบูรณ์ไปด้วยดี ก็เพราะความมุ่งมั่นตั้งใจและให้ความร่วมมือของเพื่อนๆ ภายในกลุ่มที่ต้องการที่จะให้ปริญญาโทฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด รวมทั้ง ขอขอบคุณอาจารย์ ไพศาล สิทธิโยภาสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำทางด้านเทคนิค และให้ ยืม อุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ และ ห้องสมุดสถาบันที่เป็น แหล่งข้อมูลทั้งหมด รวมทั้ง คุณ พยัญ ที่ให้คำปรึกษาทางด้าน Software คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

นาย บัญชา บุญญสุวรรณ
นาย พงษ์สัน นาคสุก
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า	
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	
	- ระบบสัญญาณต่างๆ ทางโทรศัพท์	3
	- MT 8870 DTMF DECODER	8
	- โทรศัพท์ระบบ TONE	16
	- ET CT 8255	19
	- อุปกรณ์เช็คสัญญาณคู่สายโทรศัพท์	24
	- วงจรโมโนสเตเบิล	27
	- อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง	31
	- SOUND CARD	40
บทที่ 3	การออกแบบและการทำงาน	
	- บล็อกไดอะแกรม	49
	- การทำงานของบล็อกไดอะแกรม	50
	- ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECTOR)	51
	- ส่วนทำการตัดต่อคู่สาย	54
	- ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และ สัญญาณสายไม่ว่าง	56
บทที่ 4	ผลการทดลอง	
	- ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	60
	- ผลการทดลองส่วนตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF	62
	- ผลการทดลองส่วนตรวจจับและสัญญาณสายไม่ว่าง	64
บทที่ 5	สรุปและวิจารณ์	67
ภาคผนวก	ก. โฟลวชาร์ต	
	ข. โปรแกรมการทำงาน	
	ค. วงจรและสายปรีนท์	
	ง. คู่มือการใช้งานเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ	
	จ. DATA SHEET	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 1 แสดงไฟกระแสตรงเลี้ยงคู่สาย	4
รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งหมายเลขบนแผงโทรศัพท์	6
รูปที่ 3 ค่าความถี่ประจำหมายเลขในระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม	7
รูปที่ 4 ลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์	8
รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870	9
รูปที่ 6 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	9
รูปที่ 7 โครงสร้างภายในของ MT8870	10
รูปที่ 8 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณและการกำหนดเวลาการ์ดไทม์	12
รูปที่ 9 แสดงแผนภูมิเวลา (Timing diagram) ของ MT 8870	12
รูปที่ 10 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง	14
รูปที่ 11 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่	14
รูปที่ 12 แสดงจรใช้งานของ MT 8870	15
รูปที่ 13 บล็อกโคอะแกรมของระบบ DTMF	18
รูปที่ 14 แสดงชนิดของปุ่มและรูปของสัญญาณ	18
รูปที่ 15 แสดงขาต่างๆและโครงสร้างภายใน	19
รูปที่ 16 แสดงขาต่างๆของ NE 567 (Pin Configulations)	24
รูปที่ 17 แสดงบล็อกโคอะแกรมของ NE 567 (Block Diagram)	25
รูปที่ 18 แสดงการต่อวงจรของ NE 567	26
รูปที่ 19 จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ	28
รูปที่ 20 จังหวะการทำงานของวงจรโมโนสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ	28
รูปที่ 21 การใช้ TTL เบอร์ 74121 เป็นโมโนสเตเบิล	30
รูปที่ 22 การใช้ TTL เบอร์ 74122 เป็นโมโนสเตเบิล	31
รูปที่ 23 ตัวเชื่อมต่อทางแสงแบบต่างๆ	32
รูปที่ 24 ชิ้นส่วนอินพุทของตัวเชื่อมต่อทางแสงโดยส่วนใหญ่เป็นไดโอด	33

เปล่งแสงอินฟราเรดทำมาจากสารกึ่งตัวนำอาร์เซไนด์ (GaAs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป	หน้า
รูปที่ 25 วงจรกระตุ้นอินพุทของเกทแบบทีทีแอล	35
รูปที่ 26 ขาเบสของตัวเชื่อมโยงทางแสงเบอร์ 4N26 ใช้ต่อเพื่อเพิ่มความเร็วของสวิทซ์	38
รูปที่ 27 วงจรไม่กลับสัญญาณซึ่งใช้เปลี่ยนแรงดัน ไฟสลับ 117 โวลต์ มาเป็นระดับลอจิก 5 โวลต์	40
รูปที่ 28 แสดงโครงสร้างเวฟไฟล์ที่มีรูปแบบของไฟล์ RIFF	43
รูปที่ 29 ตัวอย่างเวฟไฟล์	45
รูปที่ 30 การบันทึกข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบต่างๆ	48
รูปที่ 31 บล็อกไดอะแกรม	49
รูปที่ 32 แสดงสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณเรียกกลับ	51
รูปที่ 33 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	52
รูปที่ 34 แสดงเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่ตรวจจับได้	53
รูปที่ 35 แสดงระดับแรงดันของคู่สายเมื่อเครื่องถูกขायส่งสัญญาณให้ PABX	55
รูปที่ 36 แสดงวงจรตัดต่อคู่สาย	55
รูปที่ 37 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณเรียกกลับ (ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณสายไม่ว่าง	57
รูปที่ 38 แสดงวงจรของส่วนตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง และสัญญาณเรียกกลับ	58
รูปที่ 39 แสดงสัญญาณที่ได้ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสายไม่ว่าง	59
รูปที่ 40 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	60
รูปที่ 41 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง	61
รูปที่ 42 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 1, 4, 7	62
รูปที่ 43 แสดงสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 4, 5, 6	63
รูปที่ 44 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง	64
รูปที่ 45 แสดงเอาท์พุทที่ได้จากสัญญาณ DTMF 159	64
รูปที่ 46 แสดงสัญญาณเรียกกลับและเอาท์พุทที่ได้	65
รูปที่ 47 แสดงสัญญาณสายไม่ว่างและเอาท์พุทที่ได้	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงสภาวะต่างๆ ของสัญญาณ	6
ตารางที่ 2 แสดงความถี่ประจำหมายเลขบนแผงคีย์	7
ตารางที่ 3 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	11
ตารางที่ 4 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบคีย์	16
ตารางที่ 5 คุณสมบัติของเบอร์ 4N33	34
ตารางที่ 6 คุณสมบัติของเบอร์ 4N26	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เรื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

วัตถุประสงค์ปัจจุบันได้มีสิ่งอำนวยความสะดวกสบาย แก่มนุษย์มากมาย ซึ่งเกิดขึ้นมาจากการประดิษฐ์คิดค้นเพื่อสนองตอบความต้องการของตนเองซึ่งในสิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นมานี้ก็ได้นำเอาสิ่งรอบๆ ตัวของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นจากธรรมชาติ นำมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น จากสิ่งของเครื่องใช้ที่มีอยู่แล้วนำมาปรับปรุงหรือเพิ่มเติมเพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้หลากหลายขึ้นซึ่งเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดมีโครงการนี้ขึ้นมา ซึ่งโครงการนี้ก็มิวัตถุประสงค์เช่นเดียวกันโดยได้นำเอาระบบโทรศัพท์แบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency) มาประยุกต์ใช้ และใช้ IC เบอร์ MT 8870 ซึ่งเป็น DTMF Decoder จะแปลงความถี่ที่ได้จากการกดหมายเลขบนแป้นโทรศัพท์เป็น เลข Binary และเอาเลข Binary นี้ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ประมวลผลและจัดการให้อาร์พูท ออกมาเพื่อนำไปเป็นรหัสตอบคำถามตามที่ใช้บริการสอบถามมาซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกและรวดเร็วเป็นอย่างมากเช่น ต้องการสอบถามดวงของตัวเองในกรณีที่ไม่มีเวลาว่าง จุดประสงค์อีกหนึ่งประการของโครงการนี้คือ นำคู่สายโทรศัพท์ที่มีความสามารถน้อย ไปเชื่อมต่อกับคู่สายที่มีความสามารถมากกว่า เพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้มากเหมือนกับคู่สายที่มีความสามารถมากกว่า ซึ่งในส่วนนี้จะเหมาะกับระบบชุมสายในอาคาร องค์กร , องค์กร หรือบริษัทต่าง ๆ ซึ่งในส่วนนี้นำเอาแนวคิดมาจากระบบ PIN PHONE ขององค์กรโทรศัพท์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับแรงดันและสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในคู่สายโทรศัพท์
2. เพื่อรู้จักและใช้ประโยชน์จากคู่สายโทรศัพท์ให้มากที่สุด
3. เพื่อนำเอาชุมสายระบบ DTMF มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
4. สามารถสอบถามดวงของตัวเองทางโทรศัพท์ได้
5. สามารถนำเอาคู่สายโทรศัพท์ที่มีความสามารถน้อยไปเชื่อมกับคู่สายที่มีความสามารถมากกว่าเพื่อใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นตามคู่สาย
6. นำเอาแนวคิดของระบบ PIN PHONE ขององค์กรโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาระบบโทรศัพท์ทั้งระบบ PULSE และระบบ TONE
2. ศึกษา INPUT และ OUTPUT ของระบบโครงการที่ต้องการ
3. ออกแบบ BLOCK DIAGRAM ของโครงการทั้งหมด
4. ออกแบบวงจรที่ใช้ใน BLOCK DIAGRAM ที่ออกแบบไว้แล้ว
5. ทดสอบวงจรที่ออกแบบ ให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ
6. นำวงจรที่ผ่านการทดลองแล้วในแต่ละส่วน มาประกอบรวมกัน และทำการทดสอบให้ได้ตามต้องการและ แก้ไขปรับปรุงเมื่อไม่ได้ตามต้องการ
7. ศึกษาและเขียน โปรแกรมเพื่อนำมาควบคุมโครงการ
8. ทำการทดสอบ SOFTWARE กับ HARDWARE
9. ทดสอบโครงการที่ประกอบทั้งหมดแล้ว ให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

ระบบสัญญาณต่างๆ ทางโทรศัพท์

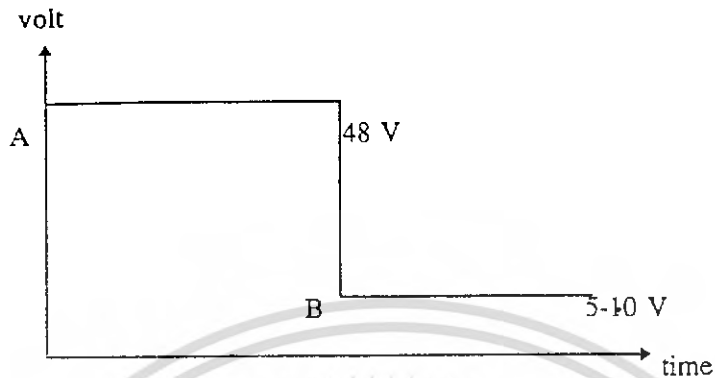
ขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์แบ่งออกเป็น สองกรณี คือผู้เรียก (CALLING) กับ ผู้ถูกเรียก (CALLED)

กรณีผู้เรียก (CALLING SUBSCRIBER)

ขณะที่หูโทรศัพท์วางไว้บนโต๊ะจะมี ไฟ กระแสตรงตก คร่อม คู่สายโทรศัพท์ที่อยู่ +48 โวลต์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นไฟกระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลต์ จะตกลงมาเหลือ 5 - 10 โวลต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายย่อย ขณะเดียวกันนั้น ก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสายเสียงที่เราได้ยินคือสัญญาณ DIAL TONE แสดงว่าพร้อมที่จะหมุนเลขหมายได้หรือพร้อมที่จะกดเลขหมายได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินเสียง BUSY TONE ในกรณีที่คู่สายเลขหมายจะถูกเรียกว่างคือ ชุมสายจะต่อหมายเลขที่เรียกให้ได้ยินเสียงสัญญาณ RING BACK TONE หรือ RINGING TONE แสดงว่าเลขหมายที่เรียกไปพร้อมจะพูดได้ให้คอยจนกว่าผู้ถูกเรียกจะยกหูรับ

กรณีผู้ถูกเรียก (CALLED SUBSCRIBER)

ขณะที่คู่สายว่างจะมีไฟกระแสตรงคร่อมคู่สาย +48 โวลต์ และเมื่อมีการเรียกเลขหมายทางชุมสายจะต่อให้ส่งสัญญาณเรียก RINGING เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110 - 150 โวลต์ และเมื่อมีการยกหู โทรศัพท์ทำให้วงจรภายในของเครื่องรับโทรศัพท์มีอิมพีแดนซ์ ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสายในขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณ RINGING และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้

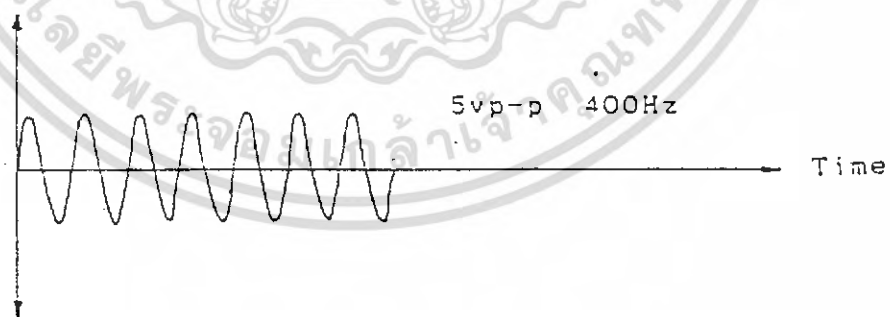


ช่วง A ขณะที่วางคู่สายโทรศัพท์ที่มีไฟ DC ตกคร่อม +48 โวลต์
 ช่วง B ขณะที่หูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นมีไฟ DC ตกคร่อม 5-10 โวลต์

รูปที่ 1 แสดงไฟกระแสตรงเลี้ยงคู่สาย

ความถี่สัญญาณต่าง ๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

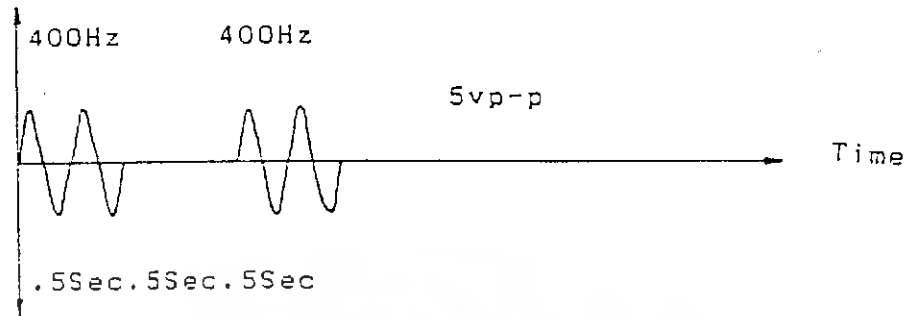
- **DIAL TONE** ใช้เพื่อแสดงให้ผู้เข้าทราบว่าจะขณะนี้ผู้เข้าสามารถที่จะเรียกไปยังหมายเลขอื่นได้ ลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป



DIAL TONE

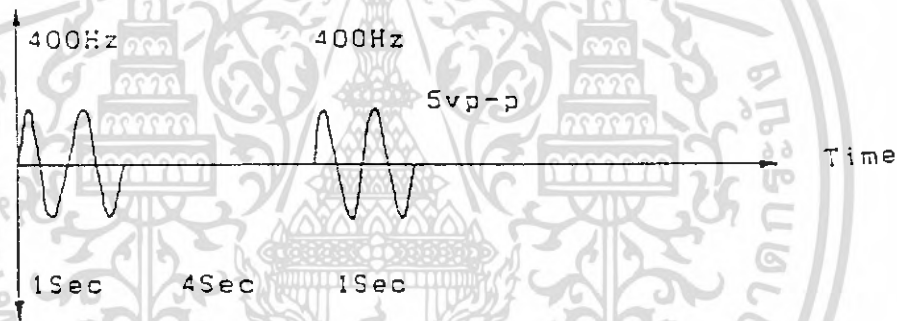
- **BUSY TONE** ใช้เพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าโทรศัพท์หมายเลขที่ต้องการติดต่อดังขณะนี้ยังไม่ว่างควรจะวางหูโทรศัพท์ก่อนจึงเรียกหมายเลขใหม่อีกทีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



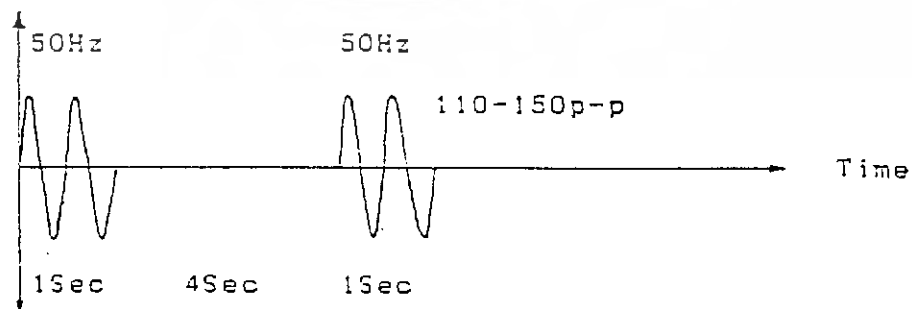
BUSY TONE

- **RINGING BACK TONE** ใช้แสดงให้ผู้เรียกทราบว่าจะติดต่อกับผู้ที่
จะติดต่อสนทนาด้วยได้แล้ว แต่อยู่ระหว่างรอการยกหู โดยลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป



RINGING BACK TONE

- **RINGING TONE** ใช้พร้อมกับ RINGING BACK TONE เมื่อสัญญาณเรียก
ดังก็จะมีสัญญาณเรียกดังพร้อม ๆ กัน แต่สัญญาณนี้ดังแรงมากเพื่อไปทำให้กระดิ่งในเครื่อง
โทรศัพท์ดัง โดยลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป



RINGING TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	C1	C2	C3
R1	1	2	3
R2	4	5	6
R3	7	8	9
R4	*	0	#

รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งหมายเลขบนแผงโทรศัพท์

สภาวะการยกหู	มีการเรียกเข้า	สัญญาณที่ออก
ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ไม่มี	มี	RINGING
มี	ไม่มี	DIAL
มี	มี	BUSY

ตารางที่ 1 แสดงสภาวะต่างๆของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินพุต	ความถี่ (Hz)	% ผิดพลาด
R1	679	+0.31
R2	770	-0.49
R3	852	-0.54
R4	941	+0.54
C1	1209	+0.74
C2	1336	-0.32
C3	1447	-0.35

ตารางที่ 2 แสดงความถี่ประจำหมายเลขบนแผงกดปุ่ม

โทรศัพท์ระบบ DTMF

โทรศัพท์ชนิดกดปุ่มระบบ TONE ประกอบด้วยปุ่มกดจำนวน 12 ปุ่ม มีการทำงานเป็นแบบ DUAL MULTI FREQUENCY เป็นกจะแบ่งเป็น ROW 4 แถว และ COLUMN 3 แถว ประกอบกันเป็นรูป MATRIX ในแต่ละ ROW แต่ละ COLUMN จะมีค่าประจำตำแหน่งอยู่ดังรูปที่ 3

	C1	C2	C3
	1209Hz	1336Hz	1447Hz
697Hz	1	2	3
770Hz	4	5	6
852Hz	7	8	9
941Hz	*	0	#

1	2	3
4	5	6
7	8	9
*	0	#

รูปที่ 3 ค่าความถี่ประจำหมายเลขในระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

การทำงาน เมื่อกดหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง จะประกอบด้วย TONE เสียง 2 ความถี่ด้วยกันคือความถี่สูงและความถี่ต่ำ (ความถี่ทางด้าน COLUMN และ ROW ตามลำดับ) ซึ่งแต่ละหมายเลขจะให้ความถี่ออกมา 2 ความถี่ด้วยกัน จากปุ่มกดจะพบว่าหมายเลข 1,2,3 อยู่ใน ROW ที่ 1 ตัวเลขแต่ละตัวเป็นการพบกันของความถี่ทาง ROW (ความถี่ต่ำ) และความถี่ทาง COLUMN

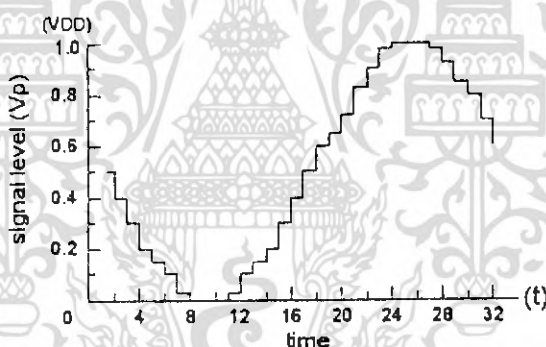
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษานี้เท่านั้น เมื่อผู้ยาดเห็นใบแจ้งประโยชน์นี้ กรุณาไม่ว่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ความถี่สูง) ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกดปุ่มหมายเลข “5” จะอยู่ใน COLUMN ของ 1366 Hz และ 770 Hz ดังนั้นจะได้ความถี่ OUT PUT ออกมา 2 ความถี่คือ 1336 Hz และ 770 Hz ซึ่งเรียกว่า DTMF

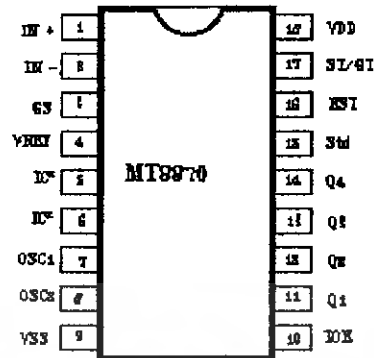
ดังนั้นในการสร้างวงจรเพื่อถอดรหัสความถี่เหล่านั้นนั่นเอง ในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นี้โดยเฉพาะ คือ IC#MT8870 ของบริษัทINTELซึ่งจะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF มาแปลงให้เป็นค่าเลขฐานสองขนาด 4 บิต ดังนั้นโครงงานนี้จึงเลือกใช้ IC เบอร์นี้มาทำเป็นวงจรถอดรหัส DTMF

MT8870 DTMF DECODER

IC เบอร์ MT8870 นี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ DTMF ซึ่งเป็นสัญญาณอะนาล็อก (Analog) 2 ความถี่ได้อย่างดี ถึงแม้ว่าสัญญาณที่ได้จากการกดปุ่มของโทรศัพท์แบบทัชโทนจะมีลักษณะไม่เป็นคลื่นขายนต์ที่แท้จริงดังรูปที่ 3 IC เบอร์นี้ก็สามารถยอมรับและถอดรหัสออกมาได้



รูปที่ 4 ลักษณะสัญญาณ DTMF ที่ได้จากโทรศัพท์



* ต่อกับ vss

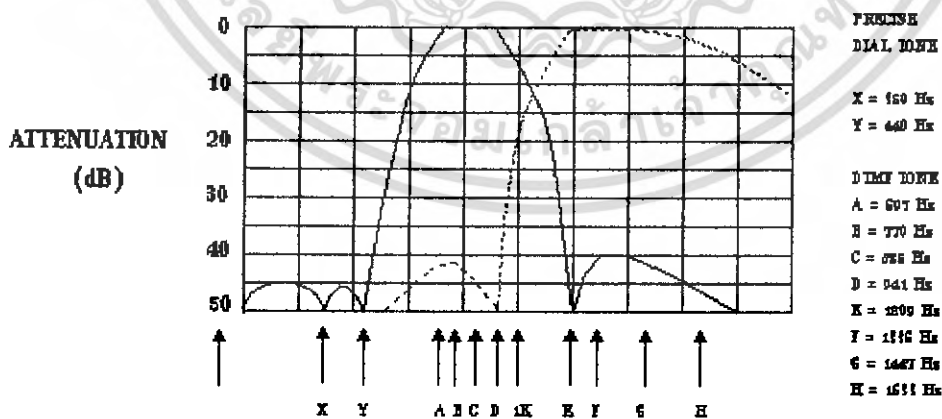
MT8870BE 18 PIN PLASTIC

MT8870BC 18 PIN CERDIP

รูปที่ 5 แสดงรายละเอียดของ MT8870

คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ DTMF
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard Time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

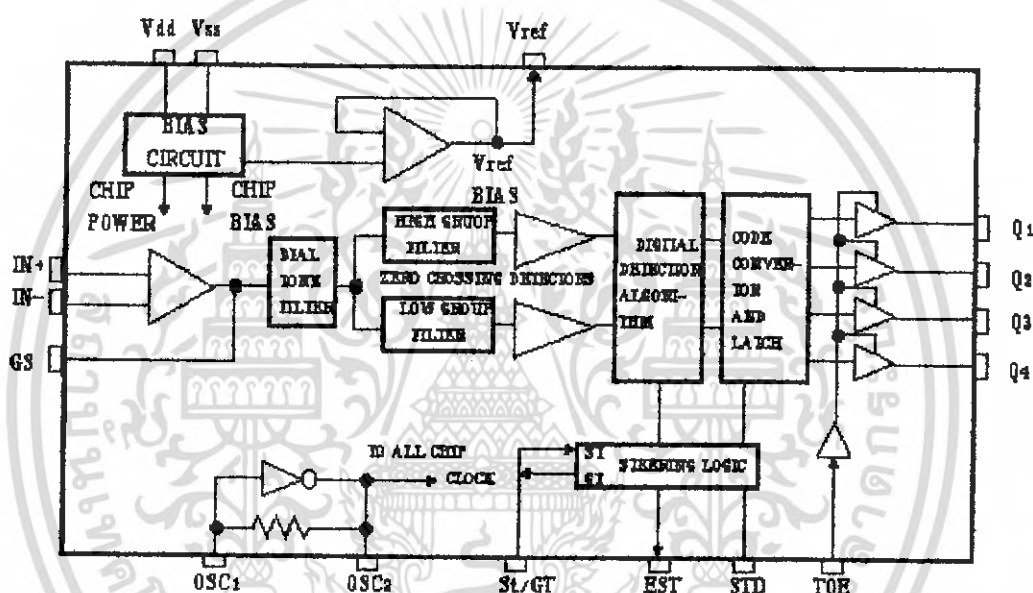


รูปที่ 6 แสดงความถี่ที่ได้จากภาครองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างภายในของ MT8870

IC MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิทัล (Digital) ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์ Capacitor Filter สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัส (Decode) ใช้เทคนิคการนับทางดิจิทัล เพื่อตรวจจับและถอดรหัส ทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และตรวจสอบช่วงเวลาที่สำคัญเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายได้ โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุตเป็นวงจรเลข 3 สถานะ



รูปที่ 7 โครงสร้างภายในของ MT8870

ฟังก์ชันการทำงานภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter Section) ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่ม ความถี่คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิทช์คาปาซิเตอร์ (Six-Order Switched Capacitor Band Pass Filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วงคือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ

2. ภาคถอดรหัส (Decoder Section) ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิทัลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

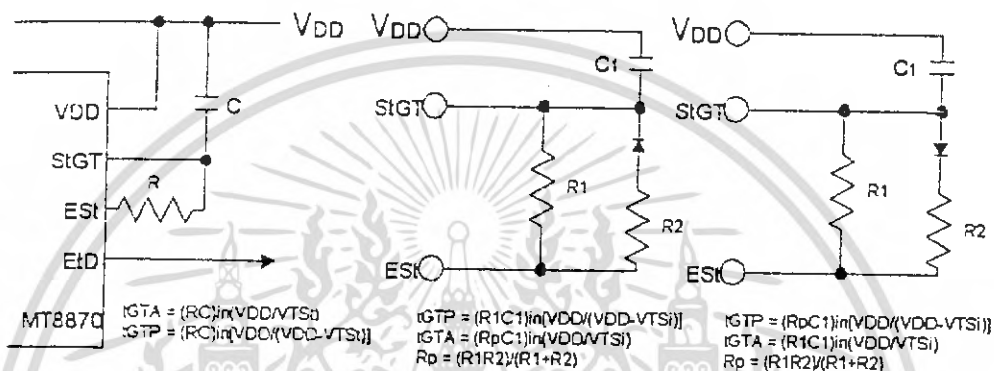
ความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (Early Steering) ก็จะแอกติฟ สำหรับค่าถอครหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้นแสดงในตารางที่ 3

F _{low}	F _{high}	NO	TOE	Q1	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
679	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
679	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

ตารางที่ 3 แสดงค่าที่ถอครหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

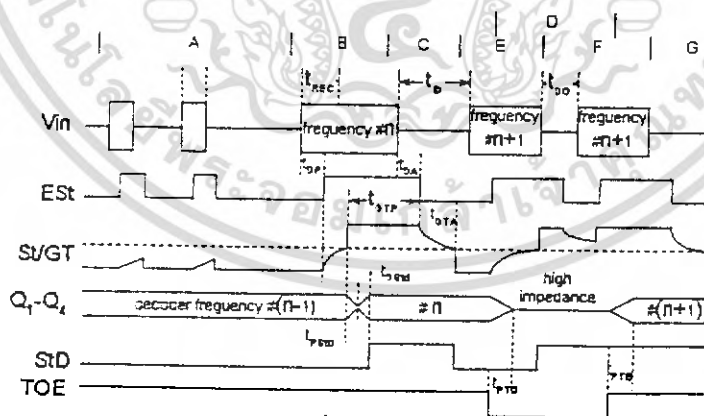
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit) ก่อนที่จะมีการถอครหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุต จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการคลิกโทรศัพท์ซึ่งต้องคลิกให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรนั้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้เห็นเอกสารนี้ขอสงวนสิทธิ์ในค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลาขาเอาต์พุตสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น “สูง” นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 8 เมื่อขา Est เป็น “สูง” ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอยรหัสนี้จึงจะถอยรหัสนอกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต รายละเอียดการทำงานสามารถดูได้จากแผนภูมิเวลา (Timing Diagram) ในรูปที่ 9



(ก) การลดการรีเซ็ตใหม่ (tGTP) : (tGTP) (tGTP) (ข) การลดการรีเซ็ตใหม่ (tGTA) : (tGTP) (tGTA)

รูปที่ 8 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณ และการกำหนดเวลาการรีเซ็ตใหม่



รูปที่ 9 แสดงแผนภูมิเวลา (Timing Diagram) ของ MT8870

ขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจสอบความถี่เข้ามาแต่คาบเวลาไม่ถูกต้องเอาต์พุตไม่เปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- B - ความถี่ #n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลทซ์ไว้ที่เอาต์พุต
- C - เอาต์พุตเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์
- E - ความถี่ # n+1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้องความถี่ถูกถอดรหัสและแลทซ์อยู่
- F - ความถี่ # n+1 หายไปช่วงห่างไม่ถูกต้องเอาต์พุตยังคงแลทซ์อยู่
- G - จบความถี่ # n+1 ช่วงห่างถูกต้องเอาต์พุตยังคงแลทซ์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

หน้าที่ของขาต่าง ๆ

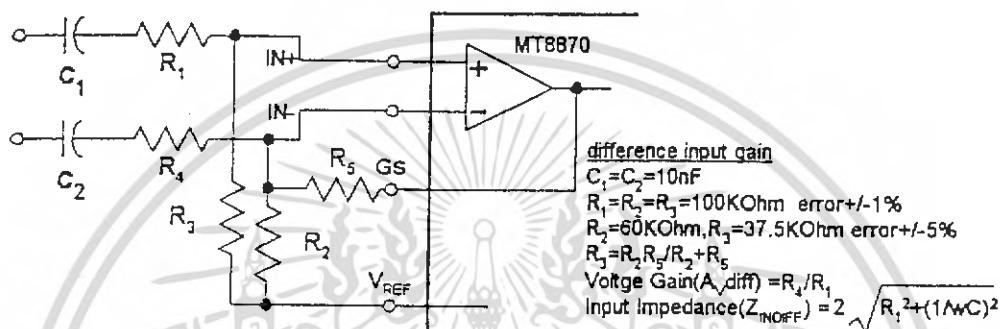
- Vin สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา
- EST (Early Steering Output) ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง
- St/ GT (Steering Input/Guard Time Output) สำหรับ ต่อกับ RC ภายนอก
- Q1 - Q4 เอาต์พุต BCD ขนาด 4 บิต
- StD (Delayed Steering Output) ใช้แสดงค่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไปมีคาบเวลาตามที่กำหนดเพื่อแสดงความต้องการของสัญญาณ
- TOE (Tone Output Enable) อินพุตใช้ควบคุม Q1-Q4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์
- tr คาบเวลาสั้นที่สุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง
- tr คาบเวลาสั้นที่สุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง
- tted เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ
- tjd เวลารานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง
- tdo เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- tdp เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง
- tda การ์ด ไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF
- tgrp การ์ด ไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF
- tgeta การ์ด ไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (Guard Time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามาซึ่งจะ
 ต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เรารั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้อง
 หรือพูดได้ว่าเวลาที่เรารั้งไว้โดย RC ก็คือ การ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่ากับ
 หรือมากกว่าเวลาที่คั้งไว้ จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขออกไป การคั้งเวลาและค่านวนเวลาดูได้จาก
 รูปที่ 8

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input) วงจรส่วนอินพุตของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปดังรูปที่ 8 ซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุตและอิมพีแดนซ์ได้ดังนี้

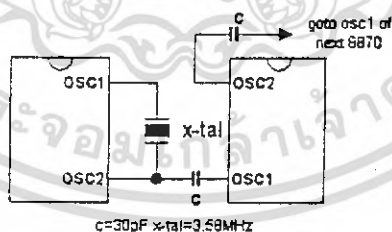
$$\text{อัตราขยาย (Av diff)} = R_5 / R_1$$

$$\text{อินพุตอิมพีแดนซ์ (Zin diff)} = 2/R_1^2 + (1/\omega C)^2$$



รูปที่ 10 แสดงการต่อวงจรภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

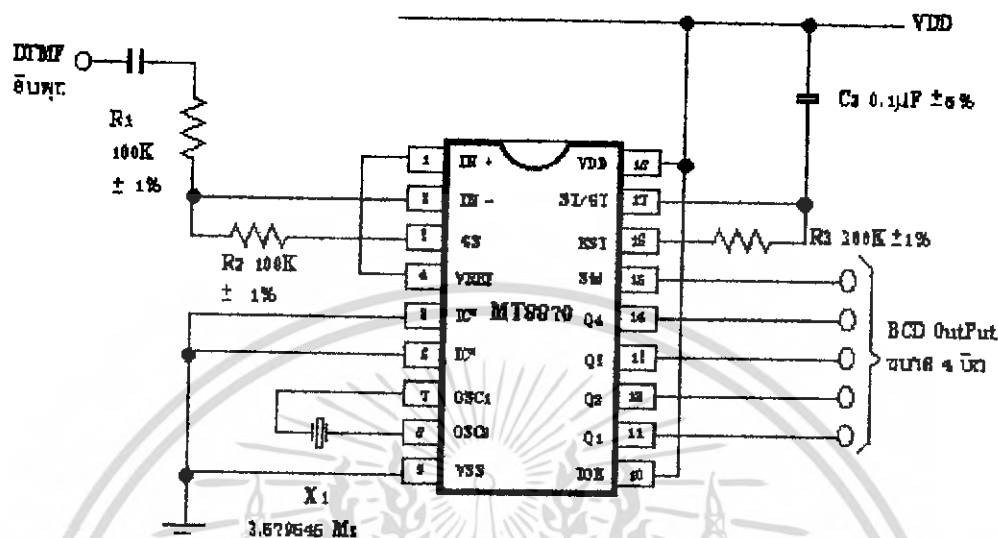
5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator) ในภาคนี้ภายในไอซีมีวงจรถ่ายอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อ X-TAL ขนาด 3.579 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที ลักษณะการต่อวงจรดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรใช้งาน



รูปที่ 12 แสดงวงจรใช้งานของ MT8870

จากคุณสมบัติและโครงสร้างของ MT8870 ที่กล่าวมาจึงได้นำมาประกอบเป็นวงจรดังรูปที่ 12 ซึ่งจะมีการทำงานดังนี้

สัญญาณความถี่ DTMF จะเข้ามาทางขาอิน-อินเวิร์ตติ้ง (ขา 2) โดยผ่าน C1 เป็นตัวคัปปลิ่งสัญญาณและจะมี R1, R2 เป็นตัวปรับอัตราขยายให้เหมาะสม ส่วน R3, C2 จะเป็นตัวกำหนดคาร์คไทม์เอ้าตพุท ในที่นี้ใช้ค่า $R3 = 300\text{ K}\Omega$, $C2 = 0.1\ \mu\text{F}$ ซึ่งจะได้ค่าคาร์คไทม์ประมาณ 20 ms

ในขณะที่ MT8870 ทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ออกมานั้น มันจะส่งสัญญาณ STD ออกมาที่ขา 15 เพื่อไปบอกให้ CPU รู้ว่าขณะนี้ มีข้อมูลที่จะส่งให้ CPU แล้ว เมื่อ CPU รู้ก็จะส่งสัญญาณ CS3 มาเข้าที่ขา TOE ของ MT8870 เพื่อเป็นเอาต์พุตอินเวิร์ตให้กับ MT8870 ที่ขา TOE นี้หากได้รับลอจิก "0" จะทำให้ Q1 - Q4 มีสถานะเป็นไฮอิมพีแดนซ์ฉะนั้นหาก CPU รับรู้ว่ามี การถอดรหัสสัญญาณ DTMF และต้องการข้อมูล ก็จะส่ง CS3 มาให้ สัญญาณที่ได้จากการถอดรหัสจะออกมาเป็นรหัสเลขฐานสอง โดยเป็นข้อมูล D0 - D3 ให้กับ CPU เพื่อให้กับ CPU นำไปประมวลผลต่อไป

จากวงจรและการทำงานที่กล่าวมานี้ เมื่อนำมาประกอบวงจรทดลองเพื่อเลือกค่าอุปกรณ์ RC ที่เหมาะสมปรากฏว่าค่าของ R3 และ C2 นั้นมีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นการกำหนดช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาของสัญญาณ DTMF ที่จะยอมรับ ซึ่งค่า C2 นั้น ทางบริษัทที่ผลิตไอซีเบอร์นี้ได้แนะนำให้ใช้ค่า $0.1 \mu\text{F}$ แล้วเลือกค่า R3 ตามต้องการ ซึ่งค่า $300\text{K}\Omega$ นั้นเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการใช้งานโทรศัพท์ของคนทั่วไปที่จะกดปุ่มโทรศัพท์และทำให้ไอซี MT8870 รับรหัสตัวเลขได้ทุกตัวและถูกต้อง

ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF

เนื่องจากโทรศัพท์กดปุ่ม จะมีการทำงานโดยถ้าเรากดปุ่มเครื่องจะทำการสร้างความถี่ขึ้น 2 ชนิด แล้วทำการรวมสัญญาณ เพื่อส่งไปตามสายโทรศัพท์เข้าชุมสาย โดยจะมีความถี่ดังนี้

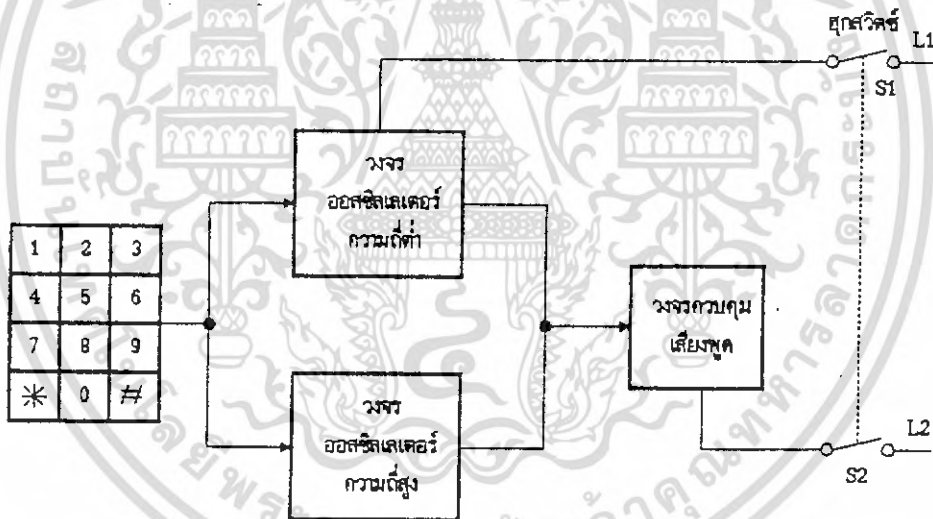
	1209	1336	1477	1633	
697	1	2	3	A	R1
770	4	5	6	B	R2
852	7	8	9	C	R3
641	*	0	#	D	R4
	C1	C2	C3	C4	

ตารางที่ 4 แสดงความถี่ผสมที่ใช้ในโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

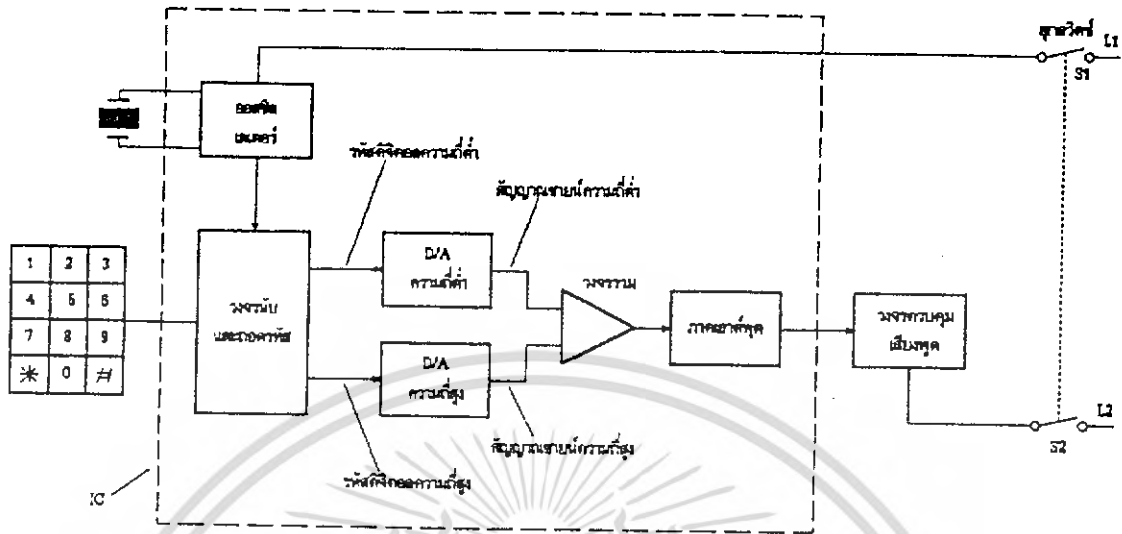
ในรูปที่ 13 (ก) เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์ จำพวกพาสซีฟ (Passive Elements) ในการนำมาสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งปัญหาที่พบคือ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ผลที่จะตามมาก็คือความถี่ที่ผลิตออกมาข้อมมีค่าเปลี่ยนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและอายุการใช้งาน ผลที่จะตามมาก็คือ ความถี่ที่ผลิตออกมาข้อมมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย สิ่งที่เกิดขึ้นมีผลต่อการทำงานของระบบชุมสาย มีโอกาสทำงานผิดพลาดในการติดต่อกับผู้ที่ถูกเรียก ดังนั้นการนำไอซีสำเร็จรูปมาใช้แทนอุปกรณ์พาสซีฟ ข้อมที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ในระดับหนึ่ง ในรูปที่ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงในศาลสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของเอกสารนี้ไม่ควรนำค่าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข) เป็นบล็อกโคเดแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรรีบและถอดรหัส ซึ่งวงจรถอดรหัสก็จะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแนวโร และแนวคอร์ดัม เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้ว ก็นำค่าในแนวโรและแนวคอร์ดัมไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรรีบและถอดรหัสก็จะได้สัญญาณดิจิทัลสัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน จากนั้นก็นำทั้งสองสัญญาณไปผ่านวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิทัลไปเป็นอะนาลอก (D/A converter) และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวม และขยายสัญญาณแล้วจึงถูกส่งผ่านไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (Speech network) และผ่านต่อไปยังชุมสายโทรศัพท์ ในที่สุดไอซีอาจถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับแป้นหมายเลข (key pad) ชนิด DPST (Dual-Pole Single Throw) ซึ่งจะมีหน้าสัมผัส 2 หน้า หรืออาจเป็นชนิด SPST (Single-Pole Single Throw) ก็ได้ ในรูปที่ 14 เป็นแผนภาพและรูปของสัญญาณเมื่อมีการกดปุ่มหมายเลขใด ๆ จะสังเกตว่าในการดีโคดของแนวโรจะแยกดีพีทีลोजิก “1”



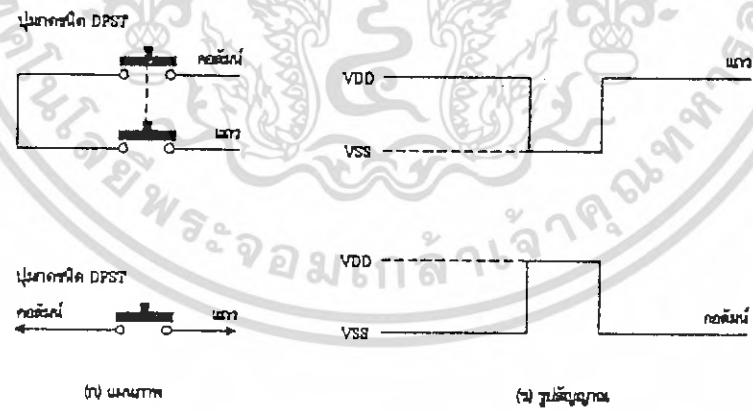
(ก) วงจรแบบแรก ๆ



(ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปแบบ IC ดังรูป

(ข) วงจรที่ถูกพัฒนาในรูปแบบของ IC สำเร็จรูป

รูปที่ 13 บล็อกไดอะแกรมของระบบ DTMF



(ก) แผงพิมพ์

(ข) รูปสัญลักษณ์

รูปที่ 14 แสดงชนิดของปุ่มกดและรูปสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ท (PORT)

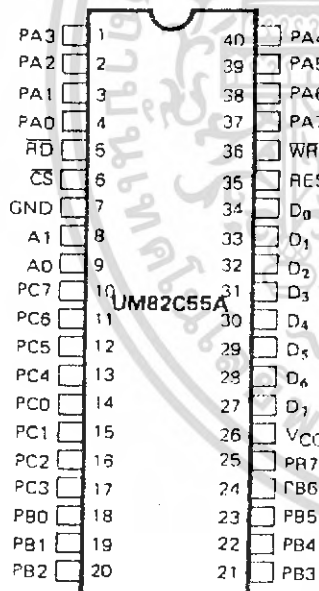
PORT คือ ตัวที่ทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ภายนอกกับ CPU ซึ่งตัว CPU มีความเร็วในการทำงานสูงกว่าอุปกรณ์ภายนอก

ET-PC 8255

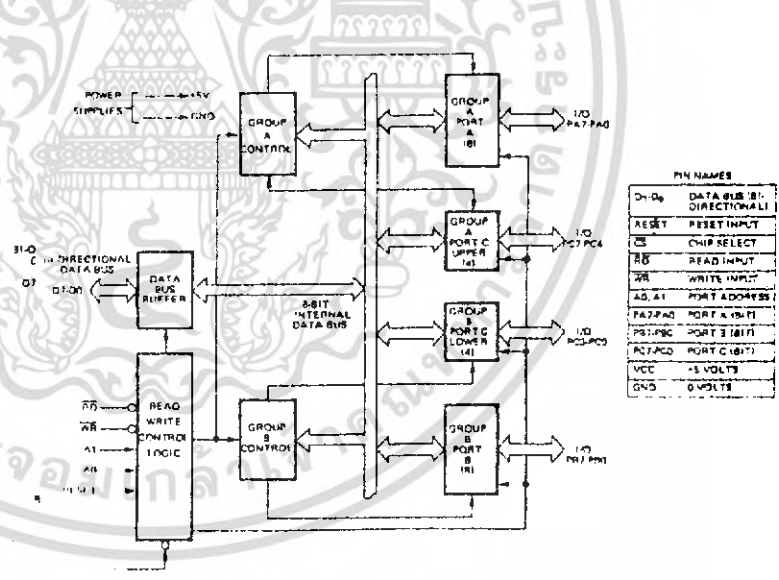
เป็น IC PORT ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซึ่งถูกสร้างขึ้นมาใช้กับ IC ตระกูล 8080 แต่ก็สามารถนำมาใช้กับ PC ได้อย่างง่ายดาย

IC 8255 นี้จะเป็น IC ซึ่งประกอบด้วย PORT ใช้งาน 3 PORT และอีก 1 PORT ความคุมก่อนที่เราจะใช้งาน 8255 เราจะต้องส่งข้อมูลไปให้ยัง PORT ความคุมก่อนว่าจะให้ PORT ทั้ง 3 PORT ของ 8255 ที่เหลือนั้นทำหน้าที่อะไร เป็น INPUT หรือ OUTPUT PORT เราจะต้องเป็นผู้กำหนด CONTROL CODE PORT ความคุมดังรูป

Pin Configuration



Block Diagram



รูปที่ 15 แสดงขาต่าง ๆ และโครงสร้างภายใน

จะเห็นว่าตัว IC มีอยู่ 3 PORT ที่ใช้งาน คือ PORT A PORT B มีขนาด 8 BIT และ PORT C โดยที่ PORT C นั้นยังสามารถแบ่งกลุ่มออกเป็น PORT และ 4 BIT จึงทำให้มี PORT C บน และ PORT C ล่าง คราวนี้การต่อใช้งานก็จะมีขาที่เป็น INPUT ให้กับตัว IC ก็มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DO - D7 ต่อเข้ากับ DATA BUS ของ CPU เพื่อใช้สำหรับรับส่งข้อมูลกันระหว่าง PORT กับ CPU

AO-A1 ขา ADDRESS ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการกำหนด PORT ว่าเรียก PORT อะไรเป็น PORT A B หรือ C จากที่กล่าวมาแล้วสถานะที่เราคิดมีเพียง ON กับ OFF ดังนั้น IC ตัวนี้จึงมีเบอร์ PORT ในตัวมัน 4 PORT เพราะมีสาย ADDRESS 2 เส้น $= 2^2$ และเราได้กล่าวมาแล้ว 63 PORT ดังนั้นจึงเหลืออีก PORT หนึ่ง ซึ่ง PORT ตัวนี้จะเป็นตัวที่สำคัญที่สุดในการทำงานของ IC ตัวนี้ ซึ่งก่อนที่จะให้ IC ตัวนี้มีหน้าที่อะไรนั้นจะต้องทำการตั้งหน้าที่ของ IC ให้กับ PORT นี้เสียก่อนที่จะให้ IC ตัวนี้มีหน้าที่อะไรนั้นจะต้องทำการตั้งหน้าที่ของ IC ให้กับ PORT นี้เสียก่อนเรียก PORT นี้ว่า CONTROL PORT ซึ่งจะมีการเรียงลำดับดังนี้

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	AO	
ไม่สนใจ						0	0	PORT A
ไม่สนใจ						0	1	PORT B
ไม่สนใจ						1	0	PORT C
ไม่สนใจ						1	1	PORT CONTROL

ดังนั้นเวลาเราเรียก PORT ซึ่งใน 1 คำสั่งนั้นจะต้องเรียกเบอร์ PORT เป็น 8 BIT คือ เลข HEX 2 หลัก แต่ IC จะให้ PORT ไหนทำงานจะมีสำคัญเพียงแค่หลักหลัง คือ A1 กับ AO ว่ามีค่าเป็นอะไร

อย่างเช่น บน ET-BOARD ที่ DECODE ที่ 8255 วางไว้ คือ PORT 20H ถ้าเราเรียก PORT เบอร์นี้ก็จะให้ผล คือ PORT A เพราะ A1 กับ AO เป็น 0 แต่ถ้าเรียก PORT 21H บ้างก็จะเป็น PORT B เพราะ A1 เป็น 0 และ AO เป็น 1 หรือถ้าเราเรียก PORT เบอร์ 24H บ้าง PORT ที่จะทำงานก็คือ PORT A เพราะ A1 กับ AO เป็น 0 ดังนั้นเวลาเราเรียก PORT 20H กับ 24H จึงเป็น PORT เดียวกันบน ET-BOARD เพราะ 1 จุดนั้นอ้างถึง 32 PORT คือ 20H-3FH หรือสังเกตอีกอย่างคือ มันจะทับซ้อนตัวเองเพราะตัว IC อ้างได้ 4 PORT พอเกิน 4 PORT มันก็จะกลับไปเริ่มต้นใหม่อีก 20H อ้างถึง 4 PORT ก็จะถึง 23 H พอเพิ่มอีก 1 มันก็จะเกิน 4 PORT คือ PORT 24H ก็เป็น 20H นั่นเองอย่างเช่น PORT 20H, 24H, 2CH, 30H ทั้งหมดนี้ก็คือ PORT เดียวกัน PORT เดียวกัน (PORT A) ในจุด DECODE 1 จุดบน ET-BOARD นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\overline{CS} เป็นขาเลือก IC PORT ให้ทำงานนี้จะต่อเข้ากับ IC ที่ DECODE เบอร์ PORT ไว้ โดยการเรียกเบอร์ PORT นี้ จะรวมเข้ากับ ADDRESS 2 เส้นที่ต่อเข้ากับ PORT ด้วยคือ A0 กับ A1 เพราะเวลาที่เรียกเบอร์ PORT ต้องใช้คำสั่งซึ่งเป็น 8 BIT ตาม CPU ดังนั้น 1 คำสั่งจึงรวมสาย ADDRESS 2 เส้นนี้ด้วยเพราะอยู่ ADDRESS ต่ำอย่างบน ET-BOARD 8255 ที่ว่าง ขา CS จะต่อเข้ากับ IC 74LS138 ขา I4 คือจุดที่ DECODE เบอร์ PORT ตั้งแต่เบอร์ 20H ไว้นั่นเอง (PORT A)

\overline{RD} ใช้ขบวนการ INPUT เมื่อ CS และ RD ACTIVE เป็น 0
 \overline{WR} ใช้ขบวนการ OUTPUT เมื่อ CS และ RD ACTIVE เป็น 0
 RESET เป็น 1 ใช้ CLEAR สถานะต่าง ๆ ของ 8255

PORT ที่ใช้สำหรับ CONTROL

การใช้ 8255 จะต้องส่งรหัสควบคุม (CONTROL BYTE) เข้าไปยัง PORT ข้อมูลควบคุม (PORT ชุดท้ายใน 4 PORT คือที่ AI กับ A0 เป็น 1 เช่น PORT 23H บน ET-BOARD ที่ 8255 ว่าง) เพื่อควบคุมการทำงานของ 8255 ว่าให้ทำงานใน MODE ใดและให้แต่ละ PORT เป็น INPUT หรือ OUTPUT PORT

ความหมายของ BIT ต่าง ๆ ของรหัสควบคุม (CONTROL BYTE) หรือรหัสสั่งงาน 8255 ในตอนเริ่มแรก

D7 แสดงถึงรหัสควบคุมให้เริ่มทำงาน (I = ทำงาน) คือ จะมีผลทำให้ 8255 รับรู้สิ่งต่อไปใน BIT ต่าง ๆ ที่จะกำหนดให้เพราะฉะนั้นเวลาจะสั่งงานหรือหน้าที่ให้กับ 8255 BIT นี้จะเป็น 1 เสมอ

D6 และ D5 เป็นการเลือก MODE ในการทำงานของ PORT A ซึ่งมี 3 MODE ใน 8255 จะได้กล่าวต่อไป

D4 กำหนดให้ PORT A เป็น INPUT หรือ OUTPUT โดย
 0 = OUTPUT PORT
 1 = INPUT PORT

D3 กำหนดให้ PORT C บนเป็น INPUT หรือ OUTPUT โดย

0 = OUTPUT PORT

1 = INPUT PORT

D2 เป็นการเลือก MODE ให้กับ PORT B

0 = MODE 0

1 = MODE 1

D1 กำหนด PORT B เป็น INPUT หรือ OUTPUT โดย

0 = OUTPUT

1 = INPUT

D0 กำหนด PORT ต่าง (PCO-PC3) เป็น OUTPUT โดย

0 = OUT

1 = INPUT

ตัวอย่าง

กำหนดให้ 8255 เป็น PORT INPUT OUTPUT แบบธรรมดา โดย PORT A เป็น OUTPUT PORT B เป็น OUTPUT PORT C บนเป็น INPUT และ PORT C ล่างเป็น OUTPUT นี่คือการกำหนดการทำงานของ 8255 บน ET-BOARD เราใช้ CODE ให้กับรหัสควบคุมดังนี้

D7	D6	D5	D4		D3	D2	D1	D0
----	----	----	----	--	----	----	----	----

1	0	0	0		1	0	0	0
---	---	---	---	--	---	---	---	---

8

8

เลข HEX

จากนั้นเราก็นำค่านี้ออกไปที่ PORT ควบคุมในกรณีของ ET-BOARD PORT เริ่มแรกที่ DOCODE อยู่ที่ 00H จึงนำค่านี้ออกไปที่ PORT สุดท้าย (PORT ที่ 4) คือ 03H ดังนี้

```
LD    A,88H
OUT   (03H),A
```

เมื่อทำ 2 คำสั่งนี้เสร็จ 8255 ก็จะมีหน้าที่ตั้งที่เราต้องการเราก็สามารถนำข้อมูลออก PORT ได้
 แก้วเช่นที่ PORT A ต่อ LED ACTIVE ที่ LOGIC 1 เมื่อเราจะให้ LED ติดหมดเราก็สามารถ
 ใช้คำสั่งส่งข้อมูลออกไปยัง PORT A ได้เลย

```
LD    A, OFFH
OUT   (OOH), A ; ข้อมูลออก PORT A
```

ดังนั้นทุกครั้งก่อนใช้ 8255 ต้องให้ CONTROL CODE ก่อน

MODE ต่าง ๆ ของ 8255

MODE 0

ใช้เป็น PORT พื้นฐานทั่ว ๆ ไปคือ กำหนดให้ PORT A,B และ C เป็น INPUT
 หรือ OUTPUT

MODE 1

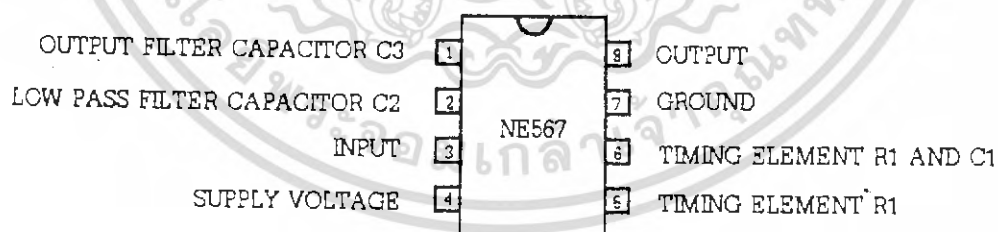
เป็น PORT INPUT-OUTPUT ที่มีการตรวจสอบสัญญาณ (HAND SHAKE) โดย
 ใช้ PORT C เป็นตัวตรวจสอบโดย C บนจะตรวจ PORT A ส่วน C ต่ำจะตรวจ PORT B
 แนวความคิดของ HAND SHAKE คือ ให้มีการทำงานที่พอเหมาะระหว่างอุปกรณ์ที่ทำงานเร็ว
 กับช้าเช่น COMPUTER กับเครื่องพิมพ์โดยที่เมื่อ COMPUTER ส่งอักขระตัวที่ 1 ไปเครื่องพิมพ์
 รับและกำลังจะพิมพ์ขณะเดียวกัน COMPUTER ก็ส่งตัวที่ 2 ที่ 3 ออกมาเครื่องพิมพ์ก็ทำงานไม่
 ทันทำให้ข้อมูลที่ส่งมาสูญหายจึงต้องมี สัญญาณจากเครื่องพิมพ์ไปบอก COMPUTER ว่าขณะนี้
 ฉันรับแล้วอย่าเพิ่งส่งข้อมูลมา เมื่อพิมพ์เสร็จจึงส่งสัญญาณไปบอก COMPUTER ว่าให้ส่งตัว
 อักขระต่อไปมาได้

MODE 2

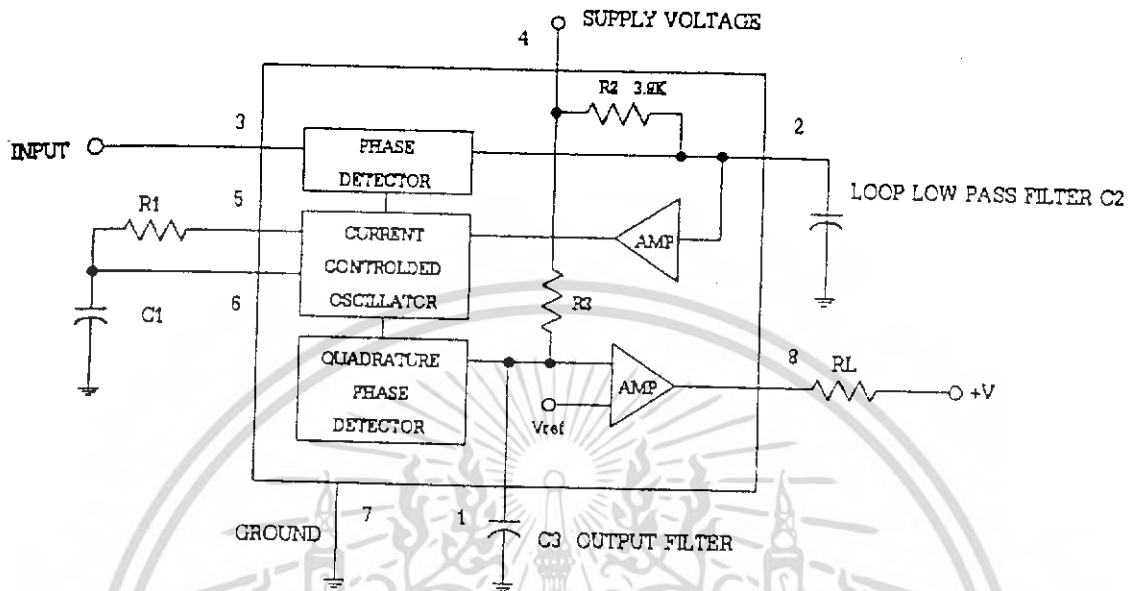
จะทำให้เฉพาะ PORT A ซึ่งจะทำให้ PORT แบบ 2 ทิศทางคือ เป็นได้ทั้ง INPUT และ OUTPUT และแถมยังมี HAND SHAKE อีกด้วยโดยใช้ PORT C ส่วน PORT B ก็สามารถใช้เป็น INPUT หรือ OUTPUT แบบธรรมดาได้อย่างอิสระ

อุปกรณ์เชิงสัญญาณคู่สายโทรศัพท์

IC NR567 โทเนดีโคเดอร์ (Tone Decoder)/เฟสล็อกคิรคูป (Phase Locked Loop) เป็นอุปกรณ์เฟสล็อกคิรคูปที่มีเกอ็ชกรภาพสูง และมีซิงโครไนส์ เอเอ็ม ล็อค ดีเทคชั่น (Synchronous AM Lock Detection) และวงจรรวมเอาต์พุต (Power Output Circuitry) ฟังก์ชันของ NE567 คือ จะจับโหนดเมื่อสัญญาณความถี่ที่ได้รับเข้ามาที่ขาเจ็ลไฟไบอัสอินพุต (Self biased input) อยู่ในช่วงดีเทคชั่นแบนด์ (Detection band) และจะให้ค่าเอาต์พุตเป็นสูง ค่าความถี่กลาง (Center Frequency) ของแบนด์วิด (Bandwidth) กับค่าดีเลย์ของเอาต์พุต (Output Delay) เป็นอิสระกันและจะถูกกำหนดโดยอุปกรณ์ภายนอก (External Components) แทน นับเป็นข้อดีข้อหนึ่งของ NE567 ที่สามารถใช้ได้กับช่วงความถี่ครอบคลุมตั้งแต่ 0.1 Hz ถึง 500 kHz และสามารถปรับความถี่ได้ถึง 20 เท่า ด้วยความต้านทานภายนอกเพียงตัวเดียว



รูปที่ 16 แสดงขาต่างๆ ของ NE567 (Pin Configurations)



รูปที่ 17 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ NE567 (Block Diagram)

การออกแบบ : $f_0 = 1.1/R_1 * C_1$

$BW = 1070 V_1/f_0 C_2$

โดย $V_1 < 200 \text{ mVms}$

เมื่อ V_1 คือ ค่าโวลต์เดจของอินพุต (Input Voltage : ms)

C_2 คือ ตัวเก็บประจุโลว์พาสฟิลเตอร์ (Low Pass Filter Capacitor : uF)

ความถี่กลางของเฟสล็อกลูปเทอร์มินอลยี (Phase Locked Loop Terminology Center Frequency) เป็นความถี่ที่มาจากส่วนกระแสคอนโทรลอสซิลเลเตอร์ (Current Controlled Oscillator) จะเกิดขึ้นอย่างอิสระ ณะไม่มีสัญญาณอินพุต

ดีเทคชันแบนด์วิด (detection bandwidth) คือช่วงความถี่ที่มีจุดกึ่งกลางความถี่ f_0 เมื่อสัญญาณอินพุตอยู่ในช่วงความถี่นี้ และมีค่าสูงกว่าเทรชโฮลด์โวลต์เดจ (Threshold Voltage : ปกติ 20 mVms) จะทำให้ล็อกจิกเป็น "0" ที่เอาต์พุต

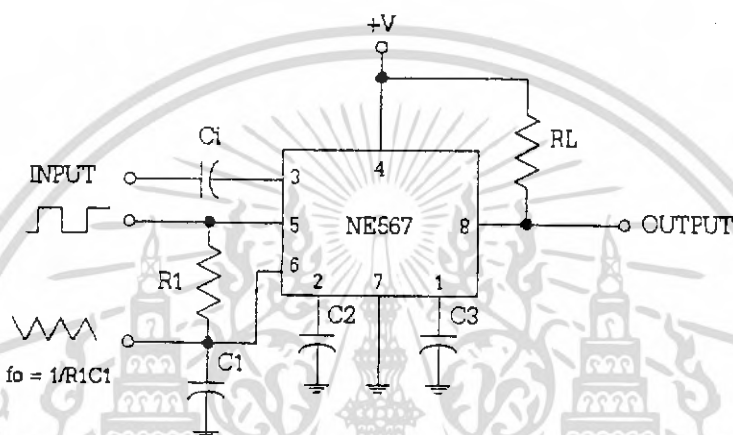
ล็อกเรนจ์ (Lock Range) คือช่วงความถี่ที่กว้างที่สุดสำหรับสัญญาณอินพุตที่มีค่าสูงกว่าเทรชโฮลด์โวลต์เดจ จะสามารถรักษาระดับล็อกจิก "0" ที่เอาต์พุตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำไปใช้งาน

สำหรับการประยุกต์ใช้ที่มีประสิทธิภาพ ส่วนมากจะทำตามขั้นตอน 3 ขั้นตอนสำหรับการเลือกอุปกรณ์ภายนอก (R1, C2, และ C3) ดังนี้

การออกแบบ R1 และ C1 สำหรับ f_0 ที่ต้องการ (ข้อควรระวัง 2-20 k เพื่อให้ได้เสถียรภาพของอุณหภูมิที่ดีที่สุด)



รูปที่ 18 แสดงการต่อวงจรของ NE567

เลือกสัญญาณ 400 Hz (สัญญาณแมวกกรน) $\Rightarrow f_0 = 400 \text{ Hz}$

เลือก $C1 = 1 \text{ F}$ จาก $R1 = 1.1/f_0 * C1$

$$= 1.1/(400 \text{ Hz})(1 \text{ uF})$$

$$= 2750 \Omega$$

เลือกตัวเก็บประจุโวลต์ฟาสฟิเคเตอร์ (C2) โดยหาจากค่าดีเทคชัน แบนด์วิดท์กับสัญญาณอินพุต

สำหรับ $f_0 = 400 \text{ Hz}$ เลือก $C2 = 1 \text{ F}$, $V1 = 200 \text{ mVms}$

$$\text{จาก } BW = 1070 V1/f_0 * C2$$

$$= 1070 (200 \text{ mV})/(400 \text{ Hz})(1 \text{ uF})$$

$$= 23.9 (\% \text{ ของ } 400 \text{ Hz})$$

$$BW = 400 \text{ Hz} + 95.7 \text{ Hz}$$

$$= 304 - 496 \text{ Hz}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นคือ สามารถครอบคลุมสัญญาณบีซีโทนด้วย C3 มีหน้าที่เซตค่าแบนด์วิดของวงจรวอร์พาสฟิลเตอร์ (Set Band Edge Of Low Pass Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณแทรกซ้อน (Spurious Output) ออกไปค่าของ C3 โดยทั่วไปไม่ต้องระวังในการเลือกนัก แต่ถ้า C3 มีค่าน้อยมาก ความถี่นอกแถบคิเทคชั้นแบนด์จะมีผลไปเปลี่ยนสถานะของเอาต์พุตให้เปิดและปิด ช่วงความถี่ที่ดีที่สุด (Best frequency) มีผลทำให้เอาต์พุตเป็นพัลส์เปิดและปิดระหว่างที่เคทรานเซียนช่วงเปิด (Transcient) หรือถ้า C3 มีค่ามากเกินไปสภาวะเปิดและปิดของเอาต์พุตจะถูกหน่วงไว้จนกว่าโวลต์เดจคร่อม C3 มีค่ามากกว่าเทรชโฮลด์โดยปกติค่าของ C3 จะต้องไม่ต่ำกว่า 2C2

$$\text{สำหรับ } f_0 = 400 \text{ Hz, } C2 = F$$

$$\text{ได้ } C3 < 2C2 = 2 \mu\text{F}$$

ในทางปฏิบัติ : กรณีความถี่ $f_0 = 400 \text{ Hz}$ ใช้ $C1 = 1 \text{ F}$ แบบอิเล็กโตรไลต์ หากค่า $R1$ โดยใช้ตัวต้านทานที่ปรับค่าได้ แบบ 25 รอบที่มีค่า 20 K ปรับจน f_0 เท่ากับ 400 Hz วัดเอาต์พุตจากขา 6 (ยังไม่มีการต่อสัญญาณอินพุต) ซึ่งเป็นสัญญาณสามเหลี่ยม (Triangle) ดูว่ามีความถี่เท่ากับ f_0 หรือยัง วัดความต้านทาน $R1$ ได้เท่ากับ 2.4 K ซึ่งน้อยกว่าที่คำนวณไว้ (2.75 K) 12.7% อาจเป็นเพราะ $C1$ อิเล็กโตรไลต์มีค่าผิดพลาดมากกว่าความเป็นจริง

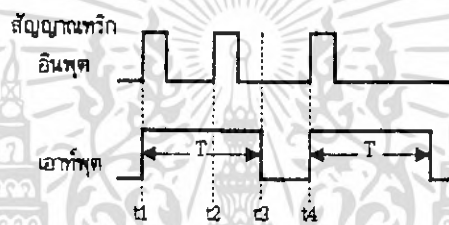
วงจรมอนอสเตเบิล

วงจรมอนอสเตเบิลมีหลายแบบ (Monostable Multivibrator) หรือบางครั้งอาจเรียกว่า วงจร “One-Shot” เป็นวงจรที่สามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท ยกตัวอย่างเช่น ใช้เป็นวงจรช่วยกำจัดสัญญาณรบกวนในระบบสัญญาณดิจิทัล หรือเป็นวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างตามต้องการ หรือเป็นวงจรตั้งเวลาต่าง ๆ และอื่น ๆ อีกมาก คำว่า “มอนอสเตเบิล” นั้นหมายถึงว่า วงจรนั้นจะมีสถานะของเอาต์พุตเดียวเท่านั้นที่เสถียรอยู่ได้ ซึ่งอาจจะมีสภาวะลอคจิกเป็น “สูง” หรือ “ต่ำ” แล้วแต่การออกแบบวงจรการทำงานของวงจรมอนอสเตเบิลนั้นโดยปกติแล้วเอาต์พุตจะอยู่ที่สถานะที่เสถียรนั่นเองแต่เมื่อมีสัญญาณพัลส์เข้ามากระตุ้นทางอินพุต จะทำให้เอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นตรงข้าม ซึ่งจะคงสถานะนั้นอยู่ในช่วงเวลาหนึ่งที่สามารถกำหนดได้จากการออกแบบวงจรแล้วจึงเปลี่ยนกลับมาสถานะเดิมที่เสถียรอีกครั้งหนึ่ง

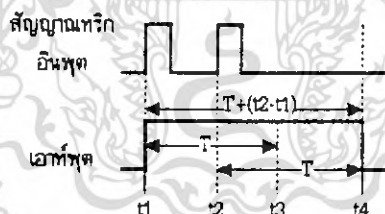
วงจรมอนอสเตเบิลแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ แบบรับการกระตุ้นซ้ำ (Retriggerable) และแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ (Non-Retriggerable) ซึ่งทั้งสองแบบมีหลักการทำงานคล้ายกัน แต่ต่าง

กันที่การบริการกระตุ้นของอินพุตซ้ำหรือไม่ โดยจะกล่าวถึงหลักการทำงานและประโยชน์ในการใช้งานภายหลัง

ในรูปที่ 19 และ 20 แสดง ถึงจังหวะการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิลทั้งสองแบบ ซึ่งจะให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างกันได้ชัดเจน โดยในรูปที่ 1 เป็นแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ สถานะเดิมของเอาต์พุตจะเป็นลอจิก “ต่ำ” เมื่อมีพัลส์มากระตุ้นทางอินพุตที่เวลา t_1 เอาต์พุตจะเปลี่ยนสถานะจากเดิมในทันทีเป็นลอจิก “สูง” และจะคงสถานะเช่นนั้นอยู่ในช่วงเวลา T ที่สามารถกำหนดได้จากวงจร เมื่อพ้นช่วงเวลา T ไปแล้ว เอาต์พุตก็จะกลับมาสู่สถานะเดิมและจะคงอยู่เช่นนั้นต่อไปจนกระทั่งมีพัลส์มากระตุ้นทางอินพุตครั้งต่อไป (เมื่อเวลา t_4)



รูปที่ 19 จังหวะการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำ



รูปที่ 20 จังหวะการทำงานของวงจร โมโนสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ

คุณสมบัติที่สำคัญของโมโนสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำนี้ จากรูปที่ 19 จะเห็นได้ว่าที่จังหวะเวลา t_2 จะมีพัลส์มากระตุ้นทางอินพุตครั้งที่สองแต่ในขณะนั้นเอาต์พุตยังอยู่ในสถานะลอจิก “สูง” อยู่เนื่องจากยังไม่ครบช่วงเวลา T ผลของการกระตุ้นในครั้งที่สองนี้ จะไม่มีผลอย่างใดกับวงจรทั้งสิ้น แต่เมื่อพ้นช่วงเวลา T ไปแล้วหากมีพัลส์เข้ามาอีกก็จะรีเซ็ตการกระตุ้นนั้น เช่น ที่เวลา t_4 นั้นก็หมายความว่าการทำงานของโมโนสเตเบิลแบบนี้จะไม่ยอมรับการกระตุ้นซ้ำ ถ้าหากการทำงานของวงจรเนื่องจากการกระตุ้นครั้งแรกยังไม่สิ้นสุดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานอย่างหนึ่งของโมโนสเตเบิลแบบนี้ก็คือ การแก้ปัญหาของการเกิด “สภาวะกระโดด” (Bounce) ของสวิทช์ เนื่องจากว่าสวิทช์เชิงกลทั่วไป (สวิทช์กดหรือโยก) จะมีปัญหาของการสัมผัสของหน้าสัมผัสของสวิทช์ ซึ่งในความรู้ลึกที่ทั่ว ๆ ไปจะคิดว่าการกดหรือโยกสวิทช์ครั้งหนึ่งก็น่าจะทำให้หน้าสัมผัสของสวิทช์เกิดการสัมผัสกันเพียงครั้งเดียว แต่ถ้าจะมองให้ลึกลงไปแล้วปรากฏว่าก่อนที่หน้าสัมผัสของสวิทช์จะเกิดการสัมผัสกันสนิทนั้น จะเกิดการกระโดดของหน้าสัมผัสครั้งเดียวหรือสองครั้ง หรือหลาย ๆ ครั้ง เกิดขึ้นเสมอ สิ่งนี้ถูกเรียกว่าสภาวะการกระโดดของสวิทช์นั่นเอง สภาวะนี้จะคงอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 2-5 มิลลิวินาที ซึ่งถ้านำสวิทช์นี้ไปใช้งานธรรมดาเช่น เปิด/ปิด หลอดไฟฟ้าหรือเครื่องไฟฟ้า ก็จะไม่เกิดปัญหาขึ้น แต่ถ้าใช้สวิทช์นี้ในการควบคุมหรือกำหนดสัญญาณให้แก่วงจรดิจิทัลแล้วเช่น คีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์จะเกิดปัญหาขึ้นทันที เนื่องจากพัลส์ของการกระโดดของสวิทช์นั่นเอง ทำให้แทนที่จะเกิดพัลส์เพียงลูกเดียวกลับเกิดพัลส์ถึง 2-3 ลูก ซึ่งจะทำให้การทำงานของระบบผิดพลาดไป

วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถทำได้โดยการใช้วงจรมอนอสเตเบิลแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำที่ออกแบบให้ช่วงเวลา T มีค่ามากกว่า 5 มิลลิวินาที มาต่ออนุกรมเข้ากับสวิทช์ ดังนั้นการเอาคัพของโมโนสเตเบิลจะเป็นบอจิก “สูง” เมื่อเกิดการกระโดดของสวิทช์ครั้งแรกและจะคงค้างสภาวะอยู่เช่นนั้นจนครบเวลา T ซึ่งสภาวะการกระโดดของสวิทช์ได้สิ้นสุดลงแล้ว จึงทำให้ได้พัลส์เพียงลูกเดียวตามต้องการ ซึ่งจากวิธีการนี้สามารถดัดแปลงนำไปใช้ในการจำกัดสัญญาณรบกวนในระบบสัญญาณดิจิทัลได้

จังหวะการทำงานของวงจรมอนอสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 27 ก็เช่นเดียวกันแบบแรก ช่วงเวลาที่โมโนสเตเบิลคงสภาวะที่ไม่เสถียรอยู่นั้นเป็นช่วงเวลา T ซึ่งได้รับการกระตุ้นจากพัลส์ที่เวลา t_1 โดยปกติแล้วเอาต์พุตนี้จะเปลี่ยนสภาวะกลับมาเช่นเดิม เมื่อพ้นช่วงเวลา t_1 นี้ไปแล้วคือที่เวลา t_2 แต่เมื่อเวลา t_2 ก็มีพัลส์ลูกที่ 2 เข้ามากระตุ้นอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นการเริ่มต้นการทำงานครั้งใหม่ จึงเริ่มนับช่วงเวลา T ใหม่อีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นช่วงเวลาทั้งหมดที่โมโนสเตเบิลค้างสภาวะอยู่อย่างนั้นจะเป็นช่วงเวลา $T+(t_2-t_1)$ นั่นเอง

การประยุกต์ใช้งานอย่างหนึ่งของวงจรมอนอสเตเบิลแบบนี้ได้แก่ระบบเตือนภัยของการทำงานผิดปกติของระบบที่ทำงานเป็นช่วงเวลาๆ ที่ต่อเนื่องกัน ตัวอย่างเช่นระบบเตือนภัยของการตรวจสอบการหายใจของคนไข้ในโรงพยาบาล ซึ่งการหายใจแต่ละครั้งจะให้พัลส์ไปกระตุ้นการทำงานของโมโนสเตเบิลแบบรับการกระตุ้นซ้ำนี้ที่ออกแบบให้ช่วงเวลา T มากกว่าจังหวะของการหายใจของคนปกติจะทำให้เอาต์พุตของโมโนสเตเบิลคงสภาวะเป็นลอจิก “สูง” ไปตลอด แต่ถ้าหากคนไข้มีการหายใจช้าลงกว่าปกติโมโนสเตเบิลคงสภาวะเป็นลอจิก “ต่ำ” ซึ่งจะทำให้เกิดเสียงสัญญาณเตือน ให้พยาบาลทราบได้ในทันที

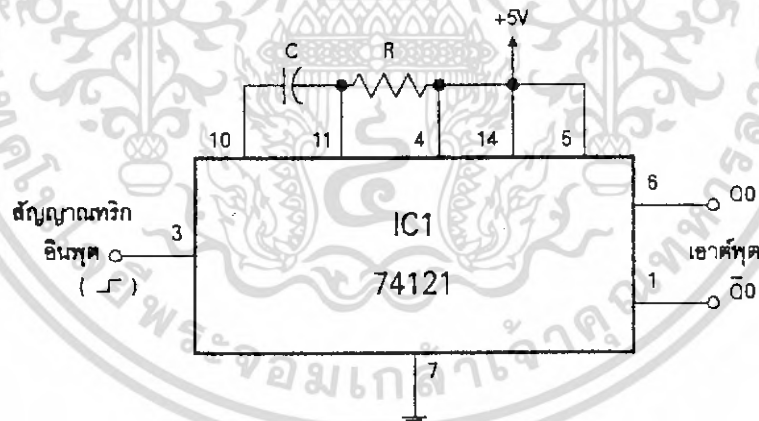
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมโนสเตเบิลจากไอซี CMOS และ TTL

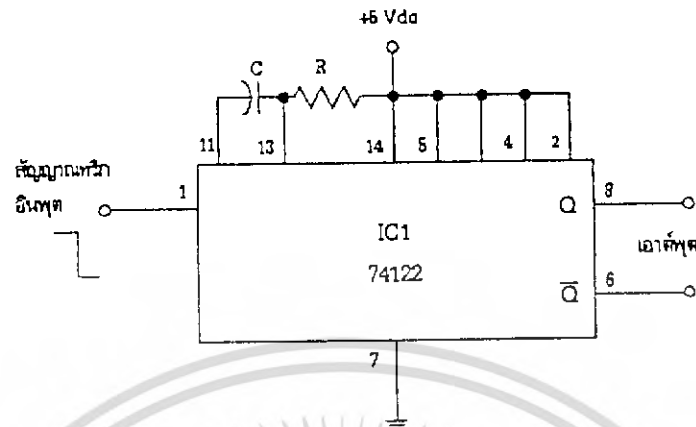
จะขอกว่าถึงการใช้ไอซี ที่ถูกออกแบบมาให้ทำหน้าที่เป็นโมโนสเตเบิลโดยเฉพาะ ซึ่งมีทั้งแบบ CMOS และ TTL ในรูปที่ 21 และ 22 แสดงถึงการใช้ TTL เบอร์ 742121 และ 74122 ตามลำดับโดยทั้งสองวงจรถูกออกแบบให้เป็นแบบไม่รับการกระตุ้นซ้ำและรับอินพุตแบบขอบขาลง ซึ่งมีช่วงเวลา $T = 0.69 \cdot R1 \cdot C1$ ยกตัวอย่าง ต้องการช่วงเวลาเป็น 10 ไมโครวินาที และเลือกค่า $C1 = 0.001 \mu F$ ดังนั้นค่าของ $R1$ ที่ใช้คือ

$$\begin{aligned} R1 &= T / 0.69 C1 \\ &= 10 \cdot 10^{-6} / 0.69 \cdot 10^{-9} \\ &= 14,493 \Omega \end{aligned}$$

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานที่มีตามท้องตลาดตาม ค่ามาตรฐานคือ 15 k Ω



รูปที่ 21 การใช้ TTL เบอร์ 74121 เป็นโมโนสเตเบิล



รูปที่ 22 การใช้ TTL เบอร์ 74122 เป็นโมโนสเตเบิล

อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง

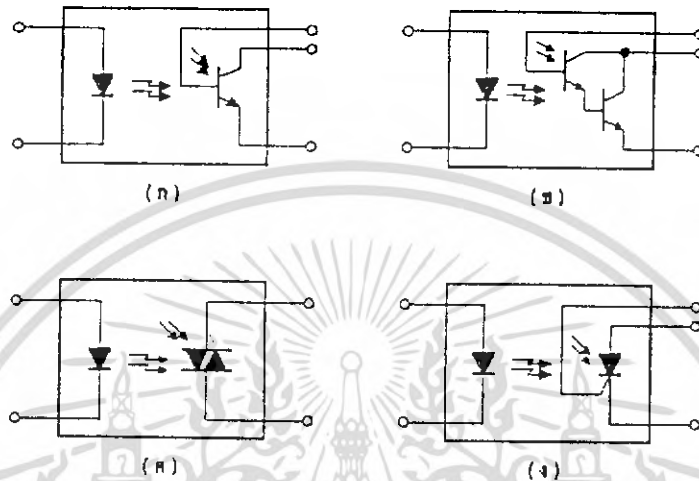
การเชื่อมต่อทางแสง (Optocoupler) สามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งสองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาต์พุตที่เป็นแรงดันค่าของวงจรทางดิจิทัลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลัปทั้งนี้เนื่องจากวงจรทางด้านดิจิทัล ไม่สามารถส่งเอาต์พุตออกเป็นแรงดันไฟกระแสสลับได้ นอกจากนี้กระแสไฟสลัปที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรทางด้านดิจิทัลนั้นสามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่าง ๆ ได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางด้านดิจิทัลจึงต้องแยกจากกันทางไฟฟ้า ซึ่งเป็นหน้าที่หลักของตัวเชื่อมต่อทางแสง ที่สำคัญตัวเชื่อมต่อทางแสง อาจจะถูกนำไปใช้ในงานซึ่งเอาต์พุตที่มีแรงดันสูงของอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดถูกป้อนเข้าสู่วงจรควบคุมที่ใช้ไมโคร โปรเซสเซอร์ ในการควบคุมการเริ่มต้นและสิ้นสุดของการทำงาน

พื้นฐานของตัวเชื่อมต่อทางแสง

ตัวเชื่อมต่อทางแสง หรือตัวแยกโดยใช้แสง (Optoisolator) เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง และตัวตรวจจับแสง โดยที่ทั้งสองชิ้นส่วนนี้แยกจากกันโดยมีฉนวนที่โปร่งใสขึ้นกลางและ ชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวถังที่บดแสง แหล่งกำเนิดแสงสำหรับตัวเชื่อมต่อทางแสงส่วนมากแล้วจะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด (Infrared emitting diode) ที่ทำจากสารแกลเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) ส่วนตัวตรวจจับหรืออุปกรณ์ภาคเอาต์พุตนั้น อาจจะเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์, โฟโตคาสิงตัน, สวิตช์สองทิศทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นและเอสซีอาร์ที่ถูกระตุ้นด้วยแสง ในรูปที่ 23 ได้แสดงให้เห็นถึงสัญลักษณ์ของวงจรชนิดต่าง ๆ สัญญาณจะถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งระหว่างชั้นส่วนทั้งสองชั้น ที่แยกจากกันทางไฟฟ้าโดยอยู่ในรูปของสัญญาณแสง โดยที่ชั้นส่วนทั้งสองนี้ ไม่สามารถสลับหน้าที่กันได้และมีการเชื่อมโยงทางไฟฟ้าระหว่างชั้นส่วนทั้งสองนี้ สัญญาณที่ถูกส่งผ่านจึงมีได้ในทิศทางเดียวเท่านั้น



รูป ก. เอาต์เป็นโฟโตทรานซิสเตอร์

รูป ข. เอาต์เป็นโฟโตคาร์ลิงตัน

รูป ค. เอาต์เป็นสวิทช์สองทิศทางเมื่อมีแสงมากระตุ้น

รูป ง. เอาต์เป็นเอสซีอาร์ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง

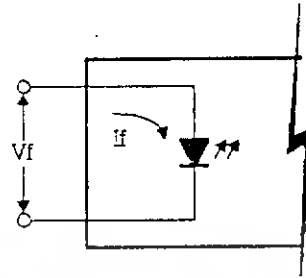
รูปที่ 23 ตัวเชื่อมโยงทางแสงแบบต่าง ๆ

คุณสมบัติต่าง ๆ

เนื่องจากเราสนใจเฉพาะวงจรความถี่ต่ำ จึงจำกัดวงเฉพาะตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงของอุปกรณ์เหล่านี้ ตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกเป็นอินพุต เอาต์พุต และ อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส (Current transfer ratio) อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุตต่อกระแสเอาต์พุตของตัวเชื่อมโยงทางแสง หรือเรียกว่าไบแอส ส่วนใหญ่จะแทนด้วยตัวอักษรกรีก คืออีต้า (η) ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด และช่องว่างระหว่างชั้นส่วนของอินพุต และเอาต์พุต โดยที่พื้นที่ความไว (Sensitivity) และอัตราขยายของตัวตรวจจับก็มีบทบาทที่สำคัญเช่นกันตัวแปรอินพุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด ได้แก่กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (I_F) แรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอส

ตรง (V_F) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้ เมื่อได้รับไบแอสกลับ (V_R) ดังแสดงในรูปที่ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 24 ชิ้นส่วนอินพุตของตัวเชื่อมต่อทางแสงโดยส่วนใหญ่
เป็นไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดทำมาจากสารกึ่งตัวนำแกลเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs)

เนื่องจากตัวแปรเอาต์พุตทางด้านไฟฟ้ากระแสตรง และตัวแปรส่งถ่าย (Transfer parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในตัวเชื่อมต่อทางแสง ตัวเชื่อมต่อทางแสงที่ใช้โฟโตรีซิสตันนั้นมีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างคอลเลกเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้นแสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอนและโฮลขึ้นมา เกิดการนำกระแสในตัวแปรสำหรับตัวเชื่อมต่อทางแสงชนิดโฟโตรีซิสตัน และโฟโตรีซิสเตอร์ มีดังนี้

I_C : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านคอลเลกเตอร์ (เอาต์พุต)

$V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากขาคอลเลกเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากขาคอลเลกเตอร์ไปยังขาอิมิตเตอร์

$V_{(BR)ECO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากขาอิมิตเตอร์ไปยังขาคอลเลกเตอร์

ตัวเชื่อมต่อทางแสงที่ใช้สวิทช์สองทิศทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นปี ฆาค เอาต์พุตนั้น ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานซึ่งต้องการการแยกการทรัก หรือกระตุ้นตัวไดรแอค การแยกสวิทช์ทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดกระแสต่ำ และการแยกกันทางไฟฟ้ามีค่าสูง สำหรับอุปกรณ์ชนิดนี้มีตัวแปรที่สำคัญดังนี้

$I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแสอาร์เอ็มเอสสูงสุดขณะอยู่ในสถานะที่ทำงาน (On State)

V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำ ๆ ระหว่างขั้วเอาต์พุตเมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน (Repetitive Off-State Output Terminal Voltage)

I_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (Peak voltage) เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

ตัวเชื่อมต่อทางแสงที่ใช้เอสซีอาร์ ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสงนั้น ถูกออกแบบมาสำหรับใช้งานที่ต้องการการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูงระหว่างวงจรด้านแรงดันต่ำ ซึ่งใช้ไอซี และทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสกลับแรงดันสูงตัวแปรที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เอสซีอาร์ ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง มีดังนี้

$I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแสอาร์เอ็มเอสสูงสุดเมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำ ๆ ระหว่างขั้วเอาต์พุตเมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน

V_{RM} : เป็นค่าแรงดันย้อนกลับสูงสุด

ตัวแปรของการส่งผ่านของตัวเชื่อมต่อทางแสงนั้น เป็นการวัดอัตราส่วนของการส่งกระแสระหว่างชิ้นส่วนอินพุต และเอาต์พุตสำหรับตัวเชื่อมต่อทางแสงที่ใช้โฟโตรีซิสเตอร์และโฟโตรีซิสเตอร์ ดังนั้นมีค่าตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

C_{TR} : เป็นอัตราส่วนต่ำสุดระหว่างกระแสเอาต์พุตของคอลเลกเตอร์สูงสุดต่อกระแสไดโอดที่ค่า V_{CE} และ I_F ที่กำหนด

$V_{CE(sat)}$: เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างขาคอลเลกเตอร์และขาอีมิเตอร์

สำหรับตัวเชื่อมต่อทางแสงที่ใช้สวิตช์สองทิศทาง ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นและแบบที่ใช้เอสซีอาร์นั้นมีตัวแปรที่สำคัญ ดังนี้

I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดสูงสุด ซึ่งต้องการใช้เพื่อคงสถานะให้เอาต์พุตค้างไว้

I_H : เป็นค่ากระแสฮีด (Holding current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาต์พุตเพื่อที่จะยังคงสถานะค้างเอาไว้

คุณสมบัติต่าง ๆ สำหรับตัวเชื่อมต่อทางแสงสามชนิด คือ เบอร์ 4N33, 4N26 และ ได้แสดงในตารางที่ 5 ตารางที่ 6 และตารางที่ 7 ตามลำดับ

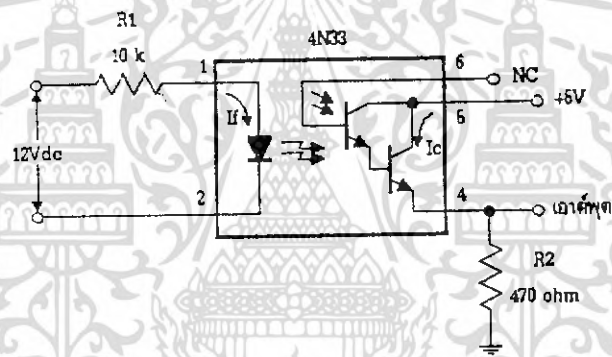
		ตัวนำจุด	ตัวเปิด	ตัวนำจุด	หน่วย
อินพุต	I_F			80	มิลลิแอมป์
	$V_F (I_F = 10\text{mA})$		1.2	1.5	โวลต์
	V_R			3	โวลต์
เอาต์พุต	I_C	30		100	มิลลิแอมป์
	$V_{(BR)CBO}$	30			โวลต์
	$V_{(BR)CEO}$	30			โวลต์
	$V_{(BR)ECO}$	5			โวลต์
ตัวแปรเชื่อมต่อ	$I_C (I_F = 10\text{mA}, V = 10\text{V})$	50			มิลลิแอมป์
	$V_{CE(sat)} (i_f = 8\text{mA}, I_C = 2\text{mA})$			1.0	โวลต์

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของเบอร์ 4N33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเปลี่ยนระดับแรงดัน

เมื่อต้องการให้วงจรทางด้านดิจิทัลรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งมีค่าแรงดันสูงจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนระดับแรงดันของสัญญาณให้อยู่ในระดับลอจิก 5 โวลต์ ถ้าสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณไฟตรงก็สามารถที่จะเชื่อมต่อกับวงจรลอจิก ได้โดยใช้ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง โดยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับทางไฟฟ้าระหว่างวงจรทั้งสองส่วน (วงจรทั้งสองจะไม่ใช่สายกราวด์ร่วมกัน) ประโยชน์ของการแยกวงจรทั้งสองออกจากกันก็คือสัญญาณรบกวนใด ๆ หรือแรงดันที่เป็นขดแหลม (Spike Voltage) ที่เกิดจากสายกราวด์ของวงจรภายนอก จะไม่เข้าไปเกิดขึ้นในสายกราวด์ของวงจรลอจิกเลย นอกจากนี้ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงยังสามารถใช้เพื่อเปลี่ยนสัญญาณไฟสลับ เป็นระดับสัญญาณลอจิก 5 โวลต์ได้ ในขณะที่เดียวกันก็จะแยกวงจรลอจิกออกแรงดันไฟกระแสสลับที่มีค่าสูงด้วย



รูปที่ 25 วงจรกระตุ้นอินพุตของเกทแบบทีทีแอล

ในรูปที่ 25 แสดงถึงการใช้งานตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง ซึ่งอินพุตเป็นไฟตรงแรงดัน 12 โวลต์จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในระดับลอจิก 5 โวลต์ จะเห็นว่าในวงจรใช้ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงเบอร์ 4N33 เมื่ออินพุตมีค่าแรงดันเป็น 12 โวลต์ จะทำให้เอาต์พุตของตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงเป็นระดับลอจิก “1” ในขณะที่สัญญาณรบกวนที่มีลักษณะเหมือนกัน (Common-mode noise) จะถูกกำจัดไปโดยไดโอดที่อินพุตของตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง เมื่อสัญญาณขนาด 12 โวลต์ถูกป้อนเข้าสู่อินพุตของตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงจะเกิดกระแสไหลผ่าน R_1 และ ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด กระแสที่เกิดขึ้นจะไปทำให้ไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดสว่างขึ้น และแสงที่เกิดขึ้นจะไปตกกระทบบรอยต่อระหว่างคอลเลกเตอร์และเบสของโฟโตไดโอดถึงันทำให้มันทำงานขึ้นมา สาเหตุที่ใช้ เอาต์พุตเป็นโฟโตไดโอดถึงันก็เนื่องมาจากมีค่าอัตราการส่งผ่านกระแสสูงสุดทำให้มีกระแสเพียงพอไหลผ่านต้านทาน R_2 เพื่อให้เกิดแรงดันที่เอาต์พุต อยู่ในระดับลอจิก “1” โดยที่สัญญาณเอาต์พุตนี้สามารถจะใช้ขับอินพุตของลอจิกเกทต่าง ๆ ได้ เมื่อนำเอาแรงดัน 12 โวลต์ ออกจะทำให้โฟโตไดโอดถึงันหยุดทำงาน และ R_2 จะดึงเอาต์พุตให้มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น "0" ในวงจรสวิตช์ที่มีความเร็วต่ำ ขาเบสที่เป็นอินพุตของโฟลต์คาร์ลิงตันและโฟลต์ทรานซิสเตอร์ปกติแล้วจะไม่ได้ต่อใช้งาน อย่างไรก็ตาม สำหรับวงจรที่ต้องการความเร็วสูงจะใช้ขาเบส ที่เป็นเอาต์พุตนี้เพื่อเพิ่มความเร็วของการสวิตช์ สำหรับอินพุตที่เป็นระดับสัญญาณไฟกระแสตรงที่หลายระดับค่าแรงดัน ค่าของ R_2 ถูกกำหนดด้วยตัวแปรอินพุตของวงจรถอดจิกเกทที่จะป้อนเข้าไป ค่าของ R_2 หาได้โดย

$$R_2 < (V_{IL}/I_L)$$

โดยที่ V_{IL} เป็นค่าแรงดันของเกทเมื่อระดับแรงดันอินพุตอยู่นวลจิก "0" และ I_L เป็นกระแสเกทเมื่ออินพุตอยู่ในลจิก "0" เช่นกัน

ค่าของ R_1 หาได้จากกราฟกระแสคอลเลกเตอร์ (I_C) ก่อน

$$I_C = (V_{TH} / R_2)$$

โดยที่ V_{TH} เป็นระดับแรงดันอินพุตลจิก "1" เพื่อป้อนเข้าสู่เกท และ R_2 เป็นค่าความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม ขึ้นต่อไปก็หาค่าของกระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (I_F)

$$I_F = (I_C / \eta)$$

เมื่อ η เป็นค่าอัตรากำผ่าน กระแสของตัวเชื่อมต่อทางแสง สามารถหาได้จาก ตารางแสดงคุณสมบัติของตัวเชื่อมต่อทางแสงนั้น ๆ ดังในตารางที่ 5 โดยดูจากหัวข้อ I_C ในช่องตัวแปรเชื่อมต่อ จะได้ว่า

$$\eta = (I_C / I_F) = (50/10) = 5$$

ดังนั้น จะหาค่า I_F ได้และจะได้ค่าของ R_1 โดยได้จาก

$$R_1 = (V_{IN} - V_F) / (I_F)$$

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่า R_1 และ R_2 ในวงจรรูปที่ 25 โดยสมมติว่าไปต่อกับลจิกเกทตระกูลนี้ มีค่าตัวแปรอินพุตคือ $V_{IL} = 0.8$ โวลต์ $V_{IH} = -1.6$ มิลลิแอมป์ ดังนั้นจะหาค่า R_2 ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_2 < (V_L / I_L) = (0.8)/(1.6 \times 10^{-3}) < 500 \Omega$$

เลือกค่าของ R_2 เป็นค่าของตัวต้านทานที่มีค่ามาตรฐานใกล้เคียง โดยที่มีค่าน้อยกว่า 500 โอห์มซึ่งเท่ากับ 470 โอห์ม เมื่อหาค่า R_2 ได้แล้ว จะใช้ค่า R_2 นี้ในการหาค่ากระแสคอลเลกเตอร์ได้ ดังนี้

$$I_C = (V_{IH} / R_2) = 2/470 = 4.3 \text{ mA}$$

เมื่อระดับแรงดันอินพุตลอจิก “1” เท่ากับ 2 โวลต์ และ ค่า R_2 เท่ากับ 470 โอห์ม ค่าของ I หาได้จาก

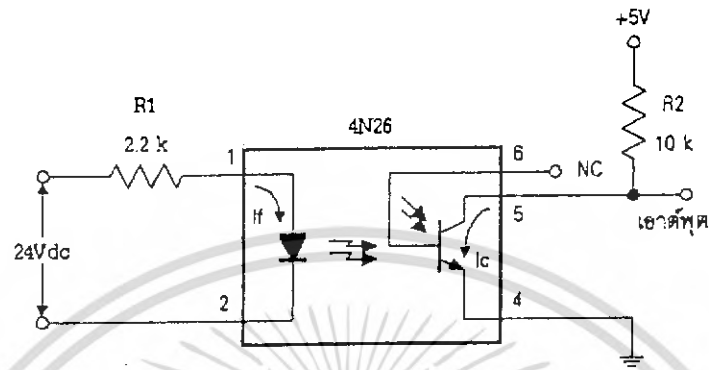
$$I_F = (I_C / \beta) = 4.3/5.0 = 1 \text{ mA}$$

ในตารางที่ 5 ที่ค่า I_F ในช่องอินพุต และ I_C ในช่องเอาต์พุต ค่าทั้งสองตัวนี้จะต้องไม่เกิน อัตราสูงสุดของเบอร์ 4N33

ค่าของ R หาได้จาก

$$R_1 = (V_{in} - V_F) / (I_F) = (12 - 1.2) / (1 \times 10^{-3}) = 10.8 \text{ k}\Omega$$

ค่าของตัวต้านทานทั่วไปที่ใกล้เคียงที่สุดกับที่คำนวณได้คือ 10 กิโลโอห์ม โดยการลดค่าของ R_1 จะเป็นการเพิ่มผลของการถ่วง (Loading Effect) สัญญาณจากแหล่งกำเนิด และลดค่าประสิทธิภาพของการส่งผ่าน ตัวอย่าง ในวงจรคล้ายกันเมื่อเลือกค่า R_1 ที่ให้ค่ากระแส I_F เท่ากับ 20 มิลลิแอมป์อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแสจะเหลือ เพียง 46 %



รูปที่ 26 ขาเบสของตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงเบอร์ 4N26 ใช้ต่อเพื่อเพิ่มความเร็วของการสวิทช์

วงจรในรูปที่ 26 จะเปลี่ยนอินพุตขนาดแรงดัน 24 โวลต์ ไปเป็นเอาต์พุตขนาด 5 โวลต์ ที่มีขั้วกลับกัน (Invert) ซึ่งหมายความว่า เมื่ออินพุตมีค่าสูงจะทำให้เอาต์พุตมีค่าต่ำ เมื่อป้อนสัญญาณขนาด 24 โวลต์ เข้าไปจะเกิดกระแสไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรด แสงที่เปล่งออกมาจะไปตกกระทบกับโฟโตรีซิสเตอร์ทำให้เกิดการนำกระแสขึ้น เนื่องจากเอาต์พุตนั้นต่อมาจากขาคอลเลกเตอร์ จึงได้เป็นค่าแรงดันระดับลอจิก “0” เมื่อต่อไปเข้าอินพุตของลอจิก เมื่อนำสัญญาณอินพุตออกไปจะทำให้โฟโตรีซิสเตอร์หยุดนำกระแสและ R_2 จะดึงให้เอาต์พุตเป็นลอจิก “1” การใช้ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงเบอร์ 4N33 ก็เนื่องจากมีค่าแรงดัน อิมิตเตอร์ระหว่างขาคอลเลกเตอร์และอิมิตเตอร์ ($V_{CE(sat)}$) ต่ำ ในตารางที่ 6 จะแสดงให้เห็นคุณสมบัติต่างๆ ของเบอร์ 4N26

		ค่าตัวเลข	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
อินพุต	I_F			80	มิลลิแอมป์
	$V_F (I_F = 10\text{mA})$		1.1	1.5	โวลต์
	V_R			3	โวลต์
เอาต์พุต	I_C			100	มิลลิแอมป์
	$V_{(BR)CBO}$	70			โวลต์
	$V_{(BR)CEO}$	30			โวลต์
	$V_{(BR)ECO}$	7			โวลต์
ตัวแปร เชื่อมโยง	$I_C(I_F = 10 \text{ mA}, V = 10 \text{ V})$	20			มิลลิแอมป์
	$V_{CE(sat)}(i_f = 50 \text{ mA}, I_C = 2 \text{ mA})$		0.1	0.5	โวลต์

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของเบอร์ 4N26

ค่าความต้านทาน R_2 ไม่ได้จำเพาะเจาะจง ส่วนค่าของ R_1 ที่กำหนดมาสำหรับอินพุตที่มีระดับแรงดันใด ๆ หาได้จาก

เมื่อ

$$R_1 = (V_{IN} - V_F) / (I_F)$$

$$I_F = \{ [(V_{CC} - V_{CE(sat)}) / (R_2) - I_{IL}] / \eta \}$$

ค่าของ I_F จะเป็นตัวรับประกันว่าตัวโฟโต้ทรานซิสเตอร์ จะเกิดการอิ่มตัวขึ้น ค่าของ R_1 เมื่ออินพุตมีแรงดัน 24 โวลต์ เท่านั้น สามารถหาได้ง่าย สมมติว่าเกทที่จะนำไปขับเป็นเป็นไอซีที่ทีแอลคระกุล 7400 เนื่องจาก R_2 มีค่า 10 กิโลโอห์ม และเกทต้องการกระแสอินพุต I_{IL} เท่ากับ -1.6 มิลลิแอมป์ ดังนั้น

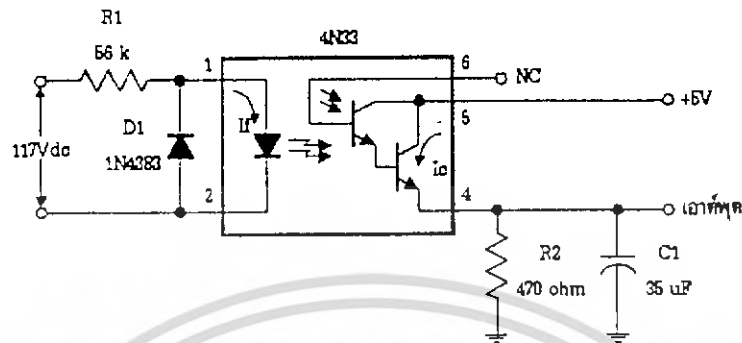
$$I_F = \{ [(5 - 0.4) / (10,000) + 0.0016] / 0.20 \} = 10 \text{ mA}$$

เมื่อได้ค่า I แล้วสามารถคำนวณ หาค่า R ได้

$$R_1 = (24 - 1.1) / (10 \times 10^{-3}) = 2.3 \text{ K}\Omega$$

ค่ามาตรฐานที่มีใกล้เคียง คือ 2.2 K Ω

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27 วงจรไม่กลับสัญญาณซึ่งใช้เปลี่ยนแรงดัน ไฟสลับ 117 โวลต์ มาเป็นระดับลอจิก 5 โวลต์

วงจรไม่กลับสัญญาณ (Non - Inverteng Circuit) ซึ่งจะเปลี่ยนสัญญาณไฟสลับขนาด 117 โวลต์ให้เป็นระดับลอจิก 5 โวลต์ แสดงให้เห็นในรูปที่ 41 เมื่อป้อนอินพุตขนาด 117 โวลต์เข้าไป จะเกิดกระแสไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงอินฟราเรดในช่วงครึ่งไซเคิลบวก และผ่านไดโอด D_1 ในช่วงครึ่งไซเคิลลบ นอกจากนี้ D_1 ยังทำหน้าที่ จำกัดแรงดันไปแอสกลับ (V_R) ไม่ให้เกิน 0.7 โวลต์ อีกด้วย ในระหว่างครึ่งไซเคิลบวกนั้น โฟโตรีสตีทิงตันจะนำกระแส ซึ่งทำให้เกิดแรงดันไฟตรง แบบ กระเพื่อมตกคร่อม R_2 ซึ่งจะถูกรองให้เรียบโดยตัวเก็บประจุ C_1 แรงดันที่ตกคร่อม C_1 จะทำให้อินพุตของเกาท์พุทค่าสูง และเมื่ออินพุตไฟสลับถูกนำออกไป โฟโตรีสตีทิงตันจะหยุดนำกระแส แรงดันที่ตกคร่อม C_1 จะตกลงไปเนื่องจากตัวเก็บประจุจะคายประจุผ่าน R_2 ดังนั้น R_2 จะดึงให้อินพุตของเกาท์พุทค่าต่ำ

การใช้งานขาคับลัสเตอร์ (Sound Blaster)

ขาค์การ์ด (Sound Card) หรือที่เรียกทั่วไปว่า ขาค์บัสเตอร์ ตามชื่อย่อ เป็นการ์ดวงจรที่นำมาประกอบในซีพียูเพื่อขยายขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณเสียง เช่น การบันทึก (Record) เสียงจากไมโครโฟนเก็บเป็นสัญญาณดิจิทัล, การเล่นเสียง (Playback) จากข้อมูลดิจิทัล, การปรับแต่งเสียง เป็นต้น ซึ่งการทำงานจะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่สั่งงาน ในโครงการนี้ จะใช้ขาค์บัสเตอร์ ในส่วนของการเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นข้อมูลดิจิทัล เพื่อที่จะใช้ในการประมวลผลทางดิจิทัล (Digital Processing)

ในการบันทึกเสียง เราจะใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป “เวฟสตูดิโอ (Wave Studio)” คู่กับการ์ดขาค์บัสเตอร์ในการสร้างเวฟไฟล์ (Wave File) ซึ่งลักษณะของเวฟไฟล์ สามารถมีหลายรูปแบบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบขึ้นอยู่กับค่าตัวเลือก (parameter) ของรูปแบบการบันทึก ซึ่งใช้กระบวนการพัลส์โค้ดมอดูเลชัน (PCM : Pulse Code Modulation) รูปแบบการบันทึกมีดังต่อไปนี้

1. บันทึกแบบสเตอริโอ (Stereo) หรือ โมโน (Mono)

- แบบสเตอริโอ จะมีการแยกเสียงที่เข้ามาว่ามาจากไมโครโฟนซ้ายหรือจากไมโครโฟนขวา

- แบบโมโน จะเป็นการบันทึกแบบธรรมดา คือ เสียงเข้ามาจากไมโครโฟนตัวเดียว

2. บันทึกด้วยอัตราการแซมปลิง (Sampling Rate) ต่าง ๆ

- 11.025 กิโลเฮิร์ต

- 22.050 กิโลเฮิร์ต

- 44.100 กิโลเฮิร์ต

เมื่ออัตราการแซมปลิงยิ่งสูงจะยิ่งเก็บรายละเอียดของสัญญาณเสียงได้มาก

3. บันทึกด้วยจำนวนบิตในการบันทึกต่อ 1 แซมเปิล (Sample)

- 8 บิตต่อ 1 แซมเปิล

- 16 บิตต่อ 1 แซมเปิล

เมื่อจำนวนบิตในการบันทึกต่อ 1 แซมเปิลมากจะสามารถลดควอนไทซิงนอยส์ (Quantizing Noise) ในขบวนการที่ซีเอ็มได้ การบันทึกสามารถเก็บรายละเอียดของสัญญาณเสียงได้มากด้วยเช่นกัน

รูปแบบของเวฟไฟล์

จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป “เวฟสตูดิโอ” ในการบันทึกเสียงพูดเป็นข้อมูลดิจิทัล ทำให้ได้เวฟไฟล์ ที่มีรูปแบบของไฟล์ RIFF(Resource International File Format) ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ไฟล์ RIFF นั้นมีโครงสร้างเชิงซ้อน คือ มีลักษณะเป็นกลุ่ม (Chunk) ซึ่งภายในกลุ่มนี้ยังประกอบด้วยกลุ่มย่อยซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกัน ดังแสดงในรูปที่ 28

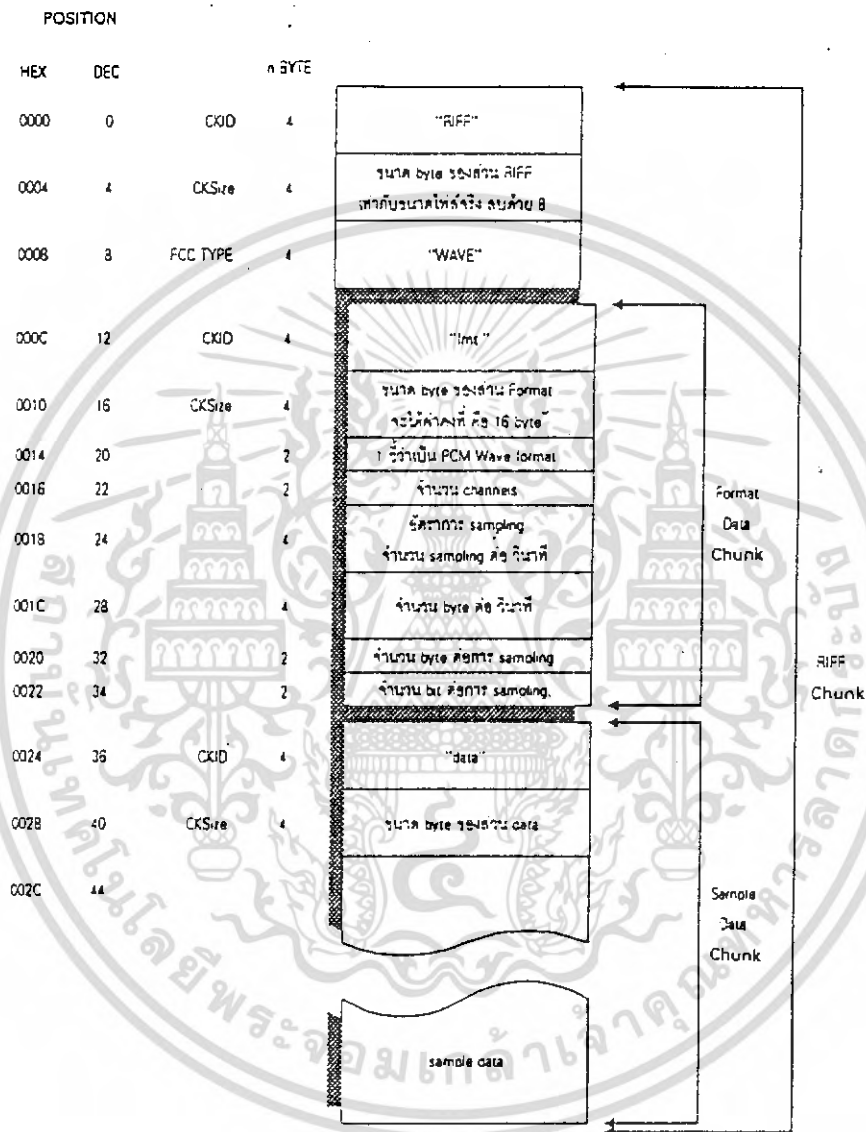
จากรูปที่ 28 จะเห็นว่า กลุ่ม RIFF (RIFF Chunk) จะเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มรูปแบบของข้อมูล (Format Data Chunk) และกลุ่มข้อมูลจากการแซมปลิง (Sample Data Chunk) ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีโครงสร้างประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชื่อกลุ่ม (CKID : Chunk Identification) เช่น RIFF, fmt_data ซึ่งมีกฎกำหนดว่าต้องมี 4 ตัวอักษร (FCC : Four Character Code) ถ้ามี 3 ตัวอักษร ก็จะต้องเพิ่มช่องว่าง (Blank) เข้าไปอีก 1 ตัวอักษร ให้รวมเป็น 4 ตัวอักษร ในกรณี fmt_

2. ตัวเลขบอกขนาดข้อมูลของกลุ่ม (CKSize : Chunk Size) มีหน่วยเป็นไบต์ (Byte) โดยจะไม่รวมไบต์ที่ใช้ไปในการเก็บชื่อกลุ่ม (CKID) แต่จะเก็บตัวเลขบอกขนาดของกลุ่มเองด้วย ตัวเลขบอกขนาดของกลุ่มจะแสดงด้วยข้อมูล 4 ไบต์ โดยไบต์ที่มีความสำคัญต่ำสุด (Least Significant Byte) จะถูกเก็บเข้าไปก่อน

3. ข้อมูลของกลุ่ม (CKData : Chunk Data) มีจำนวนไบต์เท่ากับตัวเลขที่แสดงไว้ในข้อที่ 2 เช่น ในกลุ่มรูปแบบของข้อมูล (Format Data Chunk) จะมีข้อมูลของกลุ่มเป็นรูปแบบในการบันทึกเสียง ยกตัวอย่างเช่น อัตราการแซมปลิ่ง, จำนวนบิตต่อ 1 แซมเปิล เป็นต้น หรือในกลุ่มข้อมูลจากการแซมปลิ่ง (Sample Data Chunk) จะมีข้อมูลของกลุ่มเป็นแอมพลิจูด (Amplitude) ที่ได้จากการแซมปลิ่ง



รูปที่ 28 แสดง โครงสร้างเวฟไฟล์ที่มีรูปแบบของ ไฟล์ RIFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของเวฟไฟล์

พิจารณา รูปที่ 28 ซึ่งแสดงโครงสร้างของเวฟไฟล์ ควบคู่ไปกับ รูปที่ 29 ซึ่งแสดงตัวอย่างจริงของเวฟไฟล์ mono1.wav ซึ่งมีการตั้งรูปแบบการบันทึกให้เป็นโมโน, อัตราการแซมปลิงเท่ากับ 11.025 กิโลเฮิร์ต และ จำนวนบิตที่ใช้สำหรับ 1 แซมเปิล คือ 8 บิต/1 แซมเปิล

```

Text View:  A:\mono1.Wav                               Col 0                               272 Byte

|-----CKID-----| |-----Cksize-----|
R   I   F   F   272ไบต์ - 8 ไบต์ = 00000108H
00000   52   49   46   46   #   08   01   00   00

W   A   V   E   f   m   t   (blank)
00008   57   41   56   45   #   66   6D   74   20

|-----CKSize-----| |--บ่งบอกว่า--| |--0001= โมโน--|
คิงที่ 16 ไบต์ = 0000001H   เป็นPCM   0002= สเตอริโอ
00010   10   00   00   00   #   01   00   01   00

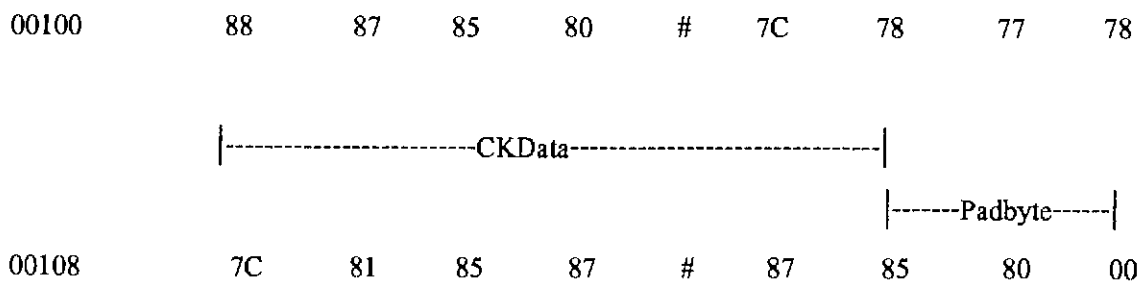
|--อัตราการแซมปลิง--| |--จำนวนไบต์ที่ถูกบันทึกใน 1 วินาที--|
11.025KHz=000002B11H   11025 ไบต์ = 00002B11H
00018   11   2B   00   00   #   11   2B   00   00

|---1 ไบต์---| |---8 บิต---| |-----CKID-----|
ต่อ 1 แซมเปิล   ต่อ 1 แซมเปิล   d   a   t   a
00020   01   00   08   00   #   64   61   74   61

|-----CKSize-----| |-----CKData-----|
272 - 44 - 1 = 227 = 000000E3H
00028   E3   00   00   00   #   7F   83   87   88
00030   86   82   7E   7A   #

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 ตัวอย่างเวฟไฟล์

กลุ่มRIFF ประกอบด้วย

- ชื่อกลุ่ม คือ R I F F แสดงด้วยรหัสแอสกี (ASCII) ได้ 52 49 46 46
- ตัวเลขบอกขนาดข้อมูลของกลุ่ม RIFF แสดงด้วย 4 ไบต์
- = จำนวนไบต์ทั้งหมดในไฟล์ - (จำนวนไบต์ที่ใช้เก็บชื่อกลุ่ม + จำนวนไบต์ที่ใช้เก็บตัวเลขบอกขนาดข้อมูล)
- = 272 ไบต์ - (4 ไบต์ + 4 ไบต์)
- = 264 ไบต์ = 00000108 H

โดยการบันทึกเก็บในไฟล์ จะบันทึกเรียงลำดับจาก ไบต์ที่มีความสำคัญต่ำสุด (Least Significant Byte) ไปหา ไบต์ที่มีความสำคัญสูงสุด (Most Significant Byte)

- ข้อมูลของกลุ่มประกอบด้วย

1. คำว่า “ W A V E ” แสดงด้วยรหัสแอสกีได้ 57 41 56 46 บ่งบอกว่าเป็นรูปแบบของไฟล์สัญญาณเสียง (Audio Wave File Format) โดยที่ตำแหน่งนี้ถ้าเป็นคำว่า MIDI, VIDEO ก็จะทำให้รูปแบบในการบันทึกแตกต่างกันออกไป

2. ส่วนของกลุ่มรูปแบบข้อมูล และกลุ่มข้อมูลจากการแซมปลิงทั้งหมด

กลุ่มรูปแบบของข้อมูล ประกอบด้วย

- ชื่อกลุ่มคือ fmt_ แสดงโดยรหัสแอสกี ได้เป็น 66 6D 74 20
- ตัวเลขบอกขนาดข้อมูลของกลุ่มรูปแบบของข้อมูล แสดงด้วย 4 ไบต์
- = จำนวนไบต์ของกลุ่มนี้ทั้งหมด - จำนวนไบต์ที่ใช้ เก็บชื่อกลุ่ม - จำนวนที่ใช้เก็บตัวเลขบอกขนาดข้อมูล
- = จำนวน ไบต์ของ ข้อมูล ของกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 &= 2 \text{ ไบต์ จากข้อมูลบ่งบอกว่าเป็น พีซีเอ็ม} \\
 &+ 2 \text{ ไบต์ จากข้อมูลบ่งบอกว่าเป็น โมโนหรือ สเตอริโอ} \\
 &+ 4 \text{ ไบต์ จากข้อมูลบ่งบอกอัตราการแซมปลิง} \\
 &+ 4 \text{ ไบต์ จากข้อมูลบ่งบอกจำนวนไบต์ที่ถูกบันทึกใน 1 วินาที} \\
 &+ 2 \text{ ไบต์ จากข้อมูลบ่งบอกจำนวนไบต์ที่ใช้บันทึกต่อ 1 แชมเปิล} \\
 &+ 2 \text{ ไบต์ จากข้อมูลบ่งบอกจำนวนบิตที่ใช้บันทึกต่อ 1 แชมเปิล} \\
 &= 16 \text{ ไบต์ คงที่} = 00000010H
 \end{aligned}$$

- ข้อมูลของกลุ่ม มีขนาด 16 ไบต์ ประกอบด้วย รูปแบบต่าง ๆ ของการบันทึกแอมพลิจูด มีโครงสร้างเรียงตามลำดับดังนี้

1. มีขนาด 2 ไบต์ เป็นข้อมูลบ่งบอกให้ทราบว่าถ้ามีค่า 0001H ข้อมูลของสัญญาณเสียงจะถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลดิจิทัลโดยใช้กระบวนการเป็นพีซีเอ็ม (Pulse Code Modulation)

2. มีขนาด 2 ไบต์ เป็นข้อมูลบ่งบอกจำนวนแชนแนล

2.1 โมโน ใช้ 1 แชนแนล = 0001H

2.2 สเตอริโอ ใช้ 2 แชนแนล = 0002H

3. มีขนาด 4 ไบต์ เป็นข้อมูลบ่งบอกอัตราการแซมปลิง

3.1 อัตราการแซมปลิง 11.025 กิโลเฮิร์ต = 00002B11H

3.2 อัตราการแซมปลิง 22.050 กิโลเฮิร์ต = 00005622H

3.3 อัตราการแซมปลิง 44.100 กิโลเฮิร์ต = 0000AC44H

4. มีขนาด 4 ไบต์ เป็นข้อมูลบ่งบอกจำนวนไบต์ที่ถูกบันทึกใน 1 วินาที

= จำนวนแชนแนล (โมโน = 1, สเตอริโอ = 2) * จำนวนแซมเปิลต่อ 1 วินาที * จำนวนบิตต่อ 1 แชมเปิล

8 บิตต่อ 1 ไบต์

5. มีขนาด 2 ไบต์ เป็นข้อมูลบ่งบอกจำนวนไบต์ที่ใช้บันทึกต่อ 1 แชมเปิล

= จำนวนแชนแนล * จำนวนบิตต่อ 1 แชมเปิล

8 บิตต่อ 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีขนาด 2 ไบต์ เป็นข้อมูลบ่งบอกจำนวนบิตที่ใช้บันทึกต่อ 1 แชมเปิล

6.1 8 บิตต่อ 1 แชมเปิล = 0008H

6.2 16 บิตต่อ 1 แชมเปิล = 0010H

กลุ่มข้อมูลจากแชนเปลิ่ง ประกอบด้วย

- ชื่อกลุ่ม คือ data แสดงโดยรหัสแอสกี ได้เป็น 64 61 74 61
- ตัวเลขบอกขนาดข้อมูลของ กลุ่มข้อมูลจากแชนเปลิ่ง แสดงด้วย 4 ไบต์
 - = จำนวนไบต์ของกลุ่มนี้ทั้งหมด - (จำนวนไบต์ที่ใช้เก็บชื่อกลุ่ม + จำนวนไบต์ ที่ใช้เก็บตัวเลขบอกขนาดข้อมูล)
 - = จำนวนไบต์ของ ข้อมูลของกลุ่ม หรือจำนวนไบต์ของข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิตอลล้วนๆ
 - = จำนวนไบต์ทั้งหมดในเวฟไฟล์ - จำนวนไบต์ในส่วนของเฮดเดอร์ (Header) - จำนวนไบต์ของแพดไบต์ (Pad Byte)
 - = 272 ไบต์ - 44 ไบต์ - 1 ไบต์
 - = 227 ไบต์ = 000000E3H

* จำนวนไบต์ในส่วนของเฮดเดอร์ทั้งหมด คือ จำนวนไบต์ 44 ไบต์แรกของเวฟไฟล์ ที่ได้กล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ ผ่านมาแล้ว ก่อนจะถึง ข้อมูลของกลุ่มข้อมูลจากการแชนเปลิ่ง

แพดไบต์ เมื่อจำนวนไบต์ของข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิตอล มีจำนวนคี่ จะมีการเพิ่ม แพดไบต์ ซึ่งภายในเก็บค่า 00H เข้าไปที่ไบต์สุดท้าย ดังแสดงในรูป 2.2 เพื่อให้ถูกต้องตามข้อกำหนดในมาตรฐาน EAIFF แต่ถ้าจำนวนไบต์ของข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิตอลเป็นจำนวนคู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องมีแพดไบต์

- ข้อมูลของกลุ่มมีจำนวนไบต์เท่ากับตัวเลขบอกขนาดข้อมูลที่ได้กล่าวในหัวข้อที่เพิ่งผ่านมา ภายในบรรจุข้อมูลสัญญาณเสียงที่เป็นดิจิตอลทั้งหมด โดยบรรจุค่าแอมพลิจูด (Amplitude) ที่ได้จากขบวนการพีซีเอ็ม

รูปแบบการบันทึก	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าที่ตำแหน่งตรงกลาง
8 บิต พีซีเอ็ม	255 (FFH)	0	128(80H)
16 บิต พีซีเอ็ม	32767(7FFFH)	-32768(-8000H)	0

รูปที่ 30 แสดงค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่ากลาง ของรูปแบบการบันทึกแต่ละอัน

แชนเนล 1	แชนเนล 2	แชนเนล 3	แชนเนล 4
แชนเนล 0	แชนเนล 0	แชนเนล 0	แชนเนล 0

(ก) การบันทึกข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิทัล ในรูปแบบ 8 บิต โมโน พีซีเอ็ม

แชนเนล 1	แชนเนล 2	แชนเนล 3	แชนเนล 4
แชนเนล 0 (ซ้าย)	แชนเนล 0 (ขวา)	แชนเนล 0 (ซ้าย)	แชนเนล 0 (ขวา)

(ข) การบันทึกข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิทัล ในรูปแบบ 8 บิต สเตอริโอ พีซีเอ็ม

แชนเนล 1	แชนเนล 2	แชนเนล 3	แชนเนล 4
แชนเนล 0 ไบต์ลำดับต่ำ	แชนเนล 0 ไบต์ลำดับสูง	แชนเนล 0 ไบต์ลำดับต่ำ	แชนเนล 0 ไบต์ลำดับต่ำ

(ค) การบันทึกข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิทัล ในรูปแบบ 16 บิต โมโน พีซีเอ็ม

แชนเนล 1	แชนเนล 2	แชนเนล 3	แชนเนล 4
แชนเนล 0 (ซ้าย) ไบต์ลำดับต่ำ	แชนเนล 0 (ขวา) ไบต์ลำดับสูง	แชนเนล 0 (ซ้าย) ไบต์ลำดับต่ำ	แชนเนล 0 (ขวา) ไบต์ลำดับต่ำ

(ง) การบันทึกข้อมูลสัญญาณเสียงดิจิทัล ในรูปแบบ 16 บิต สเตอริโอ พีซีเอ็ม

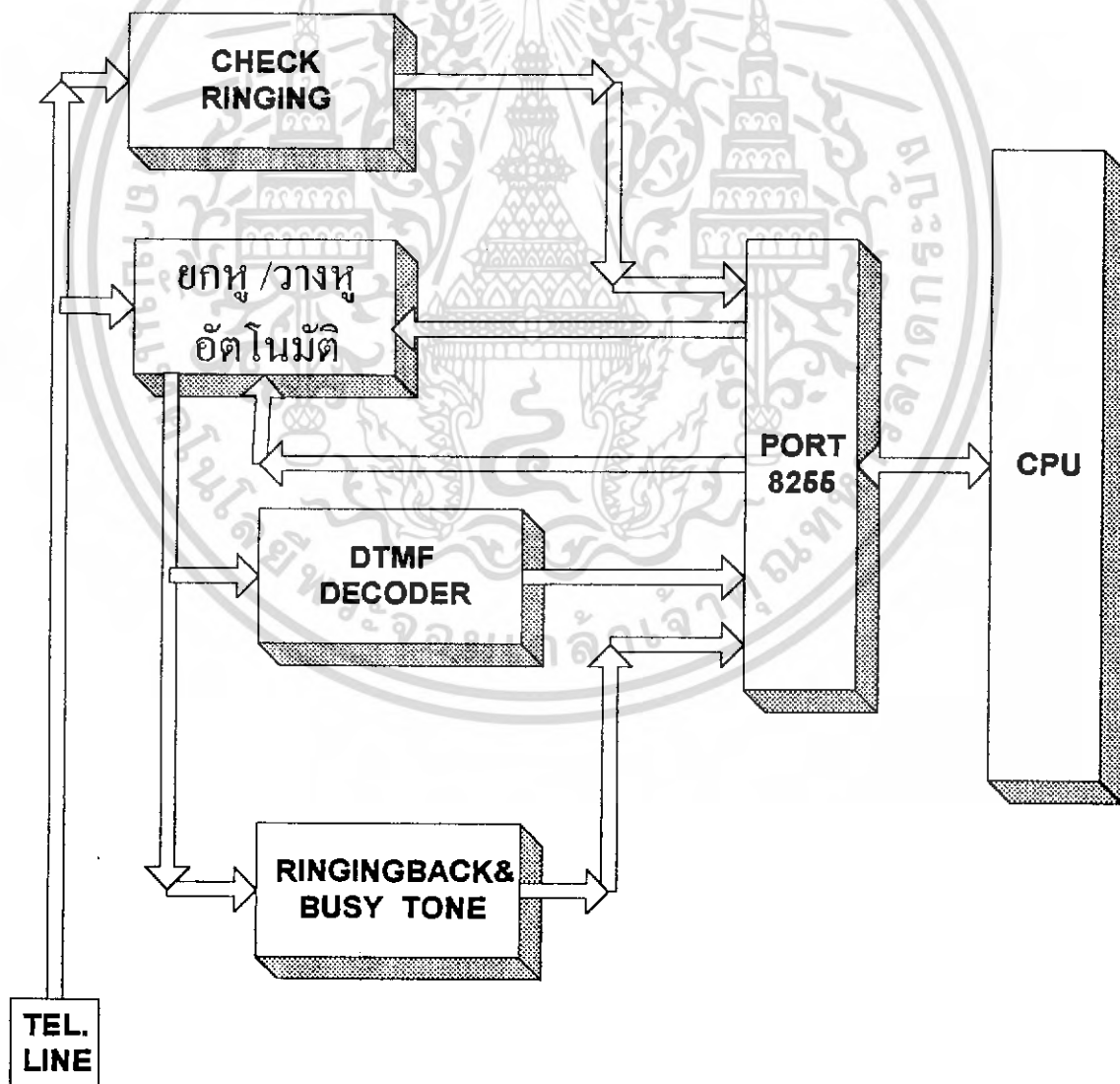
รูปที่ 30 การบันทึกข้อมูลเสียงดิจิทัลในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการทำงาน

ในโครงการนี้ได้นำเอาเครื่องโทรศัพท์มาประยุกต์ใช้ เป็นเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ ที่ต่ออยู่กับ PABX ซึ่งสามารถรับรู้และตอบสนองต่อการทำงานของ PABX ได้ ดังนั้นจึงต้องทำตัวเสมือนเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องหนึ่ง สามารถติดต่อ และเข้าใจสัญญาณต่าง ๆ จาก PABX เช่น การรับสัญญาณกระดิ่งจาก PABX การยกหู / วางหูโทรศัพท์ การถอดรหัสสัญญาณ DTMF ไปยัง PABX การตรวจสอบเครื่องถูกขยับปลายทางได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ รูปที่ 31 บล็อกไดอะแกรม อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของบล็อกไดอะแกรม

Check Ringing

ทำการตรวจจับสัญญาณ Ringing เมื่อมีการโทรเข้ามาใช้หลักการเช็คแรงดัน คือขณะที่มีสัญญาณ Ringing เข้ามาจะมีแรงไฟสถับประมาณ 110 โวลต์ จะนำเอาแรงไฟนี้ไปใช้เช็คสัญญาณ Ringing

ยกหู/วางหู อัตโนมัติ

ในส่วนนี้จะใช้หลักการของ Impedance ของคู่สายโทรศัพท์ คือขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์ นอกจากแรงไฟจะตกลงเหลือ ประมาณ 5-10 โวลต์แล้ว Impedance ของคู่สายจะมีค่าประมาณ 600 โอห์ม โดยจะใช้ Transformer Matching Impedance 600 โอห์ม มาทำการยกหูโทรศัพท์ และส่งผ่านสัญญาณไปเข้าวงจรอื่น ๆ ต่อไป

Dtmf Decoder

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ Decode สัญญาณ DTMF จากการกดเลขบนแป้นโทรศัพท์ให้เป็นเลข Binary Code Decimal เพื่อส่งต่อการประมวลผลของ Microcontroller หัวใจของส่วนนี้คือ IC MT8870

Ringing Back & Busy Tone

ส่วนของ Ringing Back & Busy Tone เป็นวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างซึ่งวงจรส่วนนี้เป็นวงจร เฟสล็อกคูลูป เมื่อมีสัญญาณสายไม่ว่างจะมีความถี่ 425 Hz และวงจรจะทำการเปลี่ยนจากความถี่ 425 Hz เป็นพัลส์ขนาด 5 โวลต์ เพื่อส่งผ่านไปยังวงจรอื่นต่อไป

ส่วนอินพุต / เอาท์พุต

ใช้ Board Control ของ ETT รุ่น ET- PC 8255 เป็นตัวรับส่งอินพุต/เอาท์พุต ที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของวงจรภายนอกไปยังส่วนประมวลผล

CPU

จะนำเอาเอาท์พุตจาก Port 8255 มาทำการประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้และส่งผลกับเอกสารผ่านทาง Port 8255 ไปออกยังอุปกรณ์ภายนอกการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

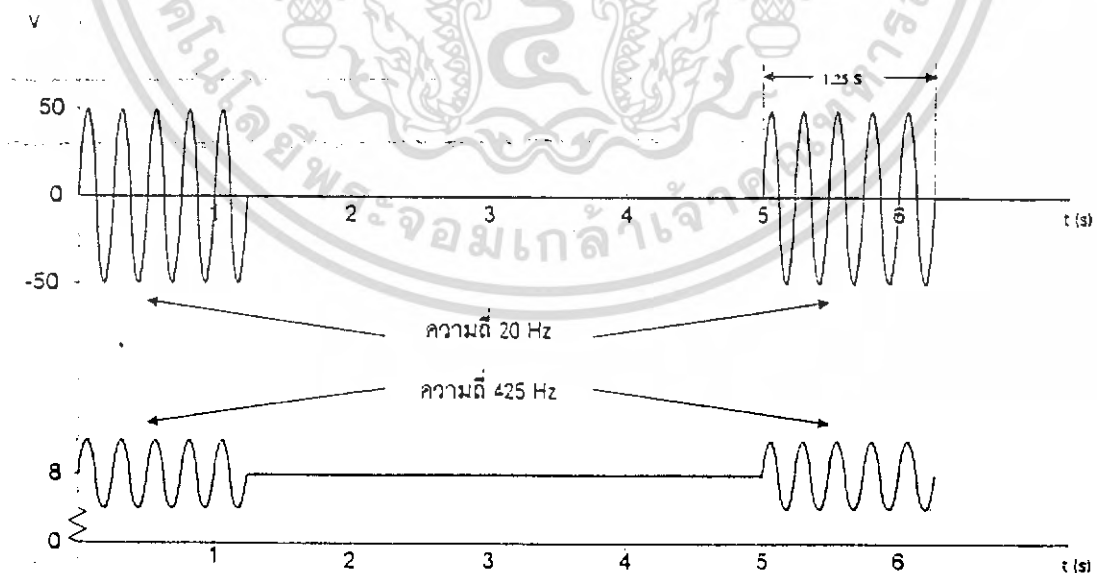
สัญญาณเสียงตอบรับ

ในการบันทึกเสียงเราจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป “เวฟสตูดิโอ (wave studio)” คู่กับการ์ดซาวด์บัสเตอร์ในการสร้างเวฟไฟล์ (wave file) ซึ่งลักษณะของเวฟไฟล์สามารถมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับค่าตัวเลือก (parameter) ของรูปแบบการบันทึก

ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECTOR)

การทำงานของเครื่องตอบรับอัตโนมัติจะทำงานได้จะต้องมีการเริ่มต้นการเรียกจากผู้โทรเข้ามาก่อน จึงต้องมีวงจรทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง เพื่อให้เครื่องตอบรับอัตโนมัติ ทราบว่าเมื่อใดมีการโทรเข้ามาในระบบ ส่วนควบคุมและประมวลผลจะจัดส่งให้เครื่องตอบรับอัตโนมัติทำการรับสาย และตอบรับโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามานั้นได้ในเวลาที่ตั้งไว้

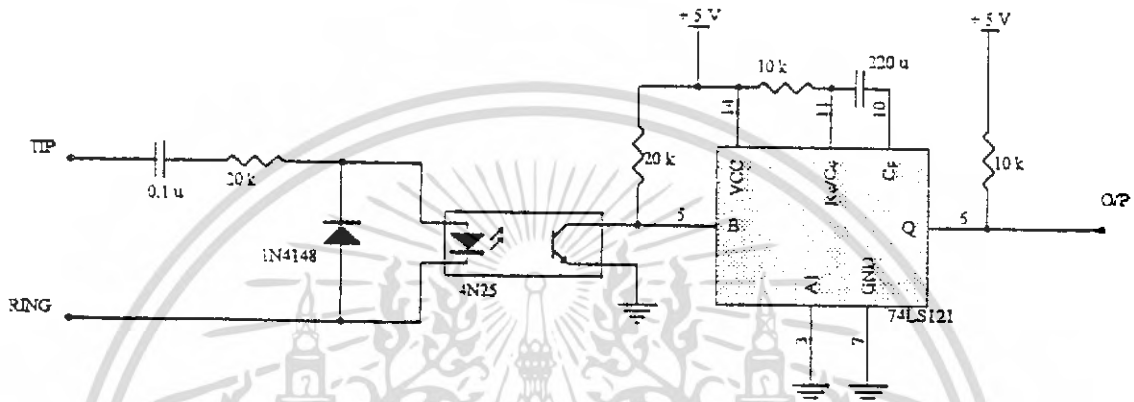
สัญญาณกระดิ่ง (RINGING SIGNAL) คือสัญญาณที่ PABX ส่งมายังเครื่องถูกข่าย ทำให้กระดิ่งที่เครื่องถูกข่ายที่ถูกเรียกคังนั้น เพื่อให้ผู้รับจะได้ทราบว่าเมื่อใดต้องการจะติดต่อด้วย สัญญาณกระดิ่ง ที่กล่าวถึงนี้อาจจะมีลักษณะแตกต่างกันบ้างขึ้นอยู่กับ แต่ละแบบของ PABX แต่โดยทั่วไปแล้วสัญญาณกระดิ่งมีลักษณะเป็นสัญญาณ กระแสสลับ ความถี่ประมาณ 20 Hz มีขนาดประมาณ 75 - 100 โวลท์ เมื่อวัดจากยอดคลื่นด้านบนถึงยอดคลื่นด้านล่าง (PEAK TO PEAK) ชื่อขั้วบนไฟกระแสตรงขนาด -48 โวลท์ สัญญาณกระดิ่งจะคังและดับเป็นช่วง ๆ พร้อมกับสัญญาณเรียกกลับ (RINGBACK TONE) คือ คังประมาณ 1.25 วินาที และดับประมาณ 3.75 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 32



รูปที่ 32 แสดงสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากสัญญาณนี้เป็นสัญญาณกระแสสลับ และมีขนาดค่อนข้างสูง ดังนั้นเราจะนำสัญญาณนี้ไปใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องทำการเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณกระแสตรงที่มีขนาด 5 โวลต์ เพื่อให้วงจรส่วนอื่น ๆ ปลอดภัยไม่เสียหาย และสะดวกในการตรวจจ็บโดยอาศัยวงจรตรวจจ็บสัญญาณกระดิ่ง ดังรูปที่ 33

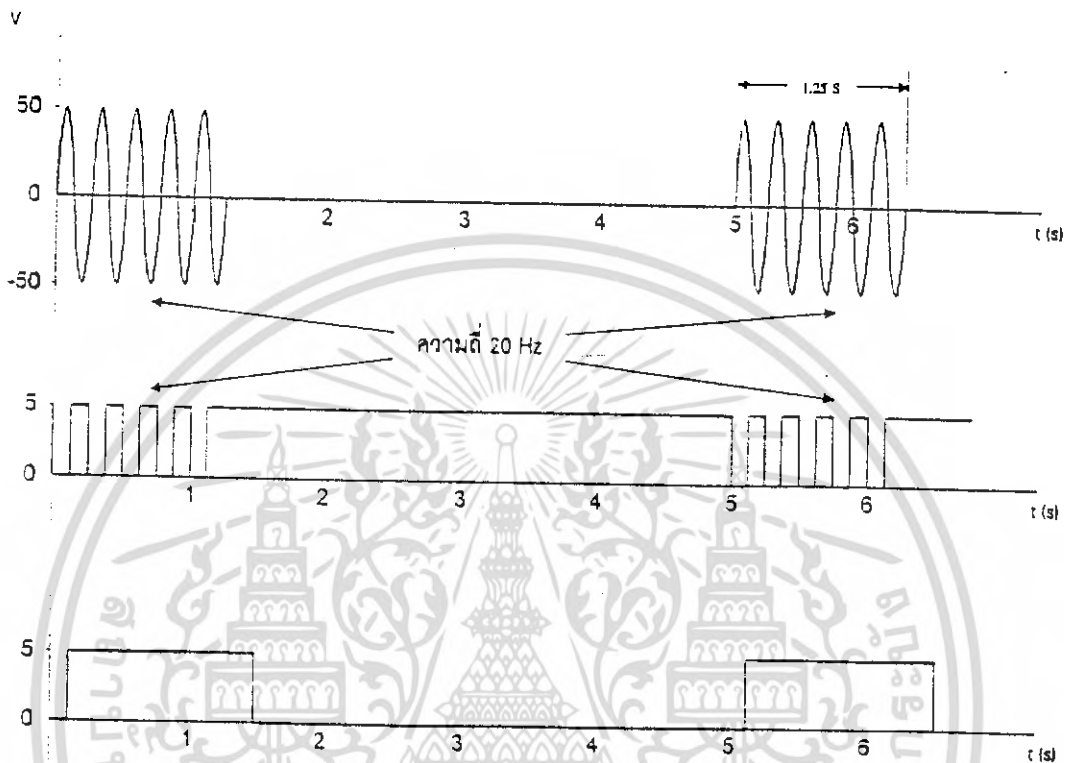


รูปที่ 33 แสดงวงจรตรวจจ็บสัญญาณกระดิ่ง

วงจรตรวจจ็บสัญญาณกระดิ่งนี้ จะทำการเปลี่ยนอินพุตสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับความถี่ 20 Hz ขนาด 75 - 100 โวลต์ ออกเป็นพัลส์เอาต์พุตที่มีขนาด 5 โวลต์ ที่มีขั้วสลับกัน (INVERT) สัญญาณกระดิ่งดังกล่าว จะถูกลดทอนลงเมื่อผ่านตัวเก็บประจุไฟฟ้า (CAPACITOR) ขนาด 0.22 ไมโครฟารัด และมีตัวต้านทานขนาด 20 กิโลโอห์ม ที่ส่วนคั่นของวงจร หลังจากนั้นจะถูกไดโอด (DIODE) เปลี่ยนให้เป็นไฟกระแสตรง เนื่องจากไซเคิลลบจะไหลผ่านไดโอด 1N4148 จะมีเฉพาะไซเคิลบวกของสัญญาณเท่านั้นที่ไหลไปยังขา 1 และ 2 ของไอซี 4N25 ได้

ไอซีเบอร์ 4N25 นี้เป็นไอซีเชื่อมโยงทางแสง (OPTO COUPLER) ภายในมีไดโอดเปล่งแสง (LED) และโฟโตทรานซิสเตอร์ (PHOTO TRANSISTOR) อยู่ กระแสในไซเคิลบวกเท่านั้นที่สามารถไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงได้ และทำให้ไดโอดเปล่งแสงไปยังโฟโตทรานซิสเตอร์ และเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ ได้รับแสงจากโฟโตไดโอด จะทำให้กระแสสามารถไหลจากขั้วคอลเลคเตอร์ (COLLECTOR) ไปยังขาอิมิตเตอร์ (EMITTER) ลงกราวด์ (GROUND) ได้ จึงทำให้ได้ลจิก 0 ออกมา แต่เมื่อไม่มีกระแสไซเคิลบวกเข้ามา โฟโตไดโอดจะไม่เปล่งแสงทำให้กระแสจากขั้วคอลเลคเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ ไม่สามารถไหลลงกราวด์ ที่ขาอิมิตเตอร์ได้ ความต้านทาน 20 กิโลโอห์ม จึงดึงเอาท์พุตให้เป็นลจิก 1 ตลอดเวลาที่ไม่มีกระแสไซเคิลบวกเข้ามายังโฟโตไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 34 แสดงเปรียบเทียบสัญญาณกระดิ่งและสัญญาณที่ตรวจจับได้

- (ก) แสดงอินพุตซึ่งเป็นสัญญาณกระดิ่ง
- (ข) แสดงสัญญาณที่ได้ จากขา 5 ของ ไอซี 4N25
- (ค) แสดงเอาต์พุตที่ได้ ไปส่วนควบคุมและประมวลผลกลาง

ดังนั้น ถ้าเราเขียนรูปสัญญาณกระดิ่งที่เป็นอินพุต เปรียบเทียบกับเอาต์พุต ที่ขา 5 ของไอซี 4N25 จะได้รูปที่ 34

นอกจากนี้การใช้ไอซีที่เชื่อมโยงทางแสง (OPTO COUPLER) ยังมีข้อดีในการแยกระบบ ไฟของอินพุตและเอาต์พุตออกจากกัน และใช้แสงในการเชื่อมโยงแทน ทำให้มีความปลอดภัย จากแรง กันไฟค่าสูงและยังสามารถป้องกันสัญญาณรบกวน หรือแรงดันที่มีขดแหลม ที่เกิดจากระบบกราวด์ ของวงจรภายนอก ไม่ให้เข้าไป เกิดในระบบกราวด์ ของวงจร อีกด้วย

เอาต์พุตที่ขา 5 ของไอซี 4N25 นี้จะเป็นพัลส์ 5 โวลต์ ดังแสดงในรูปที่ 16 (ข) ซึ่งความจริง แล้วยังดีเพียงพอที่จะนำไปป้อนยังอินพุตของไอซี 8255 เพื่อจะนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนการรับสาย แต่เพื่อให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น มีความเที่ยงตรงแน่นอนมากยิ่งขึ้น เราจึงนำเอาที่พุทจากขา 5 ของไอซีเบอร์ 4N25 นี้ ส่งต่อไปป้อนให้กับไอซี 74121 ซึ่งเป็น MONOSTABLE MULTIVIBRATOR เพื่อทำการปรับรูปสัญญาณที่มีความถี่ 20Hz ของพัลสนั้นหายไ้ จะได้เอาที่พุทออกมาเป็นลอจิก 1 และ 0 ที่มีช่วงเวลานานตามจำนวนลูกของสัญญาณกระดิ่ง คือในขณะที่กระดิ่งดังจะได้ ลอจิก 1 ต่อเนื่อง และในขณะที่สัญญาณกระดิ่งไม่ดังจะเป็นลอจิก 0 ต่อเนื่องกัน ทำให้การตรวจจับ และการเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น โดยค่าเวลาการหน่วงของ ไอซี 74121 หาได้จาก

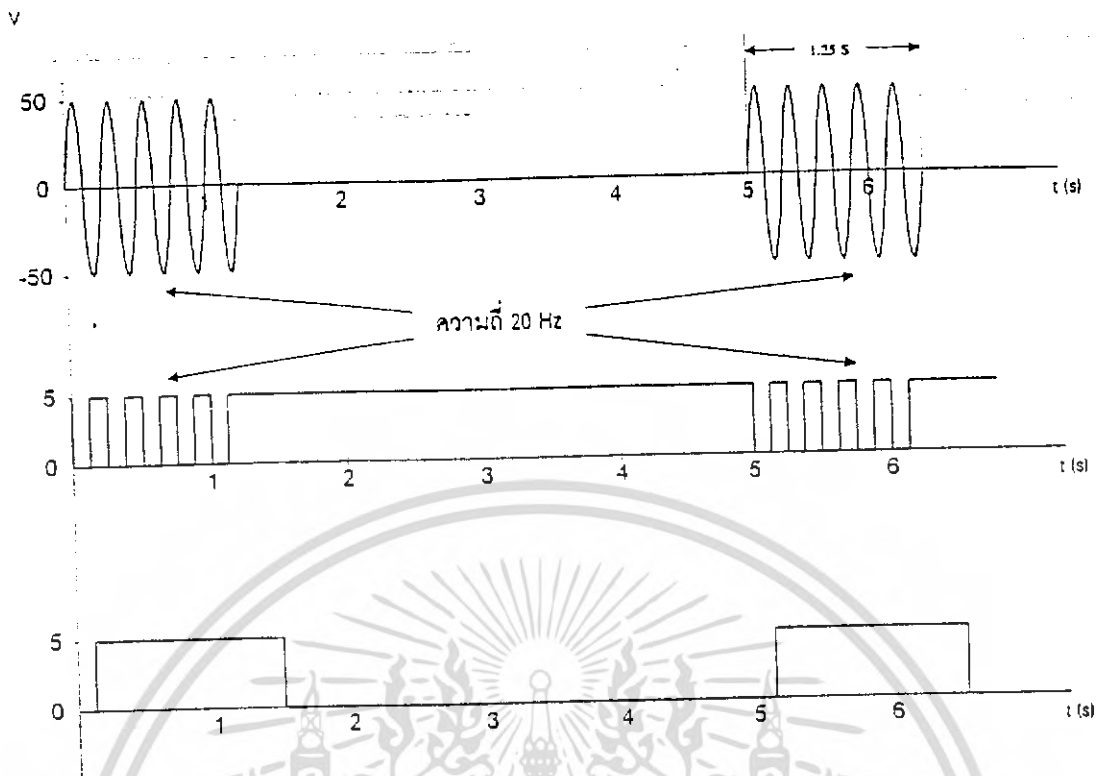
$$T = RC / 2^{1/2}$$

หลังจากนั้นจึงนำเอาที่พุทที่ได้ไปเข้ายังอินพุทพอร์ทของไอซี 8255 เพื่อนับจำนวนลูกของสัญญาณกระดิ่งให้ได้ตามที่กำหนดอย่างแม่นยำและถูกต้อง

ส่วนทำการตัดต่อคู่สาย

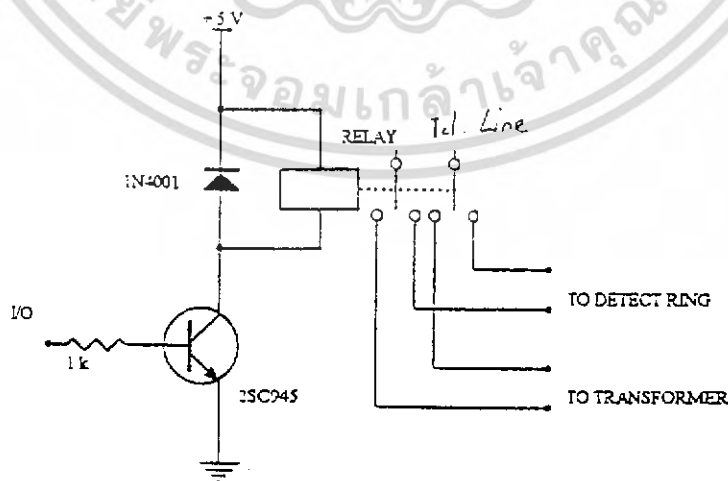
ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ แทนสวิทช์ที่วางหูโทรศัพท์ (Hook Switch) เพื่อทำการตัดต่อเครื่องตอบรับอัตโนมัติกับ PABX ในการรับสาย ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลง โดยที่ขดลวดปฐมภูมิต่ออยู่กับสายโทรศัพท์ และมีความต้านทานรวมของวงจรประมาณ 600 โอห์ม (ซึ่งเท่ากับค่าความต้านทานของโทรศัพท์ขณะที่ยกหู) เมื่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ปิด จะทำให้วงจรทางคู่สายโทรศัพท์มีความต้านทานตรงกระแสดังต่ำ ก็จะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้ทางชุมสาย หรือ PABX รับรู้การยกหูของเครื่อง ทางชุมสาย หรือ PABX ก็จะหยุดส่งสัญญาณกระดิ่ง

เนื่องจาก PABX จะรับรู้สัญญาณการพักสาย และการตัดต่อเครื่องลูกข่าย โดยการตรวจจับกระแสที่ไหล และหยุด ของคู่สายภายในลูกข่าย จากการเปิด และปิด สวิทช์ที่วางหูโทรศัพท์ ที่เครื่องรับโทรศัพท์ ในขณะที่เครื่องลูกข่ายถูกต่อกับสายภายนอก ในเวลาที่กำหนด ดังในรูปที่ 35



รูปที่ 35 แสดงระดับแรงดันของคู่สายเมื่อเครื่องถูกขยับส่งสัญญาณให้ PABX
 (ก) ระดับแรงดันเมื่อเครื่องถูกขยับต้องการหักสายจากคู่สายภายนอก
 (ข) ระดับแรงดันเมื่อเครื่องถูกขยับต้องการตัดจากคู่สายภายนอก (วางหู)

จะเห็นได้ว่าเวลาสำหรับการหักสายจะสั้นกว่าเวลาของการตัดสายนอกออกไปมาก ดังนั้นเราจึงต้องกำหนดเวลาในการตัดต่อวงจรยกหู/ วางหู ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ โดยการตั้งเวลาจากโปรแกรมและส่งสัญญาณมาควบคุมโดยใช้รีเลย์ (RELAY) มาเป็นอุปกรณ์ สำหรับตัดต่อคู่สายดังแสดงในรูป 36



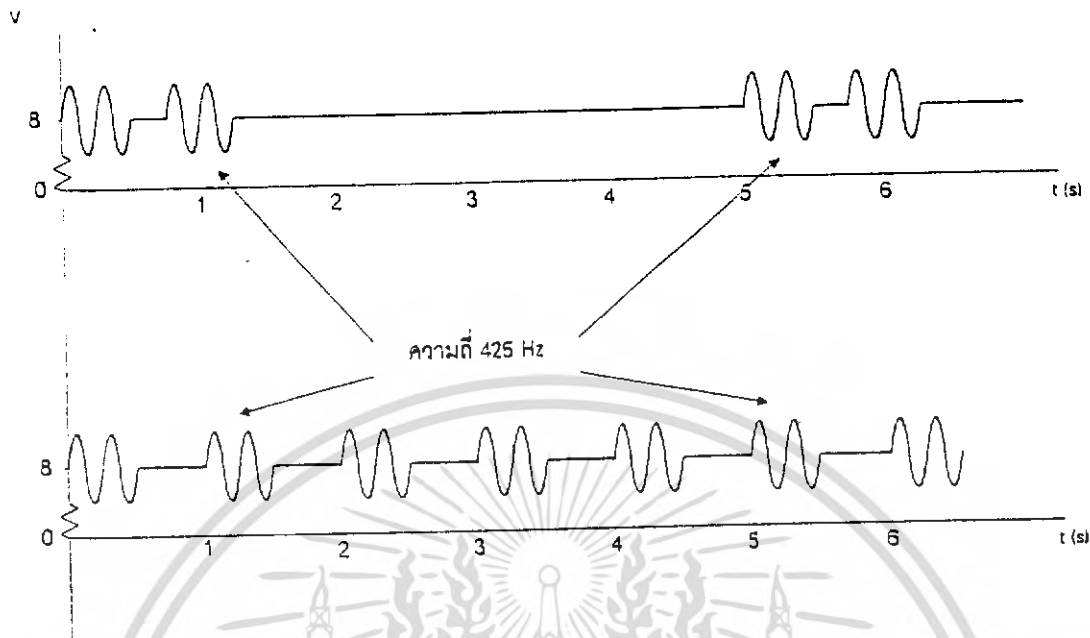
รูปที่ 36 แสดงวงจรตัดต่อคู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง (Ringing Tone & Busy Tone Detector)

เมื่อเครื่องลูกข่ายภายใน PABX เรียกไปยังเครื่องลูกข่ายอื่น ก็จะเกิดสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นที่เครื่องลูกข่ายที่ถูกเรียก และมีสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องลูกข่ายที่กำลังเรียก เพื่อให้ผู้เรียกได้ทราบว่า PABX กำลังติดต่อกับเครื่องลูกข่ายที่ต้องการอยู่ และสัญญาณเรียกกลับ สัญญาณกระดิ่งจะหยุดเมื่อเครื่องลูกข่ายที่ถูกเรียกยกหูรับ เช่นเดียวกับ การติดต่อกับชุมสาย เพียงแต่สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณกระดิ่งจะแตกต่างกับชุมสาย เพื่อแยกความแตกต่างระหว่าง การเรียกจากสายภายนอก และการเรียกจากเครื่องลูกข่ายภายในระบบเอง ในขณะที่เครื่องลูกข่ายนั้นกำลังใช้งานอยู่ ก็จะเกิดสัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY TONE) ขึ้นจาก PABX ดังนั้นในโครงการนี้เครื่องตอบรับอัตโนมัติจะอาศัยสัญญาณเรียกกลับ และสายไม่ว่างที่เกิดขึ้น ในการบอกให้ส่วนควบคุม และประมวลผลของเครื่องตอบรับอัตโนมัติทราบว่าลูกข่ายภายในที่ต้องการติดต่อ มีสถานะเป็นอย่างไร ในกรณีที่เกิดสัญญาณเรียกกลับ เครื่องตอบรับอัตโนมัติ จะนับจำนวนสัญญาณเรียกกลับ เมื่อสัญญาณเรียกกลับหายไป แสดงว่ามีผู้รับสายแล้ว เครื่องตอบรับอัตโนมัติจะวางสายตัวเอง เพื่อให้สายนอกถูกต่อไปยังเครื่องลูกข่ายที่ต้องการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของ PABX ในการโอนสาย (TRANSFER) ด้วย แต่เมื่อไม่มีผู้รับสาย เครื่องตอบรับอัตโนมัติก็จะนับจำนวนสัญญาณเรียกกลับ เมื่อครบจำนวนที่ตั้งไว้แล้ว เครื่องตอบรับอัตโนมัติก็จะดึงสายนอกกลับมา (RECALL) โดยการปล่อยสัญญาณ FLASH เพื่อแจ้งให้กับผู้ที่โทรเข้ามาได้ทราบว่า ไม่มีผู้รับสายที่ต้องการติดต่อ และจะได้ดำเนินการอื่นต่อไป แต่ในกรณีที่เกิดสัญญาณสายไม่ว่างขึ้น เครื่องตอบรับอัตโนมัติก็จะเรียกกลับไปยังสายของผู้โทรเข้ามา และแจ้งให้ผู้โทรเข้ามาทราบว่าสายที่ต้องการติดต่อไม่ว่าง เพื่อจะได้ให้ผู้โทรเข้ามาติดต่อไปยังเครื่องข่ายอื่น หรือ โอเปอเรเตอร์

สัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง มีลักษณะเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz โดยสัญญาณเรียกกลับจะดัง 0.5 วินาที หยุด 0.25 วินาที และดังอีก 0.5 วินาที ส่วนสัญญาณสายไม่ว่างจะดังและหยุดทุก ๆ 0.5 วินาที ซึ่งสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่าง แสดงในรูปที่ 37



รูปที่ 37 (บน) แสดงลักษณะของสัญญาณเรียกกลับ
(ล่าง) แสดงลักษณะของสัญญาณสายไม่ว่าง

วงจรการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ และสัญญาณสายไม่ว่างของเครื่องตอบรับอัตโนมัตินี้ อาศัยการทำงานของ ไอซี TONE DECODER เบอร์ NE 567 ซึ่งสามารถปรับจูนให้รับความถี่ ในช่วงความถี่ประมาณ 425 Hz ของสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง โดยความถี่หาได้จาก

$$f_0 = 1.1 / RC$$

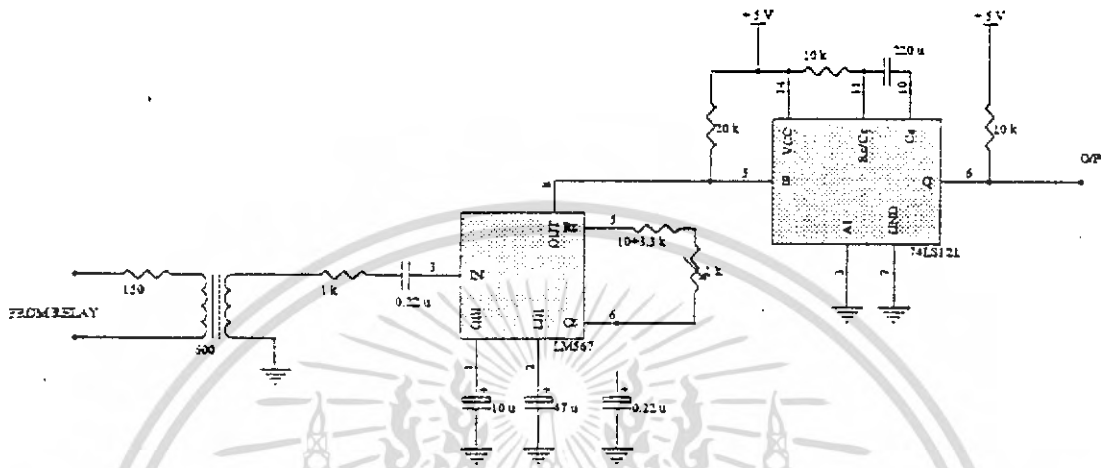
เมื่อ f_0 เป็นความถี่ที่ขา 3

R ความต้านทานระหว่างขา 5 และขา 6

C ตัวเก็บประจุที่ขา 6

ดังนั้นเมื่อความถี่ที่ขา 3 มีค่า 425 Hz และตัวเก็บประจุมีค่า 0.22 ไมโครฟาร์ตจะได้ค่าความต้านทานที่ขา 5 และขา 6 มีค่าประมาณ 13.8 กิโลโอห์ม ดังแสดงรูปที่ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



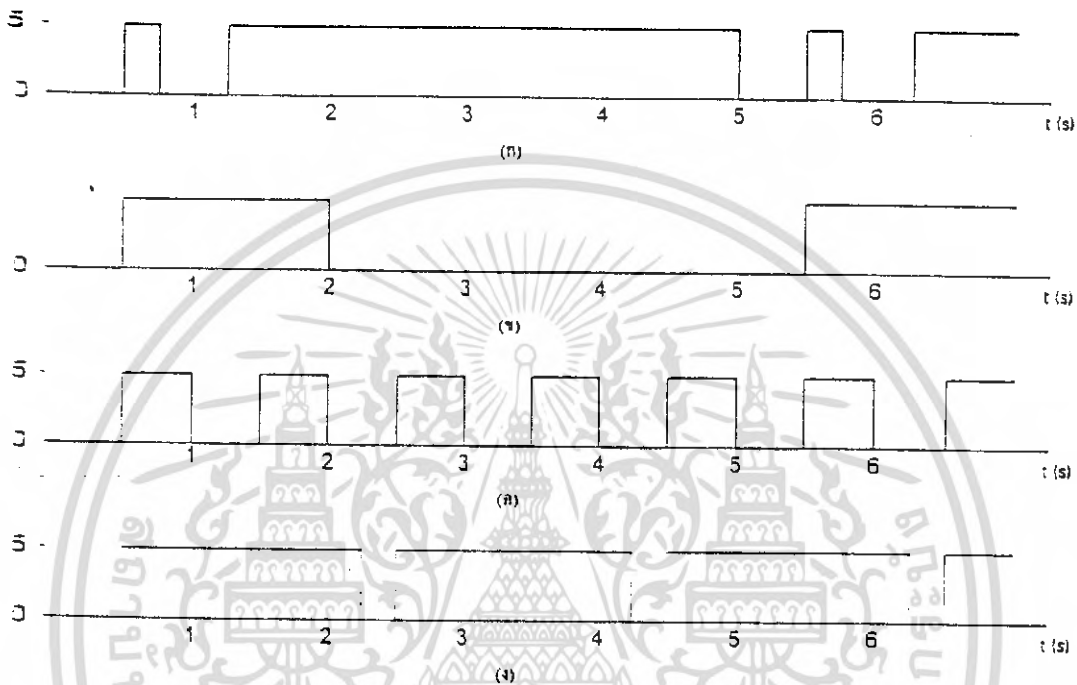
รูปที่ 38 แสดงวงจรของส่วนตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่าง และสัญญาณเรียกกลับ

เมื่อมีสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz ตามที่ปรับจูนไว้ เข้ามาที่ ขา 3 ของไอซี NE 567 จะทำให้เอาต์พุตที่ขา 8 มีสถานะเป็น 0 โวลต์ แต่ถ้าป้อนสัญญาณความถี่อื่นที่อยู่นอกจากความถี่ที่ปรับจูนเอาไว้ หรือไม่ป้อนสัญญาณใดๆ สถานะของลอจิก ที่ขา 8 จะเป็นสถานะสูง หรือ +5 โวลต์ จะเห็นว่าเราสามารถนำไอซี NE 567 มาประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับสัญญาณสายไม่ว่างได้ โดยการปรับจูนความถี่สามารถทำได้โดยการปรับค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุจากภายนอก ต่อเข้ากับขาต่างๆ ของไอซี จากนั้นอาศัยการจูนค่าโดยปรับความต้านทานไฟฟ้า ระหว่างขาที่ 5 และขาที่ 6 ของ NE 567 นั่นเอง

หลังจากที่เราจูนความถี่ได้ ตรงกับความถี่ของสัญญาณสายไม่ว่างแล้ว จะพบว่าเมื่อไอซี NE 567 ได้รับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง สถานะของเอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซีดังกล่าวจะเป็น 0 โวลต์ ตามเวลาของสัญญาณความถี่ทั้งสอง แต่เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากไอซี NE 567 ขาดความคมชัดของสัญญาณจึงต้องนำไปเข้าวงจรหน่วงเวลา ซึ่งใช้ร่วมกับส่วนตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งโดยการใช้ไดโอดแยกสัญญาณออกจากวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ซึ่งเราสามารถนำเอาต์พุตที่ได้นี้ ซึ่งเป็นเอาต์พุตเดียวกับวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ต่อไปยังไอซี เบอร์ 8255 และใช้โปรแกรมทำการตรวจสอบช่วงเวลาอีกครั้ง เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสัญญาณสายไม่วางส่วนประมวลผลก็จะดำเนินการต่อไป รูปแบบของสัญญาณทั้งสองที่ได้จาก ไอซี 74121 แสดงในรูปที่ 39



รูปที่ 39 แสดงสัญญาณที่ได้ในการตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสายไม่วาง

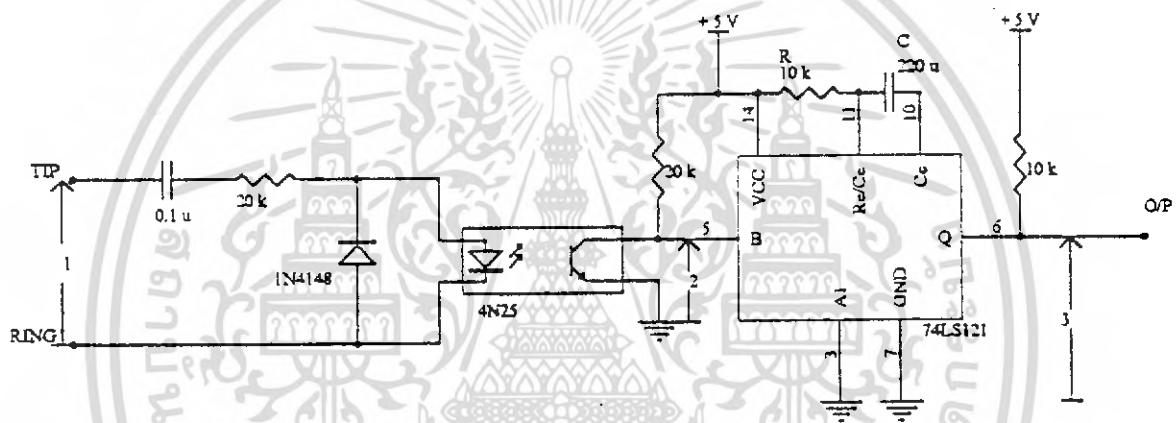
- (ก) เอาท์พุทที่ขา 8 ของ NE 567 เมื่อได้รับสัญญาณเรียกกลับ
- (ข) เอาท์พุทที่ขา 6 ของ ไอซี 74121 เมื่อได้รับสัญญาณเรียกกลับ
- (ค) เอาท์พุทที่ขา 8 ของ NE 567 เมื่อได้รับสัญญาณสายไม่วาง
- (ง) เอาท์พุทที่ขา 6 ของ ไอซี 74121 เมื่อได้รับสัญญาณสายไม่วาง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการทดลองส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (DETECT RING)

จากการต่อวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่งดังวงจรในรูป 33 และป้อนอินพุตเป็นสัญญาณกระดิ่งให้กับวงจรแล้วจะได้สัญญาณดังแสดงใน รูปที่ 40



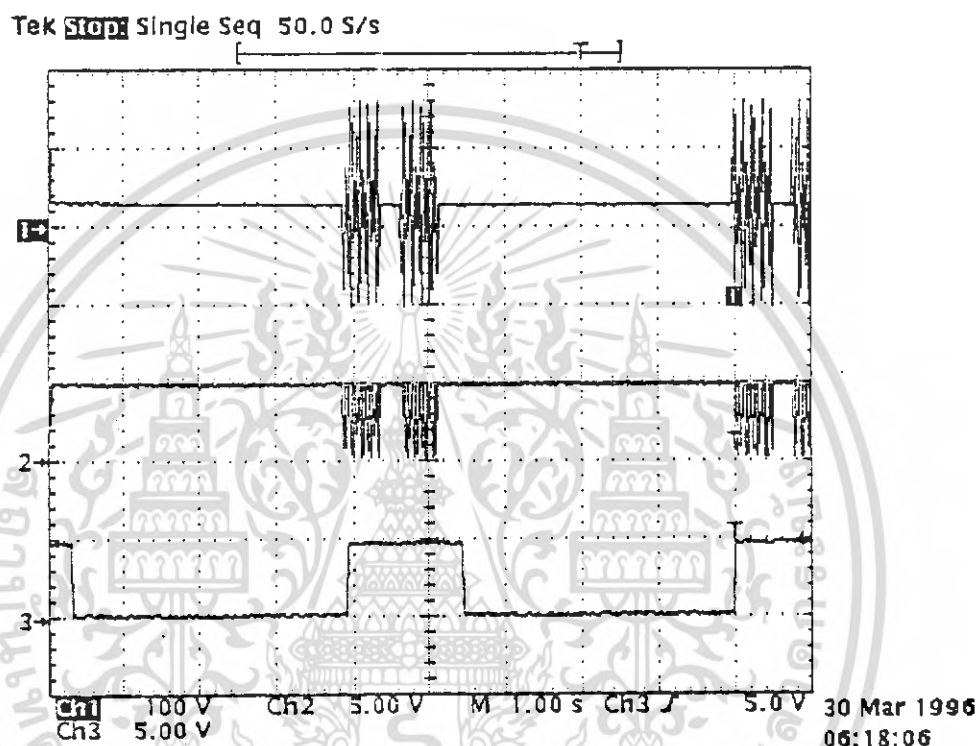
รูปที่ 40 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

ในการทดลองได้นำสัญญาณกระดิ่งจาก PABX PANASONIC รุ่น KX-T 61610B จะเห็นได้ว่าสัญญาณกระดิ่งที่เรียกระหว่างเครื่องถูกข่ายภายใน (INTERCOM CALL) จะดัง 0.5 วินาที หยุค 0.2 วินาที และดังอีก 0.5 วินาที จึงหยุด 3.8 วินาที ซึ่งในแต่ละสัญญาณกระดิ่งจะใช้เวลา 5 วินาที สัญญาณที่ได้จากขา 5 ของไอซี 4N25 จะลดขนาดลงเป็นพัลส์ มีขั้วกลับกับสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา ซึ่งเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นอินพุตให้กับพอร์ตของส่วนควบคุมและประมวลผล แต่เพื่อให้โปรแกรมสามารถเขียนง่ายยิ่งขึ้น เราจึงนำสัญญาณที่ได้นี้ผ่านไอซี MONOSTABLE MULTIVIBLETOR เบอร์ 74121 เพื่อให้ได้เอาท์พุทที่ออกจากขา 6 ของไอซี 74121 เป็นลอจิก “0” และ “1” ตามสัญญาณกระดิ่ง โดยค่าเวลาการหน่วงของไอซี 74121 จะต้องมากกว่าเวลารวมที่กระดิ่งดังในแต่ละครั้ง ในที่นี้ คือ 5 วินาที โดยค่าเวลาการหน่วงของไอซี 74121 หาได้จาก

$$T = RC/2^{1/2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรใช้ R 10 กิโลโอห์ม และ C 220 ไมโครฟารัด ซึ่งจะใช้เวลาการหน่วงประมาณ 1.55 วินาที เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้กับ PABX อื่นในการตรวจจับสัญญาณกระดิ่งและนับจำนวนครั้งของสัญญาณกระดิ่งได้ ทำให้สามารถโปรแกรมให้รับสายเมื่อมีสัญญาณกระดิ่ง 1 - 9 ครั้งได้

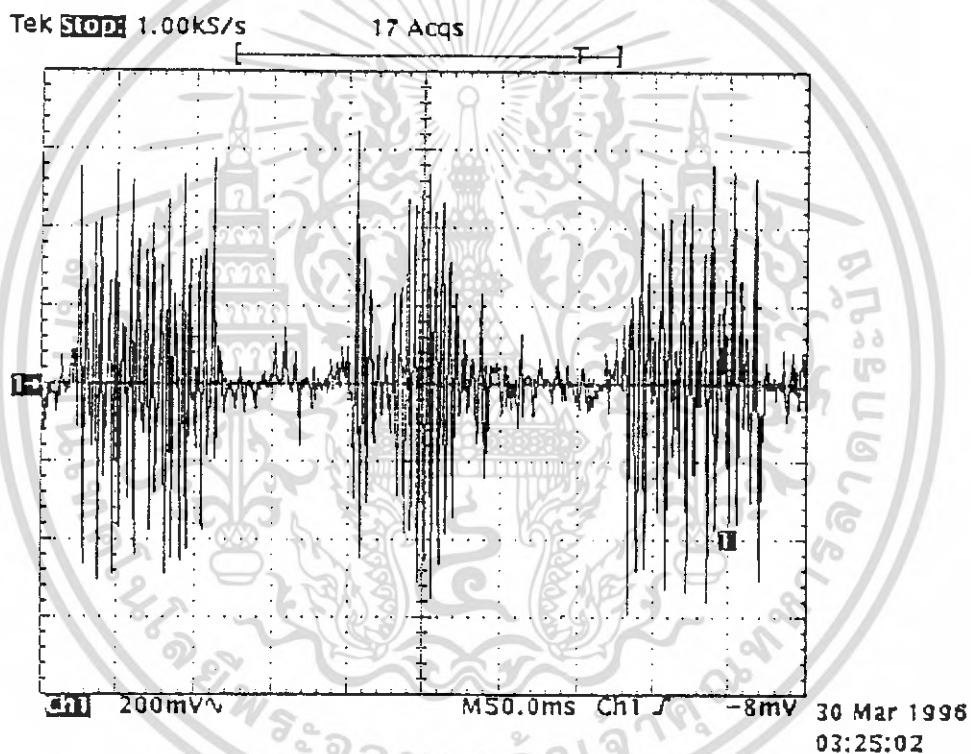


รูปที่ 41 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองของส่วนตรวจจับและกำเนิดสัญญาณ DTMF

จากการทดลองหลังที่ได้กำหนดโปรแกรมที่ใช้ทดสอบไอซี MT8880 ลงไปยังส่วนควบคุมและประมวลผล ในตอนเริ่มต้น ไอซีได้รับคำสั่งเซทให้เป็น โหมดรับและคอยสัญญาณ DTMF เมื่อมีสัญญาณ DTMF เข้ามา ไอซี MT8880 จะทำการตรวจจับและแปลงเป็นรหัสไบนารี 4 บิต เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของส่วนควบคุมและประมวลผล ผ่านทางพอร์ต 8255 โดยได้ทำการทดลองป้อนสัญญาณดังแสดงในรูป 42 และ 43

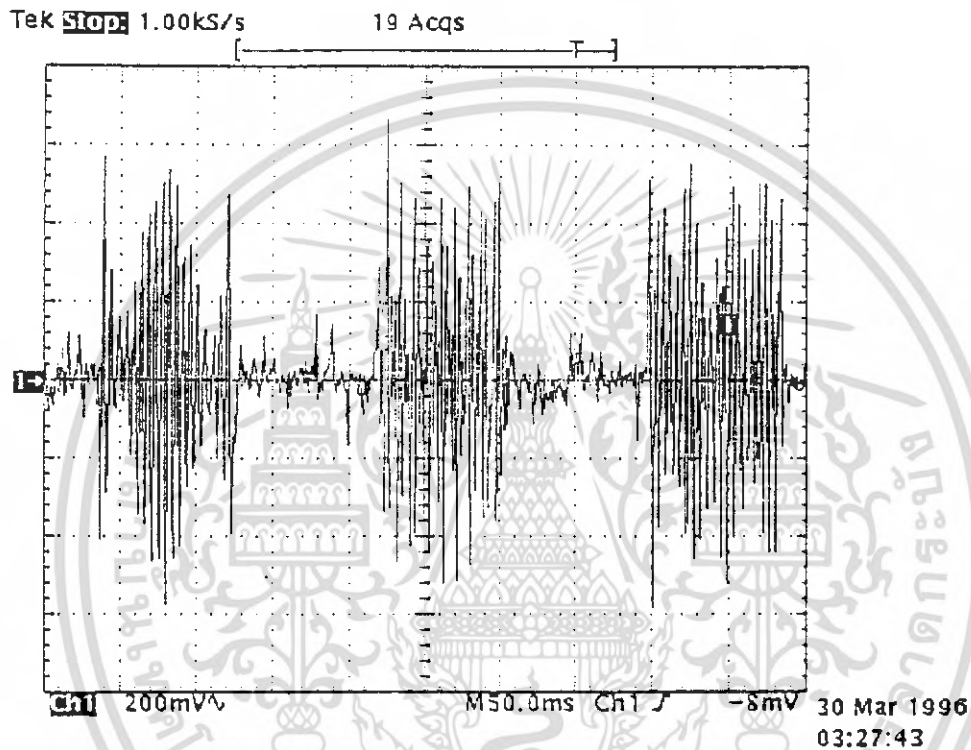


รูปที่ 42 แสดงสัญญาณ DTMF หมายเลข 1, 4, 7

ในรูปที่ 42 เป็นสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 1, 4 และ 7 ซึ่งข้อมูลในหน่วยความจำจะเป็น 01H 04H และ 07H ตามลำดับ

ในรูปที่ 43 เป็นสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 4, 5 และ 6 ซึ่งไอซี MT8880 สามารถตรวจจับและเก็บไว้ในหน่วยความจำ จะเห็นได้ว่าคาบเวลาของสัญญาณ DTMF ประมาณ 0.1 วินาที และช่วงห่างของแต่ละสัญญาณ DTMF น้อยกว่า 0.1 วินาที ไอซี MT8880 ก็สามารถตรวจจับและส่ง

ข้อมูลให้กับส่วนควบคุมและประมวลผลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำได้ จากนั้นทำการหน่วงเวลาอีกเล็กน้อยก่อนที่จะกำหนดสัญญาณ DTMF ตามข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำ

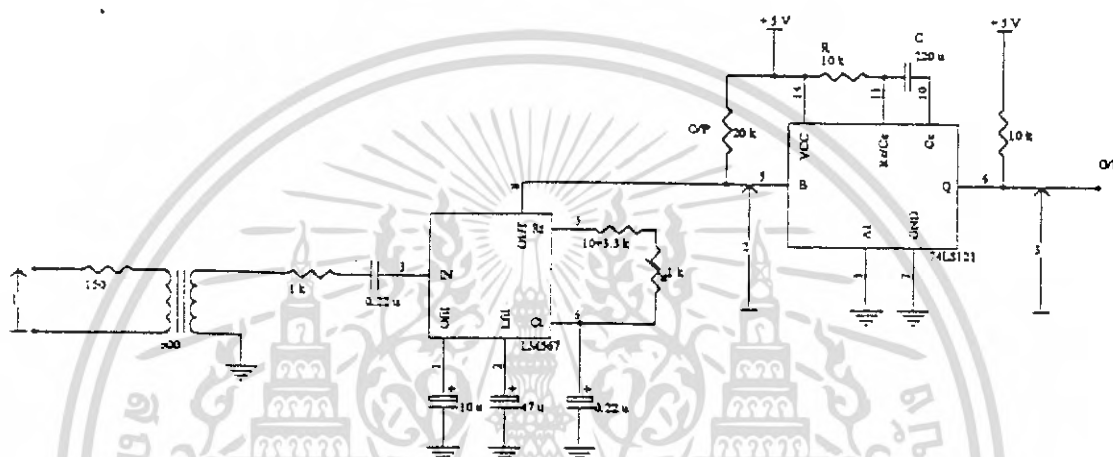


รูปที่ 43 แสดงสัญญาณ DTMF ของหมายเลข 4, 5, 6

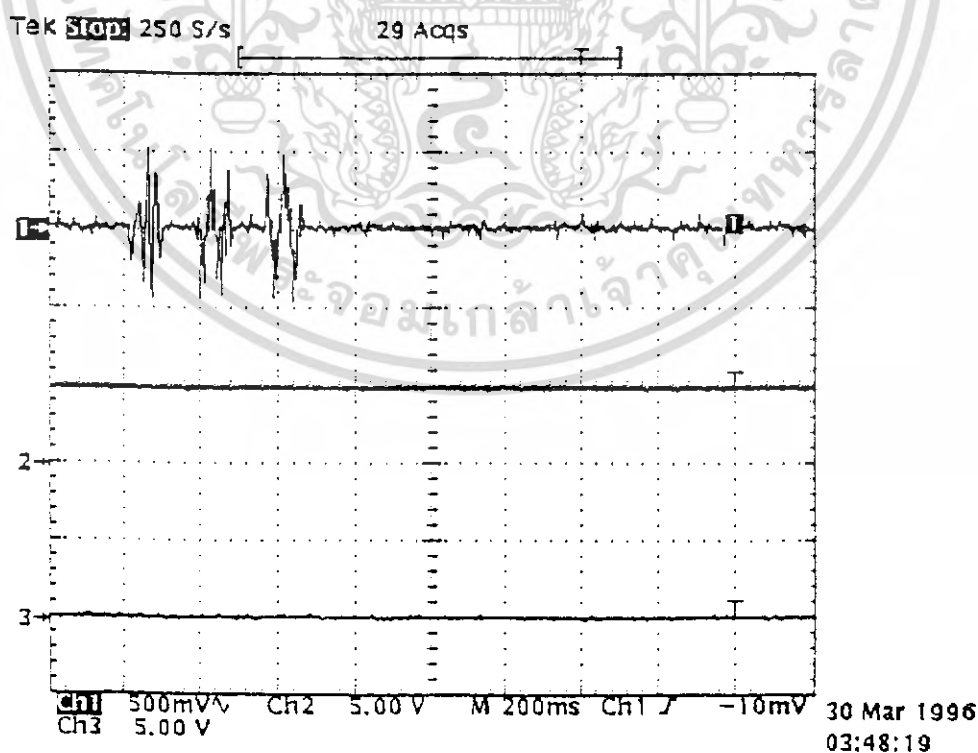
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลการทดลองวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง
(DETECT RINGBACK & BUSY)**

หลังจากที่เราได้ต่อวงจรตามรูปที่ 44 แล้ว ในขั้นแรกเราได้ป้อนสัญญาณ DTMF หมายเลข 1, 5 และ 9 แล้ว สัญญาณเอาต์พุตที่ขา 8 ของไอซี LM567 จะไม่มีค่าเปลี่ยนแปลง เป็นผลทำให้เอาต์พุตที่ขา 6 ของไอซี 74LS121 ยังคงมีสถานะเป็นลอจิก “0” เหมือนเดิม ดังแสดงในรูปที่ 45



รูปที่ 44 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง

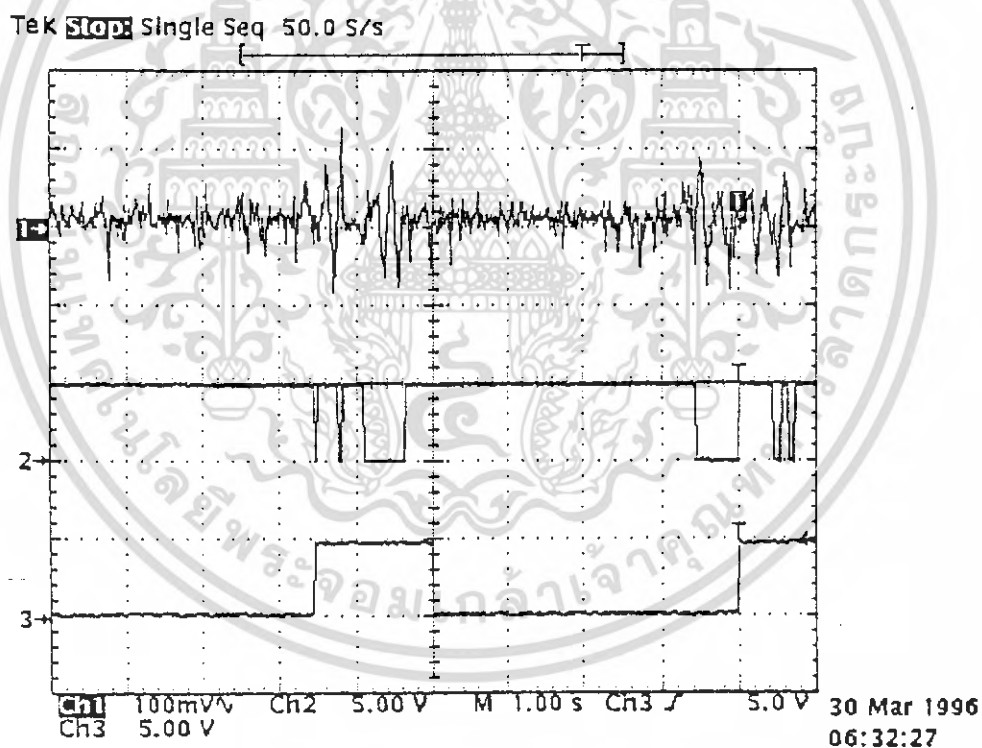


รูปที่ 45 แสดงเอาต์พุตที่ได้จากสัญญาณ DTMF 159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดย บริษัท เทคโนโลยี โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

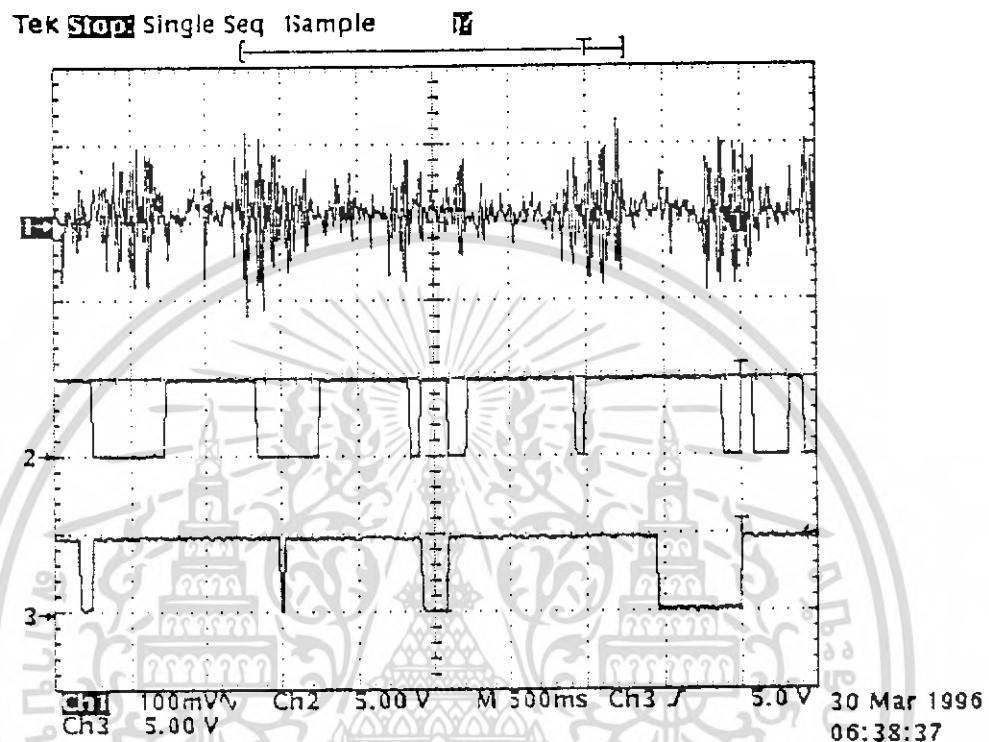
แต่เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับเข้ามาแล้ว สัญญาณที่ขา 8 ของไอซี LM567 จะตกลงมาเป็นลอจิก “0” และเมื่อกลับลอจิกเป็นลอจิก “1” แล้ว จะทำให้ไอซี 74121 ทำการหน่วงเวลาไปอีก 1.55 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 30 ซึ่งจะเป็นได้ว่าระดับของสัญญาณอินพุทของ LM567 ที่เกิดการผิดเพี้ยน ทำให้ไอซี LM567 ไม่สามารถตรวจจับได้เต็มช่วงเวลาของสัญญาณเรียกกลับ ดังนั้นการใช้วงจรหน่วงเวลาเข้ามาช่วย จะทำให้สามารถกำหนดช่วงเวลาที่น่าอนตายตัวของสัญญาณเรียกกลับได้

ในส่วนของสัญญาณสายไม่ว่างที่เข้ามาในวงจร จะมีลักษณะอินพุทและเอาต์พุตดังแสดงในรูปที่ 47 ซึ่งหลังจากที่ผ่านไอซี 74121 แล้ว จะสามารถแยกความแตกต่างระหว่างสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างได้ โดยการโปรแกรมการตรวจสอบช่วงเวลาของสัญญาณที่ได้จากเอาต์พุทของไอซี 74121



รูปที่ 46 แสดงสัญญาณเรียกกลับและเอาต์พุทที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 47 แสดงสัญญาณสายไม่วางและเอาท์พุทที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาหัวข้อโครงการ จนเข้าใจถึงหลักการทำงานและขอเขตการทำงานทั้งหมดของอุปกรณ์ เครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ (Automated Telephone Enquiry Machine) แล้วก็เริ่มทำการแบ่งแยกการทำงานส่วนต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ส่วนดังนี้

1. ส่วนควบคุมและประมวลผล (CENTRAL PROCESSING UNIT)
2. ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง (RINGING DETECT)
3. ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ (ANNOUNCER AND MESSAGE)
4. ส่วนรับสัญญาณคู่ความถี่ (DTMF DECODER)
5. ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่าง (RINGBACK AND BUSY DETECT)

เมื่อแบ่งแยกส่วนย่อยได้แล้ว ก็เขียนโคดแแกรมแสดงการเชื่อมต่อกันต่อละส่วนของเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ หลังจากนั้นจึงเขียน FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานตามลำดับตั้งแต่เริ่มรับสัญญาณกระดิ่ง จนกระทั่งสิ้นสุดการสนทนา ส่วนของ FLOW CHART นี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญ ที่จะนำไปใช้ประกอบการเขียนโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมและประมวลผล

ขั้นตอนต่อไป หลังจากเขียนบล็อควิเคราะห์โคดแแกรม และ FLOW CHART ก็คือ ขั้นตอนการออกแบบวงจร สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบวงจร คือ จะนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใด มาใช้เพื่อให้เกิดความเหมาะสม สะดวก และประหยัดมากที่สุด

การออกแบบวงจร ก็จะเริ่มออกแบบทีละส่วน เมื่อได้วงจรของทุกส่วนแล้วจึงนำมา เชื่อมต่อกันทั้งหมด

สำหรับอุปกรณ์หลักที่นำมาใช้ในแต่ละส่วนของโครงการนี้ มีดังนี้

1. ส่วนควบคุมและประมวลผล PC
2. ส่วนตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ใช้ฮอปได้อิเล็กทรอนิกส์สวิทช์
3. ส่วนสัญญาณเสียงตอบรับใช้ซาวด์การ์ด (Sound Card)
4. ส่วนรับและส่งสัญญาณคู่ความถี่ ใช้ไอซีเบอร์ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและสัญญาณสายไม่ว่างใช้ไอซีเบอร์ LM567

6. ส่วนรับส่งข้อมูล Port 8255

ขั้นตอนต่อไปนี้เป็น การศึกษาถึงการใช้งาน Port 8255, ไอซีบันทึกเสียง, ไอซีรับและส่ง DTMF จากคีย์บอร์ด และเริ่มทำการทดลองส่วนต่างๆ ทีละส่วน จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว เราจึงได้นำวงจรต่าง ๆ นอกจากส่วนควบคุมและประมวลผลและส่วนสัญญาณเสียงตอบรับ โดยการนำส่วนต่าง ๆ ที่เหลือทั้งหมดมาลงบน PRINT CIRCUIT BOARD และ เชื่อมต่อส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ด้วยสายจากนั้นจึงใช้ EPROM EMULATOR ทำงานเสมือน EPROM ขนาด 8 กิโลไบต์ เพื่อที่จะอัปเดตโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ผ่านสาย PRINTER ลงบน EPROM EMULATOR และทำการทดลองซอฟต์แวร์กับฮาร์ดแวร์ทีละส่วนจนได้ผลการทำงานที่สมบูรณ์แล้ว จึงนำโปรแกรมไปอัปเดตเป็น EPROM เพื่อใช้ในการทำงาน

ปัญหาและการแก้ไข

ปัญหาที่เกิดจากวงจร ANNOUNCER

เมื่อทดลองในส่วนเสียงตอบรับ ปรากฏว่าไอซี MT8870 ไม่สามารถตรวจจับสัญญาณ DTMF ในขณะที่มีสัญญาณตอบรับได้เนื่องจากเสียงตอบรับมีความดังมากเกินไป หลังจากที่ได้ทำการปรับความดังในส่วนวงจรขยายให้ลดลงแล้ว ก็สามารถตรวจจับสัญญาณ DTMF ในขณะที่ยังมีสายที่โทรเข้ามาได้

แนวทางการพัฒนาต่อไป

ในโครงการนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์ในการตรวจสอบสถานะที่ขา IRQ ของไอซี MT8870 ในการตรวจจับสัญญาณ DTMF ทำให้จะต้องวนลูปในการตรวจสอบสัญญาณที่ขาตลอดเวลา ไมโครโปรเซสเซอร์จึงเสียเวลากับส่วนนี้มาก จึงน่าจะทำการแก้ไขวงจรใหม่โดยการต่อขา IRQ ไปยังขา INT ของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

หนังสืออ้างอิง

1. อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล, ไมโครโปรเซสเซอร์พื้นฐาน, ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์โดย Japan International Cooperation Agency (JICA), พิมพ์ครั้งที่ 1, 2534
2. ยืน ภู่วรรณ และ วัฒนา เชียงกุล, ไมโครโปรเซสเซอร์ไมโครคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด 2534
3. ไคร์ตัน สมเด็จพระ, พรต เผือกค่อง , สุรพงษ์ ปรีณอกิชาติ, DTMF DECODER, ปรินูญานิพนธ์เครื่องตั้งเวลาและโทรศัพท์ทำงาน, หน้าที่ 17, 2536
4. เสกสิทธิ์ คำชมภู, MC 34114 หัวใจของเครื่องโทรศัพท์ รวบรวมโครงการอิเล็กทรอนิกส์ โทรศัพท์และอินเตอร์คอม, หน้าที่ 109 บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2539
5. ชัชวาท โชติวารินทร์, ออฟดีคัฟเพลอร์ตัวเชื่อมโยงทางแสง, ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ, หน้าที่ 93, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1, 2538
6. หนังสือ คู่มือ/เทียบเบอร์ ไอซี TTL บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, พิมพ์ ครั้งที่ 4, 2529
7. คู่มือ ET-PC8255, ET-PC SERIAL, บริษัท อีทีที จำกัด

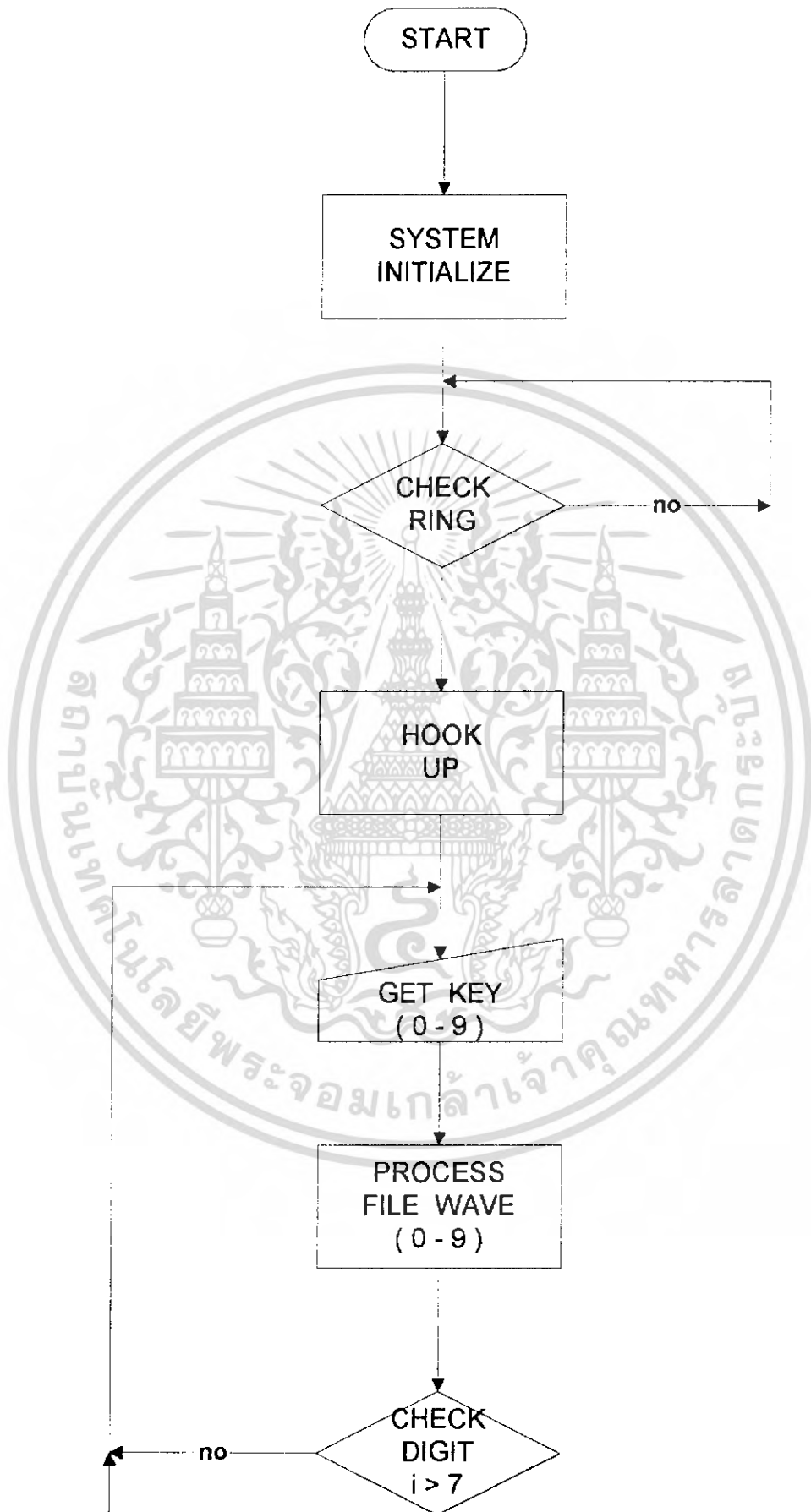
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



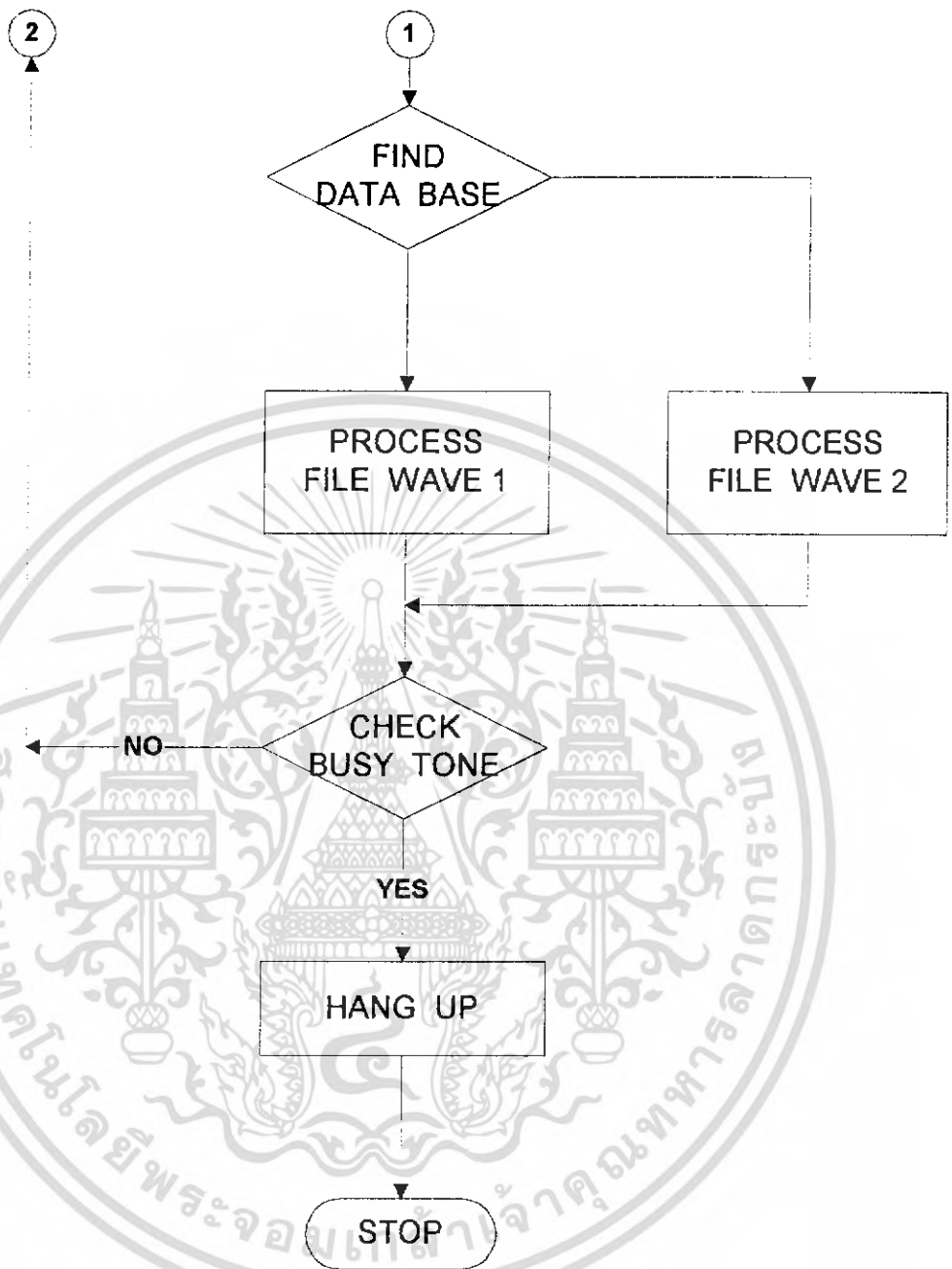
ภาคผนวก ก.

โพลวชาร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **2** ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ **1** อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

unit newproject1;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  ExtCtrls, StdCtrls, DB, DBTables, DBCtrls, Grids, DBGrids, MPlayer,
  Gauges;

type
  TForm1 = class(TForm)
    stop: TButton;
    Label1: TLabel;
    Timer1: TTimer;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Timer2: TTimer;
    Edit2: TEdit;
    Table1: TTable;
    DataSource1: TDataSource;
    DBGrid1: TDBGrid;
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    Table1Name: TStringField;
    MediaPlayer1: TMediaPlayer;
    Image1: TImage;
    Table1Code: TStringField;
    Timer3: TTimer;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Edit1: TEdit;
  { procedure startClick(Sender: TObject); }
  { procedure stopClick(Sender: TObject); }
  { procedure FormActivate(Sender: TObject); }
  { procedure Timer1Timer(Sender: TObject); }
  { procedure Timer2Timer(Sender: TObject); }
  { procedure Timer3Timer(Sender: TObject); }
  private
    { Private declarations }
  public
    { Public declarations }
    function inport(portno:smallint): byte;
    procedure outport(portno:smallint;data:byte);
  end;

var
  Form1: TForm1;
  s : array [1..10] of string;
  i : integer;
implementation

{$R *.DFM}

FUNCTION TForm1.inport(portno:smallint):byte;
VAR  TEMP:BYTE;
BEGIN
  ASM
  PUSH DX
  MOV  DX,PORTNO
  IN   AL,DX
  MOV  TEMP,AL
  POP  DX
  END;
  INPORT := TEMP ;
END;

PROCEDURE TForm1.OUTPORT(PORTNO:SMALLINT;DATA:BYTE);
BEGIN
  ASM
  PUSH DX
  MOV  DX,PORTNO
  MOV  AL,DATA
  OUT  DX,AL
  POP  DX
  END;

```

```

END;

procedure RunDelay(msec : LongInt);
var sttTme : LongInt;
begin
  sttTme := GetTickCount;
  repeat
    application.processmessages;
  until getTickCount > sttTme+msec;
end;

procedure Delay(msec : LongInt);
var sttTme : LongInt;
begin
  sttTme := GetTickCount;
  repeat until getTickCount > sttTme+msec;
end;

procedure TForm1.stopClick(Sender: TObject);
begin
  timer1.enabled := false;
  label2.caption := 'disconnect ' ;
  edit1.text:=inttostr(254);
  outport ($301,strtoint (edit1.text));
  timer1.enabled :=true;
  i := 0;
  edit2.text :='';
  label2.caption := 'IDEL ' ;
end;

procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);
begin
  outport ($303,$99);
  timer1.enabled := true;
  timer2.enabled :=true;
end;

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
  label3.caption := inttostr(inport($302));
  if inport($302)=int(239) then
  begin
    edit1.text:=inttostr(255);
    outport ($301,strtoint (edit1.text));
    label2.caption := 'connect';
    label1.caption := inttostr(inport($300));
    timer1.enabled :=false;
    mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
    mediaplayer1.filename := 'c:\pl.wav';
    mediaplayer1.open;
    mediaplayer1.play;
    i := 0;
  end;
  timer1.enabled :=true;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var
  strtmp, keyp, keytmp : string;
begin
  keyp := intTohex(inport($300),2);
  keytmp := copy(keyp, 1, 1);
  if keytmp = 'F' then
  begin
    inc (i);
    keyp := copy(keyp, 2, 1);
    if keyp = 'A' then
    begin
      keyp := '0';
      mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
      mediaplayer1.filename := 'c:\0.wav';
      mediaplayer1.open;
      mediaplayer1.play;
    end;
  end;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if keyp = '1' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\1.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '2' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\2.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '3' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\3.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '4' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\4.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '5' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\5.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '6' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\6.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '7' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\7.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '8' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\8.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = '9' then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\9.wav';
mediaplayer1.open;
mediaplayer1.play;
end;
if keyp = 'B' then
begin
keyp := '';
i :=0 ;
Edit2.Text := (Edit2.Text + keyp);
Table1.First;
if Table1.Findkey([Edit2.text]) then
begin
mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
mediaplayer1.filename := 'c:\p2.wav';
mediaplayer1.open;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการวิจัยเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ผู้อื่นนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่อย่างอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        mediaplayer1.play;
    end
    else
    begin
        mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
        mediaplayer1.filename := 'c:\p3.wav';
        mediaplayer1.open;
        mediaplayer1.play;
    end;
    edit2.text := '';
end;
if keyp = 'C' then
begin
    keyp := '';
    label2.caption := 'disconnect ' ;
    edit1.text:=inttostr(254);
    output ($301,strtoint (edit1.text));
    edit2.text :='';
    i :=0;
    label2.caption := 'IDEL ' ;
end;
Edit2.Text := trim(Edit2.Text + keyp);
if i > 7 then
begin
    i := 0;
    Table1.First;
    if Table1.Findkey([Edit2.text]) then
    begin
        mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
        mediaplayer1.filename := 'c:\p2.wav';
        mediaplayer1.open;
        mediaplayer1.play;
    end
    else
    begin
        mediaplayer1.devicetype := dtwaveaudio;
        mediaplayer1.filename := 'c:\p3.wav';
        mediaplayer1.open;
        mediaplayer1.play;
    end;
    edit2.text:='';
end;
end;
timer1.enabled :=true;
end;
end.

```

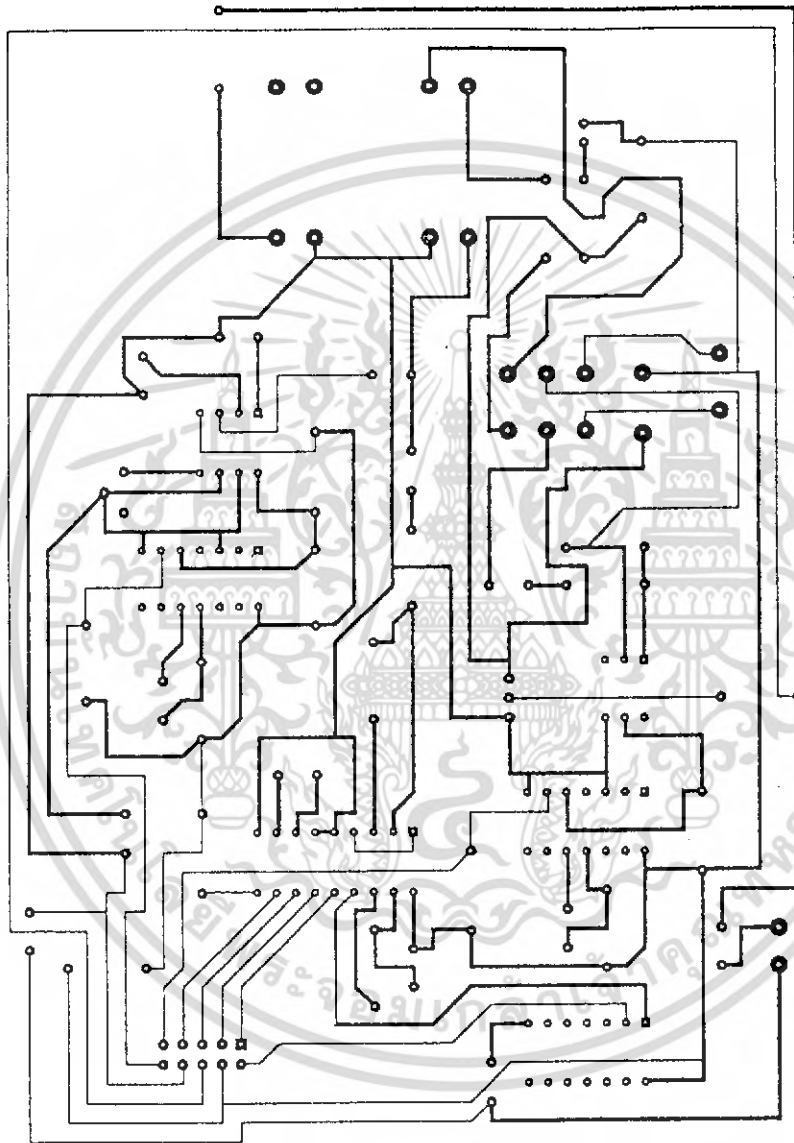
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

วงจรและลายปริ้นท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดง ถายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

คู่มือการใช้ เครื่องสอบตามทางโทรศัพท์ที่อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการใช้งาน

การใช้งาน

1. กด T1 อัดโนมัติ (เมื่อมีเสียง Ringing ตามที่ Program ไว้) พร้อมกับได้ยินเสียงตอบเพื่อบอกถึงขั้นตอนในการใช้งานเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ
2. กดหมายเลขรหัสประจำตัวสอบเป็นเลข 8 หลักเมื่อกดครบจำนวน 8 ตัว เครื่องจะทำการค้นหาตาม Program ที่กำหนดไว้ ซึ่งถ้าเจอตามที่ตั้งค่าไว้จะมีเสียงตอบกลับมาว่า “ท่านสอบผ่าน” แต่เมื่อทำการค้นหาไม่เจอตาม Program ที่กำหนดไว้จะมีเสียงตอบกลับมาว่า “ท่านสอบไม่ผ่าน”

ตารางการส่งงาน

CODE	NAME
14-785-496	นายเฉลิมชัย แซ่เจิ้น
98-562-417	นายสุรพงษ์ แสนสนิท
12-457-896	นางสาวกัญญา วโรคม
98-745-614	นายไชยยา พงศาควร
25-896-378	นายอภิญาญ์ หนองดี

ซึ่ง Program จะทำการค้นหาตามค่าที่ตั้งไว้ในตารางนี้

3. ในกรณีที่กดหลายเลขผิดหรือยังไม่ถึง 8 หลักต้องการจะเปลี่ยนหมายเลขใหม่กด (*) แล้วทำการกดรหัสประจำตัวทำตามที่ต้องการใหม่เครื่องจะดำเนินการตามขั้นตอนดังข้อ 3 ใหม่
4. เมื่อผู้เรียกไม่ต้องการสอบถามข้อมูลต่อ ทำการวางหูในส่วนนี้วงจร Ringing Back & Busy Tone จะทำการตรวจรับความถี่ 425 Hz เปลี่ยนเป็นพัลส์ขนาด 5 ส่งไปยัง Program ประมวลผลตามที่ตั้งค่าไว้ทำการวางหูของเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ISO²-CMOS MT8870B/MT8870B-1 Integrated DTMF Receiver

9161-002-051-NA

ISSUE 2

December 1987

Features

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

Applications

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

Description

The MT8870B/MT8870B-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO²-CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital

Pin Connections

IN +	1	18	VDD
IN -	2	17	St/GT
GS	3	16	Est
VRef	4	15	Std
IC*	5	14	Q4
IC*	5	13	Q3
OSC1	7	12	C2
OSC2	8	11	Q1
VSS	9	10	TOE

* Connect to VSS

Ordering Information -40°C to +85°C

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

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

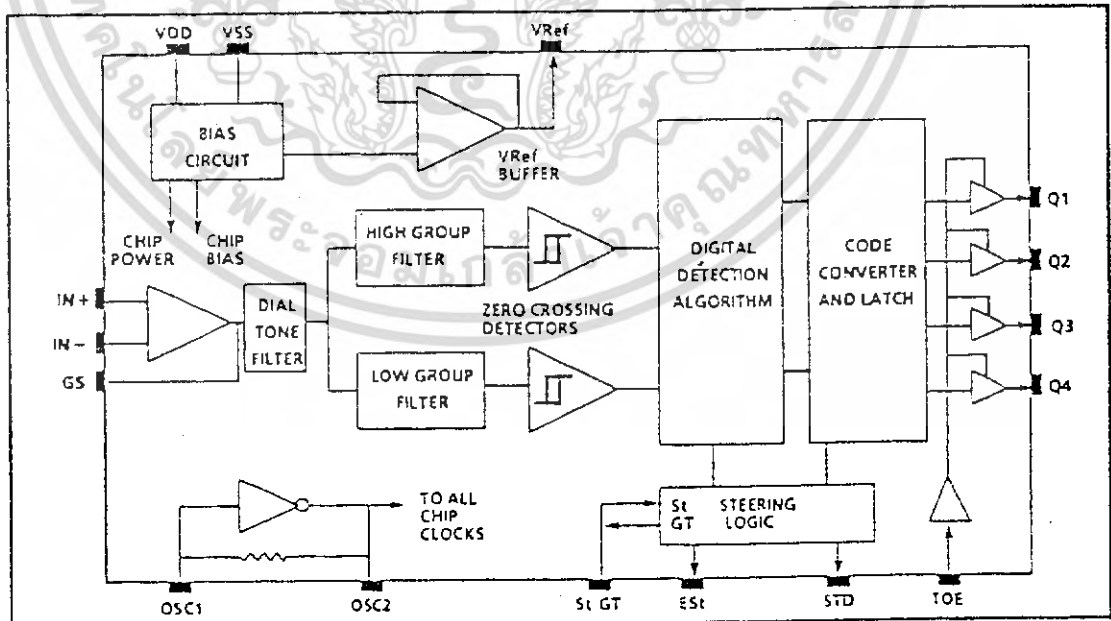


Figure 1 - Functional Block Diagram

MT8870B/MT8870B-1 ISO²-CMOS

Absolute Maximum Ratings¹

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

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

Recommended Operating Conditions¹ - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated

	Characteristics	Sym	Min	Typ ¹	Max	Units	Test Conditions
1	Positive Supply Voltages	V_{DD}		5		V	$V_{SS} = 0V$
2	Oscillator Clock Frequency	f_c		3.579545		MHz	
3	Oscillator Frequency Tolerance	Δf_c		± 0.1		%	

¹ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

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

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

¹ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870B/MT8870B-1 ISO²-CMOS

MT8870B-1 AC Electrical Characteristics¹ - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated

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

¹ V_{DD} = 5 V, V_{SS} = 0, T_A = 25° C and f_c = 3.579545 MHz using test circuit shown in Figure 2

NOTES

1. dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 500 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ± 1.5% ± 2Hz.
7. Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise.
8. The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2%.
9. For an error rate of better than 1 in 10,000.
10. Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal.
11. Referenced to the minimum valid accept level.
12. For guard time calculation purposes.
13. Referenced to Fig. 10 Input DTMF Tone Level at -25 dBm (-28 dBm at GS Pin); Interference Frequency Range between 480-3400 Hz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870B/MT8870B-1

Operating Characteristics¹ - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated Gain Setting Amplifier

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

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

¹ Typical figures are at 25°C and are for design aid only, not guaranteed and not subject to production testing.

MT8870B AC Electrical Characteristics¹ - Voltages are with respect to ground (V_{SS}) unless otherwise stated

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

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

NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - Voltages are with respect to ground (V_{GND}) unless otherwise stated

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

[†] V_{DD} = 5.0V, V_{SS} = 0V, T_A = 25°C and f_C = 3.579545 MHz, using test circuit shown in Figure 2.

[‡] Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

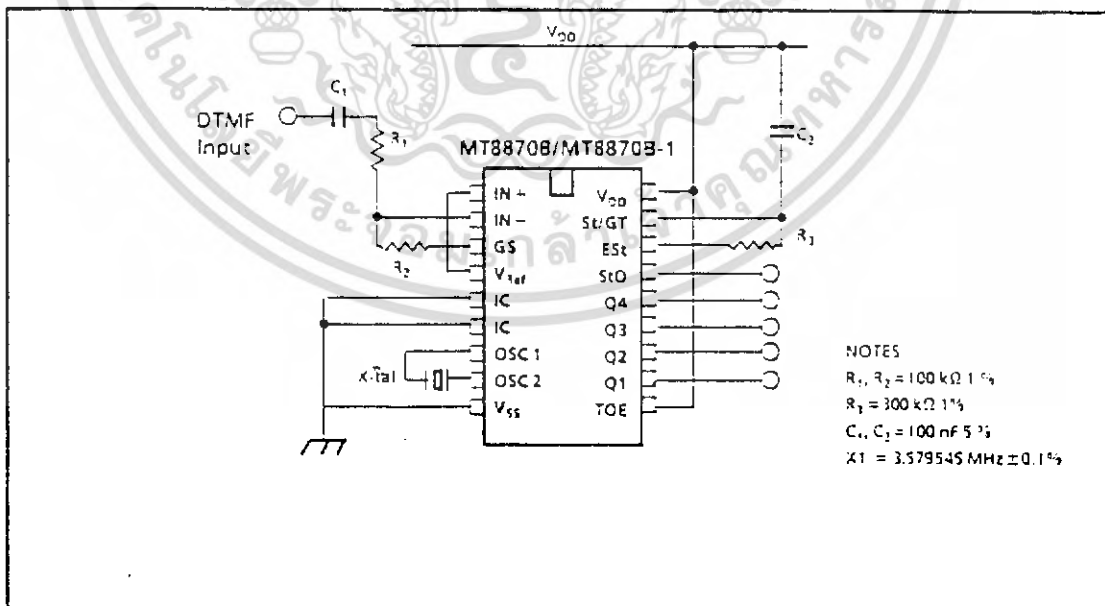


Figure 2 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870B/MT8870B-1 ISO²-CMOS

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	IN +	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	IN -	Inverting Op-Amp (Input).
3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	V _{Ref}	Reference Voltage (Output), Nominally V _{DD} /2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 2).
5	IC	Internal Connection. Must be tied to V _{SS} .
6	IC	Internal Connection. Must be tied to V _{SS} .
7	OSC1	Clock (Input).
8	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	V _{SS}	Negative Power Supply (Input).
10	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TCE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	StD	Delayed Steering (Output). Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V _{RS1} .
16	ES1	Early Steering (Output). Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ES1 to return to a logic low.
17	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V _{RS1} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V _{RS1} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ES1 and the voltage on St.
18	V _{DD}	Positive power supply (Input).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

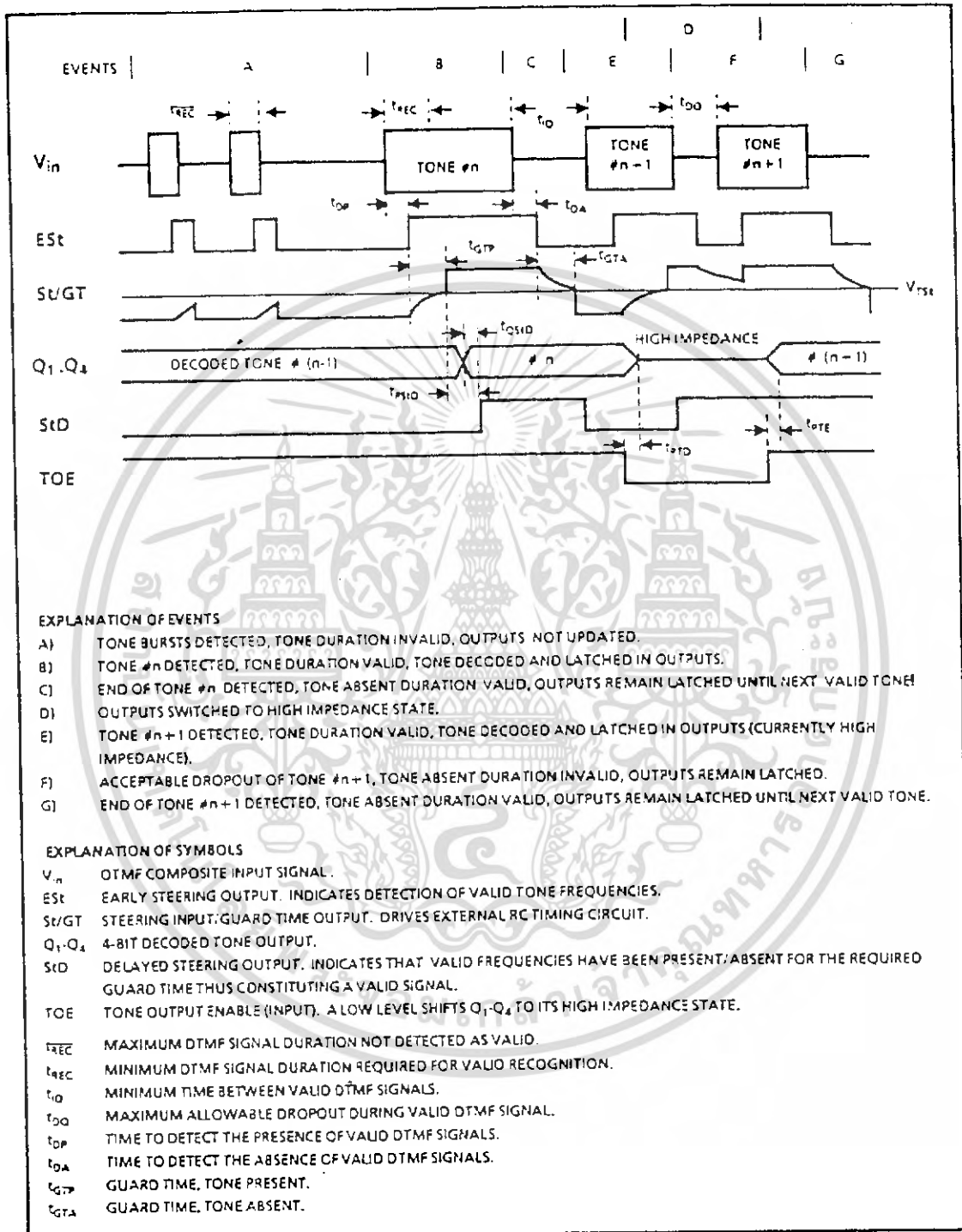


Figure 3- Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870B/MT8870B-1 ISO²-CMOS

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

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

Steering Circuit

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

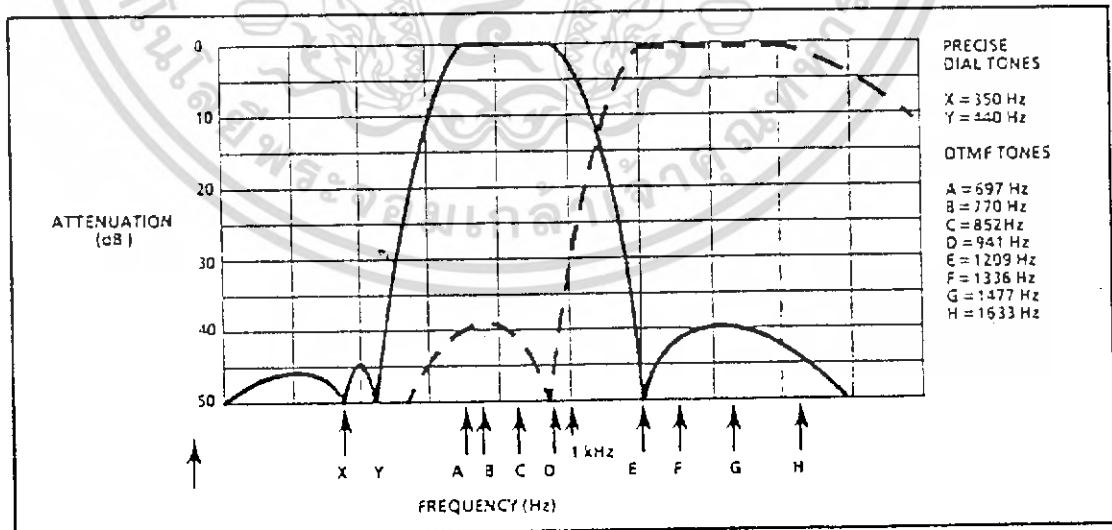


Figure 4- Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow	F _{HIGH}	NO.	TOE	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

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

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

Guard Time Adjustment

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

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

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

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

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

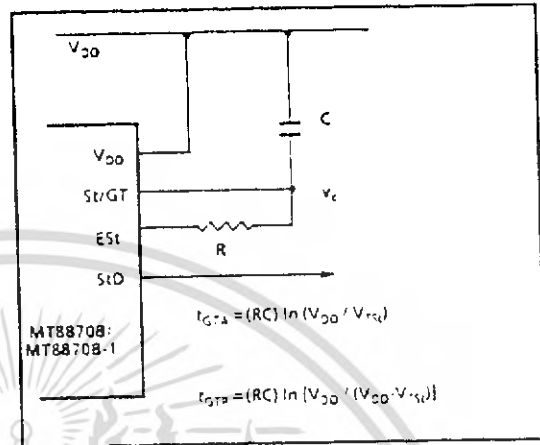


Figure 5- Basic Steering Circuit

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

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870B/MT8870B-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{REF}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 2 with the op-amp connected for unity gain and V_{REF} biasing the input at $\frac{1}{2}V_{DD}$. Figure 7 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5 .

MT8870B/MT8870B-1 ISO²-CMOS

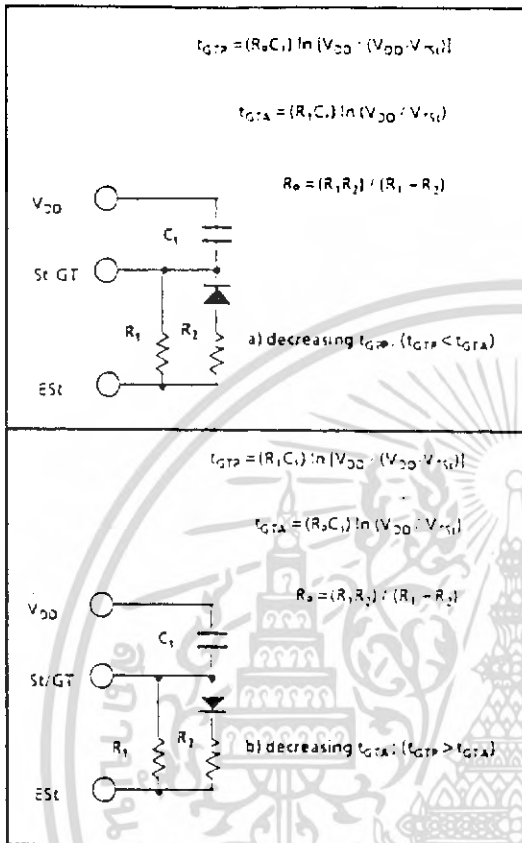


Figure 6- Guard Time Adjustment

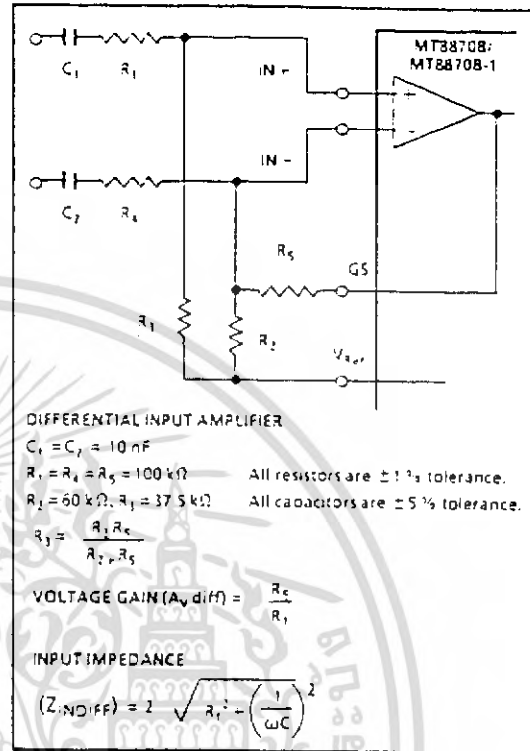


Figure 7- Differential Input Configuration

Crystal Oscillator

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

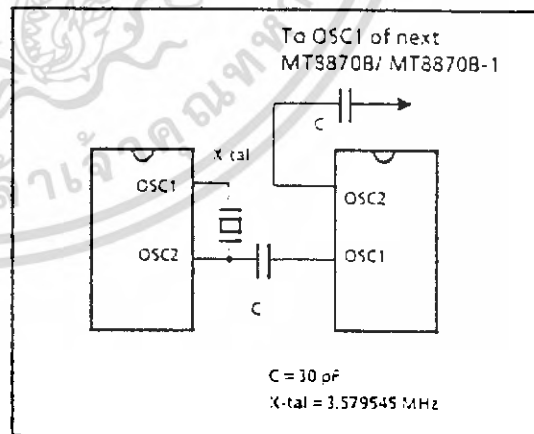


Figure 8- Oscillator Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

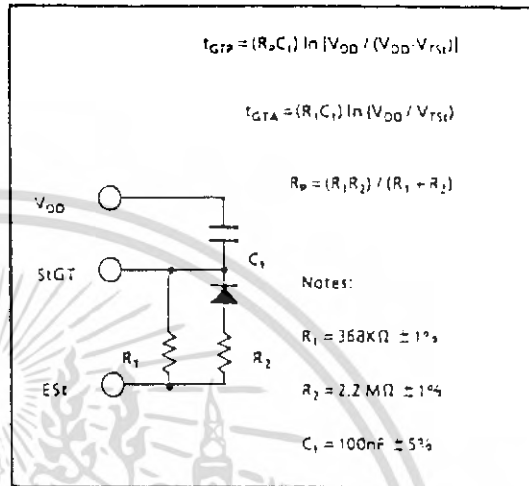


Figure 9 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

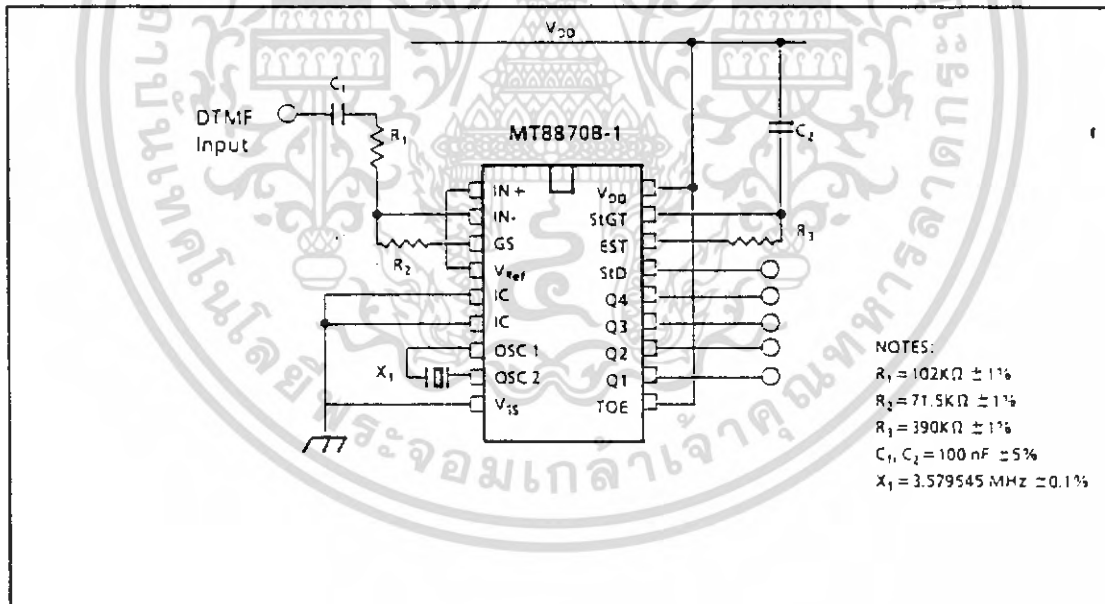


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monolithic Tone Decoder

GENERAL DESCRIPTION

The XR-567 is a monolithic phase-locked loop system designed for general purpose tone and frequency decoding. The circuit operates over a wide frequency band of 0.01 Hz to 500 kHz and contains a logic compatible output which can sink up to 100 milliamps of load current. The bandwidth, center frequency, and output delay are independently determined by the selection of four external components.

The circuit consists of a phase detector, low-pass filter, and current-controlled oscillator which comprise the basic phase-locked loop; plus an additional low-pass filter and quadrature detector that enables the system to distinguish between the presence or absence of an input signal at the center frequency.

FEATURES

- Bandwidth adjustable from 0 to 14%.
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability.
- High stable center frequency.
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz.
- Inherent immunity to false signals.
- High rejection of out-of-band signals and noise.
- Frequency range adjustable over 20:1 range by external resistor.

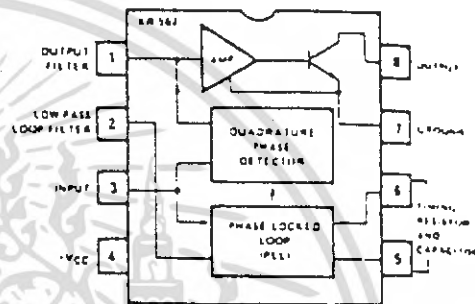
APPLICATIONS

- Touch-Tone® Decoding
- Sequential Tone Decoding
- Communications Paging
- Ultrasonic Remote-Control
- Telemetry Decoding

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	10 volts
Power Dissipation (package limitation)	
Ceramic Package	385 mW
Plastic Package	300 mW
Derate Above +25°C	2.5 mW/°C
Temperature	
Operating	
XR-567M	-55°C to +125°C
XR-567CN/567CP	0°C to +70°C
Storage	-65°C to +150°C

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



ORDERING INFORMATION

Part Number	Package	Operating Temperature
XR-567M	Ceramic	-55°C to +125°C
XR-567CN	Ceramic	0°C to +70°C
XR-567CP	Plastic	0°C to +70°C

SYSTEM DESCRIPTION

The XR-567 monolithic tone decoder consists of a phase detector, low pass filter, and current controlled oscillator which comprise the basic phase-locked loop, plus an additional low pass filter and quadrature detector enabling detection on in-band signals. The device has a normally high open collector output capable of sinking 100 mA.

The input signal is applied to Pin 3 (20 kΩ nominal input resistance). Free running frequency is controlled by an RC network at Pins 5 and 6 and can typically reach 500 kHz. A capacitor on Pin 1 serves as the output filter and eliminates out-of-band triggering. PLL filtering is accomplished with a capacitor on Pin 2; bandwidth and skew are also dependant upon the circuitry here. Bandwidth is adjustable from 0% to 14% of the center frequency. Pin 4 is +V_{CC} (4.75 to 9V nominal, 10V maximum); Pin 7 is ground; and Pin 8 is open collector output, pulling low when an in-band signal triggers the device.

In applications requiring two or more 567-type devices, consider the XR-2567 dual tone decoder. Where center frequency accuracy and drift are critical, compare the XR-567A. Investigate employing the XR-L567 in low power circuits.

XR-567

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: $V_{CC} = +5V$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise specified, Test circuit of Figure 2.

PARAMETERS	LIMITS			UNITS	CONDITIONS
	MIN	TYP	MAX		
GENERAL					
Supply Voltage Range	4.75		9.0	V dc	
Supply Current					
Quiescent XR-567M		6	8	mA	$R_L = 20k\Omega$
XR-567C		7	10	mA	$R_L = 20k\Omega$
Activated XR-567M		11	13	mA	$R_L = 20k\Omega$
XR-567C		12	15	mA	$R_L = 20k\Omega$
Output Voltage			15	V	
Negative Voltage at Input			-10	V	
Positive Voltage at Input			$V_{CC} + 0.5$	V	
CENTER FREQUENCY					
Highest Center Frequency	100	500		kHz	
Center Frequency Stability					
Temperature $T_A = 25^\circ C$		35		ppm/ $^\circ C$	See Figure 9
$0 < T_A < 70^\circ C$		± 60		ppm/ $^\circ C$	See Figure 9
$-55 < T_A < +125^\circ C$		± 140		ppm/ $^\circ C$	See Figure 9
Supply Voltage					
XR-567M		0.5	1.0	%/V	$f_o = 100$ kHz
XR-567C		0.7	2.0	%/V	$f_o = 100$ kHz
DETECTION BANDWIDTH					
Largest Detection Bandwidth					
XR-567M	12	14	18	% of f_o	$f_o = 100$ kHz
XR-567C	10	14	18	% of f_o	$f_o = 100$ kHz
Largest Detection Bandwidth Skew					
XR-567M		1	2	% of f_o	
XR-567C		2	3	% of f_o	
Largest Detection Bandwidth Variation					
Temperature		± 0.1		%/ $^\circ C$	$V_{in} = 300$ mV rms
Supply Voltage		± 2		%/V	$V_{in} = 300$ mV rms
INPUT					
Input Resistance		20		k Ω	
Smallest Detectable Input Voltage		20	25	mV rms	$I_L = 100$ mA, $f_i = f_o$
Largest No-Output Input Voltage	10	15		mV rms	$I_L = 100$ mA, $f_i = f_o$
Greatest Simultaneous Outband					
Signal to Inband Signal Ratio		-6		dB	
Minimum Input Signal to Wideband					
Noise Ratio		-6		dB	$B_n = 140$ kHz
OUTPUT					
Output Saturation Voltage		0.2	0.4	V	$I_L = 30$ mA, $V_{in} = 25$ mV rms
Output Leakage Current		0.5	1.0	V	$I_L = 100$ mA, $V_{in} = 25$ mV rms
Fastest ON-OFF Cycling Rate		0.01	25	μA	
Output Rise Time		$t_r \leq 20$			
Output Fall Time		150		ns	$R_L = 50\Omega$
		30		ns	$R_L = 50\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XR-567

DEFINITION OF XR-567 PARAMETERS

CENTER FREQUENCY f_0

f_0 is the free-running frequency of the current-controlled oscillator with no input signal. It is determined by resistor R_1 between pins 5 and 6, and capacitor C_1 from pin 6 to ground. f_0 can be approximated by

$$f_0 = \frac{1}{R_1 C_1}$$

where R_1 is in ohms and C_1 is in farads.

DETECTION BANDWIDTH (BW)

The *detection bandwidth* is the frequency range centered about f_0 , within which an input signal larger than the threshold voltage (typically 20 mV rms) will cause a logic zero state at the output. The detection bandwidth corresponds to the capture range of the PLL and is determined by the low-pass bandwidth filter. The bandwidth of the filter, as a percent of f_0 , can be determined by the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_1}{f_0 C_2}}$$

where V_1 is the input signal in volts, rms, and C_2 is the capacitance at pin 2 in μF .

LARGEST DETECTION BANDWIDTH

The *largest detection bandwidth* is the largest frequency range within which an input signal above the threshold voltage will cause a logical zero state at the output. The maximum detection bandwidth corresponds to the lock range of the PLL.

DETECTION BAND SKEW

The *detection band skew* is a measure of how accurately the largest detection band is centered about the center frequency, f_0 . It is defined as $(f_{\max} + f_{\min} - 2f_0)/f_0$, where f_{\max} and f_{\min} are the frequencies corresponding to the edges of the detection band. If necessary, the detection band skew can be reduced to zero by an optional centering adjustment. (See Optional Controls).

DESCRIPTION OF CIRCUIT CONTROLS

OUTPUT FILTER — C_3 (Pin 1)

Capacitor C_3 connected from pin 1 to ground forms a simple low-pass *post detection* filter to eliminate spurious outputs due to out-of-band signals. The time constant of the filter can be expressed as $T_3 = R_3 C_3$, where R_3 (4.7 $\text{k}\Omega$) is the internal impedance at pin 1.

The precise value of C_3 is not critical for most applications. To eliminate the possibility of false triggering by spurious signals, it is recommended that C_3 be $\geq 2 C_2$, where C_2 is the loop filter capacitance at pin 2.

If the value of C_3 becomes too large, the *turn-on* or *turn-off* time of the output stage will be delayed until the voltage change across C_3 reaches the threshold voltage. In certain applications, the delay may be desirable as a means of suppressing spurious outputs. Conversely, if the value of C_3 is too small, the beat rate at the output of the quadrature detector (see Functional Block Diagram) may cause a false logic level change at the output. (Pin 8)

The average voltage (during lock) at pin 1 is a function of the inband input amplitude in accordance with the given transfer characteristic.

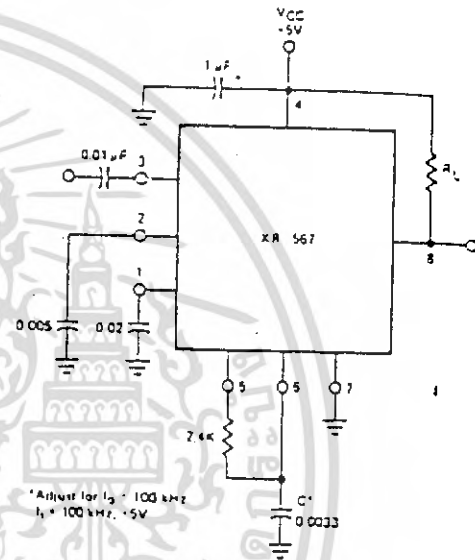


Figure 2. XR-567 Test Circuit

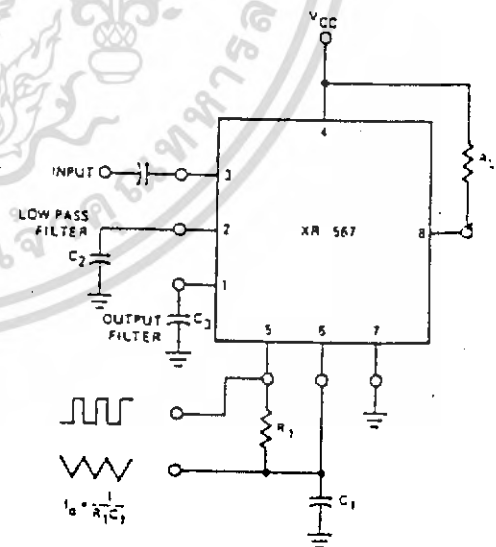


Figure 3. XR-567 Connection Diagram

XR-567

TYPICAL CHARACTERISTIC CURVES

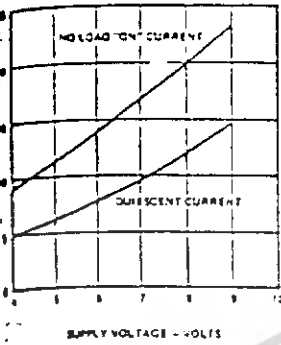


Figure 4. Supply Current Versus Supply Voltage

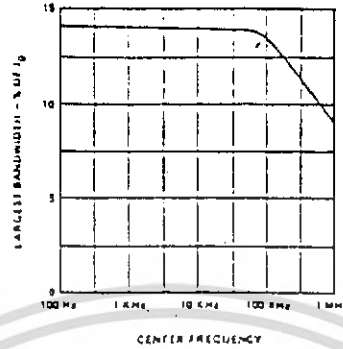


Figure 5. Largest Detection Bandwidth Versus Operating Frequency

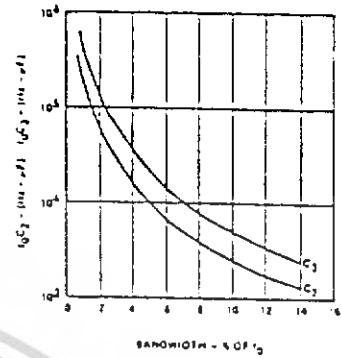


Figure 6. Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3

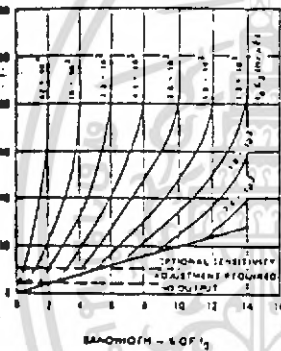


Figure 7. Bandwidth Versus Input Signal Amplitude (C_2 is μF)

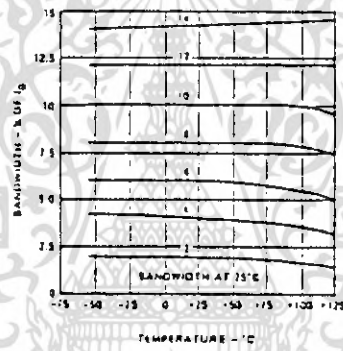


Figure 8. Bandwidth Variation with Temperature

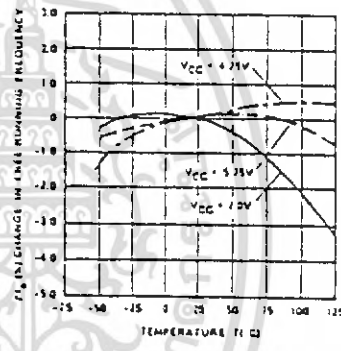


Figure 9. Frequency Drift with Temperature

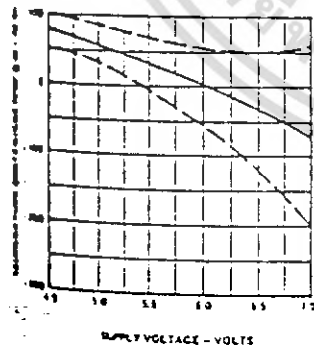


Figure 10. Temperature Coefficient of Center Frequency (Mean and S.D.)

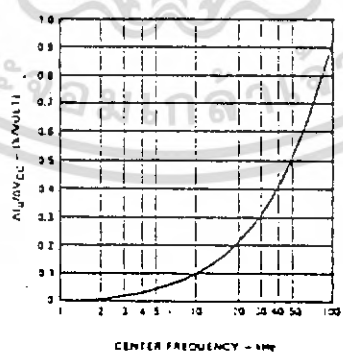


Figure 11. Power Supply Dependence of Center Frequency

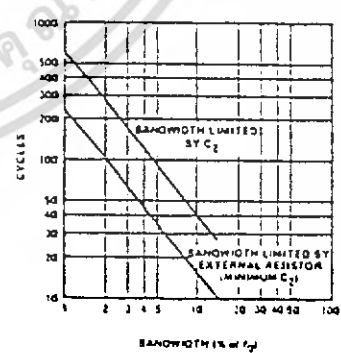


Figure 12. Greatest Number of Cycles Before Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XR-567

LOOP FILTER - C_2 (Pin 2)

Capacitor C_2 connected from pin 2 to ground serves as a single pole, low-pass filter for the PLL portion of the XR-567. The filter time constant is given by $T_2 = R_2 C_2$, where R_2 (10 k Ω) is the impedance at pin 2.

The selection of C_2 is determined by the detection bandwidth requirements, as shown in Figure 6. For additional information see section on "Definition of XR-567 Parameters".

The voltage at pin 2, the phase detector output, is a linear function of frequency over the range of 0.95 to 1.05 f_0 , with a slope of approximately 20 mV/% frequency deviation.

INPUT (Pin 3)

The input signal is applied to pin 3 through a coupling capacitor. This terminal is internally biased at a dc level 2 volts above ground, and has an input impedance level of approximately 20 k Ω .

TIMING RESISTOR R_1 AND CAPACITOR C_1 (Pins 5 and 6)

The center frequency of the decoder is set by resistor R_1 between pins 5 and 6, and capacitor C_1 from pin 6 to ground, as shown in Figure 3.

Pin 5 is the oscillator squarewave output which has a magnitude of approximately $V_{CC} - 1.4V$ and an average dc level of $V_{CC}/2$. A 1 k Ω load may be driven from this point. The voltage at pin 6 is an exponential triangle waveform with a peak-to-peak amplitude of 1 volt and an average dc level of $V_{CC}/2$. Only high impedance loads should be connected to pin 6 to avoid disturbing the temperature stability or duty cycle of the oscillator.

LOGIC OUTPUT (Pin 8)

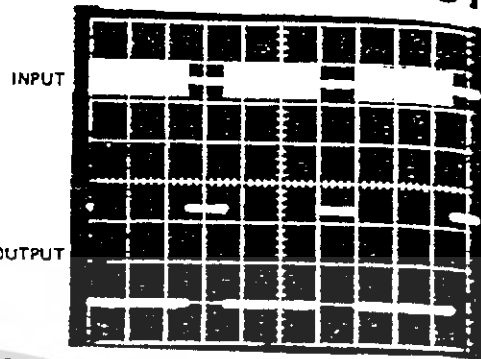
Terminal 8 provides a binary logic output when an input signal is present within the pass-band of the decoder. The logic output is an uncommitted, "base-collector" power transistor capable of switching high current loads. The current level at the output is determined by an external load resistor, R_L , connected from pin 8 to the positive supply.

When an in-band signal is present, the output transistor at pin 8 saturates with a collector voltage less than 1 volt (typically 0.5V) at full rated current of 100 mA. If large output voltage swings are needed, R_L can be connected to a supply voltage, V_+ , higher than the V_{CC} supply. For safe operation, $V_+ \leq 20$ volts.

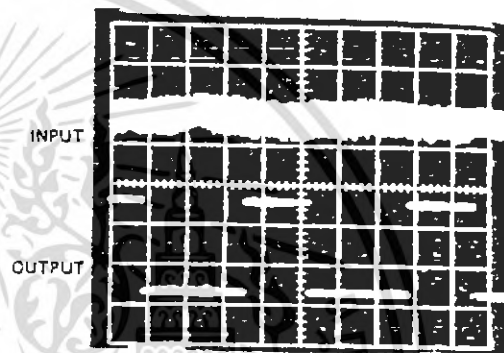
OPERATING INSTRUCTIONS

SELECTION OF EXTERNAL COMPONENTS

A typical connection diagram for the XR-567 is shown in Figure 3. For most applications, the following procedure will be sufficient for determination of the external components R_1 , C_1 , C_2 , and C_3 .



Response to 100 mV rms tone burst.
 $R_L = 100$ ohms.



Response to same input tone burst with wideband noise.

$\frac{S}{N} = -8$ dB $R_L = 100$ ohms

Noise Bandwidth = 140 Hz

Figure 13. Typical Response

- R_1 and C_1 should be selected for the desired center frequency by the expression $f_0 = 1/R_1 C_1$. For optimum temperature stability, R_1 should be selected such that $2k\Omega \leq R_1 \leq 20$ k Ω , and the $R_1 C_1$ product should have sufficient stability over the projected operating temperature range.
- Low-pass capacitor, C_2 , can be determined from the Bandwidth versus Input Signal Amplitude graph of Figure 7. One approach is to select an area of operation from the graph, and then adjust the input level and value of C_2 accordingly. Or, if the input amplitude variation is known, the required $f_0 C_2$ product can be found to give the desired bandwidth. Constant bandwidth operation requires $V_i > 200$ mV rms. Then, as noted on the graph, bandwidth will be controlled solely by the $f_0 C_2$ product.
- Capacitor C_3 sets the low edge of the low-pass filter which attenuates frequencies outside of the detection band and thereby eliminates spurious outputs. If C_3 is too small, frequencies adjacent to the detection band may switch the output stage off and on at the beat frequency, or the output may pulse off and on during the turn-on transient. A typical maximum value of C_3 is $2 C_2$.

XR-567

- Conversely, if C_3 is too large, turn-on and turn-off of the output stage will be delayed until the voltage across C_3 passes the threshold value.

PRINCIPLE OF OPERATION

The XR-567 is a frequency selective tone decoder system based on the phase-locked loop (PLL) principle. The system is comprised of a phase-locked loop, a quadrature AM detector, a voltage comparator, and an output logic driver. The four sections are internally interconnected as shown in Figure 1.

When an input tone is present within the pass-band of the circuit, the PLL synchronizes or "locks" on the input signal. The quadrature detector serves as a lock indicator: when the PLL is locked on an input signal, the dc voltage at the output of the detector is shifted. This dc level shift is then converted to an output logic pulse by the amplifier and logic driver. The logic driver is a "base collector" transistor stage capable of switching 100 mA loads.

The logic output at pin 8 is normally in a "high" state, until a tone that is within the capture range of the decoder is present at the input. When the decoder is locked on an input signal, the logic output at pin 8 goes to a "low" state.

The center frequency of the detector is set by the free-running frequency of the current-controlled oscillator in the PLL. This free-running frequency, f_0 , is determined by the selection of R_1 and C_1 connected to pins 5 and 6 as shown in Figure 3. The detection bandwidth is determined by the size of the PLL filter capacitor, C_2 , and the output response speed is controlled by the output filter capacitor, C_3 .

OPTIONAL CONTROLS

PROGRAMMING

Varying the value of resistor R_1 and/or capacitor C_1 will change the center frequency. The value of R_1 can be changed either mechanically or by solid state switches. Additional C_1 capacitors can be added by grounding them through saturated npn transistors.

SPEED OF RESPONSE

The minimum lock-up time is inversely related to the loop frequency. As the natural loop frequency is lowered, the turn-on transient becomes greater. Thus maximum operating speed is obtained when the value of capacitor C_2 is minimum. At the instant an input signal is received its phase may drive the oscillator away from the locking frequency rather than toward it. Under this condition, the lock-up transient is in a worst case situation and the minimum theoretical lock-up time will not be achievable.

The following expressions yield the values of C_2 and C_3 in microfarads, which allow the maximum operating speed for various center frequencies. The minimum value that digital information may be detected without

losing information due to turn-on transient or output chatter is about 10 cycles/bit, which corresponds to an information transfer rate of $f_0/10$ baud.

$$C_2 = \frac{130}{f_0}, \quad C_3 = \frac{260}{f_0} \mu\text{F}$$

In situations where minimum turn-off time is of less importance than fast turn-on, the optional sensitivity adjustment circuit of Figure 14 can be used to bring the quiescent C_3 voltage closer to the threshold voltage. Sensitivity to beat frequencies, noise, and extraneous signals, however, will be increased.

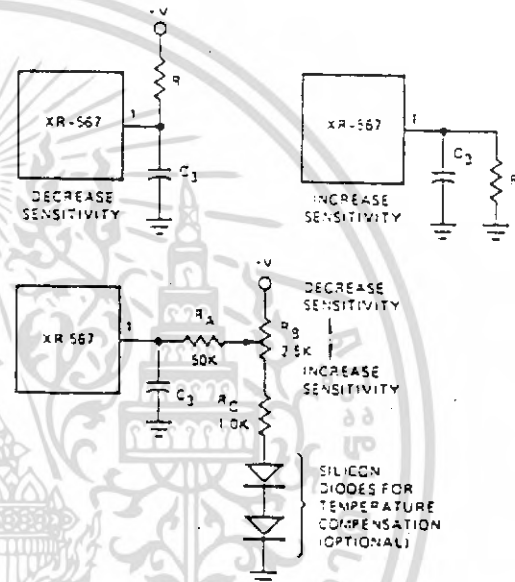


Figure 14. Optional Sensitivity Connections

CHATTER

When the value of C_3 is small, the lock transient and ac components at the lock detector output may cause the output stage to move through its threshold more than once, resulting in output chatter.

Although some loads, such as lamps and relays will not respond to chatter, logic may interpret chatter as a series of output signals. Chatter can be eliminated by feeding a portion of the output back to the input (pin 1) or, by increasing the size of capacitor C_3 . Generally, the feedback method is preferred since keeping C_3 small will enable faster operation. Three alternate schemes for chatter prevention are shown in Figure 15. Generally, it is only necessary to assure that the feedback time constant does not get so large that it prevents operation at the highest anticipated speed.

SKEW ADJUSTMENT

The circuits shown in Figure 16 can be used to change the position of the detection band (capture range) with-

XR-567

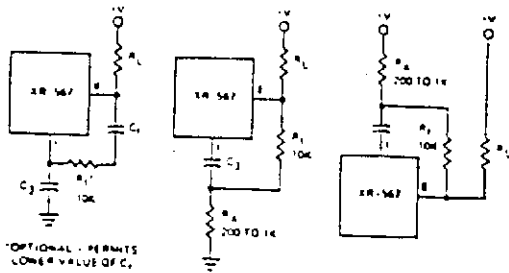


Figure 15. Methods of Reducing Chatter

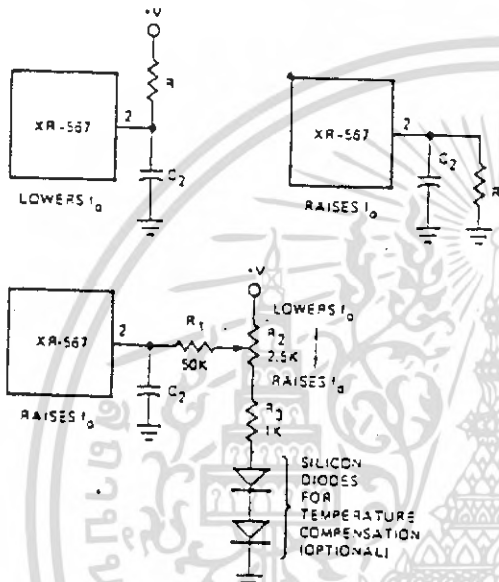


Figure 16. Connections to Reposition Detection Band

in the largest detection band (or lock range). By moving the detection band to either edge of the lock range, input signal variations will expand the detection band in one direction only. Since R_3 also has a slight effect on the duty cycle, this approach may be useful to obtain a precise duty cycle when the circuit is used as an oscillator.

OUTPUT LATCHING

In order to latch the output of the XR-567 "on" after a signal is received, it is necessary to include a feedback resistor around the output stage, between pin 8 and pin 1, as shown in Figure 17. Pin 1 is pulled up to unlatch the output stage.

BANDWIDTH REDUCTION

The bandwidth of the XR-567 can be reduced by either increasing capacitor C_2 or reducing the loop gain. Increasing C_2 may be an undesirable solution since this will also reduce the damping of the loop and thus slow the circuit response time.

Figure 18 shows the proper method of reducing the loop gain for reduced bandwidth. This technique will improve damping and permit faster performance under narrow band operation. The reduced impedance level at pin 2 will require a larger value of C_2 for a given cut off frequency.

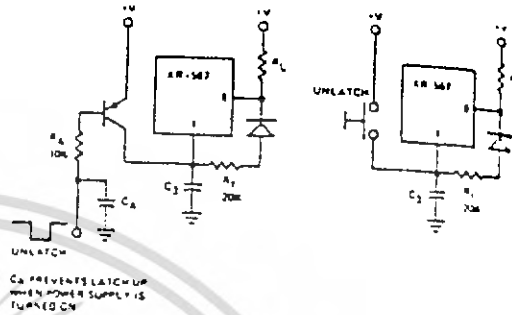
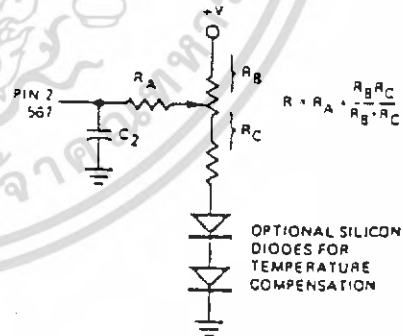
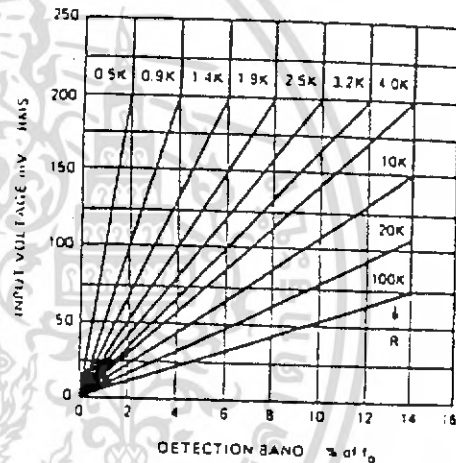


Figure 17. Output Latching



$$\frac{170}{U} \left(\frac{10K \cdot R}{R} \right) < C_2 < \frac{1700}{U} \left(\frac{10K \cdot R}{R} \right)$$

NOTE ADJUST CONTROL FOR SYMMETRY OF DETECTION BAND EDGES ABOUT f_0

Figure 18. Bandwidth Reduction

XR-567

PRECAUTIONS

The XR-567 will lock on signals near $(2n + 1) f_0$ and produce an output for signals near $(4n + 1) f_0$, for $n = 0, 1, 2, \dots$ etc. Signals at $5 f_0$ and $9 f_0$ can cause an unwanted output and should, therefore, be attenuated before reaching the input of the circuit.

Operating the XR-567 in a reduced bandwidth mode of operation at input levels less than 200 mV rms results in maximum immunity to noise and out-band signals. Decreased loop damping, however, causes the worst-case lock-up time to increase, as shown by the graph of Figure 12.

Bandwidth variations due to changes in the in-band signal amplitude can be eliminated by operating the XR-567 in the high input level mode, above 200 mV. The input stage is then limiting, however, so that out-band signals or high noise levels can cause an apparent bandwidth reduction as the in-band signal is suppressed. In addition, the limited input stage will create in-band components from subharmonic signals so that the circuit components from subharmonic signals so that the circuit becomes sensitive to signals at $f_0/3, f_0/5$ etc.

Care should be exercised in lead routing and lead lengths should be kept as short as possible. Power supply leads should be properly bypassed close to the integrated circuit and grounding paths should be carefully determined to avoid ground loops and undesirable voltage variations. In addition, circuits requiring heavy load currents should be provided by a separate power supply, or filter capacitors increased to minimize supply voltage variations.

ADDITIONAL APPLICATIONS

DUAL TIME CONSTANT TONE DECODER

For some applications it is important to have a tone decoder with narrow bandwidth and fast response time. This can be accomplished by the dual time constant tone decoder circuit shown in Figure 19. The circuit has two low-pass loop filter capacitors, C_2 and C'_2 . With no input signal present, the output at pin 8 is high, transistor Q_1 is off, and C'_2 is switched out of the circuit. The loop low-pass filter is comprised of C_2 , which can be kept as small as possible for minimum response

time. When an in-band signal is detected, the output at pin 8 goes low. Q_1 will turn on, and capacitor C'_2 will be switched in parallel with capacitor C_2 . The low-pass filter capacitance will then be $C_2 + C'_2$. The value of C'_2 can be quite large in order to achieve narrow bandwidth. Notice that during the time that no input signal is received, the bandwidth is determined by capacitor C_2 .

NARROW BAND FM DEMODULATOR WITH CARRIER DETECT

In FM demodulation applications where the bandwidth is less than 10% of the carrier frequency, an XR-567

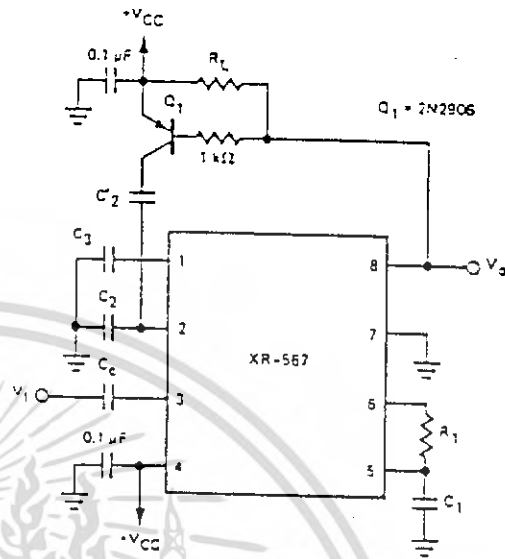


Figure 19. Dual Time Constant Tone Decoder

can be used to detect the presence of the carrier signal. The output of the XR-567 is used to turn off the FM demodulator when no carrier is present, thus acting as a squelch. In the circuit shown, an XR-215 FM demodulator is used because of its wide dynamic range, high signal/noise ratio and low distortion. The XR-567 will detect the presence of a carrier at frequencies up to 500 kHz.

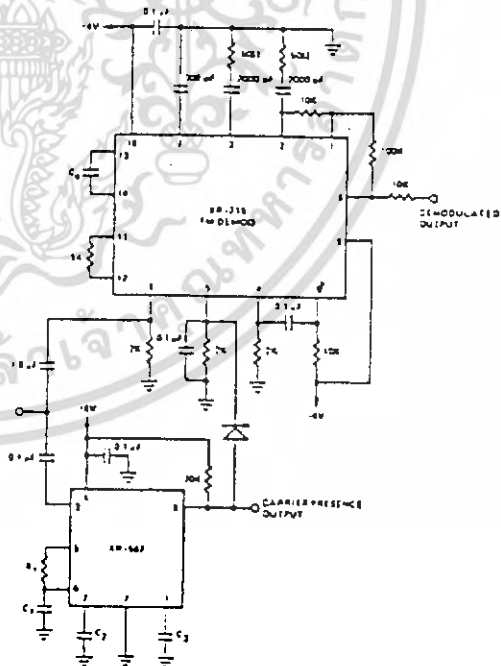


Figure 20. Narrow Band FM Demodulator with Carrier Detect

XR-567

DUAL TONE DECODER

In dual tone communication systems, information is transmitted by the simultaneous presence of two separate tones at the input. In such applications two XR-567 units can be connected in parallel, as shown in Figure 21 to form a dual tone decoder. The resistor and capacitor values of each decoder are selected to provide the desired center frequencies and bandwidth requirements.

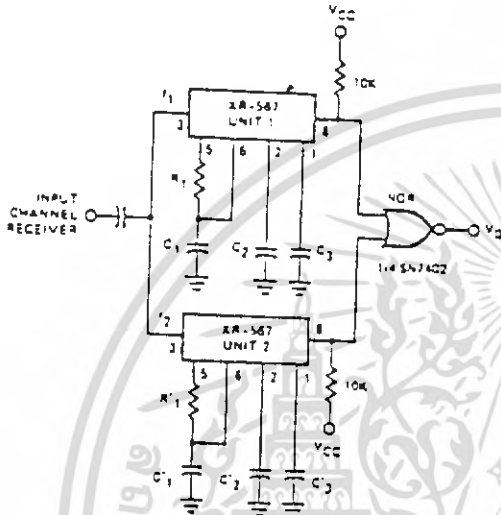


Figure 21. Dual Tone Decoder

PRECISION OSCILLATOR

The current-controlled oscillator (CCO) section of the XR-567 provides two basic output waveforms as shown in Figure 22. The squarewave is obtained from pin 5, and the exponential ramp from pin 6. The relative phase relationships of the waveforms are also provided in the figure. In addition to being used as a general purpose oscillator or clock generator, the CCO can also be used for any of the following special purpose oscillator applications:

1. High-Current Oscillator

The oscillator output of the XR-567 can be amplified using the output amplifier and high-current logic output available at pin 8. In this manner, the circuit can switch 100 mA load currents without sacrificing oscillator stability. A recommended circuit connection for this application is shown in Figure 23. The oscillator frequency can be modulated over $\pm 6\%$ in frequency by applying a control voltage to pin 2.

2. Oscillator with Quadrature Outputs

Using the circuit connection of Figure 24 the XR-567 can function as a precision oscillator with two separate squarewave outputs (at pins 5 and 8, respectively) that are at nearly quadrature phase with each

other. Due to the internal biasing arrangement the actual phase shift between the two outputs is typically 80° .

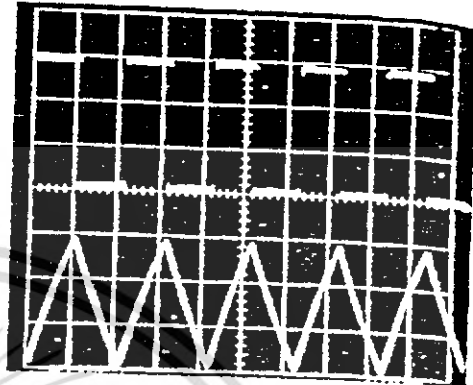


Figure 22. Oscillator Output Waveform Available From CCO Section.

Top: Square Wave Output at Pin 5:
Amplitude = $(V+ - 1.4V)$, pp.,
Avg. Value = $V+ / 2$
Bottom: Exponential Triangle Wave at Pin 6:
Amplitude = $1V$ pp., Avg. Value = $V+ / 2$

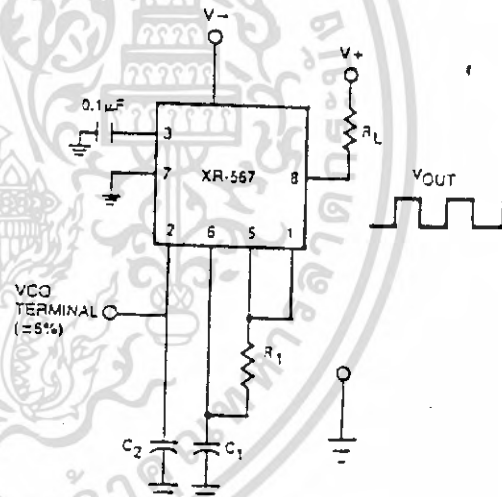


Figure 23. Precision Oscillator to Switch 100 mA Loads

3. Oscillator with Frequency Doubled Output

The CCO frequency can be doubled by applying a portion of the squarewave output at pin 5 back to the input at pin 3, as shown in Figure 25. In this manner the quadrature detector functions as a frequency doubler and produces an output of $2f_0$ at pin 8.

FSK DECODING

XR-567 can be used as a low speed FSK demodulator. In this application the center frequency is set to $0.9 \times f_c$

XR-567

the input frequencies, and the bandwidth is adjusted to leave the second frequency outside the detection band. When the input signal is frequency keyed between the in-band signal and the out-band signal, the logic state of the output at pin 8 is reversed. Figure 26 shows the FSK input ($f_2 = 3 f_1$) and the demodulated output signals, with $f_0 = f_2 = 1$ kHz. The circuit can handle data rates up to 10 baud.

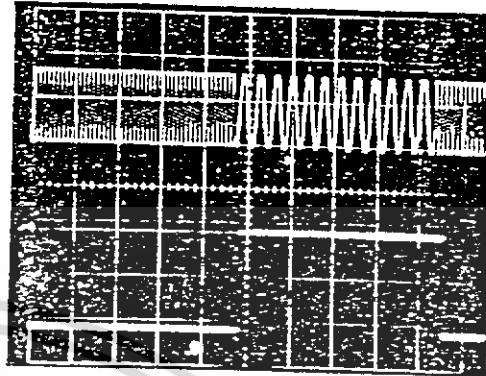


Figure 26. Input and Output Waveforms for FSK Decoding
Top: Input FSK Signal ($f_2 = 3f_1$)
Bottom: Demodulated Output

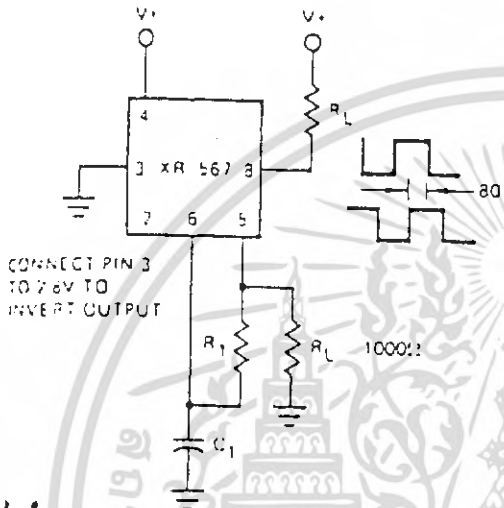
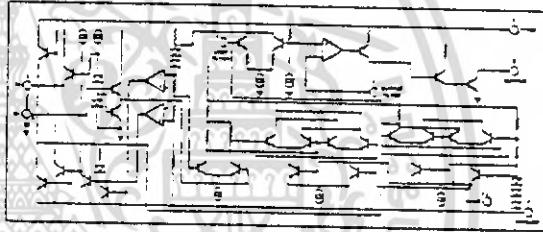


Figure 24. Oscillator with Quadrature Output



EQUIVALENT SCHEMATIC DIAGRAM

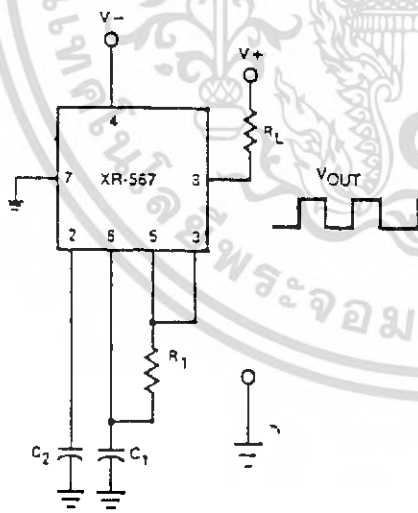


Figure 25. Oscillator with Double Frequency Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้