สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์
TELEPHONE BILLING RECORDER

โดย

นางสาวเสริมศรี เสื่อคำ รหัส 36014528

นางสาวอรุณศุกร์ พงศ์ไพศาล รหัส 36014559

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.วิวัฒน์ ดิรานนท์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 27895
วัน, เดือน, ปี 26 มิ.ย. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์

Telephone Billing Recorder

ผู้จัดทำ

1. นางสาวเสริมศรี เสือคำ รหัส 36014528

2. นางสาวอรุณศุกร์ พงศ์ไพศาล รหัส 36014559

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์

Telephone Billing Recorder

โดย น.ส.เสริมศรี เสือคำ รหัส 36014528
น.ส.อรุณศุกร์ พงศ์ไพศาล รหัส 36014559

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์พร้อมทั้งคำนวณค่าบริการการใช้โทรศัพท์ในแต่ละครั้งด้วย โดยข้อมูลการใช้โทรศัพท์จากวงจรดีเทคเตอร์ซึ่งต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์จะถูกแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลและส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ข้อมูลจะถูกประมวลผลและส่งไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์และสามารถสั่งพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้

Abstract

This equipment records the number of the used telephone and calaulates the cost. The number of used telephone can be achieved from the detector circuit, which is corrected to digital, and send to the microtroller main board. It is programmed from the personal computer through the serial port. These datas are processed and then send to the personal computer for showing and recording. The datas will be printed out when needed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
หลักการเบื้องต้นของโทรศัพท์	2
ไอซี MT8870	2
การกำหนดเลขหมายโทรศัพท์	4
สัญญาณโทรศัพท์	5
โทรศัพท์ทางไกล	6
เขตโทรศัพท์นครหลวง	10
ค่าบริการเมื่อเรียกเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่	11
เฟสล็อคลูป (Phase-Locked-Loop)	12
RS-232-C	13
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32	19
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	22
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	33
บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทำงาน	39
กิตติกรรมประกาศ	
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์	
ภาคผนวก ข การใช้งาน ไอซี 8255	
ภาคผนวก ค รายละเอียดของไอซีที่ใช้ในวงจรดีเทคเตอร์	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงหน้าปัดปุ่มโทรศัพท์แบบกดและความถี่ที่ใช้	3
2.2 บล็อคไดอะแกรมของวงจรเฟสล็อคลูป	12
2.3 แสดง Capture range และ Lock range ของ PLL	13
2.4 แสดงคอนเน็คเตอร์ของ RS-232-C	14
3.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์	22
3.2 แสดงวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์	23
3.3 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	23
3.4 แสดงสัญญาณโทรศัพท์	24
3.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ	25
3.6 แสดงวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์	25
3.7 แสดงวงจรดีเทคเตอร์	26
3.8 โฟลว์ชาร์ตย่อยแสดงการรับข้อมูลการกดเลขหมายโทรศัพท์	28
3.9 โฟลว์ชาร์ตแสดงการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์ควบคุมการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์	29
4.1 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขา 3 และขา 5 ของ IC LM567	35
4.2 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขา 3 และขา 6 ของ IC LM567	35
4.3 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณสายไม่ว่างกับสัญญาณที่ขา 8 ของ IC LM567	36
4.4 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณเรียกกลับกับสัญญาณที่ขา 8 ของ IC LM567	36
4.5 แสดงเมนูเมื่อจะเลือกขอดูข้อมูลการใช้งานและค่าบริการโทรศัพท์	37
4.6 แสดงผลการบันทึกของเครื่องเมื่อมีการเรียกออกปลายทางในกรุงเทพ	37
4.7 แสดงผลการบันทึกของเครื่องเมื่อมีการเรียกออกปลายทางต่างจังหวัด	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	3
2.2 เปรียบเทียบอัตราลดภาคกลางวัน ภาคค่ำและภาคดึก (บาท/นาที)	7
2.3 อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติ	7
2.4 แสดงการใช้งานขาต่างๆ ของคอนเน็คเตอร์ RS-232-C	14
3.1 แสดง Code รหัสทางไกลประจำจังหวัด	30
3.2 ตารางรับข้อมูลจาก Text File ซึ่งรับข้อมูลมาจากบอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์	31
3.3 แสดงชื่อ Field และ Function ของแต่ละ Field ใน Select Query : Link	32
3.4 แสดงชื่อ Field และ Function ของแต่ละ Field ใน Select Query : Far	32
4.1 แสดงผลการทดลองของวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์	34
4.2 แสดงผลการทดลองวัดลอจิกที่ขาของ MT8870 ของวงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์	34
4.3 แสดงผลการวัดแรงดันที่ขา 6 ของ IC LM741 และที่ขา 4 ของ IC 4N36 ขณะที่อินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง สัญญาณเรียกกลับและขณะที่ปลายทางรับสาย	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันนี้การสื่อสารได้เพิ่มความสำคัญต่อชีวิตของมนุษย์มากขึ้น มีการพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารใหม่ๆ ขึ้นมาตลอดเวลา โทรศัพท์นับเป็นหนึ่งในอุปกรณ์สื่อสารดังกล่าว แต่เรามักจะได้ยินกันบ่อยๆ ถึงการคิดค่าบริการการใช้โทรศัพท์ซึ่งบางครั้งเกิดการผิดพลาดทำให้ต้องเสียค่าบริการมากกว่าความเป็นจริง

เพื่อให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้มีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้โทรศัพท์ของตนไว้สำหรับตรวจสอบการคิดค่าบริการของทางองค์การโทรศัพท์ จึงได้มีการจัดทำโครงงานเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์

เครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์นี้ประกอบด้วย วงจรดีเทคเตอร์ซึ่งต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์เพื่อรับข้อมูลการใช้โทรศัพท์ ข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งไปยังส่วนควบคุมการทำงานซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สำเร็จรูป ข้อมูลจะถูกประมวลผลเพื่อคำนวณค่าบริการการใช้โทรศัพท์แล้วจึงทำการแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงงานเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์นี้ได้แบ่งออกเป็นบทเพื่อความสะดวกในการทำความเข้าใจดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 กล่าวถึงการคำนวณและการสร้างโครงงาน

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองโครงงาน

บทที่ 5 กล่าวถึงการวิเคราะห์และสรุปผลการทำงานของโครงงานพร้อมทั้งแนวทางในการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไปเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

หลักการเบื้องต้นของโทรศัพท์

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กับชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ปัจจุบันมี 2 แบบ คือแบบหมุน (Rotary Dial) ซึ่งการหมุนจะทำให้เกิด Pulse ขึ้นเป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุนและแบบกดปุ่ม (Push Buttom) ซึ่งใช้วิธีของ Dual Tone Multi-Frequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์ แต่เนื่องจากโครงงานนี้จะใช้กับโทรศัพท์แบบกดปุ่ม จึงขอกล่าวถึงเฉพาะหน้าปัดแบบกดปุ่มเท่านั้น

หน้าปัดแบบกดปุ่ม เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดแบบกดปุ่ม และใช้วิธีของ Dual Tone Multifrequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์นั้น โดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 Rows และ 3 Columns และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจมี 16 ปุ่ม โดยเพิ่ม Column ที่ 4 ดังแสดงตามรูปที่ 2.1

ความถี่ที่ใช้ในแต่ละ Row และ Column จะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 Rows เรียกว่าเป็นกลุ่มความถี่ต่ำ (Low Group frequency) และ ความถี่ของทั้ง 3 หรือ 4 Columns เรียกว่า กลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) การกดปุ่มที่หมายเลขใดๆจะทำให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่

มาตรฐานของความถี่ที่ใช้และตำแหน่งของเลขหมายต่างๆจะถูกจัดให้มีลักษณะดังแสดงตามรูปที่ 2.1 สำหรับความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะเป็น 1.5% สำหรับการผลิตความถี่ และ2% สำหรับการรับเลขหมาย

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF Dialling)

-สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลข ทำให้มีผลคือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้ง (Holding Time) ลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับ Traffic ได้มากขึ้น

-สามารถใช้วงจรทาง Solid State Electronics แทนอุปกรณ์ Mechanics จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย

-สามารถเพิ่มปุ่มกดได้อีก 4 ปุ่ม (Column ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

-มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC (Stored program control)

IC MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบด้วย วงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอล

ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะทำการแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ จากนั้นจะส่งความถี่ที่กรองสัญญาณแล้วเข้าภาคถอดรหัส

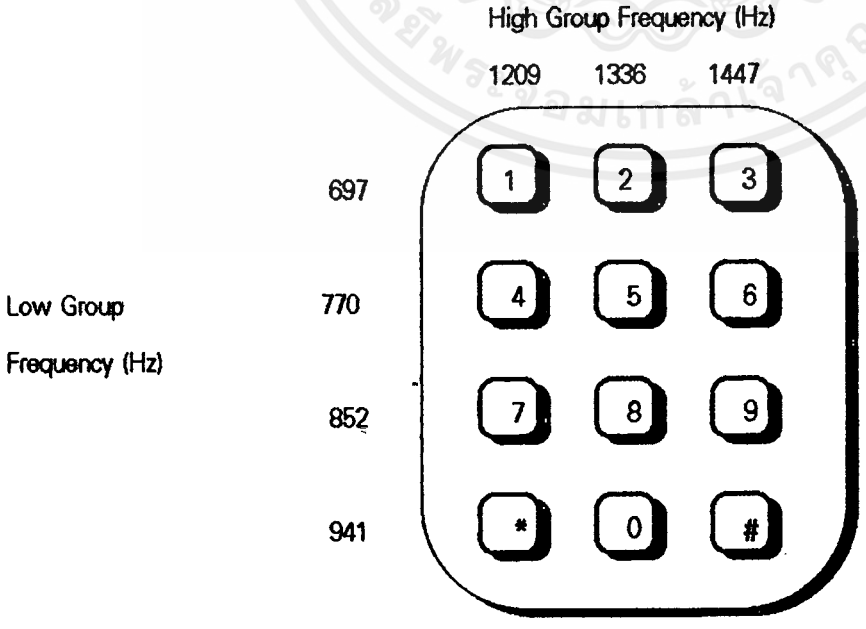
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกมาเป็นเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่ที่เข้ามานั้นถูกต้อง สัญญาณที่ชื่อ Est (early steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆนั้น

F_{low}	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

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ



รูปที่ 2.1 แสดงหน้าปัดปุ่มโทรศัพท์แบบกดและความถี่ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดเลขหมายโทรศัพท์

ปัจจุบัน การใช้โทรศัพท์ภายในประเทศไทยสามารถเรียกติดต่อทางไกลได้โดยอัตโนมัติ การเรียกทางไกลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดรหัสทางไกลเพื่อให้โทรศัพท์ทุกเลขหมายทั่วโลกสามารถติดต่อถึงกันได้ ซึ่งเป็นรหัสเลขหมายที่ใช้ในพื้นที่ต่างๆเรียกว่า Area Code (หรือ Trunk Code) และCountry Code นอกจากจะกำหนดรหัสทางไกลแล้ว การใช้โทรศัพท์เรียกทางไกลอัตโนมัติก็ต้องหมุนเลขหมายนำ (Prefix) ก่อนเพื่อให้ชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าเป็นการเรียกทางไกลอัตโนมัติ

การกำหนดเลขหมายโทรศัพท์ รหัสเลขหมายของพื้นที่ รวมทั้ง Prefix ต่างๆจะถูกกำหนดให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันหมด ซึ่งจะถูกกำหนดโดยหน่วยงาน CCITT (The international Telegraph and Telephone Consultative Committee) ซึ่งได้กำหนดไว้ดังนี้

-Station Number เป็นเลขหมายของผู้ใช้โทรศัพท์ที่อยู่ในชุมสายท้องถิ่น ประกอบด้วยเลขหมาย 4 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ XXXX

-Office Code (หรือ Exchange Code) เป็นรหัสของชุมสายท้องถิ่นประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว สำหรับประเทศไทยใช้เลขหมาย 3 ตัวในเขตโทรศัพท์นครหลวง และใช้เลขหมาย 2 ตัว ในเขตโทรศัพท์ภูมิภาค เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ ΔΔΔ

-Area Code (หรือ Trunk Code) เป็นรหัสทางไกลที่ถูกกำหนดให้ใช้ใน Local Network หนึ่งประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ ○○○

-Country Code เป็นรหัสทางไกลของประเทศ ประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ □□□

-Trunk Prefix เป็นเลขหมายนำ ที่ใช้สำหรับการเรียกทางไกลภายในประเทศประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ ⓄⓄⓄ

-International Prefix เป็นเลขหมายนำที่ใช้สำหรับการเรียกทางไกลต่างประเทศ ประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ คือ ▣▣▣

-Directory Number (หรือ Subscriber number) คือ เลขหมายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับการเรียกภายใน Local Network เดียวกัน ประกอบด้วย Office Code กับ Station Number

Directory Number : ΔΔΔ – XXXX

-National Number คือ เลขหมายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับ การเรียกทางไกลภายในประเทศ ประกอบด้วย Area Code กับ Directory Number

National Number : □□□ – ΔΔΔ – XXXX

-International Number คือ เลขหมายโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับการเรียกทางไกลต่างประเทศ ประกอบด้วย Country Code กับ National Number

International Number : □□□ – ΔΔΔ – ○○○ – XXXX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณโทรศัพท์

หน้าที่ทั่วๆไปของสัญญาณที่ใช้กับโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่ คือ

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)

2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmitting address information)

3. การตรวจตรา (Supervising)

4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information signalling)

1. สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signalling)

1.1 สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่ากับชุมสาย

1. Off Hook คือ สภาพผู้เช่ายกหูโทรศัพท์ สายจะมีสภาพ Closed Loop (Low Impedance)

2. On Hook คือ สภาพผู้เช่าวางหูโทรศัพท์หรือสภาพว่าง สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)

3. Dilling คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary Dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูง ต่ำสลับกันไปตามเลขหมายที่หมุน ถ้าเป็นเครื่องแบบกดปุ่ม Touch-Tone สัญญาณออกจะเป็น ความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

1.2 สัญญาณที่ส่งมาจากชุมสาย

1. Dialling Tone คือ สัญญาณที่บอกถึงสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Tone นี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz โมดูเลตด้วยความถี่ 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

2. Busy Tone คือ สัญญาณที่บอกให้ทราบว่า อุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้ แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินสัญญาณนี้หลังจากหมุนหมายเลขไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz เป็นสัญญาณรูปไซน์

3. Ringing Tone เป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนเลขหมายครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่า การต่อกระทำได้สำเร็จ ในขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ไปยังผู้ถูกเรียก ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz เป็นสัญญาณรูปไซน์ โดยจะส่ง 2 วินาที หยุด 4 วินาที

4. Ringing Signal เป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz ค่าแรงดัน 70-90 Vrm โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

5. สัญญาณอื่นๆ เช่น Nu Tone (Number Unobtainable Tone) บอกให้ทราบว่า เลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

2. สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (Inter Exchange Signalling)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภท คือ

1. Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Address information เป็นสัญญาณบอกเลขหมาย หรือประเภทของผู้เช่า

3. Answer signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณหลังก็คือ

1. เริ่มต้นคิดค่าบริการ

2. ส่งสัญญาณคิดค่าบริการ

3. ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

4. Clear-forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อฝ่ายเรียกวางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ

5. Clear-back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกวางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทาง เริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

โทรศัพท์ทางไกล (ในประเทศ)

ปัจจุบันโทรศัพท์ทางไกลในประเทศ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. โทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติ เป็นระบบโทรศัพท์ทางไกลที่สามารถติดต่อได้ด้วยตนเองเพียงกดรหัสทางไกล แล้วตามด้วยหมายเลขโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการจะติดต่อ ดังนั้นเมื่อต้องการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติถึงผู้ใด ควรตรวจดูรหัสทางไกลของชุมสายปลายทางที่จะติดต่อว่าอยู่ในเขตรหัสเดียวกันหรือต่างกัน เพราะถ้าเป็นเขตรหัสเดียวกันต่อเพียงหมายเลขปลายทางเท่านั้นไม่ต้องต่อรหัสทางไกล

2. โทรศัพท์ทางไกลแบบพนักงานต่อ "หมุน 100" เพื่อขอใช้บริการโทรศัพท์ทางไกล โดยบอกรายละเอียดแก่พนักงานช้าๆ และชัดเจนดังนี้

- รหัสเขตโทรศัพท์ทางไกลของหมายเลขปลายทาง
- หมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง
- หมายเลขโทรศัพท์ของตนเอง
- ชื่อของตนเอง

ค่าบริการ

1. ค่าบริการให้พนักงานต่อ : คิดเพิ่มขึ้นในอัตราครั้งละ 20 บาท สำหรับภาคกลางวัน และ 30 บาท สำหรับภาคกลางคืนและภาคดึก

2. ค่าบริการโทรศัพท์ : คิดตามระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ ดังนี้

- กลางวัน 07.00 น. - 18.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 20 บาท และค่าโทรศัพท์ทางไกล

- ภาคค่ำ 18.00 น. - 22.00 น.

ค่าบริการพนักงานต่อ 30 บาท และค่าโทรศัพท์ทางไกล

- ภาคดึก 18.00 น. - 07.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าบริการพนักงานต่อ 30 บาท และค่าโทรศัพท์ทางไกล

หมายเหตุ : บริการโทรศัพท์ทางไกลโดยพนักงานต่อประเภทเก็บเงินปลายทางคิดค่าบริการเก็บเงินปลายทาง คิดค่าบริการเก็บเงินปลายทางอีกครั้งละ 20 บาท

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบอัตราลดภาคกลางวัน ภาคค่ำและภาคดึก (บาท/นาที)

ภาคกลางวัน 07.00 น. - ก่อน 18.00 น.	ภาคค่ำ 18.00 น. - ก่อน 22.00 น.	ภาคดึก 22.00 น. - ก่อน 07.00 น.
3.00	1.50	1.00
6.00	3.00	2.00
9.00	4.50	3.00
12.00	6.00	4.00
15.00	7.50	5.00
18.00	9.00	6.00

ตารางที่ 2.3 อัตราค่าบริการโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติ (ในประเทศ)

รหัสทางไกล	จังหวัด	ค่าบริการ (บาท/นาที)
032	เพชรบุรี	6
	ราชบุรี	6
	ประจวบคีรีขันธ์	12
034	นครปฐม	3
	สมุทรสาคร	3
	สมุทรสงคราม	6
	กาญจนบุรี	9
035	อยุธยา	6
	สุพรรณบุรี	6
	อ่างทอง	6
036	สระบุรี	6
	ลพบุรี	9
	สิงห์บุรี	9
037	ปราจีณบุรี	6
	สระแก้ว	9
	นครนายก	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสทางไกล	จังหวัด	ค่าบริการ (บาท/นาที)
038	ชลบุรี	6
	ระยอง	9
	ฉะเชิงเทรา	6
039	จันทบุรี	12
	ตราด	12
042	อุดรธานี	15
	หนองบัวลำภู	15
	หนองคาย	18
	นครพนม	18
	มุกดาหาร	18
	สกลนคร	18
	เลย	15
043	ขอนแก่น	15
	มหาสารคาม	15
	ร้อยเอ็ด	15
	กาฬสินธุ์	15
044	นครราชสีมา	12
	ชัยภูมิ	12
	บุรีรัมย์	12
	สุรินทร์	12
045	อุบลราชธานี	15
	อำนาจเจริญ	15
	ยโสธร	15
	ศรีสะเกษ	15
053	เชียงใหม่	18
	ลำพูน	18
	แม่ฮ่องสอน	18
	เชียงราย	18
054	ลำปาง	18
	แพร่	15
	น่าน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสทางไกล	จังหวัด	ค่าบริการ (บาท/นาที)
054	พะเยา	18
055	พิษณุโลก	12
	อุตรดิตถ์	15
	สุโขทัย	15
	กำแพงเพชร	12
	ตาก	15
056	นครสวรรค์	12
	อุทัยธานี	9
	ชัยนาท	9
	เพชรบูรณ์	12
	พิจิตร	12
073	ยะลา	18
	ปัตตานี	18
	นราธิวาส	18
074	สงขลา	18
	สตูล	18
	พัทลุง	18
075	นครศรีธรรมราช	18
	ตรัง	18
	กระบี่	18
076	ภูเก็ต	18
	พังงา	18
077	สุราษฎร์ธานี	18
	ระนอง	15
	ชุมพร	15

หมายเหตุ : - ค่าบริการที่แสดงในตารางข้างบนนี้คิดเมื่อต้นทางอยู่ในเขตโทรศัพท์นครหลวง

- อัตราค่าบริการที่แสดงในตารางเป็นอัตราภาคกลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตโทรศัพท์นครหลวง

เขตโทรศัพท์นครหลวงมีรหัสทางไกลคือ 02 ประกอบด้วย 4 จังหวัดคือ กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี นนทบุรีและสมุทรปราการ แบ่งเป็น 4 เขตดังนี้

โทรศัพท์นครหลวง เขต 1

ประกอบด้วยเลขหมายที่ขึ้นต้นด้วย 200 201 202 203 205 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 220 221 222 223 224 225 226 229 230 231 233 234 235 236 237 238 239 240 241 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 294 295 296 297 298 299 353 354 355 356 601 611 612 613 616 617 619 621 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 640 641 642 643 644 645 650 651 652 653 655 656 661 662 663 664 668 669 671 674 675 676 678 679 681 682 688 689 690 691 692 693

บริเวณที่ตั้งได้แก่ กรุงเกษม คลองเตย ตรอกจันทน์ ถนนตก ทุ่งมหาเมฆ ปทุมวัน เพลินจิต พหลโยธิน สาธุประดิษฐ์ สามเสน สำราญราษฎร์ สุขุมวิท สุรวงศ์ อโศก-ดินแดง อินทามระ

โทรศัพท์นครหลวง เขต 2

ประกอบด้วยเลขหมายที่ขึ้นต้นด้วย 300 301 308 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 326 328 329 330 331 332 333 336 337 338 339 351 361 366 367 368 370 372 373 374 375 376 377 378 379 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 508 509 510 517 518 519 543 701 702 703 705 706 708 709 711 712 713 714 717 718 719 721 722 726 727 729 731 732 733 734 735 737 738 740 741 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 756 757 758 759 914 915 916 917 918 919 943 944 945 946 947 948 988 989

บริเวณที่ตั้งได้แก่ คลองจั่น คลองต่าน ชัยพฤกษ์ บางชัน บางนา บางบ่อ บางปู พระโขนง ประเวศปูเจ้าสมิงพราย บางพลี-บางบ่อ รามคำแหง รามอินทรา ลาดกระบัง สมุทรปราการ หนองจอก หัวหมาก อ่อนนุช

โทรศัพท์นครหลวง เขต 3

ประกอบด้วยเลขหมายที่ขึ้นต้นด้วย 410 411 412 413 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 431 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 444 445 446 447 448 451 452 454 455 456 457 458 460 461 462 463 464 465 466 467 468 472 476 477 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 814 815 816 817 818 860 861 862 863 864 868 869 870 871 872 873 875 876 877 880 881 882 883 884 888 889 891 892 893 894 897 898 899

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณที่ตั้งได้แก่ จรัญสนิทวงศ์ ดาวคะนอง ธนบุรี บางกรวย บางแค บางพลัด ภาณุรังสี ป้อมพระจุล พระประแดง พุทธมณฑล ภาษีเจริญ ราษฎร์บูรณะ ลาดหญ้า หนองแขม หมู่บ้านเศรษฐกิจเอกชัย

โทรศัพท์นครหลวง เขต 4

ประกอบด้วยเลขหมายที่ขึ้นต้นด้วย 500 501 502 503 504, 505 506 511 512 513 514 516 521 522 523 524 525 526 527 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 541 542 546 549 550 551 552 559 561 562 563 564 565 566 567 569 570 571 573 574 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 593 594 595 597 598 599 901 902 907 908 910 911 912 920 921 922 924 925 928 929 930 931 932 933 934 937 938 939 940 941 942 950 951 952 953 954 958 959 960 961 962 963 965 966 967 968 969 970 971 972 973 975 976 977 980 981 982 983 991 991 992 993 994 995 996 997

บริเวณที่ตั้งได้แก่ งามวงศ์วาน แจ้งวัฒนะ ดอนเมือง ไทรน้อย ธัญบุรี นนทบุรี นวนคร บางเขน บางซื่อ บางบัวทอง บางพูน บางใหญ่ ปทุมธานี ปากเกร็ด เมืองเอก รังสิต ลาดพร้าว 1 ลาดพร้าว 2 ลาดหลุมแก้ว ลำไทร ลำลูกกา สนั่นรักษ์ สีกัน เสนานิคม หลักสี่

หมายเหตุ : ค่าบริการโทรศัพท์ในเขตโทรศัพท์นครหลวง คิดค่าบริการครั้งละ 3 บาท.

ค่าบริการเมื่อเรียกเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. การเรียกระหว่างเขตรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่เดียวกัน คิดอัตรา 3 บาทต่อนาที
2. การเรียกระหว่างเขตรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่ติดกัน คิดอัตรา 8 บาทต่อนาที
3. การเรียกระหว่างเขตรหัสโทรศัพท์เคลื่อนที่ คิดอัตรา 12 บาทต่อนาที

เลขหมายโทรศัพท์ที่ไม่ต้องเสียค่าบริการ

1. 191 บริการแจ้งเหตุด่วนเหตุร้าย
2. 195 กองปราบสามร้อยยอด
3. 199 ศูนย์ดับเพลิงศรีอยุธยา
4. 197 ศูนย์ควบคุมการจราจร
5. 13 สอบถามเลขหมายโทรศัพท์ในเขตโทรศัพท์นครหลวง
6. 17-XXX แจ้งเหตุขัดข้องในการใช้โทรศัพท์ (กด 17 แล้วตามด้วยเลข 3 ตัวแรกของเลขหมายโทรศัพท์ที่ขัดข้อง)
7. 100 บริการโทรศัพท์ทางไกลต่างประเทศ
8. 101 บริการโทรศัพท์ทางไกลในประเทศ (รวมประเทศมาเลเซียและเวียงจันทน์)
9. 189 ศูนย์ระฆังทองรับร้องเรียนเรื่องโทรศัพท์
10. 389-9195-8 สถานีวิทยุ จส.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. 1644 สถานีวิทยุ สวพ.91

12. 1699 ตำรวจท่องเที่ยว

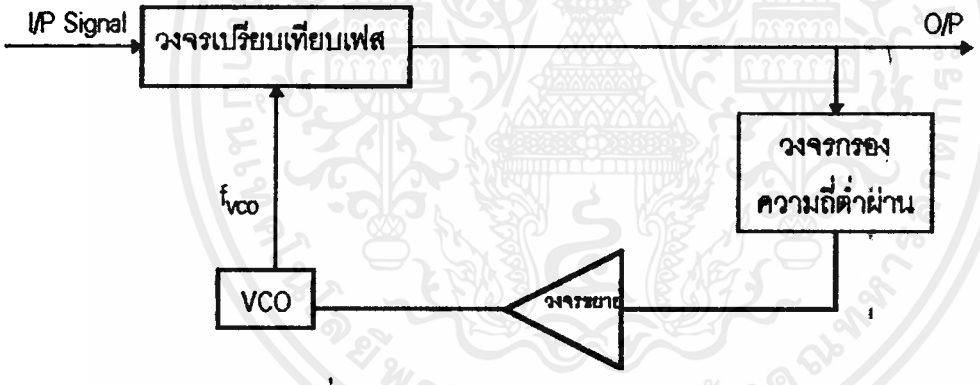
13 1548 ศูนย์สอบถามทะเบียนราษฎร์

14. 1567 ศูนย์ดำรงไทย กระทรวงมหาดไทย

เฟสล็อคลูป (Phase-Locked Loop)

หลักการพื้นฐานของวงจรเฟสล็อคลูป (phase-locked loop หรือ PLL) จะประกอบไปด้วยตัวเปรียบเทียบเฟส (phase comparator หรือ phase detector) วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (lowpass filter) วงจรขยาย (amplifier) และวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ถูกควบคุมด้วยแรงดัน (voltage controlled oscillator หรือ VCO) มาประกอบกันเป็นวงรอบ (loop) ดังแสดงในบล็อคไดอะแกรมรูปที่ 2.2

หลักการคร่าวๆของเฟสล็อคลูป คือ แรงดันเอาต์พุต (V_{out}) จะต้องเป็นสัดส่วนกับผลต่างเฟส ระหว่าง VCO (f_{VCO}) และสัญญาณอินพุต (f_{in}) โดยตามทฤษฎี คือ $f_{VCO} = f_{in}$ นั่นเอง โดยจะออสซิลเลทที่ความถี่ซึ่งถูกกำหนดโดย R และ C ที่ต่ออยู่ภายนอก



รูปที่ 2.2 บล็อคไดอะแกรมของวงจรเฟสล็อคลูป

สภาวะของเฟสล็อคลูปมี 3 สภาวะ คือ

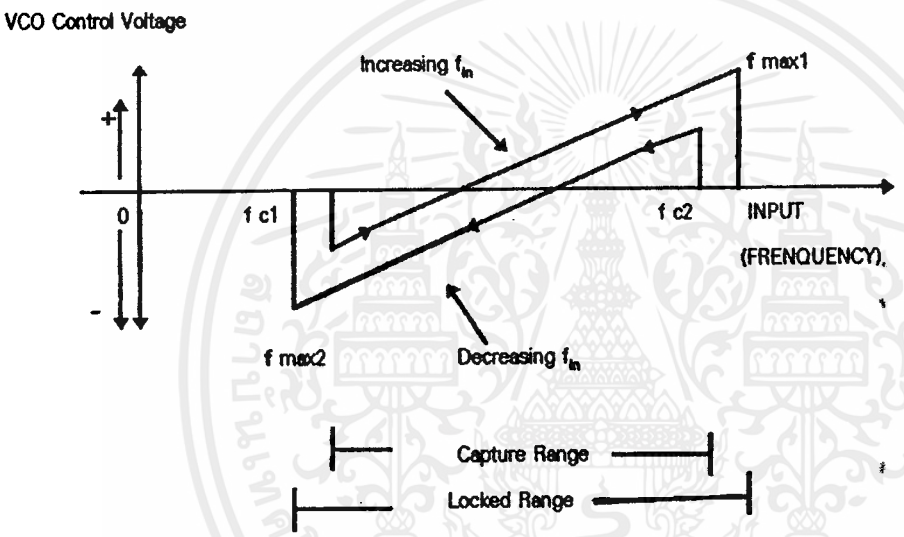
1. Free-Runing สภาวะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณอินพุตที่เข้ามามีความถี่ที่ต่างไปจากสัญญาณอินพุตของ VCO ในวงจรเปรียบเทียบเฟส ซึ่งเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบเฟสจะเป็นแรงดันไฟตรง (เรียกว่า error voltage) ส่งไปยัง VCO ทำให้ความถี่ VCO เปลี่ยนไป

2. Capture สภาวะนี้จะเกิดขึ้น เมื่อ VCO เริ่มเปลี่ยนความถี่เพื่อลดค่าความถี่ที่แตกต่างระหว่างสัญญาณอินพุต และ สัญญาณจากตัวมันเองในวงจรเปรียบเทียบเฟส

3. Phase-lock สภาวะนี้จะเกิดขึ้นเมื่อความถี่อินพุตเท่ากับความถี่ VCO ที่สภาวะดังกล่าวเฟสของ VCO จะแตกต่างจากเฟสของสัญญาณอินพุตเพียงเล็กน้อยซึ่งค่าความต่างเฟสดังกล่าวนี้เอง ที่ทำให้เกิด error voltage ที่ทำให้ความถี่ VCO เท่ากับความถี่อินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟสล็อคลูปจะมีช่วงอยู่ 2 ช่วงเรียกว่า Capture range และ Locked range ดังแสดงในรูปที่ 2.3 โดยถ้ามีการปรับความถี่อินพุตเพิ่มขึ้น แรงดันควบคุมที่ VCO ยังคงเป็น 0 อยู่ แต่เมื่อความถี่ปรับมาจนถึง f_{c1} ที่จุดดังกล่าว ความถี่อินพุตที่เพิ่มขึ้นจะไปเพิ่มแรงดันอินพุตของ VCO ทำให้ความถี่เอาต์พุตแปรตามความถี่อินพุต เมื่อความถี่เพิ่มขึ้นจนถึงความถี่ f_{max1} ความถี่อินพุตจะมีค่าเกินกว่าที่ loop จะสามารถจับความถี่นั้นได้ ทำให้ความถี่ที่ VCO มีค่าลดลงเป็น 0 อีกครั้งหนึ่ง ถ้าหากเราลดความถี่อินพุตลงจากความถี่ที่จุด f_{c2} แรงดันควบคุมที่ VCO ก็จะเริ่มมีค่าลดลงเพื่อทำให้ความถี่ VCO เอาต์พุตยังคงมีค่าเท่ากับความถี่อินพุต แต่เมื่อความถี่ลดลงจนถึงความถี่ที่จุด f_{max2} จะทำให้ loop จับความถี่นั้นไม่ได้ และแรงดันควบคุมที่ VCO ก็จะมีค่าเป็นศูนย์โวลท์อีกครั้ง



รูปที่ 2.3 แสดง Capture range และ Lock range ของ PLL

RS-232-C

มาตรฐานหนึ่งสำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง DCE (Data Communication Equipment) กับ DTE (Data Terminal Equipment) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีคือ RS-232 ผลิตขึ้นมาครั้งแรกในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 1965 และมีการพัฒนาเป็น A revision ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ.1963 เป็น B revision ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ.1965 และเป็น C-level revision ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ.1969 (เป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมสูงสุด) ต่อมาในเดือนมกราคม ปี ค.ศ.1987 ก็มี D-level revision ออกมา

อีกสิ่งหนึ่งที่สมควรทราบคือ อักษรนำหน้านั้นจะใช้ "RS" (Racommended Standard) หรือ "EIA" ก็ได้ เช่น RS-232 จะเรียก EIA232 ก็ได้

สำหรับมาตรฐานของระดับสัญญาณนั้น CCITT (Consultive Committee on International Telephone and Telegraph) ได้กำหนดว่าระดับสัญญาณต่ำสุดที่จะเป็นลอจิก "0" คือ -3 โวลต์ และระดับสัญญาณต่ำสุดที่จะเป็นลอจิก "1" คือ +3 โวลต์ แต่ในทางปฏิบัติจะมีค่าเป็นช่วงคือ -3 โวลต์ - -25 โวลต์ เป็นลอจิก "1" และ +3 โวลต์ - +25 โวลต์ เป็นลอจิก "0"

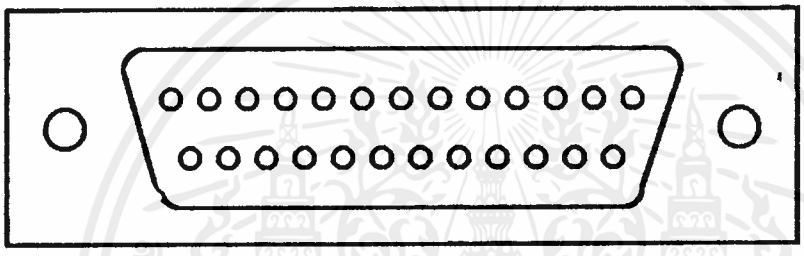
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน RS-232 จะกำหนดเกี่ยวกับ

1. คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสัญญาณ
2. ฟังก์ชั่นการทำงานของแต่ละ circuit
3. ขั้นตอนการทำงานของแต่ละฟังก์ชั่น

หมายเหตุ : ต่อไปนี้จะอธิบายเกี่ยวกับ RS-232-C

ความยาวของสายที่ต่อระหว่าง DTE กับ DCE นั้นจะถูกกำหนดจากค่าคาปาซิแตนซ์ของสายซึ่งกำหนดไว้ 2,500 พิโกฟารัด (สำหรับสายตีเกลียว) ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าคาปาซิแตนซ์ตามที่กำหนดสายจึงต้องมีความยาว 50 ฟุต ซึ่งค่าความยาวนี้เองที่หลายคนสงสัยกันว่าทำไมมาตรฐาน RS-232-C จึงต้องกำหนดให้สายยาว 50 ฟุต แต่ถ้าสายที่ใช้มีค่าคาปาซิแตนซ์ต่ำแล้วความยาวของสายก็ย่อมเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.4 แสดงคอนเน็คเตอร์ของ RS-232-C

RS-232-C กำหนดให้อัตราการส่งข้อมูลระหว่าง DTE กับ DCE ไว้ไม่เกิน 20 kbps เมื่อพิจารณาการส่งที่อัตรานี้กับความยาวของสาย 50 ฟุต จะเห็นว่าถ้าจะส่งด้วยอัตราที่สูงกว่านี้ก็น่าที่จะใช้สายยาวกว่านี้เพราะสัญญาณจะมีความกว้างมากขึ้น และการ rolloff ที่เกิดจากคาปาซิแตนซ์ของสายก็จะไม่มีผลต่อความกว้างของสัญญาณที่เพิ่มขึ้นนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงการใช้งานขาต่างๆ ของคอนเน็คเตอร์ RS-232-C

Pin	CCITT Circuit Name	RS-232-C Circuit Name	Direction	Name
1	101	AA	Both	Protective Ground
7	102	AB	Both	Signal Ground
2	103	BA	To-DCE	Transmit Data
3	104	BB	To-DTE	Receive Data
4	105	CA	To-DCE	Request to Send
5	106	CB	To-DTE	Clear to Send
6	107	CC	To-DTE	Modem Ready

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin	CCITT Circuit Name	RS-232-C Circuit Name	Direction	Name
20	108.2	CD	To-DCE	Terminal Ready
22	125	CE	To-DTE	Ring Indicator
8	109	CF	To-DTE	Received Line Signal Detect (Carrier Detect)
21	110	CG	To-DTE	Signal Quality Detector
23	111/112	CH/CI	Either	Data Signalling Rate Selector/Indicator
24	113	DA	To-DCE	Transmit Clock (DTE Source)
15	114	DB	To-DTE	Transmit Clock (DEC Source)
17	115	DD	To-DTE	Receive Clock (DCE Source)
14	118	SBA	To-DCE	Secondary Transmit Data
16	119	SBB	To-DTE	Secondary Receive Data
19	120	SCA	To-DCE	Secondary Request to Send
13	121	SCB	To-DTE	Secondary Clear to Send
12	122	SCF	To-DTE	Secondary Carrier Detect

การทำงานของแต่ละ Circuit

- Circuit AA (Protective Ground) : ต่อเพื่อจุดประสงค์การป้องกันความไม่แน่นอนของระดับแรงดันกราวด์อ้างอิง

- Circuit AB (Signal Ground) : ทำหน้าที่เป็นระดับแรงดันอ้างอิงกราวด์ร่วมสำหรับทุกสายสัญญาณ (ยกเว้น circuit AA) เพื่อทำให้สัญญาณรบกวนที่จะเกิดขึ้นมีค่าน้อยที่สุด

- Circuit BA (Transmit Data) : เป็นสัญญาณที่สร้างขึ้นมาโดย DTE เพื่อส่งไปยัง local DCE เมื่อมีช่วงห่างระหว่างตัวอักษร ช่วงห่างระหว่างคำหรือช่วงที่ไม่มีการส่งข้อมูลสัญญาณนี้จะมีสถานะเป็น "0" สำหรับทุกๆระบบแล้วจะไม่มีการส่งข้อมูลเว้นแต่จะเกิดสถานะ "1" กับ Circuit CA (request to send) , Circuit CB (clear to send) , Circuit CC (data set ready) และ Circuit CD (data terminal ready)

- Circuit BB (Receive Data) : เป็นสัญญาณซึ่งถูกสร้างจาก local DCE และส่งไปยัง local DTE สัญญาณนี้จะมีสถานะเป็น "1" ตลอดเวลาที่สัญญาณของ circuit CF มีสถานะเป็น "0" ในระบบการส่งข้อมูลแบบ half-duplex นั้นสัญญาณนี้จะมีสถานะเป็น "1" ในขณะที่ circuit CA มีสถานะเป็น "1" และในช่วงสั้นๆหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่ circuit CA เปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" ทั้งนี้ก็เพื่อความสมบูรณ์ในการส่งข้อมูลและเพื่อเป็นการลดการสะท้อนของสัญญาณในสายด้วย

- Circuit CA (Request to Send) : สัญญาณนี้ถูกสร้างขึ้นจาก local DTE และส่งไปยัง local DCE เพื่อเป็นการบอกว่าจะมีการส่งข้อมูล และสำหรับช่องสัญญาณแบบ half-duplex นั้นเพื่อเป็นการกำหนดทิศทางการส่งข้อมูลให้กับ DCE และสำหรับช่องสัญญาณที่ทำการส่งได้เฉพาะทิศทางเดียว (one way) หรือช่องสัญญาณที่ส่งแบบ full-duplex นั้นสถานะ "1" ของสัญญาณนี้จะเป็นตัวกำหนดให้ DCE อยู่ในโหมดของการส่งข้อมูล ส่วนสถานะ "0" จะเป็นตัวกำหนด DCE ให้อยู่ในโหมดการรับข้อมูล DCE จะดำเนินกระบวนการที่จำเป็นเพื่อความสมบูรณ์ของฟังก์ชั่นนี้โดยจะทำการเปลี่ยน circuit CG ให้มีสถานะเป็น "1" สถานะ "1" จะเป็นตัวบอกให้ DTE รู้ว่าอาจจะมีการเคลื่อนย้ายข้อมูลโดยผ่านทาง circuit BA การเปลี่ยนจากสถานะ "1" เป็นสถานะ "0" นั้นทำให้ DCE ยุติการส่งข้อมูลผ่านทาง circuit BA (ข้อมูลที่มีการส่งก่อนหน้านี้) และจากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นโหมดการรับข้อมูล DCE จะเปลี่ยน circuit CB ให้มีสถานะเป็น "0" เมื่อพร้อมที่จะตอบสนองการร้องขอของ circuit CA อีกครั้ง

- Circuit CB (Clear to Send) : สัญญาณนี้สร้างจาก DCE เพื่อเป็นการบอกว่า DCE พร้อมที่จะทำการส่งข้อมูลหรือไม่ สถานะ "1" ของ circuit CG จะถูกเชื่อมเข้ากับสถานะ "1" ของ circuit CA ,circuit CC และเมื่อพร้อมแล้ว circuit CD ก็จะเป็นตัวแสดงภาวะของ DCE ว่าสัญญาณที่ส่งผ่าน circuit BA จะถูกส่งไปยังช่องสัญญาณสื่อสาร สถานะ "0" จะแสดงให้ DCE รู้ว่าจะไม่มีการเคลื่อนย้ายข้อมูลผ่านทาง circuit BA สถานะ "1" ของ circuit CB เป็นการตอบสนองต่อสถานะ "1" ที่เกิดขึ้นพร้อมกันของ circuit CC และ circuit CA และจะถูกดีเลย์เพื่อให้ DCE ได้ทำการจัดช่องสัญญาณสื่อสารสำหรับ remote DTE ถ้า DCE ใดไม่มีการใช้ circuit CA แล้ว circuit CA ก็จะถูกสมมติให้มีสถานะเป็น "1" อยู่ตลอดเวลา และ circuit CB จะทำการตอบสนองแทน

- Circuit CC (DCE Ready) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อแสดงสถานะของ local DCE สถานะ "1" แสดงถึง

1. local DCE ถูกต่อเข้ากับช่องสัญญาณสื่อสารแล้ว
2. local DCE ไม่ได้อยู่ในระหว่างการถูกทดสอบ
3. local DCE พร้อมแล้ว

ขณะที่ local DCE ไม่ได้กำลังส่ง tone ตอบรับหรือขณะช่วงของ tone ตอบรับซึ่งถูกควบคุมโดยการกระทำบางอย่างของกลุ่มข้อมูลควบคุม สถานะ "1" จะแสดงออกมาเมื่อมีเงื่อนไขทั้ง 3 ประการดังกล่าวข้างต้น circuit นี้ใช้เฉพาะเพื่อแสดงสถานะของ local DCE สถานะ "1" จะไม่ถูกตีความเป็นการแสดงว่าช่องสัญญาณสื่อสารได้ถูกจัดขึ้นมาสำหรับ remote location หรือ เป็นสถานะของ remote equipment

สถานะ "0" จะเกิดขึ้นขณะเวลาอื่นทุกเวลาและจะเป็นการแสดงว่า DTE มองข้ามสัญญาณที่เกิดขึ้นที่ circuit อื่นๆด้วยข้อยกเว้นของ circuit CE สถานะ "0" จะไม่ขัดขวางการทำงานของ circuit CE หรือ circuit CD เมื่อสถานะ "0" เกิดขึ้นขณะดำเนินการเรียกก่อนที่ circuit CD จะถูกเปลี่ยนสถานะเป็น "0" DTE จะตีความว่าเป็นการสูญเสีย หรือ เป็นการยกเลิกการติดต่อ และจะดำเนินการที่จำเป็นเพื่อยุติการเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- Circuit CD (DTE Ready) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อควบคุมการสวิตช์ของ DCE ให้ทำการต่อกับช่องสัญญาณข้อมูล สถานะ "1" จะเป็นการเตรียม DCE ก่อนที่จะต่อเข้ากับช่องสัญญาณข้อมูล ถ้ามีการติดตั้งเครื่องตอบรับการเรียกอัตโนมัติและอยู่ในโหมดการตอบรับการเรียกอัตโนมัติแล้วการต่อกับสายสัญญาณจะเกิดเฉพาะเพื่อตอบสนองการเชื่อมต่อของสัญญาณกระดิ่ง (ringing signal) กับสถานะ "1" ของ circuit CD อย่างไรก็ตาม DTE ก็ยังยอมให้ circuit CD แสดงสถานะ "1" เมื่อมันพร้อมที่จะส่งหรือรับข้อมูลยกเว้นตามที่ได้แสดงไว้

สถานะ "0" ทำให้ DCE ออกจากช่องสัญญาณสื่อสารเมื่อการส่ง "in process" ของ circuit BA เรียบร้อยแล้ว สถานะ "0" จะไม่ขัดขวางการทำงานของ circuit CE ในระบบที่มีการประยุกต์ใช้งานกับสวิตช์นั้นเมื่อ circuit CD เปลี่ยนเป็นสถานะ "0" มันจะไม่เปลี่ยนกลับมาเป็นสถานะ "1" อีกจนกว่า circuit CC จะถูก DCE เปลี่ยนกลับมาเป็นสถานะ "0" อีกครั้ง

- Circuit CE (Ring Indicator) : สถานะ "1" ของ circuit นี้แสดงว่าสัญญาณกระดิ่งนั้นได้รับแล้วบนช่องสัญญาณสื่อสาร สถานะ "1" จะเกิดขึ้นในเวลาไล่เลี่ยกับส่วนสถานะ "1" ของช่วงสัญญาณกระดิ่ง (ขณะเกิดสัญญาณกระดิ่ง) บนช่องสัญญาณสื่อสาร สถานะ "0" จะคงอยู่ในขณะช่วงสถานะ "0" ของช่วงสัญญาณกระดิ่ง (ระหว่างช่วงของสัญญาณกระดิ่ง) และ ขณะเวลาอื่นทุกเวลาเมื่อไม่ได้รับสัญญาณกระดิ่ง การทำงานของ circuit นี้จะไม่ถูกทำให้ขาดตกบกพร่องโดยสถานะ "0" ของ circuit CD

- Circuit CF (Receive Line Signal Detector) : สถานะ "1" ของ circuit นี้จะถูกแสดงออกมาเมื่อ DCE กำลังรับสัญญาณซึ่งถูกพิจารณาแล้วว่าเหมาะสม กฎเกณฑ์เหล่านี้สร้างขึ้นโดยผู้ผลิต DCE สถานะ "0" แสดงว่า ไม่ได้รับสัญญาณ หรือแสดงว่า สัญญาณที่รับนั้นไม่เหมาะกับการดีโมดูเลชั่น (demodulation) สถานะ "0" จะทำให้ circuit BB เป็นสถานะ "1" สำหรับระบบ half-duplex แล้ว circuit นี้จะเป็นสถานะ "0" เมื่อ circuit CA เป็นสถานะ "1" และสำหรับช่วงเวลาสั้นๆหลังจากการเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" ของ circuit CA

- Circuit CG (Signal Quality Detector) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อแสดงเมื่อมีโอกาสสูงที่จะเกิดความผิดพลาดขึ้นกับข้อมูลที่ได้รับ สถานะ "1" จะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีเหตุผลพอที่จะให้เชื่อได้ว่าจะเกิดความผิดพลาดขึ้น สถานะ "0" แสดงว่ามีโอกาสสูงที่จะเกิดความผิดพลาดกับข้อมูลที่ได้รับ

- Circuit CH (Data Signal Rate Selector/Using DTE Source) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อเลือกระหว่างอัตราการส่งสัญญาณข้อมูล 2 อัตรา (ในกรณีของโมเด็มซิงโครนัสแบบ dual-rate) หรืออัตราการส่งสัญญาณข้อมูล 2 ช่วง (ในกรณีของโมเด็ม nonsynchronous แบบ dual-range) สถานะ "1" แสดงถึงการเลือกอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่าหรือช่วงของอัตราการส่งข้อมูลที่สูงกว่า

- Circuit CI (Data Signal Rate Selector/DCE Source) : รูปแบบการใช้งานเหมือนกับกรณีของ circuit CH

- Circuit DA (Transmitter Signal Element Timing/DTE Source) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อสร้างข่าวสารทางเวลา (timing information) ให้สัมพันธ์กับสัญญาณที่ส่ง การเปลี่ยนสถานะจาก "1" ไป "0" แสดงถึงจุดศูนย์กลางแต่ละส่วนสัญญาณของ circuit BA เมื่อ DTE ใช้งาน circuit DA DTE จะสร้างข่าวสารทางเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27895

ทาง circuit DA เมื่อ DTE อยู่ในขณะ "power on" มีการยอมให้ DTE หยุดข่าวสารทางเวลาของ circuit DA ได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆเพื่อทำให้ circuit CA อยู่ในสถานะ "0" (อาจจะทำเพื่อจุดประสงค์ในการ maintenance)

- Circuit DB (Transmitter Signal Element Timing/DCE Source) : สัญญาณของ circuit นี้ถูกใช้ในการสร้างข่าวสารทางเวลาให้กับ DTE DTE จะสร้างสัญญาณข้อมูลทาง circuit BA ในขณะที่มีการเปลี่ยนระหว่างส่วนของสัญญาณซึ่งเกิดขณะสัญญาณของ circuit DB มีการเปลี่ยนสถานะจาก "0" เป็น "1" เมื่อมีการใช้ circuit DB ใน DCE , DCE จะสร้างข่าวสารทางเวลาผ่านทาง circuit นี้เมื่อ DCE อยู่ในขณะ "power on" มีการยอมให้ DCE หยุดข่าวสารทางเวลาของ circuit นี้ได้ในช่วงเวลาสั้นๆเพื่อให้ circuit CC อยู่ในสถานะ "0" (อาจจะทำเพื่อจุดประสงค์ในการ maintenance)

- Circuit DD (Receiver Signal Element Timing/DCE Source) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อสร้างข่าวสารทางเวลาเพื่อการรับสัญญาณให้แก่ DTE การเปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0" แสดงถึงจุดศูนย์กลางแต่ละส่วนสัญญาณของ circuit BB ข่าวสารทางเวลาของ circuit DD จะถูกสร้างเมื่อ circuit CF อยู่ในสถานะ "1" อาจจะเป็นไปได้แต่ก็ไม่แน่เสมอไปที่จะเกิดขึ้นหลังจากที่ circuit CF เปลี่ยนสถานะจาก "1" เป็น "0"

- Circuit SBA (Secondary Transmitted Data) : circuit นี้คล้ายกับ circuit BA แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้เพื่อการส่งสัญญาณข้อมูลผ่านทางช่องสัญญาณระดับที่ 2 (secondary channel) ใน reverse channel modems ,DTE จะทำให้ circuit SBA เป็นสถานะ "1" ขณะที่เป็นช่วงว่างระหว่าง word , ช่วงว่างระหว่าง character และทุกเวลาที่ไม่มีการส่งข้อมูล ในทุกๆระบบนั้น DTE จะไม่ส่งผ่านช่องสัญญาณระดับที่ 2 เว้นแต่จะมีสถานะ "1" เกิดขึ้นกับ circuit SCA,SCB,CC และ CD ทุกสัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งข้ามการอินเตอร์เฟสผ่านทาง circuit SBA ขณะที่เกิดเงื่อนไขดังกล่าวจะถูกส่งไปยังช่องสัญญาณสื่อสาร (communications channel)

-Circuit SBB (Secondary Received Data) : circuit นี้คล้ายกับ circuit BB แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้ในการรับสัญญาณผ่านทางช่องสัญญาณระดับที่ 2 เมื่อช่องสัญญาณระดับที่ 2 ถูกใช้เฉพาะเพื่อความมั่นใจใน circuit หรือเพื่อการขัดจังหวะการไหลของข้อมูลในช่องสัญญาณระดับที่ 1 (primary channel) มักจะสร้าง circuit SCF แทนที่จะเป็น circuit SBB ในกรณีเช่นนั้นสถานะ "1" แสดงถึงไม่มีการขัดจังหวะ สถานะ "0" แสดงว่ามีการล่มหรือการขัดจังหวะ

- Circuit SCA (Secondary Request to Send) : circuit นี้คล้ายกับ circuit CA แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้สำหรับช่องสัญญาณระดับที่ 2

- Circuit SCB (Secondary Clear to Send) : circuit นี้คล้ายกับ circuit CB แต่ต่างกันตรงที่ circuit นี้ใช้สำหรับช่องสัญญาณระดับที่ 2

- Circuit LL (Local Loopback) : สัญญาณของ circuit นี้ถูกใช้เพื่อควบคุมการทดสอบ Local Loopback ของ DCE เมื่อ circuit LL มีสถานะเป็น "1" ทำให้ DCE นำเอาต์พุตของ modulator ไปเป็นอินพุตของ demodulator หลังจากเข้าสู่สภาวะการทดสอบ Local Loopback แล้ว DCE จะเปลี่ยน circuit TM ให้เป็น "1" หลังจากทุกๆอินเตอร์เฟสถูกทดสอบแล้วสถานะ "0" ของ circuit LL จะเปลี่ยน DCE ให้กลับสู่สภาวะการทำงานปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Circuit RL (Remote Loopback) : สัญญาณของ circuit นี้ใช้เพื่อควบคุมโหมดทดสอบ Remote Loopback ของ remote DCE สถานะ "1" ของ circuit RL ทำให้ local DCE บอกให้ remote DCE เข้าสู่สภาวะการทดสอบ Remote Loopback หลังจาก circuit RL เป็น "1" และสถานะนี้ถูกตรวจพบทาง circuit TM แล้ว local DCE สามารถทดสอบการต่อกันของ local DCE และ remote DCE ได้ สถานะ "0" ของ circuit RL จะสร้างโครงสร้างการทำงานมาตรฐานขึ้นใหม่

- Circuit TM (Test Mode) : สัญญาณของ circuit นี้แสดงถึง local DCE อยู่ในสภาวะการทดสอบ สถานะ "1" ของ circuit TM แสดงว่า DCE อยู่ในสภาวะทดสอบและจะตอบสนองต่อสถานะ "1" ของ circuit LL และ circuit RL สถานะ "0" ของ circuit TM แสดงว่า DCE อยู่ในโหมดของการทำงานปกติ

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32

ANT-32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นำไปใช้งานในลักษณะ Embedded Controller กล่าวคือ เป็นบอร์ดที่ถูกออกแบบมาเพื่องานควบคุมโดยเฉพาะ โดยถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องมือ เครื่องจักรกล เครื่องใช้ไฟฟ้า รวมทั้งระบบอัตโนมัติต่างๆ บอร์ดนี้สามารถใช้กับ CPU เบอร์ต่างๆ ได้แก่ 8031, 8051, 8032 , 8052 , 8751 , 8752 และ 8052 AHBASIC ประกอบด้วยวงจรในส่วนของ Watchdog Timer , Battery Backup และ Power Fail Detector ใช้ชิพ MAX691 วงจร Real Time Clock ใช้ชิพ DS1202 และวงจรในส่วนอื่นๆ

คุณสมบัติของบอร์ด ANT-32

- เป็นบอร์ดคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 (8031/8032) ใช้ CPU เบอร์ 80C32 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 MHz

- ใช้งานหน่วยความจำบนพอร์ตได้ 3 ตำแหน่งด้วยกัน คือ

U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) ใช้กับ EPROM ขนาด 8-32 kByte เบอร์ 2764 , 27128 หรือ 27256

U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ใช้กับ RAM ขนาด 8 kByte เบอร์ 6264 หรือ 32 kByte เบอร์ 62256 สามารถแบคอัพข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเธี่ยม

U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ใช้กับ EPROM, RAM หรือ EEPROM ขนาด 8-32 kByte โดยใช้ EPROM เบอร์ 2764 , 27256 ใช้ RAM เบอร์ 6264 , 62256 หรือ EEPROM เบอร์ 2864(A) , 28256(A)

- มีพอร์ต I/O เบอร์ 8255 จำนวน 2 ตัว (48 บิต) สำหรับต่อไปใช้งานภายนอก

- มีพอร์ต LCD สำหรับการต่อใช้งานกับ LCD แบบ DOD MATRIX

- มีวงจร Serial Interface Driver RS232 ด้วยชิพเบอร์ MAX232 สำหรับการต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

- มีวงจร Watchdog Timer , Power/down Reset ด้วยชิพเบอร์ MAX691

- มีวงจร RTC (Real Time Clock) ใช้ชิพเบอร์ DS1202

- มีคอนเน็คเตอร์สำหรับ พอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีคอนเน็คเตอร์สำหรับ System Bus ทำให้ขยายระบบได้ง่าย และสามารถใช้กับบอร์ดขยายต่างๆ ที่จะมีขึ้นในอนาคต

- สามารถเลือกเบอร์และชนิดหน่วยความจำ หรือกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของบอร์ดได้ด้วยจัมพ์เปอร์

- สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาเบสิกและภาษาแอสเซมบลี้ โดยใช้ซอฟท์พรอม BASIC32 และ REM31

แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม

การใช้งานบอร์ด ANT-32 ผู้ใช้จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมควบคุมที่เรียกกันว่ามอนิเตอร์โปรแกรมขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อทำให้งานที่ต้องการพัฒนาสำเร็จได้ ANT-32 มีโปรแกรมให้เลือก 2 ลักษณะด้วยกัน คือ REM31 และ BASIC32 หลักการของทั้งสองโปรแกรมก็คือให้ผู้ใช้นำ EPROM ที่บรรจุโปรแกรมนี้ไปเสียบลงบนบอร์ด ANT-32 ที่ตำแหน่งหน่วยความจำ U2 (EPROM) แล้วทำการต่อสาย Serial Port ระหว่างบอร์ด ANT-32 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC , XT , AT , PS/2) จากนั้นที่เครื่อง PC ให้ใช้โปรแกรมสำหรับการสื่อสารข้อมูลอนุกรม ผู้ใช้จะสามารถติดต่อกับบอร์ด ANT-32 ได้ ตามลักษณะโปรแกรมที่ใช้ดังนี้

REM31 (8031 Remote Monitor) ใช้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี้ด้วย REM31 ผู้ใช้จะมีชุดคำสั่งในการพัฒนาโปรแกรมถึง 19 คำสั่ง ลักษณะคำสั่งจะคล้ายคลึงกับคำสั่ง Debug ของ DOS ทำให้ผู้ที่คุ้นเคยอยู่ก่อนแล้วจะใช้งานได้ง่ายขึ้น REM31 ใช้กับ CPU ได้ทั้งเบอร์ 8031 และ 8032

BASIC32 (8032 BASIC Interpreter) ใช้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิกกับ CPU 8032 ภาษาเบสิกตัวนี้ก็คือตัวเดียวกับ BASIC-52 ของ Intel นั่นเอง โดย BASIC32 นี้ยังได้เปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมคำสั่งใหม่เข้าไปเพื่อให้เหมาะกับบอร์ด ANT-32 ยิ่งขึ้น

และในกรณีที่ผู้ใช้มี EPROM EMULATOR (EE-232) ก็สามารถใช้พัฒนาโปรแกรมได้ทั้งภาษาแอสเซมบลี้โดยใช้โปรแกรม 8051 ASSEMBLER หรือภาษาซีโดยใช้โปรแกรม 8051 Compliler ซึ่งทั้งสองโปรแกรมจำเป็นต้องใช้เครื่อง PC ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมด้วยเช่นกัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8031(32) สามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 128 kByte โดยแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ 64 kByte เป็นหน่วยความจำโปรแกรม และอีก 64 kByte เป็นหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้มีตำแหน่งแอดเดรสที่ 0000H - FFFFH เหมือนกัน แต่จะถูกแยกออกจากกันด้วยสัญญาณควบคุมที่ต่างกัน โดยสัญญาณ PSEN ใช้ควบคุมในการอ่านหน่วยความจำโปรแกรม สัญญาณ RD และ WR ใช้ควบคุมการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลและพอร์ตอินพุต / เอาต์พุต และสำหรับการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล ใช้สัญญาณ GET ซึ่งสัญญาณนี้ได้จากการ AND สัญญาณ PSEN และ RD หน่วยความจำส่วนนี้สามารถใช้ได้กับ EPROM หรือ RAM

สำหรับบอร์ด ANT-32 ได้จัดหน่วยความจำออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

U2 เป็นหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม แอดเดรส 0000H - 7FFFH

U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล แอดเดรส 0000H - 7FFFH

U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล แอดเดรส 800H - F7FFH

ส่วนแอดเดรส F800H - FFFFH ใช้เป็นตำแหน่งของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TTL I/O (8255)

8255 Programmable Peripheral Interface (PPI) เป็นชิพพอร์ตแบบขนานที่เป็นที่นิยมใช้งานกันมาก มาก สำหรับบอร์ด ANT-32 ใช้พอร์ต 8255 จำนวน 2 ตัวทำหน้าที่เป็นพอร์ตทำให้มีพอร์ตอินพุต/เอาต์พุตถึง 24*2=48 บิต โดยแบ่งเป็น User Port 1 และ 2 มีตำแหน่งแอดเดรสดังนี้

User Port 1 (U10) แอดเดรส F800H + 8255 offset addr = actual addr

Port A ตำแหน่งแอดเดรส F800H + 00H = F800 H

Port B ตำแหน่งแอดเดรส F800H + 01H = F801H

Port C ตำแหน่งแอดเดรส F800H + 02H = F802H

Mode Port ตำแหน่งแอดเดรส F800H + 03H = F803H

User Port 2(U11) แอดเดรส FC00H + 8255 offset addr = actual addr

Port A ตำแหน่งแอดเดรส FC00H + 00H = FC00H

Port B ตำแหน่งแอดเดรส FC00H + 01H = FC01H

Port C ตำแหน่งแอดเดรส FC00H + 02H = FC02H

Mode Port ตำแหน่งแอดเดรส FC00H + 03H = FC03H

ก่อนที่จะใช้งานพอร์ต 8255 ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ต A, B และ C ให้เป็นพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต โดยทำการเขียนค่า control code ไปที่ Mode Port ซึ่ง Mode Port นี้สามารถเขียนได้เท่านั้นไม่สามารถอ่านได้

Optional Real Time & Calendar

สำหรับการใช้งานระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีเวลามาเกี่ยวข้องด้วย จำเป็นต้องมีวงจรในส่วนที่ทำหน้าที่เป็น RTC (Real Time Clock) คือนาฬิกาเวลาจริง ซึ่งบอร์ด ANT-32 ใช้ชิพ RTC เบอร์ DS1202 Serial Timekeeper Chip ของ Dallas Semiconductor โดยต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อยและที่สำคัญคือ DS1202 และ MAX691 รวมทั้งคริสตอล 32.768 kHz และแบตเตอรี่ลิเธี่ยมบนบอร์ด ANT-32 ด้วย

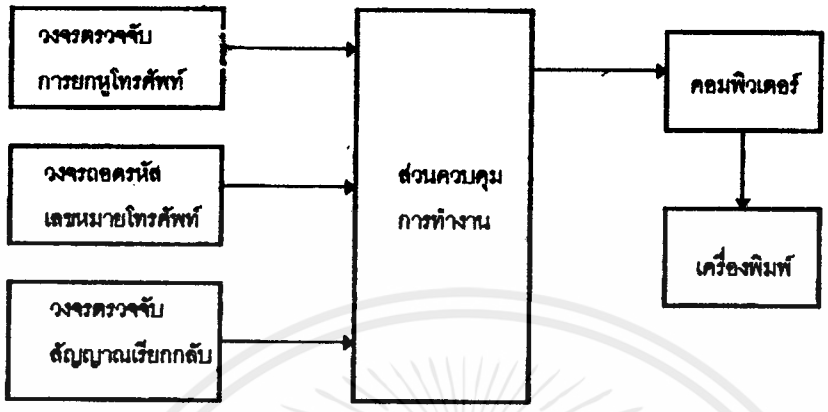
DS1202 ประกอบไปด้วย Real Time Clock / Calendar และ Static RAM ขนาด 24 ไบต์ ทำการอินเตอร์เฟสกับ CPU ในแบบอนุกรม โดยใช้สายเพียง 3 เส้น คือ ขา RST (Reset) , ขา I/O(Data line) และ ขา SCLK (Serial Clock) ขาสัญญาณทั้งสามนี้จะต่อเข้ากับขา P1.6 , P1.4 และ P1.5 ของ CPU ตามลำดับ เมื่อต้องการทราบค่าเวลา CPU ต้องทำการอ่านเวลาจาก RTC เพราะว่า DS1202 ไม่มีขาสำหรับไป

อินเตอร์รัพท์ CPU CPU สามารถเขียนหรืออ่านข้อมูลของ Clock หรือ RAM ได้ 2 วิธี คือ Single-byte และ Multiple-byte โดยทั้งสองวิธี CPU ต้องส่ง command byte (8 บิต) ให้ DS1202 เพื่อบอกให้ DS1202 ทราบว่าจะทำการเขียนหรืออ่าน Clock หรือ RAM พร้อมตำแหน่งและตามด้วยข้อมูล ในขณะที่กำลังติดต่อกับ DS1202 สัญญาณที่ขา RST ต้องเป็นลอจิก "1" ขา SCLK จะเป็นสัญญาณ Serial Clock เพื่อทำการเขียนหรืออ่านข้อมูล โดยจะใช้สัญญาณ Clock 1 ลูกสำหรับข้อมูล 1 บิต ส่วนขา I/O เป็นข้อมูลอนุกรม โดยจะเป็นอินพุตเมื่อทำการเขียนและเป็นเอาต์พุตเมื่อทำการอ่าน โดยข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านจะเริ่มจากบิท 0 และจบด้วยบิท 7 ค่าของ command byte

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

เครื่องบันทึกการใช้งานและคิดค่าบริการโทรศัพท์ประกอบด้วยส่วนต่างๆแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์

วงจรดีเทคเตอร์ (Detector Circuit)

ส่วนของวงจรดีเทคเตอร์นี้ประกอบด้วย 3 วงจรย่อย ได้แก่ วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Off-hook Status Detector Circuit) วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit) และวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone Detector Circuit) วงจรเหล่านี้จะต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์เครื่องที่ต้องการจะบันทึกข้อมูลการใช้และคิดค่าบริการการใช้เพื่อรับสัญญาณอินพุตจากคู่สายโทรศัพท์นั้นและเอาต์พุตของวงจรจะส่งไปยังส่วนควบคุมการทำงาน

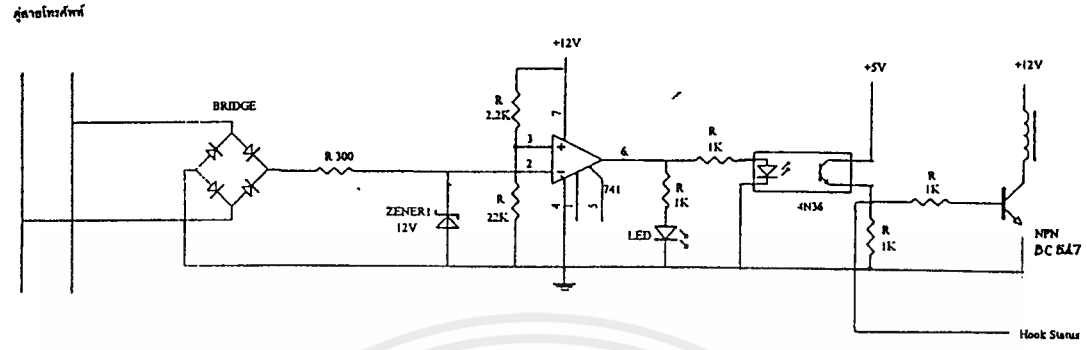
วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Off-hook Status Detector Circuit)

วงจรนี้ต่ออยู่กับคู่สายโทรศัพท์เครื่องที่ต้องการจะบันทึกข้อค่าบริการการใช้โทรศัพท์ ในสภาวะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์จะมีแรงดันตกคร่อมคู่สายประมาณ -48 V เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แรงดันตกคร่อมคู่สายจะลดลงเหลือประมาณ -5 V ถึง -10 V สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์เมื่อผ่านบริดไดโอดจะถูกเปลี่ยนสถานะให้มีแรงดันเป็นบวก แรงดันของสัญญาณจะลดลงเมื่อผ่านตัวต้านทาน 200 kΩ และจะถูกเบรคดาวน์โดยซีเนอร์ไดโอด 12 V ดังนั้นขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์สัญญาณที่เข้าขา 2 (ขา-) ของ IC LM741 จะมีแรงดันประมาณ 12 V ในขณะที่สัญญาณที่ขา 3 (ขา+) ถูกกำหนดโดยตัวต้านทาน 2.2 kΩ และ 22 kΩ ในลักษณะโวลเตจดีไวเดอร์ (Voltage Divider) ให้มีค่าประมาณ 11 V เมื่อแรงดันที่ขาบวกมีค่าต่ำกว่าแรงดันที่ขาลบเช่นนี้จึงทำให้เอาต์พุตที่ขา 6 เป็น "0" เป็นผลให้เอาต์พุตของวงจรนี้ที่ขา 4 ของ IC 4N36 มีค่า "0" ด้วย รีเลย์ (Relay) จึงไม่ทำงาน

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แรงดันตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์จะลดลงทำให้สัญญาณที่ขา 2 ของ IC LM741 มีค่าประมาณ 8 V ซึ่งต่ำกว่าแรงดันที่ขา 3 ดังนั้นเอาต์พุตที่ขา 6 จึงเป็น "1" ทำให้เอาต์พุตที่ขา 4 ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

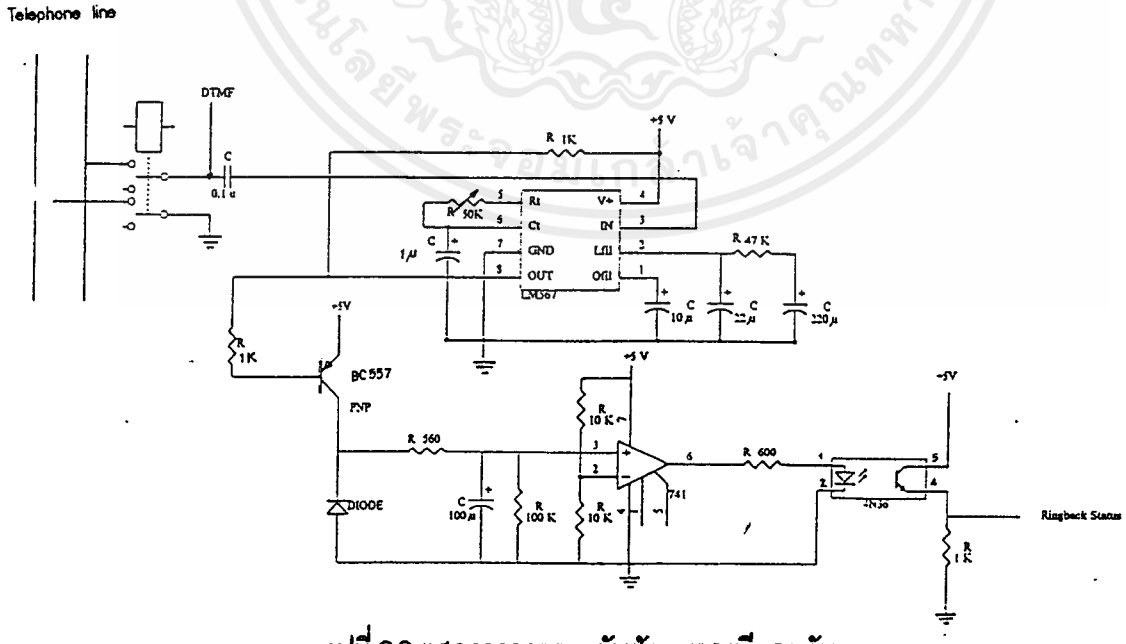
IC 4N36 เป็น "1" ด้วย ทำให้รีเลย์ทำงานต่อวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์และวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับเข้ากับคู่สายโทรศัพท์ และเอาต์พุต "1" นี้ทำให้วงจรควบคุมการทำงานทราบว่ามีการยกหูโทรศัพท์แล้ว



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

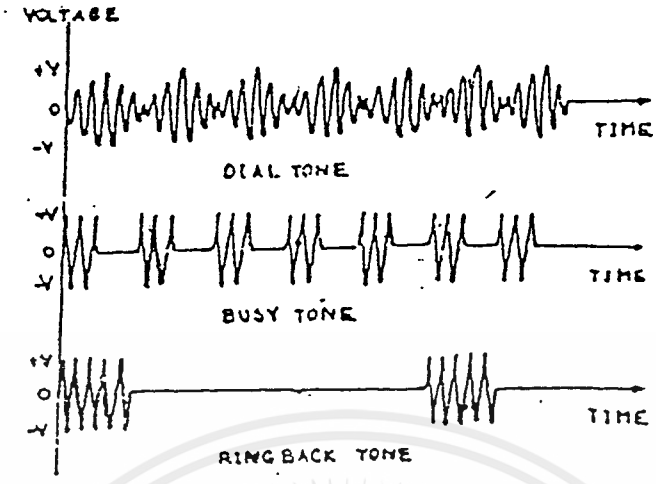
วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ringback tone Detector Circuit)

วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับแสดงดังรูปที่ 3.3 เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์แล้วรีเลย์จะทำการต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรนี้ และเมื่อกดเลขหมายปลายทางแล้วก็จะได้รับสัญญาณตอบกลับมา ถ้าหากสายปลายทางว่างก็จะได้รับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back tone) ความถี่ประมาณ 425 Hz ดัง 2 วินาที ดับ 4 วินาที แต่ถ้าสายปลายทางไม่ว่างก็จะได้รับสัญญาณสายไม่ว่าง (Busy tone) ความถี่ประมาณ 425 Hz ดัง 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที รูปสัญญาณดังกล่าวนี้แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

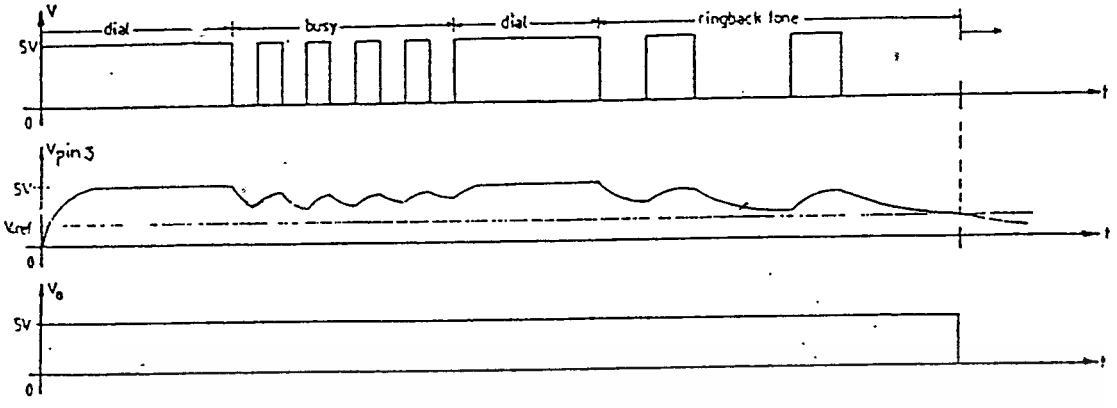


รูปที่ 3.4 แสดงสัญญาณโทรศัพท์

สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะผ่านมาเข้า IC LM567 ซึ่งถูกต่อเป็นวงจรตรวจจับสัญญาณ (Tone Detector) เพื่อตรวจจับสัญญาณความถี่ประมาณ 425 Hz โดยการกำหนดค่าจากตัวต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งต่ออยู่ที่ขา 5 และขา 6 ของ IC LM567 จากความสัมพันธ์ $f_0 = 1.1 / RC$ เมื่อมีสัญญาณอินพุตซึ่งมีความถี่ประมาณ 425 Hz มาเข้าวงจรนี้ เอาต์พุตที่ขา 8 จะเป็น "0" และเมื่อไม่มีอินพุตความถี่ดังกล่าว เอาต์พุตที่ขา 8 จะเป็น "1"

เมื่ออินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง เอาต์พุตที่ขา 8 จะเป็น "0" นาน 0.5 วินาที เป็น "1" นาน 0.5 วินาทีสลับกันไป ถ้าอินพุตเป็นสัญญาณเรียกกลับ เอาต์พุตที่ขา 8 จะเป็น "0" นาน 2 วินาที เป็น "1" นาน 4 วินาทีสลับกันไป เมื่อสัญญาณนี้ผ่านทรานซิสเตอร์ BC557 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์ (Inverter) สัญญาณจะกลับสถานะ กล่าวคือ สัญญาณสายไม่ว่างก็จะเป็น "0" นาน 0.5 วินาทีตามเดิม แต่ถ้าเป็นสัญญาณเรียกกลับจะเป็น "0" นาน 4 วินาที และเป็น "1" นาน 2 วินาที สัญญาณจะถูกลดแรงดันลงเมื่อผ่านตัวต้านทาน 560 Ω และทำให้ตัวเก็บประจุ 100 μF เกิดการประจุและคายประจุ ช่วงเวลาการติดดับของสัญญาณไม่เพียงพอที่จะทำให้ตัวเก็บประจุสามารถคายประจุได้ทัน แรงดันที่ขา 3 ของ IC LM741 จึงสูงกว่าแรงดันที่ขา 2 ทำให้เอาต์พุตที่ขา 6 เป็น "1" และทำให้เอาต์พุตของวงจรที่ขา 4 ของ IC 4N36 เป็น "1" แต่เมื่อปลายทางรับสายจะทำให้ตัวเก็บประจุไม่เกิดการประจุ แรงดันที่ขา 3 จึงต่ำกว่าแรงดันที่ขา 2 ทำให้เอาต์พุตที่ขา 6 และเอาต์พุตของวงจรเป็น "0" อย่างต่อเนื่องทำให้ส่วนควบคุมการทำงานทราบว่าปลายทางรับสายแล้ว ให้ทำการเริ่มจับเวลาการใช้งานได้ การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณของวงจรนี้แสดงดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

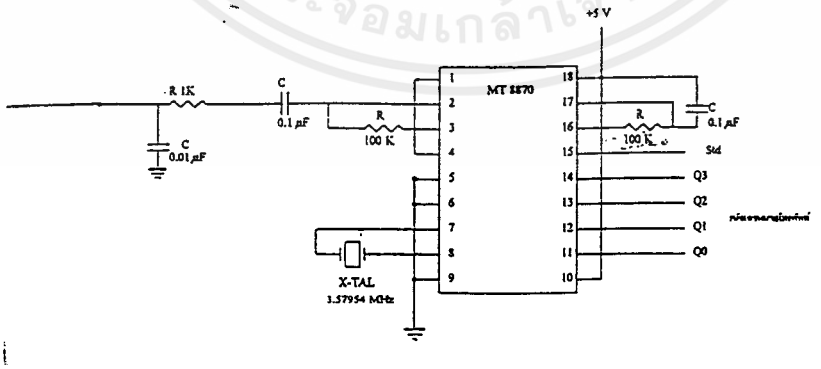


รูปที่ 3.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

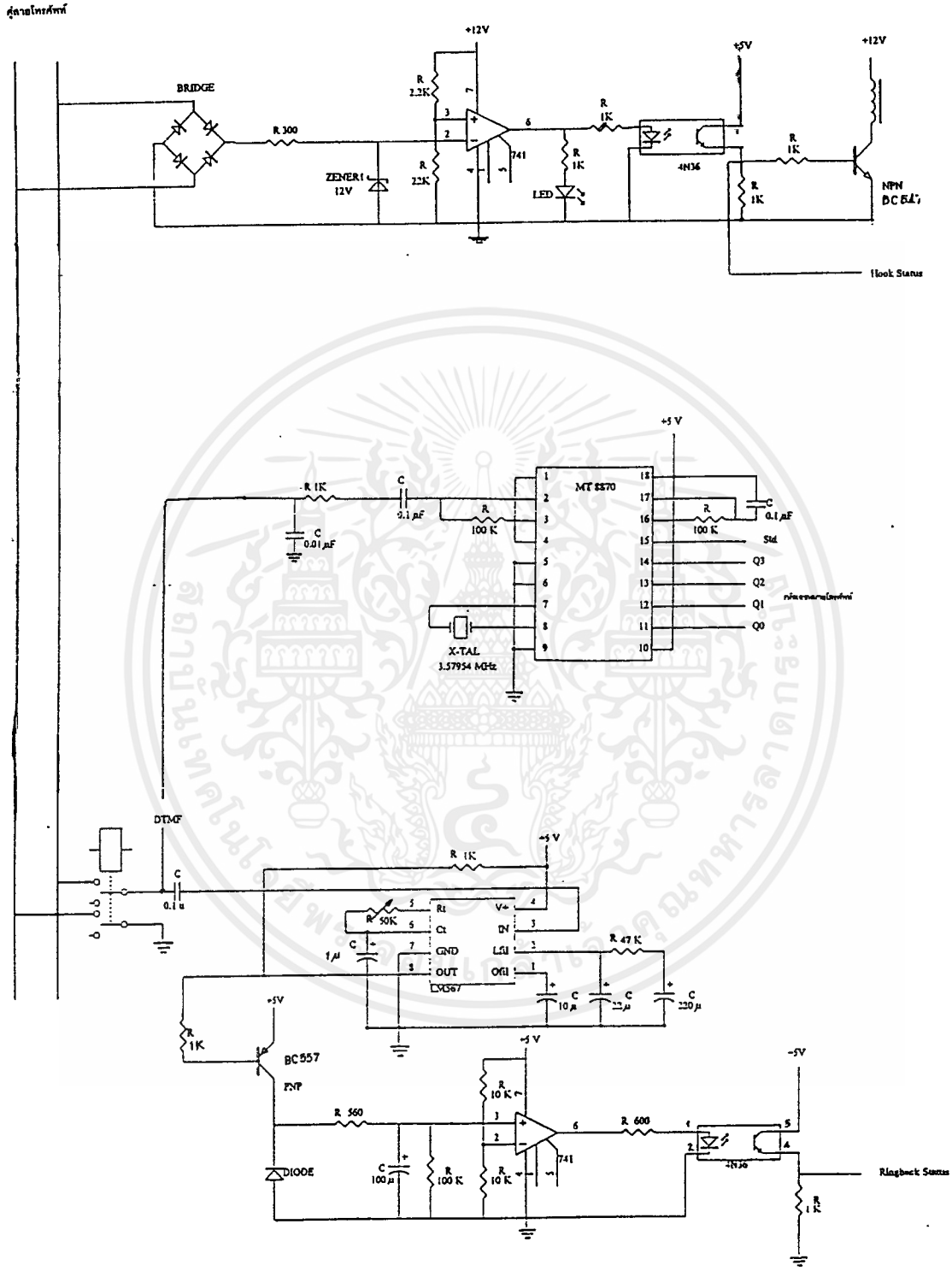
เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ รีเลย์จะทำการต่อวงจรนี้เข้ากับคู่สายโทรศัพท์ เมื่อมีการกดเลขหมายปลายทาง สัญญาณจากการกดปุ่มโทรศัพท์จะคัปปลิ้งผ่านตัวเก็บประจุ 0.1 μF เข้าวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ทางขา 3 ของ IC MT8870 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์โดยจะทำงานร่วมกับคริสตอลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 3.579 MHz และอุปกรณ์อื่นอีกเล็กน้อยดังรูปที่ 3.5 สัญญาณจากการกดเลขหมาย 1 ตัว จะถูกถอดรหัสออกเป็นเลขไบนารี่ 4 บิตทางขา 11 ,12 ,13 และ 14 ส่วนสัญญาณที่ขา 15 จะเป็น "1" ขณะกดปุ่มโทรศัพท์ เมื่อไม่กดจะเป็น "0" สัญญาณนี้จะบอกให้ส่วนควบคุมการทำงานทราบว่ามีการกดปุ่มโทรศัพท์

รายละเอียดเกี่ยวกับ IC MT8870 ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 และภาคผนวก



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรดีเทคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนควบคุมการทำงาน (Controller)

ส่วนควบคุมการทำงานนี้จะรับสัญญาณอินพุตจากวงจรดีเทคเตอร์และส่งสัญญาณที่ประมวลผลแล้วไปแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ในโครงงานนี้ใช้ส่วนควบคุมการทำงานเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ANT-32 รายละเอียดของบอร์ดนี้กล่าวถึงในบทที่ 2

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ

1. ส่วนควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์
2. ส่วนควบคุมการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์
3. ส่วนควบคุมการคำนวณค่าบริการโทรศัพท์และแสดงผล

ส่วนควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์

สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์จะผ่านวงจรดีเทคเตอร์เพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วป้อนให้กับ I/O PORT 8255 ของบอร์ดคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีจำนวน 2 พอร์ต

สัญญาณจากวงจรดีเทคเตอร์มีดังนี้

1. สัญญาณตรวจการยกหู/วางหูโทรศัพท์ เป็นสัญญาณข้อมูล 1 บิต จะเป็น "1" เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์และจะเป็น "0" เมื่อมีการวางหูโทรศัพท์ สัญญาณนี้จะส่งเข้า PA1 ของพอร์ต 1

2. สัญญาณตรวจการกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์ เป็นสัญญาณข้อมูล 1 บิต ได้จากขา 15 ของ IC MT8870 ของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ จะเป็น "1" ขณะกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์และจะเป็น "0" เมื่อไม่มีการกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์ สัญญาณนี้จะถูกส่งเข้า PC1 ของพอร์ต 1

3. สัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ เมื่อมีการกดเลขหมายโทรศัพท์ 1 ตัว IC MT8870 ของวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์จะทำการถอดรหัสออกเป็นเลขไบนารี่ 4 บิต สัญญาณจากขา 14 จะเป็นบิตที่มีนัยสำคัญสูงสุดแล้วลดลงมาจนถึงบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุดที่ขา 11 เช่น เมื่อกดปุ่มเลข 9 จะได้สัญญาณจากการถอดรหัสคือ 1 0 0 1 (B3=1 , B2=0 , B1=0 , B0=1) โดยจะส่ง

B3 เข้า PA3 ของพอร์ต 2

B2 เข้า PA2 ของพอร์ต 2

B1 เข้า PA1 ของพอร์ต 2

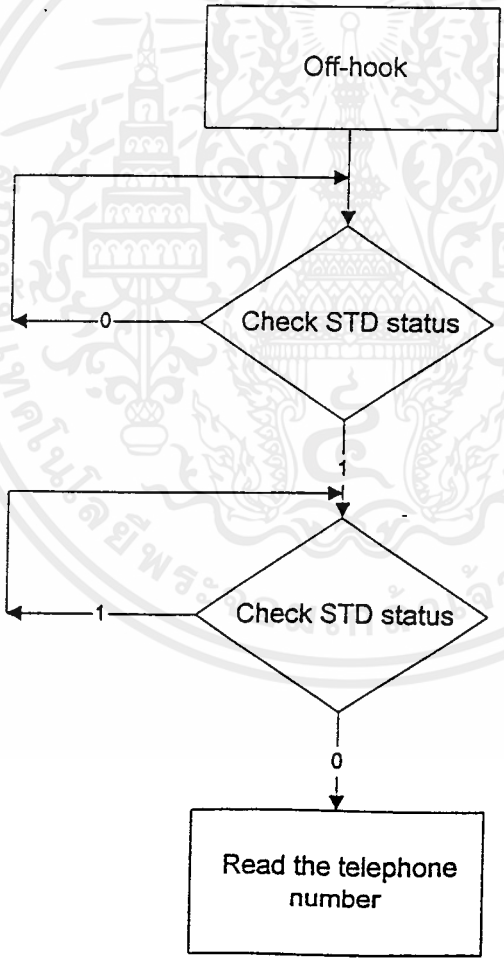
B0 เข้า PA0 ของพอร์ต 2

4. สัญญาณตรวจการรับสายของปลายทาง สัญญาณนี้ได้จากวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ เป็นสัญญาณข้อมูล 1 บิต จะเป็น "1" เมื่อปลายทางยังไม่รับสายและจะเป็น "0" เมื่อปลายทางรับสายแล้ว สัญญาณนี้จะถูกส่งเข้า PB1 ของพอร์ต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

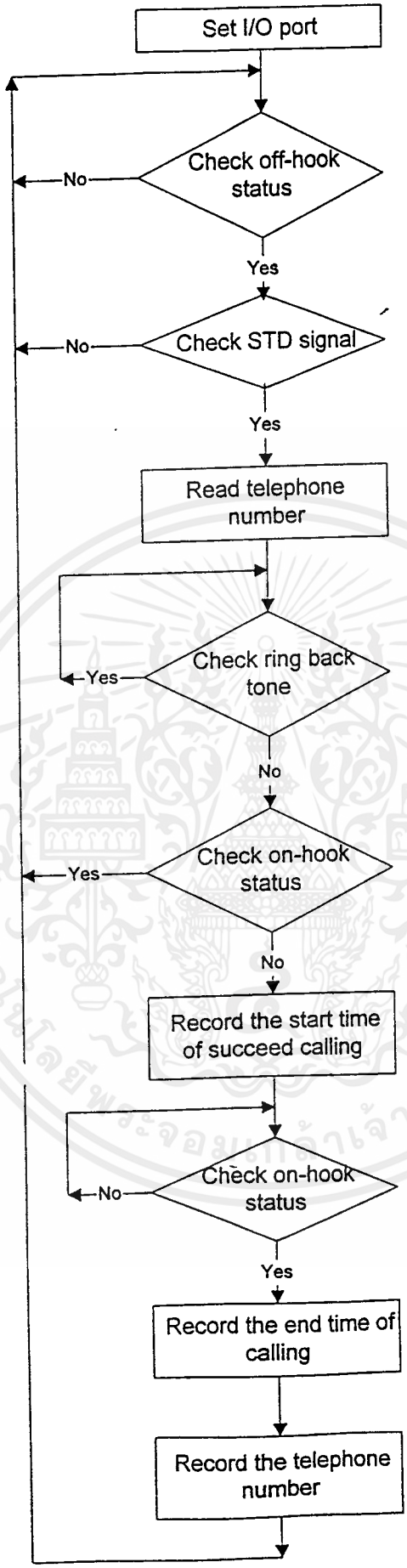
การทำงานของโปรแกรมควบคุมการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์

เริ่มจากการกำหนดค่าต่างๆให้กับฮาร์ดแวร์ จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มทำงานจากการตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ ถ้ามีการยกหูก็จะตรวจสอบการกดเลขหมายโทรศัพท์โดยจะทำการตรวจสอบสัญญาณ STD ถ้าสัญญาณนี้เป็น "1" แสดงว่าขณะนั้นมีการกดเลขหมายโทรศัพท์ ให้ทำการตรวจสอบสัญญาณนี้อีก ถ้าพบว่าเป็น "0" แสดงว่าปุ่มเลขหมายนั้นถูกปล่อยแล้ว ซึ่งก็หมายถึงได้กดเลขหมายไปแล้ว 1 หลักนั่นเอง เมื่ออ่านค่าเลขหมายที่กดแล้วก็จะวนไปทำการตรวจสอบการกดเลขหมายหลักอื่นต่อไปจนกระทั่งกดครบแล้วจึงทำการตรวจสอบสัญญาณจากวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ ถ้าเป็น "0" แสดงว่าปลายทางรับสายแล้วจึงทำการตรวจสอบการยกหูอีกครั้งถ้ายังมีการยกหูอยู่ก็จะทำการบันทึกเวลาขณะนั้นเป็นเวลาเริ่มต้นการใช้งาน พร้อมกันนี้ก็จะนำเลขหมายปลายทางที่กดไปเก็บไว้ด้วย เมื่อ จากนั้นจึงวนตรวจสอบว่ามีการวางหูหรือไม่ ถ้าวางหูก็จะบันทึกเวลาขณะที่วางหูเป็นเวลาเลิกใช้งาน



รูปที่ 3.8 โฟลว์ชาร์ตย่อยแสดงการรับข้อมูลการกดเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โฟลว์ชาร์ตแสดงการรับข้อมูลจากวงจรดีเทคเตอร์ควบคุมการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนควบคุมการส่งข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์

โปรแกรมส่วนนี้จะนำข้อมูลซึ่งรับมาจากวงจรดีเทคเตอร์ส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อส่งต่อให้ส่วนคำนวณค่าบริการโทรศัพท์และแสดงผลต่อไป

ส่วนควบคุมการคำนวณค่าบริการโทรศัพท์และแสดงผล

ส่วนนี้ใช้ MS-ACCESS เพื่อความสะดวกและความสวยงามในการแสดงหน้าจอ จะมีการสร้างฐานข้อมูลเกี่ยวกับเลขหมายโทรศัพท์และค่าบริการโทรศัพท์ไว้ เมื่อมีข้อมูลส่งเข้ามาจะมีการนำข้อมูลนั้นไปประมวลผลเพื่อหาระยะเวลาที่ใช้โทรศัพท์ และนำเลขหมายที่รับมาไปตรวจสอบกับข้อมูลของฐานข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้โทรศัพท์ เลขหมายโทรศัพท์และอัตราค่าบริการโทรศัพท์ในช่วงเวลาต่างๆกันจะถูกนำมาประมวลผลร่วมกันเพื่อคำนวณค่าบริการโทรศัพท์ในการเรียกออกแต่ละครั้ง

เมื่อจะมีการขอดูข้อมูลการใช้งานและค่าบริการโทรศัพท์ ต้องเลือกเมนูจากหน้าจอว่าเป็นการใช้งานเมื่อมีการเรียกภายในกรุงเทพหรือเรียกออกต่างจังหวัด โดยเมนูที่ให้เลือกนี้จะเขียนว่า "กรุงเทพ" และ "ต่างจังหวัด"

ถ้าเลือกเมนู "ภายในกรุงเทพ" ก็จะมีข้อความว่า "ภายในกรุงเทพ" เลขหมายปลายทาง วัน/เดือน/ปี เวลาเริ่มต้น เวลาหยุดและค่าบริการ ถ้าต้องการให้สั่งพิมพ์ออกมาก็ให้เลือกที่รูปเครื่องพิมพ์ แต่ถ้าต้องการจะดูข้อมูลการใช้ในการเรียกออกต่างจังหวัด ก็ให้เลือก "ต่างจังหวัด" หรือถ้าต้องการจะหยุดเพียงเท่านั้นก็ให้เลือก "จบการทำงาน"

เมื่อเลือก "ต่างจังหวัด" จะมีข้อความว่า "ทางไกล" และแสดงผลซึ่งประกอบด้วย เลขหมายปลายทาง จังหวัด วัน/เดือน/ปี เวลาเริ่มต้น เวลาหยุดและค่าบริการ ถ้าต้องการกลับไปดูการใช้งานภายในกรุงเทพอีกครั้งให้เลือก "ภายในกรุงเทพ" ถ้าต้องการสั่งพิมพ์ออกให้เลือกที่รูปเครื่องพิมพ์หรือถ้าต้องการยุติเพียงเท่านั้นก็ให้เลือก "จบการทำงาน"

หน้าจอแสดงผลนี้ดูได้จากผลการทดลองในบทที่ 4 ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างฐานข้อมูลดูได้จากตารางต่อไปนี้

คอลัมน์	ชนิดของข้อมูล	หมายเหตุ
Farcode	Text	รหัสทางไกลบอกจังหวัด
Province	Text	จังหวัด
Rate	Number	อัตราค่าโทรศัพท์ทางไกลต่อนาที

ตารางที่ 3.1 ตาราง Code แสดงรหัสทางไกลประจำจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอลัมน์	ชนิดของข้อมูล	หมายเหตุ
StaHour	Text	ค่าชั่วโมงที่เริ่มต้นการโทร
StaMinute	Text	ค่านาทีที่เริ่มต้นการโทร
StaSecond	Text	ค่าวินาทีที่เริ่มต้นการโทร
Day	Text	วันที่ที่เริ่มต้นการโทร
Month	Text	เดือนที่เริ่มต้นการโทร
Year	Text	ปีที่เริ่มต้นการโทร
StpHour	Text	ค่าชั่วโมงที่หยุดการโทร
StpMinute	Text	ค่านาทีที่หยุดการโทร
StpSecond	Text	ค่าวินาทีที่หยุดการโทร
StpDay	Text	วันที่ที่หยุดการโทร
StpMonth	Text	เดือนที่หยุดการโทร
StpYear	Text	ปีที่หยุดการโทร
1st_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 1
2nd_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 2
3rd_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 3
4th_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 4
5th_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 5
6th_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 6
7th_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 7
8th_digit	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 8
9th_digti	Text	หมายเลขโทรศัพท์ตัวที่ 9

ตารางที่ 3.2 ตารางรับข้อมูลจาก Text File ซึ่งรับข้อมูลมาจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

คอลัมน์	ชื่อ (Caption)	หมายเหตุ
Expr1	เลขหมายปลายทาง	[input]![1st_digit] & [input]![2nd_digit] & [input]![3rd_digit] & [input]![4th_digit] & [input]![5th_digit] & [input]![6th_digit] & [input]![7th_digit] & [input]![8th_digit] & [input]![9th_digit]
Expr2	รหัสทางไกล	input]![1st_digit] & [input]![2nd_digit] & [input]![3rd_digit] & [input]![4th_digit]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Expr3	เวลา	((Val([input]![StpHour]) - Val([input]![StaHour]) * 60) + Expr11) - Val([input]![Staminute])
Expr4	เวลาเริ่มต้น	[input]![StaHour] & ":" & [input]![Staminute] & ":" & [input]![Stasecond]
Expr5	เวลาหยุด	[input]![StpHour] & ":" & [input]![Stpminute] & ":" & [input]![Stpsecond]
Expr7	เลขนำหน้า 3 ตัว	input]![1st_digit] & [input]![2nd_digit] & [input]![3rd_digit]
Expr8	เลขนำหน้า 2 ตัว	input]![1st_digit] & [input]![2nd_digit]
StaHour	-	ค่าชั่วโมงเริ่มต้นจากตาราง input
Expr9	วัน/เดือน/ปี	input]![Day] & "/" & [input]![Month] & "/" & [input]![Year]
Expr10	-	Val([input]![StpSecond]) - Val([input]![StaSecond])
Expr11	-	IIf(Expr10 > 0,Val([input]![Stpminute]) +1 ,Val([input]![Stpminute]))

ตารางที่ 3.3 แสดงชื่อ Field และ Function ของแต่ละ Field ใน Select Query : Link

คอลัมน์	ชื่อ (Caption)	หมายเหตุ
Expr1	เลขหมายปลายทาง	เลขหมายปลายทาง จาก Select Query : Link
Province	จังหวัด	ชื่อจังหวัดจากตาราง รหัส
Expr9	วัน/เดือน/ปี	วัน / เดือน / ปี จาก Select Query : Link
Expr4	เวลาเริ่มต้น	เวลาเริ่มต้น จาก Select Query : Link
Expr5	เวลาหยุด	เวลาหยุด จาก Select Query : Link
Expr10	ค่าบริการตามเวลา	Switch(Val([link]![StaHour])>=7) And (Val([link]![StaHour]) <18), [Code]![Rate],(Val([link]![Stahour]) >=18) And (Val([link]![Stahour])<22),[Code]![Rate]/2,(Val([link]![Stahour]) >= 22) Or (Val([link]![Stahour]) <7) , [Code]![Rate]/3)
Expr3	เวลา	เวลาที่โทรศัพท์ จาก Select Query : Link
Rate	อัตราค่าบริการ	อัตราค่าบริการจากตาราง รหัส
Expr11	ค่าบริการ	Expr3 * [Expr10]
StaHour	ชั่วโมงเริ่มต้น	ชั่วโมงเริ่มต้น จาก Select Query : Link

ตารางที่ 3.4 แสดงชื่อ Field และ Function ของแต่ละ Field ใน Select Query : Far

เอกสารนี้เป็น[illegible]ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลอง

ตอนที่ 1 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Off-hook Status Detector Circuit)

1. วัดแรงดันตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
2. วัดแรงดันที่ขา 2 ของ IC LM741 ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
3. วัดแรงดันที่ขา 3 ของ IC LM741 ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
4. วัดแรงดันที่ขา 6 ของ IC LM741 ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
5. วัดแรงดันที่ขา 4 ของ IC 4N36 ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์
6 ทำซ้ำตามข้อ1-5 แต่ทดลองขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์

ตอนที่ 2 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)

1. วัดลอจิกที่ขา 11, 12, 13 และ 14 ของ IC MT8870 ขณะกดปุ่มโทรศัพท์เลข 0-9
2. วัดลอจิกที่ขา 15 ของ IC MT8870 ขณะที่กดปุ่มโทรศัพท์และขณะที่ไม่ได้กดปุ่มโทรศัพท์

ตอนที่ 3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back tone Detector Circuit)

1. ป้อนสัญญาณอินพุตความถี่ประมาณ 425 Hz เข้าวงจร ปรับค่าตัวต้านทานที่ขา 5 ของ IC LM567 จนกระทั่งแรงดันที่ขา 8 เป็น "0"
2. เปรียบเทียบสัญญาณที่ขา 3 กับขา 5 ของ IC LM567
3. เปรียบเทียบสัญญาณที่ขา 3 กับขา 6 ของ IC LM567
4. เปรียบเทียบสัญญาณสายไม่ว่างกับสัญญาณที่ขา 8 ของ IC LM567
5. เปรียบเทียบสัญญาณเรียกกลับกับสัญญาณที่ขา 8 ของ IC LM567
6. วัดแรงดันที่ขา 6 ของ IC LM741 และที่ขา 4 ของ IC 4N36 ขณะที่อินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง, สัญญาณเรียกกลับและขณะที่ปลายทางรับสาย

ตอนที่ 4 การทำงานของเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์

ทดลองใช้โทรศัพท์ในการเรียกออกไปยังปลายทางในกรุงเทพ ต่างจังหวัด เลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเลขหมายซึ่งไม่คิดค่าบริการ แล้วดูผลการบันทึกของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์ (Off-hook Status Detector Circuit)

ตำแหน่ง	ขณะที่ไม่มีการยกหูโทรศัพท์	ขณะที่มีการยกหูโทรศัพท์
คู่สายโทรศัพท์	-44.0 V	-7.1 V
ขา 2 ของ IC LM741	11.4 V	7.9 V
ขา 3 ของ IC LM741	10.8 V	10.8 V
ขา 6 ของ IC LM741	1.3 V	10.8 V
ขา 4 ของ IC 4N36	1.2 V	4.8 V

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของวงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

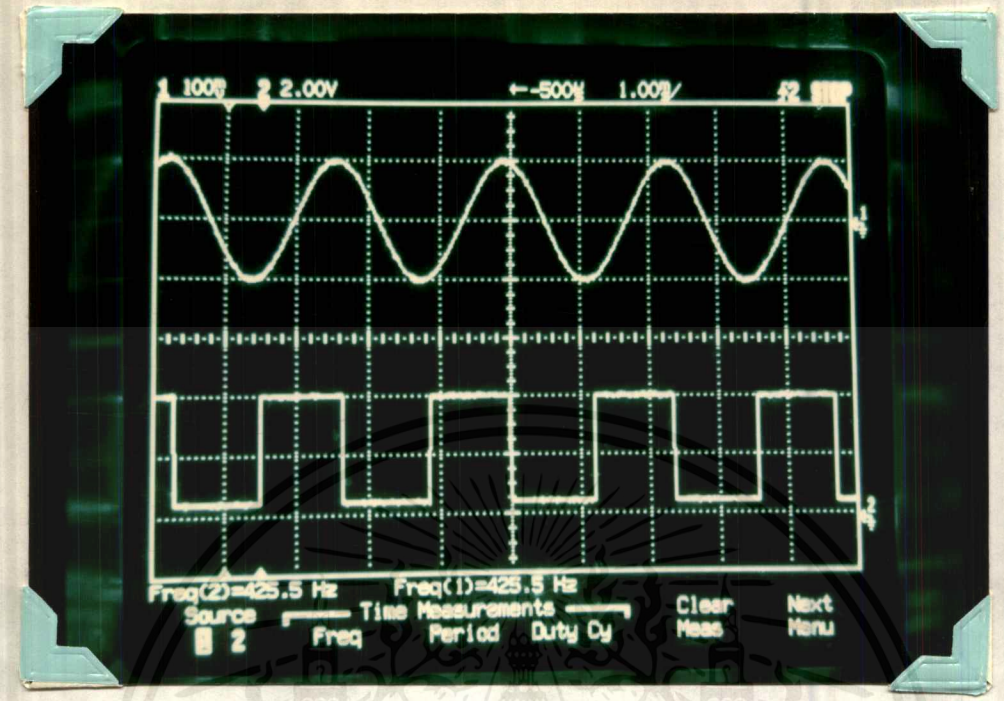
ตอนที่ 2 วงจรถอดรหัสเดชหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder Circuit)

ปุ่มหมายเลข	ขา 15 ขณะกดปุ่มโทรศัพท์	ขา 15 ขณะไม่กดปุ่มโทรศัพท์	ขา 14 (Q4)	ขา 13 (Q3)	ขา 12 (Q2)	ขา 11 (Q1)
0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1
2	1	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1	1
4	1	0	0	1	0	0
5	1	0	0	1	0	1
6	1	0	0	1	1	0
7	1	0	0	1	1	1
8	1	0	1	0	0	0
9	1	0	1	0	0	1

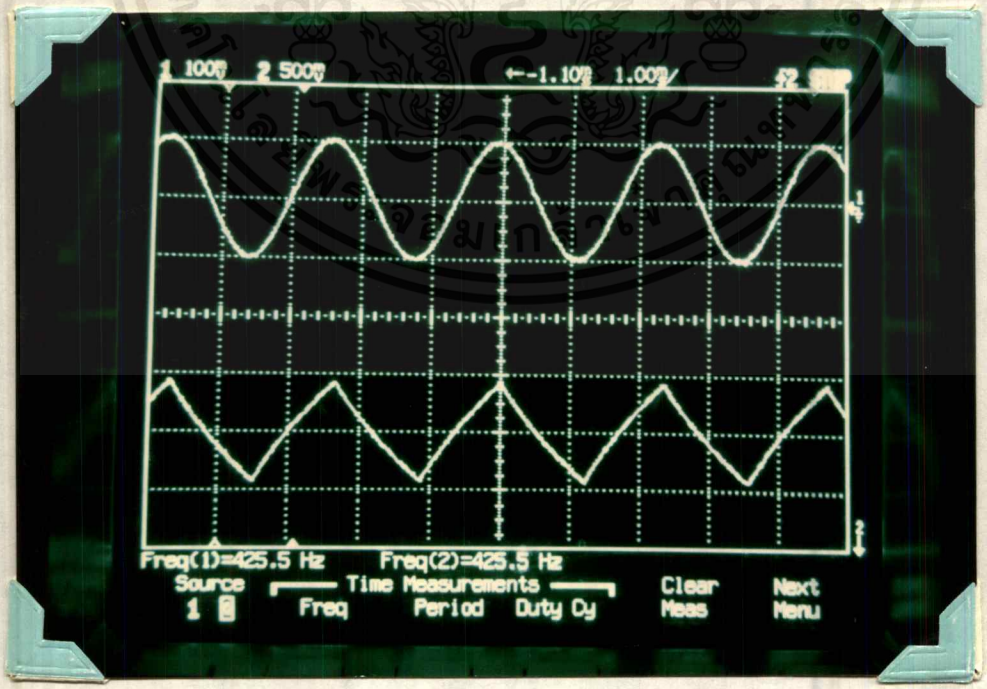
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองวัดลอจิกที่ขาของ MT 8870 ของวงจรถอดรหัสหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ (Ring back tone Detector Circuit)

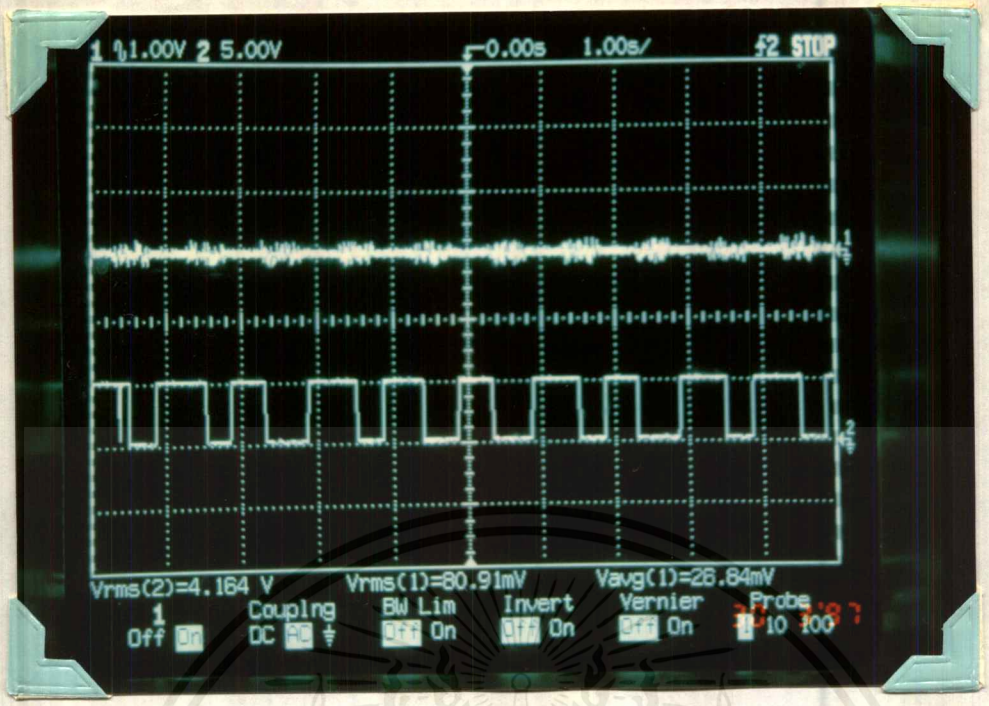


รูปที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขา 3 และขา 5 ของ IC LM567

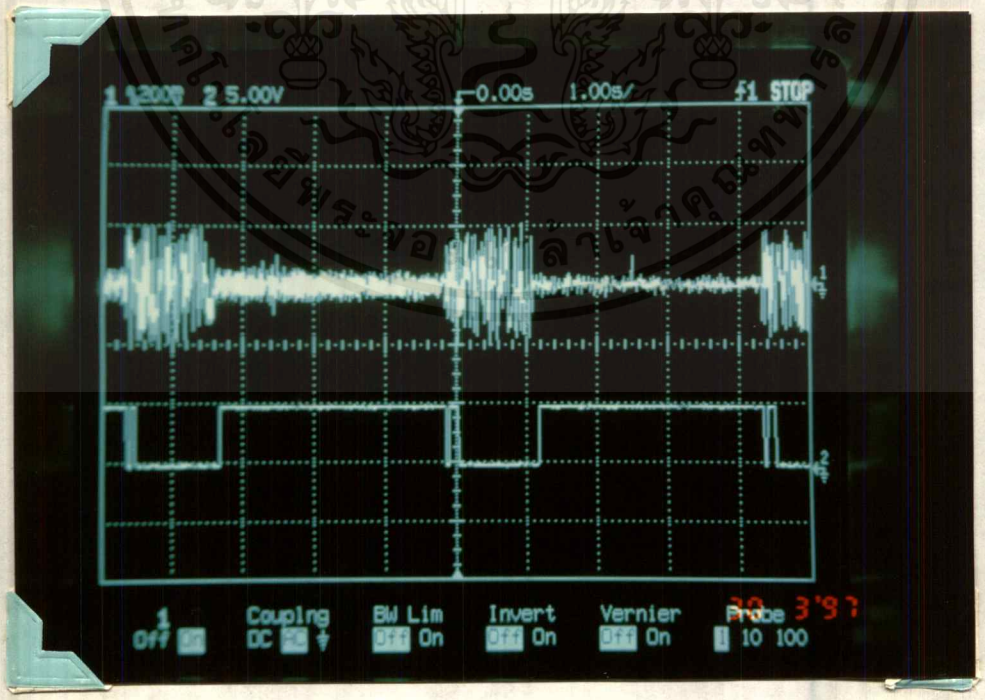


รูปที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขา 3 และขา 6 ของ IC LM567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณสายไม่ว่างกับสัญญาณที่ขา 8 ของ IC LM567



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณเรียกกลับกับสัญญาณที่ขา 8 ของ IC LM567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางไกล

เลขหมายปลายทาง	จังหวัด	วัน/เดือน/ปี	เวลาเริ่มต้น	เวลาหยุด	ค่าบริการ
034256745	นครปฐม	25/03/97	14.23.10	14.34.56	36
035521008	สุพรรณบุรี	30/03/97	18.10.25	18.13.26	12
073214855	ยะลา	31/03/97	22.30.25	22.35.32	36

จบการทำงาน แก้ไขกรุงเทพ

รูปที่ 4.7 แสดงผลการบันทึกของเครื่องเมื่อมีการเรียกออกปลายทางต่างจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

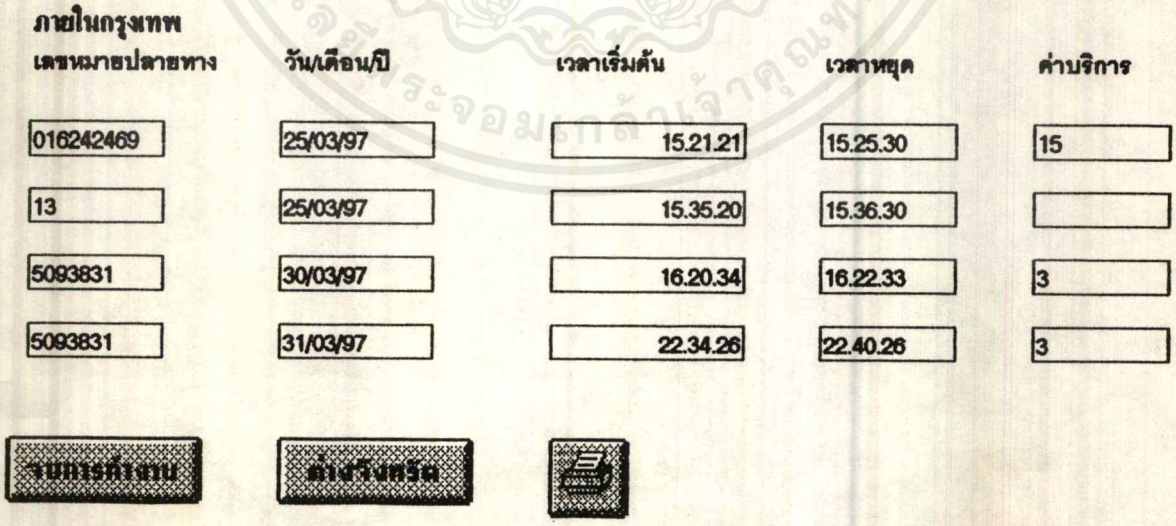
สัญญาณอินพุต	แรงดันที่ขา 6 ของ IC LM741	แรงดันที่ขา 4 ของ IC 4N36
สัญญาณสายไม่ว่าง	4.9 V	4.8 V
สัญญาณเรียกกลับ	4.9 V	4.8 V
ปลายทางรับสาย	0.8 V	0.8 V

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดแรงดันที่ขา 6 ของ IC LM741 และที่ขา 4 ของ IC 4N36 ขณะที่อินพุตเป็นสัญญาณสายไม่ว่าง สัญญาณเรียกกลับและขณะที่ปลายทางรับสาย

ตอนที่ 4 การทำงานของเครื่องบันทึกการใช้งานและคิดค่าบริการโทรศัพท์

กรุณากดปุ่มเลือกปลายทางที่เรียกออก

รูปที่ 4.5 แสดงเมนูเมื่อจะเลือกขอดูข้อมูลการใช้งานและค่าบริการโทรศัพท์



รูปที่ 4.6 แสดงผลการบันทึกของเครื่องเมื่อมีการเรียกออกปลายทางในกรุงเทพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทำงาน

วิเคราะห์ผลการทำงาน

วงจรตรวจจับการยกหูโทรศัพท์

การทำงานของวงจรนี้ให้ผลตามที่ได้คาดหมายไว้คือ สัญญาณ์เอาต์พุตของวงจรจะเป็น "1" เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ และจะเป็น "0" เมื่อไม่มีการยกหูโทรศัพท์ ค่าเอาต์พุตที่ได้นี้ทำให้รีเลย์ทำการตัดต่อวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับและวงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์เข้ากับคู่สายโทรศัพท์

วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์

สามารถถอดรหัสการกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์ได้อย่างถูกต้อง แต่เมื่อใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันที่ขา 15 ของ IC MT8870 ซึ่งเป็นสัญญาณ STD ใช้ในการบอกให้ทราบว่ามีการกดปุ่มเลขหมายโทรศัพท์ พบว่าถ้ากดปุ่มเลขหมายและปล่อยอย่างเร็ว แรงดันที่วัดได้จะมีค่าไม่ถึง 5 V แต่ถ้ากดค้างไว้สักครู่ แรงดันจะมีค่า 5 V แต่จะกดอย่างไรก็ตามส่วนควบคุมการทำงานก็สามารถทราบได้ว่ามีสัญญาณ STD เหมือนกัน

วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกกลับ

วงจรนี้สามารถทำงานได้ผลตามที่ต้องการคือ เอาต์พุตของวงจรจะเป็น "1" เมื่อยังไม่มีการรับสายและขณะที่ไม่มีสัญญาณอินพุต เป็น "0" เมื่อปลายทางรับสาย แต่อย่างไรก็ตามพบว่าวงจรนี้มีปัญหาหลายประการด้วยกันคือ

- ส่วนของวงจร tone detector มีความไวต่ออุณหภูมิพอสมควร เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงมาก จะต้องทำการปรับค่าตัวต้านทานปรับค่าได้ เพื่อกำหนดความถี่ที่วงจรนี้สามารถตรวจจับได้ใหม่ ถ้าไม่ปรับก็ไม่สามารถตรวจจับสัญญาณที่ต้องการได้

- สัญญาณในคู่สายโทรศัพท์มีสัญญาณรบกวนและสัญญาณรบกวนจะเพิ่มขึ้นเมื่อต่อวงจรนี้กับคู่สายโทรศัพท์ บอร์ดคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์

- มาตรฐานของสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์แต่ละคู่สายแตกต่างกัน ทำให้วงจรดีเทคเตอร์ที่สร้างขึ้นนี้ใช้ไม่ได้กับทุกคู่สาย แต่หากต้องการจะให้ใช้ได้กับคู่สายใดก็ต้องทำการปรับตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับค่าความถี่ในการตรวจจับสัญญาณให้กับวงจร tone detector

- ตัวเก็บประจุ 100 µF ใช้เวลาในการคายประจุระยะหนึ่งซึ่งค่อนข้างช้า ทำให้เมื่อปลายทางรับสายแล้วเอาต์พุตของวงจรจะไม่เป็น "0" ทันที ต้องรอสักครู่

ส่วนควบคุมการทำงาน

มีปัญหาในบางครั้ง ต้องทำการรีเซ็ตจึงจะสามารถทำงานได้ถูกต้อง

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในขณะทดลองได้เกิดปัญหาในการเขียนโปรแกรมบ้าง แต่เมื่อทำการแก้ไขแล้วก็สามารถใช้งานได้ในระดับที่น่าพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทำงาน

เครื่องบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์นี้จะทำการบันทึกเฉพาะเมื่อมีการเรียกออก ข้อมูลที่บันทึกเมื่อมีการเรียกออกแต่ละครั้งได้แก่ เลขหมายปลายทาง วัน/เดือน/ปี เวลาเริ่มต้น เวลาหยุดและค่าบริการ สำหรับกรณีเรียกออกต่างจังหวัดจะมีการแสดงชื่อจังหวัดนั้นๆไว้ด้วย

ข้อจำกัดของเครื่องนี้คือ เมื่อมีการเรียกออกเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือเลขหมายทางไกลต่างประเทศเครื่องจะไม่สามารถบอกชื่อปลายทางและคำนวณค่าบริการให้ได้เพียงแต่บันทึกเลขหมายปลายทาง วัน/เดือน/ปี เวลาเริ่มต้นและเวลาหยุดเท่านั้น

เครื่องนี้ใช้งานกับคู่สายโทรศัพท์ในเขตกรุงเทพเท่านั้นและไม่สามารถใช้กับเครื่องโทรศัพท์ในระบบ PABX ได้

แนวทางในการพัฒนาต่อ

เครื่องบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์ที่สร้างขึ้นนี้มีข้อจำกัดในการใช้งานหลายประการ หากได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมทั้งในส่วนของวงจรดีเทคเตอร์และส่วนควบคุมการทำงานก็จะทำให้เครื่องนี้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ สิ่งที่ควรจะเพิ่มเติมจากเครื่องบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์ที่สร้างขึ้นนี้คือ

1. ปรับปรุงวงจรดีเทคเตอร์ให้ทำการรับข้อมูลเมื่อมีการเรียกเข้าได้
2. ปรับปรุงโปรแกรมควบคุมการทำงานให้เครื่องสามารถทำงานได้ดีขึ้น
3. ปรับปรุงฐานข้อมูลของส่วนแสดงผลให้เครื่องสามารถบันทึกข้อมูลการใช้เมื่อมีการเรียกออกเลขหมายทางไกลต่างประเทศหรือเลขหมายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ครบถ้วนเช่นเดียวกับเมื่อมีการเรียกออกเลขหมายโทรศัพท์ในเขตกรุงเทพและต่างจังหวัด
4. ปรับปรุงโปรแกรมควบคุมการทำงานให้สามารถใช้เครื่องบันทึกข้อมูลการใช้โทรศัพท์นี้กับโทรศัพท์ระบบ PABX ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน จักขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์ ผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและสนับสนุนการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์วิภา แสงพิสิทธิ์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษา ตรวจสอบปริญญานิพนธ์และช่วยแก้ไขจนเป็นผลสำเร็จ ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาภาควิชาโทรคมนาคม ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์และภาควิชาไฟฟ้ากำลังที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือด้านการจัดทำวงจร การเขียนโปรแกรมและให้ยืมอุปกรณ์ในการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดา พี่สาวและพี่ชายผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องบันทึกค่าบริการโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;FILENAME TELEPHONE RECORDER
                              ; SET USER PORT 1
UP1A     EQU      0F800H             ; PORT A
UP1B     EQU      0F801H             ; PORT B
UP1C     EQU      0F802H             ; PORT C
UP1P     EQU      0F803H             ; MODE PORT
                              ; SET USER PORT 2
UP2A     EQU      0FC00H             ; PORT A
UP2B     EQU      0FC01H             ; PORT B
UP2C     EQU      0FC02H             ; PORT C
UP2P     EQU      0FC03H             ; MODE P0RT


COMMA    EQU      2CH       ;CHARACTER ","
CR       EQU      0AH       ;CARRY
LF       EQU      0DH       ;LINE FEED
FOR      EQU      8100H     ;FIRST  OF RECORD
EOS      EQU      70H       ;END OF STRING
PASS     EQU      41H       ;CHAR "A"

         ORG      0000H
;SET CONTROL CODE TO INPUT PORT
         MOV      A,#9BH
         MOV      DPTR,#UP1P
         MOVX     @DPTR,A
         MOV      DPTR,#UP2P
         MOVX     @DPTR,A
;*********************************

                  MOV      DPTR,#8100H

  MAIN:           LCALL    INIT_RS232
                  JB       RI,TEST
                  LCALL    CH_HK
                  SJMP     MAIN

  EXIT1:          CLR      PSW.4
                  POP      DPL
                  POP      DPH
                  MOV      DPTR,#FOR        ;RESET RECORDING-
                  SJMP     MAIN             ;-MEMORY

;MAIN PROGRAM FOR SERIAL  CHECKING

TEST:             PUSH     DPH
                  PUSH     DPL
                  SETB     PSW.4            ;SELECT REGISTER-
                  MOV      R0,#30H          ;-BANK #1
                  SJMP     TEST1
TEST2:            LCALL    RECEIVE
TEST1:            CLR      RI
                  MOV      A,SBUF
                  MOV      @R0,A
                  CJNE     A,#LF,CONT       ;IF NOT EQUAL CHR(13)-
                  SJMP     FINISH           ;-RETURN LOOP
CONT:             LCALL    SEND
                  INC      R0
                  JNB      RI,EXIT1
                  SJMP     TEST1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
FINISH:         LCALL   TXD_CRLF
                LCALL   CHK_ADDR
                JBC     F0,CORRECT
                MOV     R0,#30H
                SJMP    TEST2

CORRECT:        LCALL   TXD_CRLF
                LCALL   SEND_OUT
                SJMP    EXIT1

;*******CHECK HOOK STATUS**************
;INPUT = UP1A

CH_HK:          PUSH    DPL
                PUSH    DPH
CH_HK2:         MOV     DPTR,#UP1A
                MOVX    A,@DPTR
                JB      ACC.1,CH_SD     ;IF HOOK ON -
                RET                     ;-CHECK CALLED

;********CHECK  TELEPHONE NUMBER**********
;INPUT = UP1C
CH_SD:          MOV     B,#9H           ; KEEP 9 NUMBER
                MOV     R0,#20H         ; START ADDRESS OF I-RAM
                MOV     R5,#0H          ; COUNTER TELEPHONE-
                                        ;-NUMBER
LOOP3:          MOV     R1,#10H
LOOP2:          MOV     R2,#0H
LOOP1:          MOV     R3,#0H

CH_SD2:         MOV     DPTR,#UP1C      ; CHECK STD ON
                MOVX    A,@DPTR
                JB      ACC.1,F_SD
                DJNZ    R3,CH_SD2
                DJNZ    R2,LOOP1
                DJNZ    R1,LOOP2
                MOV     A,R5            ; IF HAVE LESS THAN-
                CJNE    A,#0,CH_RBT     ;- 9 NUMBER
                RET                     ; NOT CALLING RETURN-
                                        ;- TO MAIN
F_SD:           MOV     DPTR,#UP1C      ; CHECK STD OFF
                MOVX    A,@DPTR
                JNB     ACC.1,S_DIGIT
                SJMP    F_SD

S_DIGIT:        LCALL   S_DIGIT2
                DJNZ    B,LOOP3
                LJMP    CH_RBT

S_DIGIT2:       MOV     DPTR,#UP2A      ; INPUT NUMBER OF-
                MOVX    A,@DPTR         ;- TELEPHONE
                LCALL   IN_BUF          ;SAVE IN I-RAM WAIT
                                        ;-SUCCEED CALLING
                RET                     ;RET TO S_DIGIT2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;CHECK  RINGBACK TONE AND BUSY TONE
;INPUT = UP1B

CH_RBT:         LCALL   DELAY1          ; DELAY FOR RING-
                LCALL   DELAY1          ;-BACK TONE
                LCALL   DELAY1
                LCALL   DELAY1
CH_RBT2:        MOV     DPTR,#UP1B
                MOVX    A,@DPTR
                JB      ACC.1,CH_RBT2   ;IF RBT = "1" TO-
                                        ;- CH_RBT AGAIN
                MOV     DPTR,#UP1A      ;IF RBT = "0"-
                MOVX    A,@DPTR         ;-CHECK HOOK OFF
                JNB     ACC.1,OUT       ; IF HOOK OFF RET
                POP     DPH
                POP     DPL
                LCALL   RTCPRJ          ; KEEP START TIME-
                PUSH    DPL             ;- OF CALLING
                PUSH    DPH
S_CH_HK:        MOV     DPTR,#UP1A      ; WAIT FOR HOOK OFF
                MOVX    A,@DPTR
                JNB     ACC.2,LINK      ; CHECK HOOK OFF
                LJMP    S_CH_HK         ; IF HOOK ON CHECK AGAIN
LINK:           POP     DPH
                POP     DPL
                LCALL   RTCPRJ          ; KEEP STOP TIME OF CALLING
                LCALL   OUTB            ; KEEP TELEPHONE NUMBER TO-
                RET                     ; -EXTERNAL RAM AND RET-
                                        ; -TO MAIN
OUT:            LCALL   CLRB            ; IF CALLING FAIL TO CLEAR
                RET                     ; I-RAM AND RET MAIN

;************SAVE  DIGIT**********************

IN_BUF:         ANL     A,#0FH
                CJNE    A,#0AH,NOT_Z
                MOV     @R0,#30H        ;ASCII => "0"
                INC     R0
                INC     R5
                RET
NOT_Z:          ORL     A,#30H
                MOV     @R0,A
                INC     R0
                INC     R5
                RET
OUTB:           MOV     R0,#20H
OUTBF:          MOV     A,@R0           ;SEND TELEPHONE NUMBER-
                LCALL   W_NUM           ;-TO X-RAM
                INC     R0
                DJNZ    R5,OUTBF
                MOV     A,#LF           ; SEND " ENTER" TO-
                MOVX    @DPTR,A         ;-RECORD
                INC     DPTR
                MOV     A,#CR
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#EOS          ; KEEP END OF STRING
                MOVX    @DPTR,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CLRB:           MOV     R0,#20H
CLRBF:          MOV     @R0,#0H
                DJNZ    R5,CLRBF
                RET

;******* KEEP TIME ***************************
;REG = R6,R7
;OUT DATA = R7

RTCPRJ:         CLR     P1.6            ; RST® = 0
                SETB    P1.5            ; SCLK = 1
                LCALL   DELAY

                MOV     R4,#02H
ERROR:          MOV     R6,#85H         ;READ HOUR
                LCALL   BYTERD
                DJNZ    R4,ERROR
                LCALL   W_T             ; KEEP TIME IN -RAM
                MOV     R6,#83H         ;READ MINUTE
                LCALL   BYTERD
                LCALL   W_T
                MOV     R6,#81H         ;READ SECOND
                LCALL   BYTERD
                LCALL   W_T
                MOV     R6,#87H         ;READ DATE
                LCALL   BYTERD
                LCALL   W_T
                MOV     R6,#89H          ;READ MONTH
                LCALL   BYTERD
                LCALL   W_T
                MOV     R6,#8DH          ;READ YEAR
                LCALL   BYTERD
                LCALL   W_T
                RET

;*******BYTERD SUB*****************
;IN  = R6 COMMAND
;OUT = R7 DATA

BYTERD:         SETB    P1.4            ;COMMAND BYTE READ
                LCALL   DELAY
                SETB    P1.6            ;RST® =  1
                LCALL   DELAY
                MOV     B,#8H
                CLR     C
BYTERD1:        MOV     A,R6
                RRC     A               ;OUT COMMAND 1 BIT-
                MOV     R6,A            ;-TO CARRY FLAG
                MOV     P1.4,C
                LCALL   SCLKCOM
                DJNZ    B,BYTERD1
                MOV     B,#8H            ;RECEIVE DATA BYTE
                MOV     R7,#0H           ;CLEAR DATA BUFFER
BYTERD2:        LCALL   SCLKRW
                MOV     A,R7
                MOV     C,P1.4           ;READ SERIAL DATA
                RRC     A
                MOV     R7,A
                DJNZ    B,BYTERD2
                CLR     P1.6            ;RST = 0
                LCALL   DELAY
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*********SCLKCOM SUB***********
; SERIAL CLOCK FOR WRITE COMMAND
; A FALLING EDGE

SCLKCOM:        CLR     P1.5
                LCALL   DELAY
                SETB    P1.5
                LCALL   DELAY
                RET

;**********SCLKRW SUB************
; SERIAL CLOCK FOR READ DATA
; A RISE EDGE

SCLKRW:         SETB    P1.5
                LCALL   DELAY
                CLR     P1.5
                LCALL   DELAY
                RET

;**********DELAY SUB**************
DELAY:          MOV     R1,#5H
                DJNZ    R1,$
                RET

;********DELAY 1 SECOND**********
DELAY1:         MOV     R4,#0FFH
DELAY_1:        MOV     R3,#0H
                MOV     R2,#0H
                DJNZ    R2,$
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R4,DELAY_1

                MOV     R4,0FFH
DELAY_2:        MOV     R3,#0H
                MOV     R2,#0H
                DJNZ    R2,$
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R4,DELAY_2
                RET

;********SAVE TIME TO EXTERNAL RAM*******

W_T:            MOV     A,R7
                PUSH    ACC
                SWAP    A
                LCALL   HTOASCII        ; CONVERT TO ASCII
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                POP     ACC
                LCALL   HTOASCII
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#COMMA        ; SEND COMMA FOR-
                MOVX    @DPTR,A         ;-SEPARATE COLUMN
                INC     DPTR            ;-IN ACCESS
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;**********WRITE NUMBER TO EXTERNAL RA******

W_NUM:          MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                MOV     A,#COMMA
                MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                RET

;***********HEX TO ASCII********************

HTOASCII:       ANL     A,#0FH
                ORL     A,#30H
                RET

;******Initial RS-232 COMMUNICATIONS********

;               BAUD RATE:  9600  BIT/SEC
;               DATA LENGTH:  8 BIT
;               STOP BIT:  1 BIT
;               PARITY: NO
;               X-TAL:  11.0592  MHz

INIT_RS232:     MOV     TMOD,#00100000B
                MOV     SCON,#01010010B
                MOV     TH1,#0FDH
                MOV     PCON,#00000000B
                SETB    TR1
                RET

;*********SEND A TO RS-232****************

SEND:           JNB     TI,SEND
                CLR     TI
                MOV     SBUF,A
                RET

;********RECEIVE FROM RS-232**************

RECEIVE:        JNB     RI,RECEIVE
                CLR     RI
                MOV     A,SBUF
                RET

;****SEND  "CR" AND "LF" TO RS-232********

TXD_CRLF:       MOV     A,#LF
                LCALL   SEND
                MOV     A,#CR
                LCALL   SEND
                RET

;*******SEND STRING  TO RS-232***********

SEND_STRING:    CLR     A
                MOVX    A,@DPTR
                CJNE    A,#EOS,SEND_STRING1
                RET
SEND_STRING1:   LCALL   SEND
                INC     DPTR
                SJMP    SEND_STRING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;CHECK ADDRESS ROUTINE

CHK_ADDR:       CLR     F0
                CLR     C
                MOV     R1,#30H
CHECK:          MOV     A,#PASS
                SUBB    A,@R1
                JNZ     MISS
                INC     R1
                SETB    F0          ; IF BIT F0 IS HIGH-
                RET                 ;-THAT CORRECT
MISS:           CLR     F0          ; IF BIT F0 IS LOW-
                RET                 ;-THAT INCORRECT

;DATA SEND TO RS232
;REG USE R1,R2,A

SEND_OUT:       MOV     R1,#00H
SEND1:          MOV     R2,#01H
SEND2:          MOV     DPTR,#FOR
                LCALL   SEND_STRING
                LCALL   TXD_CRLF
                DJNZ    R2,SEND2
                RET

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

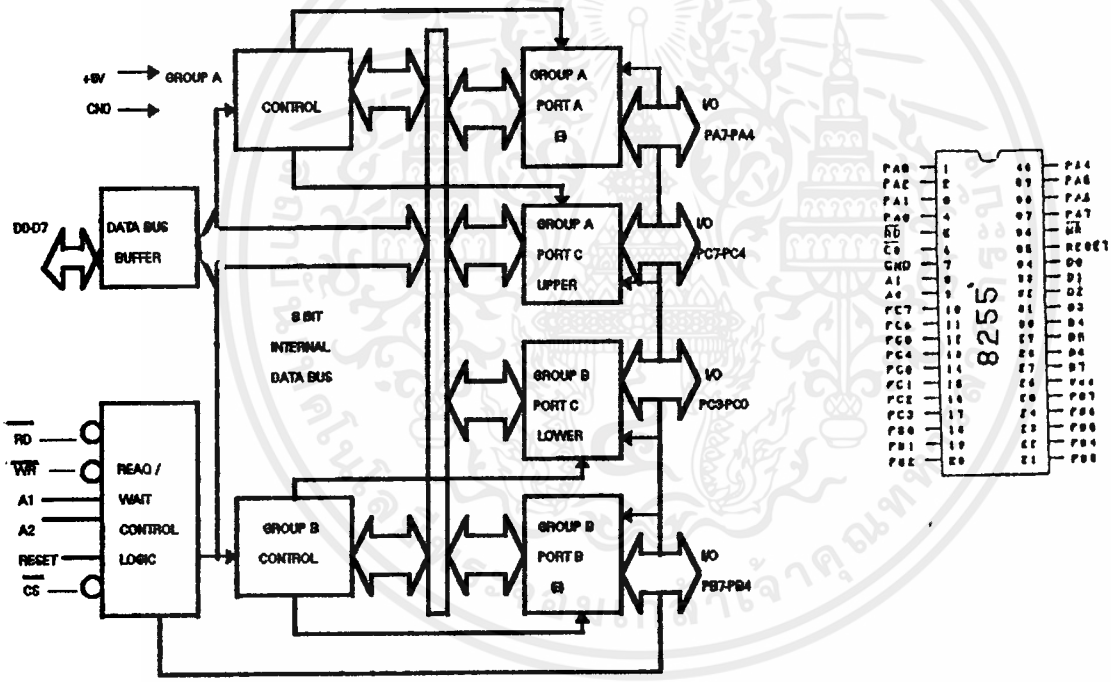
ภาคผนวก ข

การใช้งาน 8255 PPI

ลักษณะทั่วไปของ 8255

8255 PPI (Programable Peripheral Interface) เป็น LSI ขนาด 40 ขา ทำหน้าที่อินเตอร์เฟส ระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์ภายนอก 8255 ถูกออกแบบมาใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080

บล็อคไดอะแกรมของ 8255 แสดงได้ดังรูปที่ ข-1 ซึ่งมีส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก 4 กลุ่ม คือ PA0 - PA7 , PB0 - PB7 , PC0 - PC3 และ PC4 - PC7 กลุ่มของสัญญาณควบคุมมี 2 กลุ่ม คือ Group A Control และ Group B Control ซึ่งเป็นส่วนควบคุมการทำงานของทั้ง 3 พอร์ต Data Bus Buffer และ Read/Write Control Logic ใช้สำหรับติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ทางบัสข้อมูลและสัญญาณควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูลกับรีจิสเตอร์ที่อยู่ภายใน 8255



รูปที่ ข-1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ 8255

สัญญาณต่างๆ ของ 8255

หน้าที่ของสัญญาณต่างๆ ของ 8255 เป็นดังนี้

D0 - D7 เป็นขาข้อมูลที่ใช้ติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์

CS (Chip select input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 CPU สามารถติดต่อกับ 8255 ได้

RD (Read input) เมื่อขานี้มีลอจิก 0 พร้อมกับ CS 8255 จะส่งข้อมูลออกมาทางบัสข้อมูล

WR (Write input) เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 0 พร้อมกับ CS ข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลของระบบจะถูกเขียนลงไปใน 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A0 - A1 (Address input) ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ภายใน 8255 ที่ CPU ต้องการติดต่อด้วย

RESET เมื่อขานี้มีค่าลอจิก 1 8255 จะอยู่ในช่วงรีเซ็ท พอร์ตทุกพอร์ตจะอยู่ในโหมดของอินพุตพอร์ต

PA0 - PA7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

PB0 - PB7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

PC0 - PC7 เป็นพอร์ตข้อมูลที่ใช้สำหรับต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

การติดต่อกับพอร์ตต่างๆ ของ 8255

ภายใน 8255 มีพอร์ตภายในอยู่ 4 พอร์ตซึ่งเราสามารถติดต่อกับพอร์ตต่างๆ ได้ดังนี้

DEVICE PINS				PORT NAME
$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	A1	A0	
1	0	0	0	Write PORT A data
0	1	0	0	Read PORT A data
1	0	0	0	Write PORT B data
0	1	0	1	Read PORT B data
1	0	1	0	Write PORT C data
0	1	1	0	Read PORT C data
1	0	1	1	Write Control Word
0	1	1	1	Illegal read register

ตารางที่ ข-1 แสดงการติดต่อกับพอร์ตต่างๆของ 8255

การทำงานของพอร์ต A,B,C จะกำหนดโดยข้อมูลที่ส่งไปยังพอร์ตควบคุมโดยแต่ละบิตจะมีความหมายดังแสดงในรูปที่ ข-2 ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของ 8255 ได้ 3 โหมด

การใช้งาน 8255 ในโหมด 0

การทำงานของ 8255 ในโหมด 0 จะเป็นพอร์ตอินพุต หรือ เอาท์พุตแบบธรรมดา เราสามารถกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 ได้โดยส่ง Control word ไปยังพอร์ตควบคุม มีค่าต่อไปนี้

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	0	0

จากคำสั่งควบคุมในรูปที่ ข-2 เราสามารถอธิบายความหมายของบิตต่างๆ ได้ดังนี้

D7 = 1 กำหนดให้ข้อมูลนี้เป็น Control word

D6,D5 = 0 กำหนดให้พอร์ต A ใน 8255 ทำงานในโหมด 0

D4 = 0 กำหนดให้พอร์ต A เป็นเอาท์พุต

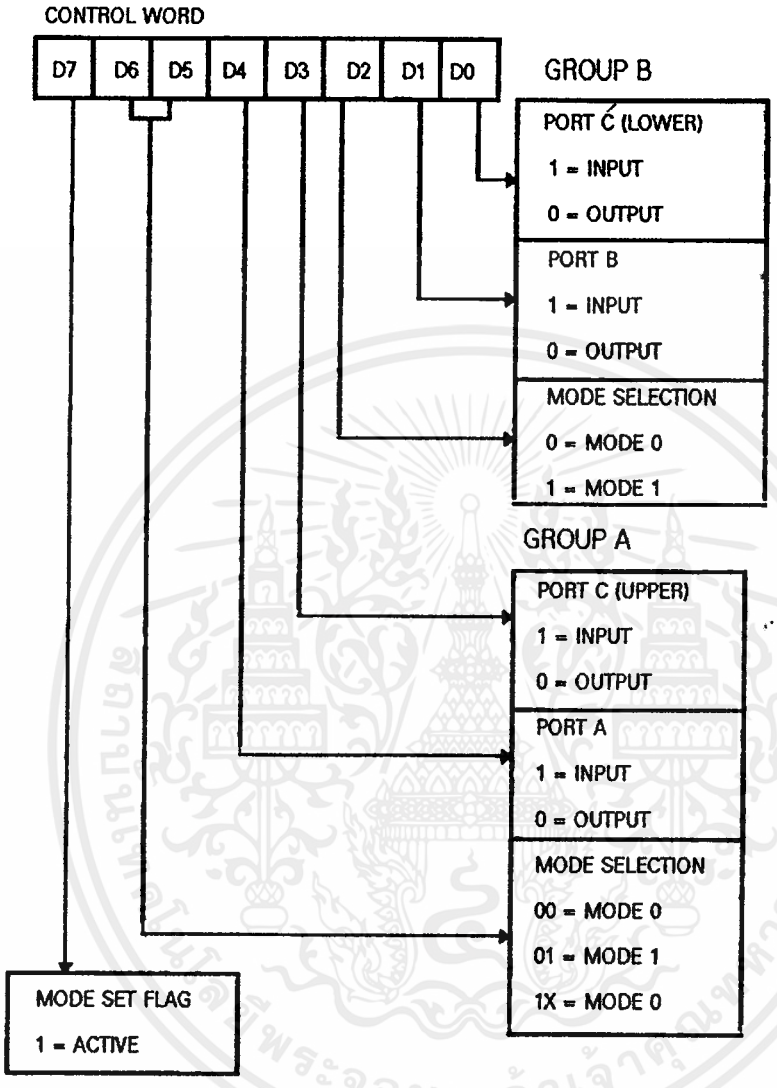
D3 = 0 กำหนด 4 บิตบนของพอร์ต C เป็นเอาท์พุต

D2 = 0 กำหนดพอร์ต B ทำงานในโหมด 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

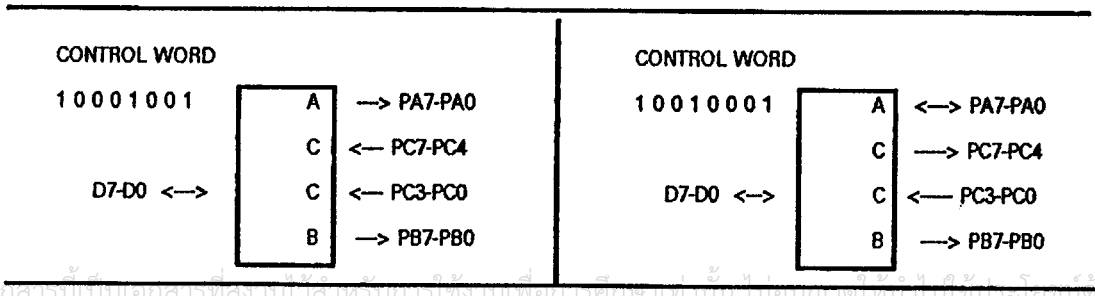
D1 = 0 กำหนดพอร์ต B เป็นเอาท์พุต

D0 = 0 กำหนด 4 บิตล่างของพอร์ต C เป็นเอาต์พุต



รูปที่ ข-2 แสดง CONTROL WORD ของ 8255

เราสามารถกำหนดการทำงานของ 8255 ในโหมด 0 ได้หลายแบบแตกต่างกันดังแสดงในรูปที่ ข-3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL WORD

1 0 0 0 1 0 1 0

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	<-- PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	<-- PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 1 0 0 1 0

D7-D0 <-->

A	<-- PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	<-- PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 0 1 0 1 1

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	<-- PC7-PC4
C	<-- PC3-PC0
B	<-- PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 1 0 0 1 1

D7-D0 <-->

A	<-- PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	<-- PC3-PC0
B	<-- PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 0 0 0 0 0

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	--> PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 0 0 0 1 0

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	<-- PC3-PC0
B	<-- PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 0 0 0 0 1

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	<-- PC3-PC0
B	--> PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 0 0 0 1 1

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	<-- PC3-PC0
B	<-- PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 0 1 0 0 0

D7-D0 <-->

A	--> PA7-PA0
C	<-- PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	--> PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 1 0 0 0 0

D7-D0 <-->

A	<-- PA7-PA0
C	--> PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	--> PB7-PB0

CONTROL WORD

1 0 0 1 1 0 0 0

D7-D0 <-->

A	<-- PA7-PA0
C	<-- PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	--> PB7-PB0

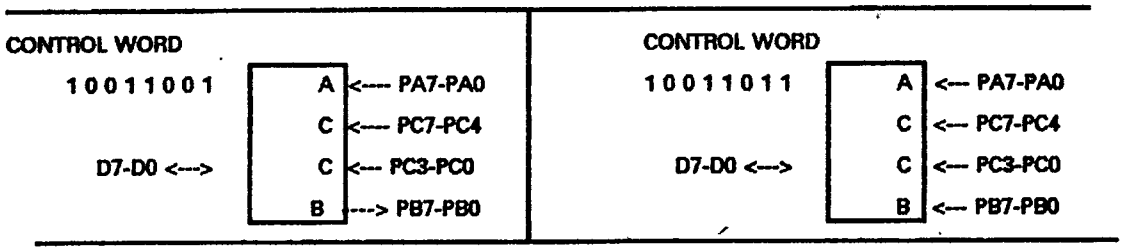
CONTROL WORD

1 0 0 1 1 0 1 0

D7-D0 <-->

A	<-- PA7-PA0
C	<-- PC7-PC4
C	--> PC3-PC0
B	<-- PBB7-PB0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

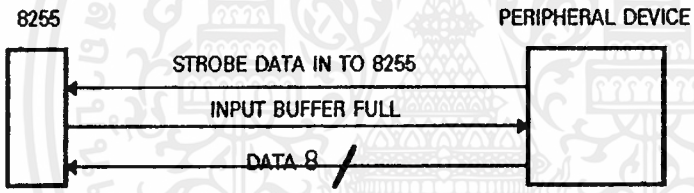


รูปที่ ข-3 แสดงการใช้งาน 8255 โหมด 0 ในรูปแบบต่างๆ

การใช้ 8255 ในโหมด 1

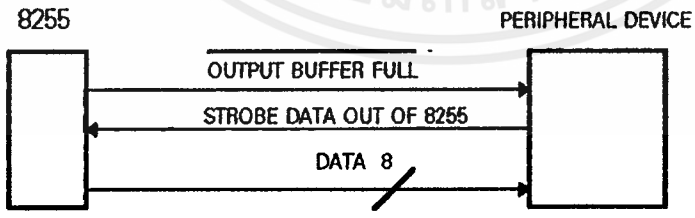
การใช้งาน 8255 ในโหมด 1 จะเป็นการรับหรือส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบความพร้อม (Handshake) โดยใช้พอร์ต A และ B เป็นพอร์ตข้อมูลขนาด 8 บิต 2 พอร์ต และใช้สัญญาณ 4 บิตสูงของพอร์ต C เป็นสัญญาณตรวจสอบของพอร์ต A และ 4 บิตต่ำของพอร์ต C เป็นสัญญาณตรวจสอบของพอร์ต B

การส่งหรือรับข้อมูลแบบมีการตรวจสอบ คืออุปกรณ์ภายนอกจะตรวจสอบสภาวะของ 8255 ว่ามีสภาพที่พร้อมจะรับหรือส่งข้อมูลหรือไม่ โดยใช้สัญญาณตรวจสอบของพอร์ต C ดังแสดงในรูปที่ ข-4



(A) INPUT

รูปที่ ข-4 แสดงการรับส่งข้อมูลของ 8255 แบบมีการตรวจสอบสัญญาณ



(B) OUTPUT

รูปที่ ข-4 (ต่อ)

รูปที่ ข-4 แสดงถึงการส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมายัง 8255 โดยอุปกรณ์ภายนอกจะตรวจสอบสัญญาณ IBF (Input Buffer Full) ของ 8255 ก่อนว่าข้อมูลเก่าใน 8255 ถูก CPU อ่านไปหรือยัง เมื่อข้อมูลใน 8255 ถูก CPU อ่านไปแล้ว สัญญาณ IBF ก็จะถูกรีเซ็ท อุปกรณ์ภายนอกก็จะส่งข้อมูลมาให้กับ 8255 อีก

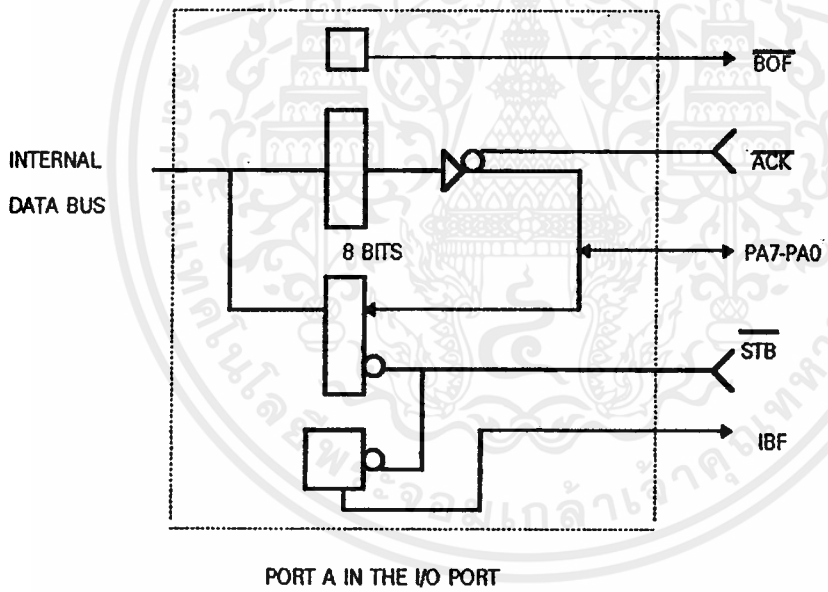
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อ 8255 ได้รับข้อมูลแล้วสัญญาณ IBF ก็จะแอคทีฟจนกว่า CPU จะอ่านข้อมูลออกไป สัญญาณ IBF จึงจะถูกรีเซ็ทอีกครั้งหนึ่ง

รูปที่ ข-4b แสดงการส่งข้อมูลจาก 8255 ไปยังอุปกรณ์ภายนอกโดย 8255 จะมีสัญญาณ $\overline{\text{OBF}}$ (Output Buffer Full) บอกอุปกรณ์ภายนอกทราบว่าตัว 8255 มีข้อมูลพร้อมที่จะส่งออกไปแล้ว ให้อุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ STROBE มารับข้อมูลไปได้ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ STROBE เพื่อรับข้อมูลไปแล้ว สัญญาณ OBE ก็จะถูกรีเซ็ทเพื่อแสดงว่าข้อมูลใน 8255 ได้ถูกส่งออกไปแล้ว ในช่วงนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งข้อมูลใหม่เข้ามายัง 8255 อีก

การส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบความพร้อมมีประโยชน์มาก ในกรณีที่อุปกรณ์ภายนอกทำงานช้ากว่าไมโครโปรเซสเซอร์ การทำงานในลักษณะนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งข้อมูลไปยัง Output Buffer แล้วไปทำงานอย่างอื่นได้ จนกว่าอุปกรณ์ภายนอกจะรับข้อมูลออกไป ไมโครโปรเซสเซอร์จึงจะกลับมาส่งข้อมูลออกไปยัง Output Buffer อีก

การใช้งาน 8255 ในโหมด 2



รูปที่ ข-5 แสดงการทำงานของพอร์ต A ในโหมด 2

การทำงานของ 8255 ในโหมด 2 จะใช้พอร์ต A สำหรับรับส่งข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง โดยข้อมูลสามารถส่งออกหรือรับเข้ามายังพอร์ต A ได้ เมื่อ 8255 ถูกโปรแกรมให้ทำงานในโหมดนี้ พอร์ต A จะมีการทำงานดังแสดงในรูปที่ ข-5

รูปที่ ข-5 แสดงถึงเอาท์พุตแลทช์ และอินพุตแลทช์ของพอร์ต A ที่ทำหน้าที่รับ และส่งข้อมูลระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับ 8255 และ 8255 กับอุปกรณ์ภายนอก

การส่งข้อมูลไปให้อุปกรณ์ภายนอกนั้นจะเริ่มจาก CPU จะส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ต A ซึ่งจะทำให้สัญญาณ $\overline{\text{OBF}}$ แอคทีฟ สัญญาณ $\overline{\text{OBF}}$ จะบอกให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ขณะนี้พอร์ต A ได้รับข้อมูลมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากไมโครโปรเซสเซอร์แล้ว และเป็นตัวบอกไมโครโปรเซสเซอร์ว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นยังไม่ได้ส่งไปยังอุปกรณ์ภายนอก เมื่ออุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ $\overline{ACK}$ เข้ามายัง 8255 ข้อมูลในเอาท์พุตแลทช์ก็จะถูกส่งออกไปทางพอร์ต A และสัญญาณ $\overline{OBF}$ ก็จะถูกรีเซ็ทเพื่อบอกให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทราบว่าข้อมูลที่ส่งมานั้น ได้ส่งไปให้อุปกรณ์ภายนอกแล้ว ในช่วงนี้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถส่งข้อมูลใหม่มายัง 8255 ได้อีก

การรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกนั้นอุปกรณ์ภายนอกจะต้องตรวจสอบสัญญาณ IBF ก่อน ถ้า IBF มีค่าลอจิก 1 แสดงว่ามีข้อมูลอยู่ในอินพุตแลทช์ และข้อมูลยังไม่ถูกไมโครโปรเซสเซอร์อ่านไป ถ้า IBF มีค่าลอจิก 0 แสดงว่าข้อมูลในอินพุตแลทช์ถูกอ่านออกไปแล้ว อุปกรณ์ภายนอกจะส่งข้อมูลเข้ามาที่พอร์ต A พร้อมด้วยสัญญาณ $\overline{STB}$ เพื่อทำให้ข้อมูลเข้าไปยังอินพุตแลทช์ของพอร์ต A และเซ็ทสัญญาณ IBF ให้มีค่าเป็น 1 ไมโครโปรเซสเซอร์จะทำการตรวจสอบสัญญาณ IBF โดยการอ่านค่าของข้อมูลที่พอร์ต C เมื่อพบว่า IBF มีค่าลอจิก 1 CPU ก็จะอ่านข้อมูลจากพอร์ A ออกไป จะทำให้สัญญาณ IBF มีค่าลอจิก 0 ในขณะนี้อุปกรณ์ภายนอกสามารถส่งข้อมูลเข้ายังพอร์ต A ได้อีก

สัญญาณ INTA นั้นเราสามารถใช้เป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์เพื่อต่อให้กับไมโครโปรเซสเซอร์ได้โดยสัญญาณ INTA นี้จะแอ๊คทีฟเมื่อ 8255 ต้องการให้ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งข้อมูลมายัง 8255 หรืออ่านข้อมูลจาก 8255 ออกไป ซึ่งไมโครโปรเซสเซอร์จะทราบว่าเป็นกรณีใด โดยการตรวจสอบสัญญาณ IBF และ $\overline{OBF}$

การทำงานของบิตต่างๆ ในพอร์ต C ในขณะที่ 8255 ทำงานในโหมด 2 จะเป็นดังตารางที่ ข-2ซึ่งเราสามารถตรวจสอบบิตต่างๆได้โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์อ่านข้อมูลจากพอร์ต C เข้ามา

PORT C	PC0	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
DEFINITION	I/O	I/O	I/O	INTA	STBA	IBFA	ACKA	OBFA

ตารางที่ ข-2 แสดงการทำงานของพอร์ต C ในโหมด 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

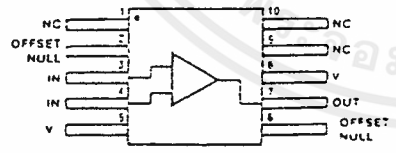
โครงสร้างและคุณสมบัติของออปแอมป์ 741

Description

The μA741 is a high performance Monolithic Operational Amplifier constructed using the Fairchild Planar epitaxial process. It is intended for a wide range of analog applications. High common mode voltage range and absence of latch-up tendencies make the μA741 ideal for use as a voltage follower. The high gain and wide range of operating voltage provides superior performance in integrator, summing amplifier, and general feedback applications.

- NO FREQUENCY COMPENSATION REQUIRED
- SHORT-CIRCUIT PROTECTION
- OFFSET VOLTAGE NULL CAPABILITY
- LARGE COMMON MODE AND DIFFERENTIAL VOLTAGE RANGES
- LOW POWER CONSUMPTION
- NO LATCH-UP

Connection Diagram
10-Pin Flatpak

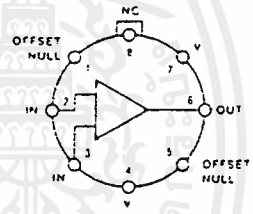


(Top View)

Order Information

Type	Package	Code	Part No.
μA741	Flatpak	3F	μA741FM
μA741A	Flatpak	3F	μA741AFM

Connection Diagram
8-Pin Metal Package



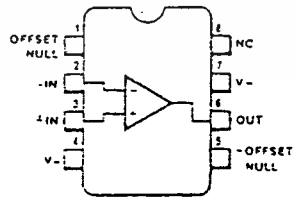
(Top View)

Pin 4 connected to case

Order Information

Type	Package	Code	Part No.
μA741	Metal	5W	μA741HM
μA741A	Metal	5W	μA741AHM
μA741C	Metal	5W	μA741HC
μA741E	Metal	5W	μA741EHC

Connection Diagram
8-Pin DIP



(Top View)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

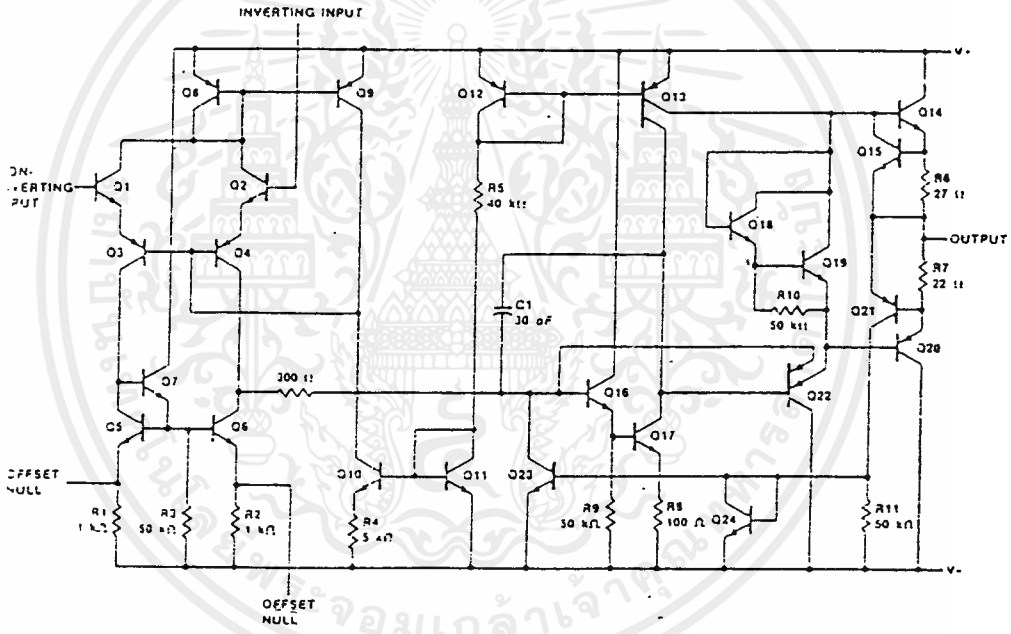
Supply Voltage	
μA741A, μA741, μA741E	± 22 V
μA741C	± 18 V
Internal Power Dissipation (Note 1)	
Metal Package	500 MW
DIP	310 mW
Flatpak	570 mW
Differential Input Voltage	± 30 V
Input Voltage (Note 2)	± 15 V
Storage Temperature Range	
Metal Package and Flatpak	−65°C to + 150°C
DIP	−55°C to + 125°C

Order Information

Type	Package	Code	Part No.
μA741C	Molded DIP	9T	μA741TC
μA741C	Ceramic DIP	6T	μA741RC

Operating Temperature Range	
Military (μA741A, μA741)	−55°C to + 125°C
Commercial (μA741E, μA741C)	0°C to +70°C
Pin Temperature (Soldering 60 s)	
Metal Package, Flatpak, and Ceramic DIP	300°C
Molded DIP (10 s)	260°C
Output Short Circuit Duration (Note 3)	Indefinite

Equivalent Circuit



Notes

1. Rating applies to ambient temperatures up to 70°C. Above 70°C ambient derate linearly at 6.3 mW/°C for the metal package, 7.1 mW/°C for the flatpak, and 5.6 mW/°C for the DIP.
2. For supply voltages less than ± 15 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.
3. Short circuit may be to ground or either supply. Rating applies to +125°C case temperature or 75°C ambient temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μA741 and μA741C
Electrical Characteristics $V_S = \pm 15$ V, $T_A = 25°C$ unless otherwise specified

Characteristic		Condition	μA741			μA741C			Unit
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage		$R_S \leq 10$ kΩ		1.0	5.0		2.0	6.0	mV
Input Offset Current				20	200		20	200	nA
Input Bias Current				80	500		80	500	nA
Power Supply Rejection Ratio		$V_S = +10, -20$ $V_S = +20, -10$ V, $R_S = 50\ \Omega$		30	150		30	150	μV/V
Input Resistance			.3	2.0		.3	2.0		MΩ
Input Capacitance				1.4			1.4		pF
Offset Voltage Adjustment Range				± 15			± 15		mV
Input Voltage Range						± 12	± 13		V
Common Mode Rejection Ratio		$R_S \leq 10$ kΩ				70	90		dB
Output Short Circuit Current				25			25		mA
Large Signal Voltage Gain		$R_L \geq 2$ kΩ, $V_{OUT} = \pm 10$ V	50k	200k		20k	200k		
Output Resistance				75			75		Ω
Output Voltage Swing		$R_L \geq 10$ kΩ				± 12	± 14		V
		$R_L \geq 2$ kΩ				± 10	± 13		V
Supply Current				1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption				50	85		50	85	mW
Transient Response (Unity Gain)	Rise Time	$V_{IN} = 20$ mV, $R_L = 2$ kΩ, $C_L \leq 100$ pF		.3			.3		μs
	Overshoot			5.0			5.0		%
Bandwidth (Note 4)				1.0			1.0		MHz
Slew Rate		$R_L \geq 2$ kΩ		.5			.5		V/μs

Notes

4. Calculated value from BW(MHz) = $\frac{0.35}{\text{Rise Time } (\mu s)}$
5. All $V_{CC} = 15$ V for μA741 and μA741C.
6. Maximum supply current for all devices
   25°C = 2.8 mA
   125°C = 2.5 mA
   −55°C = 3.3 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μA741 and μA741C
Electrical Characteristics (Cont.) The following specifications apply over the range of $-55°C \leq T_A \leq 125°C$ for μA741, $0°C \leq T_A \leq 70°C$ for μA741C

Characteristic	Condition	μA741			μA741C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage							7.5	mV
	$R_S \leq 10\ k\Omega$		1.0	6.0				mV
Input Offset Current							300	nA
	$T_A = +125°C$		7.0	200				nA
	$T_A = -55°C$		85	500				nA
Input Bias Current							800	nA
	$T_A = +125°C$		.03	.5				μA
	$T_A = -55°C$		.3	1.5				μA
Input Voltage Range		± 12	± 13					V
Common Mode Rejection Ratio	$R_S \leq 10\ k\Omega$	70	90					dB
Adjustment for Input Offset Voltage			± 15			± 15		mV
Supply Voltage Rejection Ratio	$V_S = +10, -20$; $V_S = +20, -10\ V$, $R_S = 50\ \Omega$		30	150				μV/V
Output Voltage Swing	$R_L \geq 10\ k\Omega$	± 12	± 14					V
	$R_L \geq 2\ k\Omega$	± 10	± 13		± 10	± 13		V
Large Signal Voltage Gain	$R_L = 2\ k\Omega$, $V_{OUT} = \pm 10\ V$	25k			15k			
Supply Current	$T_A = +125°C$		1.5	2.5				mA
	$T_A = -55°C$		2.0	3.3				mA
Power Consumption	$T_A = +125°C$		45	75				mW
	$T_A = -55°C$		60	100				mW

Notes
4. Calculated value from $BW(MHz) = \frac{0.35}{\text{Rise Time } (\mu s)}$
5. All $V_{CC} = 15\ V$ for μA741 and μA741C.
6. Maximum supply current for all devices
   25°C = 2.8 mA
   125°C = 2.5 mA
   −55°C = 3.3 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

μA741A and μA741E
Electrical Characteristics $V_S = \pm 15$ V, $T_A = 25°C$ unless otherwise specified.

Characteristic	Condition	μA741A/E Min	Typ	Max	Unit
Input Offset Voltage	$R_S \leq 50\ \Omega$		0.8	3.0	mV
Average Input Offset Voltage Drift				15	μV/°C
Input Offset Current			3.0	30	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5	nA/°C
Input Bias Current			30	80	nA
Power Supply Rejection Ratio	$V_S = +10, -20$; $V_S = +20$ V, -10 V, $R_S = 50\ \Omega$		15	50	μV/V
Output Short Circuit Current		10	25	40	mA
Power Consumption	$V_S = \pm 20$ V		80	150	mW
Input Impedance	$V_S = \pm 20$ V	1.0	6.0		MΩ
Large Signal Voltage Gain	$V_S = \pm 20$ V, $R_L = 2$ kΩ, $V_{OUT} = \pm 15$ V	50	200		V/mV
Transient Response (Unity Gain) — Rise Time			0.25	0.8	μs
Transient Response (Unity Gain) — Overshoot			6.0	20	%
Bandwidth (Note 4)		.437	1.5		MHz
Slew Rate (Unity Gain)	$V_{IN} = \pm 10$ V	0.3	0.7		V/μs

The following specifications apply over the range of $-55°C \leq T_A \leq 125°C$ for the 741A, and $0°C \leq T_A \leq 70°C$ for the 741E

Input Offset Voltage					4.0	mV
Input Offset Current					70	nA
Input Bias Current					210	nA
Common Mode Rejection Ratio	$V_S = \pm 20$ V, $V_{IN} = \pm 15$ V, $R_S = 50\ \Omega$	80	95			dB
Adjustment For Input Offset Voltage	$V_S = \pm 20$ V	10				mV
Output Short Circuit Current		10		40		mA
Power Consumption	$V_S = \pm 20$ V, μA741A, −55°C			165		mW
Power Consumption	$V_S = \pm 20$ V, μA741A, +125°C			135		mW
Power Consumption	$V_S = \pm 20$ V, μA741E			150		mW
Input Impedance	$V_S = \pm 20$ V	0.5				MΩ
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20$ V, $R_L = 10$ kΩ	± 16				V
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20$ V, $R_L = 2$ kΩ	± 15				V
Large Signal Voltage Gain	$V_S = \pm 20$ V, $R_L = 2$ kΩ, $V_{OUT} = \pm 15$ V	32				V/mV V/mV
Large Signal Voltage Gain	$V_S = \pm 5$ V, $R_L = 2$ kΩ, $V_{OUT} = \pm 2$ V	10				V/mV

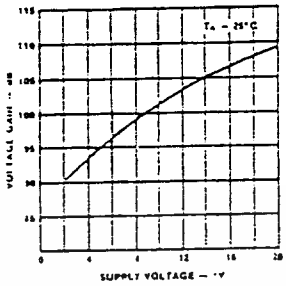
Notes

4. Calculated value from: $BW(MHz) = \frac{0.35}{\text{Rise Time } (\mu s)}$
5. All $V_{CC} = 15$ V for μA741 and μA741C
6. Maximum supply current for all devices
   25°C = 2.8 mA
   125°C = 2.5 mA
   −55°C = 3.3 mA

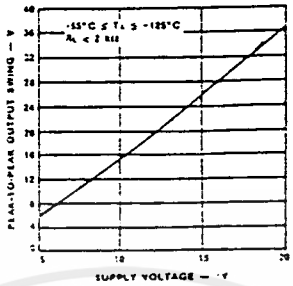
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves for μA741A and μA741

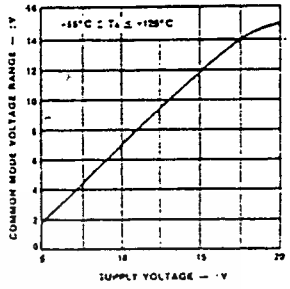
Open Loop Voltage Gain as a Function of Supply Voltage



Output Voltage Swing as a Function of Supply Voltage

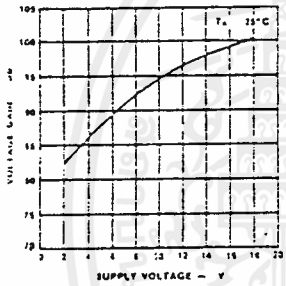


Input Common Mode Voltage as a Function of Supply Voltage

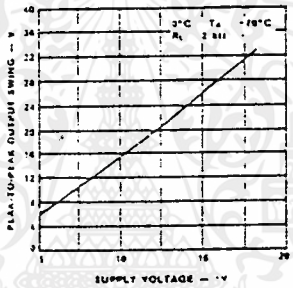


Typical Performance Curves for μA741E and μA741C

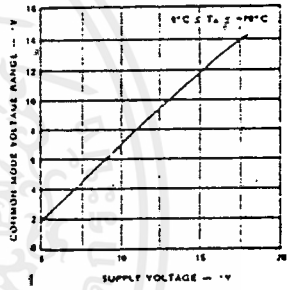
Open Loop Voltage Gain as a Function of Supply Voltage



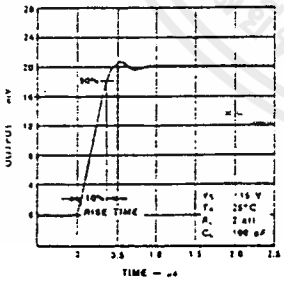
Output Voltage Swing as a Function of Supply Voltage



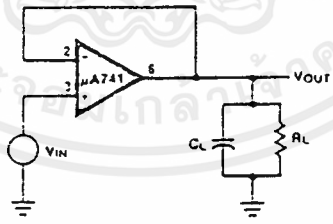
Input Common Mode Voltage Range as a Function of Supply Voltage



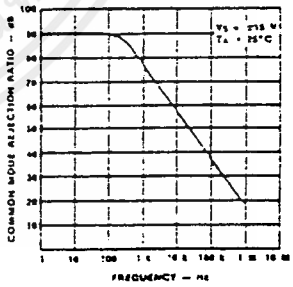
Transient Response



Transient Response Test Circuit



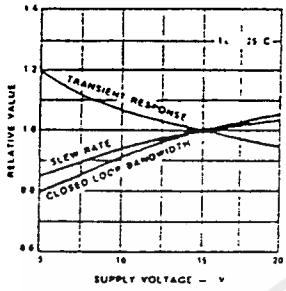
Common Mode Rejection Ratio as a Function of Frequency



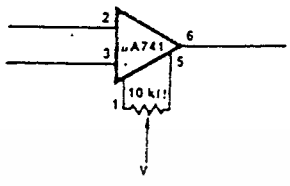
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves for μA741E and μA741C (Cont.)

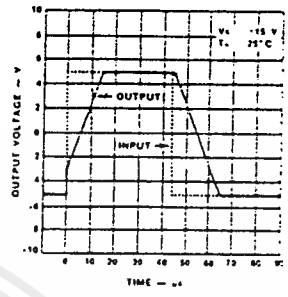
Frequency Characteristics as a Function of Supply Voltage



Voltage Offset Null Circuit

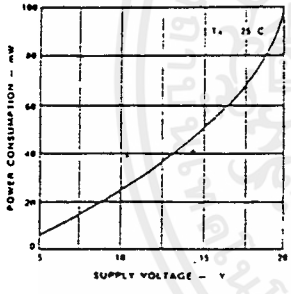


Voltage Follower Large Signal Pulse Response

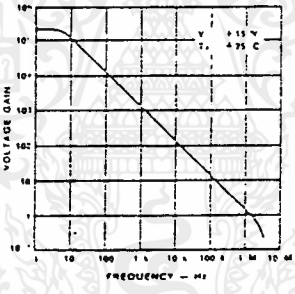


Typical Performance Curves for μA741A, μA741, μA741E and μA741C

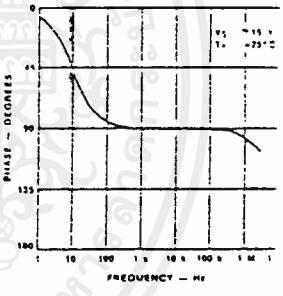
Power Consumption as a Function of Supply Voltage



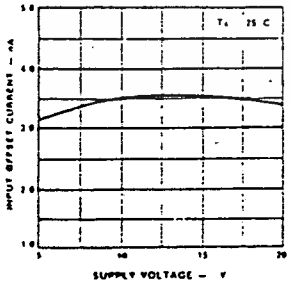
Open Loop Voltage Gain as a Function of Frequency



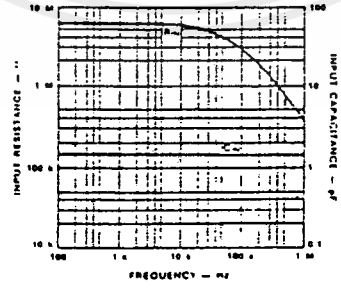
Open Loop Phase Response as a Function of Frequency



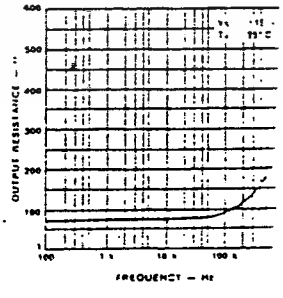
Input Offset Current as a Function of Supply Voltage



Input Resistance and Input Capacitance as a Function of Frequency



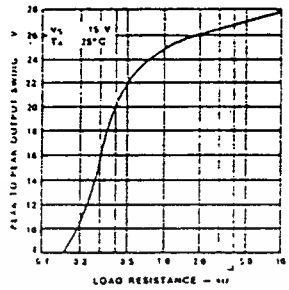
Output Resistance as a Function of Frequency



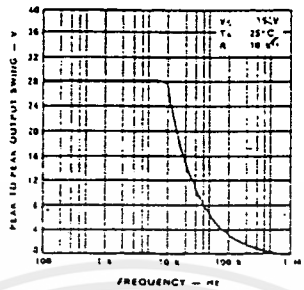
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves for μA741A, μA741, μA741E and μA741C (Cont.)

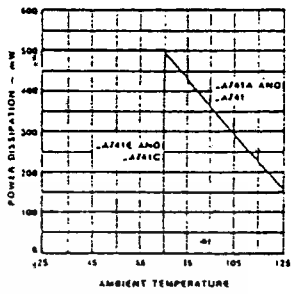
Output Voltage Swing as a Function of Load Resistance



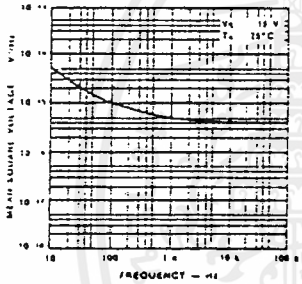
Output Voltage Swing as a Function of Frequency



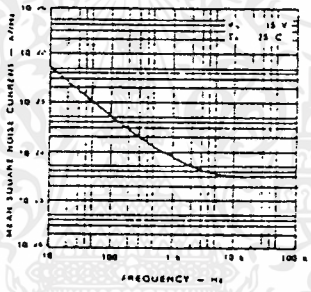
Absolute Maximum Power Dissipation as a Function of Ambient Temperature



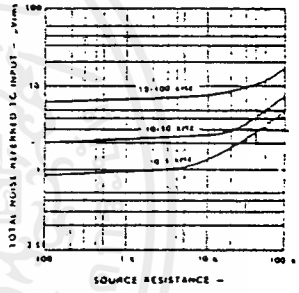
Input Noise Voltage as a Function of Frequency



Input Noise Current as a Function of Frequency

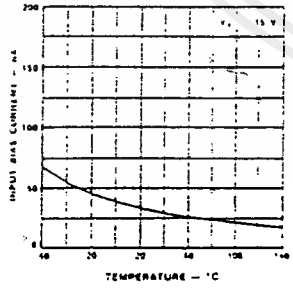


Broadband Noise for Various Bandwidths

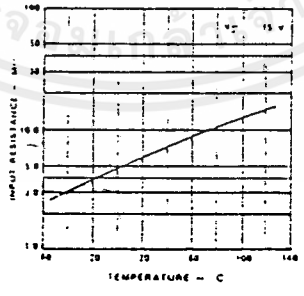


Typical Performance Curves for μA741A and μA741

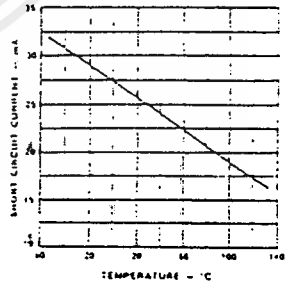
Input Bias Current as a Function of Ambient Temperature



Input Resistance as a Function of Ambient Temperature



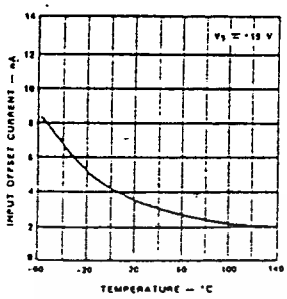
Output Short-Circuit Current as a Function of Ambient Temperature



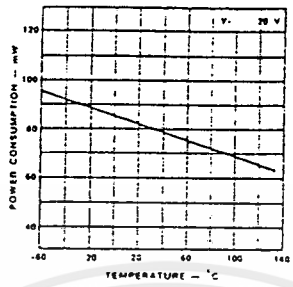
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves for μA741A and μA741 (Cont.)

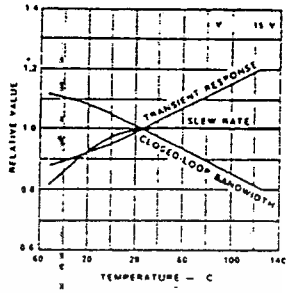
Input Offset Current as a Function of Ambient Temperature



Power Consumption as a Function of Ambient Temperature

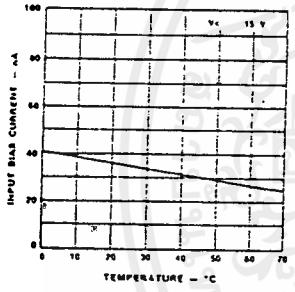


Frequency Characteristics as a Function of Ambient Temperature

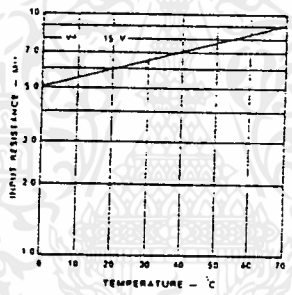


Typical Performance Curves for μA741E and μA741C

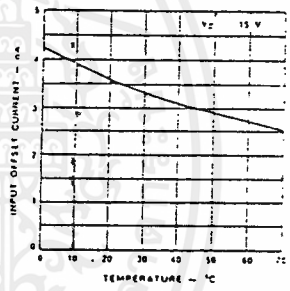
Input Bias Current as a Function of Ambient Temperature



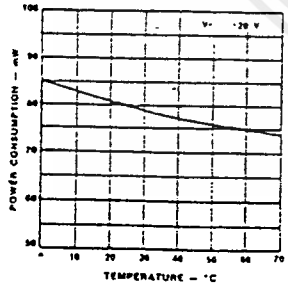
Input Resistance as a Function of Ambient Temperature



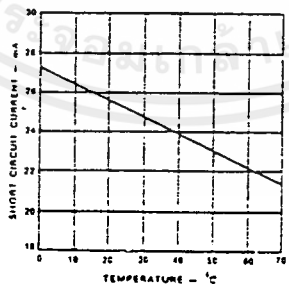
Input Offset Current as a Function of Ambient Temperature



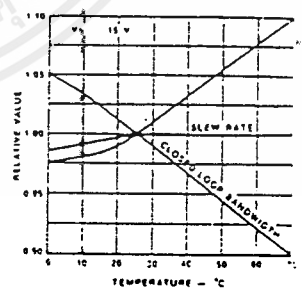
Power Consumption as a Function of Ambient Temperature



Output Short Circuit Current as a Function of Ambient Temperature



Input Offset Current as a Function of Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

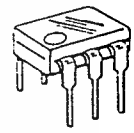
4N35
4N36
4N37

6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRANSISTOR
OUTPUT

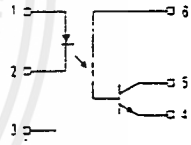
These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Convenient Plastic Dual-In-Line Package
- High Current Transfer Ratio — 100% Minimum at Spec Conditions
- Guaranteed Switching Speeds
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- UL Recognized, File Number E54915
- VDE approved per standard 0883.6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380 VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE0110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.



CASE 730A-02
PLASTIC

SCHEMATIC



1. LED ANODE
2. LED CATHODE
3. N.C.
4. EMITTER
5. COLLECTOR
6. BASE

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C	P_D	120 1.41	mW mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C	P_D	150 1.76	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Source Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	−55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 seconds, 1/16" from case)	—	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating.
For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Forward Voltage (I_F = 10 mA)	T_A = 25°C T_A = −55°C T_A = 100°C	V_F	0.8 0.9 0.7	1.15 1.3 1.05	1.5 1.7 1.4	V
Reverse Leakage Current (V_R = 6 V)		I_R	—	—	10	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR						
Collector-Emitter Dark Current (V_{CE} = 10 V, T_A = 25°C) (V_{CE} = 30 V, T_A = 100°C)		I_{CEO}	— —	1 —	50 500	nA μA
Collector-Base Dark Current (V_{CB} = 10 V)	T_A = 25°C T_A = 100°C	I_{CBO}	— —	0.2 100	20 —	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1 mA)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	V
Collector-Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μA)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	V
Emitter-Base Breakdown Voltage (I_E = 100 μA)		$V_{(BR)EBO}$	7	7.8	—	V
DC Current Gain (I_C = 2 mA, V_{CE} = 5 V)		h_{FE}	—	400	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V_{CE} = 0)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{CB} = 0)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{EB} = 0)		C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED						
Output Collector Current (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	T_A = 25°C T_A = −55°C T_A = 100°C	I_C	10 4 4	30 — —	— — —	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage (I_C = 0.5 mA, I_F = 10 mA)		$V_{CE(sat)}$	—	0.14	0.3	V
Turn-On Time	(I_C = 2 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω, Figure 11)	t_{on}	—	7.5	10	μs
Turn-Off Time		t_{off}	—	5.7	10	
Rise Time		t_r	—	3.2	—	
Fall Time		t_f	—	4.7	—	
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Current (V_{I-O} = 3550 Vpk) (V_{I-O} = 2500 Vpk) (V_{I-O} = 1500 Vpk)	4N35 4N36 4N37	I_{ISO}	— — —	— — 8	100 100 100	μA
Isolation Resistance (V = 500 V)		R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_{ISO}	—	0.2	2	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

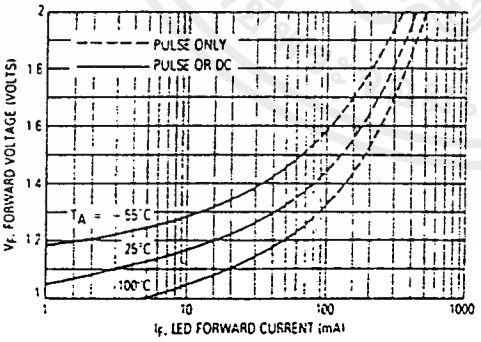


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

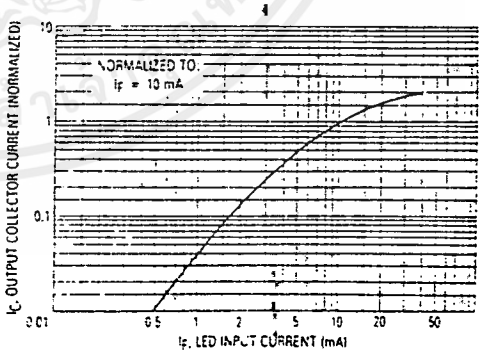


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

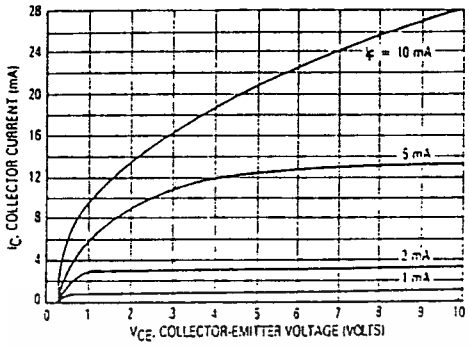


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

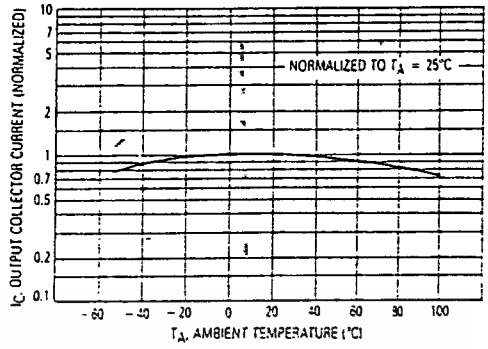


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

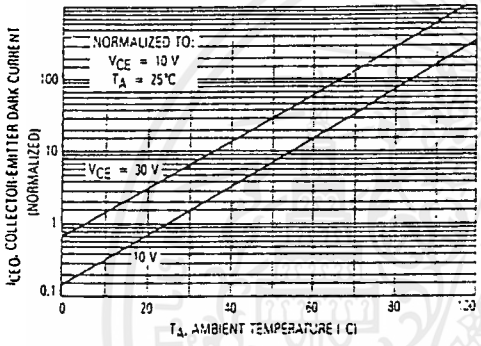


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

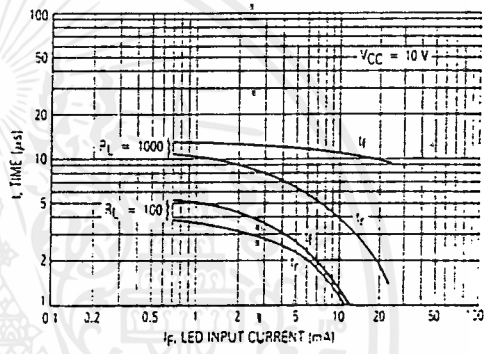


Figure 6. Rise and Fall Times

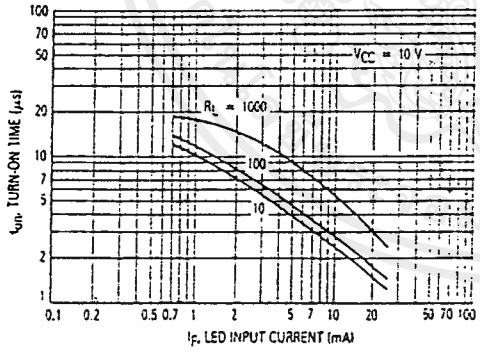


Figure 7. Turn-On Switching Times

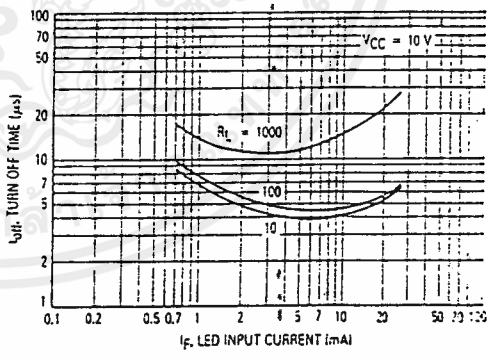


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

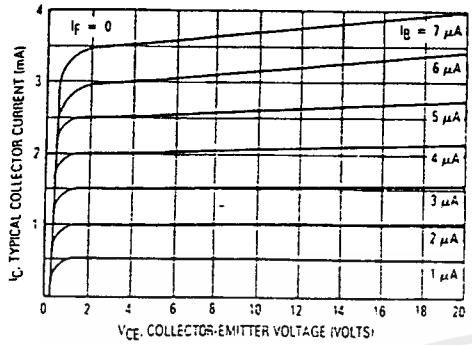


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

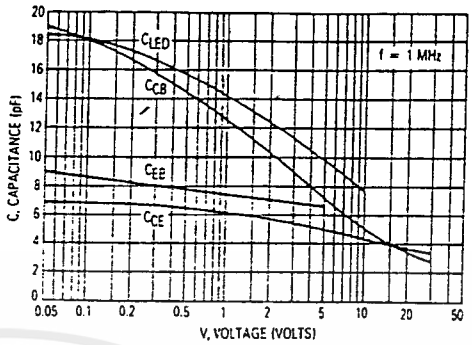


Figure 10. Capacitances versus Voltage

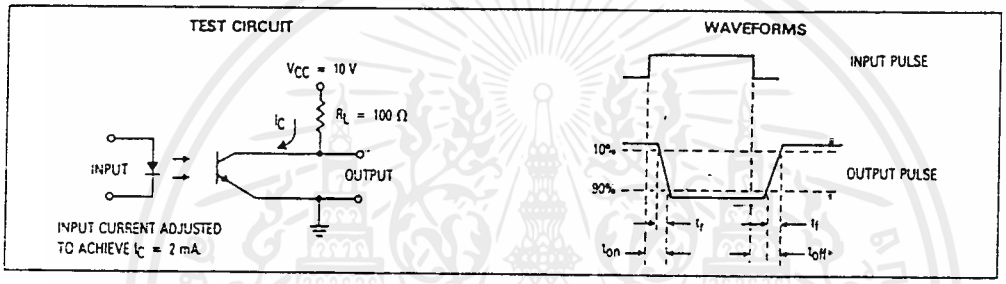
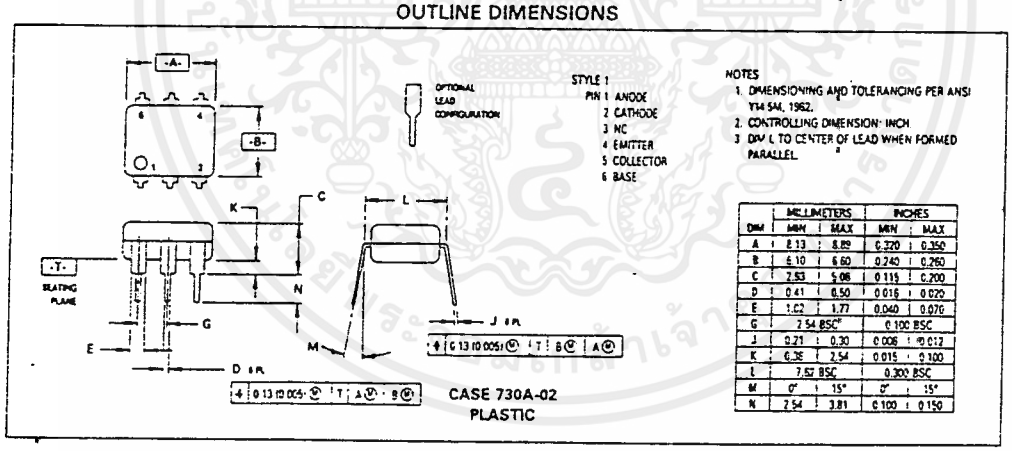


Figure 11. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	8.13	8.89	0.320	0.350
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	2.93	5.08	0.115	0.200
D	0.41	0.50	0.016	0.020
E	1.02	1.77	0.040	0.070
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
J	0.21	0.30	0.008	0.012
K	0.35	2.54	0.015	0.100
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	2.54	3.81	0.100	0.150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

CNY17-1
CNY17-2
CNY17-3

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRANSISTOR OUTPUT

CASE 730A-02
PLASTIC

These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

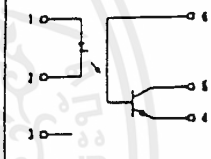
- Convenient Plastic Dual-in-Line Package
- Guaranteed 70 Volt $V_{(BR)CEO}$ Minimum
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- UL Recognized, File Number E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE0110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0837, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Forward Current — Peak (PW = 1 µs, 300 pps)	$I_{F(pk)}$	1.5	A
LED Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Output Detector Derate above 25°C	P_D	120 1.41	mW mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	70	Volts
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	100	mA
Detector Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Input LED Derate above 25°C	P_D	150 1.76	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	250 2.94	mW mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	−55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1.16" from case)	T_{sol}	260	°C

(1) Isolation surge voltage is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

SCHEMATIC



1 LED ANODE
2 LED CATHODE
3 N.C.
4 EMITTER
5 COLLECTOR
6 BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Forward Voltage (I_F = 60 mA)	T_A = 75°C	V_F	—	1.35	1.65	Volts
	T_A = −55°C		—	1.5	—	
	T_A = 100°C		—	1.25	—	
Reverse Leakage Current (V_R = 6 V)		I_R	—	—	10	μA
Capacitance (V = 0, f = 1 MHz)		C_j	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR						
Collector-Emitter Dark Current (V_{CE} = 10 V, T_A = 25°C)	CNY17-1, CNY17-3	I_{CEO}	—	5	50	nA
	CNY17-2		—	5	100	
(V_{CE} = 10 V, T_A = 100°C)	All devices	I_{CEO}	—	1.0	—	μA
Collector-Base Dark Current (V_{CB} = 10 V)		I_{CBO}	—	0.5	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1 mA)		$V_{(BR)CEO}$	70	120	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μA)		$V_{(BR)CBO}$	70	120	—	Volts
Emitter-Base Breakdown Voltage (I_E = 100 μA)		$V_{(BR)EBO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain (I_C = 2 mA, V_{CE} = 5 V)		h_{FE}	—	400	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V_{CE} = 0)		C_{CE}	—	8	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{CB} = 0)		C_{CB}	—	20	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{EB} = 0)		C_{EB}	—	8	—	pF
COUPLED						
Output Collector Current (I_F = 10 mA, V_{CE} = 5 V)	CNY17-1	I_C	4	6	8	mA
	CNY17-2		6.3	10	12.5	
	CNY17-3		10	15	20	
Collector-Emitter Saturation Voltage (I_C = 2.5 mA, I_F = 10 mA)		$V_{CE(sat)}$	—	0.10	0.4	Volts
Delay Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 75 Ω, Figure 11)		t_d	—	1.6	5.6	μs
Rise Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 75 Ω, Figure 11)		t_r	—	1.8	4	μs
Storage Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 75 Ω, Figure 11)		t_s	—	0.7	4.1	μs
Fall Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 75 Ω, Figure 11)		t_f	—	2.3	3.5	μs
Delay Time (I_F = 20 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-1	t_d	—	1.2	5.5	μs
(I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-2,3		—	1.6	6	
Rise Time (I_F = 20 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-1	t_r	—	3.3	4	μs
(I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-2,3		—	5	6	
Storage Time (I_F = 20 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-1	t_s	—	4.4	34	μs
(I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-2,3		—	2	23	
Fall Time (I_F = 20 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-1	t_f	—	9.7	20	μs
(I_F = 10 mA, V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, Figure 11)	CNY17-2,3		—	9.4	24	
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V)		R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0, f = 1 MHz)		C_{ISO}	—	0.2	0.6	pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL CHARACTERISTICS

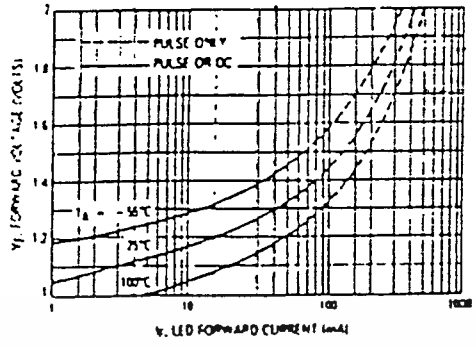


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

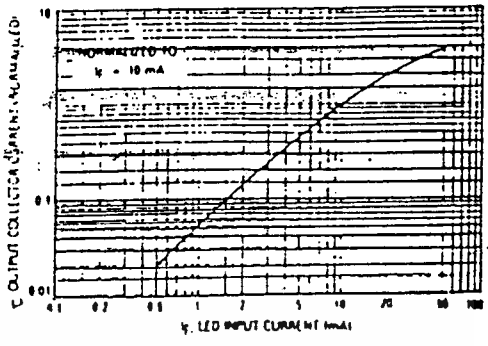


Figure 2. Output Current versus Input Current

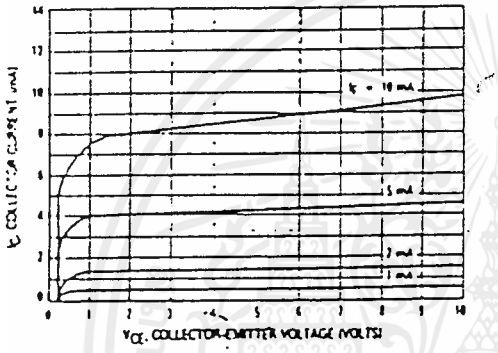


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

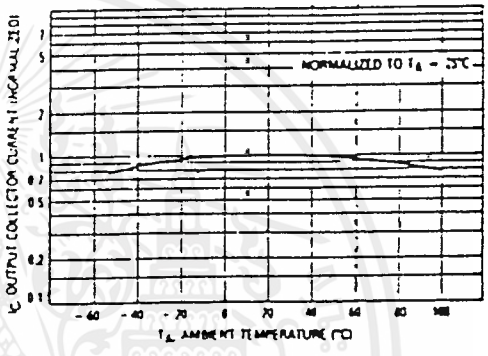


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

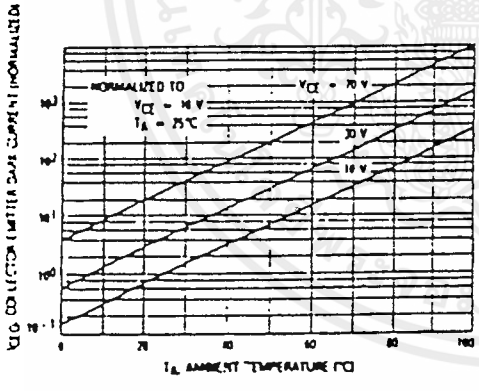


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

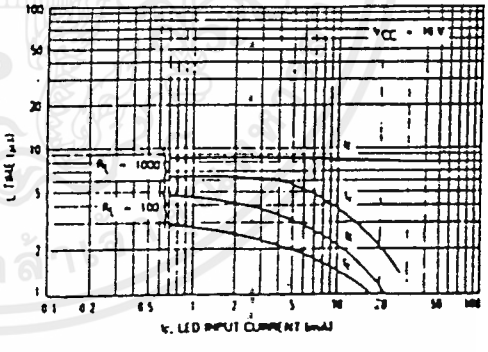


Figure 6. Rise and Fall Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

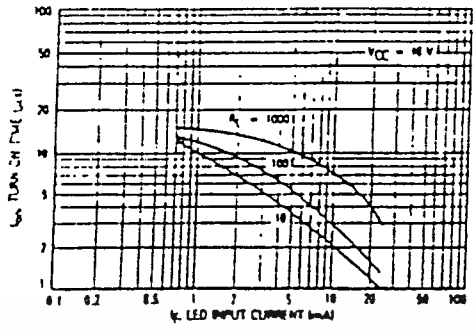


Figure 7. Turn-On Switching Times

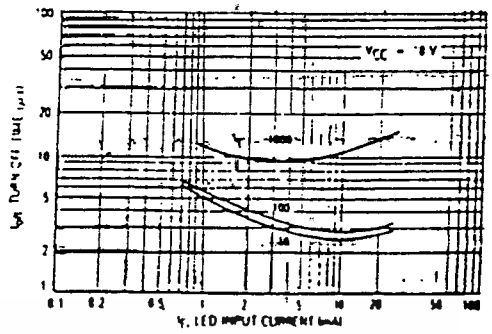


Figure 8. Turn-Off Switching Times

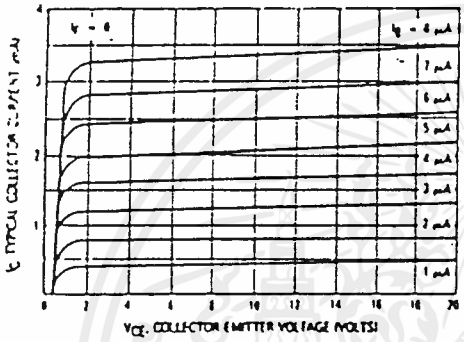


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

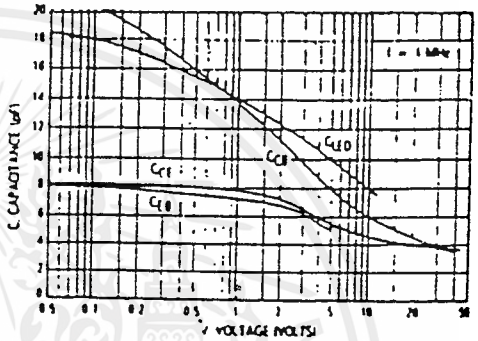


Figure 10. Capacitances versus Voltage

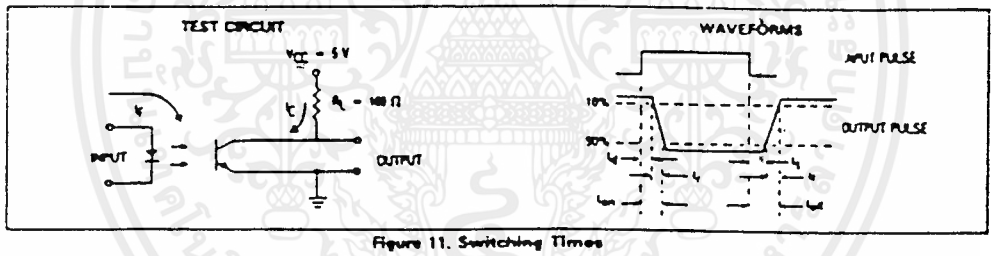
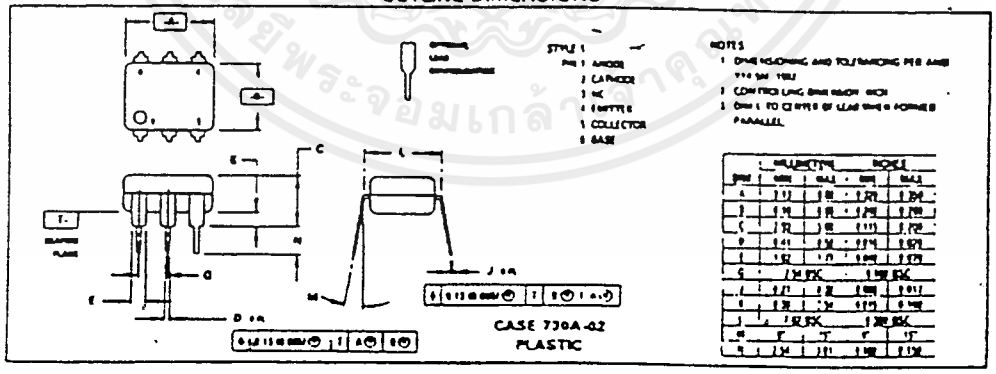


Figure 11. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 3 May1995

Features
- Complete DTMF Receiver
- Low power consumption
- Internal gain setting amplifier
- Adjustable guard time
- Central office quality
- Power-down mode
- Inhibit mode
- Backward compatible with MT8870C/MT8870C-1

Applications
- Receiver system for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870D-1)
- Paging systems
- Repeater systems/mobile radio
- Credit card systems
- Remote control
- Personal computers
- Telephone answering machine

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DC/DC-1	18 Pin Ceramic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP
MT8870DT/DT-1	20 Pin TSSOP

-40 °C to +85 °C

4

Description

The MT8870D/MT8870D-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone-pairs into a 4-bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three-state bus interface.

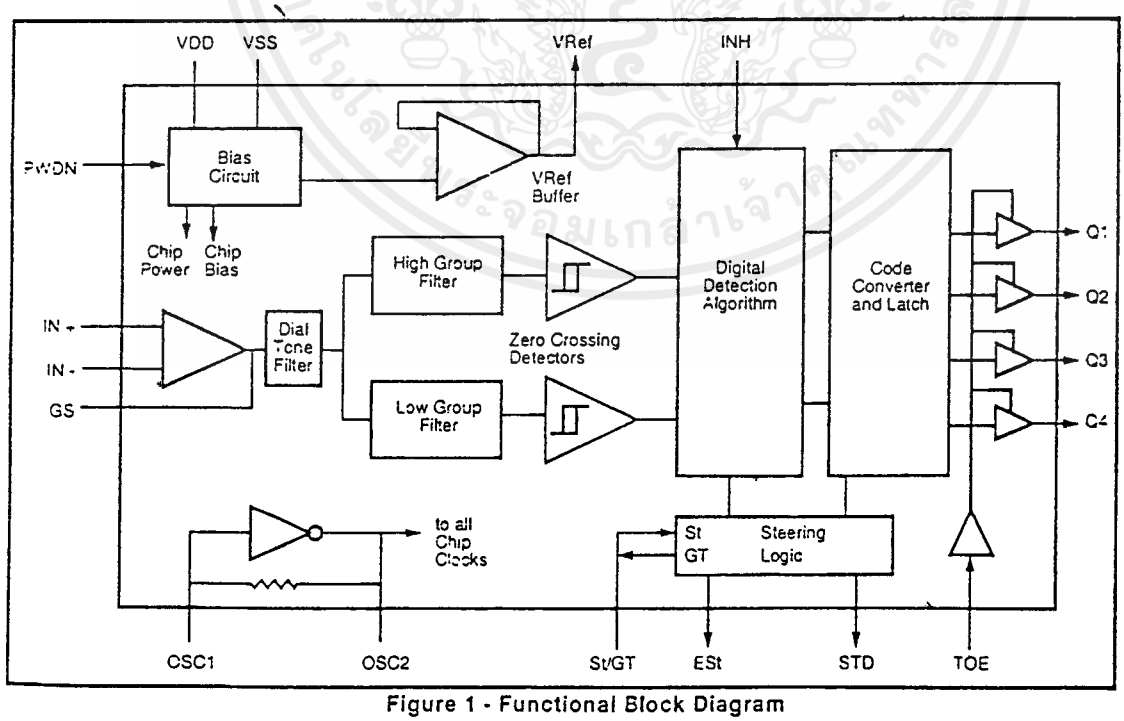


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

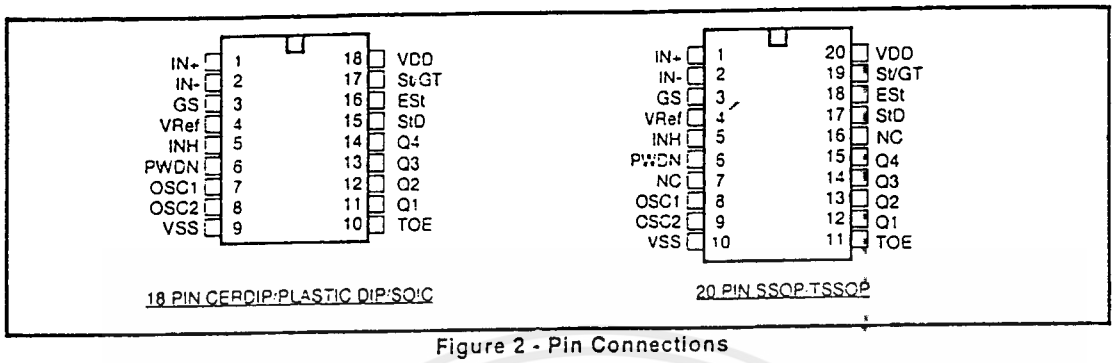


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	Non-Inverting Op-Amp (Input).
2	2	IN-	Inverting Op-Amp (Input).
3	3	GS	Gain Select. Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	Reference Voltage (Output). Nominally V_{DD}/2 is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	Inhibit (Input). Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	Power Down (Input). Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	Clock (Input).
8	9	OSC2	Clock (Output). A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	Ground (Input). 0V typical.
10	11	TOE	Three State Output Enable (Input). Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	Three State Data (Output). When enabled by TOE, 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	17	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_{TSt}.
16	18	ESt	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 ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional. A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} 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 ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	Positive power supply (Input). +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8870D/MT8870D-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440 Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). 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").

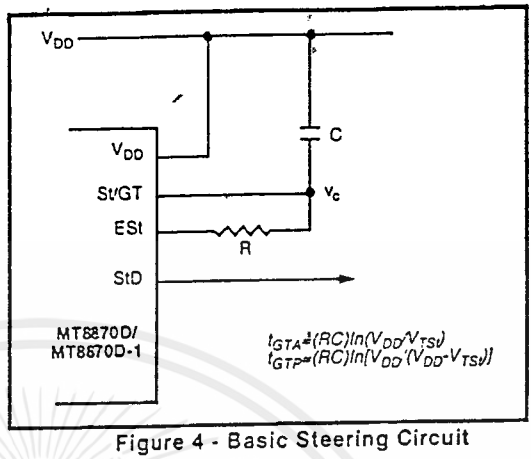


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

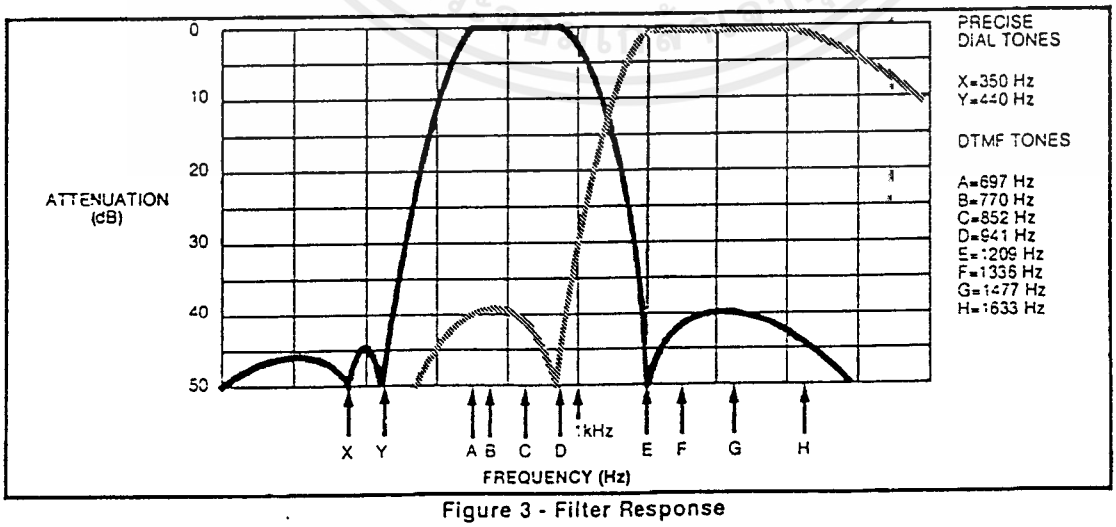


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}), v_c reaches the threshold (V_{TSt}) 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 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 4 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 11), and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

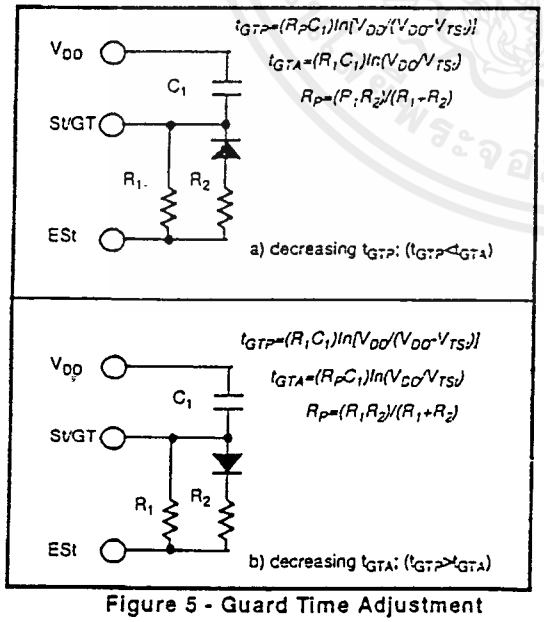


Figure 5 - Guard Time Adjustment

Digit	TOE	INH	ESt	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
*	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1	1	0	0
A	H	L	H	1	1	0	1
B	H	L	H	1	1	1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L	undetected, the output code will remain the same as the previous detected code			
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

Table 1. Functional Decode Table
L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

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_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

A logic high applied to pin 6 (PWDN) will power down the device to minimize the power consumption in a standby mode. It stops the oscillator and the functions of the filters.

Inhibit mode is enabled by a logic high input to the pin 5 (INH). It inhibits the detection of tones representing characters A, B, C, and D. The output code will remain the same as the previous detected code (see Table 1).

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-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 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

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 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-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 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

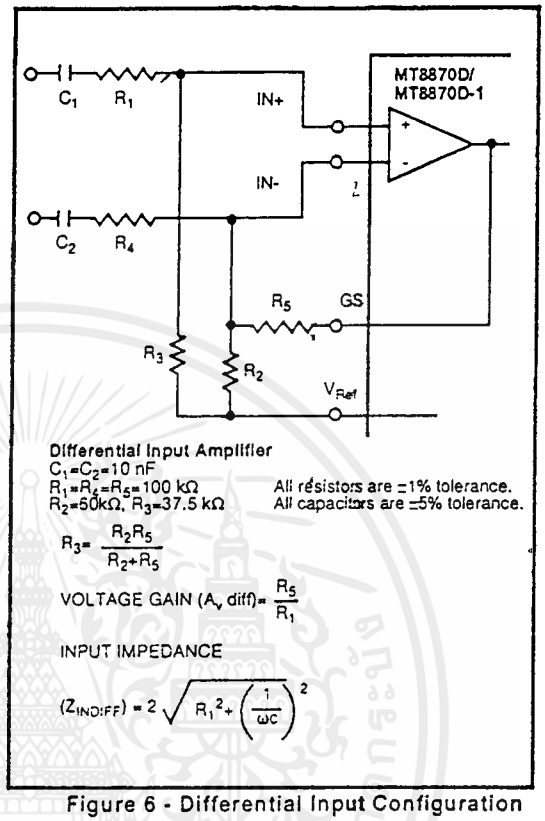


Figure 6 - Differential Input Configuration

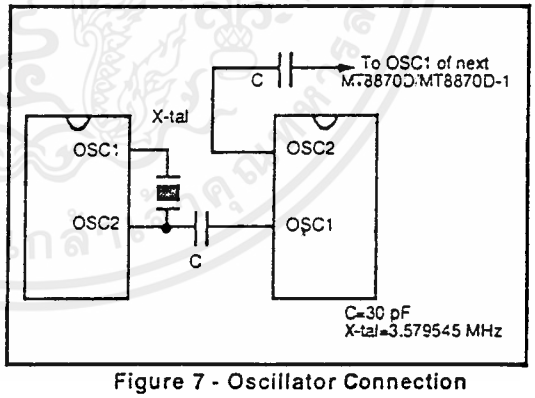


Figure 7 - Oscillator Connection

Parameter	Unit	Resonator
R1	Ohms	10.752
L1	mH	.432
C1	pF	4.984
C0	pF	37.915
Qm	-	896.37
Δf	%	±0.2%

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., 1/2Π/R1C1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-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 MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

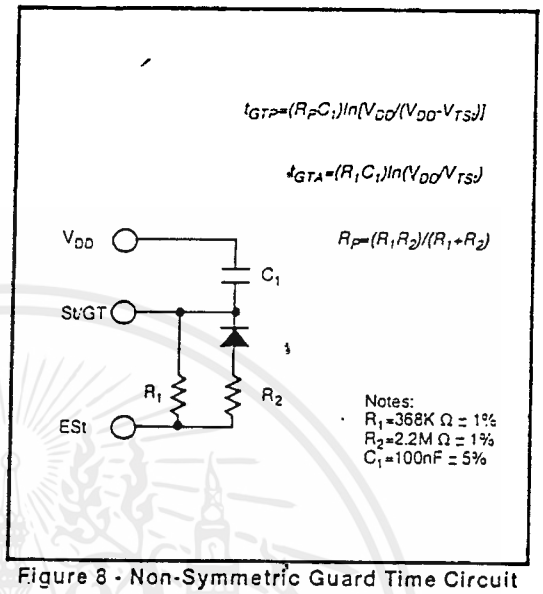


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

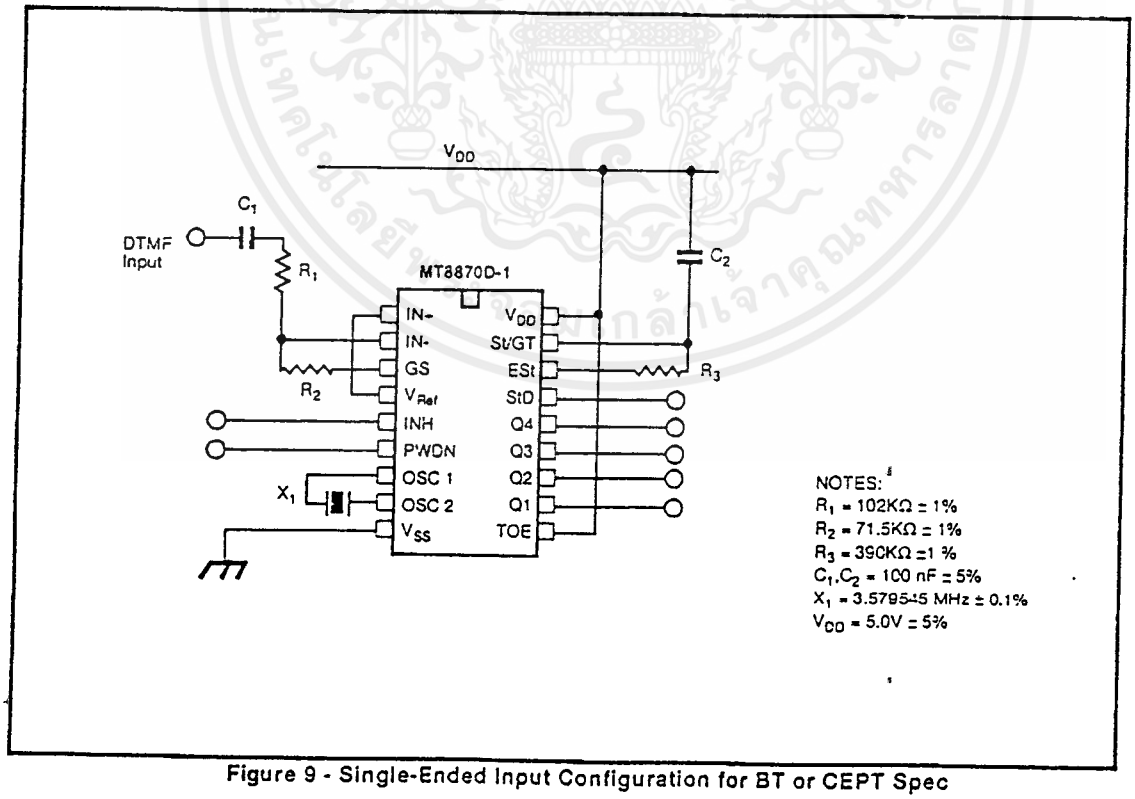


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}		7	V
2	Voltage on any pin	V_I	V_{SS}-0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Current at any pin (other than supply)	I_I		10	mA
4	Storage temperature	T_{STG}	-65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		500	mW

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

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

	Parameter	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}	4.75	5.0	5.25	V	
2	Operating Temperature	T_O	-40		+85	°C	
3	Crystal/Clock Frequency	fc		3.579545		MHz	
4	Crystal/Clock Freq.Tolerance	Δfc		±0.1		%	

‡ 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± 5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, unless otherwise stated.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}		10	25	μA	PWDN=V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P_O		15		mW	fc=3.579545 MHz
4	INPUTS	High level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD}=5.0V
5		Low level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD}=5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		μA	V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10)=0, V_{DD}=5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	μA	INH=5.0V, PWDN=5.0V, V_{DD}=5.0V
9		Input impedance (IN+, IN-)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2	2.4	2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS}+0.03	V	No load
12		High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}-0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT}=0.4 V
14		Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT}=4.6 V
15		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.3	2.5	2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		1		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C ,unless otherwise stated.

Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	0.75 V ≤ V_{IN} ≤ 4.25 V biased at V_{Ref} =2.5 V
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS} @ GS
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870D AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V ±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C , using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29		+1	dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5		869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
3	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,12
4	Frequency deviation accept		±1.5% ± 2 Hz				2,3,5,9
5	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2,3,4,5,9,10
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

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

*NOTES
1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 %± 2 Hz.
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. Guaranteed by design and characterization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Notes*
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	Tested at V_{DD}=5.0V 1,2,3,5,6,9
			21.8		869	mV_{RMS}	
2	Input Signal Level Reject		-37			dBm	Tested at V_{DD}=5.0V 1,2,3,5,6,9
			10.9			mV_{RMS}	
3	Negative twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
4	Positive twist accept				8	dB	2,3,6,9,13
5	Frequency deviation accept		±1.5%± 2 Hz				2,3,5,9
6	Frequency deviation reject		±3.5%				2,3,5,9
7	Third zone tolerance			-18.5		dB	2,3,4,5,9,12
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

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

*NOTES
1. dBm= decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load.
2. Digit sequence consists of all DTMF tones.
3. Tone duration= 40 ms, tone pause= 40 ms.
4. Signal condition consists of nominal DTMF frequencies.
5. Both tones in composite signal have an equal amplitude.
6. Tone pair is deviated by ±1.5 %± 2 Hz.
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. Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) interference frequency range between 480-3400Hz.
13. Guaranteed by design and characterization.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - V_{DD}=5.0V±5%, V_{SS}=0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 10.

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Conditions
1	TIMING	Tone present detect time	t_{DP}	5	11	14	ms	Note 1
2		Tone absent detect time	t_{DA}	0.5	4	8.5	ms	Note 1
3		Tone duration accept	t_{REC}			40	ms	Note 2
4		Tone duration reject	$t_{\overline{REC}}$	20			ms	Note 2
5		Interdigit pause accept	t_{ID}			40	ms	Note 2
6		Interdigit pause reject	t_{DO}	20			ms	Note 2
7	OUTPUTS	Propagation delay (St to Q)	t_{PQ}		8	11	µs	TOE=V_{DD}
8		Propagation delay (St to StD)	t_{PStD}		12	16	µs	TOE=V_{DD}
9		Output data set up (Q to StD)	t_{QStD}		3.4		µs	TOE=V_{DD}
10		Propagation delay (TOE to Q ENABLE)	t_{PTE}		50		ns	load of 10 kΩ, 50 pF
11		Propagation delay (TOE to Q DISABLE)	t_{PTD}		300		ns	load of 10 kΩ, 50 pF
12	PDWN	Power-up time	t_{PU}		30		ms	Note 3
13		Power-down time	t_{PD}		20		ms	
14	CLOCK	Crystal/clock frequency	f_C	3.5759	3.5795	3.5831	MHz	
15		Clock input rise time	t_{LHCL}			110	ns	Ext. clock
16		Clock input fall time	t_{HLCL}			110	ns	Ext. clock
17		Clock input duty cycle	DC_{CL}	40	50	60	%	Ext. clock
18		Capacitive load (OSC2)	C_{LO}			30	pF	

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

*NOTES:
1. Used for guard-time calculation purposes only.
2. These, user adjustable parameters, are not device specifications. The adjustable settings of these minimums and maximums are recommendations based upon network requirements.
3. With valid tone present at input, t_{PU} equals time from PDWN going low until ESt going high.

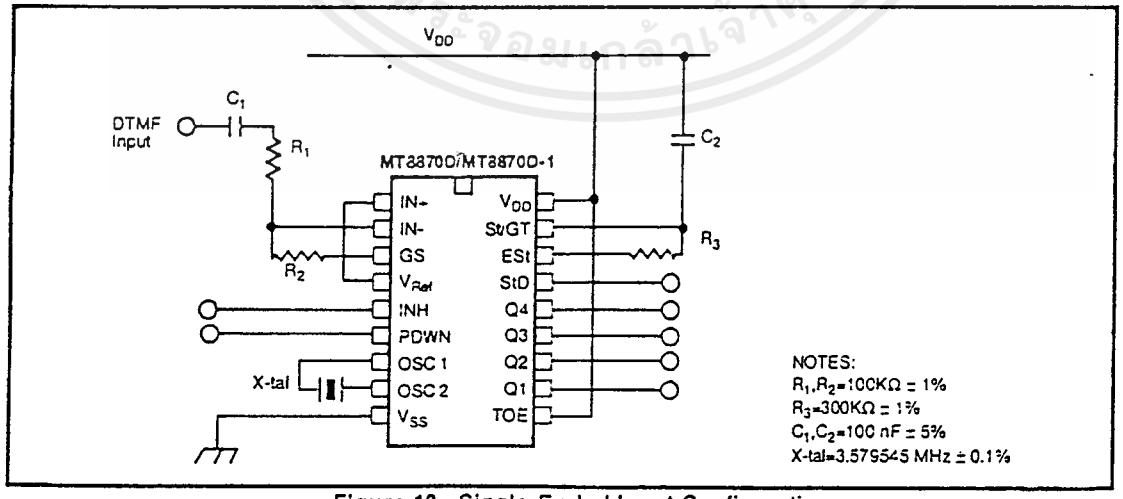
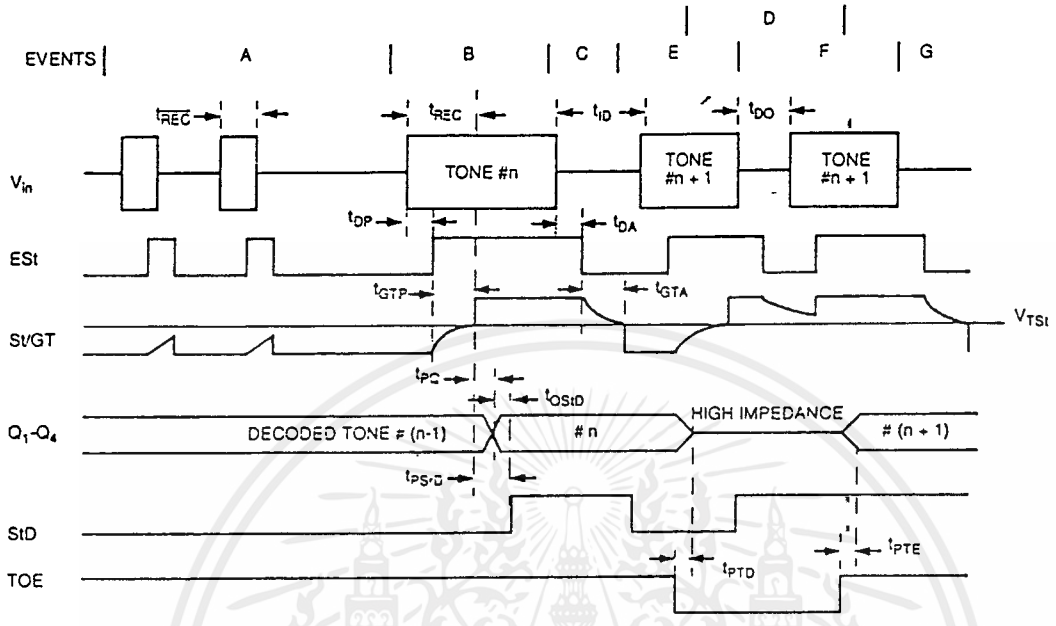


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

A) TONE BURSTS DETECTED, TONE DURATION INVALID, OUTPUTS NOT UPDATED.

B) TONE #n DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS

C) END OF TONE #n DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMIAN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

E) TONE #n + 1 DETECTED, TONE DURATION VALID, TONE DECODED AND LATCHED IN OUTPUTS (CURRENTLY HIGH IMPEDANCE).

F) ACCEPTABLE DROPOUT OF TONE #n + 1, TONE ABSENT DURATION INVALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED.

G) END OF TONE #n + 1 DETECTED, TONE ABSENT DURATION VALID, OUTPUTS REMAIN LATCHED UNTIL NEXT VALID TONE.

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in}	DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.
ESt	EARLY STEERING OUTPUT. INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.
St/GT	STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT. DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.
Q_1-Q_4	4-BIT DECODED TONE OUTPUT.
StD	DELAYED STEERING OUTPUT. INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL.
TOE	TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL SHIFTS Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE.
$\overline{t_{REC}}$	MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID
t_{REC}	MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION
t_{ID}	MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.
t_{DO}	MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL.
t_{DP}	TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{DA}	TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS.
t_{GTP}	GUARD TIME, TONE PRESENT.
t_{GTA}	GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP — SE/NE567

DESCRIPTION

The SE/NE567 tone and frequency decoder is a highly stable phase-locked loop with synchronous AM lock detection and power output circuitry. Its primary function is to drive a load whenever a sustained frequency within its detection band is present at the self-biased input. The bandwidth center frequency, and output delay are independently determined by means of four external components.

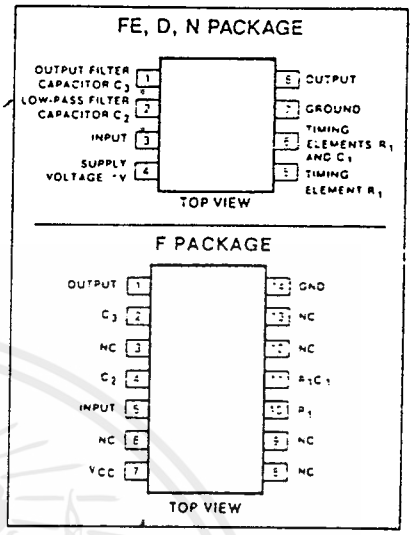
FEATURES

- Wide frequency range (.01Hz to 500kHz)
- High stability of center frequency
- Independently controllable bandwidth (up to 14 percent)
- High out-band signal and noise rejection
- Logic-compatible output with 100mA current sinking capability
- Inherent immunity to false signals
- Frequency adjustment over a 20 to 1 range with an external resistor
- Military processing available

APPLICATIONS

- Touch Tone® decoding
- Carrier current remote controls
- Ultrasonic controls (remote TV, etc.)
- Communications paging
- Frequency monitoring and control
- Wireless intercom
- Precision oscillator

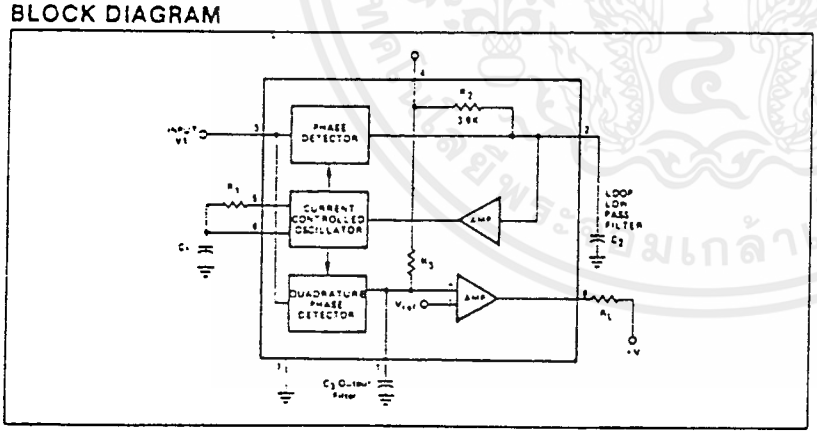
PIN CONFIGURATIONS



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	RATING	UNIT
Operating temperature		
NE567	0 to −70	°C
SE567	-55 to −125	°C
Operating voltage	10	V
Positive voltage at input	0.5 − Vs	V
Negative voltage at input	-10	Vdc
Output voltage (collector of output transistor)	15	Vdc
Storage temperature	-65 to −150	°C
Power dissipation	300	mW

BLOCK DIAGRAM

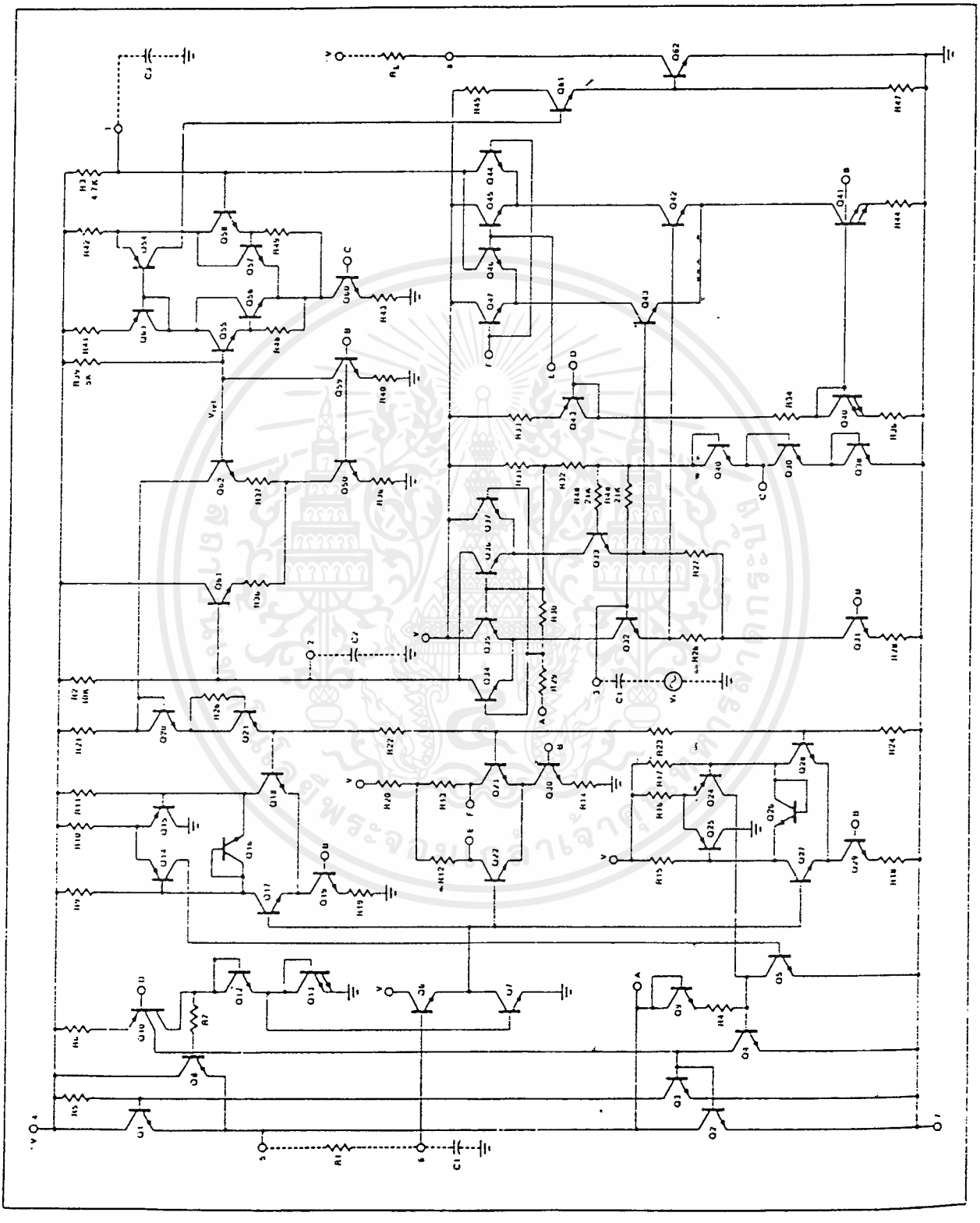


5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP

EQUIVALENT SCHEMATIC



SIG-70 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP — SE/NE567

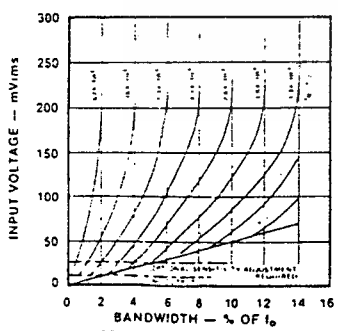
DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V+ = 5.0V; T_A = 25°C unless otherwise specified.)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE567			NE567			UNIT
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
CENTER FREQUENCY[1]								
Highest center frequency (f_o)			500			500		kHz
Center frequency stability[2]	−55 to +125°C		35±140			35±140		ppm/°C
	0 to +70°C		35±60			35±60		ppm/°C
Center frequency distribution	f_o = 100kHz = 1 1/R.C.	−10	0	+10	−10	0	+10	%
Center frequency shift with supply voltage	f_o = 100kHz = 1 1/R.C.		0.5	1		0.7	2	%/V
DETECTION BANDWIDTH								
Largest detection bandwidth	f_o = 100kHz = 1 1/R.C.	12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest detection bandwidth skew			2	4		3	6	% of f_o
Largest detection bandwidth—variation with temperature	V_i = 300mVrms		±0.1			±0.1		%/°C
Largest detection bandwidth—variation with supply voltage	V_i = 300mVrms		±2			±2		%/V
INPUT								
Input resistance		15	20	25	15	20	25	kΩ
Smallest detectable input voltage (V_i)	I_L = 100mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest no-output input voltage	I_L = 100mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Greatest simultaneous outband signal to inband signal ratio			−6			−6		dB
Minimum input signal to wideband noise ratio	B_n = 140kHz		-6			-6		dB
OUTPUT								
Fastest on-off cycling rate			f_o 20			f_o 20		
"1" output leakage current	V_6 = 15V		0.01	25		0.01	25	µA
"0" output voltage	I_L = 30mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
	I_L = 100mA		0.6	1.0		0.6	1.0	V
Output fall time[3]	R_L = 50Ω		30			30		ns
Output rise time[3]	R_L = 50Ω		150			150		ns
GENERAL								
Operating voltage range		4.75		9.0	4.75		9.0	V
Supply current quiescent			6	8		7	10	mA
Supply current—activated	R_L = 20kΩ		11	13		12	15	mA
Quiescent power dissipation			30			35		mW

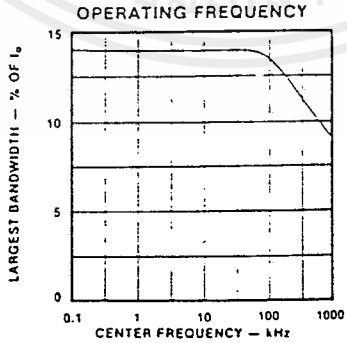
[1] ES
[2] Frequency determining resistor R_1 should be between 2 and 20kΩ. Applicable over 4.75 to 5.75 volts. See graphs for more detailed information.
[3] Pin 8 to Pin 1 feedback R_L network selected to eliminate pulsing during turn-on and turn-off.

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

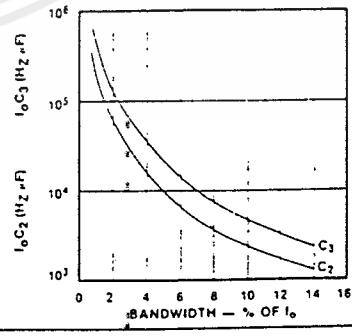
BANDWIDTH vs INPUT SIGNAL AMPLITUDE



LARGEST DETECTION BANDWIDTH vs OPERATING FREQUENCY



DETECTION BANDWIDTH AS A FUNCTION OF C_2 and C_3



5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

unwanted voltage variations. Another factor which must be considered is the effect of load energization on the power supply. For example, an incandescent lamp typically draws 10 times rated current at turn-on. This can cause supply voltage fluctuations which could, for example, shift the detection band of narrow-band systems sufficiently to cause momentary loss of lock. The result is a low-frequency oscillation into and out of lock. Such effects can be prevented by supplying heavy load currents from a separate supply or increasing the supply filter capacitor.

SPEED OF OPERATION

Minimum lock-up time is related to the natural frequency of the loop. The lower it is, the longer becomes the turn-on transient. Thus, maximum operating speed is obtained when C_2 is at a minimum. When the signal is first applied, the phase may be such as to initially drive the controlled oscillator away form the incoming frequency rather than toward it. Under this condition, which is of course unpredictable, the lock-up transient is at its worst and the theoretical minimum lock-up time is not achievable. We must simply wait for the transient to die out.

The following expressions give the values of C_2 and C_3 which allow highest operating speeds for various band center frequencies. The minimum rate at which digital information may be detected without information loss due to the turn-on transient or output chatter is about 10 cycles per bit, corresponding to an information transfer rate of $f_o/10$ baud.

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

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

In cases where turn-off time can be sacrificed to achieve fast turn-on, the optional sensitivity adjustment circuit can be used to move the quiescent C_3 voltage lower (closer to the thresnold voltage). However, sensitivity to beat frequencies, noise and extraneous signals will be increased.

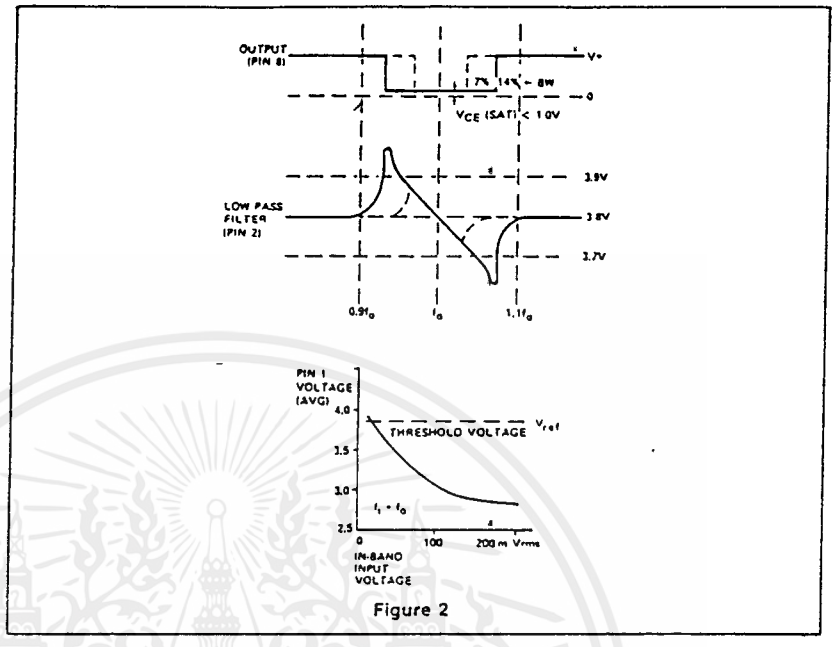


Figure 2

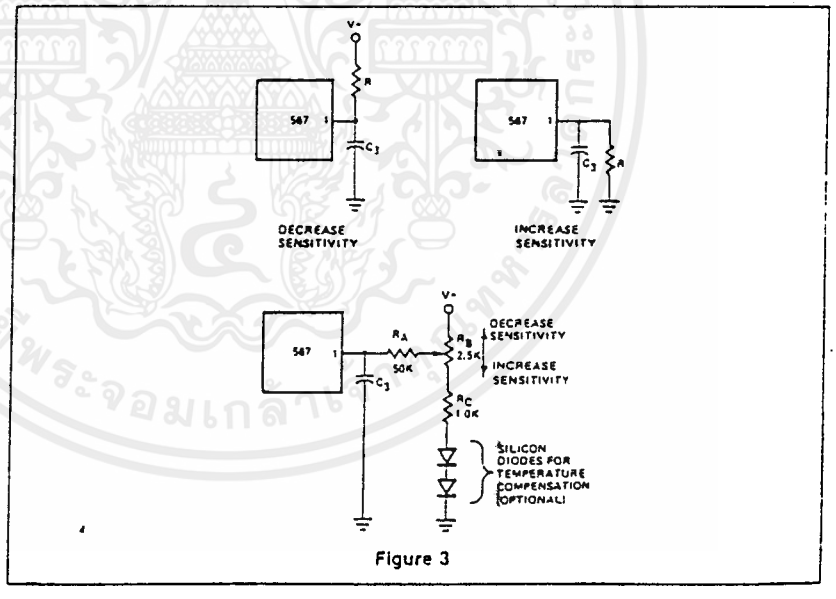


Figure 3

OPTIONAL CONTROLS (Figure 3)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SENSITIVITY ADJUSTMENT

(Figure 3)

When operated as a very narrow band detector (less than 6 percent), both C_2 and C_3 are made quite large in order to improve noise and outband signal rejection. This will inevitably slow the response time. If, however, the output stage is biased closer to the threshold level, the turn-on time can be improved. This is accomplished by drawing additional current to terminal 1. Under this condition, the 567 will also give an output for lower-level signals (10mV or lower).

By adding current to terminal 1, the output stage is biased further away from the threshold voltage. This is most useful when, to obtain maximum operating speed, C_2 and C_3 are made very small. Normally, frequencies just outside the detection band could cause false outputs under this condition. By desensitizing the output stage, the outband beat notes do not feed through to the output stage. Since the input level must be somewhat greater when the output stage is made less sensitive, rejection of third harmonics or in-band harmonics (of lower frequency signals) is also improved.

CHATTER PREVENTION (Figure 4)

Chatter occurs in the output stage when C_3 is relatively small, so that the lock transient and the AC components at the quadrature phase detector (lock detector) output cause the output stage to move through its threshold more than once. Many loads, for example lamps and relays, will not respond to the chatter. However, logic may recognize the chatter as a series of outputs. By feeding the output stage output back to its input (pin 1) the chatter can be eliminated. Three schemes for doing this are given in Figure 4. All operate by feeding the first output step (either on or off) back to the input, pushing the input past the threshold until the transient conditions are over. It is only necessary to assure that the feedback time constant is not so large as to prevent operation at the highest anticipated speed. Although chatter can always be eliminated by making C_3 large, the feedback circuit will enable faster operation of the 567 by allowing C_3 to be kept small. Note that if the feedback time constant is made quite large, a short burst at the input frequency can be stretched into a long output pulse. This may be useful to drive, for example, stepping relays.

DETECTION BAND CENTERING (OR SKEW) ADJUSTMENT

(Figure 5)

When it is desired to alter the location of the detection band (corresponding to the loop capture range) within the lock range, the

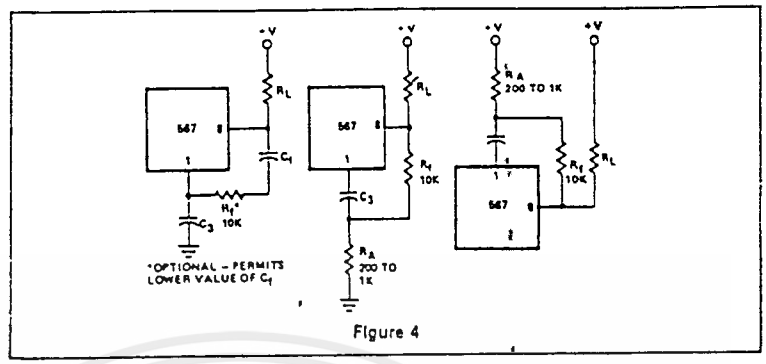


Figure 4

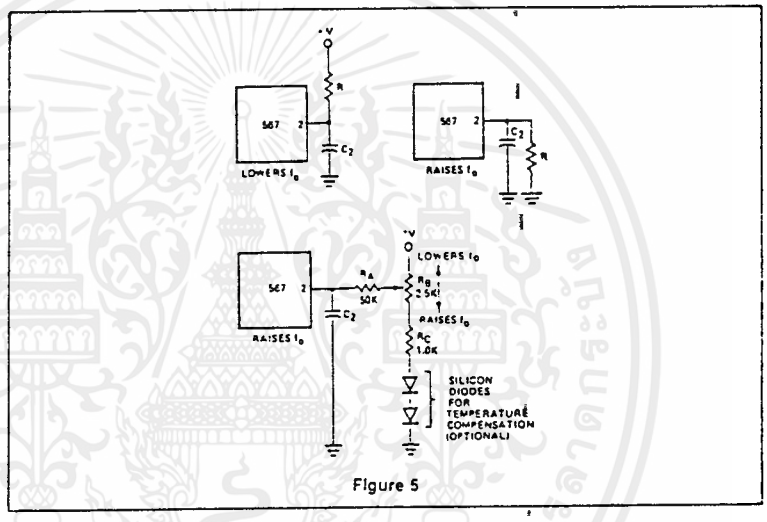


Figure 5

circuits shown above can be used. By moving the detection band to one edge of the range, for example, input signal variations will expand the detection band in only one direction. This may prove useful when a strong but undesirable signal is expected on one side or the other of the center frequency. Since R_B also alters the duty cycle slightly, this method may be used to obtain a precise duty cycle when the 567 is used as an oscillator.

ALTERNATE METHOD OF BANDWIDTH REDUCTION

(Figure 6)

Although a large value of C_2 will reduce the bandwidth, it also reduces the loop damping so as to slow the circuit response time. This may be undesirable. Bandwidth can be reduced by reducing the loop gain. This scheme will improve damping and permit faster operation under narrow-band conditions. Note that the reduced impedance level at terminal 2 will require that a larger value of C_2 be used for a given filter cutoff frequency. If more than three 567s are to be used, the network of R_B and R_C can be eliminated and the R_A resistors connected together. A capacitor between this junction and ground may be required to shunt high frequency components.

OUTPUT LATCHING (Figure 7)

To latch the output on after a signal is received, it is necessary to provide a feedback resistor around the output stage (between pins 8 and 1). Pin 1 is pulled up to unlatch the output stage.

REDUCTION OF C1 VALUE

(Figure 8)

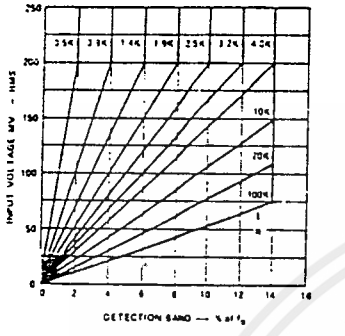
For precision very low-frequency applications, where the value of C_1 becomes large, an overall cost savings may be achieved by inserting a voltage follower between the R_1 C_1 junction and pin 6, so as to allow a higher value of R_1 and a lower value of C_1 for a given frequency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP — SE/NE567

PROGRAMMING

To change the center frequency, the value of R_1 can be changed with a mechanical or solid state switch, or additional C_1 capacitors may be added by grounding them through saturating npn transistors.



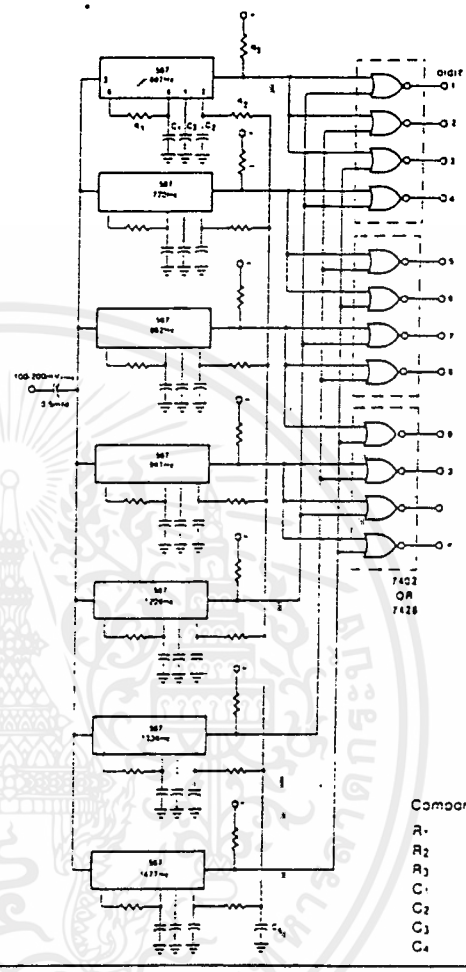
NOTE

Adjust control for symmetry of detection band edges about f_o

Figure 6

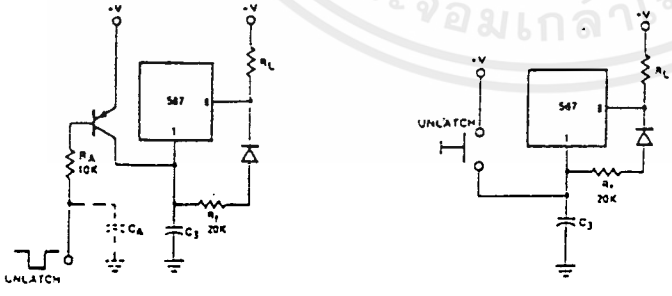
TYPICAL APPLICATIONS

TOUCH-TONE® DECODER



Component values (Typical)	
R_1	6.8 to 15K ohm
R_2	4.7K ohm
R_3	20K ohm
C_1	0.10 mfd
C_2	1.0 mfd 5V
C_3	2.2 mfd 5V
C_4	250 µF 5V

OUTPUT LATCHING



C_A prevents latch-up when power supply is turned on

Figure 7

PRECISION VLF

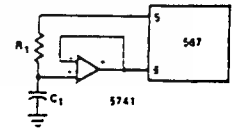


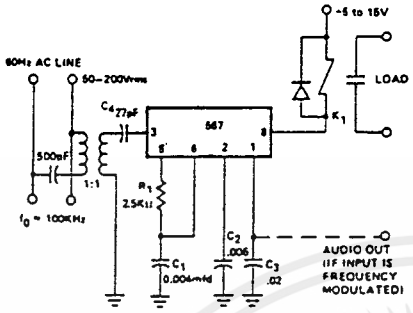
Figure 8

IG-76
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

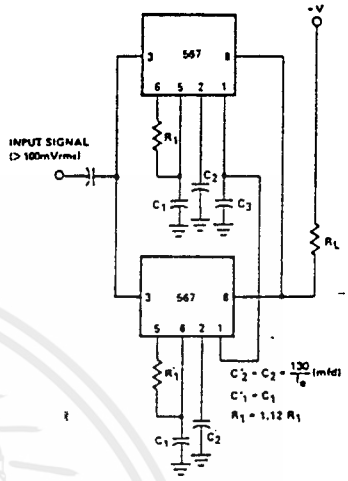
TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP SE/NE567

TYPICAL APPLICATIONS (Cont'd)

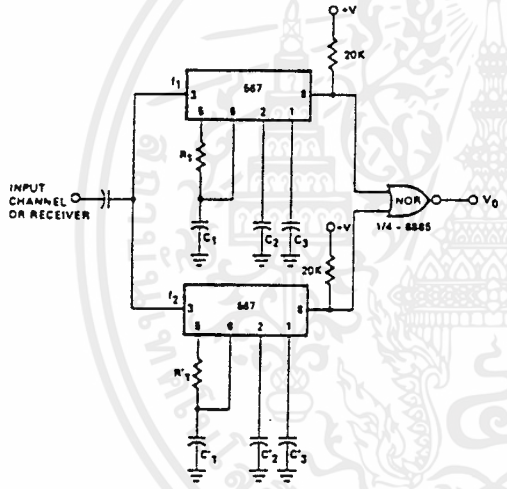
CARRIER-CURRENT REMOTE CONTROL OR INTERCOM



24% BANDWIDTH TONE DECODER

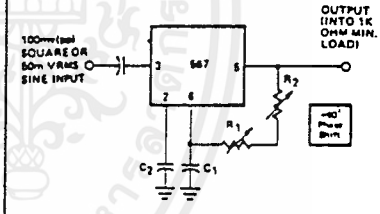


DUAL-TONE DECODER



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

0° to 180° PHASE SHIFTER



$R_2 = R_1/5$

Adjust R_1 so that $\phi = 90°$ with control midway

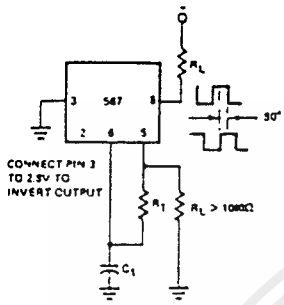
5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

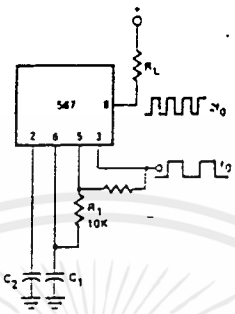
TONE DECODER/PHASE LOCKED LOOP SE/NE567

TYPICAL APPLICATIONS (Cont'd)

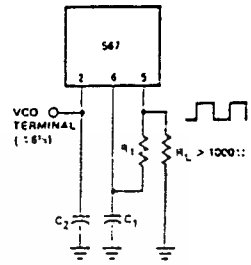
OSCILLATOR WITH QUADRATURE OUTPUT



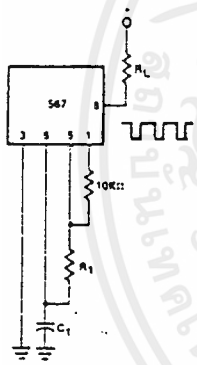
OSCILLATOR WITH DOUBLE FREQUENCY OUTPUT



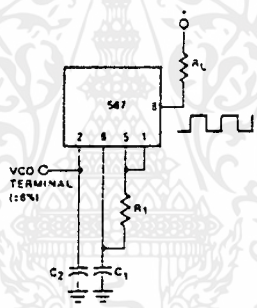
PRECISION OSCILLATOR WITH 20ns SWITCHING



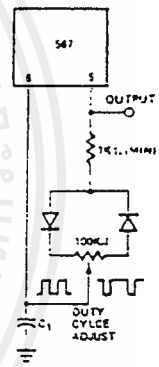
PULSE GENERATOR WITH 25% DUTY CYCLE



PRECISION OSCILLATOR TO SWITCH 100ma LOADS



PULSE GENERATOR

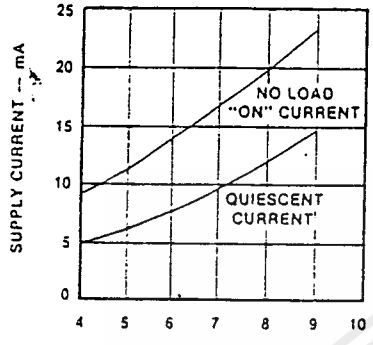


*For additional information, consult the Applications Section.

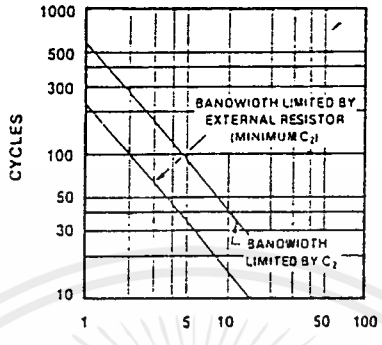
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Cont'd)

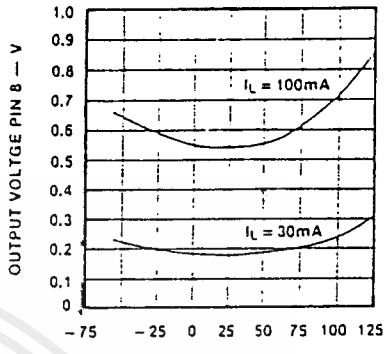
TYPICAL SUPPLY CURRENT vs SUPPLY VOLTAGE



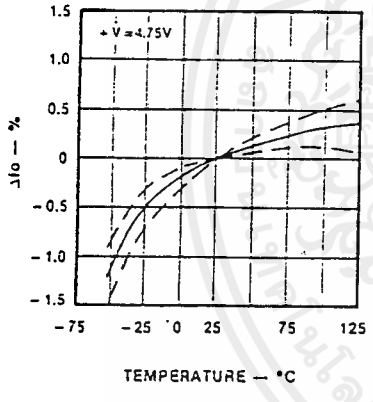
GREATEST NUMBER OF CYCLES BEFORE OUTPUT



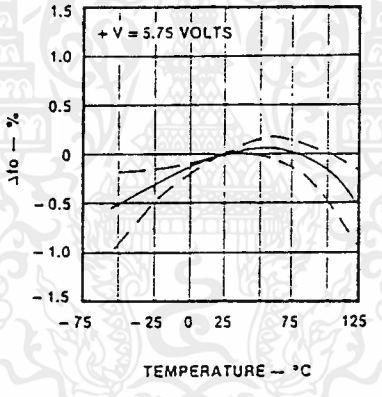
TYPICAL OUTPUT VOLTAGE vs TEMPERATURE



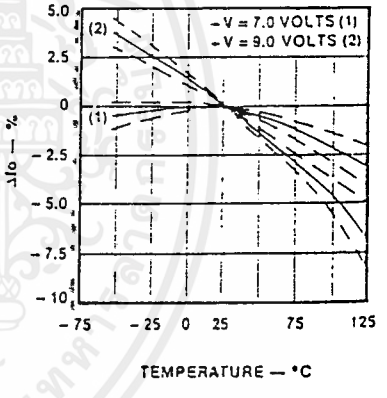
TYPICAL FREQUENCY DRIFT WITH TEMPERATURE (MEAN AND S.D.)



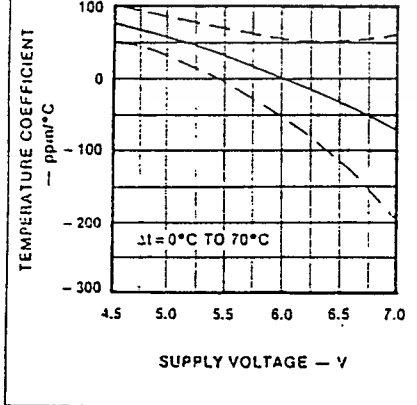
TYPICAL FREQUENCY DRIFT WITH TEMPERATURE (MEAN AND S.D.)



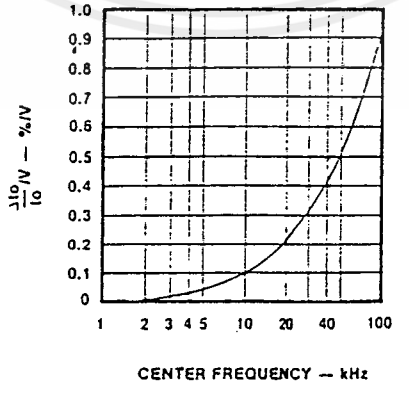
TYPICAL FREQUENCY DRIFT WITH TEMPERATURE (MEAN AND S.D.)



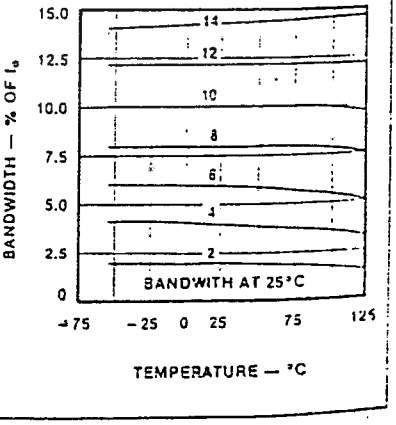
CENTER FREQUENCY TEMPERATURE COEFFICIENT (MEAN AND S.D.)



CENTER FREQUENCY SHIFT WITH SUPPLY VOLTAGE CHANGE vs OPERATING FREQUENCY

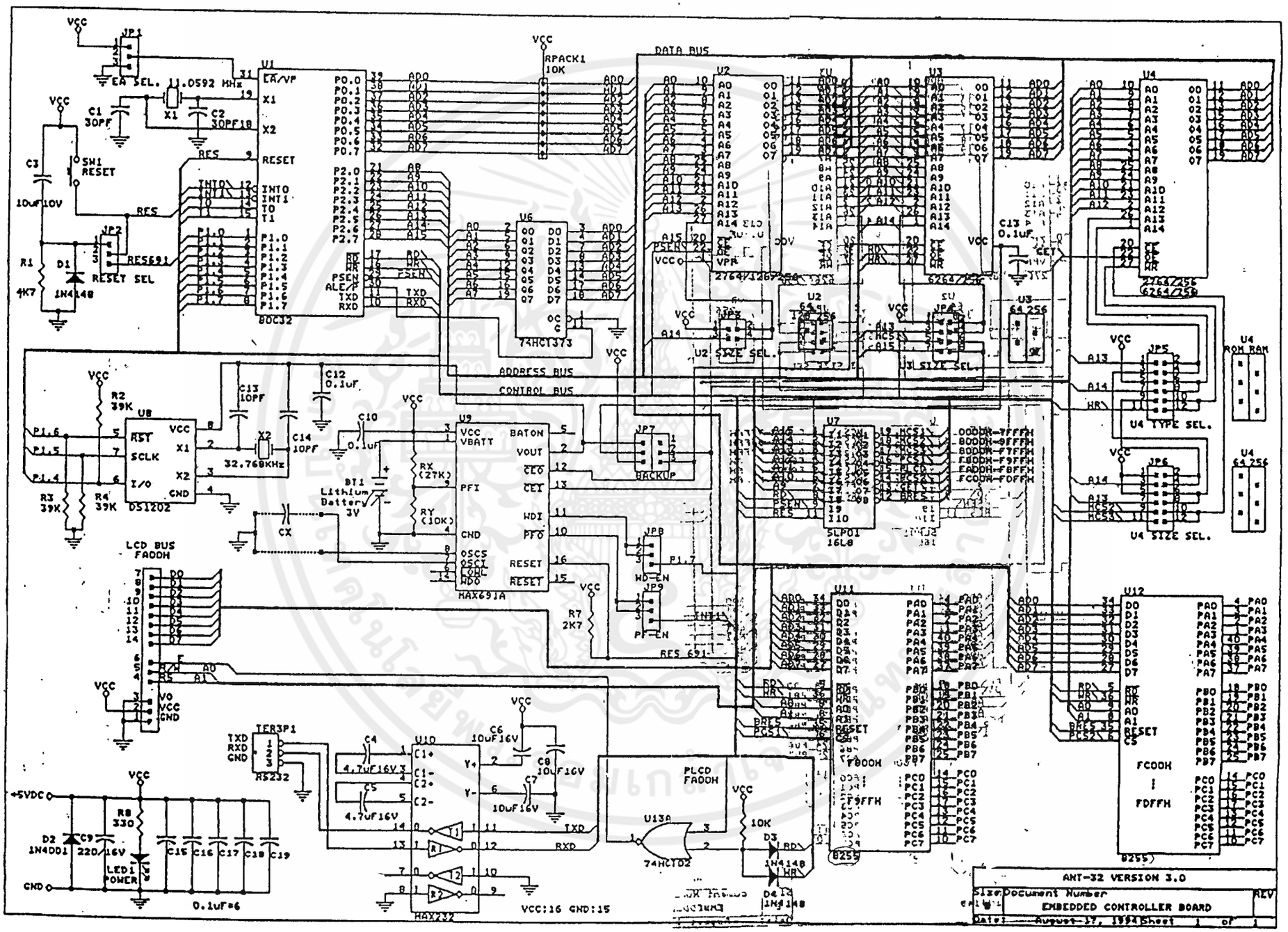


TYPICAL BANDWIDTH VARIATION WITH TEMPERATURE



5-72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกคร

เอกสารอ้างอิง

[1] โชคชัย เตชพรรุ่ง, "แรกเริ่มเรียนรู้เรื่องการเขียนโปรแกรมด้วย ACCESS", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2538

[2] น.ต.ท.ธวัชชัย เลื่อนฉวี, "เทคโนโลยีโทรศัพท์", สำนักพิมพ์บันเทิงการพิมพ์, 2536

[3] ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ และปิยพงศ์ เผ่าวณิช, "คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51", ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2537

[4] บริษัท ซินวัตร ไดเร็คทอรี่ส์ จำกัด, "สมุดรายนามผู้ใช้โทรศัพท์ ฉบับรายชื่อบุคคล ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และหมายเลขโทรศัพท์ที่จำเป็น", บริษัท แอ็ดวานซ์ คอมมิวนิเคชั่น จำกัด

[5] บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด, "ANT-32 Vertion 3.0 User's Mannual"

[6] Sherman, K., "Data Communications - A User's Guide", 3rd ed., Prentice Hall, New Jersey, 1990.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้