ระบบเครือข่ายภายในบ้าน

HOME NETWORK

โดย

นาย เฉลิม แท่นมงคลมาศ

นาย อภิชาติ รั้วแก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเครือข่ายภายในบ้าน

HOME NETWORK

โดย

นาย เฉลิม แท่นมงคลมาศ

นาย อภิชาติ รั้วแก้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ชินภัทร นันทจิวากรชัย

วัน เดือน ปี 24 ก.ค. 2541

เลขทะเบียน 039172

เลขเรียกหนังสือ T 10410 น399ร

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 01184102 Project II

ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

039172

รายงานเรื่อง(ภาษาไทย)	ระบบเครือข่ายภายในบ้าน
(ภาษาอังกฤษ)	HOME NETWORK
จัดทำโดย	นาย เฉลิม แท่นมงคลมาศ
	นาย อภิชาติ รั้วแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.ชินภัทร นันทจิวากรชัย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ชินภัทร นันทจิวากรชัย)

วันที่ 25 / มีค / 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย (อาจารย์ที่ปรึกษา) และเพื่อนๆที่ใกล้ชิด

(นาย เฉลิม แท่นมงคลมาศ)

(นาย อภิชาติ รั้วแก้ว)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเครือข่ายภายในบ้าน

นายเฉลิม แท่นมงคลมาศ
นายอภิชาติ รั้วแก้ว
อ. ชินภัทร นันทจิวากรชัย (อาจารย์ที่ปรึกษา)
ปีการศึกษา 2540

บทคัดย่อ

โครงงานที่จะกล่าวถึงในฉบับนี้ เป็นระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน โดยการส่งสัญญาณควบคุมจากการส่งผ่านทางแสงอินฟราเรด ไปยังภาครับที่จะทำการถอดรหัสสัญญาณ เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตามต้องการ

ระบบควบคุมนี้เรียกว่า "ระบบเครือข่ายภายในบ้าน" สามารถควบคุมการทำงานได้จากรีโมทคอนโทรล , คีย์บอร์ด และการควบคุมระยะไกลผ่านทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HOME NETWORK

Mr. Chalerm Tanmongkonmas

Mr. Apichart Ruakeaw

Mr. Chinnapat Nunthajivagonchai (Advisor)

1997

Abstract

This project is about the electrical equipment control system into home. By transmits a control signal from the transmitter through infrared to go to the receiver which decode signal in order to control electricity.

This control system to be called "HOME NETWORK" to be able to control signal from remote control, keyboard and control a far distance through a telephone.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
Abstract	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น	3
2.1 รายละเอียดของ Z180	3
2.1.1 ขาการใช้งาน	4
2.2 8255 PORT	7
2.2.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255	7
2.2.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255	8
2.3 การบันทึกเสียงพูดโดยใช้ไอซีสังเคราะเสียง	10
2.4 ระบบรีโมตคอนโทรล	13
2.5 ระบบโทรศัพท์	15
2.5.1 การทำงานของโทรศัพท์	16
2.5.2 สัญญาณพื้นฐาน	17
2.5.3 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์	18
2.5.3.1 เครื่องส่ง	18
2.5.4 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type)	19
2.5.5 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF)	20
2.5.6 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF	20
2.5.6.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency encoder)	20
2.5.6.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)	21
บทที่ 3 หลักการออกแบบและการทำงานของวงจร	24
3.1 วงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ (Tone Decoder)	25
3.1.1 คุณสมบัติของ MT8870	25

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน 26

3.1.3 โครงสร้างของ MT8870 26

3.1.4 ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870 27

3.1.5 ภาคกรองสัญญาณความถี่ 27

3.1.6 ภาคถอดรหัส 27

3.1.7 ภาคตรวจสอบสัญญาณ 28

3.1.8 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง 29

3.1.9 ภาคกำเนิดความถี่ 29

3.2 วงจรเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory) 30

3.2.1 รายละเอียดขาใช้งานของ T6668 31

3.2.2 หน่วยความจำ 33

3.3 วงจรยกหูและวางหู (Control Handset) 34

3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor) 35

3.5 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรด 37

3.5.1 ไอซี SL486 37

3.5.2 ไอซี ML926 38

3.6 วงจรส่งสัญญาณอินฟราเรด (Main Transmitter) 42

3.7 ส่วนของรีโมทคอนโทรล 42

3.8 วงจรขับรีเลย์ (Driver) 47

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 48

4.1 ผลการทดลองวัดสัญญาณเอาท์พุทของรีโมทคอนโทรล 48

4.2 ผลการทดลองวัดสัญญาณพีพีเอ็มจากบอร์ดควบคุมที่ผลิตออกมา 51

4.3 ผลการทดลองวัดสัญญาณของวงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ 54

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ 59

ภาคผนวก ก โฟลว์ชาร์ท (Flowchart) แสดงการทำงานของโปรแกรม 60

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน 68

ภาคผนวก ค แสดงวงจรบอร์ดควบคุม 70

ภาคผนวก ง ข้อมูลจำเพาะ 72

เอกสารอ้างอิง 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ Z 80180 3
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งขาของ Z80180 6
รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรม และ การวางตำแหน่งขาของ 8255 7
รูปที่ 2.4 รูปแบบของ MODE 0.,1,2 และ CONTROL WORD 9
รูปที่ 2.5 วงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่นในส่วนแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล 11
รูปที่ 2.7 วงจรที่ใช้แปลงกลับจากข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง 11
รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบสัญญาณอินพุทกับข้อมูลที่ได้สัญญาณอนาลอกจากอินทีเกรเตอร์ 11
รูปที่ 2.9 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงจากสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล 12
รูปที่ 2.10 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง 13
รูปที่ 2.11 บล๊อกไดอะแกรมของระบบรีโมตคอนโทรล 13
รูปที่ 2.12 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย 14
รูปที่ 2.13 แสดงแบบต่างๆของาการมอดดูเลทโดยใช้พัลซ์ (Pulse Modulation) 15
รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์ 17
รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาณพื้นฐาน 19
รูปที่ 2.16 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแน่นอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ 20
รูปที่ 2.17 รูปสัญญาณของระบบ DTMF 22
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ HOME NETWORK 24
รูปที่ 3.2 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870 25
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870 26
รูปที่ 3.4 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่ 27
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย
และแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์พร้อมวิธีคำนวณ 29
รูปที่ 3.6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท 29
รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่ 30
รูปที่ 3.8 วงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ (Tone Decoder)ที่ใช้งานจริง 30
รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งขาต่างงๆของไอซี T6668 31
รูปที่ 3.10 วงจรเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory)ที่ใช้งานจริง 34
รูปที่ 3.11 วงจรยกหูและวางหู (Control Handset) 35
รูปที่ 3.12 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor) 35

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 แสดงสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone) 36
รูปที่ 3.14 แสดงสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ที่ได้จากออปโต้ 36
รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการจัดขาของ SL486 37
รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างภายในของ SL486 38
รูปที่ 3.17 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ ML926 39
รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนดีมอดูเลท 39
รูปที่ 3.19 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล (R-Receiver) 40
รูปที่ 3.20 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากบอร์ดควบคุม (M-Receiver) 41
รูปที่ 3.21 วงจรส่งสัญญาณอินฟราเรด (Main Transmitter) 42
รูปที่ 3.22 บล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง 42
รูปที่ 3.23 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ SL490 43
รูปที่ 3.24 แสดงการใช้งานแต่ละขาของ SL490 43
รูปที่ 3.25 วงจรใช้งานของ SL490 44
รูปที่ 3.26 แสดงรูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม 44
รูปที่ 3.27 แสดงการเปลี่ยนแปลงคาบเวลาของข้อมูล 46
รูปที่ 3.28 วงจรรีโมทคอนโทรลที่ใช้งานจริง 46
รูปที่ 3.29 วงจรขับรีเลย์ (Driver) 47
รูปที่ 4.1 แสดงรูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม 48
รูปที่ 4.2 วงจรรีโมทคอนโทรล 48
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00001 49
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00011 49
รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00100 50
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00101 50
รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00001 51
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00010 52
รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00011 52
รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 01001 53
รูปที่ 4.11 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor) 54
รูปที่ 4.12 แสดงสัญญาณที่ขา5 ของ 4N35 เทียบกับ ขา4 ของ 74LS123A 55
รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A เทียบกับ ขา12 ของ 74LS123B 56
รูปที่ 4.14 แสดงสัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A เทียบกับ ขา12 ของ 74LS123B เมื่อวางสาย 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 แสดงสัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A เทียบกับ ขา10 ของ 4017 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงสถานะการทำงานของ CPU โดนร่วมกับ M1 และ HALT 5

ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ระบบ DTMF 21

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ 28

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้ 32

ตารางที่ 3.3 แสดงตารางการกำหนดอัตราเร็วข้อมูลหรือบิทเรท 32

ตารางที่ 3.4 แสดงการต่อขา 256K ขา M_1 ขา M_2 และตำแหน่งแอดเดรสที่หยุด 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในยุคปัจจุบันนี้โลกเรามีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีไปมาก มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ออกมาอยู่เสมอทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เอง เทคโนโลยีใหม่ ๆ เหล่านี้ได้ก้าวเข้ามามีบทบาทที่สำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เป็นอันมาก จนกลายเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในปัจจุบันไปเสียแล้ว ดังจะเห็นได้จากระบบการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในบ้าน ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ให้มีอุณหภูมิอยู่ในระดับที่ต้องการ การควบคุมการทำงานของ เครื่องซักผ้า หรือแม้แต่กระทั่งระบบควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์และวิทยุ ก็ล้วนแล้วแต่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาควบคุมการทำงาน อันจะช่วยก่อให้เกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งานแทบทั้งสิ้น

ระบบเครือข่ายภายในบ้าน (HOME NETWORK) เป็นระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกพัฒนาขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะช่วยอำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ให้สามารถเปิด-ปิด (ON/OFF) ได้ตามที่ต้องการ โดยการออกแบบให้มีความคล่องตัวในการใช้งานเป็นอันมาก เพราะสามารถที่จะควบคุมการทำงานผ่านทางแป้นคีย์บอร์ดที่ติดอยู่กับตัวเครื่อง , รีโมทคอนโทรล , หรือแม้แต่กระทั่งการควบคุมระยะไกลผ่านทางคู่สายโทรศัพท์ โดยการส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางแสงอินฟราเรดทำให้มีความสะดวกในการใช้งานเป็นอันมากเพราะไม่ต้องเดินสายสัญญาณควบคุมเพิ่มอีก ทำให้สะดวกแก่การติดตั้งและยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินสายเพิ่มอีกด้วย ทั้งหมดนี้จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ
องค์ประกอบของระบบควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1) ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware)
2) ส่วนซอร์ฟแวร์ (Software)

ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) จะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

-ชุดประมวลผล (Control Unit)
-ชุดส่งสัญญาณควบคุม (Main Transmitter)
-ชุดรับสัญญาณควบคุม (M-Receiver)
-ชุดรับสัญญาณจากรีโมทคอนโทรล (R-Receiver)
-ชุดรีโมทคอนโทรล
-ชุดแปลงรหัสสัญญาณทางโทรศัพท์ (Tone Decoder)
-ชุดตรวจจับสัญญาณกริ่ง (Ringing Tone Sensor)
-ชุดเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory)
-ชุดแป้นกด (Keypad)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ชุดแสดงผล (LCD Display)

-ชุดควบคุมการเปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า (Driver)

ส่วนซอร์ฟแวร์ (Software)

ในโครงงานนี้จะใช้บอร์ดควบคุม Z80180 เป็นตัวควบคุมการทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ทั้งหมด ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นภาษาแอสแซมบลีเฉพาะสำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 ข้อดีของทางด้านซอร์ฟแวร์ คือสามารถที่จะเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละช่องของภาครับแต่ละชุดได้อย่างเป็นอิสระต่อกัน และเพื่อความสะดวกแก่การใช้งานจะมีการแสดงผลการทำงานบนจอLCDอย่างละเอียดทุกขั้นตอนการทำงานโดยรายละเอียดทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ของ โครงงานในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงโดยละเอียดในบทต่อๆ ไป

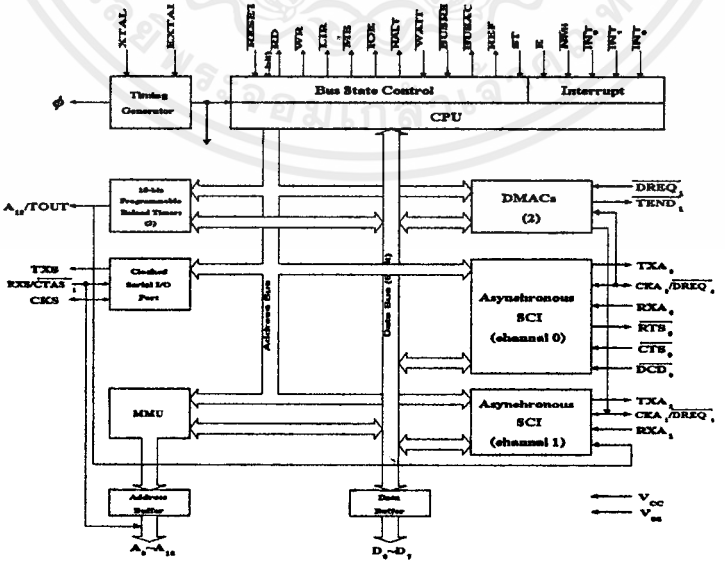
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 รายละเอียดของ Z180

Z180 เป็น CPU ที่มีความสามารถสูงที่ได้รวม CHIP สำคัญอื่น ๆ ไว้ใน CPU CHIP เดียว จึงทำให้มีลักษณะคล้ายกับ CPU ที่ใช้ในงาน CONTROL ในจำพวก "SINGLE CHIP" เนื่องจาก SINGLE CHIP มีข้อดี คือ เป็นระบบเล็กราคาถูกแต่มีข้อเสีย คือ การโปรแกรม CONTROL ค่อนข้างยากในตอนเริ่มต้นและกับระบบงานที่ใหญ่ขึ้น แต่ Z80180 ทางด้านโปรแกรมจะสะดวกอย่างมาก เพราะคำสั่งที่ใช้มีมาก และตรงไปตรงมาทั้งคู่มือภาษาไทยและตัวอย่างในการใช้งานอย่างมากมาย เพราะ CPU Z80180 นี้เป็น SUPPER COMPAT Z80 คือ คำสั่งทั้งหมดยังเป็น Z80 และได้เพิ่มชุดคำสั่งขึ้นมาเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานขึ้นอีก

เมื่อมองดูระบบ MICRO CONTROLLER :SINGLE CHIP แล้ว Z80180 จะด้อยกว่าตรงที่ไม่มี ROW RAW และ PORT แต่ถ้าเป็นในระดับงานอุตสาหกรรมแล้วระบบของ Z80180 กับ CHIP MICRO CONTROLLER แล้วจะไม่ต่างกันเลยเพราะความต้องการเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลมากและ PORT มากตามจึงทำให้ต้องต่อเพิ่มภายนอกขึ้น จึงทำให้ Z80180 ในระดับงาน CONTROL อุตสาหกรรมคล่องตัวกว่ามากเพราะภายในZ80180 ประกอบด้วย เป็น CMOS OSCILLATOR ในตัว RUN ที่ 10 MHz MMU CHIP อ้าง MEMORY ได้ 1 MBYTE DMA 2 CHANEL PORT สื่อสาร UART 2 CHANEL CLOCK SERIAL I/O 16 BIT TIMER COUNTER และเดียวกับ PORT สื่อสารสามารถทำ MULTI PROCESSOR COMMUNICATION ซึ่งโครงสร้างของ CHIP นี้จะเป็นดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ Z 80180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ขาการใช้งาน

AO-A19	ADDRESS BUS ระหว่าง RESET จะเป็น HIGH IMPEDANCE
$\overline{\text{BUSAK}}$	BUS ACKNOWLEDGE เป็นขา OUTPUT ACTIVE LOW ทำงานก็ต่อเมื่อ Z80180 ตอบสนองต่อการขอ BUS ของ BUSRQ และจะทำให้ BUS ข้อมูล BUS ADDRESS และสัญญาณ CONTROL บางเส้นเป็น HIGH IMPEDANCE
$\overline{\text{BUSRQ}}$	BUS REQUEST เป็นขา INPUT ACTIVE LOW ซึ่งจะมีความสำคัญสูงกว่า NMI โดยจะมีการตรวจสอบสัญญาณนี้ทุก ๆ การสิ้นสุดของ MACHINE CYCLE
CKAO,CKA1	ASYNCHRONOUS CLOCK 0 และ 1 เป็นขาสัญญาณ CLOCK แบบ 2 ทิศทาง คือ จะใช้เป็นขา INPUT หรือ OUTPUT ก็ได้
CKS	SERIAL CLOCK เป็นขา CLOCK 2 ทิศทางของ CSI/O
CLOCK	เป็นขา OUTPUT โดยจะเป็นครึ่งหนึ่งของ X,TAL หรือ CLOCK OUT เช่น X,TAL 12 MHz Z80180 จะ RUN ที่ 6 MHz
$\overline{\text{CTSO-CTSI}}$	CLEAR TO SEND 0 และ 1 เป็นขา INPUT ACTIVE LOW ใช้ในการควบคุม MODEM
D0-D7	DATA BUS เป็นแบบ 2 ทิศทาง
$\overline{\text{DCDO}}$	DATA CARRIER DETECT 0 เป็นขา INPUT ACTIVE LOW ใช้ควบคุมในการติดต่อกับ MODER ASCI CHANEL 0
$\overline{\text{DREQO-DREQ1}}$	DMA REQUEST 0 และ 1 เป็นขา INPUT ACTIVE LOW ใช้ในการขอ DMA และขานี้จะโปรแกรมได้ว่าจะให้ตรวจสัญญาณที่ขอบหรือระดับได้
E	ENABLE CLOCK เป็นขา OUTPUT ACTIVE HIGH ซึ่งใช้ซิงค์การทำงานกับอุปกรณ์ภายนอกระหว่างการทำงานเกี่ยวกับ Bus และใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในตระกูล 68XX และ 80XX
HALT	เป็นขา OUTPUT ACTIVE LOW จะทำงานเมื่อคำสั่ง HALT หรือ SLP
$\overline{\text{INTO}}$	MASKABLE INTERRUPT O เป็นขา INPUT ACTIVE LOW สัญญาณที่ขานี้จะถูกตรวจทุก ๆ การสิ้นสุดของคำสั่ง
$\overline{\text{INT1 , INT2}}$	เช่นเดียวกับ INTO แต่มีระดับความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{IORQ}$ เป็นขา OUTPUT เพื่อบอกว่ากำลังติดต่อกับ I/O หรือขา IOE ใน 64180

$\overline{M1}$ MACHINE CYCLE เป็นขา 1 OUTPUT ACTIVE LOW จะทำงานเมื่อ FETCH OP-CODE หรือเป็นขา LIR ของ 64180

$\overline{NMI}$ NOM MASKABLE INTERRUPT เป็นขา INPUT ACTIVE LOW ขานี้จะตอบรับการ INTERRUPT เสมอ โดยไม่สามารถหยุดด้วย SOFTWARE

$\overline{RD}$ เป็นขาที่ใช้ทำการอ่านข้อมูลจาก MEMORY หรือ I/O

$\overline{RFSH}$ เป็นขาที่ให้ ADDRESS LOW (AO-A7) ไป REFRESH DYNAMIC RAM หรือ ขา REF ของ 64180

RTSO REQUEST TO SEND เป็นขา OUTPUT ACTIVE LOW ขานี้ใช้โปรแกรมสัญญาณควบคุมโมเด็มของ ASCI CHANEL 0

REAO , RXAI RECEIVE DATA 0 และ 1 เป็นขารับสัญญาณจาก SERIAL PORT ของ ASCI

RXS CLOCK SERIAL RECEIVE DATA เป็นขารับสัญญาณ SERIAL ของ CSIO

ST STATUS เป็นขา OUTPUT ACTIVE HIGH ใช้แสดงสถานะการทำงานของ CPU โดนร่วมกับ M1 และ HALT ดังตาราง 2.1

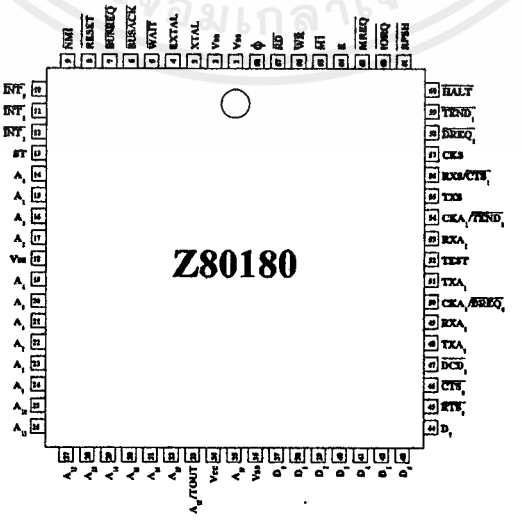
ST	HALT	M1	Operation
0	1	0	CPU Operation (1^{st} op-code fetch)
1	1	0	CPU Operation 2^{nd} op-code and 3^{rd} op-code fetch)
1	1	1	CPU Operation (MC except for op-code fetch)
0	x	1	DMA Operation
0	0	0	HALT Mode
1	0	1	Sleep mode (including SYSTEM STOP mode)

NOTE x = Don't care , MC = Machine cycle

ตารางที่ 2.1 แสดงสถานะการทำงานของ CPU โดนร่วมกับ M1 และ HALT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEND0-TEND1	TRANSFER END 0 และ 1 เป็นขา OUTPUT ACTIVE LOW ใช้แสดงถึงว่าทำ DMA สิ้นสุดลงแล้ว
TOUT	TIMER OUT ใช้กำเนิดพัลส์จาก PRT CHANEL 1
TXA0 , TXA1	TRANSMIT DATA 0 และ 1 เป็นขาส่งข้อมูล SERIAL ของ ASCI CLOCK SERAIAL TRANSMIT DATA เป็นขาส่งข้อมูล SERIAL ของ CSIO
$\overline{WAIT}$	ขา INPUT ACTIE LOW จะถูกตรวจที่ขอบขาลงของ CLOCK ลูกที่ 2 ของทุก ๆ MACHINE เพื่อเป็นการขอให้อุปกรณ์ภายนอกทำงานให้ทันกับการทำงานของ CPU
WR	ใช้สำหรับการส่งข้อมูลไปยัง I/O หรือ MEMORY
XTAL	เป็นขาที่ใช้ต่อกับ XTAL
A180/TOUT	ระหว่าง RESET จะเป็น A18 แต่ถ้ามีการเลือก SET BIT TOC1 หรือ TOCO ในTIMER CONTROL REGISTOR (TCR) ก็จะทำหน้าที่เป็น TOUT
$\overline{CKAO/DREQO}$	ระหว่าง RESET ขานี้จะเป็น CKAO แต่ถ้า DM1 หรือ SM1 ใน DMA MODE REGISTOR (DMODE) ถูก SET เป็น 1 จะเป็น ขา DREQO
$\overline{CKA1/TENDO}$	ระหว่าง RESET จะเป็นขา CKA1 แต่ถ้า BIT CKAID ใน ASCI ถูก SET จะเป็นขา TENDO
RXS/CTS1	ระหว่าง RESET ขานี้จะเป็นขา RES ถ้า BIT CTS1EE ใน ASCI ถูก SET จะเป็นขา CTS1



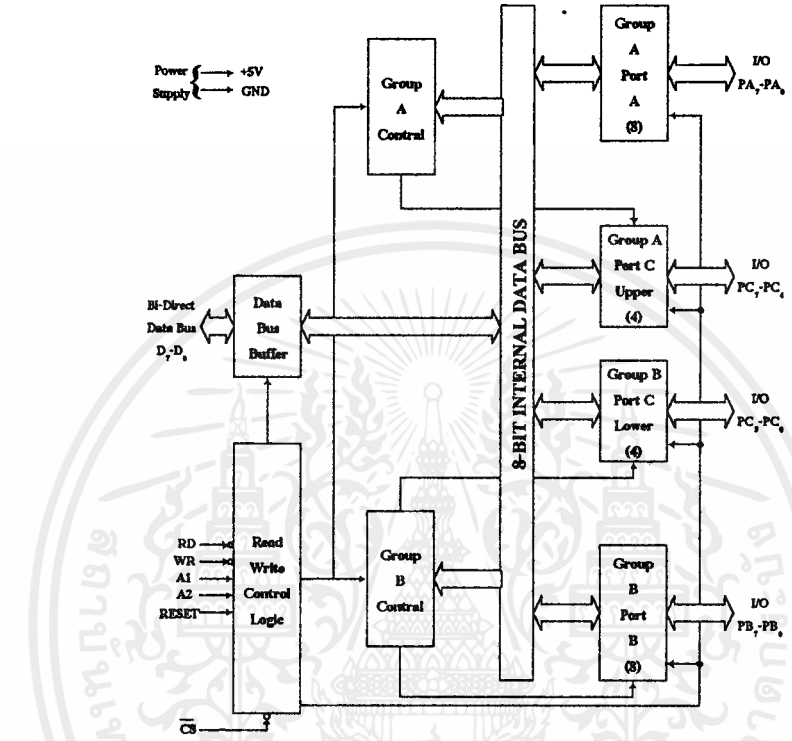
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งขาของ Z80180

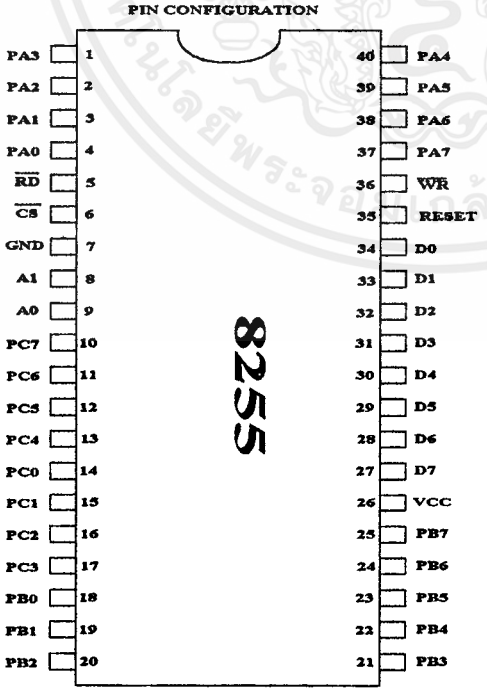
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 8255 PORT

2.2.1 รายละเอียดเกี่ยวกับ 8255

IC 8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (LARGE SCALE INTEGARTED CIRCUIT) บรรจุอยู่ใน PACKAGE 40 (ขาแบบ DIP DUAL-IN-LINE PACKAGE)





D7 - D0	DATA BUS (BI-DIRECTIONAL)
RESET	RESET INPUT
$\overline{CS}$	CHIP SELECT
$\overline{RD}$	READ INPUT
$\overline{WR}$	WRITE INPUT
A0 - A1	PORT ADDRESS
PA7 - PA0	PORT A (BIT)
PB7 - PB0	PORT B (BIT)
PC7 - PC0	PORT C (BIT)
VCC	+5 Volts
GND	O Volts

รูปที่ 2.3 แสดงบล็อกไดอะแกรม และ การวางตำแหน่งขาของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกกลุ่มแรกที่เราจะพูดถึงนี้ ได้แก่ บล็อกจำนวน 4 บล็อก ที่อยู่ทางด้านขวาของรูป ซึ่งจะเป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยมีสาย PAO-PA7, PBO-PB7 และ PCO-PC7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 I/O พอร์ทได้แก่พอร์ท A (PA),พอร์ท B (PB) และพอร์ท C (PC) พอร์ทเหล่านี้แต่ละพอร์ทสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ทอินพุทและเอาท์พุท และแต่ละบล็อคจะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับบัสข้อมูลภายในของ 8255

บล็อกกลุ่มถัดมาได้แก่ GROUP A CONTROL และ GROUP B CONYROL ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทั้ง 3 I/O พอร์ท (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 โหมด สามารถกำหนดได้โดยการโปรแกรมส่ง CONTROL WORD ให้กับ 8255 ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง) จากรูป 2.2 จะเห็นว่าพอร์ท C นี้จะประกอบด้วยพอร์ทขนาด 4 บิท 2 พอร์ท กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย GROUP A CONTR และอีกกลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย GROUP B CONTROL สำหรับเหตุผลนั้นจะกล่าวถึงในภายหลัง

บล็อกกลุ่มสุดท้ายที่จะกล่าวถึงได้แก่ DATA BUS BUFFER และ READ/WRITE CONTROL LOGIC ซึ่งบล็อกเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับ CPU , DATA BUS BUFFER นี้จะเป็นบัฟเฟอร์ให้กับบัสข้อมูลของ CPU ส่วน READ/WRITE CONTROL LOGIC จะเป็นส่วนที่ควบคุมให้ข้อมูลเข้าหรือออกจากรีจิสเตอร์ภายในตัวที่ถูกต้อง และในเวลาที่เหมาะสม

2.2.2 รายละเอียดการจัดเรียงขาของ 8255

ในส่วนนี้เราจะพิจารณาหน้าที่ของขาแต่และขาของ 8255 ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบบัสของ CPU สำหรับการจัดขาแสดงไว้ในรูปที่ 2.2 รายละเอียดของแต่ละขามีดังนี้คือ

DO-D7 : เป็นสายข้อมูลอินพุท/เอาท์พุทแบบสองทิศทาง (BI-DIRECTIONAL BUS) จะเป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างพอร์ทต่างๆ ของ 8255 กับบัสข้อมูลของ Z80

CS (CHIP SELECT INPUT) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น “0” CPU จะสามารถที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 ได้

RD (READ INPUT) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น “0” และสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น “0” ข้อมูลจาก 8255 จะปรากฏสู่ระบบบัสข้อมูล CPU ก็จะสามารถอ่านข้อมูลออกไปได้ (ในการตั้งชื่อของขาสัญญาณนี้จะถือเอา CPU เป็นหลัก)

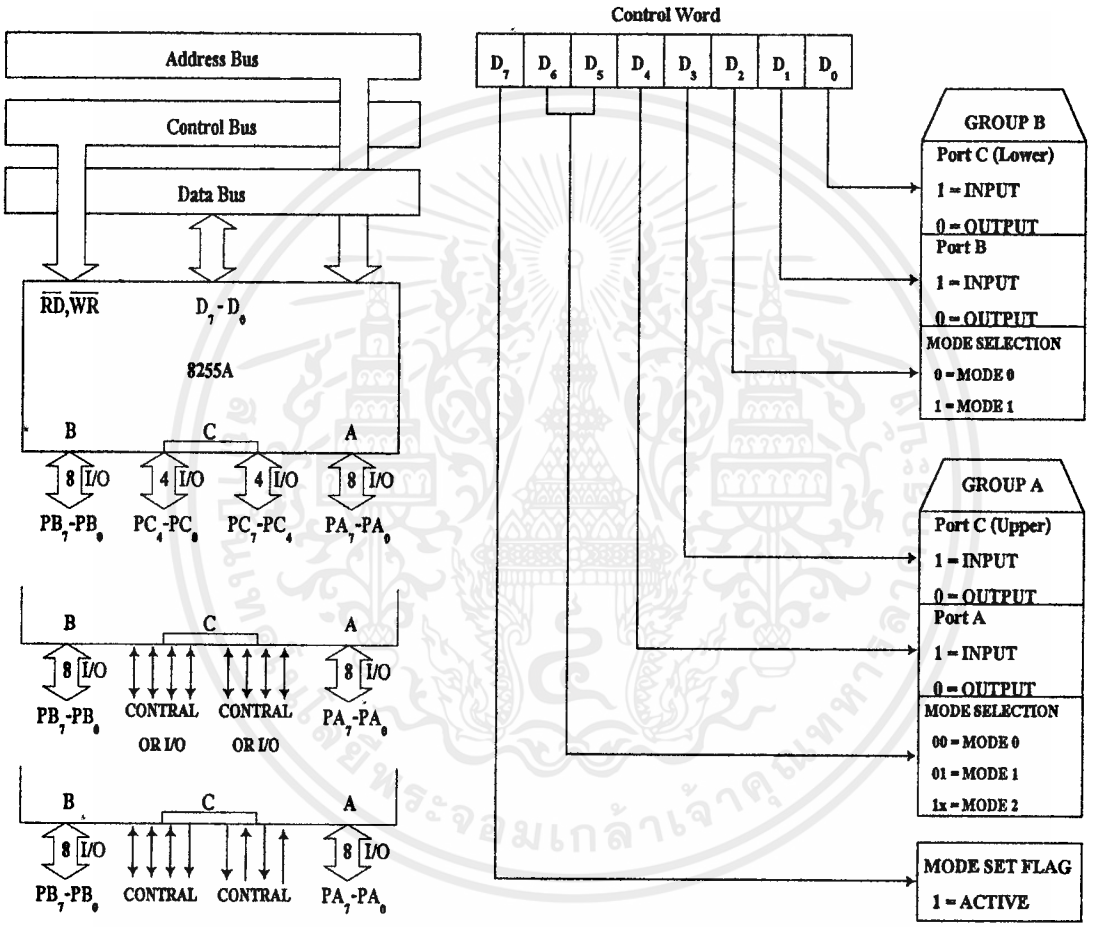
WR (WRITE INPUT) : เมื่อขานี้มีสถานะลอจิกเป็น “0” และขาสัญญาณ CS มีลอจิกเป็น “0” ข้อมูลจากระบบบัสข้อมูลจะถูกเขียนเข้าไปยัง 8255ได้

AO-A1 (ADDRESS INPUT) : จะเป็นตัวกำหนดการเลือกใช้รีจิสเตอร์ภายในของ 8255 ซึ่งจะถูกเซ็ทให้อยู่ในโหมดอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PAO-PA7,PBO-PB7 : ขาสัญญาณเหล่านี้จะถูกใช้เป็นพอร์ท I/O ขนาด 8 บิท ใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ

PCP-PC7 : ขาสัญญาณนี้ถูกใช้เป็นพอร์ท I/O ขนาด 8 บิท เช่นเดียวกับ PAO-PA7 และ PBO-PB7 แต่กลุ่มของขาสัญญาณเหล่านี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด 4 บิท ได้ กลุ่มแรกจะใช้ควบคุม PBO-PB7 และกลุ่มที่ 2 ใช้ควบคุม PAO-PA7



รูปที่ 2.4 รูปแบบของ MODE 0.,1,2 และ CONTROL WORD

MODE 0

เป็นการเซ็ท 8255 เป็น PORT INPUT/ OUTPUT ทั้ง 3 PORT คือ PORT A PORT B และ PORT C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 1

เป็นการเซ็ท 8255 เป็นการทำงานในลักษณะของการ HANDSHAKE, PORT A และ PORT B จะเป็น PORT ข้อมูล ส่วน PORT C จะถูกใช้เป็นสัญญาณ HANDSHAKE โดย 4 บิทบนจะเป็นสัญญาณ HANDSHAKE ให้กับ PORT A และ 4 บิทล่างจะเป็นสัญญาณ HANDSHAKE ให้กับ PORT B

MODE 2

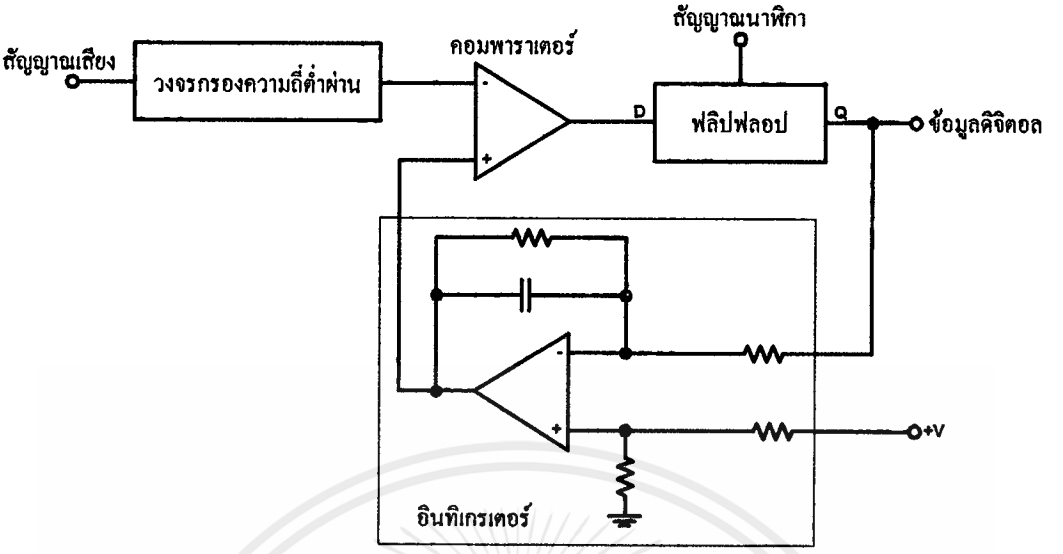
เป็นการเซ็ท 8255 เป็นการทำงานในลักษณะของการ HANDSHAKE โดย ใช้งานได้เฉพาะ PORT A เป็น PORT ข้อมูลแบบสองทิศทาง ส่วน PORT C จะถูกใช้เป็นสัญญาณ HANDSHAKE

2.3 การบันทึกเสียงพูดโดยใช้ไอซีสังเคราะเสียง

เทคนิคการบันทึกเสียงด้วยระบบดิจิตอลนั้นด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้เราใช้ไอซีเบอร์ T6668 ซึ่งใช้หลักการ เดลต้ามอดดูเลชั่น (Delta Modulation) ในการบันทึกเสียง

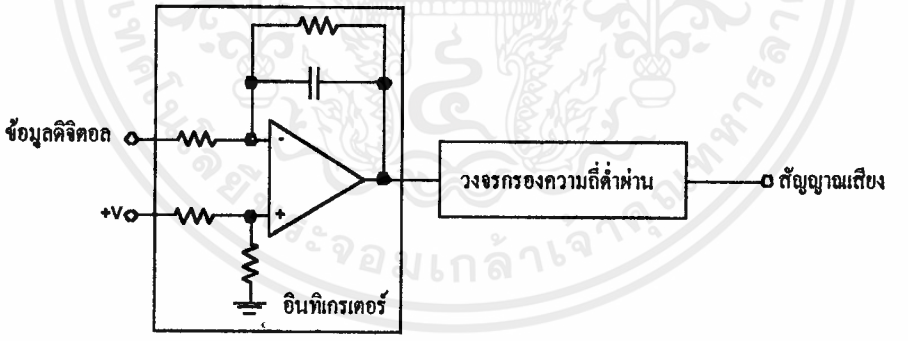
เดลต้ามอดดูเลชั่น (Delta Modulation) เป็นการพัฒนามาจากวิธีการมอดดูเลทแบบพัลซ์เชิงรหัส (Pulse Code Modulation) โดยเดลต้ามอดดูเลชั่น (Delta Modulation)มีหลักการสำคัญ คือ จะเน้นในการส่งเฉพาะสัญญาณการเปลี่ยนแปลงเท่านั้น หมายถึงจะทำการรวมสัญญาณการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดและสร้างรูปสัญญาณใหม่ขึ้นมา ในการบันทึกเสียงระบบดิจิตอล ไม่ว่าจะใช้วิธีการอะไร ก็จะประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนแรกทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงที่เป็นอนาลอก ให้เป็ข้อมูลดิจิตอลแล้วนำไปยันทึกลงในหน่วยความจำซึ่งเป็นส่วนที่สอง และส่วนสุดท้ายคือส่วนที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลดิจิตอลจากหน่วยความจำออกมาเป็นสัญญาณอนาลอก เทคนิคของเดลต้ามอดูเลชั่น จะไม่ใช้กรสุ่มสัญญาณหนึ่งจุดแล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลหนึ่งเวิร์ดที่มีความละเอียดเป็นจำนวนบิทที่ต้องการ (ซึ่งเป็นหลักการของ PCM) แต่จะใช้วิธีเปรียบเทียบความสูงหรือการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเสียงแทน ข้อมูลที่ได้ก็คือทิศทางของการเปลี่ยนแปลงซึ่งก็มีเพียงขึ้นหรือลงเท่านี้ ดังนั้น ความกว้างของข้อมูลดิจิตอล จึงใช้เพียงบิทเดียวก็เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

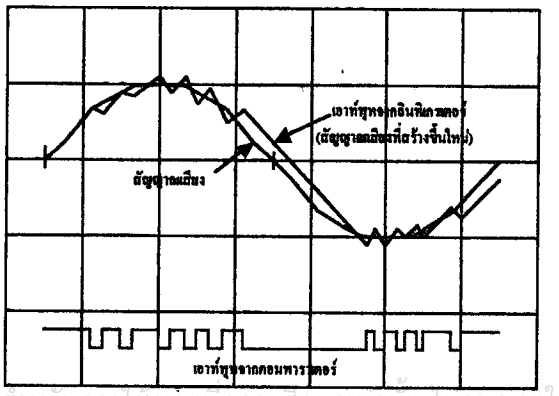


รูปที่ 2.5 วงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่นในส่วนแปลงสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล

รูปที่ 2.5 เป็นวงจรเบื้องต้นของเดลต้ามอดูเลชั่น คอมพาราเตอร์จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณอินพุทปัจจุบันกับสัญญาณอินพุทก่อนหน้า ซึ่งได้จากการป้อนกลับมายังอินทิเกรเตอร์ เอาท์พุทจากการเปรียบเทียบ ถูกป้อนผ่านฟลิปฟลอปที่ควบคุมด้วยสัญญาณคล็อคเพื่อให้ได้ข้อมูลดิจิตอล ซึ่งก็คือการกำหนดอัตราการสุ่มสัญญาณนั่นเอง



รูปที่ 2.7 วงจรที่ใช้แปลงกลับจากข้อมูลดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง

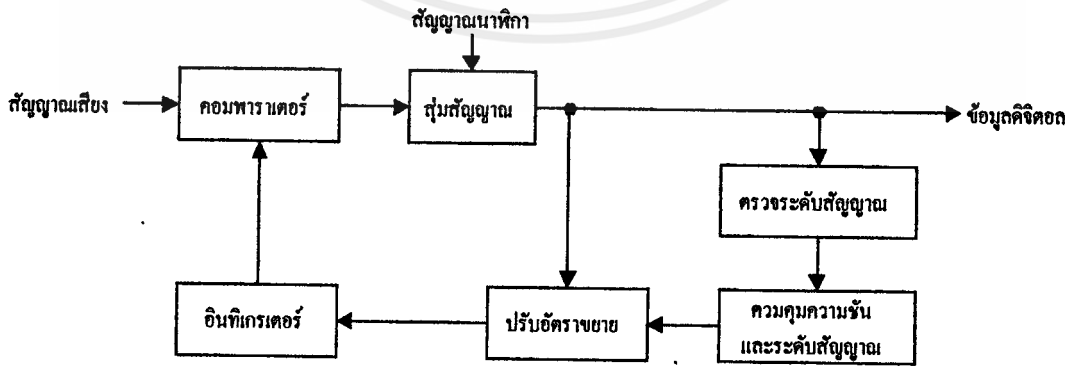


รูปที่ 2.8 เปรียบเทียบสัญญาณอินพุทกับข้อมูลที่ได้สัญญาณอนาลอกจากอินทีเกรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

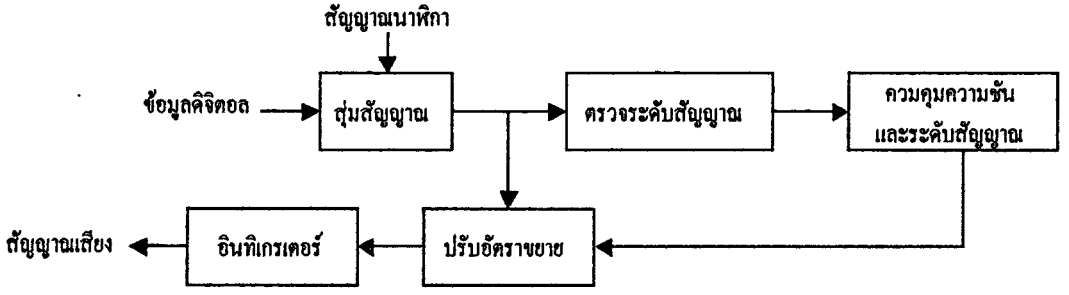
สัญญาณที่ได้จากตัวเปรียบเทียบและจากอินทีเกรเตอร์เปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุท แสดงในรูปที่ 2.8 ลักษณะเช่นนี้จะพบว่า ยิ่งความถี่ของสัญญาณคล็อคมีค่าสูงก็ยิ่งสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่แคบได้มากขึ้น ทำให้ได้คุณภาพเสียงที่ดีขึ้น แต่ก็สิ้นเปลืองหน่วยความจำมาขึ้นตามไปด้วย ความถี่เท่าใดจึงจะเพียงพอคงต้องใช้การทดลองโดยการนำเอาท์พุทสุดท้ายที่เป็นข้อมูลดิจิตอลผ่านวงจรแปลงในรูปที่ 2.7 แล้วฟังเสียงที่ได้หากฟังเป็นภาษามนุษย์รู้เรื่องก็ใช้ที่ค่านั้นสำหรับเสียงพูดคุณภาพเทียบเท่าเสียงจากโทรศัพท์ซึ่งมีแถบกว้างประมาณ 4 KHz ก็ใช้เพียง 16 KHz แต่ที่ความถี่ต่ำถึง 9.6 KHz ก็ยังฟังรู้เรื่อง ความถี่นี้จะเป็นตัวกำหนดอัตราเร็วข้อมูล (bit rate) ซึ่งที่ 16KHz ก็เท่ากับ 1600 บิทต่อวินาที ข้อจำกัดของวิธีการเดลต้ามอดูเลชั่นก็คือ แบนด์วิธที่ใช้งาน ซึ่งถูกจำกัดโดยความถี่ของคล็อค และจะสูงกว่าความถี่สูงสุดของสัญญาณอินพุทมากว่า 2 เท่าขึ้นไป อีกอันหนึ่งคือ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความสูงของสัญญาณหรือไดนามิกเรนจ์ ระบบเดลต้ามอดูเลชั่นธรรมดามีค่าไดนามิกเรนจ์แคบจำเป็นต้องมีส่วนเพิ่มเติมที่ทำหน้าที่ขยายไดนามิกเรนจ์ให้กว้าง โดยการควบคุมอัตราขยาย ของอินทิเกรเตอร์ เพื่อให้ตอบสนองต่อสัญญาณที่มีความชันมาก ๆ ได้กัน ระบบนี้มีชื่อเรียกใหม่ว่า “ระบบเดลต้ามอดูเชั่นแบบเปลี่ยนแปลงความชันต่อเนื่อง หรือ CVSD (Continuous variable slope delta modulation)”

ระบบ CVSD ทั้งส่วนแปลงจากอนาลอกเป็นดิจิตอลและส่วนแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นอนาลอก แสดงในรูปที่ 2.9 และ 2.10 ตามลำดับ วิธีการของ CVSD ก็คือมีการตรวจระดับสัญญาณ โดยอาจใช้วิธีการวัดให้มีรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลดิจิตอลล่าสุดจำนวนถึง 4 บิท แล้วตรวจดูว่าเป็น 0 หมด หรือเป็น 1 หมดหรือไม่ ถ้าใช่แสดงว่าขณะนี้อัตราขยายของอินทีเกรเตอร์ต่ำเกินไป ตอบสนองต่อความชันของสัญญาณไม่ทันก็จะทำการเพิ่มอัตราขยายให้สูงขึ้นเฉพาะในช่วงนั้น
ในส่วนของการแปลงกลับนั้นก็จะต้องกมีการทำงานในลักษณะเดียวกัน คือมีรีจิสเตอร์ตรวจดูข้อมูลว่าเป็น 0 หมด หรือ 1หมดหรือไม่ แล้วจัดการควบคุมอัตราขยายของอินทีเกรเอร์ให้สอดคล้องกัน



รูปที่ 2.9 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงจากสัญญาณเสียงเป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

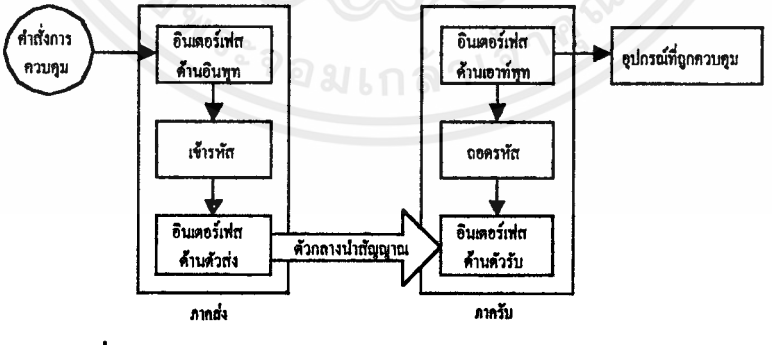


รูปที่ 2.10 แผนผังการทำงานของระบบ CVSD ในส่วนแปลงกลับจากดิจิตอลเป็นสัญญาณเสียง

2.4 ระบบรีโมตคอนโทรล

หลักการเบื้องต้นของรีโมตคอนโทรล

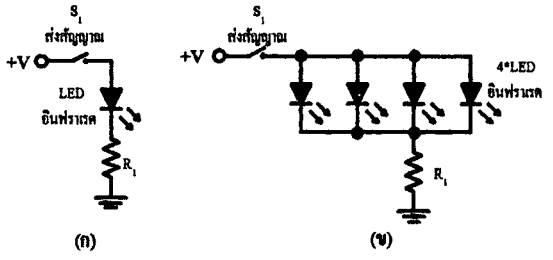
โครงสร้างและหลักการของระบบควบคุมระยะไกลโดยทั่วไปในลักษณะของการควบคุมแบบทางเดียว เริ่มจากตัวกำหนดคำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมว่ามีคำสั่งอะไรบ้าง ชุดคำสั่งทั้งหมดมีกี่คำสั่ง เป็นต้น เมื่อมีการกำหนดรูปแบบของคำสั่งแล้ว จะถูกส่งไปยังภาครับสัญญาณที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ หรือรวมสัญญาณควบคุมให้มีรูปแบบที่เหมาะสมกับวงจรโดยอาจทำการเข้ารหัสสัญญาณให้แต่ละคำสั่งมีรหัสเฉพาะของตัวมันเองให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ก่อนที่จะถูกส่งออกไปยังภาครับโดยตัวอินเตอร์เฟสด้านส่ง เพื่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณที่ภาครับต้องเข้าใจได้ นั่นคือ ต้องเป็นระบบเดียวกัน สัญญาณที่ถูกส่งออกมาอาจอยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณแสง หรือสัญญาณเสียงความถี่สูง สัญญาณนี้สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณหรือผ่านตัวกลางอากาศ ขึ้นอยู่กับระบบที่ถูกออกแบบ



รูปที่ 2.11 บล๊อกไดอะแกรมของระบบรีโมตคอนโทรล

ระบบอินฟาเรด การใช้แสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณควบคุมของรีโมทคอนโทรล สามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอื่นๆ (ที่มองเห็น) ลงไปได้โดยเด็ดขาด ยิ่งไปกว่านั้นวงจรใช้งานของระบบอินฟราเรด ยังเป็นวงจรที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แถมยังมีความเชื่อถือได้สูงในการใช้งานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 วงจรสร้างสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย

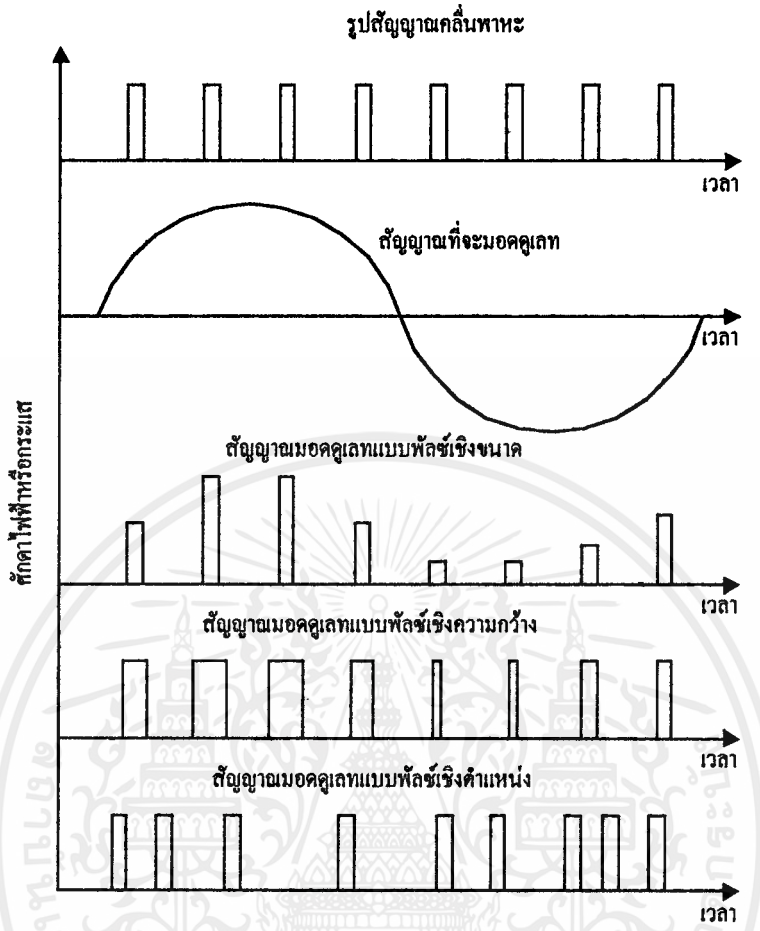
(ก) การไบอัสอินฟราเรดแบบธรรมดา

(ข) การไบอัสอินฟราเรดเพื่อเพิ่มปริมาณความเข้มของแสง

แสงที่ส่งออกโดย LED เพียงตัวเดียวจะเหมาะกับการใช้งานในระยะเพียงไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของแสงอินฟราเรดให้ไปได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้ LED หลายตัวต่อขนานกัน ดังรูปที่ 2.12(ข) โดยที่ R_1 จะต้องมีค่าลดลงจากเดิม เพราะต้องขับกระแสมากขึ้น ปัจจุบันมี LED ย่านอินฟราเรดรุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่งหรือความเข้มแสงสูง ช่วยให้ส่งสัญญาณไปได้ไกลกว่าเดิมมาก ดังนั้นหากเราต้องเลือก LED ตัวส่งสำหรับใช้งานแล้ว

การเพิ่มระยะทางในการทำงานของแสงอินฟราเรด นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวน LED ดังรูปที่ 2.12(ข) แล้วอาจทำได้ด้วยวิธีอื่นอีก ถึงแม้ว่าจะใช้ LED เพียงตัวเดียวก็ตาม นั่นคือ การเพิ่มกระแสขับ LED ให้สูงขึ้น โดยที่ LED ต้องไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการจำกัดช่วงเวลาทำงานของ LED ให้สั้นลงด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับกระแสให้ LED จากวงจรในรูปที่ 2.12(ก) หากเราป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างพัลส์ไม่เกิน 10 ไมโครวินาที และมีความถี่ไม่เกิน 1 กิโลเฮิรตซ์ กระแสที่ใช้ขับ LED อาจมีค่าสูงได้ถึง 2 แอมป์ โดยที่ LED ไม่เสียหาย ซึ่งจะส่งผลทำให้ความเข้มแสงที่เปล่งออกมีค่าสูงมากและเดินทางไปได้ไกลกว่าเดิมมากทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงแบบต่างๆของาการมอดดูเลทโดยใช้พัลซ์ (Pulse Modulation)

-วิธีมอดดูเลทแบบพัลซ์เชิงขนาด (Pulse Amplitude Modulation) เป็นวิธีที่ค่าแอมปลิจูดของคลื่นพาหะ (สัญญาณพัลซ์)เปลี่ยนแปลงตามค่าแอมปลิจูดของสัญญาณที่จะมอดดูเลท

-วิธีมอดดูเลทแบบพัลซ์เชิงความกว้าง (Pulse Width Modulation) วิธีนี้ความกว้างของสัญญาณพัลซ์ที่ได้เปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติบางประการของสัญญาณที่จะมอดดูเลท (ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณข้อมูล)

-วิธีมอดดูเลทแบบพัลซ์เชิงตำแหน่ง (Pulse Position Modulation) วิธีนี้ตำแหน่งของสัญญาณพัลซ์ที่ได้จากการมอดดูเลท มีระยะห่างจากแกนอ้างอิงในแนวดิ่ง (เส้นประในรูป) ตามลักษณะของสัญญาณข้อมูล

2.5 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ คือ ระบบสื่อสารที่มีโครงข่ายชุมสายบริการสมาชิกและผู้รู้เลขหมายสมาชิกให้สามารถเรียกสลับคู่สนทนาต่างๆ โดยลดการเดินทางที่ไม่จำเป็นลงได้

โทรศัพท์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมี 2 ระบบคือ ระบบ Cross bar (หน้าปัดแบบหมุน) ซึ่งเป็นระบบเดิมที่ใช้แต่แรก กับระบบ DTMF (หน้าปัดแบบกดปุ่ม) Dual Tone Multi Frequency เป็นระบบใหม่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้แทนที่สำหรับข้อดีกว่าจะนำเสนอต่อไป และในที่นี้จะเน้นเฉพาะระบบ DTMF ซึ่งเป็นระบบที่ใช้มากในปัจจุบัน

ในระบบโทรศัพท์จะประกอบด้วย

1) การเรียกทางโทรศัพท์ (TELEPHONE CALL) คือ การเรียกผ่านระบบโทรศัพท์ระหว่างสมาชิกผู้เรียกและผู้รับ

2) เครื่องโทรศัพท์ (TELEPHONE SET) คือ อุปกรณ์สำหรับสมาชิกใช้พูดและฟังในการสนทนาผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ เมื่อต้องการเรียกก็หมุนหรือกดหมายเลขผู้รับที่หน้าปัด

3) ผู้เรียก (CALLING SUBSDRIBER) หรือ สมาชิกผู้เรียก คือ ผู้เริ่มต้นการเรียกจะด้วยการแจ้งให้พนักงานช่วยต่อกับผู้รับ หมุนหรือกดหมายเลขของผู้รับเมื่อเครื่องโทรศัพท์นั้นเป็นคู่สายของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ

4) ผู้รับ (CALLED SUBSCRIBER) สมาชิกผู้ถูกเรียก คือ ผู้ตอบรับการเรียกทางโทรศัพท์เมื่อได้ยินสัญญาณกริ่งเรียก (RINGING SIGNAL)

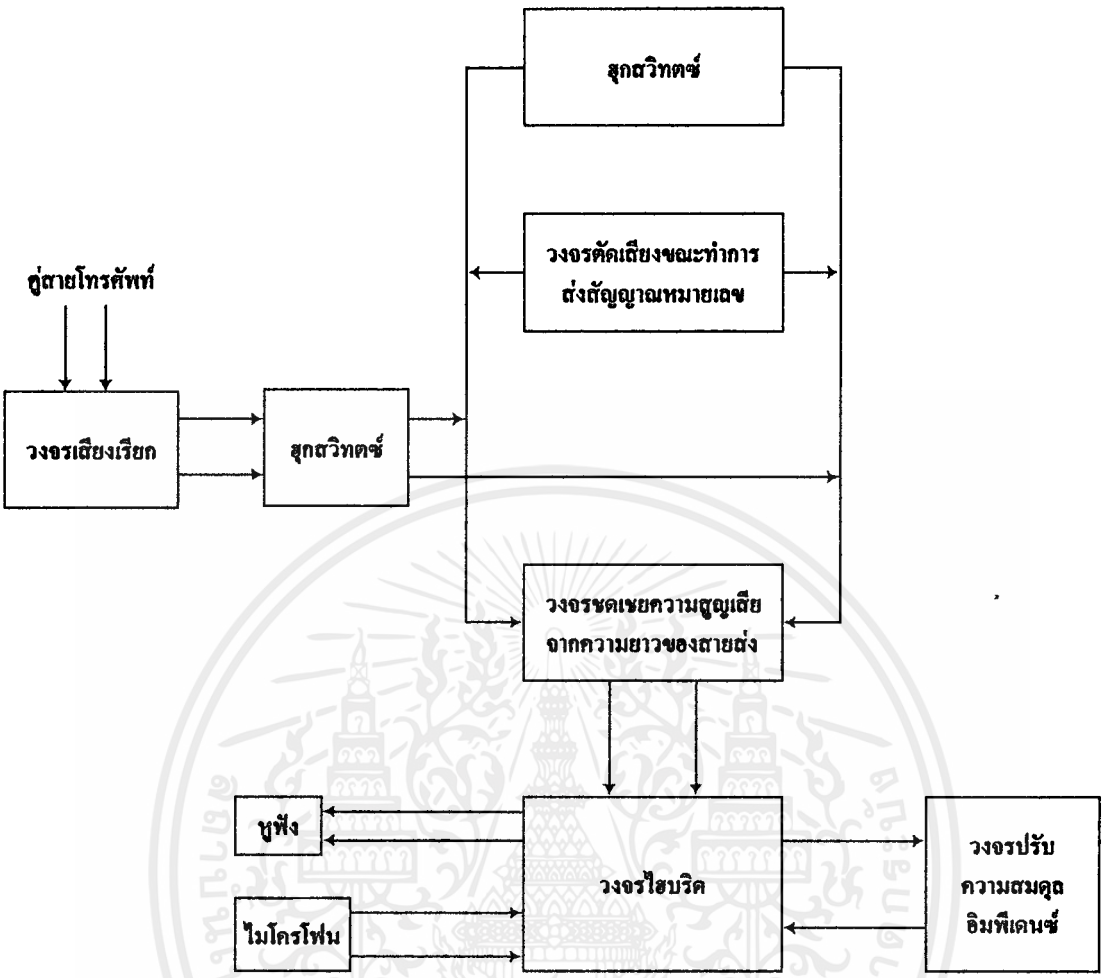
5) คู่สายสมาชิก (SUBSCRIBERLINE) คือ คู่ตัวนำกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนมาจากเสียงพูดแจกจ่ายออกมาจากสถานี ที่ติดตั้งเครื่องชุมสายท้องถิ่นไปยังบ้านของผู้เช่า หรือสมาชิกแต่ละรายอย่างอิสระ

6) เครื่องชุมสายโทรศัพท์ (อัตโนมัติ) (AUTOMATIC TELEPHONE SWITCHING) คือ เครื่องที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียกกับผู้รับโดยอัตโนมัติ

2.5.1 การทำงานของโทรศัพท์

โทรศัพท์จะมี แผนภูมิ (Block diagram) การทำงานดังรูปที่ 2.14 ซึ่งแสดงส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อด้วนสาย T (tip) และสาย R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดสัญญาณเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงคือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุกสวิตช์ (switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังฮุกสวิตช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตช์ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ฮุกสวิตซ์ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกันกระแสค่าเดียวกันนี้ก็ไหลผ่านขดลวดรีเลย์ที่ชุมสายด้วยก็จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่ง สัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์เพื่อให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากที่
ชุมสายได้รับหมายเลขที่ถูกส่งออกมาแล้ว ชุมสายก็จะเลิกส่งสัญญาณหมุนซึ่งกระบวนการตอนนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.5.2 สัญญาณพื้นฐาน

คือสัญญาณที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสภาวะต่างๆว่าควรทำอย่างไร ซึ่งประกอบด้วย

1) สัญญาณให้หมุน (Dial Tone) ใช้เพื่อแสดงให้สมาชิกผู้เรียกให้หมุนหมายเลขผู้รับมาได้ซึ่งเป็นเสียงที่ได้ยินเมื่อเวลายกหู เป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 กับ 440 เฮิรตซ์ มอดูเลตรวมกัน

2) สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ใช้เพื่อเตือนสมาชิกผู้เรียกว่า ผู้รับไม่ว่างควรวางหูก่อนระยะหนึ่งก่อนแล้วจึงเริ่มต่อใหม่ เป็นสัญญาณ 450 กับ 620 เฮริตซ์ มอดูเลตกัน ดัง 0.5 วินาทีเงียบ 0.5 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สัญญาณกริ่งเรียก (Ringing Tone Signal) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนตามความประสงค์ของผู้เรียกมายังผู้รับสำเร็จ นั่นคือเครื่องชุมสายโทรศัพท์ดำเนินการต่อกับทางด้านผู้รับสำเร็จผู้รับจะได้ยินกริ่งเรียกเป็นสัญญาณ 16 Hz กรัมกับ 400 Hz แบบ AM ส่ง 0.67-1.5 วินาที เงียบ 2-4 วินาที

4) สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) ใช้เมื่อการต่อทุกขั้นตอนสำเร็จเป็นการแจ้งให้ผู้เรียกรู้ว่าเรียกสำเร็จ เป็นสัญญาณความถี่ 400 กับ 480 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันมา ช่วงเวลาว่างและเงียบเช่นเดียวกับสัญญาณกริ่งเรียก

2.5.3 การติดต่อกันระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับโทรศัพท์

2.5.3.1 เครื่องส่ง

1.ขณะที่ไม่ได้มีการยกหูโทรศัพท์จะมีศักดาตกคร่อมสายโทรศัพท์เป็นสัญญาณกระแสตรง48V

2.เมื่อมีผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ศักดาจะลดลงเหลือ 8V พร้อมทั้งมีสัญญาณให้หมุนซึ่งเป็นสัญญาณกระแสสลับขนาด 250 mV ความถี่ 400 Hz กับความถี่ประมาณ 50 Hz ซึ่งเมื่อกดระหัสสัญญาณความถี่แล้วสัญญาณให้หมุนนี้จะหายไป

3. กดรหัส (Code) เบอร์โทรศัพท์ทั้งหมด 7 รหัสรหัสความถี่ที่ส่งจะเป็นสัญญาณผสมกันสองความถี่เป็นความถี่สูงและต่ำผสมกัน แต่ละหมายเลขจะมี DTMF อยู่หนึ่งคู่

4. ขณะที่รอรับจะมีสัญญาณตอบกลับสองแบบ เพื่อจะบอกว่าสายว่างหรือไม่คือ สัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณสายไม่ว่าง ตามลำดับ

5. เมื่อมีการรับสายแล้ว สัญญาณจะขึ้นกับความดังของเสียงพูดตามสาย

6. เมื่อวางหูโทรศัพท์เลิกการติดต่อ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48 V ดังเดิม

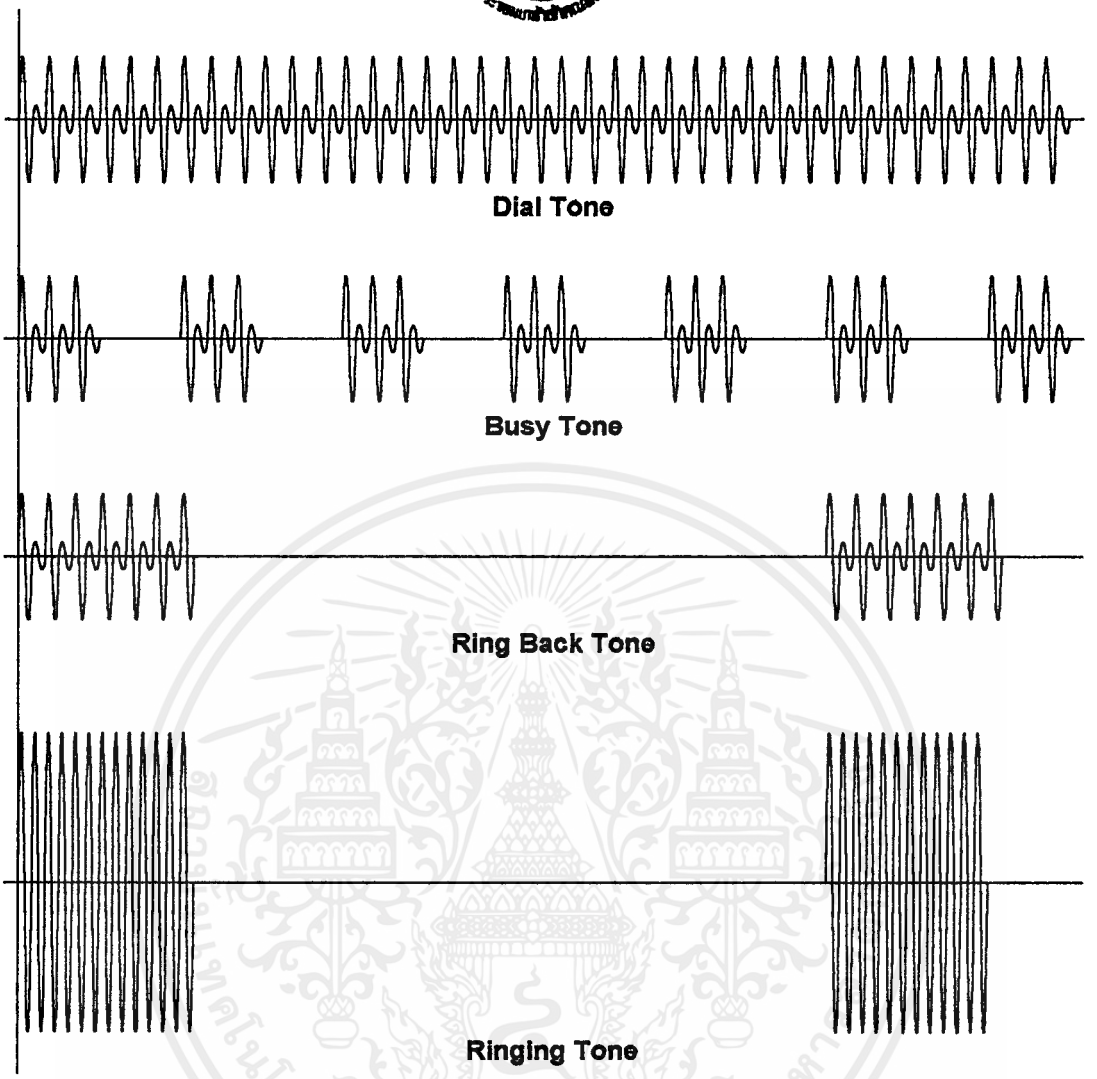
2.5.3.2 เครื่องรับ

1.ขณะที่วางหูอยู่จะมีศักดาแรงดันตกคร่อมสายอยู่48Vเมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกจะมีขนาดประมาณ 100 Vrms จังหวะดัง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที ซึ่งจะตรงกับสัญญาณเรียกกลับที่เครื่องส่ง

2. จากนั้นเมื่อผู้รับยกหูโทรศัพท์ขนาดศักดากระแสตรงจะเหลือ 8 V และมีการ กระเพื่อมตามขนาดและความถี่ของเสียงพูด

3. เมื่อสิ้นสุดการสนทนา วางหูโทรศัพท์ ขนาดศักดาจะกลับไปที่ 48 V ตามเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

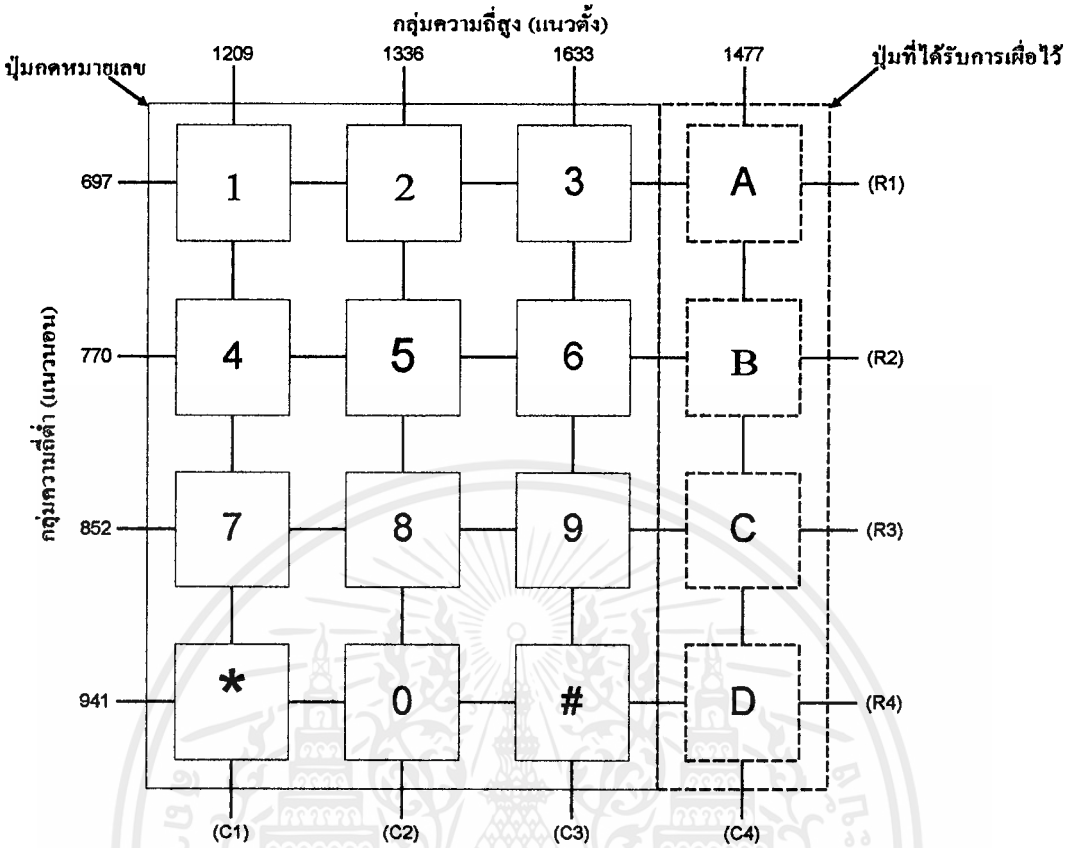


รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาณพื้นฐาน

2.5.4 ระบบโทรศัพท์แบบส่งความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency Type)

ระบบนี้มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่ 2 ความถี่มอดูเลตกันไป ซึ่งจะเป็นตัวแทนหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่เสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวตั้ง ซึ่งค่าต่างๆ จะแสดงไว้ในรูป 2.8 ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการกดหมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 เฮริตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ มอดูเลตกันออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
039172



รูปที่ 2.16 แสดงแป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลขนั้นๆ

2.5.5 ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF)

1. สามารถลดเวลาในการหมุนหมายเลขลงได้ ทำให้มีผลคือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งลดลง ซึ่งทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถรับ traffic ได้มากขึ้น

2. สามารถใช้วงจรทาง solid state electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน mechanic จึงทำให้มีความรวดเร็วและแม่นยำในการส่งหมายเลขมากขึ้น

3. สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (Column ที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่น ๆ

4. มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Stored Program Control

2.5.6 การเข้ารหัสและถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ระบบ DTMF

2.5.6.1 การเข้ารหัสความถี่ระบบ DTMF (Dual Tone Multi Frequency encoder)

ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF นี้จะใช้การส่งสัญญาณไปบนสายส่งของระบบโทรศัพท์ โดยจะมีข้อดี เหนือระบบพัลซ์หลายอย่าง เช่น หมุนโทรศัพท์ได้รวดเร็วกว่า และสามารถที่จะส่งสัญญาณไปบนสายส่งเสียงระดับใดๆก็ได้ วิธีนี้เป็นการส่งสัญญาณแถบความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 16 ค่าโดยแต่ละค่าจะเป็นสัญญาณคลื่นรูปซายน์ 2 แบบ แบ่งเป็น กลุ่มความถี่ต่ำ และกลุ่มความถี่สูงและจะมีลักษณะแสดงดังตาราง 2.2 ข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 2.2 แสดงความถี่ระบบ DTMF

2.5.6.2 การถอดรหัสความถี่ระบบ DTMF (DTMF Decoder)

การถอดรหัสความถี่ทางโทรศัพท์ หมายถึง การแปลงสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขทางโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปใช้กับระบบดิจิตอล ข้อกำหนดต่างๆที่จำเป็นเพื่อที่จะไม่ทำให้การถอดรหัส DTMF เกิดความผิดพลาดขึ้นซึ่งผู้ออกแบบวงจร ต้องคำนึงถึงเสมอ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.วงจรจะยังสามารถถอดรหัสได้อย่างถูกต้องถึงแม้สัญญาณที่รับเข้ามาจะมีความถี่เบี่ยงเบนไปจากค่าที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน แต่ต้องไม่เกิน 2% และจะไม่ยอมให้สัญญาณทีมีค่าเบี่ยงเบนมากกว่า 3% จากค่ามาตรฐาน ผ่านวงจรกรองความถี่ได้

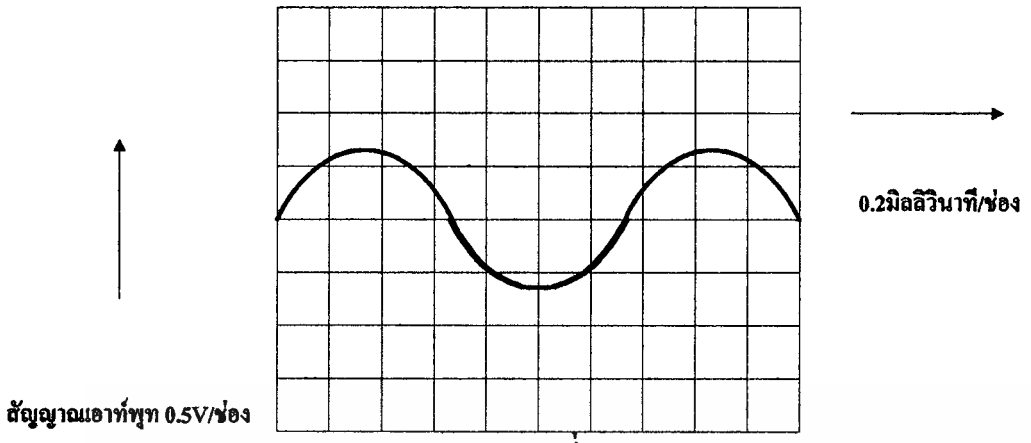
2. วงจรถอดรหัสจะสามารถถอดรหัสได้ ก็ต่อเมื่อรับสัญญาณเข้ามามีระยะเวลาอย่างน้อย 40 มิลลิวินาที

3. วงจรถอดรหัสจะทำการถอดรหัสได้ถูกต้องก็ต่อเมื่อสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาในวงจรจะต้องมีช่วงเวลาที่ห่างกับสัญญาณ DTMF ที่รับเข้ามาก่อนหน้านี้เป็นเวลาอย่างน้อย 35 มิลลิวินาที

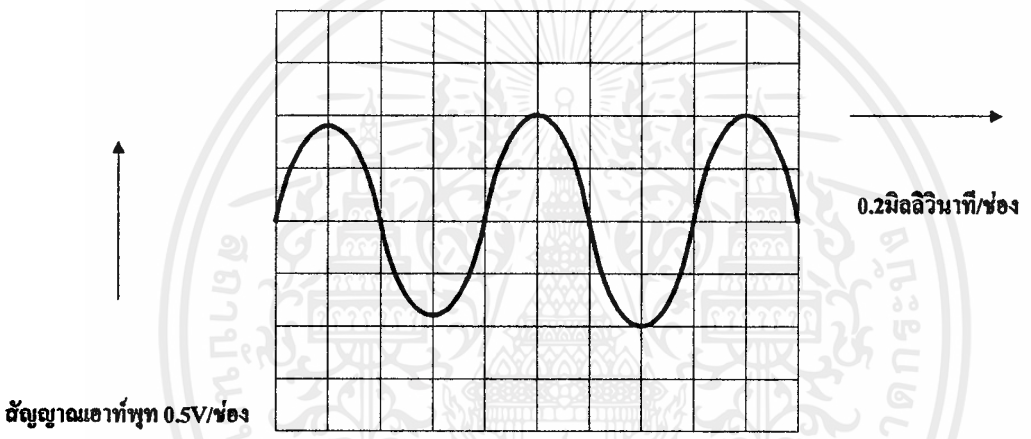
4. วงจรถอดรหัสจะต้องสามารถถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่มีไดนามิกเรนจ์สูงกว่า 275 dB ได้โดยไม่เกิดการผิดพลาด และยังสามารถทำงานได้ในกรณีที่สัญญาณทั้ง 2 ความถี่ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสัญญาณ DTMF มี แอมปลิจูด ต่างกันมากกว่า 6 dB

5. วงจรถอดรหัสยังคงทำงานได้ตลอดเวลา ไม่ว่าขณะนั้นจะปรากฏเสียงพูดหรือมีสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามายังวงจรถอดรหัส ให้ไม่ทำให้การถอดรหัสผิดพลาด

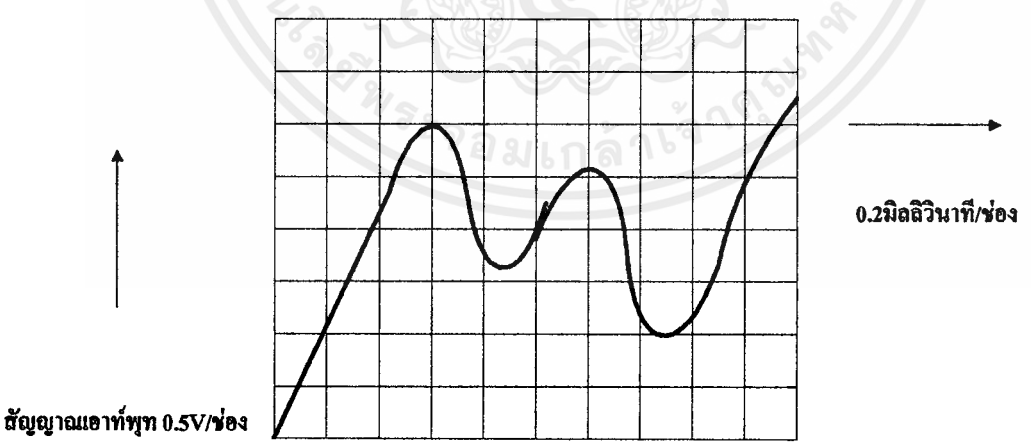
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แถวที่ 7



(ข) คอลัมน์ที่ 8



(ค) การรวมสัญญาณทั้งสองเข้าด้วยกัน

รูปที่ 2.17 รูปสัญญาณของระบบ DTMF

ในรูปที่ 2.17 เป็นรูปสัญญาณที่เกิดขึ้นในการส่งหมายเลข 8 ซึ่งวงจรถอดรหัสจะให้ตำแหน่งในแนวแถวที่ 3 และคอลัมน์ที่ 2 สัญญาณที่ออกมาจาก D/A ก็จะเป็นไปตามรูปที่ 2.12(ก) และ รูปที่ 2.17 (ข) ในรูปที่ 2.12(ค) เป็นการรวมสัญญาณทั้ง 2 เข้าด้วยกัน จะสังเกตเห็นว่ารูปสัญญาณจะไม่ใช่

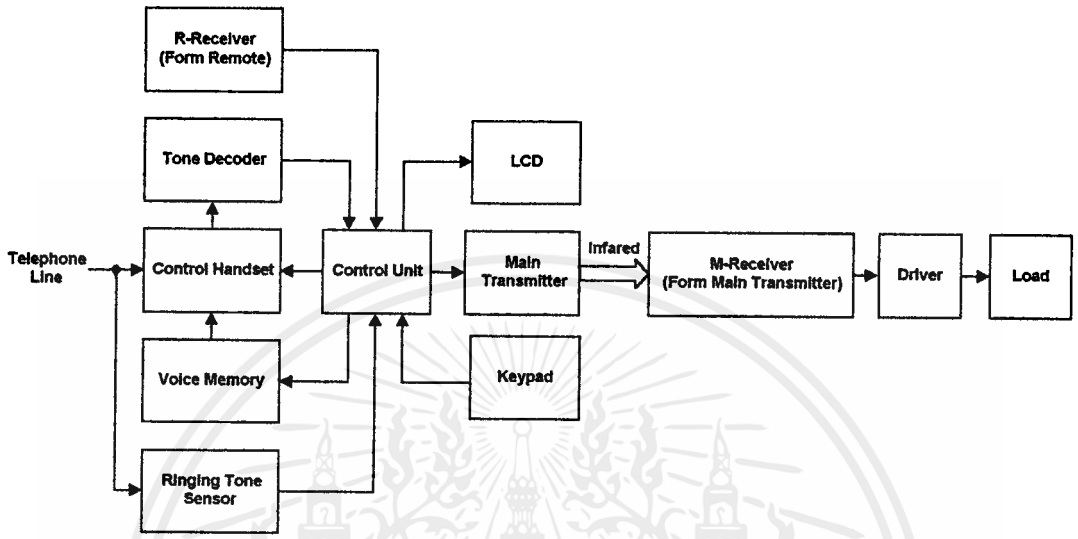
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ต่อเนื่อง เนื่องจาก D/A นั่นเอง จึงทำให้สัญญาณมีลักษณะเป็นขั้นบันไดแต่ก็ไม่มีผลใดๆ ในการส่งสัญญาณไปยังชุมสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการออกแบบและการทำงานของวงจร



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ HOME NETWORK

จาก บล็อกไดอะแกรมจะเห็นว่าสามารถควบคุมได้ทั้ง รีโมทคอนโทรล , แป้นกด และโทรศัพท์ ซึ่งการควบคุมทางแป้นกด(Keypad)จะมีการแสดงผลด้วยจอ LCD เมื่อหน่วยควบคุม (Controll Unit) ได้รับคำสั่งจากอินพุทใดอินพุทหนึ่งก็จะทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมภาคส่งสัญญาณอินฟราเรดให้ส่งสัญญาณอินฟราเรดไปยังตัวรับที่ติดตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งในโครงงานี้ได้ออกแบบไว้ควบคุมอุปกรณ์ 15 ช่องโดยแบ่งเป็น 4 จุด คือ 4 ช่อง, 4 ช่อง, 4 ช่อง, 3 ช่อง ส่วนการควบคุมทางโทรศัพท์นี้จะมีการบอกขั้นตอนในการควบคุมด้วยเสียงที่ถูกบันทึกไว้ซึ่งจะทำให้เรารู้ว่าตอนนี้เรากำลังอยู่ในขั้นตอนใด

วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่ง (Ringing Tone Sensor) เป็นวงจรที่ใช้ตรวจจับสัญญาณกริ่งว่ามีสัญญาณเข้ามาหรือไม่ ถ้าวงจรตรวจพบว่ามีสัญญาณเข้ามาก็จะทำการตรวจนับสัญญาณกริ่งว่าดังครบจำนวนที่กำหนดไว้หรือยัง ถ้าครบแล้วก็จะทำการส่งสัญญาณไปที่บอร์ดควบคุมเพื่อประมวลผลและสั่งให้ทำการยกหูโทรศัพท์

วงจรควบคุมการยกหูและวางหู (Control Handset) ภาคนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวคอยยกหูหรือวางหูซึ่งจะถูกควบคุมจากบอร์ดควบคุม

วงจรถอดรหัสความถี่โทรศัพท์ (Tone Decoder) เป็นภาคที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่โทรศัพท์(Dual Tone Multi Frequency) ที่ได้จากการกดคีย์ของโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 4 บิท ตั้งแต่ 0000-1111 แล้วส่งสัญญาณที่ได้ไปยังบอร์ดควบคุมเพื่อทำาการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory) ภาคนี้เป็นวงจรที่ทำการบันทึกเสียงไว้แล้วเพื่อคอยบอกขั้นตอนการควบคุมอุปกรณ์หรือตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ว่ามีอุปกรณ์ใดปิดหรือเปิดอยู่บ้าง โดยภาคนี้จะถูกควบคุมด้วยบอร์ดควบคุม

วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล (R-Receiver) เป็นวงจรที่คอยรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไบนารี่และส่งไปให้บอร์ดควบคุมเพื่อประมวลผลต่อไป

วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากบอร์ดควบคุม (M-Receiver) เป็นวงจรที่คอยรับสัญญาณอินฟราเรดจากบอร์ดควบคุมแล้วส่งสัญญาณไปยังภาคขับรีเลย์ ซึ่งในส่วนนี้จะประกอบด้วยทั้งหมด 15 ช่อง 4 ชุด มีดังนี้ ชุดที่ 1, ชุดที่ 2, ชุดที่ 3 และชุดที่ 4 ซึ่งมี 4 ช่องอยู่ 3 ชุด และ3 ช่องอยู่ 1 ชุด

วงจรส่งสัญญาณอินฟราเรด (Main Transmitter) วงจรส่วนนี้จะเป็นตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดไปยังจุดที่ติดตั้งตัวรับสัญญาณอินฟราเรด (M-Receiver)

3.1 วงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ (Tone Decoder)

ส่วนการถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ซึ่งเป็นความถี่คู่ (Dual Tone Multi Frequency) ได้ใช้ไอซี MT8870 ในการแปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสอง (Binary) 4 บิต ในยุคก่อน การออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ DTMF มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกลูป (Phase Lock Loop) ซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความถี่ (Frequency) ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจรขนาดของวงจรที่ใหญ่เพราะต้องใช้ไอซี (Integrated Circuit) จำนวนมาก

3.1.1 คุณสมบัติของ MT8870

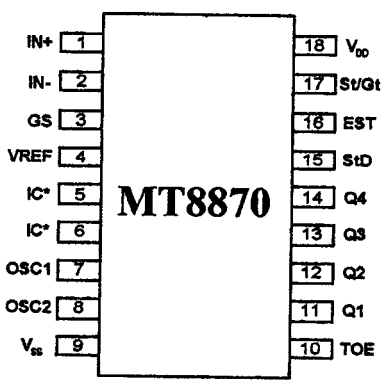
-เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)

-กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL

-สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้

-สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้

-เป็นไอซีคุณภาพสูง



รูปที่ 3.2 แสดงรายละเอียดขาของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

-นำไปใช้งานด้านรีโมตคอนโทรล

-เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล

-ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด

-ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์

-ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อยหรือ PABX

-ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป

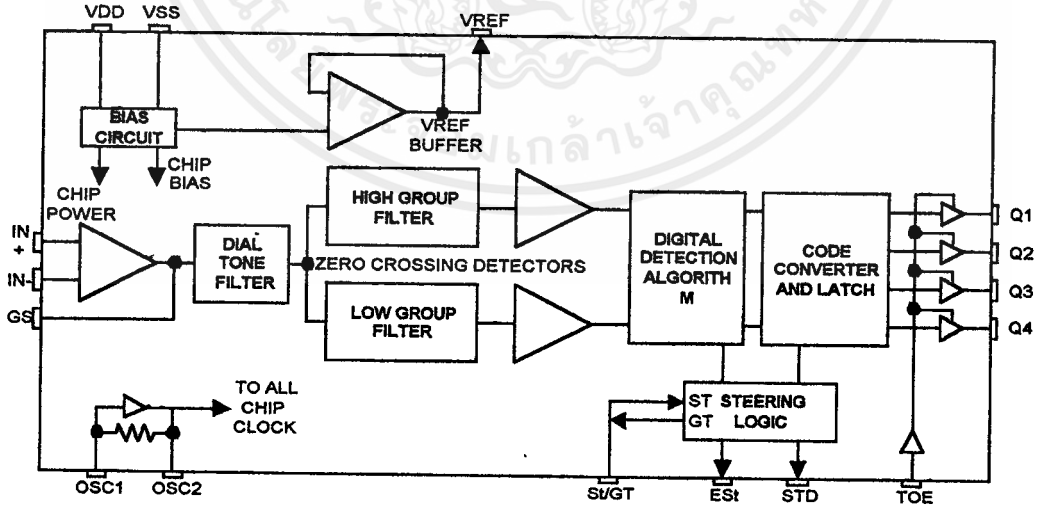
-เครื่องกันขโมย

-การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์

-ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

3.1.3 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO - CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาเข้ามา ส่วนภาคอินพุตเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาต์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

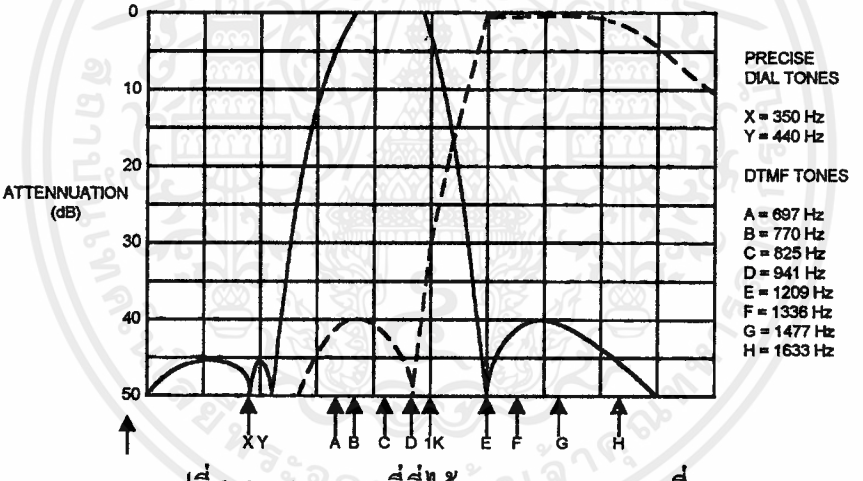
3.1.4 ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

- ภาคกรองความถี่ (filter section)
- ภาคถอดรหัส (decoder section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (steering circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (differential input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (oscillator)

3.1.5 ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาซิเตอร์ (six-order swithed capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่ 3.4 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

3.1.6 ภาคถอดรหัส

ความถี่DTMFที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตรฐานDTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้องสัญญาณที่ขา Est (early steering) ก็จะแอคทีฟ สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

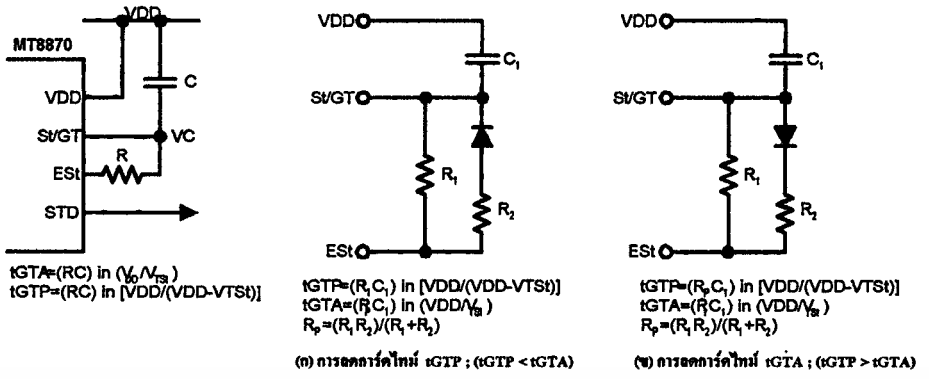
FLOW	FHIGH	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	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 3.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

3.1.7 ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาต์พุตจะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา Est จะเป็น "High" ทำให้ Vc สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุทำให้แรงดัน Vc สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย
และแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์พร้อมวิธีคำนวณ

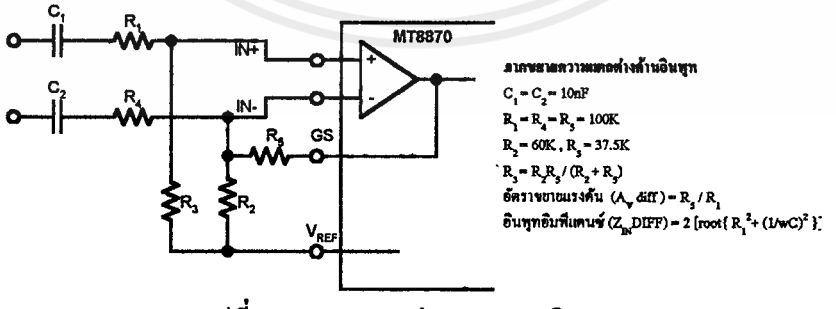
สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (gard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่ 3.5

3.1.8 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของMT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปรูปที่3.6 การต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุทซึ่งสามารถคำนวณอัตราขยายความแตกต่างของอินพุทและอิมพีแดนซ์ได้ ดังนี้

อัตราขยาย $(A_v diff) = R_5/R_1$

อินพุทอิมพีแดนซ์ $(Z_{in}\,diff) = 2[root\{R1^2 + (1/wc)^2\}]$

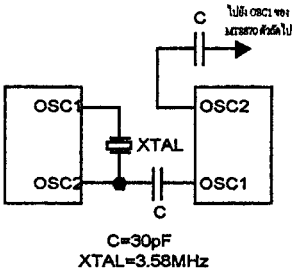


รูปที่ 3.6 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

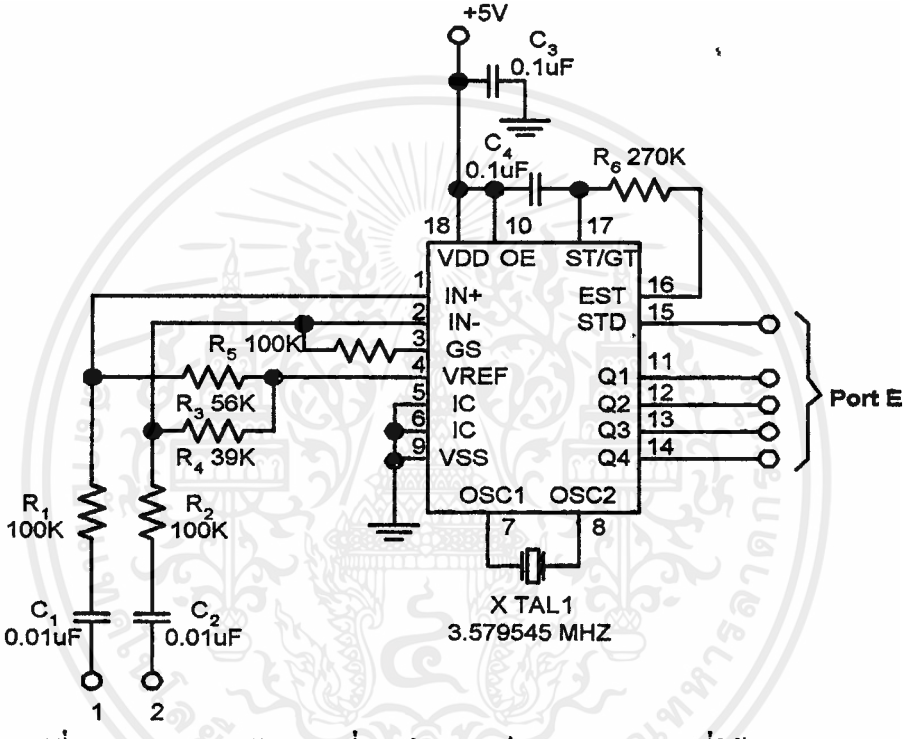
3.1.9 ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่



รูปที่ 3.8 วงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ (Tone Decoder)ที่ใช้งานจริง

เมื่อรีเลย์ต่อวงจรแล้ว วงจรจะคอยรับสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาทางขาอินพุทของ MT8870 ซึ่งจะแปลงสัญญาณที่เข้ามานี้ให้เป็นรหัสไบนารี่ขนาด 4 บิท และส่งเข้าบอร์ดควบคุม Z80180 ซึ่งจะทำการอ่านค่าสัญญาณที่เข้ามาและนำไปประมวลผลต่อไป ส่วนขา STD นั้นจะคอยเป็นตัวบอกว่ามีสัญญาณชุดใหม่เข้ามา เพราะเนื่องจากข้อมูลที่ได้ทางเอาท์พุท Q_1-Q_4 แต่ละครั้งนั้นซึ่งข้อมูลเดิมยังคงค้างอยู่

3.2 วงจรเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory)

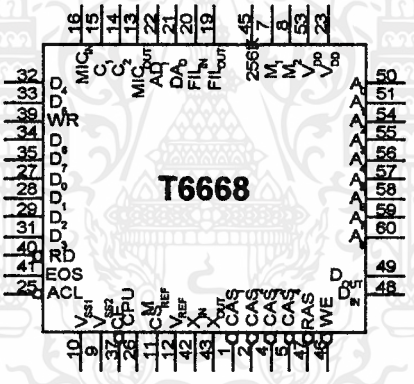
ส่วนการบันทึกข้อความจะใช้วงจรบันทึกเสียงพูดโดยใช้ไอซีดิจิตอล เป็นส่วนทำการคอยตอบรับทางโทรศัพท์ โดยการบอกขั้นตอนต่างๆเพื่อที่จะควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าทราบว่าจะปฏิบัติอย่างไรบ้าง ภาคนี้จะใช้ไอซีเบอร์ T6668 เป็นตัวบันทึกเสียงที่จะเป็นตัวคอยบอกขั้นตอนต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอซีเบอร์ T6668 เป็นของบริษัทโตชิบา มีฟังก์ชันใช้งานค่อนข้างสมบูรณ์ประยุกต์ใช้งานได้กว้าง และ สะดวก มีรูปร่างภายนอกแบบติดตั้งบนผิวหรือเซอร์เฟสเมาต์ขนาด 60 ขา ต่อกับหน่วยความจำชนิดไดมามิก (dynamic RAM) 64Kx 1 บิท หรือ 256Kx 1 บิท ได้โดยตรง 4 ตัว ใช้คริสตอลควบคุมความถี่สัญญาณ นาฬิกา สามารถเลือกบิทเรท (Bit Rate) เลือกหน้าของหน่วยความจำแยก บันทึก/เล่นกลับได้ โดย T6668 ทำหน้าที่บันทึกเสียงโดยใช้เทคนิค CVSD (Continuos variableslope Delta modulation) ระบบเดลต้า มอดูเลชั่นต่อเนื่อง ซึ่งภายใต้ตัวไอซี T6668 จะประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณ ดิจิตอล (Analog to Digital Converter) หรือA/D และส่วนของวงจรแปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนา- ล็อก(Digital to Analog Converter) หรือD/A เมื่อใช้หน่วยความจำ 256Kx1 บิท (41256) จำนวน 4 ตัว ที่บิทเรท 16K จะบันทึกได้นาน 64 วินาที

3.2.1 รายละเอียดขาใช้งานของ T6668

ไอซี T6668 เป็นไอซีชนิด CMOS LSI มี 60 ขาแบบเซอร์เฟสเมาท์ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงตำแหน่งขาต่างๆของไอซี T6668

AO-A8	: ขาแอสเดรสต่อกับแรม
DIN-DOUT	: ขาดาต้าต่อกับแรม
RAS-WE	: สัญญาณควบคุมแรม
CAS1-CAS4	: ขาเลือกแรมแต่ละตัวรวม 4 ตัว
M1-M2	: ใช้กำหนดจำนวนแรมที่ใช้ ดูจากรูปที่ 3.4
256K	: เลือกขนาดแรม ต่อกราวด์ ใช้ 4164 ต่อไฟบวกใช้ 41256
EOS	: เอาท์พุทเป็น "High" เมื่อจบข้อความที่บันทึก
MIC_{IN} –MIC_{OUT}	: อินพุทและเอาท์ของภาคขยายส่วนหน้า
AD_1-DA_0	: อินพุทสัญญาณอนาล็อกที่จะนำไปแปลงเพื่อบันทึกและ เอาท์พุทอนาลอกที่ได้จากการอ่าน
FIL_{IN}-FIL_{OUT}	: วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน
C_1-C_2	: ต่อตัวเก็บประจุภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ACL : ขารีเซ็ท (Reset) แอคทีฟ Low

X_{IN}-X_{OUT} : คริสตอลออสซิเลเตอร์ความถี่ 650 kHz

CPUM,CE : ขาสัญญาณควบคุมสำหรับอินเตอร์เฟสกับซีพียู

WR : ขาอินพุทสัญญาณควบคุมสำหรับเปลี่ยนไปโหมดการบันทึก

D_4 ,D_5 : เริ่มต้น (D_4) และหยุด (D_5) การนับของเคาน์เตอร์ภายในบันทึกและเล่นกลับ

D_6,D_7 : กำหนดบิตเรท ดูตารางที่ 3.3

D_0-D_3 : เลือกหน้าของหน่วยความจำสำหรับบันทึกแบ่งได้สูงสุด 16 หน้า ตามรหัสเลขฐานสองแต่ละหน้าไม่กำหนดความยาวแล้วแต่จะกดหยุด (D_5) เมื่อใดก็จะมีการบันทึกเอาไว้ด้วย โดยอัตโนมัติ

VDD-VSS : ขาไฟเลี้ยงและกราวด์

ชนิดและจำนวน	256K (ขา 45)	M2	M3
4164x1	0	0	0
4164x2	0	0	1
4164x3	0	1	0
4164x4	0	1	1
41256x1	1	0	0
41256x2	1	0	1
41256x3	1	1	0
41256x4	1	1	1

ตารางที่ 3.2 แสดงการกำหนดชนิดและจำนวนแรมที่ใช้

บิตเรท	D_7(ขา35)	D_6(ขา34)
8K	0	0
11K	0	1
16K	1	0
32K	1	1

ตารางที่ 3.3 แสดงตารางการกำหนดอัตราเร็วข้อมูลหรือบิทเรท

การทำงาน T6668 จะทำการรับเสียงพูดเข้ามาจากนั้นจะทำการขยายแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณ อนาลอกไปเป็นสัญญาณข้อมูลดิจิตอลแล้วไปเก็บไว้ที่ไดนามิคแรม (D-RAMs) โดยส่วนประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(CPU) ภายในจะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลจากดิจิตอลเป็นอนาลอก จะใช้อัตรา 10 บิท D/A เพื่อเปลี่ยนกับมาเป็นเสียงเช่นเดิม ในการอัดเข้าไป เราจะสามารถ เลือกอัตราเร็วได้ 4 ค่า โดยการเลือกที่ D6-D7 ดังแสดงในตารางที่ 3.3 การทดลองใช้คริสตอล 650 KHz เป็นฐานความถี่ และต่อกับแรม 256 K จำนวน 4 ตัว ทำให้ความจุ ของหน่วยความจำเพิ่มขึ้นเป็น 1 Mbit การบันทึกเสียง เมื่อเราทำการบันทึกเสียงที่อัตราเร็วค่าใดค่าหนึ่งเสร็จแล้ว เราสามารถเรียกออกมาฟัง ในอัตราเร็วอื่นได้ ทำให้สามารถเร่งหรืออัตราเร็วของเสียงได้ ตามต้องการ ถ้าเราต้องการบันทึกเสียงสูงๆ ให้ได้ผลดีควรจะใช้อัตราเร็วสูงๆ ในการบันทึกด้วย จึงจะทำให้เสียงที่บันทึกออกมาดี

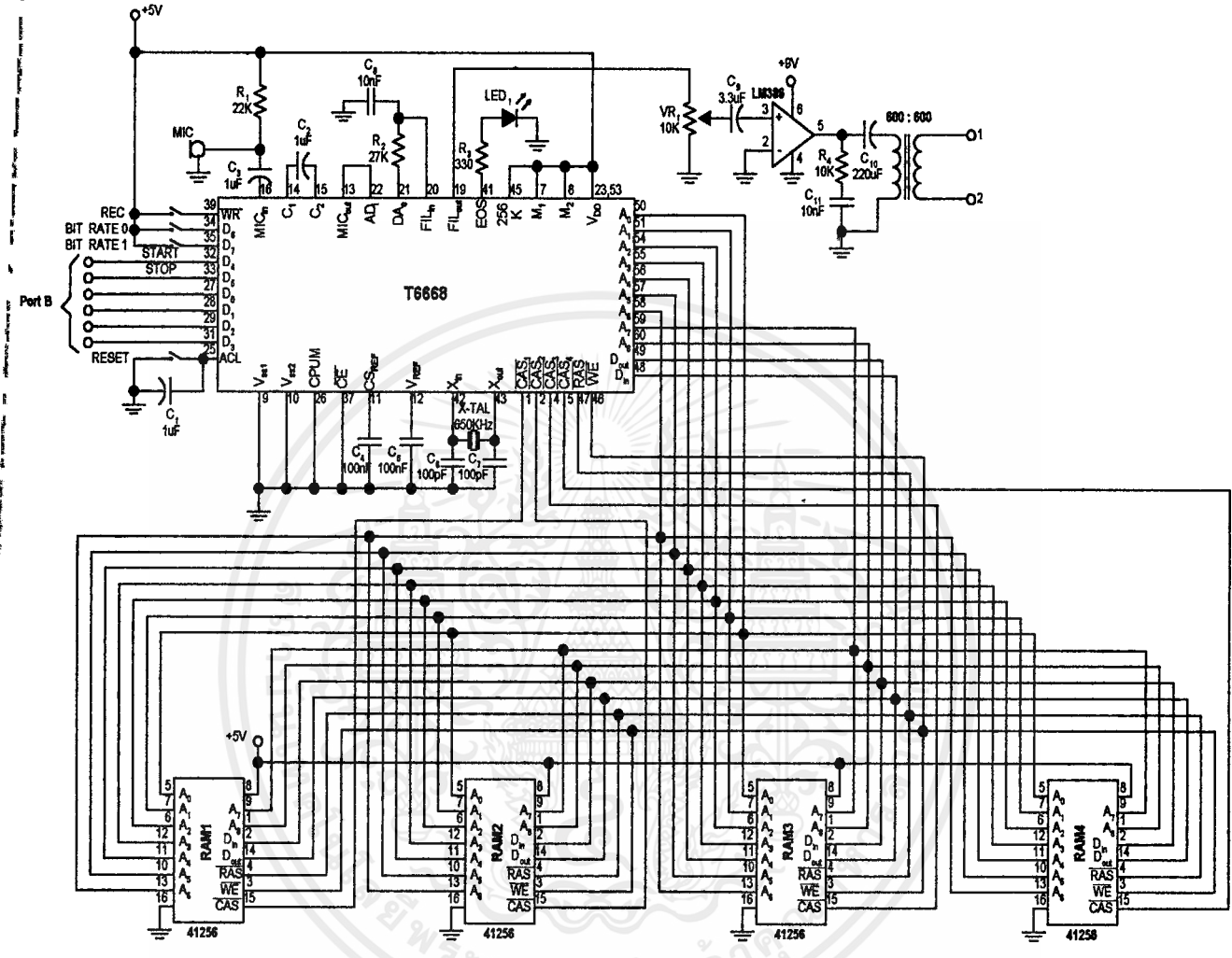
3.2.2 หน่วยความจำ

T6668 สามารถเลือกใช้หน่วยความจำได้ 2 ขนาดคือ 64K D-RAMs หรือ 256K D-RAMs โดยการเลือกที่ขา 45 ของไอซี (ที่เขียนไว้ว่า 256K) ถ้าต้องการต่อ D-RAMs 256K ให้กับไอซี T6668 จะต้องต่อขา 45 กับไฟบวก แต่ถ้าต้องการต่อ D-RAMs 64K ต้องต่อขา 45กับกราวด์

ชนิดของแรม	256K	M_2	M_1	แอดเดรสที่หยุด
64K DRAMตัวที่1	0	0	0	0FFFFH
64K DRAMตัวที่2	0	0	1	1FFFFH
64K DRAMตัวที่3	0	1	0	2FFFFH
64K DRAMตัวที่4	0	1	1	3FFFFH
256K DRAMตัวที่ 1	1	0	0	3FFFFH
256K DRAMตัวที่ 2	1	0	1	7FFFFH
256K DRAMตัวที่ 3	1	1	0	BFFFFH
256K DRAMตัวที่ 4	1	1	1	FFFFFH

ตารางที่ 3.4 แสดงการต่อขา 256K ขา M_1 ขา M_2 และตำแหน่งแอดเดรสที่หยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

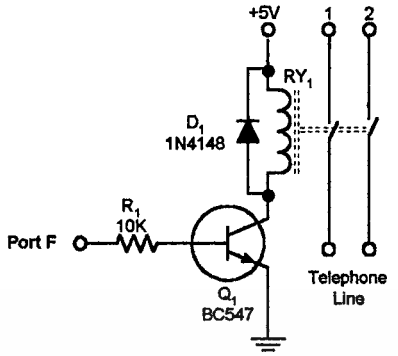


รูปที่ 3.10 วงจรเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory)ที่ใช้งานจริง

3.3 วงจรยกหูและวางหู (Control Handset)

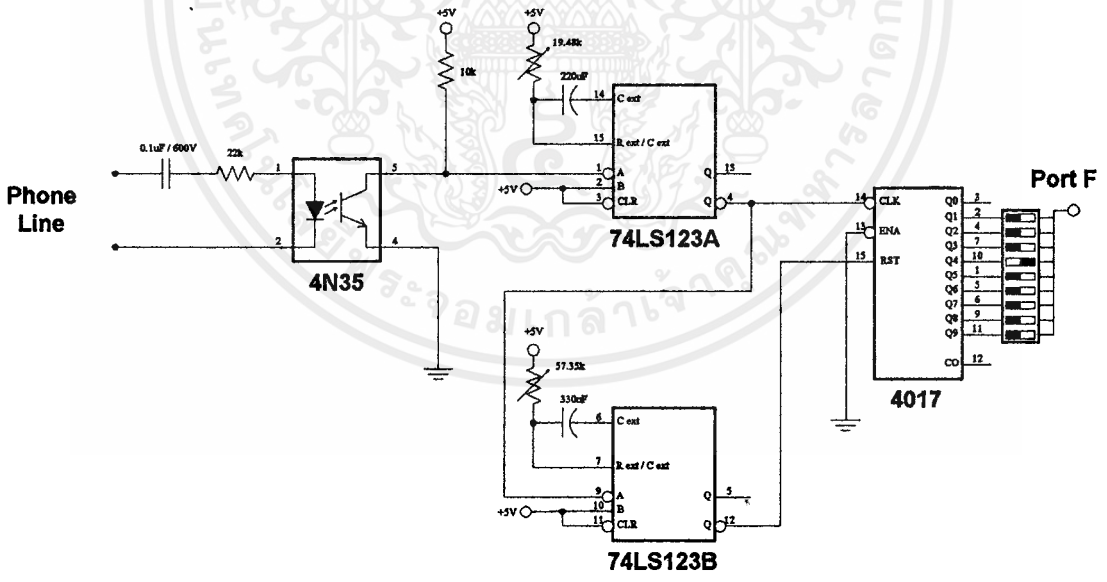
ส่วนนี้จะทำหน้าที่เสมือนยกหูโทรศัพท์เมื่อครบจำนวนครั้งของสัญญาณกริ่งที่ตั้งไว้ โดยการควบคุมจากส่วนประมวลผล ในการยกหูโทรศัพท์เป็นการเลียนแบบการยกหูโทรศัพท์จริงโดยการใช้ทรานฟรอเมอร์แมทช์ชิ่งค่า 600 โอห์ม มาต่อที่คู่สายโทรศัพท์ (Telephone Line) โดยจะใช้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรยกหูและวางหู (Control Handset)

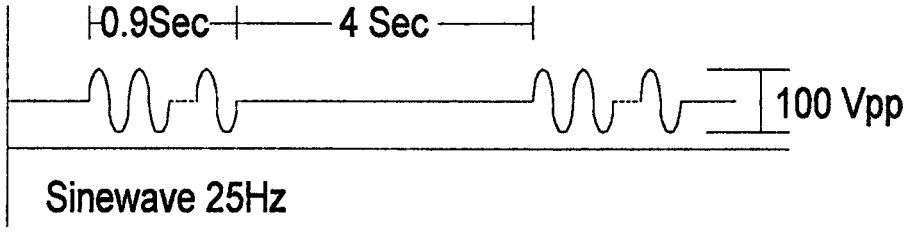
3.4 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor)



รูปที่ 3.12 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor)

จากสัญญาณเรียกของโทรศัพท์ โดยเสียงกริ่งจะมีแรงดันประมาณ 100 Vpp เป็นเวลาประมาณ 1 วินาที และหยุดเป็นเวลาประมาณ 4 วินาที โดยสัญญาณเรียกจะเป็นรูปซายน์เวฟ ประมาณ 25 Hz ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone)

โดยสัญญาณจะผ่านตัวเก็บประจุค่า 0.1 ไมโครฟารัด เพื่อป้องกันกระแสตรงผ่านเข้ามาที่ออปโต้ และจะถูกลดสัญญาณ โดยตัวต้านทาน 22k และผ่านเข้าขาอินพุทของออปโต้ ในขณะเดียวกันสัญญาณก็จะถูกเร็คติไฟล์ด้วย โดยเอาท์พุทของออปโต้ที่ได้จะเป็นบวก 5 โวลท์ เนื่องจากมีตัวต้านทาน 10k ต่อไว้อยู่ ซึ่งกราฟสัญญาณเอาท์พุทในขณะที่มีสัญญาณกริ่งจะมีลักษณะดังรูป 3.14

รูปที่ 3.14 แสดงสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ที่ได้จากออปโต้

จะเห็นว่าเอาท์พุทของออปโต้ เป็นอินเวอติ้ง ดังนั้นจะต้องป้อนสัญญาณเข้าที่ขา 1 ของไอซี 74LS123A และขา2 และขา3 จะต่อกับแรงดับบวก 5 โวลท์เพื่อให้ไอซีผลิตสัญญาณออกได้ จากเอาท์พุทของออปโต้ซึ่งเป็นพัลส์หลายพัลส์ เราจะนำมาทำให้เป็นพัลส์เดี่ยวเพื่อป้อนให้เคาท์เตอร์ โดยการใช้ไอซีโมโนสเตเบิล คือ ไอซี 74LS123A โดยกำหนดค่าความยาวพัลส์ได้จาก Rext และ Cext จากสูตร ซึ่งในขณะที่มีสัญญาณกริ่งจะมีความยาว 1 วินาที แล้วนำไปคำนวนก็จะได้พัลส์ 1 ลูกที่มีความยาว 1 วินาทีเพื่อป้อนให้กับเคาท์เตอร์ ไอซีเคาท์เตอร์จะเป็นเบอร์ CD4017 ซึ่งอินพุทต้องการสัญญาณอินเวอติ้ง ดังนั้นเราต้องนำสัญญาณเอาท์พุทโมโนสเตเบิลที่ขา 4 ไปป้อนที่อินพุทของไอซีเคาท์เตอร์

ส่วน ไอซี 74LS123B นั้นจะเห็นตัวรีเซ็ตให้กับเคาท์เตอร์เมื่อฝ่ายโทรเป็นผู้วางหูก่อน โดยจะอาศัยหลักการของโมโนสเตเบิลเช่นเดียวกัน เช่นเมื่อมีเสียงเรียกเข้ามา 1 วินาที และว่าง 4 วินาที และดังอีก 1วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปเรื่อย ๆ และถ้าเราสังเกตุว่าถ้าเกิดการวางหูก่อนก็จะไม่มีสัญญาณ 1 วินาทีหลัง และจะมีแค่สัญญาณดังใน 1 วินาทีแรกและหยุด 4 วินาทีหลังรวมเป็น 5 วินาที ดังนั้นถ้าเริ่มต้นเราให้โมโนสเตเบิลผลิตสัญญาณเกิน 5 วินาทีแรกประมาณ 1 วินาที ซึ่งโมโนสเตเบิล 74LS123B นั้นต้องการสัญญาณอินเวอติ้ง ดังนั้นเมื่อไม่มีสัญญาณหลังจาก 5 วินาที จะทำให้ไอซี 74LS123B ส่งสัญญาณไปรีเซ็ตไอซีเคาท์เตอร์ในขณะเดียวกันไอซี 74LS123A จะหยุดนับสัญญาณ และถ้ามีสัญญาณใน 5 วินาทีหลัง ไอซีโมโนสเตเบิลก็จะไม่ส่งสัญญาณไปรีเซ็ตไอซีเคาท์เตอร์

การคำนวณสัญญาณกริ่ง

จากสูตร

$$Tw = 0.28 \times (Rex) \times (Cext)$$

โดยที่ Tw = ความกว้างของพัลส์ (นาโนวินาที)

Rext = ค่าความต้านทานที่ต่อกับไอซีเพื่อให้ได้พัลส์ตามต้องการ (กิโลโอห์ม)

Cext = ค่าตัวเก็บประจุที่ต่อกับไอซีเพื่อให้ได้พัลส์ตามต้องการ (พิโก้ฟารัด)

คำนวณ 74LS123A

ต้องการความกว้างของพัลส์ 1.2 วินาที

$$1.2 \times 10^{9} = 0.28 \times (Rext) \times 220 \times 10^{6}$$

$$Rext = 19.48 \text{ กิโลโอห์ม}$$

คำนวณ 74LS123B

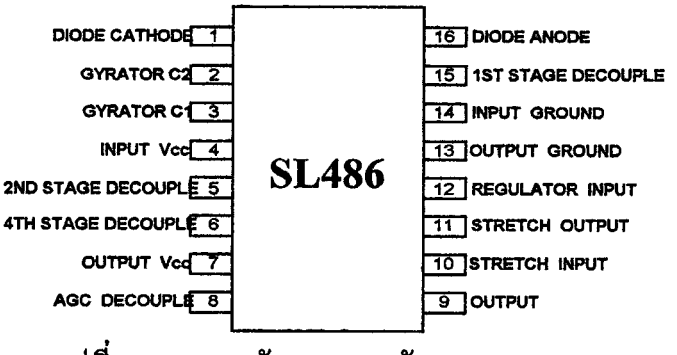
ต้องการความกว้างของพัลส์ 5.2 วินาที

$$5.2 \times 10^{9} = 0.28 \times (Rext) \times 330 \times 10^{6}$$

$$Rext = 56.27 \text{ กิโลโอห์ม}$$

3.5 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรด

3.5.1 ไอซี SL486 ปรีแอมป์อินฟราเรดรีโมทคอนโทรล ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ใน

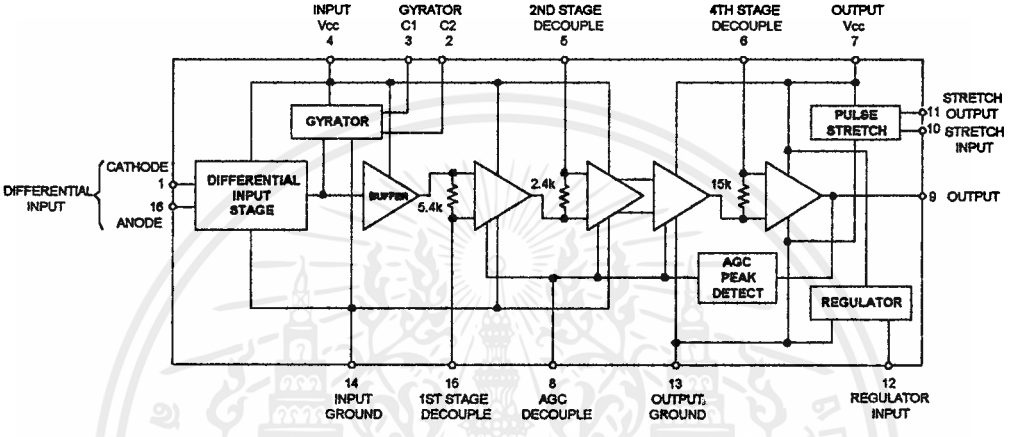


รูปที่ 3.15 แสดงลักษณะการจัดขาของ SL486

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคปรีแอมป์ของอินฟราเรดรีโมทคอนโทรล โดยออกแบบให้ใช้ร่วมกับไดโอดอินฟราเรด ซึ่งอาศัยสัญญาณดิจิตอลทางด้านอินพุทไปควบคุมวงจรภาครับ วงจรภายใน SL486 ประกอบด้วยวงจรพื้นฐาน 2 ส่วนคือ

1. วงจรกำหนดสัญญาณเอาท์พุท
2. วงจรควบคุมแรงดัน



รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างภายในของ SL486

คุณสมบัติของ SL 486

-มีอัตราการปรับสัญญาณอัตโนมัติที่รวดเร็วแม้ในสภาวะแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวน

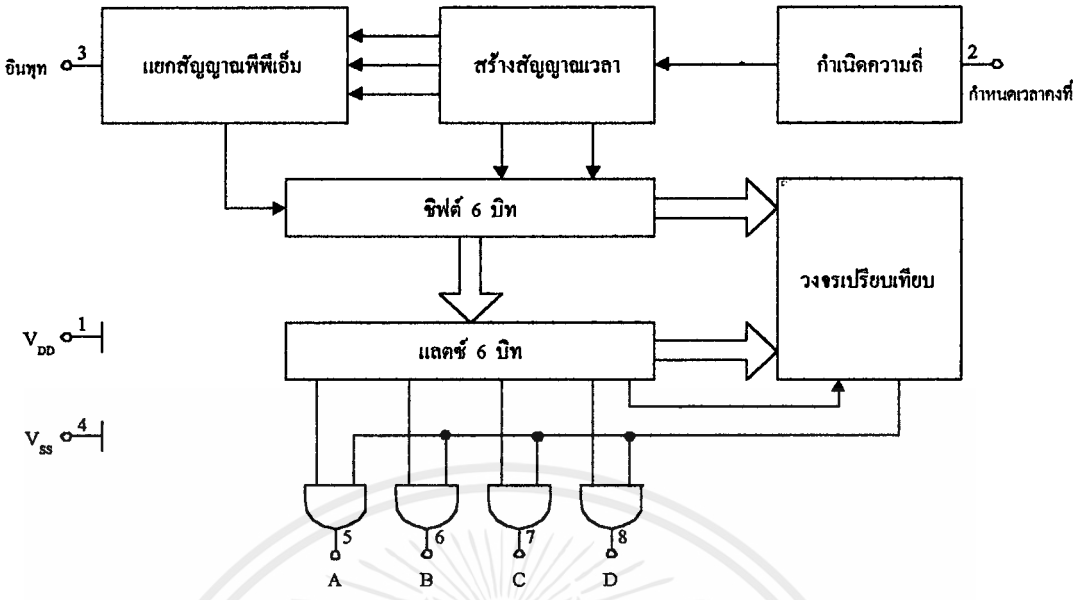
-แยกความแตกต่างระหว่างอินพุทและลดสัญญาณรบกวนเพื่อให้มีความเที่ยงตรงสูง

-รักษาระดับการทำงานของวงจร ต่อสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสง

-สัญญาณรบกวนทางด้านเอาท์พุทต่ำ

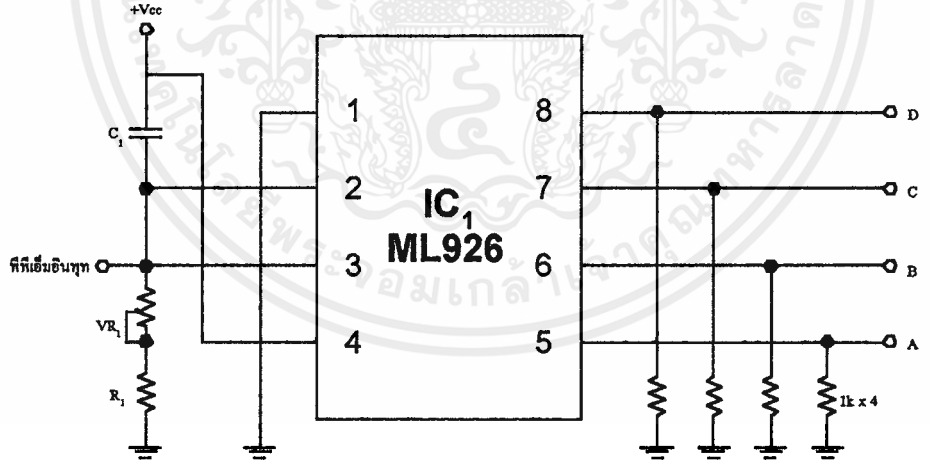
3.5.2 ไอซี ML926 การดีมอดูเลทสัญญาณพีพีเอ็มที่ได้จากเอาท์พุทของไอซี SL486 สามารถทำได้ด้วยไอซีสำเร็จรูปในตระกูล ML920 เช่น ML920, ML922, ML926 และ ML927 เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการใช้ฟังก์ชั่นควบคุมครบ 32 ช่องสัญญาณ จากวงจรส่งสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ ML926

ใช้ไอซีเบอร์ ML922 ได้เพียงตัวเดียวหรือจะใช้ไอซี ML926 ร่วมกับ ML927 ซึ่งไอซีแต่ละตัวจะดีมอดูเลทสัญญาณออกมาได้ 16 ช่อง สัญญาณเท่านั้น โดย ML926 จะทำงานเมื่อบิต E เป็น 0 และ ML927 ทำงานเมื่อบิต E เป็น 1



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนดีมอดูเลท

การทำงานของไอซี ML926 จากวงจรในรูปที่3.18 ถูกกำหนดด้วยสัญญาณนาฬิกาภายในที่มีค่าความถี่ที่หาได้จากสมการต่อไปนี้

$$f = 1 / \{0.15\ C_1(VR_1+R_1)\}$$

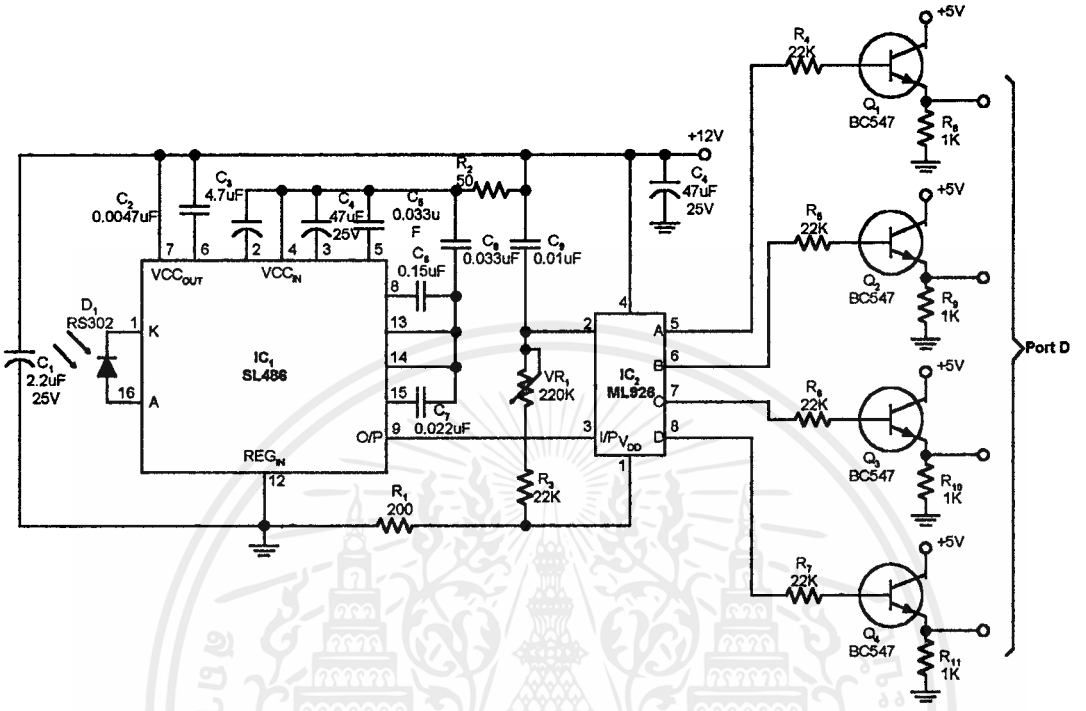
เมื่อค่าของตัวต้านทานและตัวเก็บประจุมีหน่วยเป็นโอห์มและฟารัดตามลำดับและค่าของความต้านทาน VR_1 รวมกับ R_1 ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 2-200 กิโลโอห์ม

ค่าความถี่ f ของวงจรรับนี้ต้องมีความสัมพันธ์กับความถี่ในวงจรส่งโดยกำหนดจาก

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = 40 / t_o$$

เมื่อ t_o เป็นคาบเวลาของข้อมูลบิตที่เป็น “0” ในสัญญาณพีพีเอ็ม



รูปที่ 3.19 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรล (R-Receiver)

การคำนวณหาค่า VR_1 ของรูปที่ 3.19

กำหนด $t_o = 9$ mS , $f = 40 / t_o = 4.44$ KHz , $C_1 = 0.01$ uF

จากสูตร

$$f = 1 / \{0.15\ C_1(VR_1+R_1)\}$$

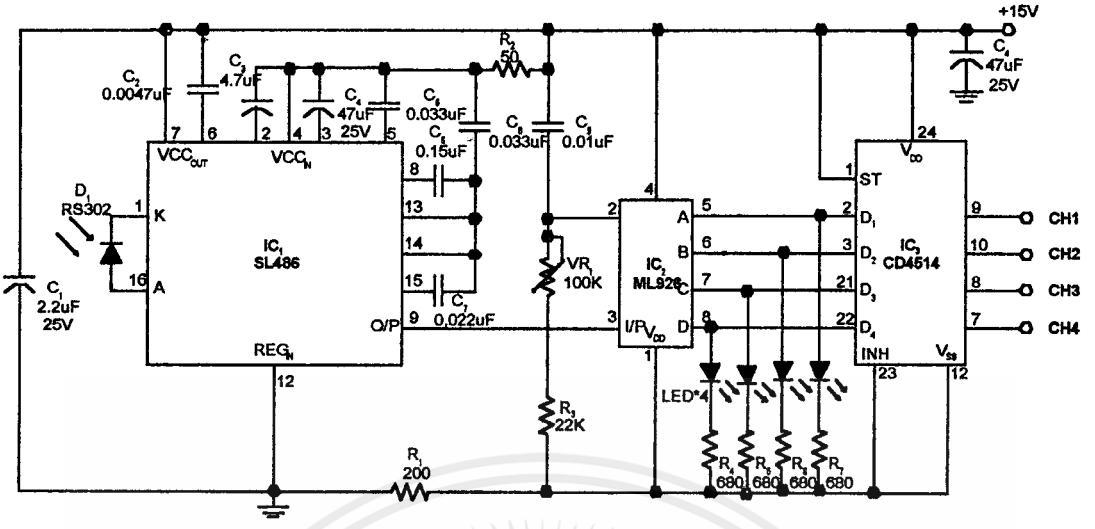
$$4.44 \times 10^3 = 1 / \{0.15 \times 0.01 \times 10^{-6} \times (VR_1+R_1)\}$$

$$VR_1+R_1 = 150.15 \text{ กิโลโอห์ม}$$

ดังนั้นจะเลือกใช้ ค่า VR_1 ที่ประมาณ 220 กิโลโอห์ม

จากวงจรรูปที่ 3.19 การทำงานจะคล้ายๆกับวงจรในรูปที่ 3.20 แต่จะต่างกันตรงจะรับอินฟราเรดจากรีโมทคอนโทรลและการนำเอาท์พุทที่ได้จาก IC2 ML926 (สัญญาณไบนารี่) ไปป้อนให้กับบอร์ดควบคุมเพื่อประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 วงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากบอร์ดควบคุม (M-Receiver)

การคำนวณหาค่า VR_1 ของรูปที่ 3.20

กำหนด $t_O = 3$ mS , $f = 40 / t_O = 13.33$ KHz , $C_1 = 0.01$ uF

จากสูตร

$$f = 1 / \{0.15\, C_1(VR_1+R_1)\}$$

$$13.33 \times 10^{3} = 1 / \{0.15 \times 0.01 \times 10^{-6} \times (VR_1+R_1)\}$$

$$VR_1+R_1 = 50 \text{ กิโลโอห์ม}$$

ดังนั้นจะเลือกใช้ค่า VR_1 ที่ประมาณ 100 กิโลโอห์ม

จากวงจรรูปที่3.20 ใช้แหล่งจ่ายไฟ 15 โวลท์ เลี้ยงไอซีSL486,ML926 และ CD4514 โดยมีไอซี SL486 เป็นภาครับสัญญาณเข้ามาผ่านไดโอด RS302 รับแสงอินฟราเรดซึ่งต่อเข้ากับขา 1 และ 16 ของ SL486 ซึ่งจะดีโค้ดและขยายสัญญาณพีพีเอ็ม แล้วส่งเข้าอินพุทขา 3 ของ ML926 VR_1 100 กิโลโอห์ม ใช้สำหรับปรับความถี่ออสซิลเลเตอร์ของ ML926 ส่วนขา 5,6,7 และ 8 ของ IC_2 (ML926) เป็นเอาท์พุทสัญญาณเลขฐาน 2 ซึ่งจะแสดงผลผ่าน LED_1 - LED_4 สำหรับ IC_3 รับสัญญาณเข้ามาถอดรหัสให้ได้เอาท์พุท 15 ช่อง แต่ในการใช้งานเราจะแบ่งออกเป็น 4 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะมี 4 ช่อง และมีอยู่หนึ่งชุดที่มี 3 ช่องดังนี้

ชุดที่ 1 ประกอบด้วย ช่องที่1 , ช่องที่2 , ช่องที่3 , ช่องที่4

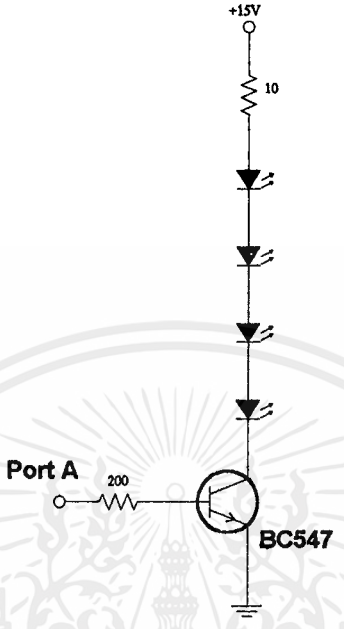
ชุดที่ 2 ประกอบด้วย ช่องที่5 , ช่องที่6 , ช่องที่7 , ช่องที่8

ชุดที่ 3 ประกอบด้วย ช่องที่9 , ช่องที่10 , ช่องที่11 , ช่องที่12

ชุดที่ 4 ประกอบด้วย ช่องที่13 , ช่องที่14 , ช่องที่15

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

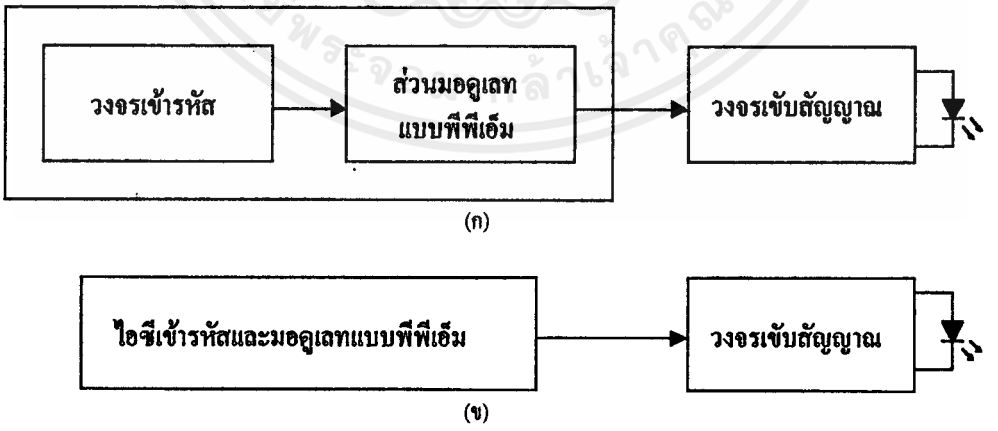
3.6 วงจรส่งสัญญาณอินฟราเรด (Main Transmitter)



รูปที่ 3.21 วงจรส่งสัญญาณอินฟราเรด (Main Transmitter)

จากวงจรรูปที่ 3.21จะรับสัญญาณที่ออกจากบอร์ดควบคุมซึ่งเป็นสัญญาณพัลส์แบบพีพีเอ็ม โดยที่ใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547 เป็นตัวขับหลอดอินฟราเรดเพื่อเป็นตัวส่งสัญญาณแสงออกไปยังตัวรับ

3.7 ส่วนของรีโมทคอนโทรล



รูปที่ 3.22 บล็อกไดอะแกรมของภาคส่ง

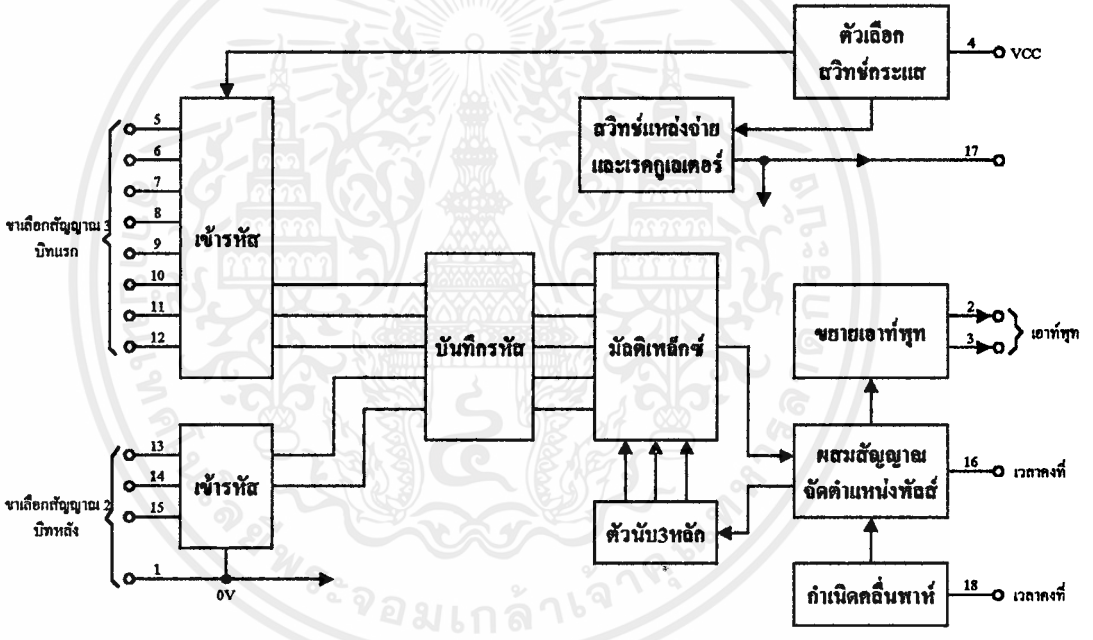
(ก) ไดอะแกรมละเอียดของภาคส่ง

(ข) ไดอะแกรมของภาคส่ง เมื่อทำการรวมวงจรเข้ารหัส และส่วนมอดูเลทเข้าด้วยกัน โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป

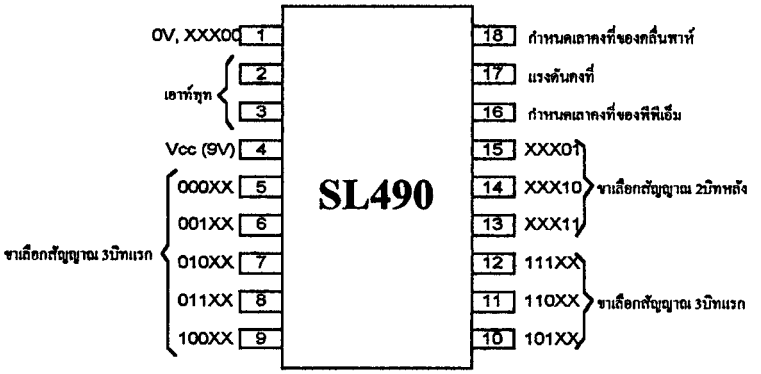
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่3.22แสดงบล็อกไดอะแกรมของวงจรในภาคส่งสัญญาณควบคุมที่ใช้แสงซึ่งประกอบด้วยวงจรเข้ารหัสทำหน้าที่จัดรูปแบบของรหัสควบคุมตามที่กำหนด จากนั้นทำการมอดูเลทให้เป็นสัญญาณพีพีเอ็มก่อนส่งไปยังวงจรขับสัญญาณเพื่อแปลงให้เป็นแสงสำหรับส่งออกไป ในทางปฏิบัติเราสามารถใช้ไอซีสำเร็จรูปซึ่งทำหน้าที่เข้ารหัสและมอดูเลทแบบพีพีเอ็มไปพร้อมกันได้เลย เช่นไอซีเบอร์ SL490 ซึ่งจะช่วยให้วงจรมีขนาดเล็กลง และลดความยุ่งยากซับซ้อนของวงจรลงได้

ไอซี SL490 เป็นไอซีที่ถูกออกแบบมาสำหรับระบบรีโมทคอนโทรลโดยเฉพาะ โดยกินกระแสไฟเพียง 6 ไมโครแอมป์ ในขณะที่ไม่มีการส่งสัญญาณลักษณะของสัญญาณพีพีเอ็มที่ได้สามารถใช้ส่งออกไปได้เลยหรืออาจรวมกับคลื่นพาห์ในแบบของสัญญาณโทน
เบิรสต์ก็ได้



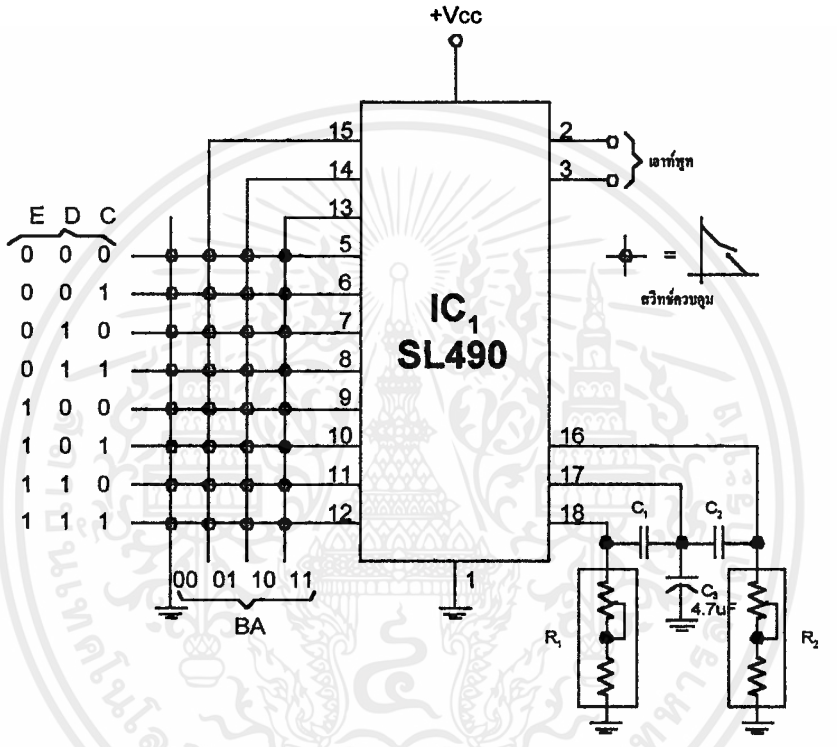
รูปที่ 3.23 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ SL490



รูปที่ 3.24 แสดงการใช้งานแต่ละขาของ SL490

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรใช้งานของไอซีSL490 แสดงดังรูปที่ 3.25 การเข้ารหัสของไอซี SL490 สามารถทำได้สูงสุดถึง 32 รูปแบบโดยการต่อสวิตช์เชื่อมกันในลักษณะเมตริกซ์แบบ 8 x 4 จากกลุ่มขาชุดแรกคือขา 5-12 กับกลุ่มขาอีกชุดคือขา 1 , 13 , 14 , 15 รหัสข้อมูลที่กำหนดมีอยู่ 5 บิตเรียงกันแบบ EDCBA โดยบิต EDC กำหนดจากขาชุดแรก และบิต BA กำหนดจากขาชุดหลัง ตัวอย่างเช่นหากกดสวิตช์เชื่อมระหว่างขา 7 กับขา 14 จะได้รหัสควบคุมออกมาเป็น 01010 เป็นต้น ในการออกแบบวงจรใช้งานเราอาจเลือกใช้สวิตช์บางตัวก็ได้

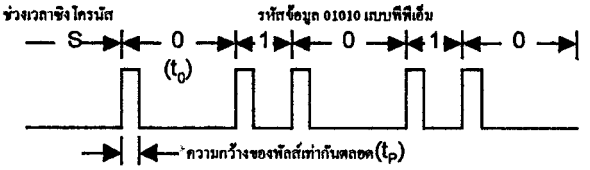


รูปที่ 3.25 วงจรใช้งานของ SL490

การส่งสัญญาณควบคุมแบบโทนเบิรสต์ สามารถทำได้จากวงจรใช้งานในรูปที่ 3.25 โดยการกำหนดค่าของ R_1 และ C_1 จากสมการ

$$f = 1 / (C_1 R_1)$$

เมื่อ f เป็นความถี่ในหน่วยของเฮิรตซ์ C_1 และ R_1 มีหน่วยเป็นฟารัด และโอห์มตามลำดับ



รูปที่ 3.26 แสดงรูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

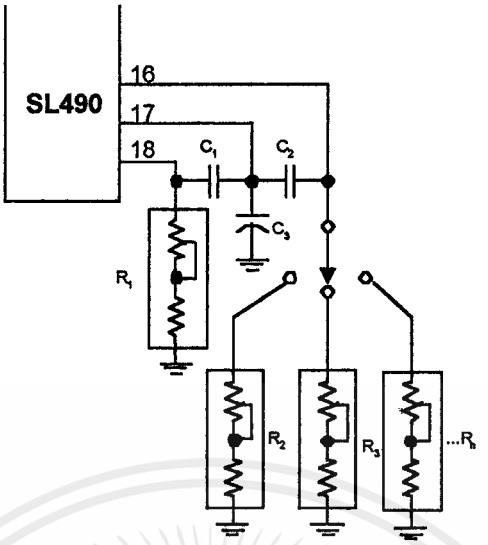
ตัวต้านทาน R_1 ควรเลือกค่าระหว่าง 20-80 กิโลโอห์ม และค่าความถี่ที่ออกแบบไม่ควรสูงกว่า 200 กิโลเฮิรตซ์ ในกรณีที่ต้องการส่งสัญญาณควบคุมโดดๆ ไม่มีคลื่นพาห์ร่วมไปด้วย ให้ถอด C_1 ออกแล้วเลือกใช้ตัวต้านทานขนาด 2.2 กิโลโอห์ม ต่อแทน R_1 คาบเวลาที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลที่เป็น "0" หรือ t_0 กำหนดด้วยค่าของ C_2 และ R_2 จากสมการ

$$t_0 = 1.4C_2R_2$$

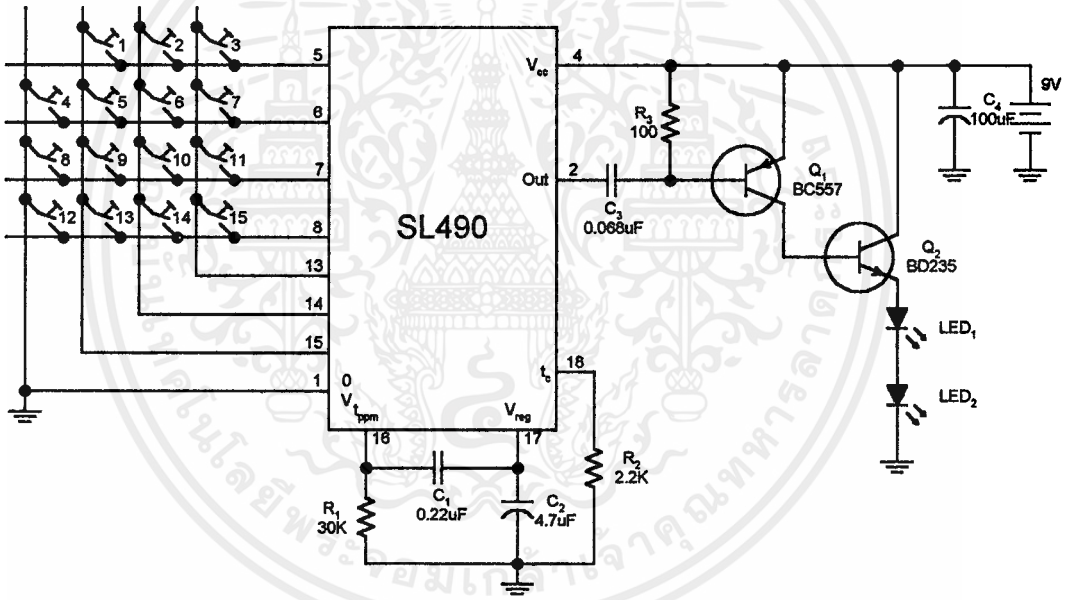
เมื่อ t_0 มีหน่วยเป็นวินาที C_2 และ R_2 มีหน่วยเป็นฟารัดและโอห์มตามลำดับ

สำหรับคาบเวลาของข้อมูลที่เป็น "1" จะถูกกำหนดอย่างอัตโนมัติให้มีค่าประมาณ 2 ใน 3 ของเวลา t_0 และในกรณีที่ชุดข้อมูลถูกส่งออกมาติดๆกัน (ซึ่งอาจเกิดจากการกดสวิตช์ค้างนานเกินไป) จะมีการสร้างช่วงเวลาซิงโครนัส(S) กั้นไว้ระหว่างชุดรหัสข้อมูล โดยคาบเวลาซิงโครนัสนี้จะมีค่าเป็น 2 เท่าของ t_0 โดยปกติค่าของ t_0 ควรออกแบบให้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 มิลลิวินาที ถึง 1 วินาทีและค่าของตัวต้านทาน R_2 ควรอยู่ระหว่าง 15-100 กิโลโอห์ม ข้อดีประการหนึ่งของไอซีเบอร์ SL490 ก็คือขณะที่ทำการกดสวิตช์ส่งสัญญาณ ชุดข้อมูลจะถูกสร้างขึ้นตามรหัสไบนารี EDCBA แล้วส่งออก หากส่งไปหมดแล้วแต่สวิตช์ยังคงถูกกดค้างอยู่ ข้อมูลชุดเดิมจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่แล้วส่งออกต่อไปอีกเรื่อยๆ โดยมีช่วงเวลาซิงโครนัส (S) เป็นตัวแยกชุดข้อมูลไว้ และหากมีการปล่อยสวิตช์ ข้อมูลในบิตที่เหลือก็ยังคงถูกปล่อยไปจนหมดแล้วจึงหยุด สัญญาณเอาท์พุทที่เป็นสัญญาณพีพีเอ็มจะถูกส่งออกมาที่ขา 2 ส่วนขา 3 เป็นเอาท์พุทของไอซีที่มีสถานภาพทางเฟสตรงกันข้ามกับสัญญาณพีพีเอ็มที่ได้จากขา 2 สัญญาณเอาท์พุทอีกอันหนึ่งเป็นสัญญาณที่ได้จากขา 17 โดยปกติขณะไม่มีการส่งสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 17 จะอยู่ในสภาวะต่ำและเมื่อมีการกดสวิตช์ส่งสัญญาณเอาท์พุทนี้จะอยู่ในสภาวะสูง ข้อสังเกตในกรณีที่เราต้องการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่นเพิ่มเติมโดยที่รายละเอียดของฟังก์ชั่นการควบคุมยังคงใช้สวิตช์เครื่องส่งตัวเดิมอาจทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงคาบเวลาของข้อมูลให้ต่างออกไป โดยการเพิ่มค่าความต้านทานของ R_3 หรืออาจทำเป็นสวิตช์เลือกได้ดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 แสดงการเปลี่ยนแปลงคาบเวลาของข้อมูล



รูปที่ 3.28 วงจรรีโมทคอนโทรลที่ใช้งานจริง

การคำนวณหาค่า R_1 ของรูปที่ 3.28

กำหนด $t_o = 9$ mS , $f = 40 / t_o = 13.33$ KHz , $C_1 = 0.22$ uF

จากสูตร

$$t_o = 1.4\, C_1 R_1$$

$$9 \times 10^{-3} = 1.4 \times 0.22 \times 10^{-6} \times (R_1)$$

$$R_1 = 29.22 \text{ กิโลโอห์ม}$$

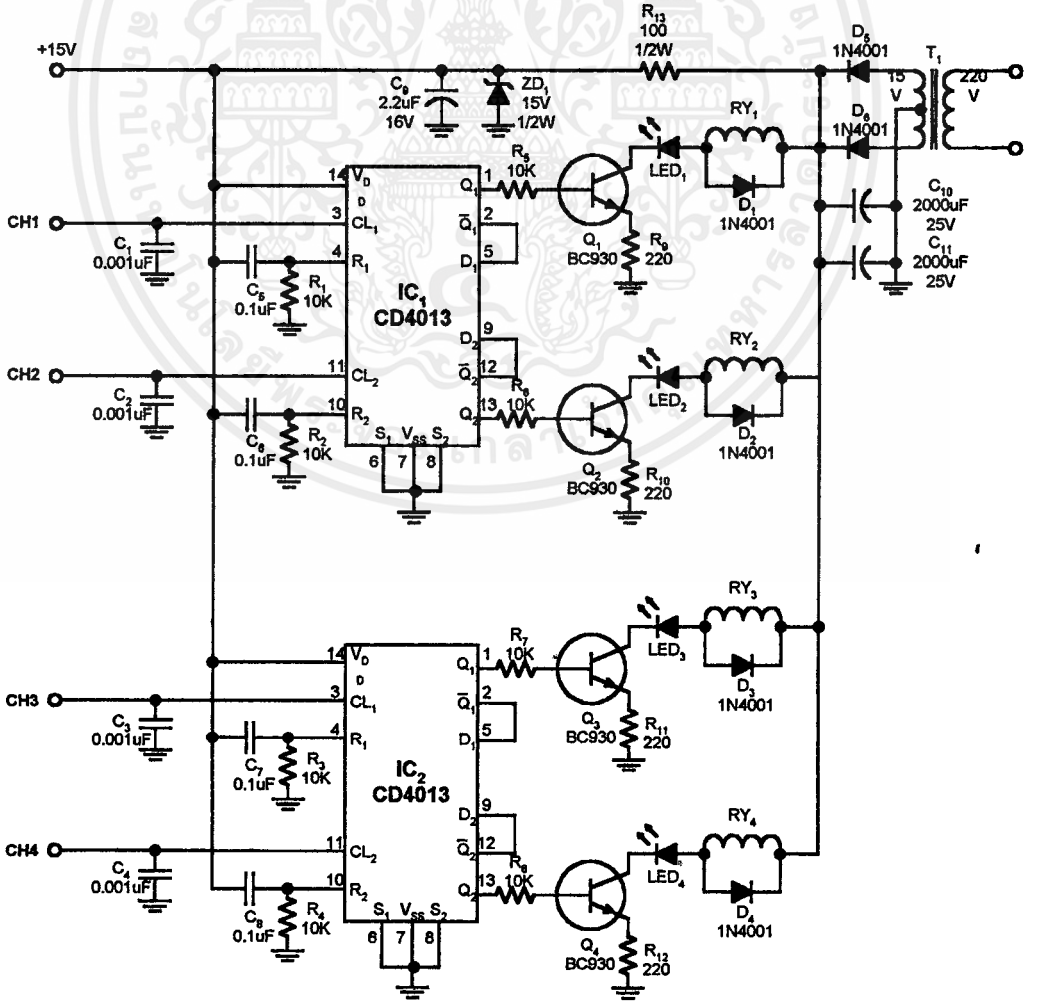
ดังนั้นจึงใช้ค่า R_1 ประมาณ 30 กิโลโอห์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรรูปที่ 3.28 จะใช้ไฟเลี้ยง 9 โวลท์ ป้อนเข้าขา 4 ของ SL490 และเป็นไฟเลี้ยงให้ Q_1 และ Q_2 เมื่อขา 2 ให้สัญญาณเอาท์พุทเป็นไบแอสสำหรับ Q_1 เพื่อขับ Q_2 ให้ทำงาน LED_1 และ LED_2 จะส่งพัลส์อินฟราเรดออกมาโดยมี R_1, R_2, C_1, C_2 เป็นตัวกำหนดความถี่คลื่นพาห์

3.8 วงจรขับรีเลย์ (Driver)

วงจรภาคขับรีเลย์ใช้ CD4013 ซึ่งเป็นไอซีฟลิปฟลอปสามารถขับรีเลย์ได้ 2 ตัว ช่องสัญญาณ 15 ช่องใช้ CD4013 ทั้งหมด 8 ตัว เมื่อสัญญาณอินพุทช่องที่ 1 ถูกส่งออกมา (ขา 3 ของ CD4013) สัญญาณเอาท์พุทของช่องที่ 1 ก็จะให้ไปแอสแก่ Q_1 เบอร์ BC930 ทำให้รีเลย์ 1 ทำงาน LED_1 จะสว่างเพื่อแสดงว่ารีเลย์ 1 ทำงานอยู่ ช่องอื่นๆ ก็เช่นเดียวกัน C_1,C_2 ใส่เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน ส่วน T_1 ,D_5 , D_6 ,C_9 ,C_{10} ,C_{11} , R_{13} และ ZD_1 เป็นส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟตรงสำหรับภาคขับรีเลย์และวงจรรับสัญญาณอินฟราเรดจากหน่วยควบคุม (Receiver From Main Transmitter)



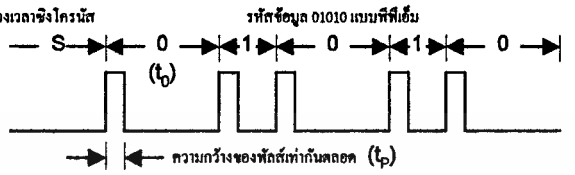
รูปที่ 3.29 วงจรขับรีเลย์ (Driver)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

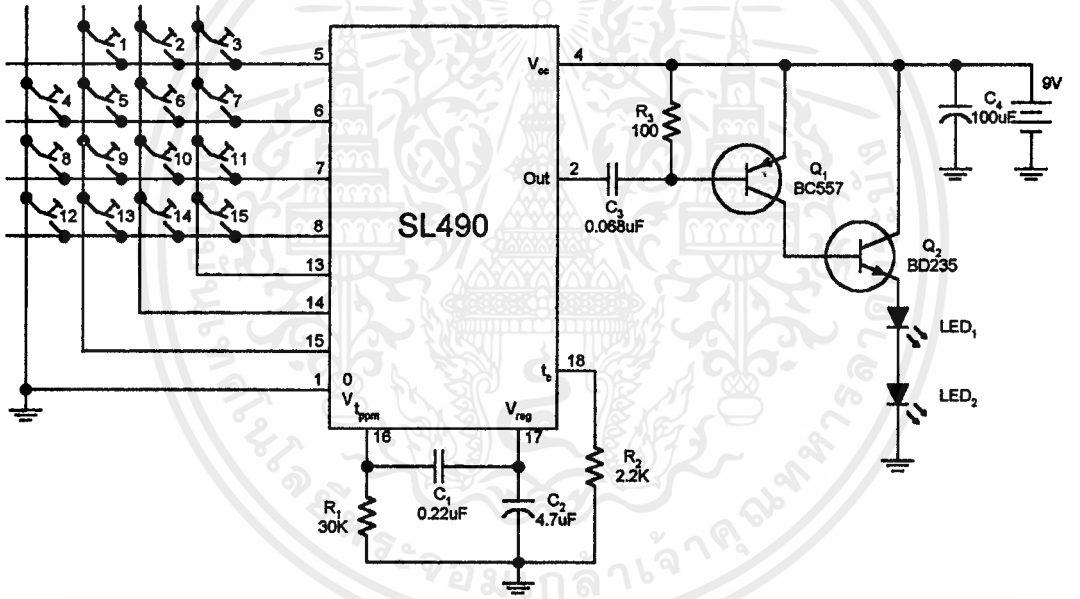
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองวัดสัญญาณเอาท์พุทของรีโมทคอนโทรล



รูปที่ 4.1 แสดงรูปแบบของสัญญาณพีพีเอ็ม



รูปที่ 4.2 วงจรรีโมทคอนโทรล

จากรูปที่ 4.2 เราจะทำการเลือกกดสวิทช์เป็นบางช่อง แล้วทำการวัดสัญญาณเอาท์พุท

สูตรการคำนวณ

$$t_0 = 1.4C_1R_1 , t_1 = (2/3)t_0 , S = 2t_0 , f = 40/t_0$$

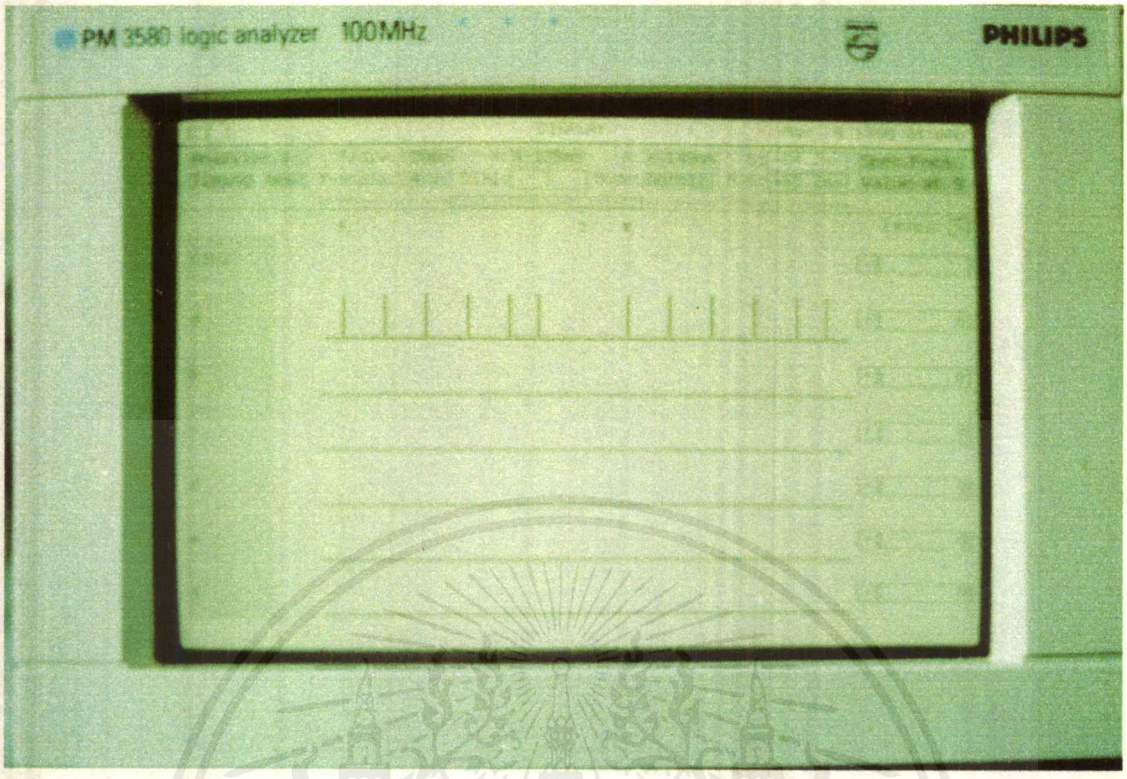
ค่าที่คำนวณได้

$$t_0 = 9240 \text{ uS} , t_1 = 6160 \text{ uS} , S = 18.48 \text{ mS} , f = 4.33 \text{ kHz}$$

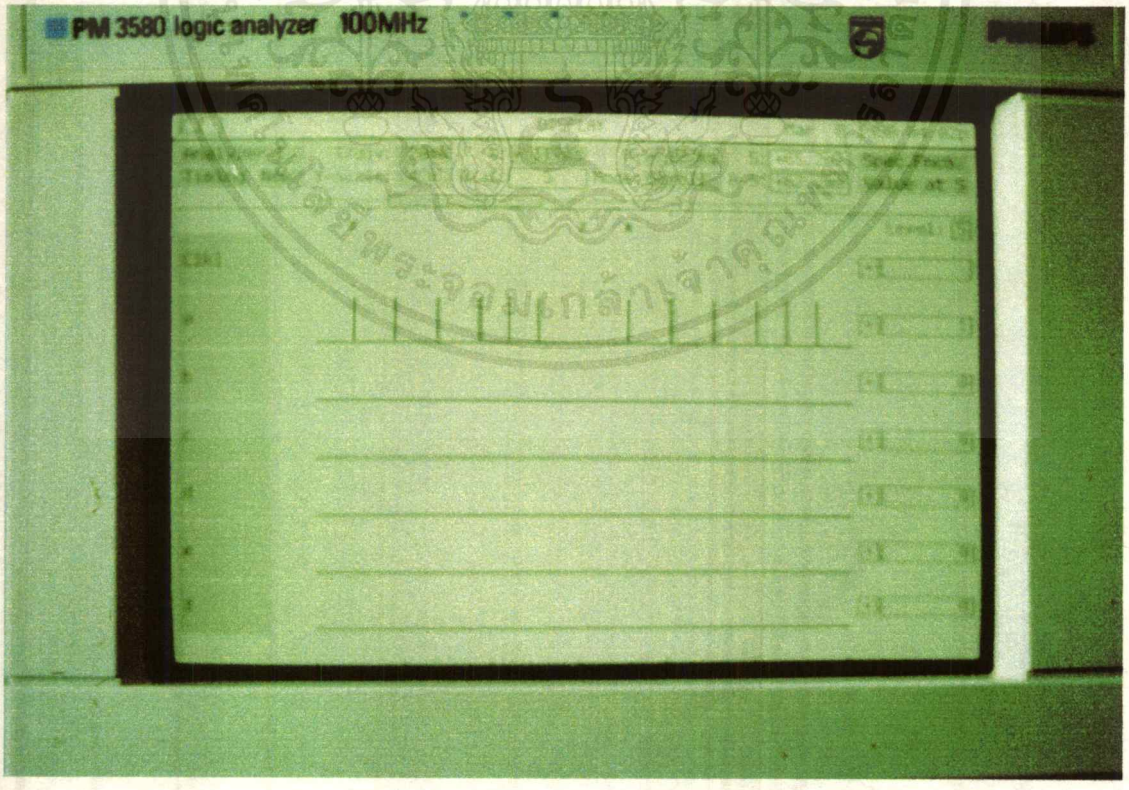
ค่าที่วัดได้

$$t_0 = 9000 \text{ uS} , t_1 = 6043 \text{ uS} , S = 18.7 \text{ mS} , f = 4.44 \text{ kHz}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

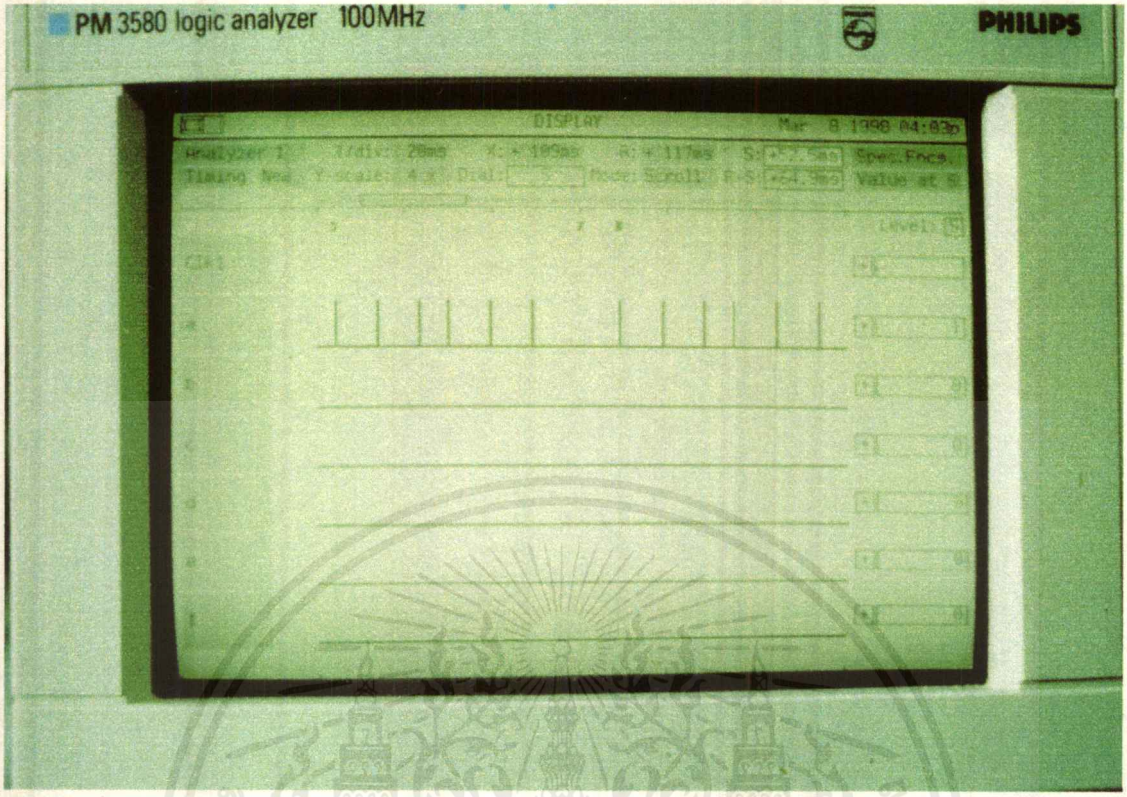


รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00001

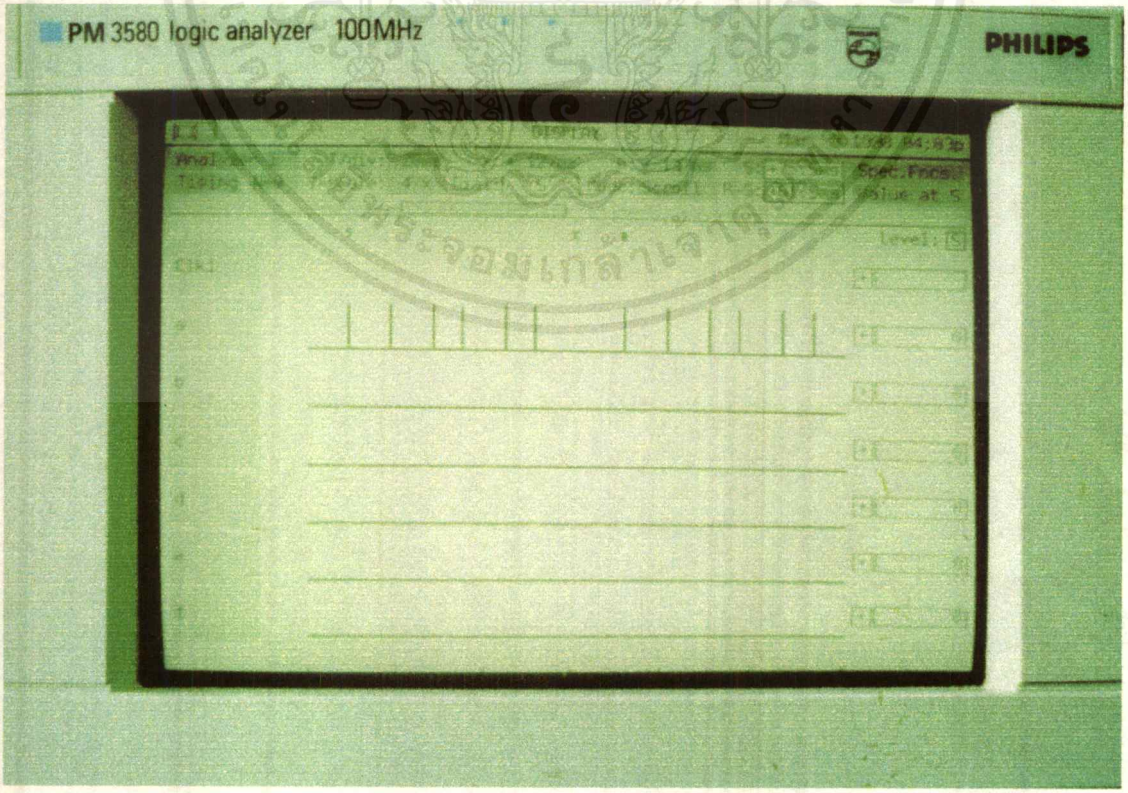


รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00100



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

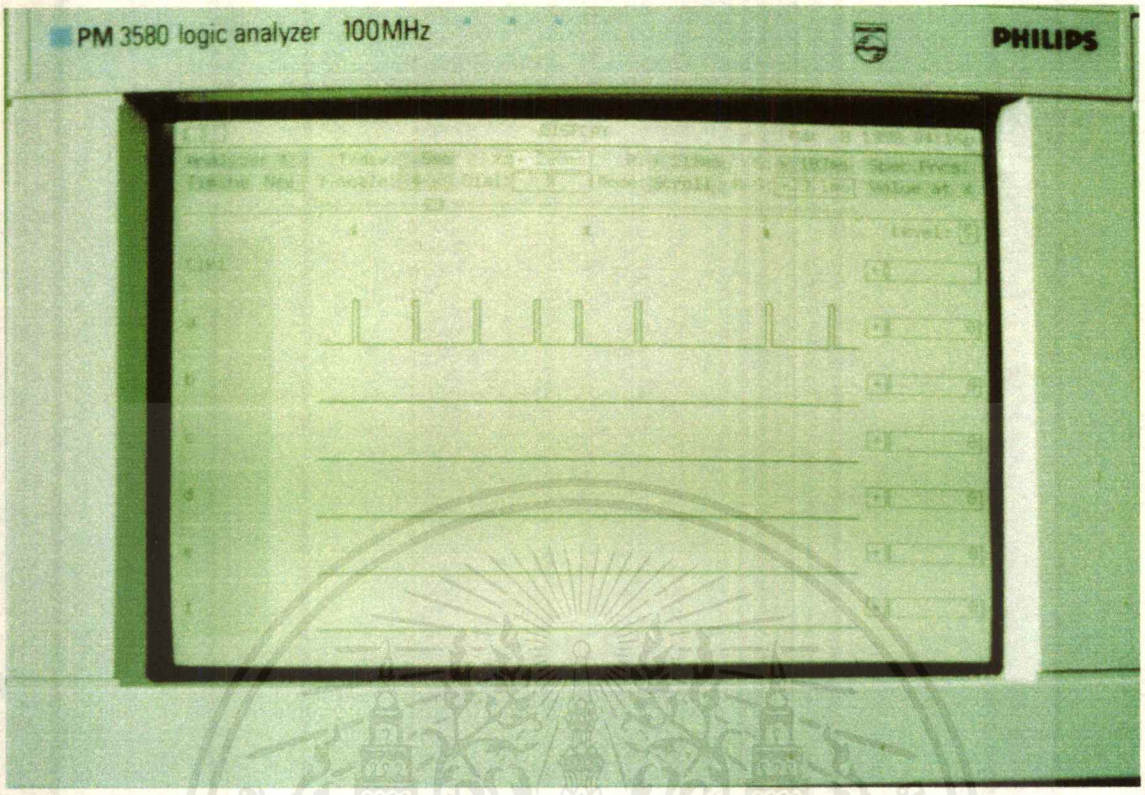
4.2 การทดลองวัดสัญญาณพีพีเอ็มจากบอร์ดควบคุมที่ผลิตออกมา

ทำการทดลองโดยให้โปรแกรมเริ่มทำงานแล้ววัดสัญญาณที่เอาท์พุท

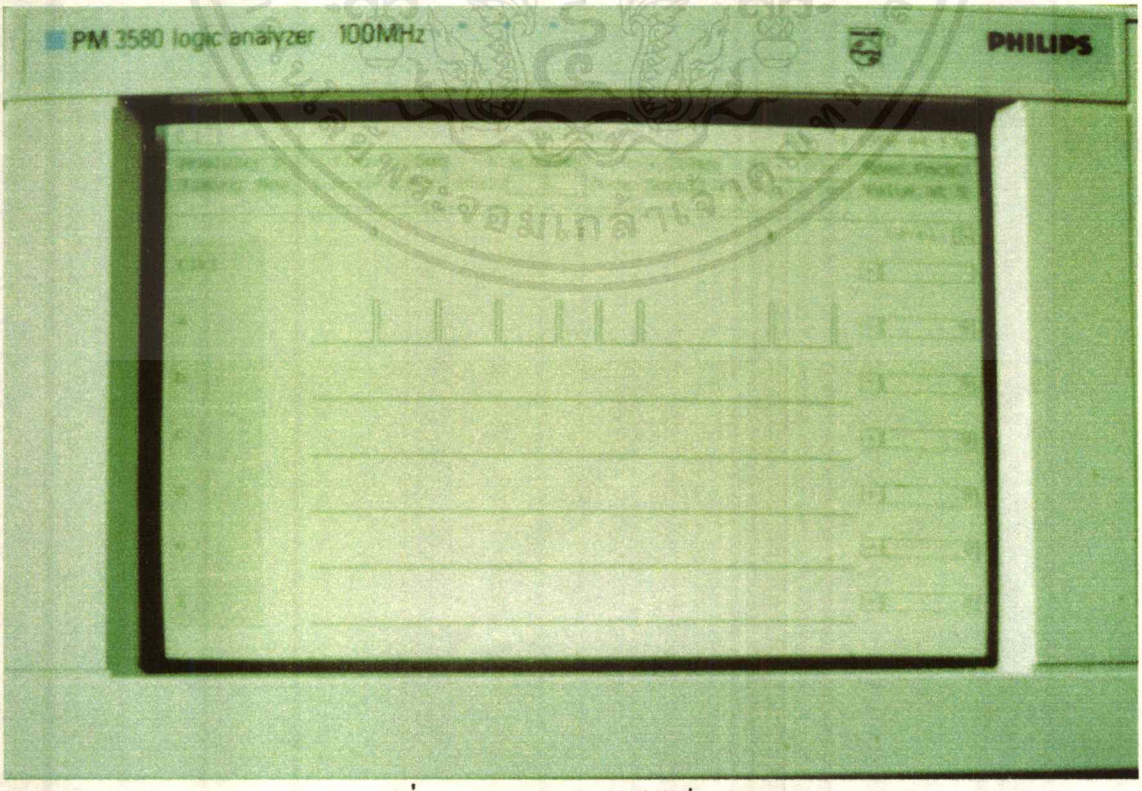
$t_0 = 3158$ uS , $t_1 = 2036$ uS , $t_p = 251$ uS , S = 7043 mS , f = 12.67 kHz

รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

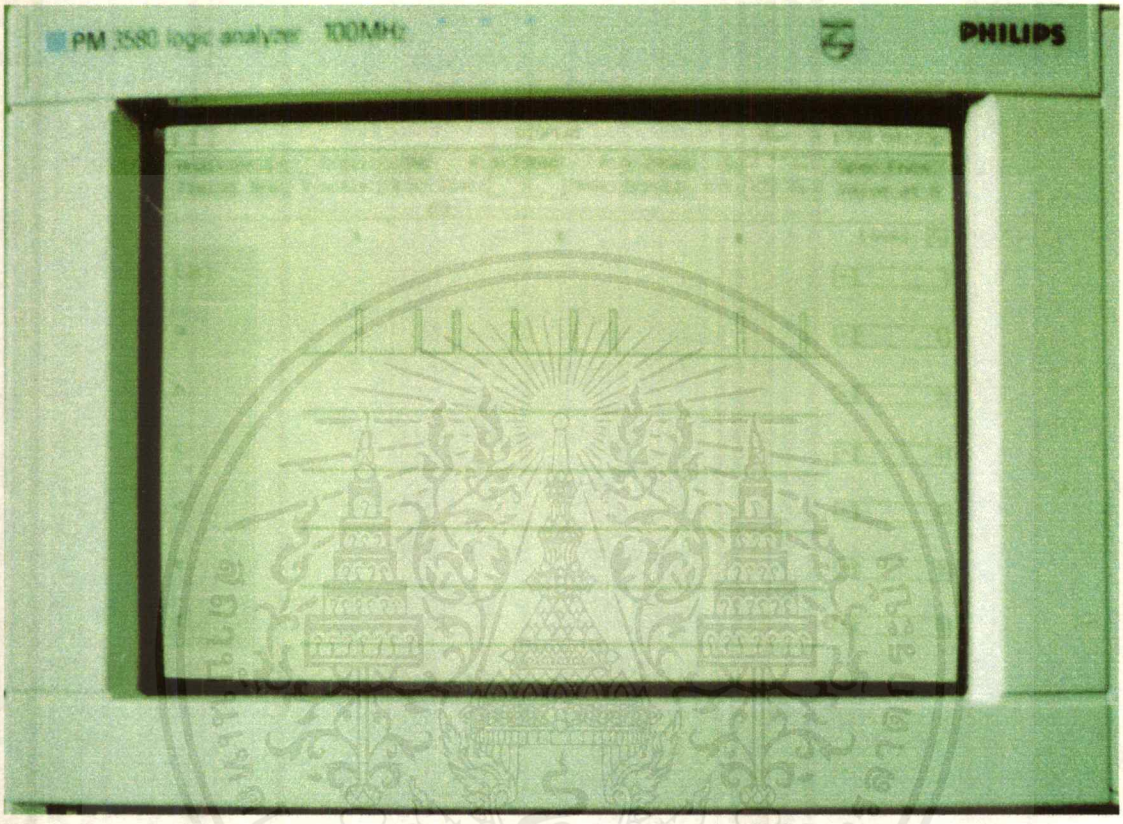


รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00010



รูปที่ 4.9 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 00011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

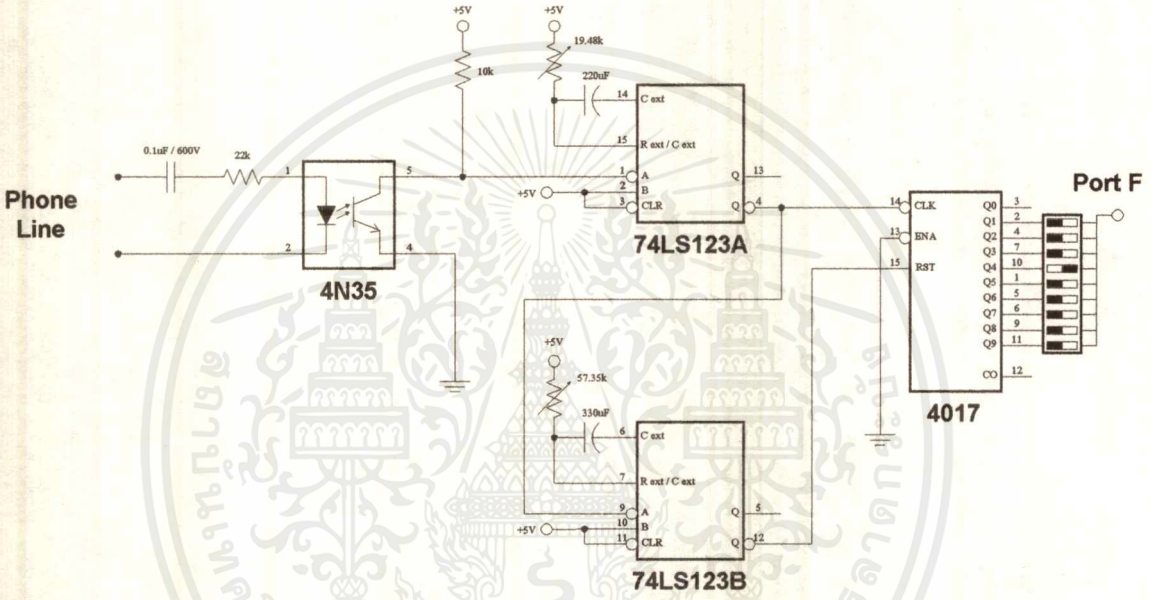


รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณพีพีเอ็ม 01001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

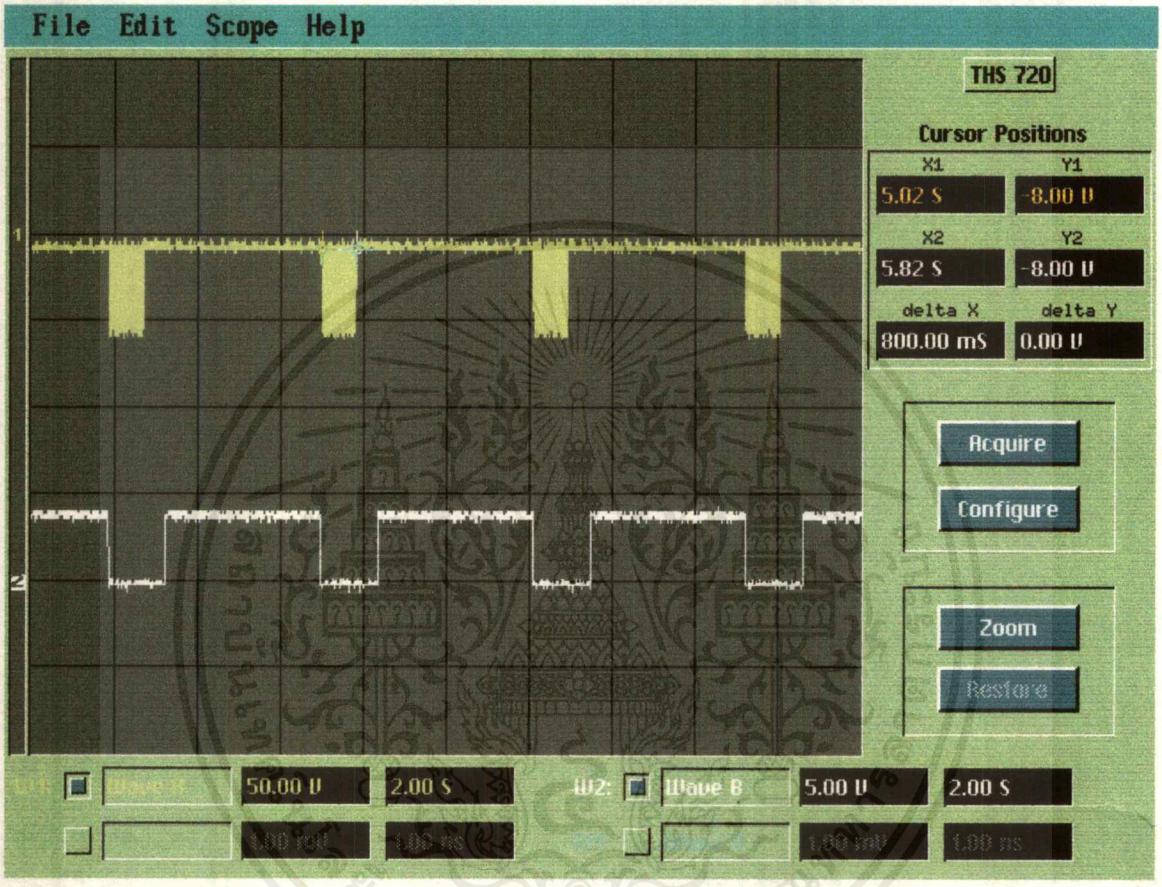
4.3 การทดลองวัดสัญญาณของวงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor)

จากวงจรรูปที่ 4.11 ต่ออินพุทเข้ากับสายโทรศัพท์แล้วทำการทดลองวัดสัญญาณตามจุดต่างๆ โดยใช้ ดิจิตอลสโคปวัด



รูปที่ 4.11 วงจรตรวจจับสัญญาณกริ่งโทรศัพท์ (Ringing Tone Sensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

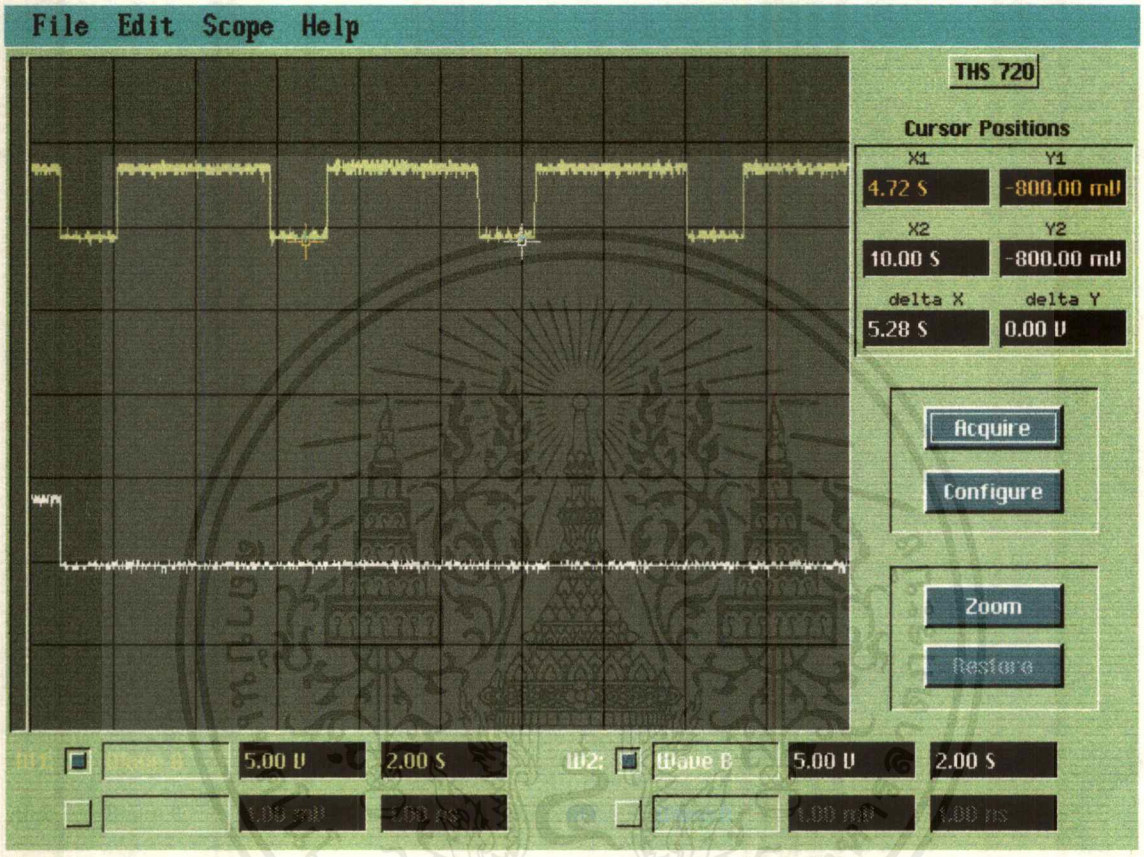


เส้นบน คือ สัญญาณที่ขา5 ของ 4N35

เส้นล่าง คือ สัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A

รูปที่ 4.12 แสดงสัญญาณที่ขา5 ของ 4N35 เทียบกับ ขา4 ของ 74LS123A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

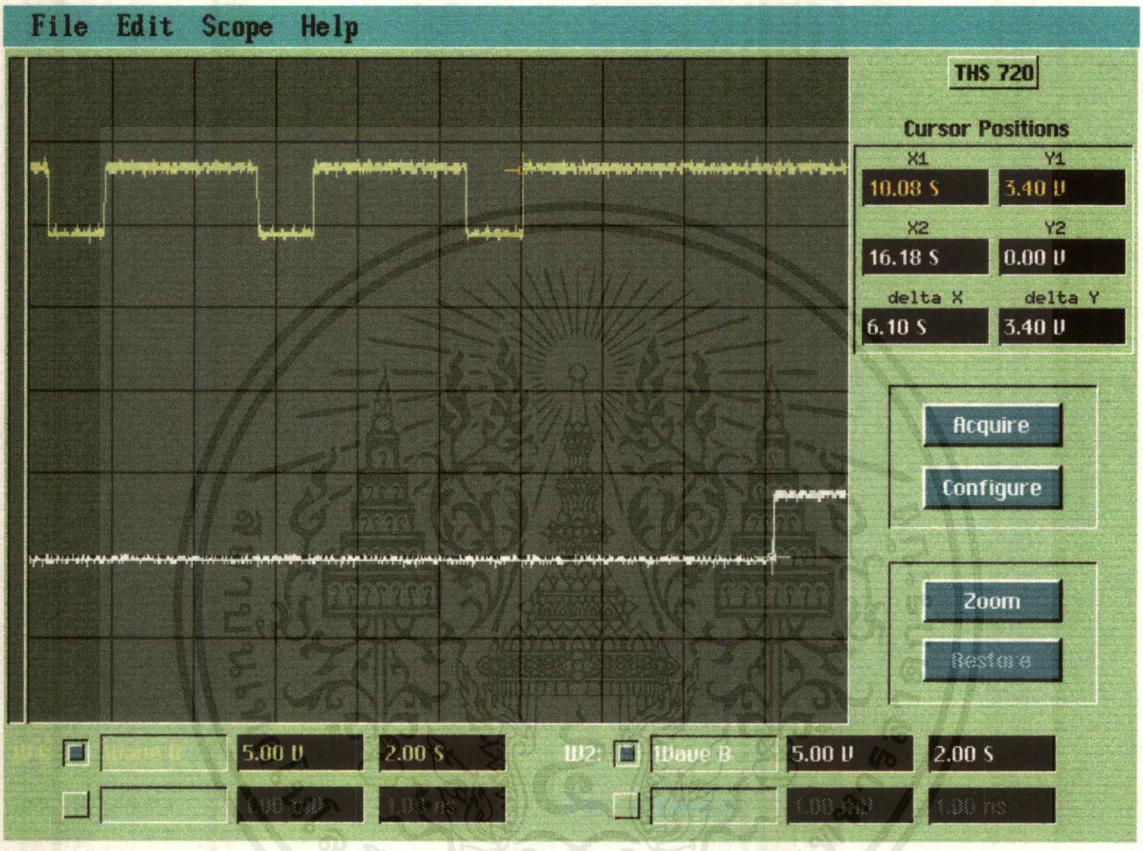


เส้นบน คือ สัญญาณที่ที่ขา4 ของ 74LS123A

เส้นล่าง คือ สัญญาณที่ขา12 ของ 74LS123B

รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A เทียบกับ ขา12 ของ 74LS123B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

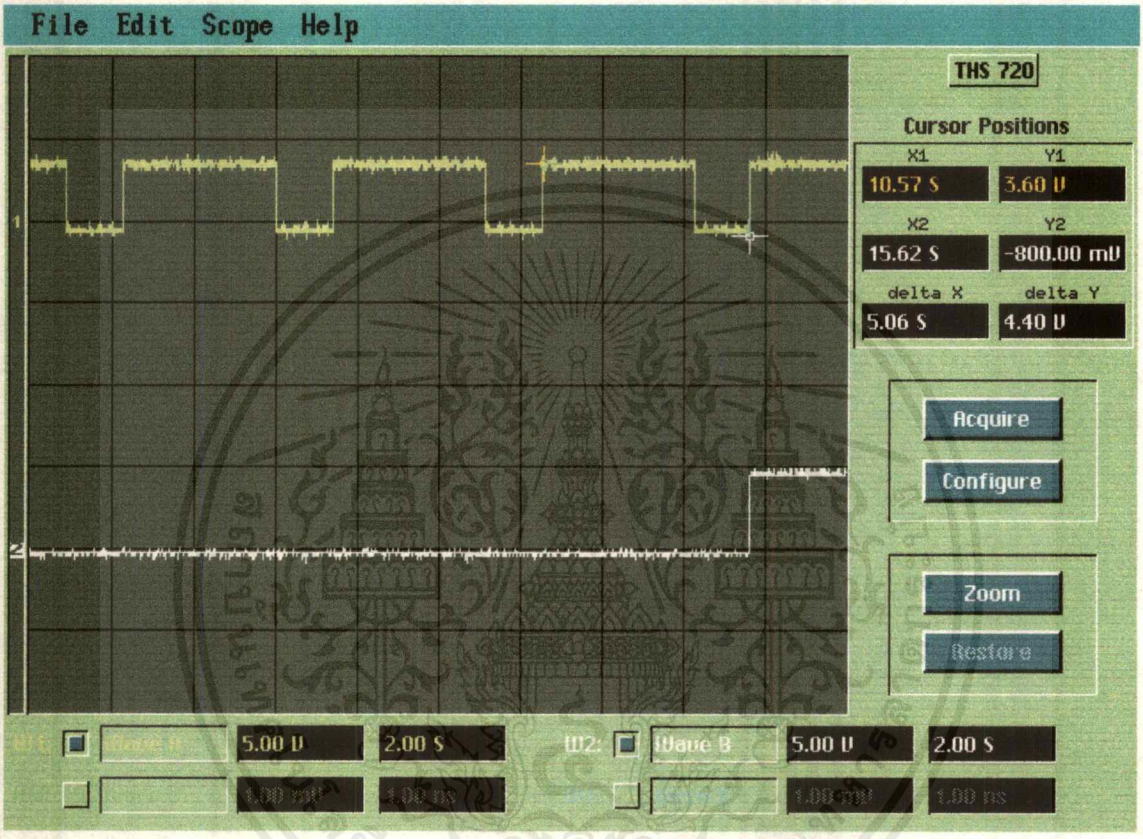


เส้นบน คือ สัญญาณที่ที่ขา4 ของ 74LS123A

เส้นล่าง คือ สัญญาณที่ขา12 ของ 74LS123B

รูปที่ 4.14 แสดงสัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A เทียบกับ ขา12 ของ 74LS123B เมื่อวางสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เส้นบน คือ สัญญาณที่ที่ขา4 ของ 74LS123A

เส้นล่าง คือ สัญญาณที่ขา10 ของ 4017

รูปที่ 4.15 แสดงสัญญาณที่ขา4 ของ 74LS123A เทียบกับ ขา10 ของ 4017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

ระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางแสงอินฟราเรดในปริญญานิพนธ์นี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาและสร้างระบบควบคุมไฟฟ้าทีดี มีประสิทธิภาพ สะดวกและปลอดภัยในการใช้งาน ซึ่งสามารถควบคุมผ่านรีโมทคอนโทรล , โทรศัพท์และคีย์กดได้ตามต้องการ ในการทดลองใช้ระบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านทางแสงอินฟราเรดนี้สามารถควบคุมได้ตามทฤษฎีและวัตถุประสงค์ ส่วนในเรื่องของปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวกับการผิดพลาดของอุปกรณ์และอุปกรณ์ที่หายากเช่น ไอซีแบอร์ SL490 ซึ่งหาซื้อได้เพียงร้านเดียวคือร้านสิริโภคาอีเล็คทรอนิคส์ ส่วนโปรแกรมที่เขียนยังไม่สั้นเท่าที่ควรและในส่วนของวงจรเสียงบอกขั้นตอนการควบคุม (Voice Memory) เมื่อเกิดไฟดับจะต้องทำการบันทึกเสียงใหม่

แนวทางการพัฒนา

การขยายช่องการควบคุมทำได้โดยการเพิ่มตัวรับ ณ ความถี่อื่นๆ ซึ่งสามารถเพิ่มได้ 15 ช่องต่อการเปลี่ยนไปของความถี่หนึ่ง แล้วทำการเขียนโปรแกรมสำหรับส่งสัญญาณพีพีเอ็ม ณ ความถี่นั้น

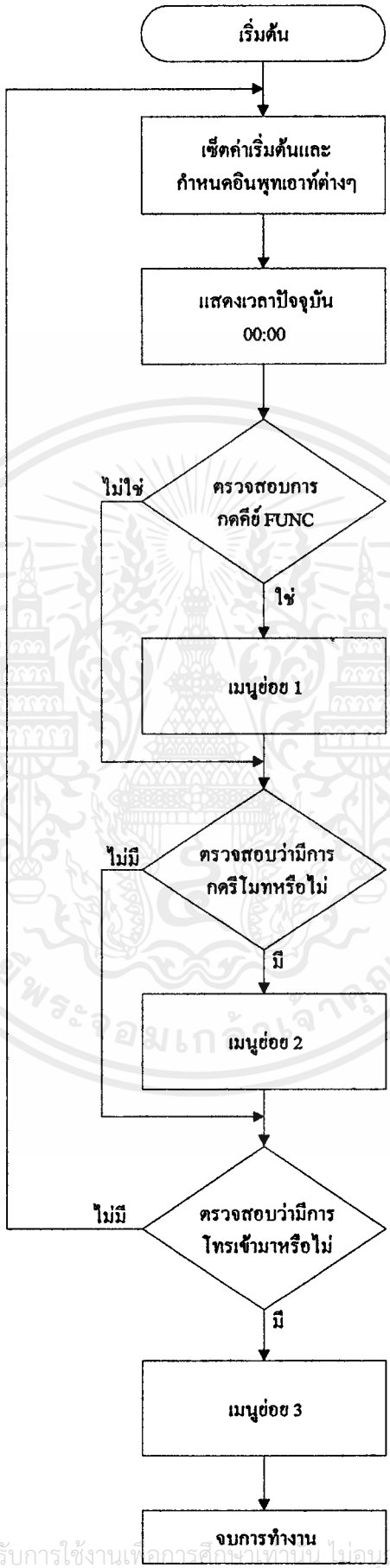
การควบคุมอุปกรณ์อื่นๆที่มีการใช้รีโมทคอนโทรลควบคุมอยู่ เช่น เครื่องปรับอากาศ , โทรทัศน์ , พัดลมและอื่นๆ เราสามารถที่จะทำการเขียนโปรแกรมให้บอร์ดควบคุมผลิตพัลส์ของรีโมทคอนโทรลที่ควบคุมอุปกรณ์นั้นๆแทนได้

ควรพัฒนาให้มีระบบไฟสำรองเมื่อเกิดไฟดับ

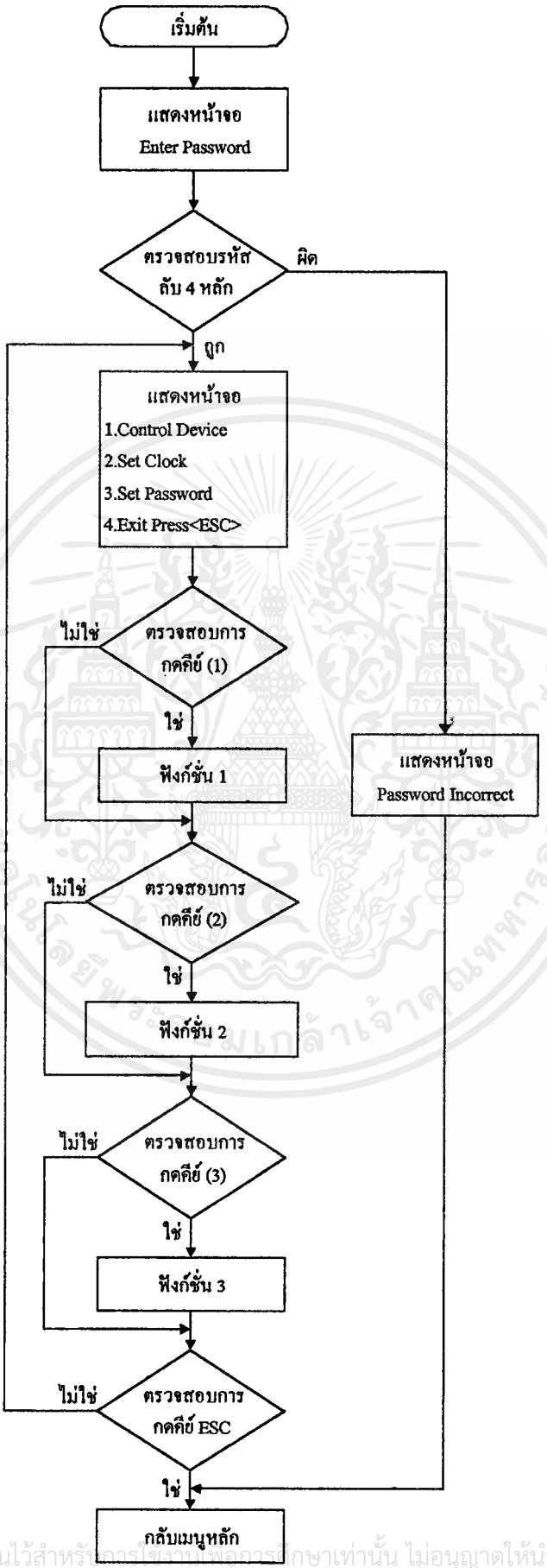
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โฟลว์ชาร์ท (Flowchart) แสดงการทำงานของโปรแกรม

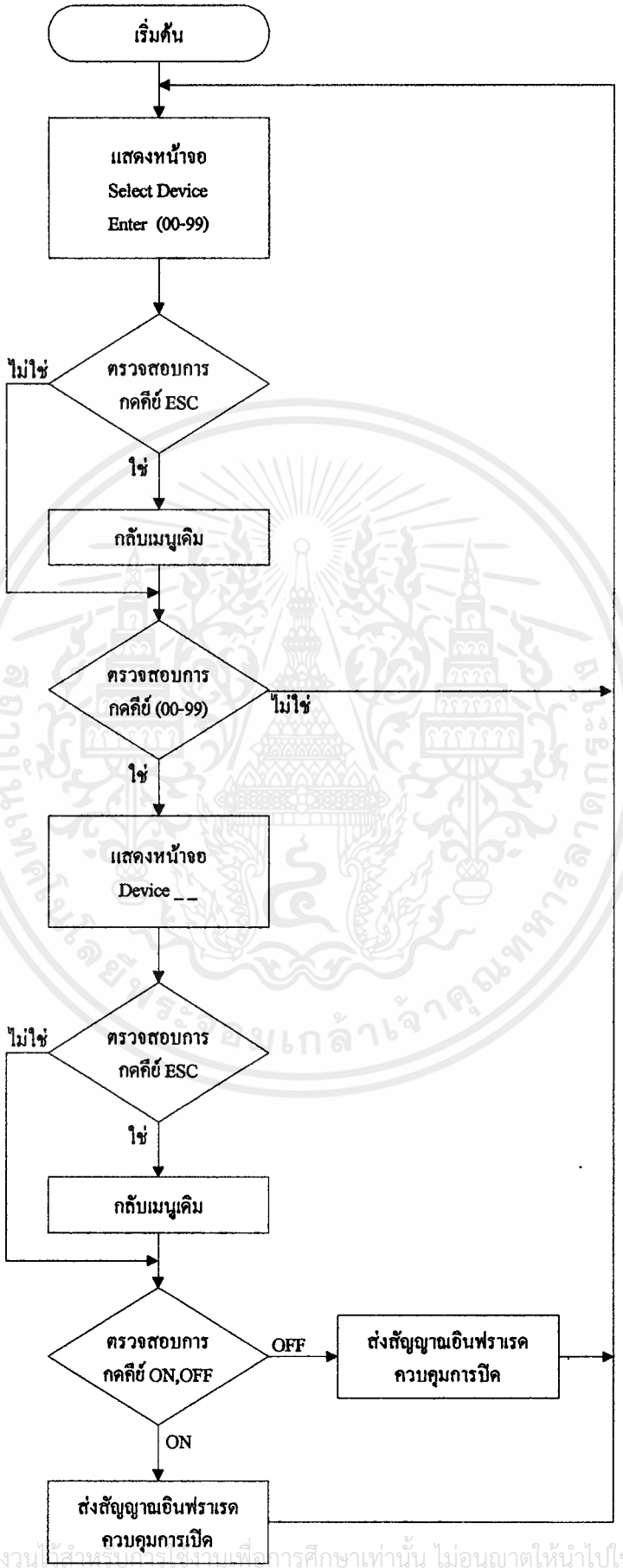
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



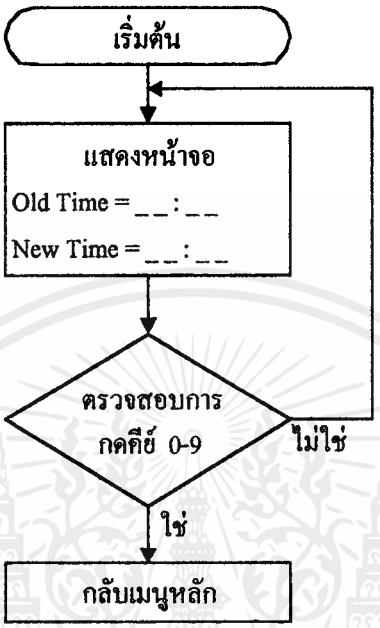
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



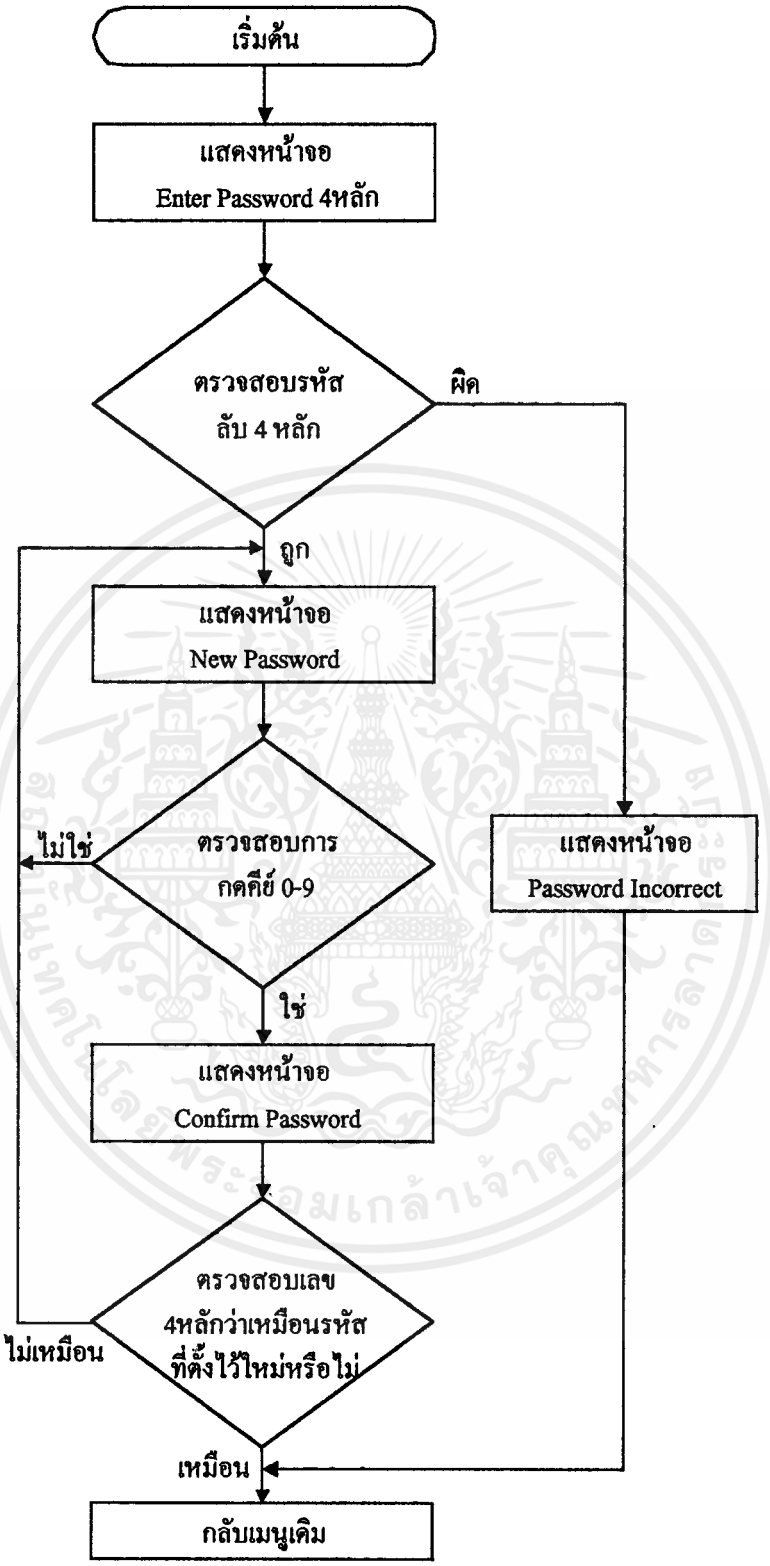
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



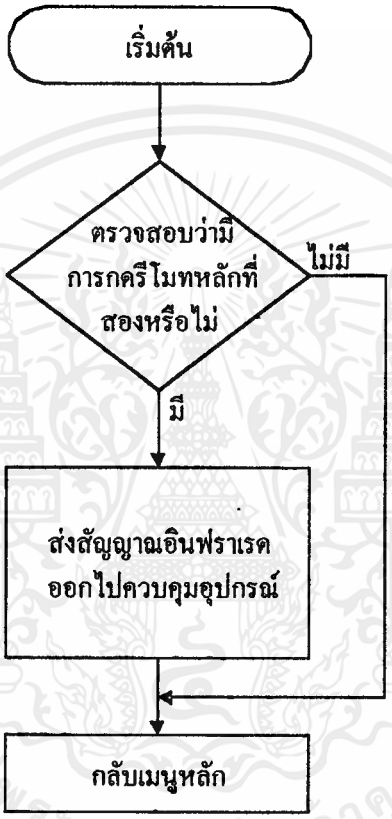
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



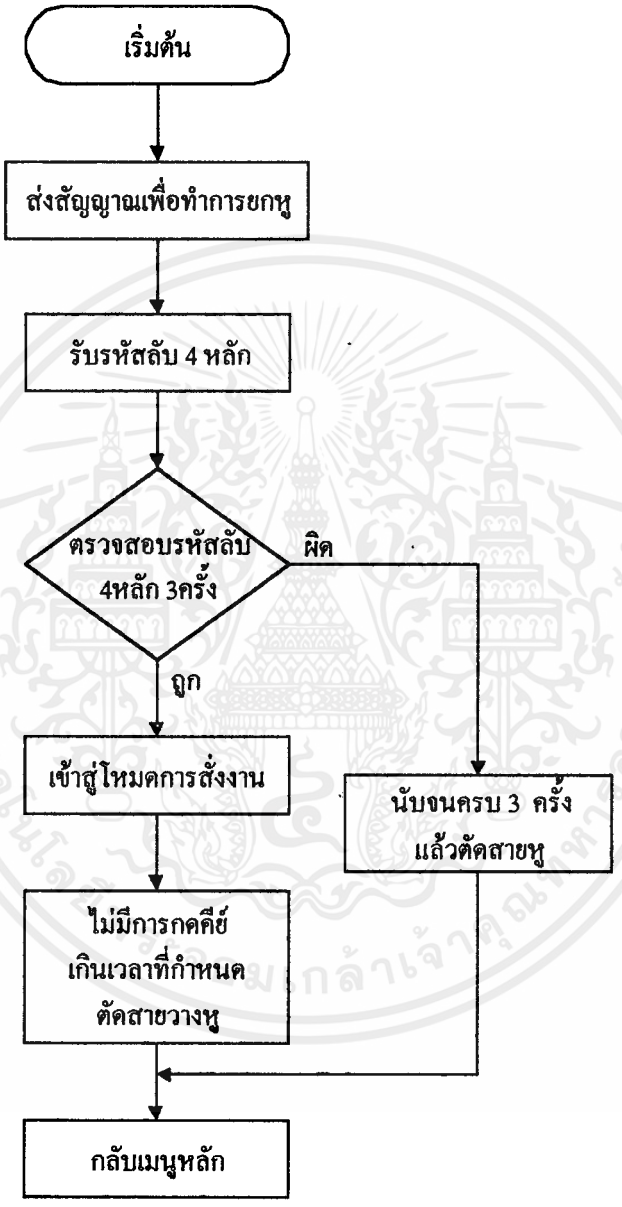
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการควบคุมทางโทรศัพท์

1. หลังจากได้ยินข้อความที่ 1 ให้กดเลข 4 หลัก
2. หลังจากได้ยินข้อความที่ 2 ให้กดเลข 2 หลัก (00 – 14)
3. หลังจากได้ยินข้ออความที่ 3 ให้กดเลข 1 หลัก คือ 0 หรือ 1
4. จากข้อ 2 ถ้าต้องการตรวจสอบสภาวะของอุปกรณ์ให้กด *

ข้อความที่ 1 : กรุณากดรหัสผ่าน

ข้อความที่ 2 : กรุณาเลือกอุปกรณ์

ข้อความที่ 3 : กด 1 เพื่อเปิด, กด 0 เพื่อปิด

ขั้นตอนการควบคุมทางรีโมทคอนโทรล

1. กดเลข 2 หลัก (00-14)
2. กด ON หรือ OFF

ขั้นตอนการควบคุมทางแป้นกด (keypad)

1. กด FUNC
2. กดรหัสผ่าน 4 หลัก
3. กดเลข 1 – 3 เพื่อเลือกเมนูการทำงาน
    1. Control Device
    2. Set Clock
    3. Set Password

4. ถ้ากด 1 คือการควบคุมอุปกรณ์ จากนั้นกดเลข 2 หลัก (00-14) เพื่อเลือกอุปกรณ์ที่จะควบคุม แล้วก็กด ON หรือ OFF ตามต้องการ , ถ้ากด 2 คือการตั้งเวลานาฬิกาหลังจากนั้นก็กด 2 หลักแรก (หลักชั่วโมง) แล้วตามด้วย 2 หลักหลัง (หลักนาที) และ ถ้ากด 3 คือ การเปลี่ยนรหัสผ่านจากนั้นก็กดรหัสผ่าน 4 หลักแล้วกดเลข 4 หลักที่ต้องการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
แสดงวงจรบอร์ดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ข้อมูลจำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GEC PLESSEY
SEMICONDUCTORS

APRIL 1995

3056-1.3

SL490B

REMOTE CONTROL TRANSMITTER

(Supersedes version in April 1994 Consumer IC Handbook, HB3120 - 2.0)

GPS has developed and produced a range of monolithic integrated circuits which give a wide variety of remote control facilities. As well as ultrasonic or infra-red transmission, cable, radio or telephone links may also be used. Pulse Position Modulation (PPM) is used with or without carrier and automatic error detection is incorporated. Initially designed with TV remote control in mind, the device is also suitable for use in radios, tuners, tape and record decks, lamps and lighting, toys and models, industrial control and monitoring.

The SL490B is an easily extendable, 32-command PPM transmitter drawing negligible standby current.

FEATURES

- Ultrasonic or Infra-Red Transmission
- Direct Drive or Ultrasonic Transducer
- Direct Drive of Visible LED when using Infra-Red
- Very Low Power Requirements
- Pulse Position Modulation gives Excellent Immunity from Noise and Multipath Reflections
- Single Pole Key Matrix
- Switch Resistance up to 1kΩ Tolerated
- Low External Component Count
- On-Chip Anti-Bounce Circuitry

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage, V_{CC}	+9·5V
Total power dissipation	600mW
Operating temperature range	−10°C to +60°C
Storage temperature range	−55°C to+150°C

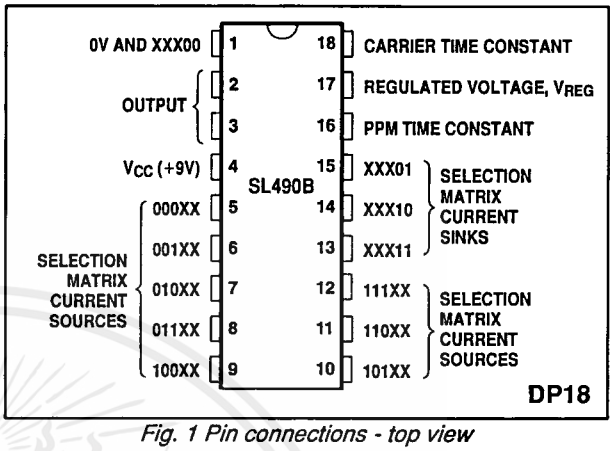


Fig. 1 Pin connections - top view

QUICK REFERENCE DATA

- Power Supply: 9V Standby 6μA, Operating 8mA
- Modulation: Pulse Position with or without Carrier
- Coding: 5-Bit Word giving a Primary Command Set of 32 Commands
- Key Entry: 8 × 4 Single Pole Key Matrix
- Data Rate: Selectable 1Bit/Sec to 10kBit/Sec.
- Carrier Frequency: Selectable 0Hz (No Carrier) to 200kHz

ORDERING INFORMATION

SL490B NA DP

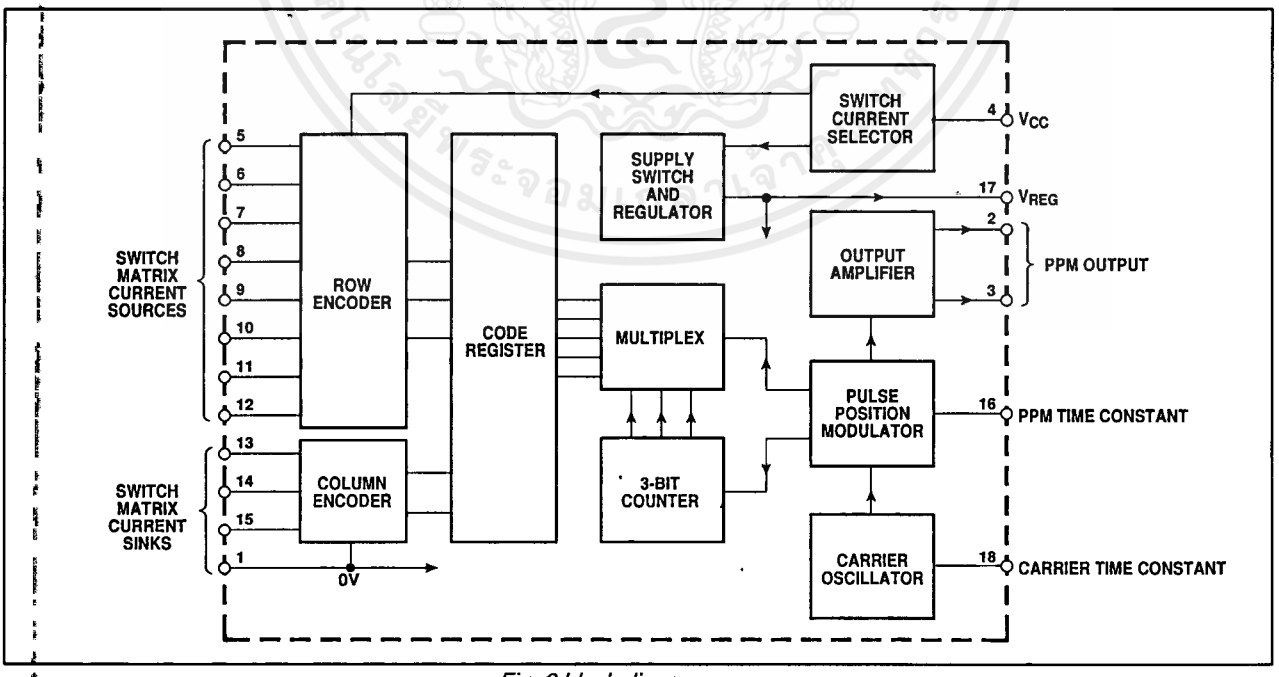


Fig. 2 block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

These characteristics are guaranteed over the following conditions (unless otherwise stated):
T_{AMB} = +25°C, V_{CC} = +7V to +10·5V. Test circuit: Fig. 4. Timings are defined in Fig. 3.

Characteristic	Pin	Value			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Operating supply current	4		9·5	16	mA	V_{CC} = 9·5V
Standby supply current	4			10	µA	
Regulated voltage, V_{REG}	17	4·1		4·9	V	
Regulator output current, I_{REG}	17			1	mA	
Output voltage swing	2,3	V_{CC}−1			V	Unloaded
Output voltage	2			1	V	I_2 = 10mA } peak value <1ms
Output voltage	3			1	V	I_3 = 5mA } peak value <1ms
Keypad switch resistance	5-15			5	kΩ	
Carrier time constant resistor, R2	18	20	40	80	kΩ	C2 = 680pF, $f_C \approx$ 50kHz; see Fig. 4
PPM time constant resistor, R1	16	15	30	60	kΩ	
t_1 deviation from calculated value,	2,3			±10	%	R1 = 15kΩ } t_1 = 0·95C1R1, see
using fixed timing components				±10	%	R1 = 60kΩ } Fig. 4
Variation of t_1 and t_0 with V_{CC}						
Δt_1	2,3			±4	%	} ΔV_{CC} = 3·5V (7V to 10·5V)
Δt_0	2,3			±4	%	} ΔV_{CC} = 3·5V (7V to 10·5V)
Ratio t_0/t_1	2,3	1·4		1·6		
Pulse width, t_P	2,3	0·11t_1		0·22t_1		
Interword gap, t_g	2,3		3t_1			Derived by counting

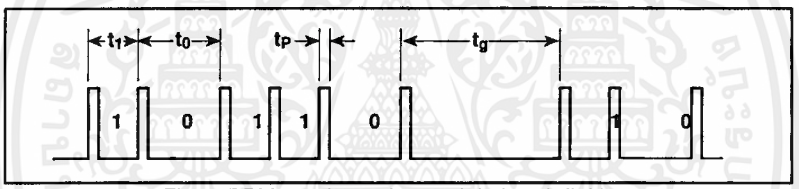


Fig. 3 PPM word notation and timing definitions

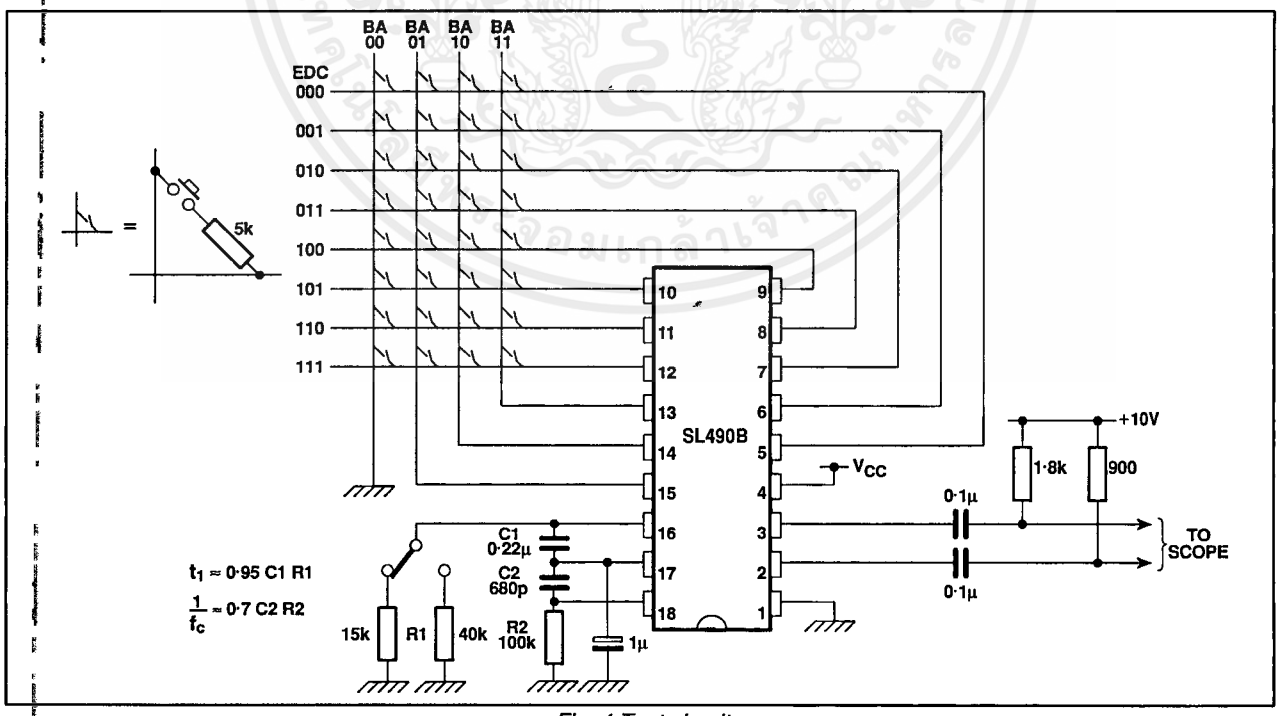


Fig. 4 Test circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

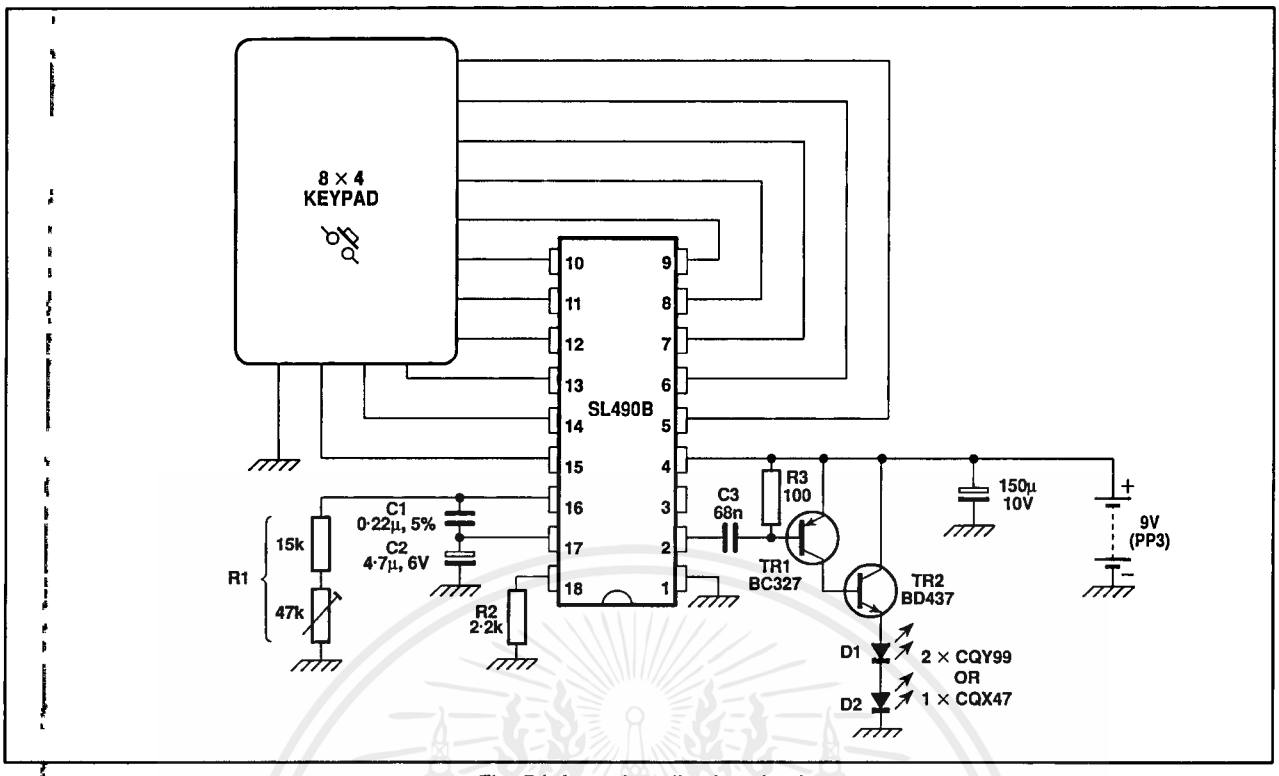


Fig. 5 Infra-red application circuit

OPERATING NOTES

Fig. 5 shows the circuit for a simple infra-red transmitter where the PPM output pulses from pin 2 of the SL490B are differentated by C3 and R3 and amplified by TR1 to produce current pulses about 15µs wide. These pulses are further amplified by TR2 and applied to the infra-red diodes D1 and D2.

The current in the diodes and the infra-red output is controlled by the quantity, type, and connection method of the diodes and also by the gain, at high currents, of the transistors.

The most common solution where cost is important is to use two single-chip diodes, such as the CQY99 connected in series.

Improved output can be obtained by using four CQY99 diodes in a series/parallel arrangement, but it is usually simpler to use two multi-chip diodes such as the CQX47 connected in parallel or a single CQX19, which gives similar results.

A significant increase in range can be obtained by using diodes such as the CQY99 in conjunction with a plated plastic parabolic reflector.

When building the transmitter, care should be taken with the choice of the capacitor C4 and with the circuit layout, particularly when multi-chip diodes are being used, as the current pulses can be as high as 6 to 8A.

Transistor choice is also important and any substitutes should have high current gain characteristics and switching speeds compatible with the application.

An increase in output can be obtained by connecting TR2 in common emitter configuration, but care should be taken not to exceed the rating of the diodes.

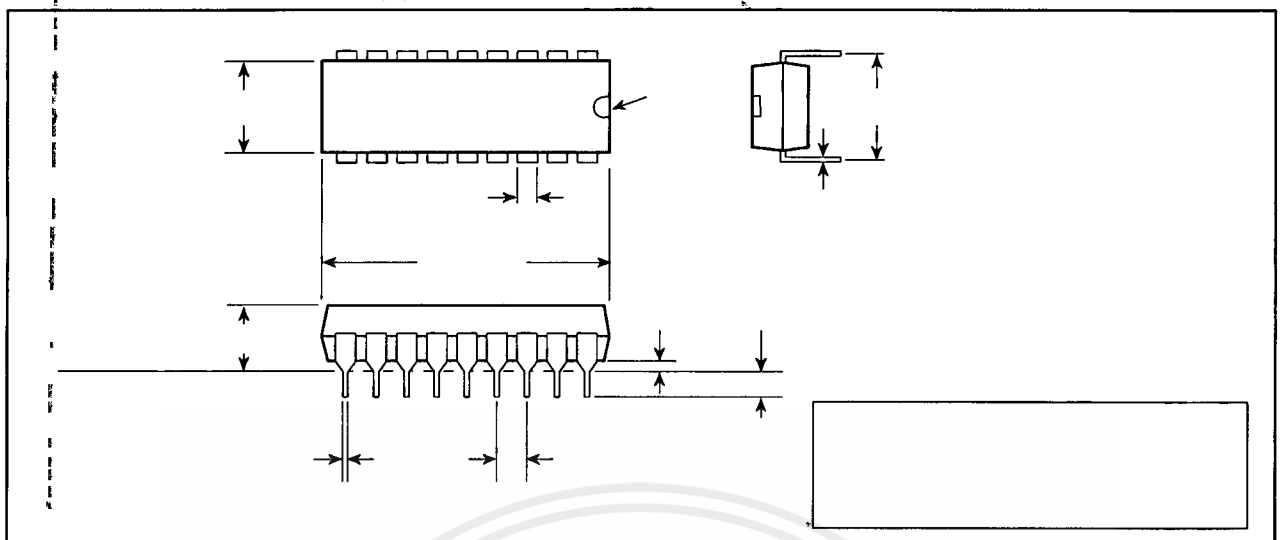
Choice of PPM Frequency

When the transmitter is being used with an infra-red link, with high current pulses fed to the diodes as in Fig. 5, power consumption will increase with frequency. It is thus advisable that, with a battery power supply, the slowest PPM rate consistent with adequate response time should be chosen.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DETAILS

Dimensions are shown thus: mm (in)



18-LEAD PLASTIC DIL – DP18

GEC PLESSEY
SEMICONDUCTORS

HEADQUARTERS OPERATIONS
GEC PLESSEY SEMICONDUCTORS
Cheney Manor, Swindon,
Wiltshire SN2 2QW, United Kingdom.
Tel: (0793) 518000
Fax: (0793) 518411

GEC PLESSEY SEMICONDUCTORS
P.O. Box 660017
1500 Green Hills Road,
Scotts Valley, CA95067-0017
United States of America.
Tel (408) 438 2900
Fax: (408) 438 5576

CUSTOMER SERVICE CENTRES
- **FRANCE & BENELUX** Les Ulis Cedex Tel: (1) 64 46 23 45 Fax : (1) 64 46 06 07
- **GERMANY** Munich Tel: (089) 3609 06-0 Fax : (089) 3609 06-55
- **ITALY** Milan Tel: (02) 66040867 Fax: (02) 66040993
- **JAPAN** Tokyo Tel: (3) 5276-5501 Fax: (3) 5276-5510
- **NORTH AMERICA** Scotts Valley, USA Tel: (408) 438 2900 Fax: (408) 438 7023.
- **SOUTH EAST ASIA** Singapore Tel: (65) 3827708 Fax: (65) 3828872
- **SWEDEN** Stockholm Tel: 46 8 702 97 70 Fax: 46 8 640 47 36
- **UK, EIRE, DENMARK, FINLAND & NORWAY**
  Swindon Tel: (0793) 518510 Fax : (0793) 518582

These are supported by Agents and Distributors in major countries world-wide.

© GEC Plessey Semiconductors 1994 Publication No. DS3056 Issue No. 1.3 April 1995

This publication is issued to provide information only which (unless agreed by the Company in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. The Company reserves the right to alter without prior knowledge the specification, design or price of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to the Company's conditions of sale, which are available on request.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GEC PLESSEY
SEMICONDUCTORS

3055-2.2

SL486

INFRA RED REMOTE CONTROL PREAMPLIFIER

(Supersedes version in April 1994 Consumer IC Handbook, HB3120 - 2.0)

The SL486 is a high gain preamplifier designed to form an interface between an infra-red receiving diode and the digital input of remote control receiving circuits. The device contains two other circuit elements, one to provide a stretched output pulse facility and a voltage regulator to allow operation from a wide range of supplies.

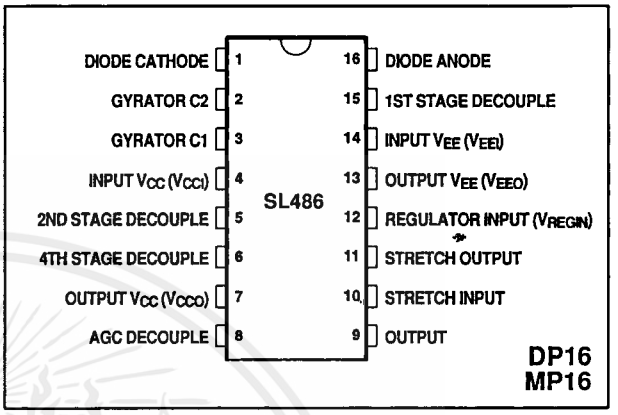


Fig. 1 Pin connections - top view

FEATURES

- Fast Acting AGC Improves Operation In Noisy Environments
- Differential Inputs Reduce Noise Pick-up and Improve Stability
- Gyrator Circuit Allows Operation in Environments with High Brightness Background Light Levels
- Output Pulse Stretcher for use with Microprocessor Decoders
- On-chip Regulator allows Operation from Wide Range of Power Supplies
- Low Noise Output

ORDERING INFORMATION

SL486 NA DP
SL486 NA MP

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply voltage, V_{CCI}	+10V wrt V_{EEI}
Supply voltage, V_{CCO}	+10V wrt V_{EEO}
Regulator input voltage, V_{REGIN}	−20V wrt V_{CCO}
Output current	5mA
Stretch output current	5mA
Operating temperature range	0°C to +70°C
Storage temperature	−55°C to+150°C

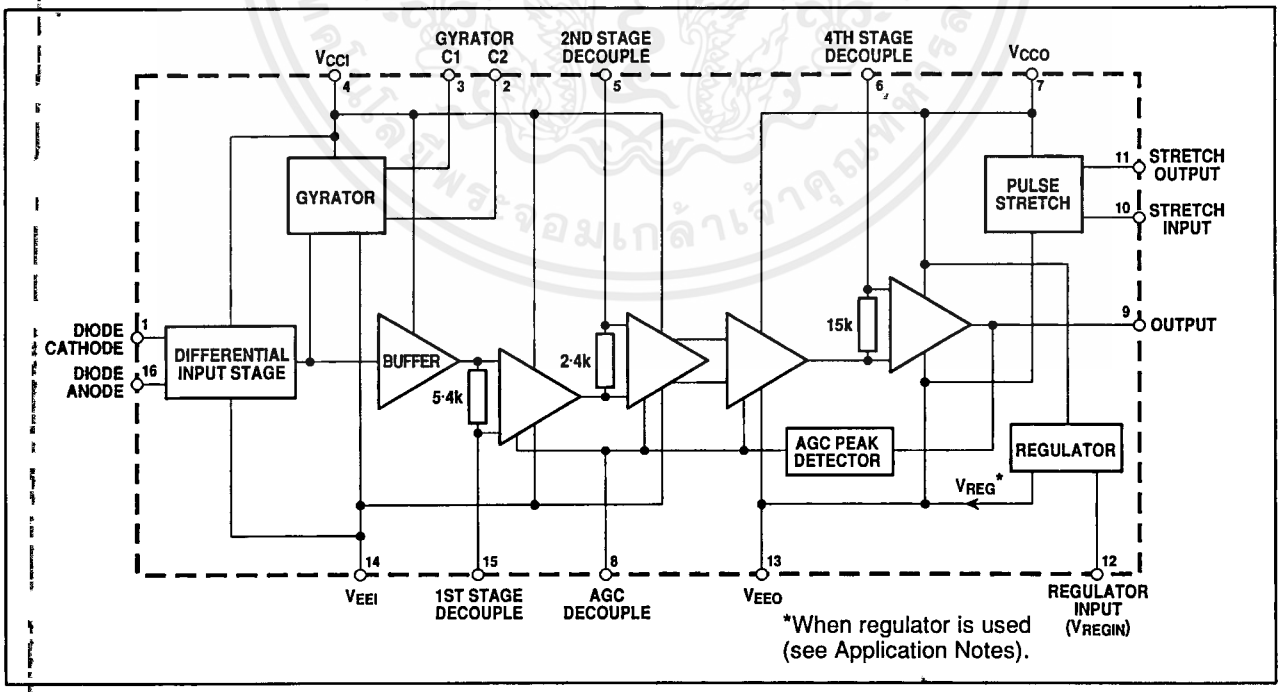


Fig. 2 SL486 block diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

These characteristics are guaranteed over the following conditions (unless otherwise stated):
T_{AMB} = +25°C, $V_{CCI} = V_{CCO} = V_{CC}$ = +4·5V to +7·0V, $V_{EEI} = V_{EEO} = V_{EE}$ = 0V

Characteristic	Pin	Value			Units	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
Supply current (see note 1)	4,7		6·5	9·0	mA	V_{CC} = 5·0V, I_D = 1·0μA
	4	3·5+3I_D	4·2+3I_D	5+3I_D	mA	V_{CC} = 4·5V, $I_D \leq$ 1·5mA
	4,7		8·5	10	mA	V_{CC} = 18V, I_D = 1·0μA, V_{REGIN} = 0V
Low voltage supply wrt V_{EEI} & V_{EEO}	4,7	4·5		9·5	V	
High voltage supply wrt V_{REGIN}	4,7	8·4		18	V	$V_{EEI} = V_{EEO} = V_{REG}$ (see Figs. 4 & 6)
Intl regulated voltage, V_{REG}, wrt V_{CCO}	13	5·9	6·2	6·5	V	$V_{CCO}+V_{REGIN}$ = +16V
$\lvert V_{CCI}-V_{CCO}\rvert$	4,7			1·5	V	
				1·1	V	T_{AMB} = +70°C
Minimum sensitivity of differential input	1,16	9·0		2·3	nA	I_D = 1·0μA
		74·0		18·5	nA	I_D = 100μA
		168·0		42·0	nA	I_D = 0·5mA
Common mode rejection	1,16		35		dB	
Maximum signal input	1,16	3·0	4·0		mA (pk)	
AGC range			68·0		dB	
Output and Stretch output internal pull-up resistance	9, 11		55·0		kΩ	
Stretch output pulse width, t_P	11		2·4		ms	Capacitance pin 9 to pin 10 (C8 on Figs. 4 and 8) = 10nF; $t_P \approx -R_X C_8 \log_e\left[\frac{1·5}{V_{CC}}\right]$ ms where R_X = 200kΩ ±25% and R_X = internal resistance)
Temperature coefficient of R_X			0·7		%/°C	
Output low voltage	9			V_{EEO}+0·35	V	I_{SINK} = 0·2mA max.
Output high voltage	9	V_{CCO}−0·5			V	I_{SOURCE} = 5μA
Stretch output low voltage	11			V_{EEO}+0·5	V	I_{SINK} = 1·6mA max.
Stretch output high voltage	11	V_{CCO}−0·1			V	I_{SOURCE} = 5μA, output open circuit
V_{CCI} supply rejection	4		1·5		V (pk)	Ripple amplitude at 100Hz, V_{REGIN} = 0V
			0·8		V (pk)	Ripple amplitude at 100Hz, V_{EEO} and V_{EEI} = 0V

NOTE 1. I_D = IR diode forward current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION NOTES - REFER TO FIG. 4

Diode Anode and Cathode (Pins 1 and 16) The infra-red receiving diode is connected between pins 1 and 16. The input circuit is configured so as to reject signals common to both pins. This improves the stability of the device, and greatly reduces the sensitivity to radiated electrical noise, The diode is reverse biased by a nominal 0·65V

Gyrator C2 and C1 (Pins 2 and 3) The decoupling, provided by gyrator C2 and C1, rolls off the gain of the feedback loop which balances the DC component of the infra-red diode current. The values of C2 and C1 are chosen to produce a low frequency cut-off characteristic below a nominal 2kHz. Hence, the gyrator produces approximately 20dB rejection at 100Hz.

The gyrator consists of two feedback loops operating in tandem. Only one feedback path is functional when the DC component of the diode current is less than 200µA. This loop is decoupled by gyrator C2. For diode currents between 200µA and 1·5mA the second control loop is operative, and this is decoupled by gyrator C1.

The decoupling capacitors, gyrator C2 and C1, must be connected between pins 2 and 3, to pin 4. The series impedance of C2 and C1 should be kept to a minimum.

First Stage Decouple (Pin 15) The capacitor on pin 15 decouples the signal from the non-inverting input of the first difference amplifier (see also Fig. 2). The capacitance of 15nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 15 and 14 (the input ground).

Second Stage Decouple (Pin 5) The capacitor on pin 5 decouples the signal from the non-inverting input of the second difference amplifier. The capacitance of 33nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 5 and 4 (the input V_{CC}).

Fourth Stage Decouple (Pin 6) The capacitor on pin 6 decouples the signal from the non-inverting input of the fourth difference amplifier. The capacitance of 4.7nF is chosen to produce a 2kHz low frequency roll-off. The capacitor must be connected between pins 6 and 7 (the output V_{CC}).

AGC Decouple/Delay Adjust (Pin 8) The output of the fourth difference amplifier is followed by a peak detector, which is used to provide an AGC control level. This produces a current source which is limited to 10mA at pin 8. The AGC decoupling capacitor (C5 normally 150nF) filters the pulsed input, and the resultant level controls the gain of the first three difference amplifiers.

The AGC control level exhibits a fast attack/slow decay characteristic. Immediately infra-red pulses are detected, the gain will be reduced, so that any weaker noise pulses that are also received will not be seen at the output. Thus, provided the infra-red pulses are the most intense, it is possible to receive data in noisy environments. The slow decay keeps the AGC level intact during data reception, and produces a delay before any received noise may become present at the output, when transmission ceases.

Output (Pin 9) The output will be low, pulsing high with a source impedance of a nominal 55kΩ , for a received infra-red pulse. It is a linear amplification of the input and swings between output ground and output V_{CC}.

Stretch Input and Stretch Output (Pins 10 and 11) A typical infra-red PPM system transmits very narrow pulses. The duration of these pulses is typically 15µs, so in order to use a microprocessor-based decoder system it is necessary to lengthen the received pulse. This stretched output can be obtained from pin 11 when a capacitor is connected between pins 9 and 10 (C8 in Fig. 4).

The width of the pulse is determined by the value of this coupling capacitor and is defined in the Electrical Characteristics. The stretch output is normally high, pulsing low for a received infra-red pulse and swings between V_{CCO} and V_{EEO}.

It must be noted that the stretch output logic sense is inverse to that of the output on pin 9 so must be re-inverted for microprocessor applications.

Regulator Input, V_{REGIN} (Pin 12) The device can be operated with supplies of between 4·5V and 9·0V connected between input/output ground (pins 14 and 13) and input and output V_{CC} (pins 4 and 7) as shown in Fig. 3. The device can also be operated with supplies in excess of 9·0V by using the on-chip regulator. In this case connections are made between V_{CCO} (pin 7) and the regulator input V_{REGIN}(pin 12) as shown in Fig. 4. A supply voltage of between 9·0V and 18V will then cause V_{EEO} (pin 13) to be regulated at a level nominally 6·4V below V_{CCO}(pin 7). The regulator will, however, lose control with a potential difference of less than 9·0V. Below this level the voltage on pin 13 will track nominally 1·5V above the level of pin 12. When the regulator is not used (low voltage operation), pin 12 must be connected to V_{EEO} (pin 13).

OPERATING NOTES - REFER TO FIGS. 3 AND 4

Gyrator C1 (Pin 3) If the environment in which the device is operating limits the background light such that the DC component of the diode current has a maximum of 200µA, it may be desirable to omit (as in Fig. 3) the more bulky and costly 68µF capacitor (gyrator C1 shown in Fig. 4). In this case pin 3 can be left open circuit. The resultant application will then have a characteristic of greatly reduced gain when the ambient light causes the DC current to rise above this threshold. Alternatively,the 68µF capacitor can be replaced by a resistor.

The outcome of this is to further reduce the gain in ambient light levels above the 200µA threshold. Below this threshold the overall gain is slightly enhanced as the light level approaches the threshold value. If chosen, this resistance should lie between 10kΩ and 200kΩ .

Noise Immunity The stretch output can also be used as a means of improving performance relating to a receiver system, over and above its main purpose of providing a microprocessor interface. Including C8 (Fig. 4) causes the output pulses (from pin 9) to be subjected to the stretch input threshold. Thus any noise pulses from pin 9 that are below this threshold will not be seen at the stretch output (pin 11). A further improvement can be made, using this stretch input threshold, by including some additional filtering of the output (C10 in Fig. 4). This can be adjusted in value (typically 100pF) to reduce some of the noise pulses that otherwise cross the threshold, to a level below the threshold.

Screening Use of screening for the device, and associated components, improves the performance and immunity to externally radiated noise. The screening method used must protect the sensitive front-end of the device; provided that the diode, pin 1-pin 16, C2 (pin 2) and the first stage decoupling (pin 15) are screened, it may be found that for the application considered, the remalning circuitry need not be so protected. In applications where externally radiated noise is minimal, it may be possible to reduce any screening to pins 1 and 16 and the diode connections only. Screening may not be necessary in some instances, but this largely depends on the level of radiated noise, the decoupling/filtering employed and the receiver's decoding technique.

Decoupling Typical decoupling arrangements for use with or without the regulator are given in Figs. 4 and 3, respectively. When using the regulator, further improvements in high frequency supply rejection are possible by the inclusion of R2. The value can be chosen so as to keep the pin 12 end of R2 within the −9·0 to −18V (wrt pin 7) specified voltage range. For example, if the SL486 is used in a system with a supply of 16V, a typical value tor R2 would be 200Ω. Note that the regulator is a low impedance point between pins 12 and 13. C7 thus maintains a low impedance path between pins 4 and 12 at high frequencies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

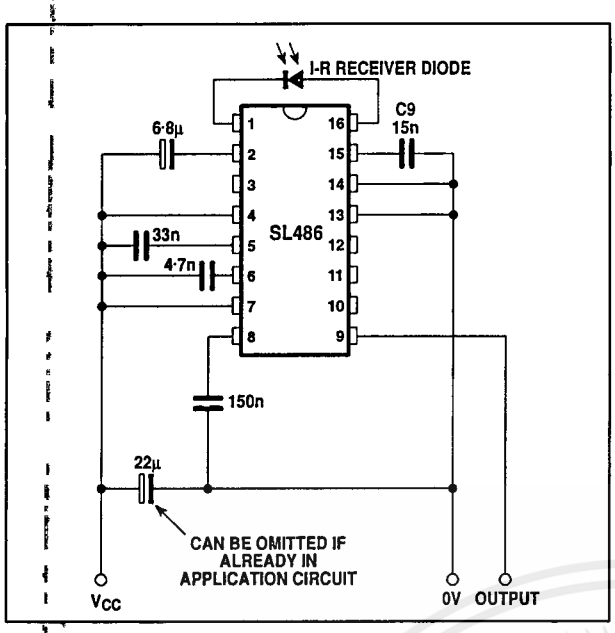


Fig. 3 Circuit diagram of minimum component application (low voltage operation)

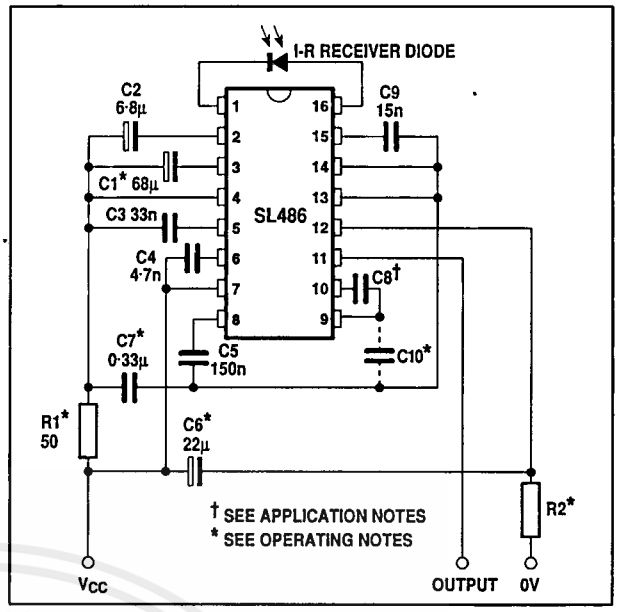


Fig. 4 SL486 application diagram showing all optional components (Note: supply decoupling and connections for use of voltage regulator, also pulse stretch output)

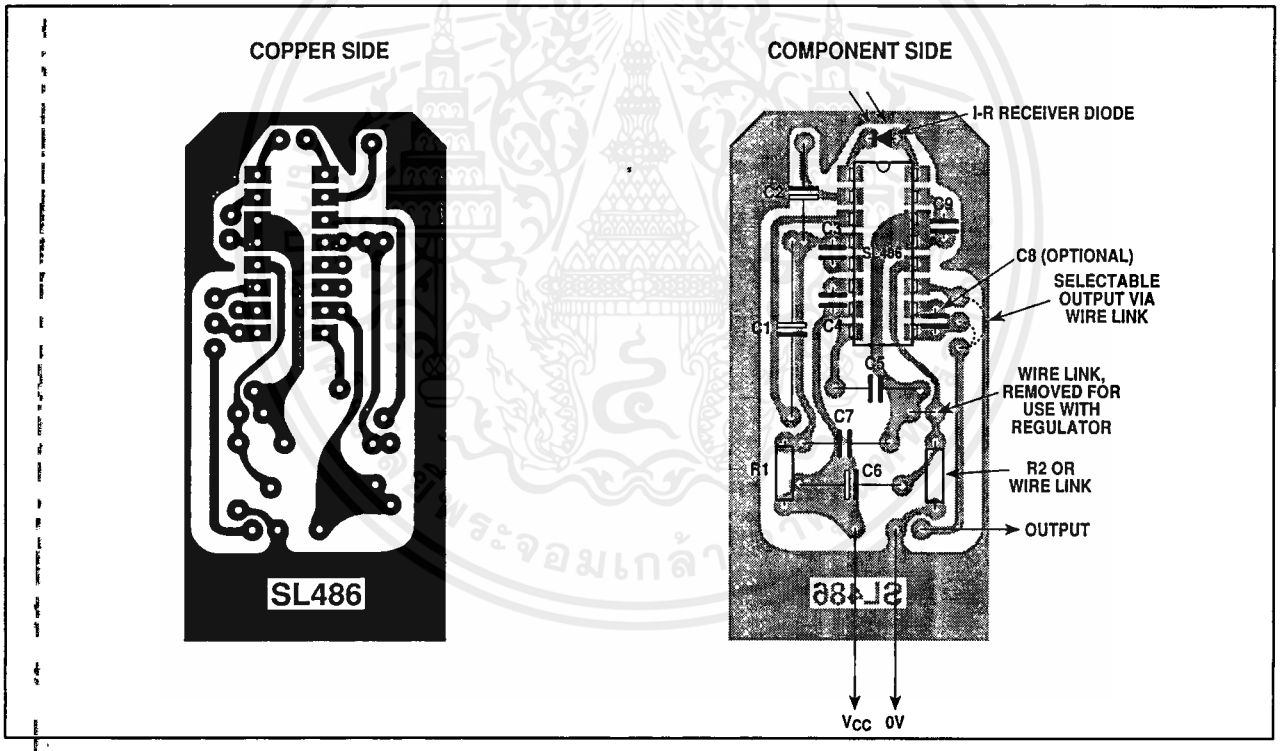


Fig. 5 PCB track (actual size)and component layout for the circuit of Fig. 4, using SL486 in DP16 package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

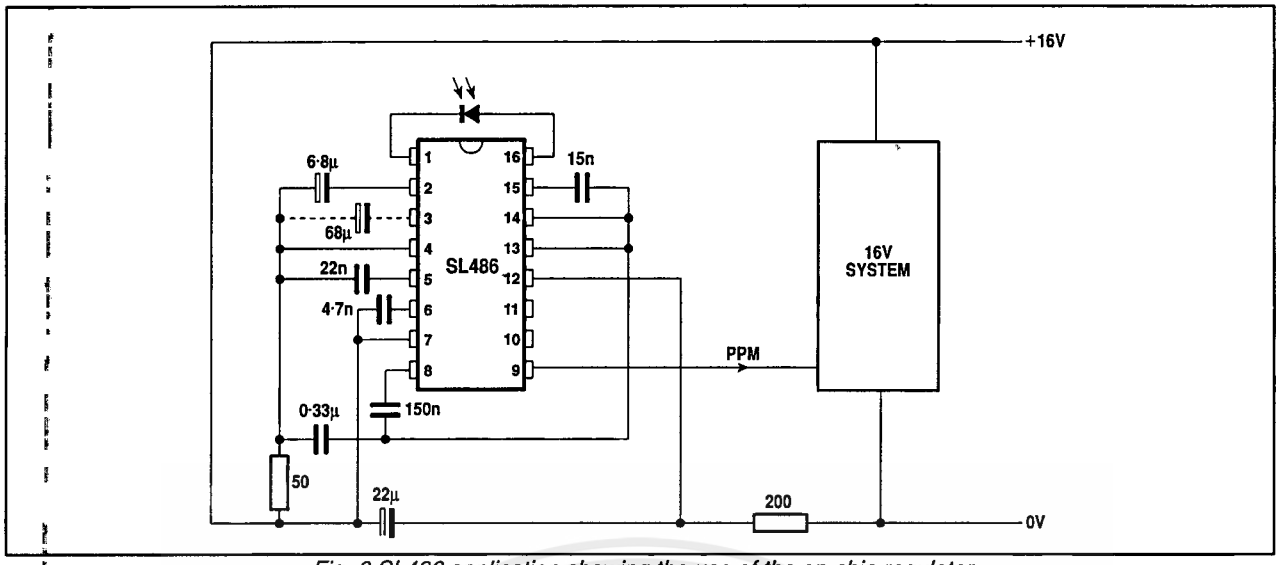


Fig. 6 SL486 application showing the use of the on-chip regulator

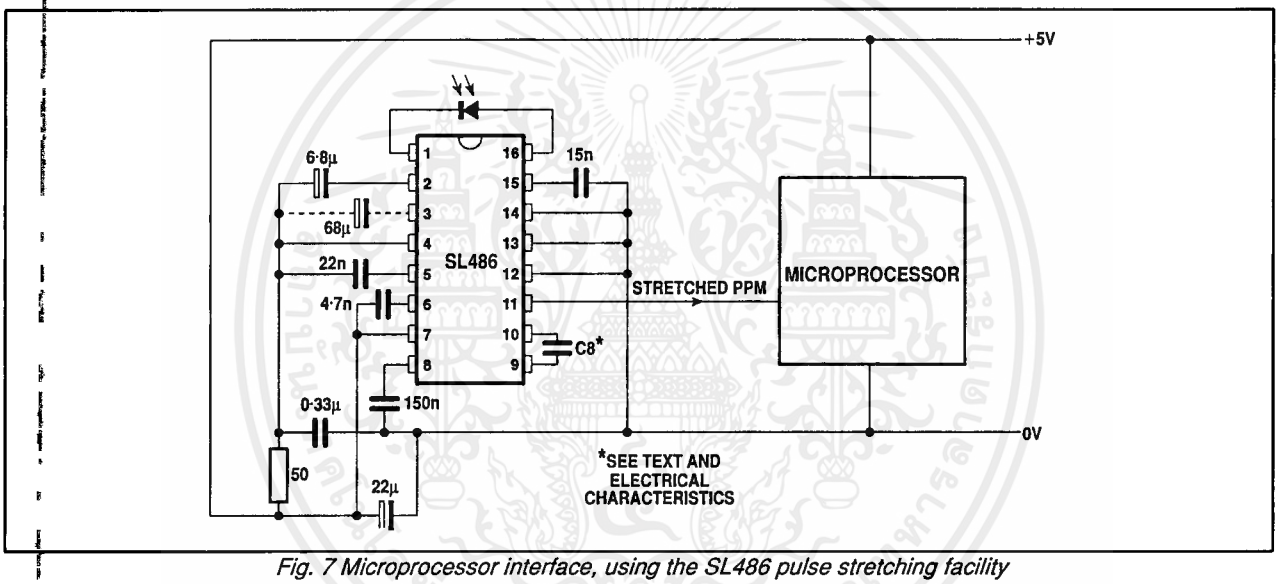
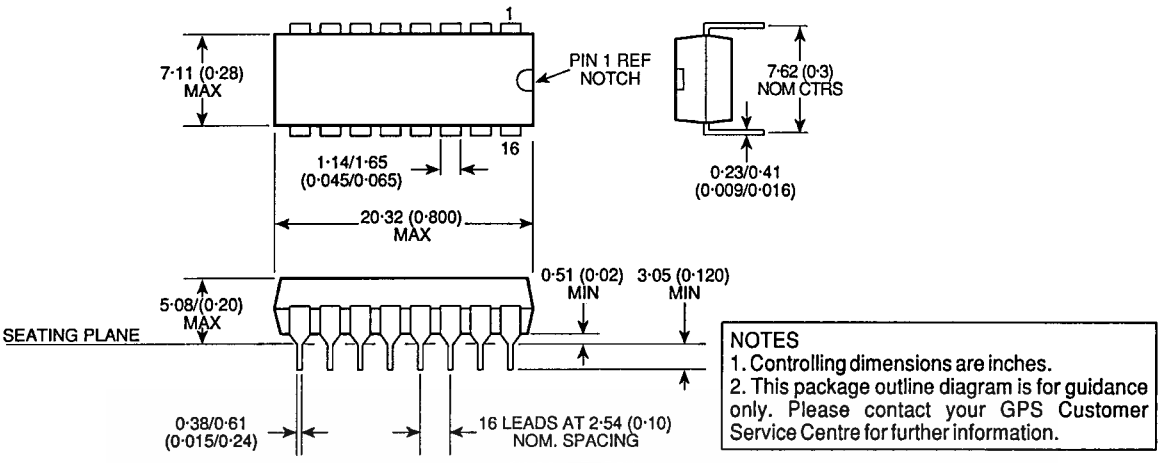


Fig. 7 Microprocessor interface, using the SL486 pulse stretching facility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

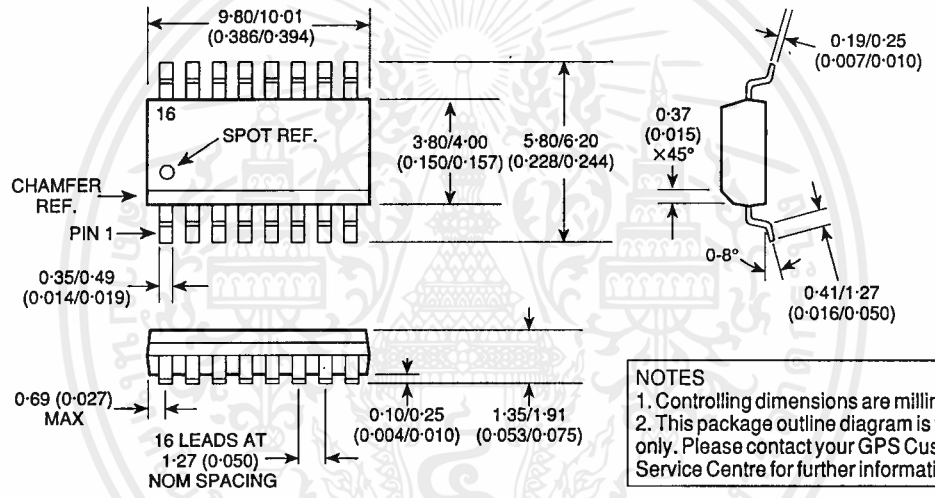
PACKAGE DETAILS

Dimensions are shown thus: mm (in)



NOTES
1. Controlling dimensions are inches.
2. This package outline diagram is for guidance only. Please contact your GPS Customer Service Centre for further information.

16-LEAD PLASTIC DIL – DP16



NOTES
1. Controlling dimensions are millimetres.
2. This package outline diagram is for guidance only. Please contact your GPS Customer Service Centre for further information.

16-LEAD MINIATURE PLASTIC DIL - MP16

GEC PLESSEY
SEMICONDUCTORS

HEADQUARTERS OPERATIONS
GEC PLESSEY SEMICONDUCTORS
Cheney Manor, Swindon,
Wiltshire SN2 2QW, United Kingdom.
Tel: (0793) 518000
Fax: (0793) 518411

GEC PLESSEY SEMICONDUCTORS
P.O. Box 660017
1500 Green Hills Road,
Scotts Valley, CA95067-0017
United States of America.
Tel (408) 438 2900
Fax: (408) 438 5576

CUSTOMER SERVICE CENTRES
- **FRANCE & BENELUX** Les Ulis Cedex Tel: (1) 64 46 23 45 Fax : (1) 64 46 06 07
- **GERMANY** Munich Tel: (089) 3609 06-0 Fax : (089) 3609 06-55
- **ITALY** Milan Tel: (02) 66040867 Fax: (02) 66040993
- **JAPAN** Tokyo Tel: (3) 5276-5501 Fax: (3) 5276-5510
- **NORTH AMERICA** Scotts Valley, USA Tel: (408) 438 2900 Fax: (408) 438 7023.
- **SOUTH EAST ASIA** Singapore Tel: (65) 3827708 Fax: (65) 3828872
- **SWEDEN** Stockholm Tel: 46 8 702 97 70 Fax: 46 8 640 47 36
- **UK, EIRE, DENMARK, FINLAND & NORWAY** Swindon Tel: (0793) 518510 Fax : (0793) 518582

These are supported by Agents and Distributors in major countries world-wide.

© GEC Plessey Semiconductors 1994 Publication No. DS3055 Issue No. 2.2 April 195

This publication is issued to provide information only which (unless agreed by the Company in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. The Company reserves the right to alter without prior knowledge the specification, design or price of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to the Company's conditions of sale, which are available on request.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL®

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-40 °C to +85 °C

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.

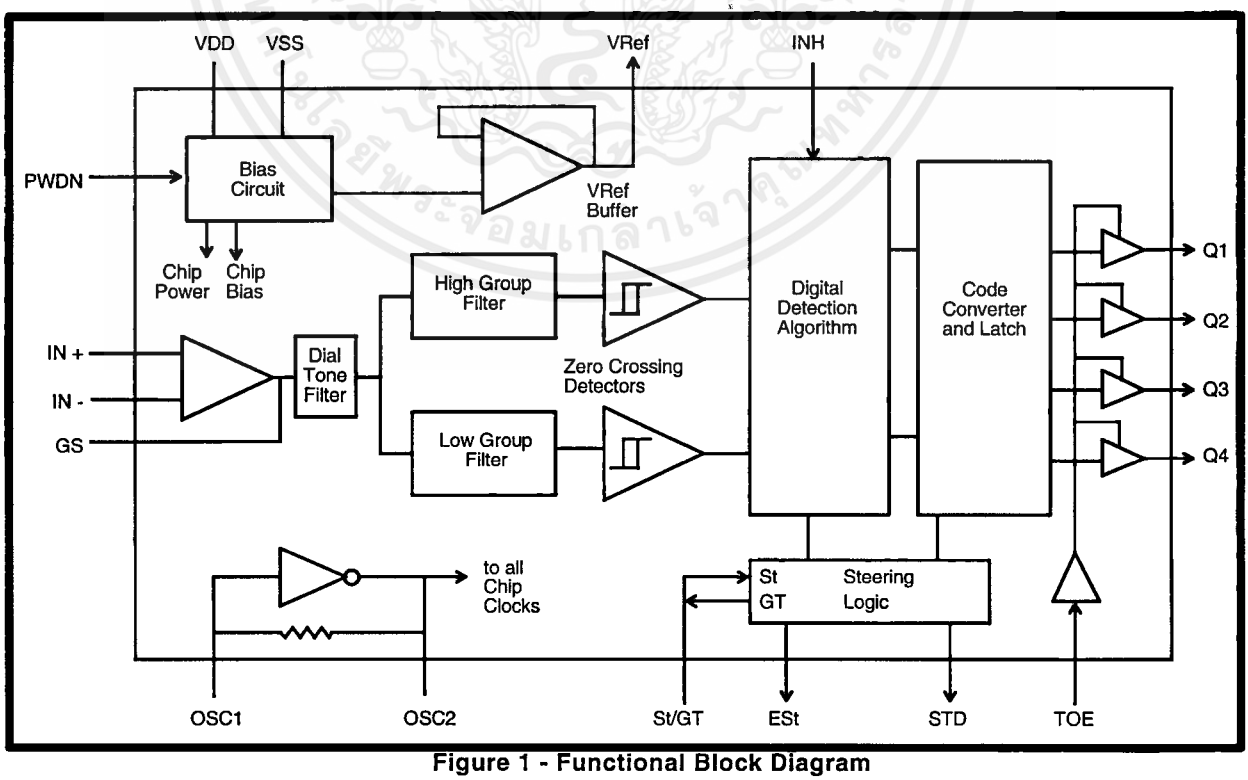


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D/MT8870D-1 ISO^2-CMOS

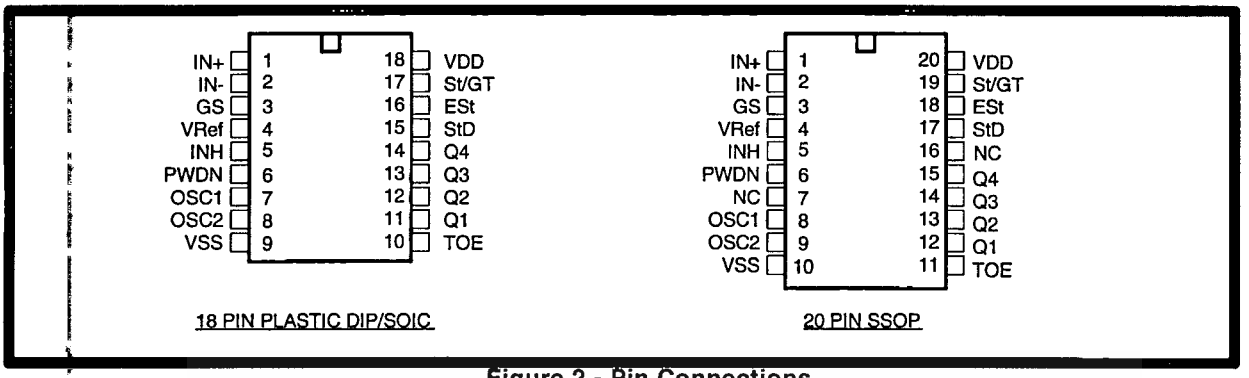


Figure 2 - Pin Connections

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

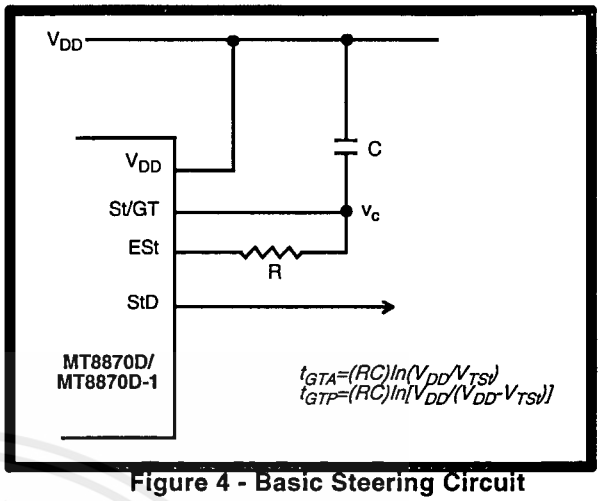


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

Before registration of a decoded tone pair, the receiver checks for a valid signal duration (referred to as character recognition condition). This check is performed by an external RC time constant driven by ESt. A logic high on ESt causes v_c (see Figure 4) to rise as the capacitor discharges. Provided signal

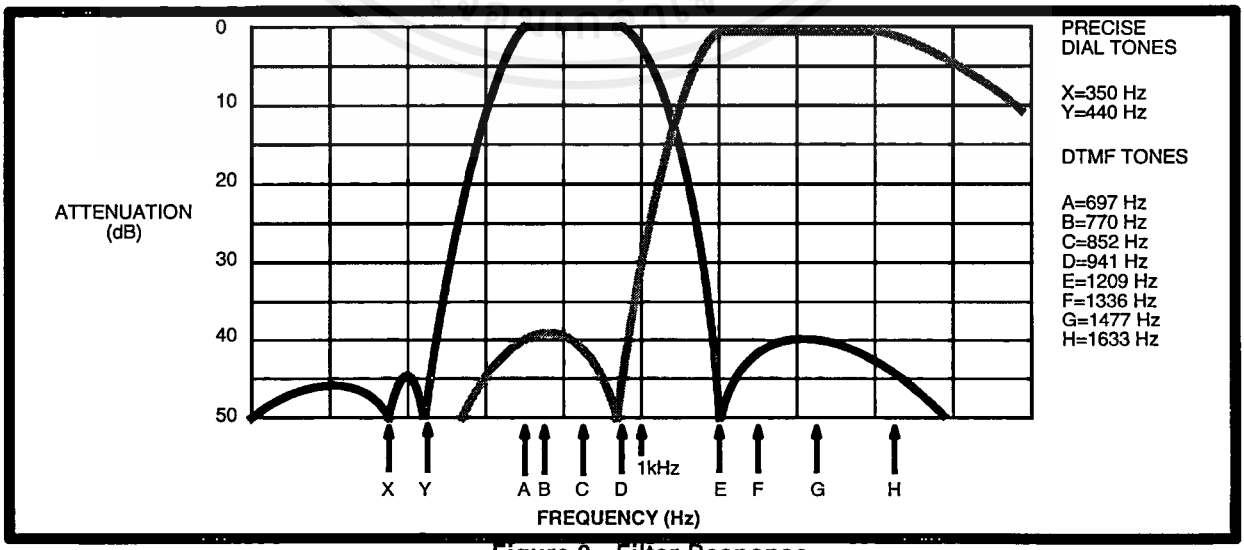


Figure 3 - Filter Response

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.

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

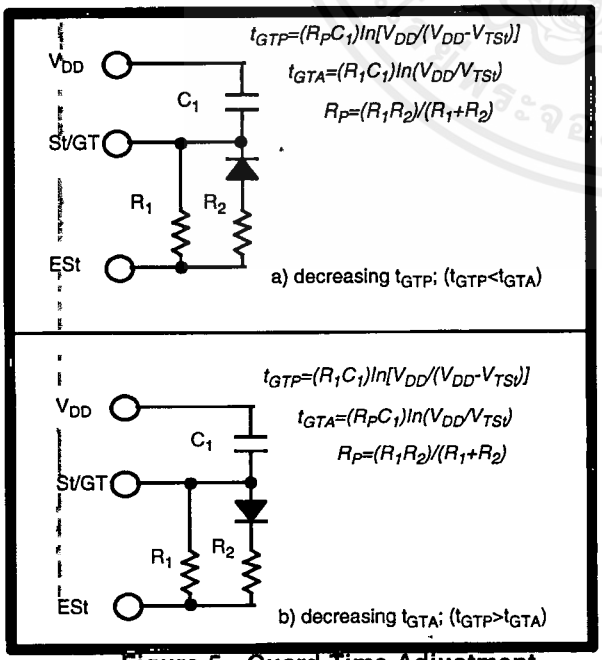


Figure 5 - Guard Time Adjustment

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.

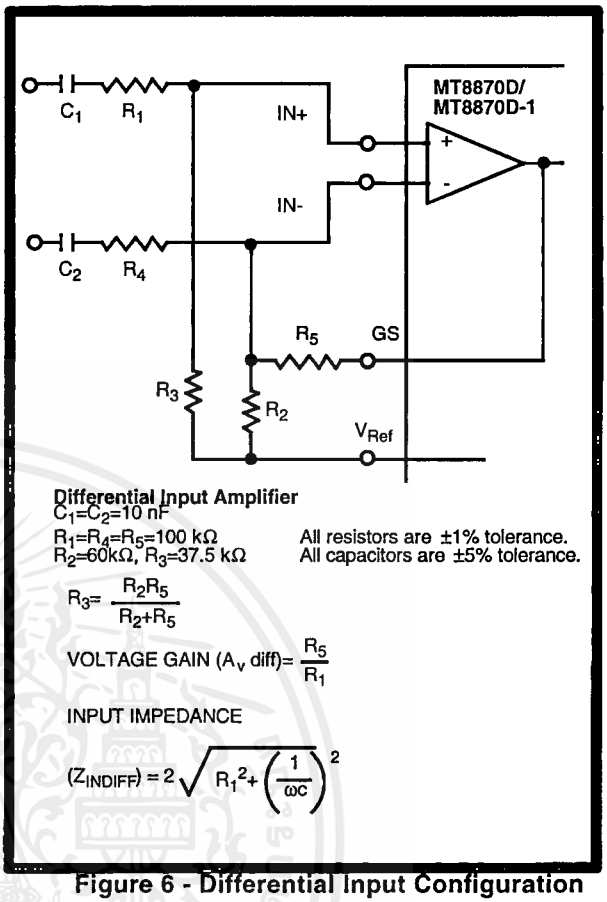


Figure 6 - Differential Input Configuration

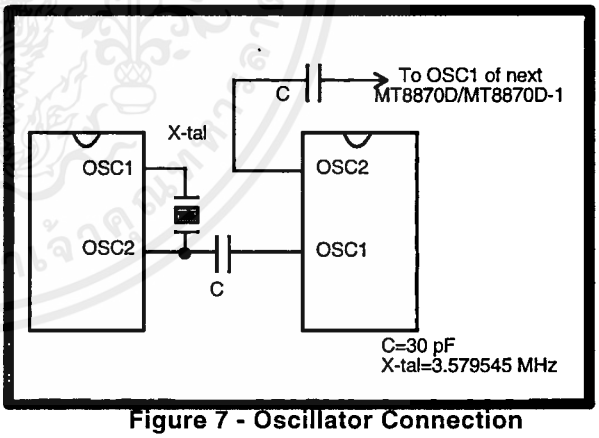


Figure 7 - Oscillator Connection

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., 1/2 $\Pi fR1C1$.

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.

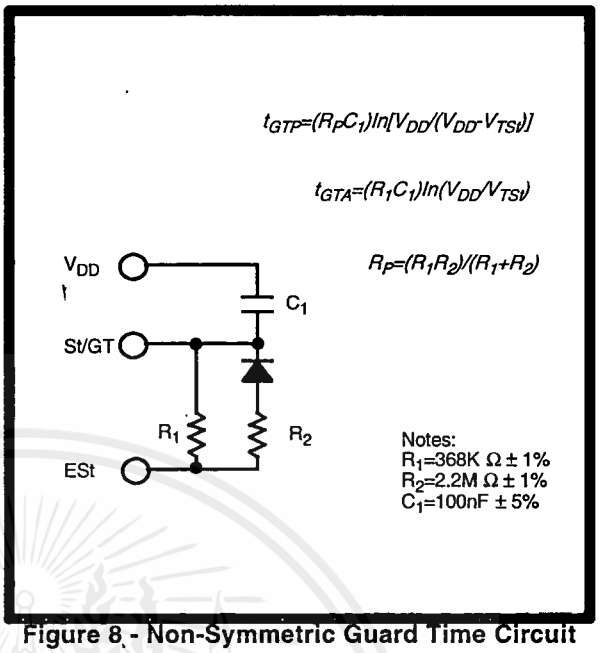


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

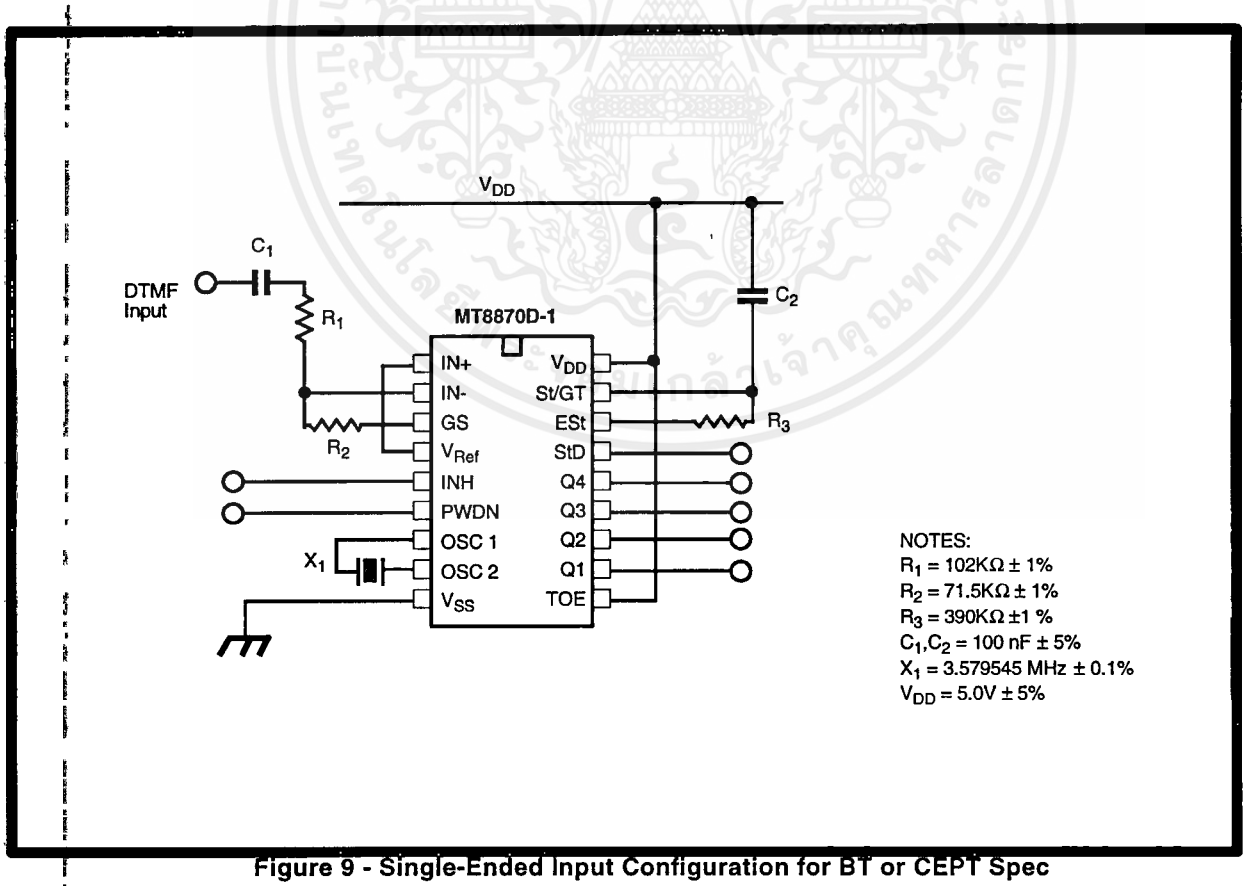


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

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

MT8870D/MT8870D-1 ISO²-CMOS

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.

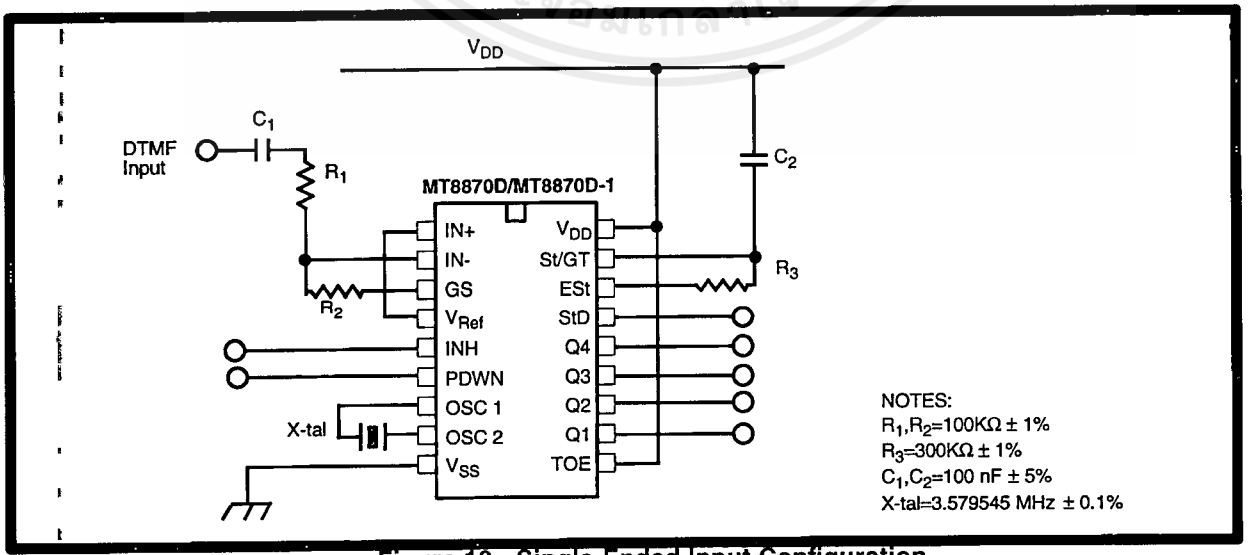
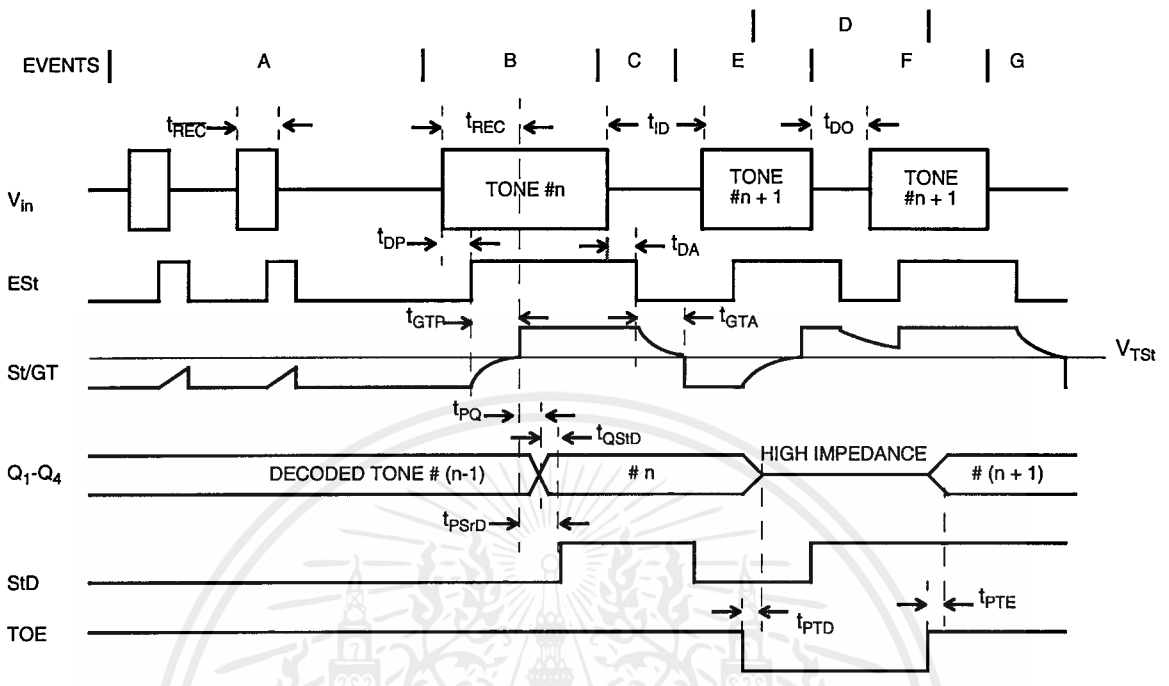


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

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.
$t_{\overline{REC}}$	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

เอกสารอ้างอิง

วิบูลย์ ชื่นแขก “ไมโครโปรเซสเซอร์ ” : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ,2532

ดร.บุญวัฒน์ อัตชู “ ทฤษฎีและการใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ ” : คณะวิศวกรรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ “ การใช้งาน Z80 ” : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

“ รีโมทเครื่องควบคุมไร้สาย ” : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2538

“ รวมโครงงานอิเล็กทรอนิกส์โทรศัพท์และอินเตอร์คอม ” : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2539

“ คู่มือเทียบเบอร์ไอซี TTL ” : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2538

“ คู่มือไอซี CMOS 4000 SERIES ” : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2532

“ ECG SEMICONDUCTOR Master Replacetion Guide ” : ECG2120 Philips

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้