ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

Telephone Line Expander

ชื่อนักศึกษา

1. นายนิรุดติ์ บัวประเสริฐ	รหัสประจำตัว	45035302
2. นายมีชัย จิตมั่น	รหัสประจำตัว	45035310
3. นายยุทธชัย อุทธา	รหัสประจำตัว	45035311
4. นางสาวรัตนาพร แก้วขาว	รหัสประจำตัว	45035312

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ

2. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
2. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	
3. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	
4. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	
5. อาจารย์อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 18.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 21 เดือน มี.ค. พ.ศ. 47

<BT4620092>

อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

TELEPHONE LINE EXPANDER

นายนิรุดติ์ บัวประเสริฐ
นายมีชัย จิตมั่น
นายยุทธชัย อุทธา
นางสาวรัตนาพร แก้วขาว

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51047
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

Telephone Line Expander

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของโทรศัพท์ การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล และสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก วงจรมัลติเพล็กซ์ และดีมัลติเพล็กซ์
2. เพื่อออกแบบอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
3. เพื่อสร้างอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
4. เพื่อทดลอง และทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
5. เพื่อนำอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เรื่องการทำงานของโทรศัพท์ การแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนะลอก วงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์
2. ได้แบบอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
3. ได้เครื่องต้นแบบอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
4. ได้ผลทดลองและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
5. นำอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์	
นักศึกษา	นายนิรุดติ์	บัวประเสริฐ
	นายมีชัย	จิตมั่น
	นายยุทธชัย	อุทธา
	นางสาวรัตนาพร	แก้วขาว
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ประเสริฐ	เคนพันค้อ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ
	อาจารย์พิชญ์สินี	มงคลขจิต
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดทดลองอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ชุดทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นอุปกรณ์ต้นทาง ส่วนที่สองเป็นส่วนของอุปกรณ์ปลายทาง ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์ดิจิตอลได้ดียิ่งขึ้น โดยนอกจากนี้ยังสามารถส่งสัญญาณได้ 4 เลขหมาย โดยผ่านคู่สายโทรศัพท์เพียง 1 สายสามารถใช้โทรศัพท์ได้ทั้ง 4 หมายเลขในเวลาเดียวกัน และยังสามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาเกินขนาดที่อุปกรณ์จะสามารถต้านทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Telephone Line Expander	
Students	Mr.Nirut	Buaprasert
	Mr.Meechai	Jitmon
	Mr.Yuttachai	Utta
	Miss Rattanaporn	Khawkhaow
Advisor	Mr.Prasert	Kenpankho
Co – Advisors	Mr.Amornchai	Chaichana
	Miss Pitsini	Mongkolkachit
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication	Engineering
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the designing and creating of the Telephone Line Expander. This device consists of two parts; local and remote equipments.

The Telephone Line Expander creates four telephone numbers by using only one telephone line . Each telephone number can be used at the same time. Telephone Line Expander is also to product itself from high voltage.

The Telephone Line Expander helps users to understand the working system of digital telephone exchange.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณอาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์รวมทั้งให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางในการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง คือ บิดา และมารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 หลักการทำงานของระบบส่งข้อมูล	5
2.2.1 สัญญาณแอนะลอก	5
2.2.2 สัญญาณดิจิตอล	6
2.3 หลักการของระบบพัลส์โค๊ดมอดูเลชั่น	7
2.3.1 การสุ่มตัวอย่าง	7
2.3.2 การแบ่งย่านแอมปลิจูดออกเป็นระดับต่างๆ	7
2.3.3 การเข้ารหัส	8
2.4 หลักการของระบบผลิตความถี่	8
2.5. การเชื่อมต่อโทรศัพท์	9
2.6 ชุมสายโทรศัพท์ระบบเอสพีซี	9
2.7 หลักการของระบบดิจิตอลสวิตช์ชิ่ง	11
2.7.1 ชุมสายระบบดิจิตอล	11
2.7.2 หลักการของการมัลติเพล็กซ์แบบ TDM	14
2.7.3 หลักการสวิตช์ทางเวลา	15
2.7.4 การควบคุมการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่องเวลา	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	34
3.1 หลักการออกแบบ	34
3.2 หลักการทำงานของภาคระบบส่งข้อมูล	35
3.2.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	35
3.2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	36
3.3 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	37
3.4 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	37
3.5 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	38
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	40
4.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	40
4.1.1 การทดลอง	40
4.1.2 ผลการทดลอง	41
4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	41
4.2.1 การทดลอง	41
4.2.2 ผลการทดลอง	42
4.3 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	43
4.3.1 การทดลอง	43
4.3.2 ผลการทดลอง	45
บทที่ 5 บทสรุป	46
5.1 สรุป	46
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	46
5.3 แนวทางการพัฒนา	47
บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	49
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	52
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	59
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	68
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	74
ประวัติผู้แต่ง	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์	44
4.1 (ต่อ) ผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์	45
ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	59
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า	59
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	60
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	60
ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	61
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรเมตริกสวิตช์	61
ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	61
ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่หน้า

2.1 สัญญาณแอนะลอก 5

2.2 สัญญาณดิจิตอล 6

2.3 แผนผังการทำงานของระบบ PCM 8

2.4 โครงสร้างพื้นฐานของชุมสายอิเล็กทรอนิกส์เอสพีซี 11

2.5 ส่วนประกอบของชุมสายดิจิตอล 12

2.6 ส่วนประกอบของชุมสายแอนะลอก 12

2.7 การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารแบบดิจิตอล 13

2.8 ผังการทำงานชุมสายแบบ SPC 13

2.9 หลักการแปลงรหัสแบบ TDM 14

2.10 การส่งสัญญาณออกทางเดียว 15

2.11 TDM และวงจรเปรียบเทียบ 15

2.12 การส่งผ่านทางด่วนข้อมูล 16

2.13 การจัดอันดับของสัญญาณ 17

2.14 การจัดอันดับของการสับเปลี่ยนช่วงเวลา 17

2.15 หลักการจัดช่องเวลา 18

2.16 การสับเปลี่ยนช่วงเวลาใน 1 เฟรม 18

2.17 การจัดช่วงเวลาของวงจรดิจิตอล 19

2.18 การสับเปลี่ยนช่วงเวลา 19

2.19 การเปลี่ยนระหว่างช่องเวลา 19

2.20 การสับเปลี่ยนกันระหว่างช่องเวลา 20

2.21 การส่งผ่านของการเปลี่ยนระหว่างช่องเวลา 20

2.22 สัญญาณที่ผ่านช่องเวลา 21

2.23 การตอบสนองกันระหว่างวงจรทางด้านเข้ากับวงจรทางด้านออก 21

2.24 ส่วนประกอบของสัญญาณดิจิตอล 8 บิต 22

2.25 การส่งผ่านสวิตช์เชิงเวลา 22

2.26 การใช้งานของช่องเวลา 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 การใช้งานของช่องเวลาในสวิตช์ช่องเวลา	23
2.28 คาบเวลาการอ่านและคาบเวลาการเขียน	23
2.29 การเปลี่ยนของสัญญาณ	24
2.30 การอ่านออกในสวิตช์เชิงเวลา	24
2.31 วิธีการอ่านและการเขียนสวิตช์เชิงเวลา	25
2.32 วงจรการอ่านและการเขียนของเฟรมถัดไป	25
2.33 วงจรการจัดลำดับของสัญญาณและช่องเวลา	26
2.34 การส่งหลังการมัลติเพล็กซ์	26
2.35 การเปรียบเทียบระหว่างสวิตช์ทางเวลาและการสเป็ซสวิตช์	27
2.36 การควบคุมในการใช้แบบตามลำดับที่แน่นอน	28
2.37 วิธีการควบคุมการสุ่ม	28
2.38 การควบคุมชุดคำสั่งที่เก็บไว้	29
2.39 การควบคุมตามลำดับ และควบคุมการสุ่ม	29
2.40 การเขียนลำดับการควบคุม และควบคุมการอ่านการสุ่ม	30
2.41 วิธีการใช้การเขียนการสุ่มและควบคุมการอ่านตามลำดับ	30
2.42 การใช้งานของการนับสวิตช์ทางเวลาและควบคุมชุดคำสั่ง	31
2.43 การทำงานของการนับช่องเวลา	31
2.44 การทำงานของการควบคุมชุดคำสั่ง	32
2.45 ความสัมพันธ์ระหว่างการนับช่องเวลากับควบคุมชุดคำสั่ง	32
2.46 การเปรียบเทียบของการควบคุมชุดคำสั่ง	33
3.1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์	34
3.2 แผนผังการต่ออุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์	35
3.3 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	35
3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	36
3.5 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	37
3.6 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	37
3.7 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	40
4.2 ผลการทดลองเมื่อกดปุ่มคีย์	41
4.3 ผลการทดลองเมื่อยกหูโทรศัพท์แล้วพูด	41
4.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	42
4.5 ผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	42
4.6 วงจรเมตริกซ์สวิตช์	43
ก.1 ภาพด้านบนของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์	50
ก.2 ภาพด้านหน้าของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์	50
ก.3 ภาพด้านหลังของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์	51
ข.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	53
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	53
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของแผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์	54
ข.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า	54
ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า	55
ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของแผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า	55
ข.7 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	56
ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	56
ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของแผ่นวงจรพิมพ์วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง	57
ข.10 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	57
ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	58
ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง	58
ง.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม	63
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ (ด้านหน้า)	67
จ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ (ด้านหลัง)	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารด้านโทรคมนาคมมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาไปข้างหน้าในอนาคตอย่างไม่หยุดยั้ง ดังนั้นการให้บริการแก่ผู้ใช้บริการโทรศัพท์จึงต้องมีการขยายพื้นที่ออกไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เพื่อสามารถให้การบริการที่ครอบคลุมพื้นที่ให้มากที่สุด ในส่วนนี้จะยกตัวอย่างการให้บริการโทรศัพท์แบบบ้านผู้เช่า ที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นที่ทราบกันดีว่าในปัจจุบันนี้องค์กรที่ให้บริการในเรื่องนี้ ทั้งรัฐวิสาหกิจ และเอกชนต่างก็พยายามที่จะให้บริการครอบคลุมพื้นที่ของผู้ขอใช้บริการโทรศัพท์ให้มากที่สุด แต่ก็ทำได้ไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้ขอใช้บริการเนื่องจากความจำกัดในเรื่องของงบประมาณ และสถานที่ตั้งของชุมสายที่มีปัญหาของคู่สายที่ไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้ขอใช้บริการต้องรอการปรับปรุงคู่สาย และเพิ่มคู่สายในอนาคต

สำหรับตัวอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ ผู้ให้บริการได้สั่งซื้ออุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์จากต่างประเทศโดยผ่านบริษัทเอกชนแห่งหนึ่ง โดยอุปกรณ์ตัวนี้สามารถใช้งานโดยใช้เลขหมายโทรศัพท์ 4 เลขหมายให้ผ่านคู่สายเคเบิลเพียง 1 คู่สายเท่านั้น โดยมีการใช้อุปกรณ์ตัวนี้ในเขตพื้นที่ที่มีความต้องการโทรศัพท์มากแต่คู่สายไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่ใช้นอกเขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล

เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่สั่งเข้ามาจากต่างประเทศ และปัจจุบันบริษัทนำเข้าอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ภายในประเทศไทยหยุดการให้บริการ ดังนั้นเมื่ออุปกรณ์ชำรุดเสียหายจึงไม่สามารถตรวจซ่อมได้ทุกตัวเนื่องจากอุปกรณ์ที่สร้าง และซ่อมภายในประเทศนั้นไม่มี ดังนั้นในการตรวจซ่อมทำได้แค่การถอดอุปกรณ์จากตัวที่ชำรุดตัวก่อนมาเปลี่ยนใส่อีกตัว และมีปัญหาอีกมากมายที่แก้ไขไม่ได้ เช่น ไม่สามารถป้องกันกระแสไฟเกินที่ไหลเข้าตัวอุปกรณ์ได้จากทั้งเหตุทางธรรมชาติ และจากทางชุมสายเองที่ทำให้อุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหายเป็นจำนวนมาก ที่มีเหลือใช้ในปัจจุบันก็เหลือจำนวนน้อยมาก

ดังนั้นขอบเขตในการนำเสนอโครงงาน คือ การสร้างอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ขึ้น โดยการใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในประเทศ โดยให้คุณสมบัติของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์สามารถใช้งานได้โดยใช้เลขหมายโทรศัพท์ 4 เลขหมาย ให้ผ่านคู่สายเคเบิลเพียง 1 คู่สาย และสร้างโครงสร้างของอุปกรณ์ให้มีความแข็งแรงยิ่งขึ้นมีการป้องกันแรงดันที่เข้ามาเกินที่ตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1. สามารถส่งสัญญาณ 4 เลขหมายผ่านคู่สายเคเบิลโทรศัพท์เพียง 1 คู่สาย
2. สามารถใช้โทรศัพท์ได้ทั้ง 4 เลขหมายในเวลาเดียวกันโดยไม่มีการรบกวนสัญญาณซึ่งกันและกัน
3. สามารถป้องกันแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาเกินขนาดที่อุปกรณ์จะสามารถต้านทานได้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและการทำความเข้าใจ แต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับหลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์แบบชุมสายระบบ เอสพีซี แสดงหลักการของชุมสายระบบดิจิตอล ส่วนประกอบที่สำคัญ การทำงานของระบบหลักการของ TDM การจัดลำดับของสัญญาณ การจัดลำดับของการสับเปลี่ยนช่วงเวลา หลักการการแบ่งช่วงเวลาตลอดจนคาบเวลาการอ่าน และคาบเวลาการเขียน การแสดงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการออกแบบ และการสร้างอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์การออกแบบวงจรที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อโทรศัพท์ วงจรที่ทำหน้าที่เข้ารหัส และถอดรหัสสัญญาณ ที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นการออกแบบการวางอุปกรณ์การเชื่อมขาอุปกรณ์การออกแบบลายทองแดง และแสดงผังการทำงานของวงจรอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลองของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ซึ่งจะแสดงผลการทดลองทีละภาคการทำงานดังที่กล่าวในบทที่ 3

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการทดลองรวมถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง เป็นคู่มือการใช้งานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

ภาคผนวก จ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในอดีตการสื่อสารระหว่างผู้ส่ง และผู้รับสารมีวิธีการสื่อสารโดยการส่งสัญญาณซึ่งอาจส่งเป็นสัญญาณเสียง การตีเกราะเคาะไม้ หรือการส่งสัญญาณที่มองเห็นด้วยตา เช่น สัญญาณควันไฟ สัญญาณธง หรือแสงกระพริบ ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีความเจริญก้าวหน้าทางธุรกิจ และการขยายตัวของสังคมมีการพัฒนามาจากยุคอุตสาหกรรมจนถึงยุคโลกาภิวัฒน์ ในความเจริญทุกด้านที่กล่าวมาสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้ คือ ระบบการติดต่อสื่อสารซึ่งมีส่วนประกอบ คือ ผู้ส่งสาร ผู้รับสาร และสื่อในการส่งสาร ปัจจุบันระบบการสื่อสารมีกันอยู่หลายรูปแบบ เช่น การส่งสัญญาณทางด้านความถี่ทั้งที่เป็นระบบแอนะลอก และระบบดิจิตอล ซึ่งมีการสื่อสารผ่านสายนำสัญญาณ การสื่อสารผ่านเส้นใยแก้ว การสื่อสารผ่านดาวเทียม ตลอดจนการสื่อสารโดยใช้อากาศเป็นตัวพาหะนำสัญญาณเราจึงสามารถแยกได้คือ การสื่อสารระหว่างคนกับคน โดยการใช้สัญญาณเสียงแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อการติดต่อเช่น โทรศัพท์ วิทยุ และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ การสื่อสารระหว่างคนกับเครื่อง การสื่อสารแบบนี้มีความจำเป็นมากสำหรับสังคมยุคปัจจุบัน ซึ่งต้องการความรวดเร็วในการได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร และตลอดจนในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยมีผู้ออกคำสั่งต่อไปเป็นการสื่อสารระหว่างเครื่องกับเครื่องเป็นการสื่อสารในลักษณะการย้ายข้อมูล หรือว่าจะเรียกแฟ้มข้อมูลจากตัวคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปสู่คอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่ง ดังนั้นการสื่อสารที่กล่าวมามีทั้งประเภทการสื่อสารแบบทางเดียวในการสื่อสาร เช่น วิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ และการสื่อสารแบบสองทางคือ การใช้ความถี่เดียวกันแต่สื่อสารคนละเวลาเช่น วิทยุสมัครเล่นอีกกรณีหนึ่ง คือ การสื่อสารแบบความถี่เดียวกันสามารถติดต่อกันสื่อสารในเวลาเดียวกันได้คือ โทรศัพท์ อุปกรณ์สื่อสารที่จะกล่าวถึงในโครงงานนี้ คือ โทรศัพท์ ซึ่งเกิดขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาในพุทธศักราช 2419 โดยมีโทรศัพท์สองเครื่องวางห่างกันมีสายเชื่อมต่อสามารถทำการพูดกันได้ซึ่งอาศัยหลักการเปลี่ยนสัญญาณพูด หรือสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งไปโดยที่เครื่องปลายทางจะถูกนำมาเปลี่ยนกลับให้เป็นสัญญาณเสียงเหมือนเดิมทำให้เกิดการสื่อสารติดต่อกันได้เรียกว่า ระบบโทรศัพท์ นั่นเอง ต่อมามีการพัฒนาระบบโดยมีพนักงานต่อสายทำงานในการตัดต่อช่องสัญญาณให้ตามที่ผู้ใช้เรียกมา ต่อมามีผู้ใช้บริการจำนวนมากจึงต้องมีการใช้อุปกรณ์ในการตัดต่อ คือ อุปกรณ์สวิตช์นั่นเองจากนั้นจึงได้มีการพัฒนาเป็นระบบชุมสายอัตโนมัติโดยการหมุนเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายจากเครื่องผู้เช่าเองนั่นคือ ระบบ สเต็ป-บาย-สเต็ป โดยใช้กลไกเป็นตัวทำงาน และใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมอีกทีหนึ่งเรียกโดยรวมว่าระบบอีเล็กโตรแมคคานิคอล ในระยะต่อมามีการพัฒนามาเป็นระบบครอสบาร์ ซึ่งมีข้อดีกว่าระบบที่กล่าวมาคือ มีกลไกที่เล็ก และจำนวนน้อย ทำงานได้รวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำขึ้น ราคาต้นทุนต่ำ ปัจจุบันโทรศัพท์ระบบนี้มีใช้อยู่ในบางประเทศ นอกจากนี้ระบบโทรศัพท์ยังมีการพัฒนามาเรื่อยๆ เป็นระบบเอสพีซีโดยการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาใช้เกี่ยวข้องกับการเก็บโปรแกรมซึ่งการทำงานของระบบจะขึ้นอยู่กับการควบคุมของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และระบบซอฟแวร์โดยในระบบยังมีอุปกรณ์ที่สำคัญเช่น สวิตช์เมตริกซ์ หน่วยประมวลผลกลาง ส่วนตรวจสถานะโทรศัพท์ ส่วนสร้างสัญญาณในระบบ ส่วนเก็บข้อมูลในการใช้หมายเลข ชุมสายอีกระบบหนึ่ง คือ ชุมสายดิจิตอล ซึ่งแบ่งลักษณะการทำงานของชุมสายได้สองแบบ คือ แบบแบ่งช่องตามช่องว่าง หรือแบบแอนะลอกเป็นการติดต่อเส้นทางการสื่อสารโดยตรงจากชุมสายไปยังผู้ใช้แต่ละคนโดยการติดต่อจะใช้หน้าสัมผัสกลไก (เช่น สวิตช์แบบสเต็ป-บาย-สเต็ป และสวิตช์แบบครอสบาร์หรือรีเลย์) หรือใช้อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำแบบแอนะลอก เช่น ทรานซิสเตอร์แบบที่สองคือ การแบ่งตามเวลา หรือแบบดิจิตอลใช้หลักการทำงานแบบเลือกส่งข้อมูลตามลำดับเวลาอธิบายได้จากการติดต่อกันระหว่างช่องสัญญาณขาเข้าและช่องสัญญาณขาออกโดยการย้ายรหัสข้อมูลแบบ PCM จากช่วงเวลาในช่องสัญญาณขาเข้าไปบนช่องสัญญาณขาออก การโอนย้ายมีวิธีการ คือ เก็บรหัสข้อมูลที่อ่านเข้ามาบนหน่วยเก็บข้อมูลในชุมสาย จากนั้นกำหนดตำแหน่งแอดเดรสของข้อมูลนั้นๆ เมื่อเวลากวาดค้นหาข้อมูลจะได้ส่งได้ถูกช่องสัญญาณขาออกที่ต้องการ ซึ่งระบบชุมสายที่กล่าวมาภายในชุมสายก็มีอยู่หลายขนาด ชุมสายที่ทำการติดต่อเครื่องโทรศัพท์ในเมือง ในอำเภอ หรือชุมชนเรียกว่าชุมสายท้องถิ่นเราจะเรียกว่าชุมสายต่อผ่าน และเมื่อมีการต่อผ่านชุมสายหลายๆ ชุมสายเราจะเรียกว่า ระบบโครงข่าย ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายโครงข่าย ดังนั้นในการเชื่อมต่อจะต้องตรวจดูความเหมาะสมของจำนวนผู้ใช้ และสภาวะแวดล้อมต่างๆ ด้วย

ที่กล่าวมาคือ การทำงานของชุมสายเครื่องโทรศัพท์แบบโดยรวมในระบบโทรศัพท์นั้นมีจุดประสงค์เพื่อการติดต่อสื่อสารการเรียกจากเครื่องผู้เช่าโทรศัพท์ที่ยกหูขึ้นซึ่งตามชื่อทางโทรศัพท์เรียกว่า "ผู้เรียก" ไปยังเครื่องโทรศัพท์อีกเครื่องหนึ่งซึ่งเรียกว่า "ผู้ถูกเรียก" เมื่อทั้งสองฝ่ายสามารถสนทนากันได้เรียกว่า "ครบวงจรสนทนา"

หลักการที่เราจะส่งสัญญาณเข้าไปสายโทรศัพท์ได้จะต้องใช้หลักการของ TDM โดยใช้สัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้าโดยให้ใช้การผ่านวงจรถอดรหัสจากสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลจำนวน 8 บิต โดยอาศัยการสุ่มตัวอย่างความถี่ 8 KHz เมื่อสัญญาณถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วเราเรียกว่า PCM และเมื่อสัญญาณดิจิตอลหลายๆ สัญญาณมารวมกันในคู่สายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

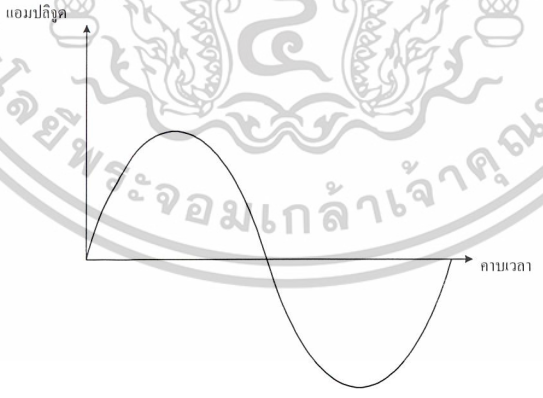
เราเรียกว่า TDM ซึ่งขอบเขตในการทำโครงงานนี้ คือ การสร้างอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ขึ้นเองภายในประเทศโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในประเทศ จัดทำคู่มือการใช้งานการซ่อมบำรุงรักษา สร้างโครงสร้างของอุปกรณ์ให้มีความแข็งแรงยิ่งขึ้น และมีการป้องกันแรงดันที่เข้ามาเกินที่อุปกรณ์จะสามารถต้านทานได้ ซึ่งโดยคุณสมบัติของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ นี้จะต้องสามารถใช้งานโดยการใช้เลขหมายโทรศัพท์ 4 เลขหมายให้ผ่านคู่สายเคเบิลโทรศัพท์เพียง 1 คู่สายเท่านั้น

2.2 หลักการทำงานของระบบการส่งข้อมูล

ในที่นี้เนื่องจากชุมสายชุมสายโทรศัพท์ระบบเอสพีซีได้นำเอาเทคนิคทางดิจิตอลมาใช้ในการรับ และส่งสัญญาณข้อมูลต่างๆ โดยเฉพาะในภาคเครือข่ายสวิตช์ชิ่งสัญญาณแอนะลอกจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลทั้งสิ้น

2.2.1 สัญญาณแอนะลอก

สัญญาณแอนะลอกในรูปของไฟฟ้า หมายถึง สัญญาณที่มีแอมปลิจูดแปรผันต่อเนื่องกับเวลา สัญญาณแอนะลอกที่ใช้กันทั่วไปในระบบรับส่ง ได้แก่ สัญญาณโทรศัพท์ สัญญาณวิทยุกระจายเสียง สัญญาณโทรทัศน์ เป็นต้น โดยทั่วไปความถี่ของสัญญาณแอนะลอกที่ใช้กับโทรศัพท์นั้นจะใช้ความถี่ในย่านตั้งแต่ 300 เฮิรตซ์ ถึง 3400 เฮิรตซ์ เท่านั้น



รูปที่ 2.1 สัญญาณแอนะลอก

การสร้างสัญญาณแอนะลอกไม่มีความจำเป็นต้องส่งข่าวสารทางแอมปลิจูดต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา จากการทดลองค้นคว้าพบว่า ถ้าทำการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) สัญญาณแอนะลอก ด้วยช่วงเวลาที่สม่ำเสมอในอัตราอย่างน้อยเป็น 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณนั้นๆ แล้วตัวอย่างที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุ่มมาได้จะถูกบรรจุไว้ด้วยแอมปลิจูดของสัญญาณเดิมครบถ้วน ซึ่งวิธีการนี้เราเรียกว่าทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง (Sampling Theorem) และได้ถูกนำไปใช้ในวิธีการของ PCM

สำหรับการส่งสัญญาณแอนะลอกสามารถกระทำได้ในรูปแบบเดิมของมัน เช่น ในการส่งสัญญาณโทรศัพท์ระหว่างผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสาย เป็นต้น สำหรับการส่งสัญญาณแอนะลอกในระยะทางไกลและสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ คือ สัญญาณที่ส่งจะอ่อนกำลังลงหรือถูกลดทอนและสิ่งรบกวน (Noise) ที่จะเสริมเข้ามาตลอดเส้นทางการส่ง เราจะต้องรักษาระดับกำลังของสัญญาณที่ส่งให้สูงกว่าระดับของสัญญาณรบกวนมากๆ ซึ่งสามารถจะทำได้โดยการขยายกำลังของสัญญาณที่ส่งเป็นระยะที่เหมาะสมตามเส้นทางการส่ง

2.2.2 สัญญาณดิจิตอล

สัญญาณดิจิตอล หมายถึง สัญญาณที่แอมปลิจูดของมันถูกจัดระดับให้แปรผันไปกับเวลาตามค่าที่กำหนดให้ เช่น ถ้าแปรผันอยู่ระหว่าง 2 ค่าที่เรียกว่า Binary Signal ถ้าแปรผันอยู่ระหว่าง 3 ค่า เรียกว่า Tribinary Signal เป็นต้น

รูปที่ 2.2 สัญญาณดิจิตอล

สัญญาณดิจิตอลที่ใช้ในงานด้านโทรคมนาคม โดยทั่วไปจะเป็นแบบไบนารีทั้งสิ้นซึ่งเป็นลักษณะของพัลส์ มีอยู่ 2 ค่า คือ “0” และ“1” โดยที่ “0” หมายถึงไม่มีพัลส์ และ “1” หมายถึงมีพัลส์ เราสามารถจัดกลุ่มของสัญญาณไบนารี ให้อยู่ในรูปของรหัส (Code) เพื่อใช้แทนค่าระดับแรงดัน (Voltage) ในการกำหนดจำนวนบิตของไบนารีโค๊ดนั้น จะขึ้นอยู่กับจำนวนของระดับแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น 1 Bit Code แทนได้ 2 ค่า คือ 0 และ 1

2 Bit Code แทนได้ 4 ค่า คือ 00 01 10 และ11

3 Bit Code แทนได้ 8 ค่า คือ 000 001 010 011 100 101 110 และ111

โดยทั่วไปแล้ว n Bit Code สามารถแทนจำนวนระดับแรงดันได้ 2^n ค่า เช่น 8 Bit Code สามารถแทนระดับของแรงดันได้ $2^8 = 256$ เป็นต้น

การส่งสัญญาณดิจิตอล มีข้อได้เปรียบเหนือกว่าการส่งสัญญาณแอนะลอกอยู่ 2 ประการ

(1) มีภูมิคุ้มกันต่อสิ่งรบกวน และความเพี้ยนได้มากกว่า

(2) มีรีเจนเนอเรทีฟรีพิตเตอร์ ผลิตสัญญาณดิจิตอลขึ้นมาใหม่ที่ปลายทางโดยปราศจากความเพี้ยน และสิ่งรบกวน

เนื่องจากการส่งสัญญาณดิจิตอลมีข้อได้เปรียบเหนือกว่าการส่งสัญญาณแอนะลอกดังนั้น จึงมีการส่งสัญญาณแอนะลอกในรูปของการส่งสัญญาณดิจิตอลมากขึ้นตามลำดับดังนั้นวิธีนี้จึงจำเป็นจะต้องแปลงสัญญาณแอนะลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่ปลายทางด้านส่ง และแปลงกลับเป็นสัญญาณแอนะลอกตามเดิมที่ปลายทางด้านรับวิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ วิธีการของ PCM

2.3. หลักการของระบบพัลส์โค๊ดมอดูเลชั่น

เป็นวิธีการที่จะเปลี่ยนสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งในแต่ละสัญญาณจะถูกกำหนดให้เป็นกระบวนการของพัลส์ในรูปของไบนารีโค๊ด ในการเปลี่ยนสัญญาณดังกล่าวจะต้องประกอบด้วยหลักการที่สำคัญ 3 ประการ เรียงตามลำดับคือ

2.3.1 การสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่าง หมายถึง การเลือกเอาค่าแอมปลิจูดที่จุดใดๆ ของสัญญาณแอนะลอกที่ช่วงเวลาที่เท่ากันตัวอย่างที่สุ่มได้ก็ คือ กระบวนพัลส์ หรือที่เรียกว่าสัญญาณ PAM จำนวนของการสุ่มตัวอย่างต่อวินาที ในระบบ PCM สัญญาณโทรศัพท์ซึ่งใช้ความถี่ในช่วงระหว่าง 300 ถึง 3400 เฮิรตซ์ จะถูกสุ่มด้วยอัตราการแซมปลิ้ง 8000 ครั้งต่อวินาที หรือถูกสุ่มตัวอย่างทุกๆ 125 ไมโครวินาที ซึ่งเรียกว่า แซมปลิ้งอินเทอร์วอล

2.3.2 การแบ่งย่านแอมปลิจูดออกเป็นระดับต่างๆ

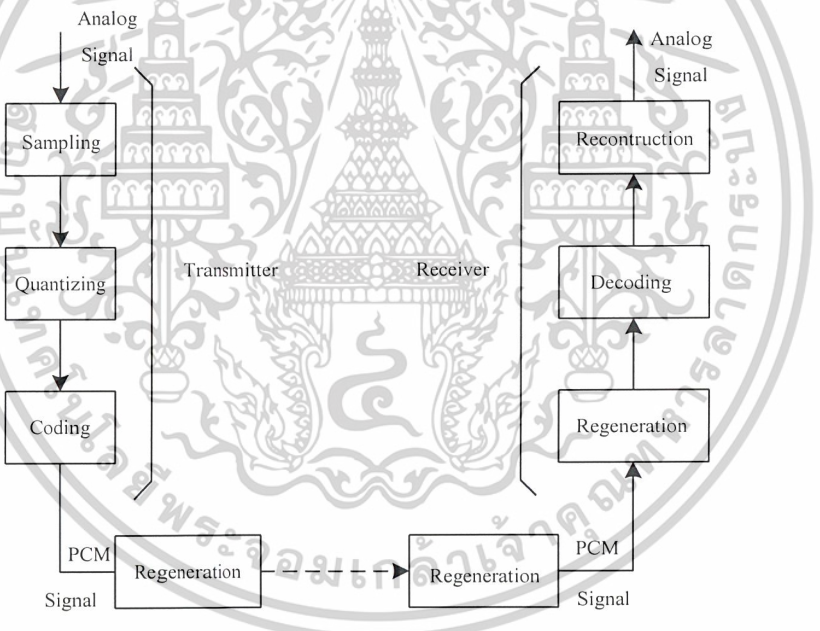
การสุ่มตัวอย่างสัญญาณโทรศัพท์ในอัตราที่สม่ำเสมอนั้น จะทำให้ได้สัญญาณ PAM ที่มีแอมปลิจูดเป็นสัดส่วนกับระดับของสัญญาณ ณ เวลาที่ได้ทำการสุ่มนั้น แอมปลิจูดดังกล่าวอาจมีค่าได้มากมายไม่จำกัดทำให้ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติ อย่างไรก็ดีการแบ่งย่านแอมปลิจูดออกเป็นระดับต่างๆ ด้วยจำนวนที่จำกัดเราสามารถที่จะแทนแอมปลิจูดค่าต่างๆ ของสัญญาณที่สุ่มมาได้ด้วยจำนวนของระดับที่ได้แบ่งไว้ ซึ่งอาจจะมีความคลาดเคลื่อนได้บ้าง ซึ่งในการให้ไบนารีโค๊ดก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดเอาค่าที่ตรงกันหรือใกล้เคียงที่สุดกับระดับที่ได้แบ่งไว้ กรรมวิธีในการแบ่งย่านแอมปลิจูดของตัวอย่างที่สุ่มมาได้เป็นระดับต่างๆ ที่มีจำนวนจำกัด และกำหนดระดับที่แน่นอนให้กับสัญญาณ PAM นั้นเราเรียกว่า ควอนไตซิงค์ (Quantizing) โดยจะเรียกระดับหนึ่งๆ ที่แบ่งไว้ว่าระดับการควอนไตซิงค์ (Quantizing Level) และจะเรียกช่วงห่างระหว่างระดับการควอนไตซิ่งค์นั้นว่า ควอนไตซิ่งอินเทอร์วอล (Quantizing Interval) หรือที่เรียกว่า ควอนทัมสเต็ป (Quantum Step)

2.3.3 การเข้ารหัส

เมื่อได้ทำการสุ่มตัวอย่างสัญญาณแอนะลอกเรียบร้อยแล้ว จะได้สัญญาณ PAM ที่มีขนาดแอมปลิจูดต่างๆ กันส่งเข้าไปยังวงจรแบ่งย่านระดับสัญญาณ โดยที่จะทำการกำหนดให้ระดับการควอนไตซิ่ง อันใด ซึ่งตรงกันหรือใกล้เคียงที่สุดกับระดับของแอมปลิจูดที่สุ่มมาได้ และตัวเข้ารหัส (Coder) ก็จะผลิตสัญญาณไบนารีโค๊ดตรงกับระดับนั้นๆ แล้วจึงส่งออกไปในสายส่ง



รูปที่ 2.3 แผนผังการทำงานของระบบ PCM

2.4 หลักการทำงานของระบบผลิตความถี่

การผลิตความถี่นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากในการสื่อสารระบบสื่อสารดิจิตอลจะต้องมีคาบเวลาที่คงที่ และแน่นอน เพื่อให้การทำงานของทุกส่วนนั้นมีความสอดคล้องกันนั่นเอง

ในโครงงานนี้ใช้คริสตอล 4.096 MHz และวงจรรวม 74HC04 เพื่อออสซิลเลตให้เกิดความถี่ของคริสตอล จากนั้นส่งความถี่เข้าสู่วงจรนับโดยใช้วงจรรวม 74HC393 เพื่อแบ่งความถี่ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เหลือตามที่ต้องการคือ ความถี่ 2.04 MHz ความถี่หลักในการทำงาน นการส่ง และรับข้อมูล ความถี่ 300 KHz

2.5 การเชื่อมต่อโทรศัพท์

หน้าที่ของชุมสายโทรศัพท์นอกจากจะทำหน้าที่ตัดต่อวงจรโทรศัพท์ตามความต้องการของผู้ใช้งานแล้ว ยังสามารถสร้างสัญญาณต่างๆ และยังเป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โทรศัพท์ของบ้านผู้เช่าด้วยการเชื่อมต่อกับสายของผู้ใช้โทรศัพท์จัดเป็นส่วนที่มีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ในแต่ละสายจะมีการกำหนด “ลักษณะหน้าที่” ไว้เพื่อใช้กับผู้ใช้ต่างชนิดกันได้

คำว่า “ลักษณะหน้าที่” ของสายสามารถอธิบายด้วยคำย่อ คือ BORSCHT โดยแต่ละอักษรแทนความหมายได้ดังนี้

อักษร B แทน Battery feed to line หมายถึง ตามปกติจะไม่มีแหล่งจ่ายไฟที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้ แต่จ่ายจากชุมสายไปตามสายโทรศัพท์แทน

อักษร O แทน Overvoltage protection หมายถึง การใช้อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าข้อกำหนดในวงจรสายส่ง เนื่องจากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำส่วนใหญ่ไวต่อไฟฟ้าแรงสูงมาก (อาจทำให้เสียหายได้) มีผลป้องกันฟ้าผ่าได้ดี

อักษร R แทน Ringing current injection and ring trip detection หมายถึง การต่อกระแสไฟสลับขนาด 70 โวลต์ เข้ากับสายเพื่อให้สัญญาณกระดิ่งภายในเครื่องโทรศัพท์มีเสียงดังขึ้น และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นชุมสายจะหยุดจ่ายกระแสไฟนี้

อักษร S แทน Supervision of the line หมายถึง การตรวจสอบสถานะของสายโทรศัพท์โดยชุมสายอยู่ตลอดเวลา เช่น การยกหู - การวางหูโทรศัพท์

อักษร C แทน Codec ย่อมาจาก encoder/decoder หมายถึง การแปลงสัญญาณแอนะลอกจากเครื่องโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อนำไปมัลติเพล็กซ์ในระบบ PCM

อักษร H แทน Hybrid หมายถึง การแปลงผันค่าผันค่าผลต่างของ 2- wire กับ 4 – wire และการกดสัญญาณตามความยาวของอินพุต 2 - wire

อักษร T แทน Testing of both line and equipment หมายถึง การทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของคู่สายโทรศัพท์ผู้เช่า เพื่อตรวจสอบ ค้นหาจุดเสียให้สามารถแก้ไขได้

2.6 ชุมสายโทรศัพท์ระบบเอสพีซี

การพัฒนาทางเทคโนโลยีมีความเจริญขึ้นมากจนในปัจจุบันกลายเป็น อุปกรณ์วงจรรวม ชุมสายโทรศัพท์นำอุปกรณ์เหล่านี้มาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์ให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ และขอบข่ายการทำงานให้สูงขึ้น โดยการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมชุมสาย ทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และแน่นอน ลำดับขั้นตอนการทำงานนั้นจะถูกนำมาบันทึกเก็บในหน่วยความจำและนำไปประมวลผลการทำงานออกสู่เอาต์พุต

ข้อดีของชุมสายระบบ เอสพีซี

การทำงานของอุปกรณ์สวิตช์ของชุมสายระบบ เอสพีซี เร็วกว่าระบบครอสบาร์มาก เพราะว่าชุมสายระบบ เอสพีซี มีความเร็วในการทำงานของอุปกรณ์เป็นมิลลิวินาที

1) สามารถให้บริการพิเศษต่างๆ แก่ผู้ใช้บริการโทรศัพท์ได้มากขึ้น

2) ง่ายในการเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ สามารถทำงานเป็นได้ทั้งชุมสายท้องถิ่นและชุมสายต่อผ่าน

3) มีระบบการควบคุม และวิเคราะห์สาเหตุเสียได้ดีขึ้น

4) ง่ายในการเปลี่ยนแปลงเลขหมายโทรศัพท์

5) สามารถบันทึกค่าที่ใช้บริการต่างๆได้อย่างอัตโนมัติจากระบบการคิดเงิน

6) สามารถเลือกใช้เส้นทาง และจัดเส้นทางติดต่อใหม่

7) สามารถรายงานสถานะของชุมสายให้ทราบได้

8) สามารถบันทึกการจราจรในสาย

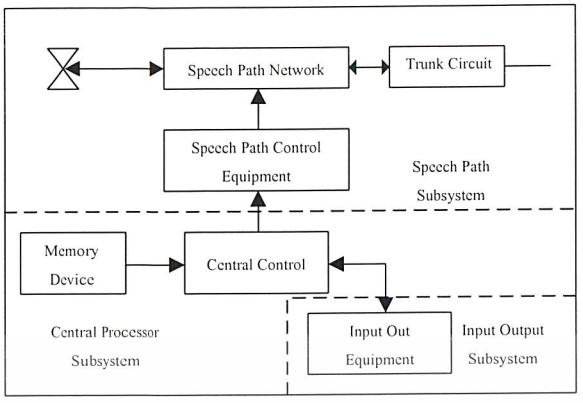
9) การควบคุมการทำงาน และการซ่อมบำรุงรวมทั้งการบำรุงรักษาสามารถทำได้จากส่วนกลางทำให้การบริหารงานจากการบำรุงรักษากระทำได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

10) ประหยัดพื้นที่ในการจัดตั้งชุมสายเนื่องจากส่วนประกอบของชุมสายระบบเอสพีซีส่วนใหญ่เป็นวงจรรวมทำให้ชุมสายมีขนาดเล็กลงจึงใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย

โครงสร้างของชุมสายระบบเอสพีซีโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 3 ส่วนสำหรับส่วนที่ต้องคำนึงในการติดตั้ง คือ ความต้องการอุณหภูมิ และความค่าชื้น ตามที่กำหนดจะต้องได้ตามมาตรฐาน ผู้ควบคุม ผู้ซ่อมบำรุงต้องมีความรู้ความสามารถเพียงพอ ระบบทางผ่านของคำพูด เป็นส่วนของสวิตช์ชิ่ง ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรพูดระหว่างผู้เช่ากับผู้เช่า หรือการติดต่อผ่านไปยังชุมสายอื่นโดยผ่านวงจรชุมสายต่อผ่านหรือวงจรชุมสายเชื่อมต่อ อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบย่อยคือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้ากลไก

หน่วยประมวลผลกลาง เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสาย โดยที่ระบบควบคุมกลาง เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโดยที่หน่วยควบคุมประมวลผลกลางจะอ่านโปรแกรมข้อมูลจากหน่วยความจำที่ควบคุมการทำงานของระบบทางผ่านของคำพูด การเข้า และการออกของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างพื้นฐานของชุมสายอิเล็กทรอนิกส์เอสพีซี

2.7 หลักการของระบบดิจิตอลสวิตช์ชิ่ง

2.7.1 ชุมสายระบบดิจิตอล

หลักการทั่วๆไปของชุมสายระบบดิจิตอลประกอบด้วย

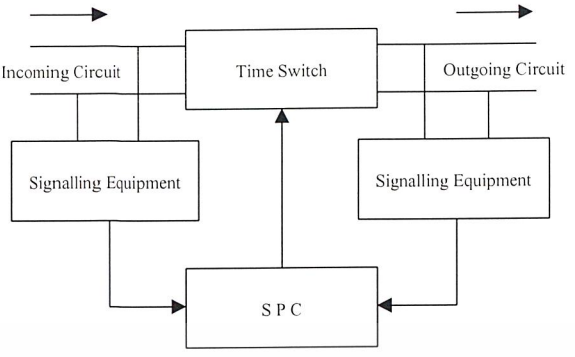
1) โครงข่ายสวิตช์

2) อุปกรณ์รับและส่งสัญญาณ

3) อุปกรณ์ควบคุม

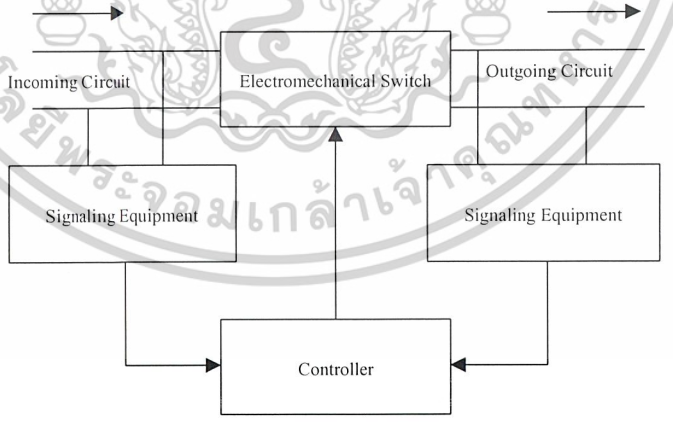
ในชุมสายแอนะลอกส่วนมากจะเป็นสวิตช์แบบไฟฟ้ากลไกซึ่งก็จะเป็นไปในรูปแบบของระบบครอสบาร์ซึ่งจะประกอบด้วยสวิตช์จำนวนมากเพื่อทำหน้าที่เป็นสวิตช์ชิ่งโครงข่ายในกรณีที่ชุมสายระบบดิจิตอลที่เป็น 1 หรือ 0 และจะถูกส่งผ่านเข้ามาทางวงจรด้านเข้าและออกไปทางวงจรทางด้านออกโดยที่สัญญาณดิจิตอลจะถูกสร้างขึ้นมาโดยอาศัยวงจรสารกึ่งตัวนำเป็นวงจรที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



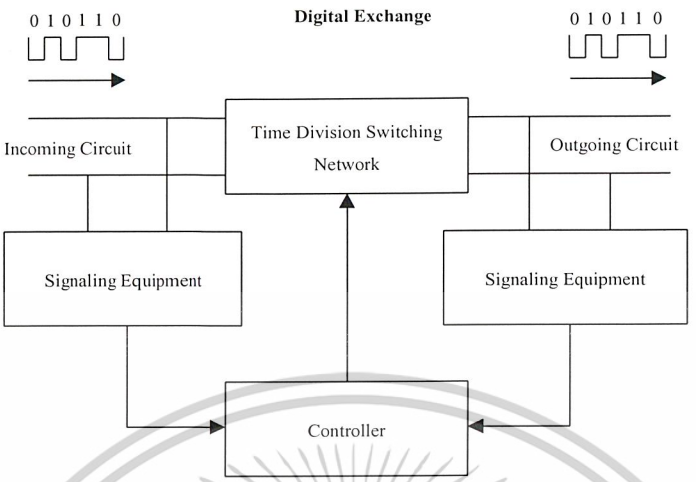
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของชุมสายดิจิตอล

ตัวดิจิตอลสวิตช์ส่วนมากจะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นหน่วยความจำสารกึ่งตัวนำ และวงจรเกทส่วนประกอบต่างๆ มีสวิตช์เชิงเวลาซึ่งใช้สารกึ่งตัวนำเป็นหน่วยความจำมีส่วนสวิตช์ที่จะประกอบด้วยวงจรเกทซึ่งเรียกว่า สเป็ซสวิตช์นำมาใช้ร่วมกับสวิตช์เชิงเวลาก็เพื่อจะทำหน้าที่ในการส่งข่าวสารต่างๆ ขณะที่วงจรเกทเปิดวงจร ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายๆ กันกับสวิตช์ไฟฟ้ากลไกจะส่งข่าวสารก็ต่อเมื่อหน้าสัมผัสทำงาน



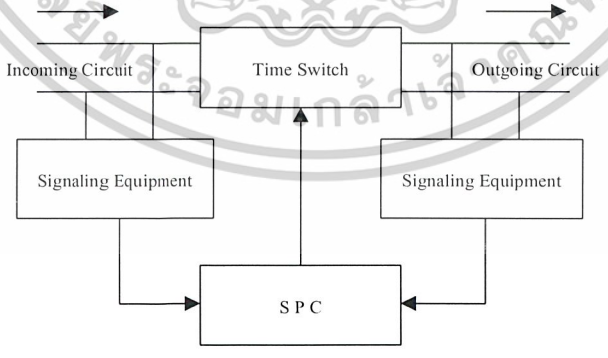
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของชุมสายแอนะลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การส่งผ่านข้อมูลข่าวสารแบบดิจิตอล

การควบคุมของระบบชุมสายแบบดิจิตอลนั้นใช้วิธีเก็บโปรแกรมซึ่งคล้ายๆ กันกับชุมสายระบบอิเล็กทรอนิกส์ในระบบ SPC ได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของสวิตช์ตามโปรแกรมต่างๆที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งการทำงานลักษณะนี้ต้องรู้สภาวะการทำงานเมื่อมีการติดต่อใช้งาน เช่น สภาวะ 0 เป็น Low สภาวะ 1 เป็นHigh และการที่เรากดหมายเลขสัญญาณแต่ละหมายเลขจะมีค่าที่แตกต่างกันหรือการที่กดแป้น DTMF ในแต่ละเลขหมายจะมีความถี่ที่แน่นอนทั้งทางแนวนอนและแนวตั้ง



S P C : Stored Program Control

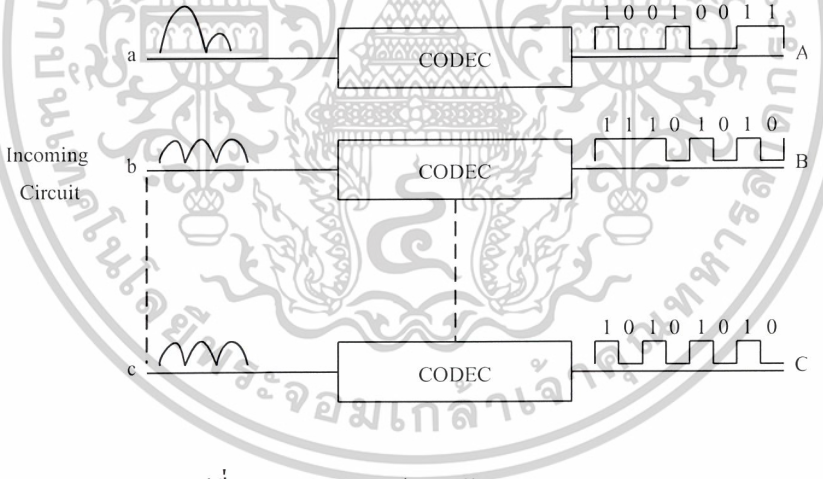
รูปที่ 2.8 ผังการทำงานชุมสายระบบ SPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 หลักการของการมัลติเพล็กซ์แบบ TDM

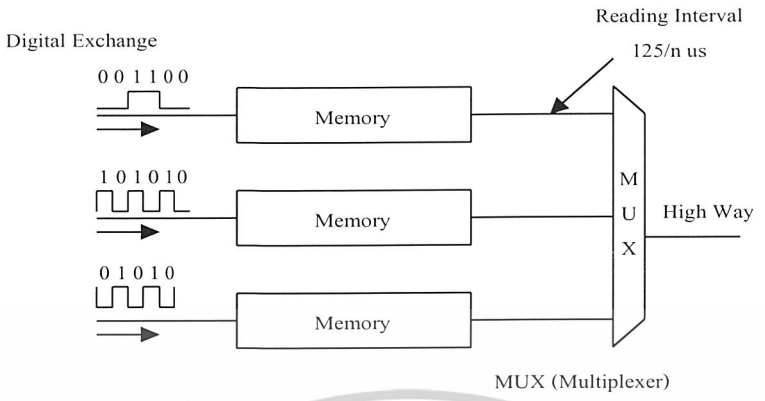
สัญญาณเสียงหรือสัญญาณแอนะลอกได้ถูกส่งเข้ามาในคู่สายตามลำดับขั้นดังนี้ a, b,..n ผ่านวงจรเข้ารหัสจากสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยการผ่านวงจรแปลงรหัสหรือที่เรียกว่า CODEC จำนวน 8 บิต คือ A, B…N

โดยนำสัญญาณแอนะลอกมาทำการสุ่มอัตราการสุ่มตัวอย่างความถี่ 8 kHz ด้วยระยะเวลา 125 μs ด้วยความเร็วในการส่ง 64 kbit /s สัญญาณหลังจากการสุ่มจะเป็นสัญญาณดิจิตอล และเมื่อได้รับสัญญาณดิจิตอลก็จะส่งไปเก็บไว้เป็นการชั่วคราวที่หน่วยความจำ เพื่อจุดประสงค์สำหรับการมัลติเพล็กซ์สัญญาณดิจิตอล A, B,…N ของ TDM ด้วยจำนวน n สัญญาณจะถูกอ่านออกจากหน่วยความจำในช่วงเวลา $\frac{125}{n}$ μs แล้วจึงส่งออกคู่สายที่ทำการส่งสัญญาณมัลติเพล็กซ์เรียกว่าไฮเวย์ ซึ่งในระบบดิจิตอลจะส่งด้วย Transmission Speed 8.448 Mbit /s การที่เราส่งสัญญาณเสียงเข้ามาทำการเข้ารหัสต้องมีใช้ความถี่ที่กำหนดไว้ให้อยู่ในช่วง 300-3400 Hz โดยที่ CCITT เป็นผู้กำหนดมาตรฐาน



รูปที่ 2.9 หลักการแปลงรหัสระบบ TDM

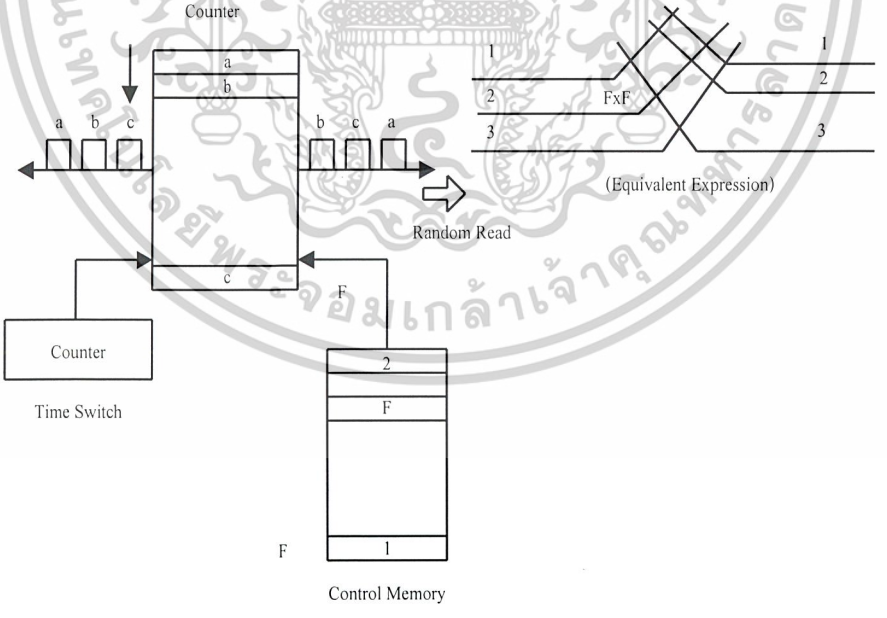
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การส่งสัญญาณออกทางเดียว

2.7.3 หลักการสวิตช์ทางเวลา

เมื่อสัญญาณแอนะลอกถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล เรียกว่า PCM ซึ่งสัญญาณดิจิตอลมีหลายๆ สัญญาณมารวมกันในคู่สายเดียวกันเรียกว่า TDM ดังรูปที่ 2.8

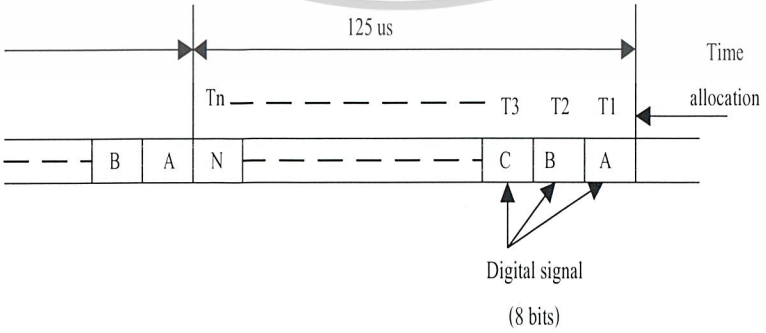


รูปที่ 2.11 TDM และวงจรเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณจะถูกนำมารวมกันในคู่สายเดียวแล้วต่อเข้าหน่วยความจำบัฟเฟอร์สัญญาณ a จะมาก่อน (หรือที่เรียกว่าช่องเวลาที่ 1) จะถูกเก็บไว้ในตำแหน่งหน่วยความจำที่ 1 สัญญาณ b ก็จะถูกเก็บไว้ในตำแหน่งหน่วยความจำที่ 2 การที่สัญญาณจากหน่วยความจำบัฟเฟอร์ จะนำออกมาใช้จะต้องถูกควบคุมจากหน่วยความจำควบคุม ข้อมูลในหน่วยความจำควบคุมกำหนดให้ความจำตำแหน่งที่ 1 เป็นตำแหน่งที่ 2 หน่วยความจำตำแหน่งที่ 3 เป็นตำแหน่งที่ F และหน่วยความตำแหน่งที่ F เป็นตำแหน่งที่ 1 ก็มีความหมายว่า สัญญาณ b ออกก่อน สัญญาณ c ออกเป็นสัญญาณที่ 3 และสัญญาณ a ออกเป็นสัญญาณที่ F วิธีการเช่นนี้เรียกว่า Time Division Switch ซึ่งเราเขียนเป็นวงจรเปรียบเทียบจะคล้ายกับวงจรเมตริกซ์ หรือครอสบาร์สวิตช์ได้ดังรูปด้านขวามือของรูปที่ 2.12 สัญญาณที่ 1 ถึง F เข้าทางด้านเข้า และสามารถต่อจากเอาต์พุตสัญญาณ 1 ถึง F เหมือนกันโดยการควบคุมของหน่วยความจำควบคุม ซึ่งในคู่สายที่ใช้ส่งสัญญาณร่วมกันสำหรับการส่งสัญญาณมัลติเพล็กซ์นั้นเราเรียกว่า ทางด่วนข้อมูล (HW) และสัญญาณดังกล่าวนั้นจะส่งด้วย Speed 8.448 Mbit / S ในระยะเวลาที่อ่านสัญญาณจากหน่วยความจำคือ $\frac{125}{n}$ µs ซึ่งเป็นการอ่านจำนวน n ครั้ง นั้นคือ จุดเริ่มต้นของความเร็วในการส่ง

รูปที่ 2.12 การส่งผ่านทางด่วนข้อมูล

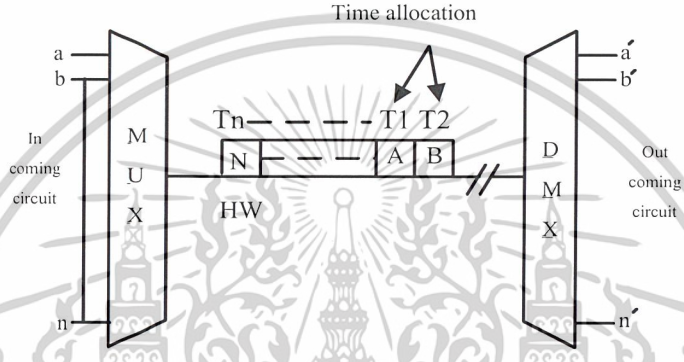


รูปที่ 2.13 การจัดอันดับของสัญญาณ

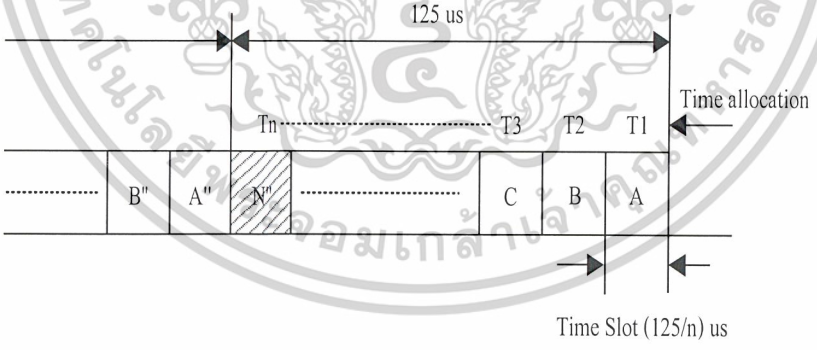
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

TDM จะมีวิธีทำงานโดยเปลี่ยนในทิศทางของการอ่านค่าของเวลา $\frac{125}{n}$ µs จะขึ้นอยู่กับการอ่านสัญญาณออกจากหน่วยความจำทุกๆ สัญญาณที่ถูกอ่านออกจากหน่วยความจำ ด้วยสัญญาณ Read signal ซึ่งจะผลิตสัญญาณออกจากตัวควบคุมสัญญาณ ในการส่งสัญญาณ HW ซึ่งสัญญาณดิจิตอล A ,B และ N ที่จะส่งสำหรับ n ช่องจะถูกจัดอันดับทางเวลาที่กำหนดไว้ที่ t_1 , t_2, ...t_n ถูกกำหนดด้วยระยะเวลา ของสัญญาณอ่านที่ถูกส่งไปยังหน่วยความจำในแต่ละวงจรทางด้านเข้า



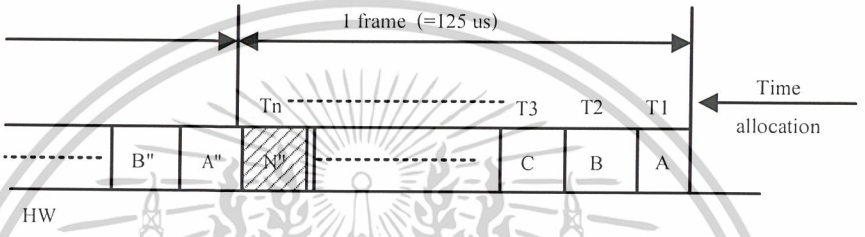
รูปที่ 2.14 การจัดอันดับของการสับเปลี่ยนช่วงเวลา



รูปที่ 2.15 หลักการจัดช่องเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
51047

เราจะพิจารณาได้ว่าในวงจรสัญญาณทางด้านเข้านั้น จะขึ้นอยู่กับการจัดอันดับของ HW และในทำนองเดียวกันเอาต์พุตของแต่ละวงจรจะขึ้นอยู่กับการจัดอันดับของเวลาใน HW เมื่อวงจรทางด้านเข้า และวงจรทางด้านออกตอบสนองซึ่งกันและกันแล้วช่วงเวลาของ t_1 ใน HW จะทำหน้าที่รับผิดชอบทั้งวงจรทางด้านเข้า และวงจรทางด้านออก a และ a' ช่วงเวลาของ t_2 ใน HW จะทำหน้าที่รับผิดชอบทั้งวงจรทางด้านเข้า และทางด้านออกของ b และ b' จนกระทั่งถึงตำแหน่งที่ t_n ก็จะทำหน้าที่รับผิดชอบวงจรทางด้านเข้า และทางด้านออกของ n และ n แต่ละช่วงเวลา t_1, $t_2 \ldots t_n$



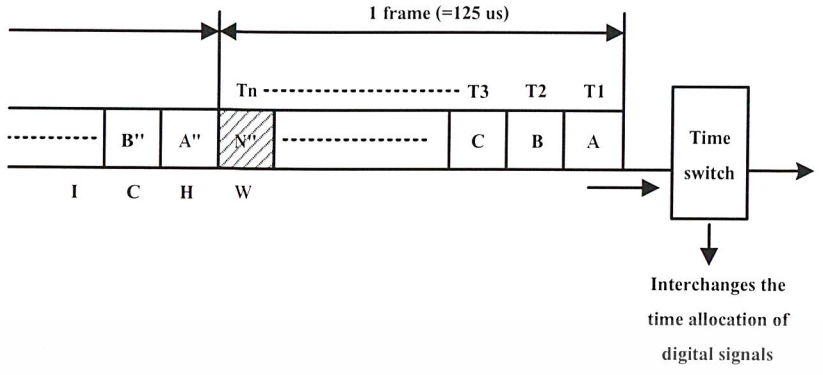
รูปที่ 2.16 การสับเปลี่ยนช่วงเวลาใน 1 เฟรม

ในการใช้งานในไฮเวย์ต่อ 1 ช่องนี้จะเรียกว่า ช่องเวลาในกรณีของ n และการสับเปลี่ยนมัลติเพล็กซ์ ดังนั้นใน 1 ช่องเวลาจะใช้เวลา $= \frac{125}{n}$ μS กลุ่มของสัญญาณทั้งหมด t_1, $t_2 \ldots t_n$ ในแต่ละกลุ่มที่ใช้ 125 μS เรียกว่า 1 เฟรม สัญญาณมัลติเพล็กซ์แบบดิจิตอลที่ใช้ใน HW ได้ถูกนำมาใช้ในวงจรของสวิตช์เชิงเวลา ซึ่งจะประกอบด้วยหน่วยความจำแบบสารกึ่งตัวนำ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นหน่วยความจำ และการสับเปลี่ยนช่วงเวลาของวงจรดิจิตอล ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณที่เข้ามาหรือสัญญาณที่ออกไปของระบบดิจิตอลสวิตช์นั้น จะขึ้นอยู่กับการสับเปลี่ยนช่วงเวลาของวงจรดิจิตอลในแต่ละ HW กระบวนการของวงจรสวิตช์ในระบบดิจิตอลจะเกิดจากการสับเปลี่ยนกันระหว่างวงจรของสัญญาณที่เข้ามา และสัญญาณที่ออกไปด้วยการสวิตช์เชิงเวลา หรือที่เรียกว่า ไทม์สวิตช์ เป็นการตัดต่อสวิตช์ที่มีความรวดเร็วมากมีค่าเท่ากับ 125 μS : 1 เฟรม

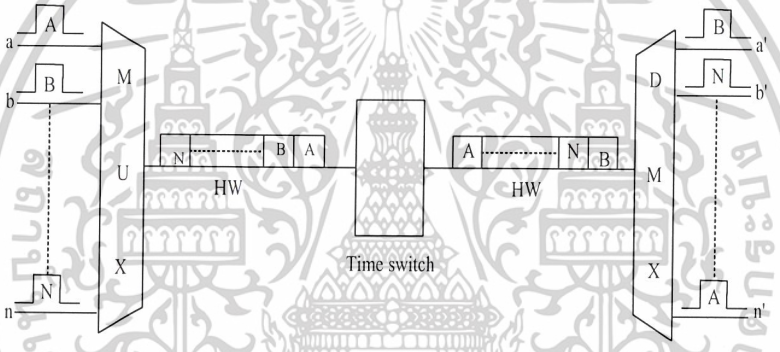
การสับเปลี่ยนกันของช่วงเวลา ซึ่งถูกกระทำจากช่องเวลาหนึ่งไปยังช่วงเวลาหนึ่ง ด้วยวงจรของ TDM ซึ่งการสลับเปลี่ยนช่วงเวลาของสัญญาณดิจิตอลเราเรียกว่า การเปลี่ยนระหว่างช่องเวลา

การสับระหว่างช่องเวลาจะกระทำโดยการเก็บสัญญาณที่ใน HW ในหน่วยความจำของสวิตช์เชิงเวลา และสัญญาณที่ถูกเก็บไว้ดังกล่าวจะถูกอ่านออกมาตามลำดับที่แตกต่างออกไปจากลำดับของการอ่าน

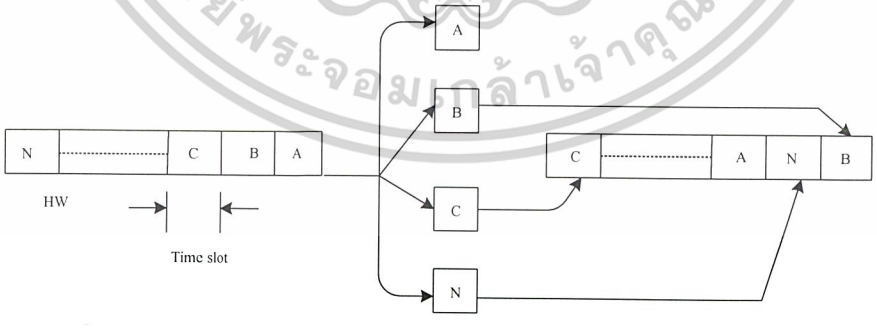
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การจัดช่วงเวลาของวงจรดิจิตอล

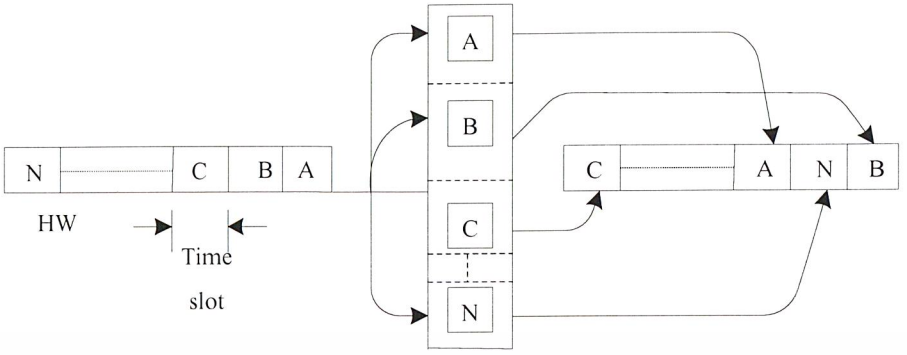


รูปที่ 2.18 การสับเปลี่ยนช่วงเวลา

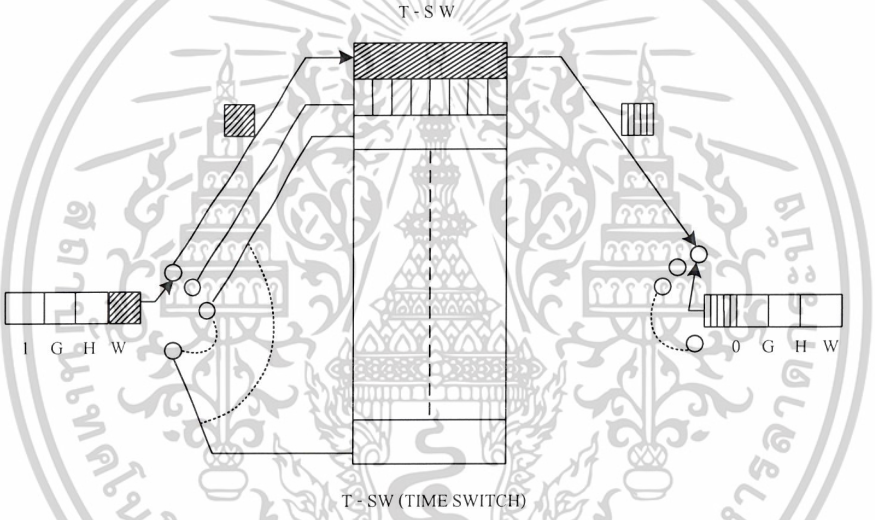


รูปที่ 2.19 การเปลี่ยนระหว่างช่องเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การสับเปลี่ยนกันระหว่างช่องเวลา

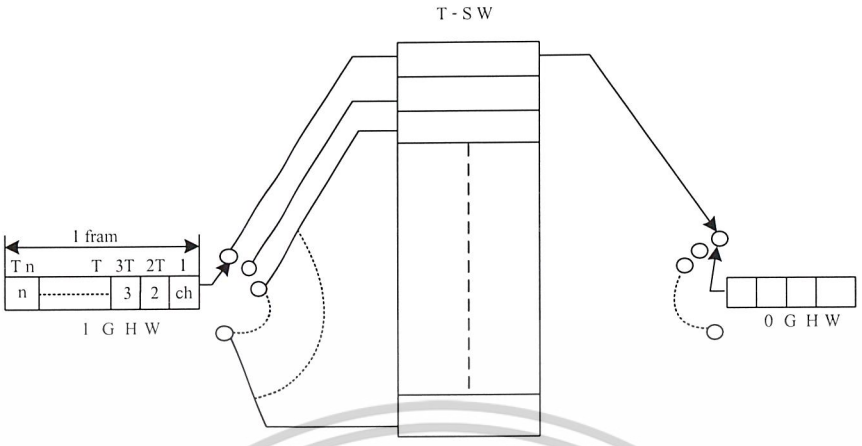


รูปที่ 2.21 การส่งผ่านของการเปลี่ยนระหว่างช่องเวลา

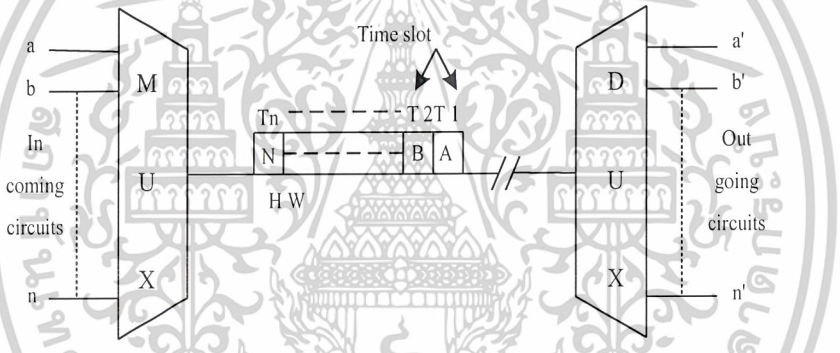
จากการพิจารณาตามรูปที่ 2.20 จะแสดงการสับเปลี่ยนระหว่างช่องเวลาจากรูปจะเห็นการสับเปลี่ยนสวิตช์เวลาจะอยู่ตรงกลางทางด้านเข้าของ HW จะอยู่ด้านซ้าย และทางด้านออก HW จะอยู่ทางด้านขวามือ สัญญาณ TDM ที่ผ่านจากการแปลงรหัสจะป้อนเข้าทางด้านของ HW หลังจากนั้นจะมีช่องเวลาถูกสับเปลี่ยนและถูกส่งออกทางด้านออกของ HW ถ้าเราสมมุติสัญญาณทั้งหมดเป็นจำนวน n ช่องต่อ 1 เฟรม (125μS) ซึ่งจะส่งเข้ามาทางด้านเข้าของ HW เป็นสัญญาณ TDM ให้สังเกตว่าจำนวน n ช่องเวลามาถึงสวิตช์เชิงเวลา T_1, T_2,...T_n ตามลำดับ

ความเร็วที่ทำการผ่านการจัดช่องทางเวลานั้นหากมีการคำนวณผิดพลาด จะทำให้เสียงเกิดการเพี้ยนไปหรือที่เรียกว่า เสียงบี้ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการสนทนากันไม่รู้เรื่อง

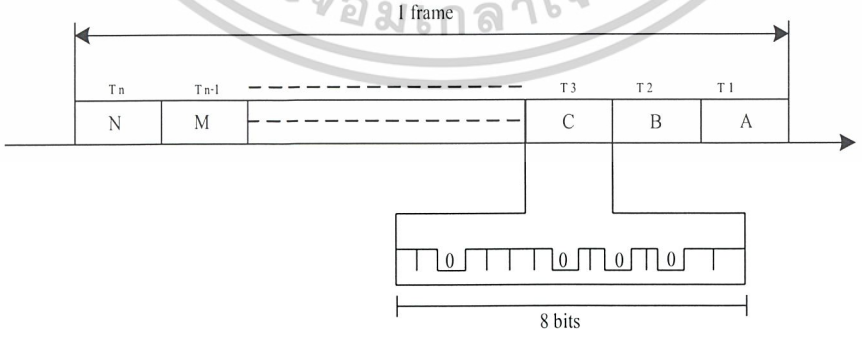
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 สัญญาณที่ผ่านช่องเวลา

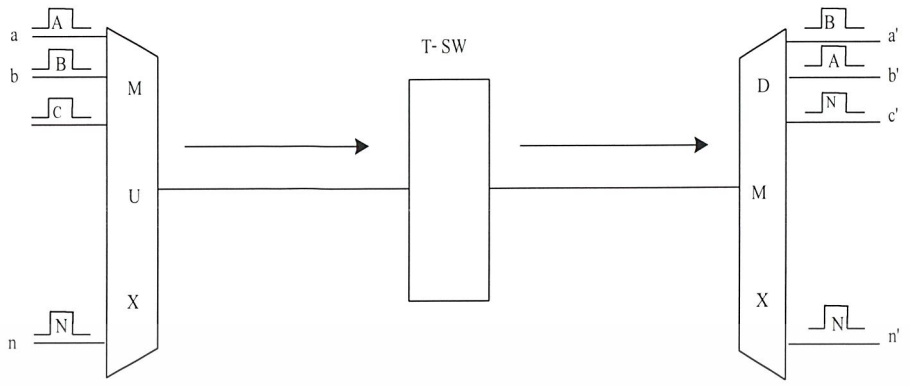


รูปที่ 2.23 การตอบสนองกันระหว่างวงจรทางด้านเข้ากับวงจรทางด้านออก



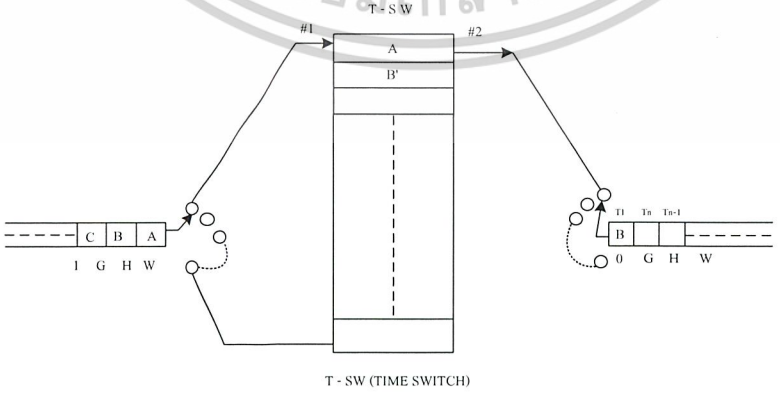
รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบของสัญญาณดิจิตอล 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



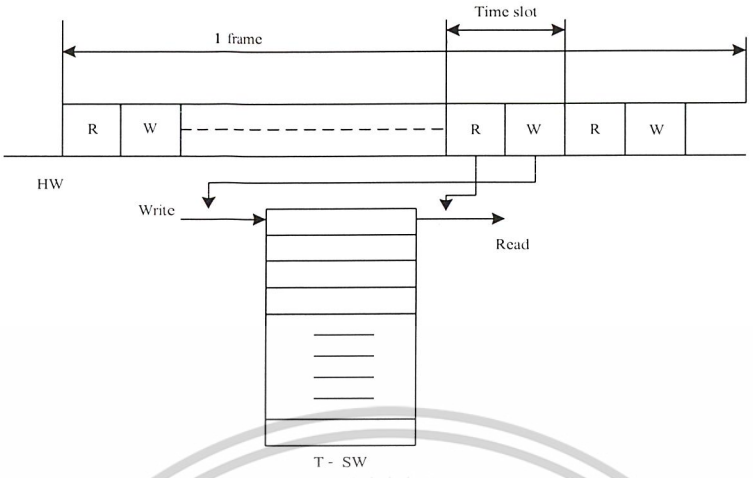
รูปที่ 2.25 การส่งผ่านสวิตช์เชิงเวลา

วงจรของสัญญาณที่ถูกส่งเข้ามาทางด้านเข้านั้นจำเป็นที่จะต้องให้ตอบสนองกับวงจรของสัญญาณทางด้านออกเพราะฉะนั้นช่องเวลา T_1 จะรับรับผิดชอบกับวงจรทางด้านเข้า a และทางด้านออก a ในทำนองเดียวกันกับช่องเวลา T_2 จะรับผิดชอบกับวงจรทางด้านเข้า b และวงจรทางด้านออก b และช่องเวลา T_n จะรับผิดชอบวงจรทางด้าน n และวงจรทางด้านออก n สมมุติว่าช่องเวลา $T1,T_2...T_n$ ทางด้านเข้าของ HW มีสัญญาณของข้อมูลข่าวสาร A, B และ N ซึ่งปกติจะเป็นรหัสดิจิตอล 8 บิตผ่าน PCM ของสัญญาณเสียง ถ้าต่อวงจรทางด้านเข้า a ไปยังด้านออก b วงจรทางด้านเข้า b ต่อไปยังทางด้านออก a' และวงจรทางด้านเข้า c ต่อไปไปยังวงจรทางด้านออก n' และวงจรทางด้านเข้า n ต่อไปยังทางด้านออก c' ควรพิจารณาถึงช่วงการสับเปลี่ยนระหว่างช่องเวลาภายในตัวสวิตช์เชิงเวลา เมื่อสัญญาณ A ถูกสับเปลี่ยนไปยังวงจรทางด้านออก b' สัญญาณ B ไปยังวงจรทางด้านออก a' สัญญาณ c ต่อไปยังวงจรทางด้านออก n' และสัญญาณ N จะถูกต่อไปยังวงจรทางด้านออก c'

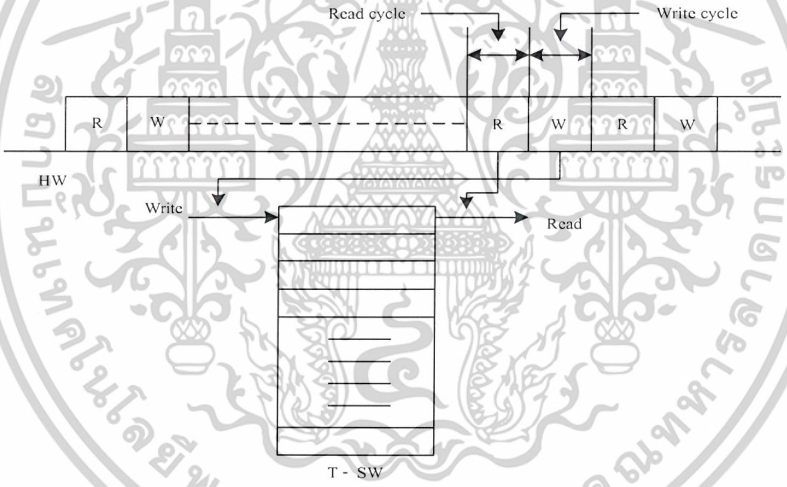


รูปที่ 2.26 การใช้งานของช่องเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

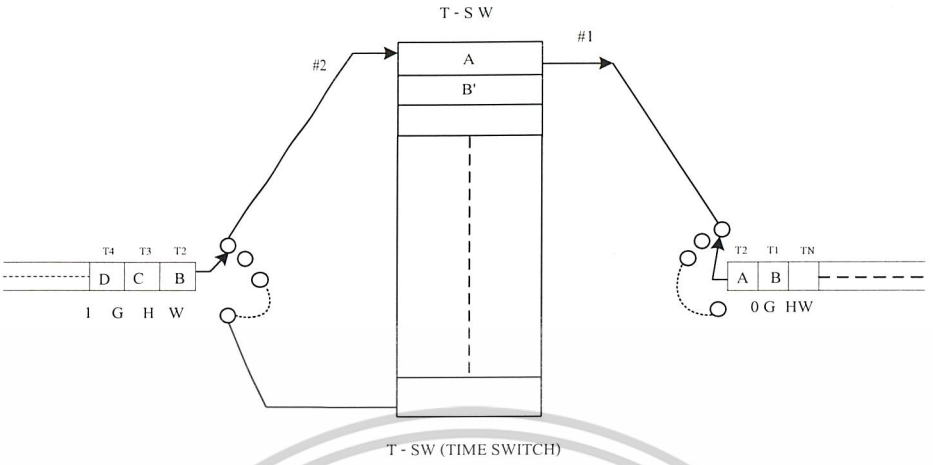


รูปที่ 2.27 การใช้งานของช่องเวลาในสวิตช์ช่องเวลา

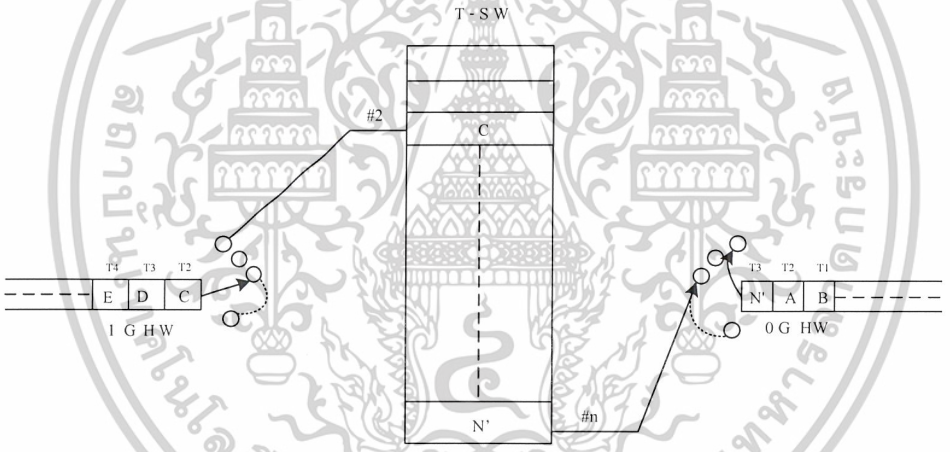


รูปที่ 2.28 คาบเวลาการอ่านและคาบเวลาการเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 การเปลี่ยนของสัญญาณ

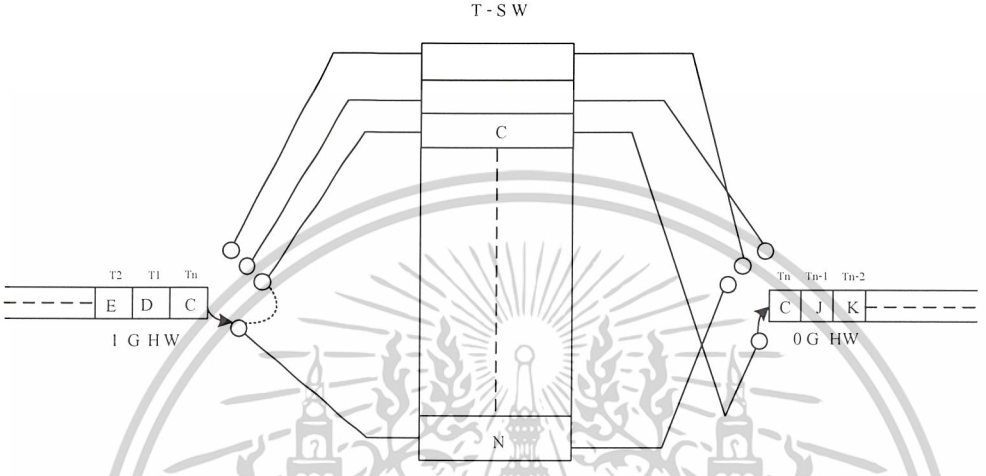


รูปที่ 2.30 การอ่านออกในสวิตช์เชิงเวลา

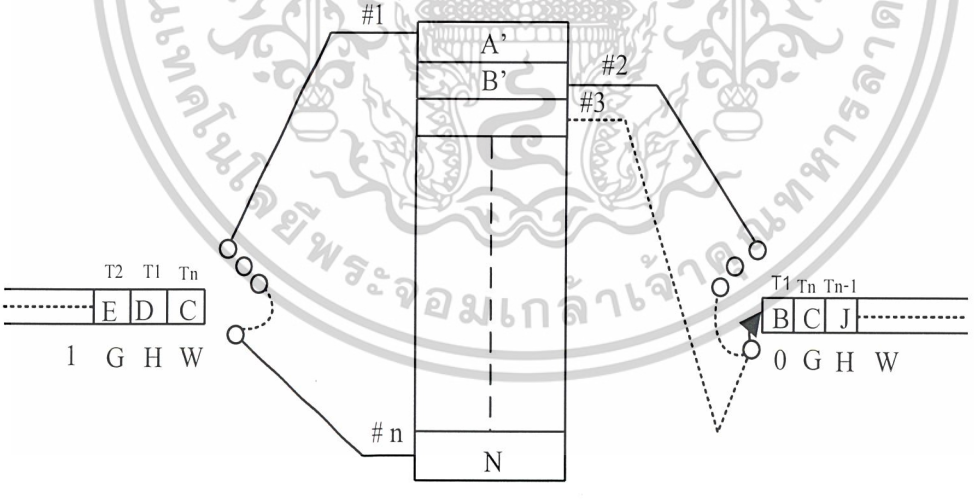
ขั้นแรกในช่องเวลา T_1 สัญญาณ a ได้ถูกบันทึกไว้ที่ตำแหน่ง # 1ในสวิตช์เชิงเวลาในเวลาเดียวกันกับสัญญาณ B ได้ถูกเก็บไว้ที่ตำแหน่ง #2 ได้ถูกอ่านออกมาได้สัญญาณ B' ตามลำดับ ขั้นตอนการทำงานของสัญญาณเขียนภายในสวิตช์เชิงเวลานี้ เราเรียกว่า คาบเวลาการเขียน และลำดับขั้นการทำงานสำหรับสัญญาณการอ่านเรียกว่า คาบเวลาการอ่าน เมื่อถึงเวลาของช่องเวลา T_3 มาถึงสัญญาณ C จะถูกบันทึกไว้ที่ตำแหน่ง #3 ในสวิตช์เชิงเวลาที่ช่วงเวลาเดียวกันนั้นสัญญาณ N' ที่ได้เก็บไว้ที่ตำแหน่ง #n ในเฟรมจะถูกอ่านออกด้วยวิธีการเช่นนี้ การบันทึกสัญญาณด้านHW และการอ่านของสัญญาณที่เก็บไว้ในสวิตช์เชิงเวลา และจะต้องกระทำเช่นนี้สลับกันไปจนกระทั่งถึงที่สุด ลำดับที่ n ของช่องเวลา T_1 ของแต่ละเฟรมดังรูปที่ 2.28 ภายหลังจากการอ่าน และการเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสัญญาณทั้งหมดจนกระทั่งถึงลำดับที่ n ของช่องเวลา T_n สมบูรณ์แบบแล้วช่องเวลา T_1 ก็จะขึ้นมารอบใหม่อีก และการเขียนของสัญญาณใหม่ A'' และการอ่านของสัญญาณ B ที่เก็บไว้ในเฟรมก่อนนั้นก็จะดำเนินต่อไป

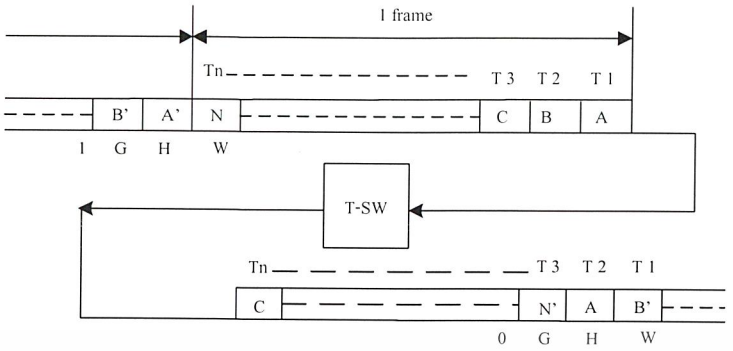


รูปที่ 2.31 วิธีการอ่านและการเขียนสวิตช์เชิงเวลา



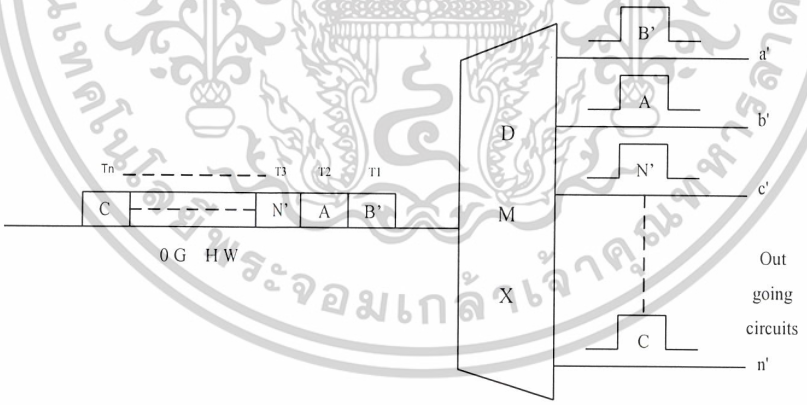
รูปที่ 2.32 วงจรการอ่านและการเขียนของเฟรมถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 วงจรการจัดลำดับของสัญญาณ และช่องเวลา

โดยวิธีการดังกล่าวนี้สลับสับเปลี่ยนของช่องเวลา ซึ่งจะกระทำผ่าน T_1,T_2,T_3 สัญญาณ B' ,A , N' ...และ C ได้จัดลำดับในเวลานี้ที่ตำแหน่งของช่องเวลา T_1,T_2,T_3...และ T_n ทางด้านออกของ HW โดยจะถูกมัลติเพล็กซ์ลงในเฉพาะช่องเวลาสำหรับการส่งออกของแต่ละวงจรจากเหตุผลดังกล่าวของสัญญาณ B' ที่เห็นในวงจรทางด้านออก a', สัญญาณ A ในวงจรทางด้านออก b' สัญญาณ N' ในวงจรด้านออก c' และสัญญาณ C ในวงจรทางด้านออก n' ดังรูปที่ 2.35

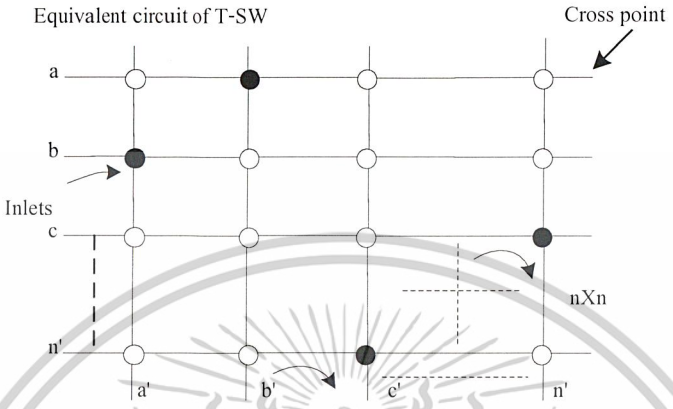


รูปที่ 2.34 การส่งหลังการมัลติเพล็กซ์

โดยหลักการทั่วๆ ไปถ้าเราจะเปรียบเทียบวงจรของสวิตช์ทางเวลาก็คงจะแสดงให้เห็นถึงจำนวน $n \times n$ ของสเป็ซสวิตช์ ในเรื่องของสวิตช์ทางเวลาซึ่งได้ทำการศึกษาค้นคว้ากันมามากพอสมควร ดังจะเห็นได้ดังรูปที่ 2.35 จุดตัดของวงจรทางด้านเข้า a จะถูกต่อออกไปยังทางด้านออก b' จุดตัดของวงจรด้านเข้า b จะถูกต่อไปยังทางด้านออก a' จุดตัดของวงจรทางด้าน c' จะถูกต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไปยังทางด้านออก n' และจุดตัดของวงจรทางด้าน n จะถูกต่อออก c' ซึ่งจะถูกปิดทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 2.35



รูปที่ 2.35 การเปรียบเทียบระหว่างสวิตช์ทางเวลาและการสเปซสวิตช์

2.7.4 การควบคุมการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่องเวลา

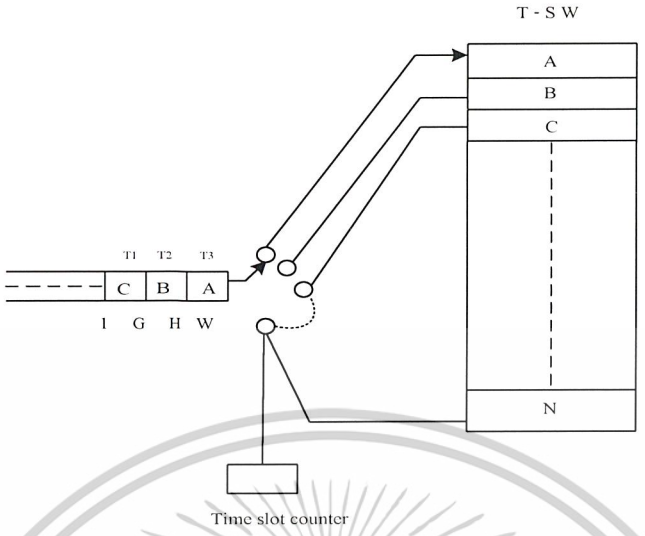
การที่จะทำให้การเปลี่ยนแปลงระหว่างช่องเวลาประสบความสำเร็จ รวมทั้งสามารถใช้งานได้โดยถูกต้อง และมีความสมบูรณ์นั้นเรามีความจำเป็นที่จะต้องควบคุมการอ่านหรือการเขียนจากตัวสวิตช์ทางเวลาที่ใช้ทุกๆ ช่องเวลานั่นคือ $T_1, T_2 ... T_n$ สำหรับจุดประสงค์ดังกล่าวมีวิธีการอยู่ 2 วิธีที่ใช้สำหรับการควบคุมนั่นคือ ควบคุมแบบลำดับและการควบคุมแบบสุ่ม

การควบคุมแบบตามลำดับ เป็นวิธีการที่จะทำการควบคุมในหน่วยความจำตำแหน่งภายในตัวสวิทช์ทางเวลา ซึ่งจะถูกกำหนดไว้ในการอ่าน หรือการเขียนจากตัวสวิทช์ทางเวลาโดยในที่นี้ใช้การควบคุมตามลำดับนี้ การนับช่องเวลาได้ถูกนำมาใช้ เพื่อที่จะหาตำแหน่งของตัวหน่วยความจำ วิธีการก็ คือ การบวก 1 ที่ตำแหน่งทุกครั้งที่เปลี่ยนช่องเวลา

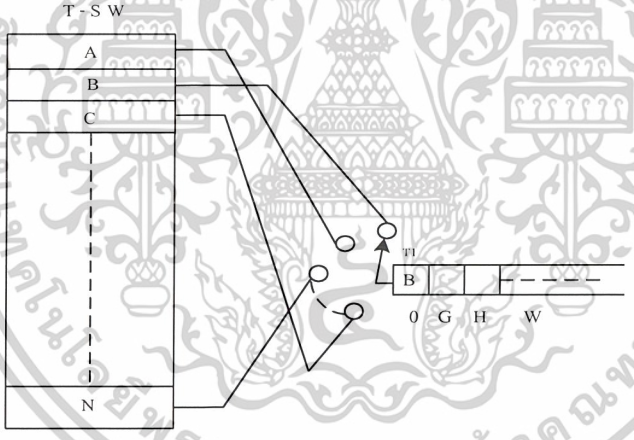
การควบคุมการสุ่มเป็นอีกวิธีหนึ่งของการควบคุมซึ่งตำแหน่งในสวิตช์ทางเวลาไม่ได้ขึ้นอยู่กับลำดับของช่องเวลาแต่ละช่อง แต่ได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้าในสวิตช์ทางเวลามาว่าจะเป็นการอ่าน หรือการเขียนข้อมูล

การใช้การสุ่มในการควบคุมชุดคำสั่งได้ถูกนำมาใช้ เพื่อให้ได้ตำแหน่งของหน่วยความจำที่แน่นอน ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหน่วยความจำในสวิตช์ทางเวลา และช่องเวลาได้ถูกทำไว้ล่วงหน้าแล้วในหน่วยความจำโดยการควบคุมจากชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการทำงานของโปรแกรมผู้ออกแบบจะต้องทราบสภาวะที่แน่นอนก่อนเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

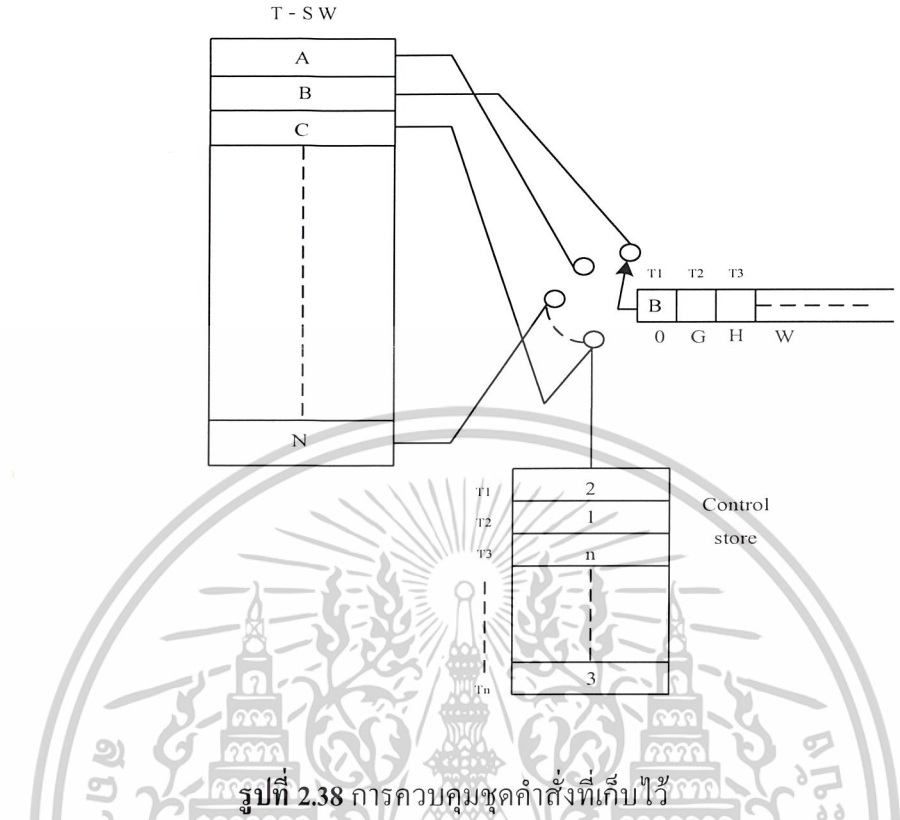


รูปที่ 2.36 การควบคุมในการใช้แบบตามลำดับที่แน่นอน

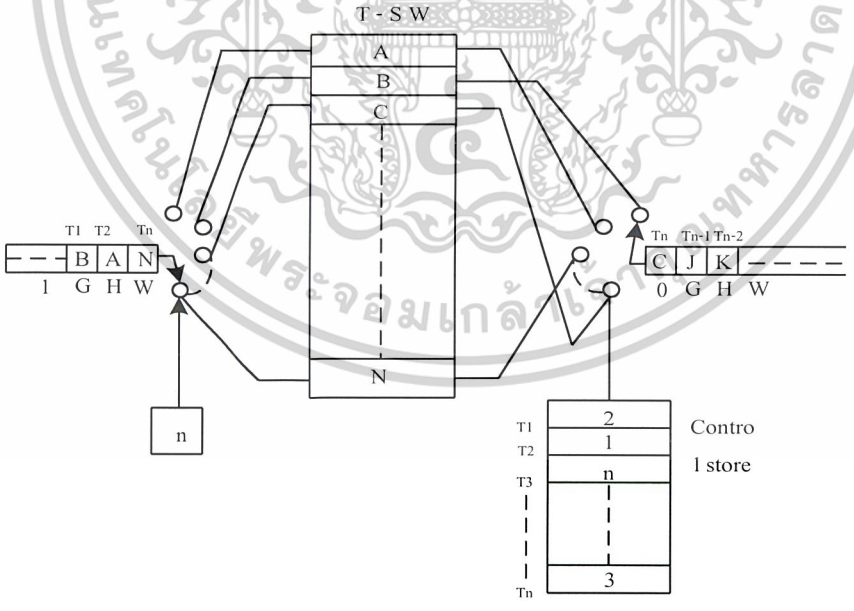


รูปที่ 2.37 วิธีการควบคุมการสุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.38 การควบคุมชุดคำสั่งที่เก็บไว้

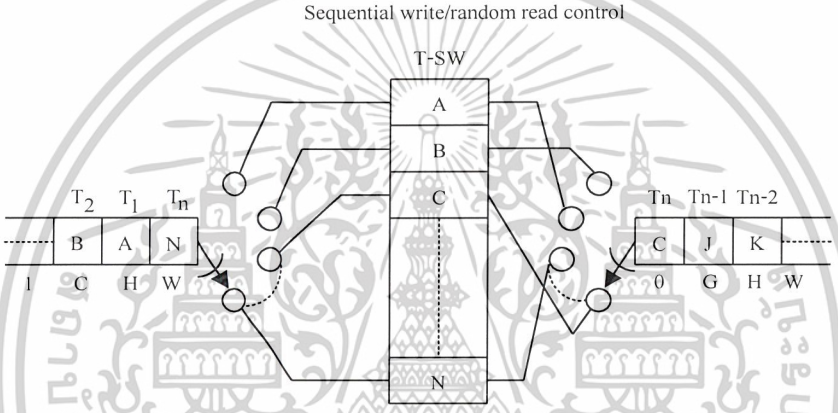


รูปที่ 2.39 การควบคุมตามลำดับและควบคุมการสุ่ม

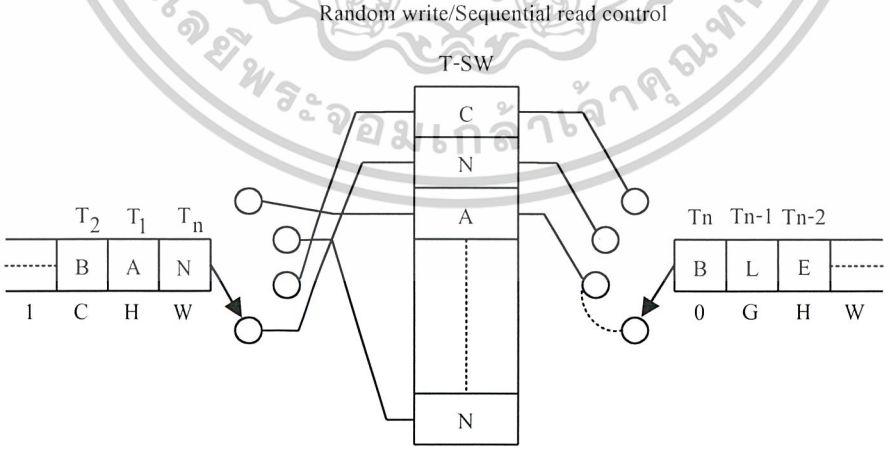
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการสับเปลี่ยนระหว่างการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่องเวลา ซึ่งเป็นการการบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำด้วยการกระทำของการควบคุมตามลำดับ และการอ่านข้อมูลจากหน่วยจำด้วยการกระทำของการควบคุมการสุ่มนี้เรียกว่า Sequential write / Random read control

อีกกรณีหนึ่งของวิธีการเปลี่ยนแปลงระหว่างช่องเวลาควบคุม คือ การบันทึกข้อมูลในหน่วยความจำกระทำโดยวิธีการควบคุมการสุ่มและการอ่านออกจากหน่วยความจำกระทำด้วยวิธีการสุ่มและการอ่านออกจากหน่วยความจำกระทำด้วยวิธีควบคุมตามลำดับซึ่งเรียกว่า Random write /Sequential read control

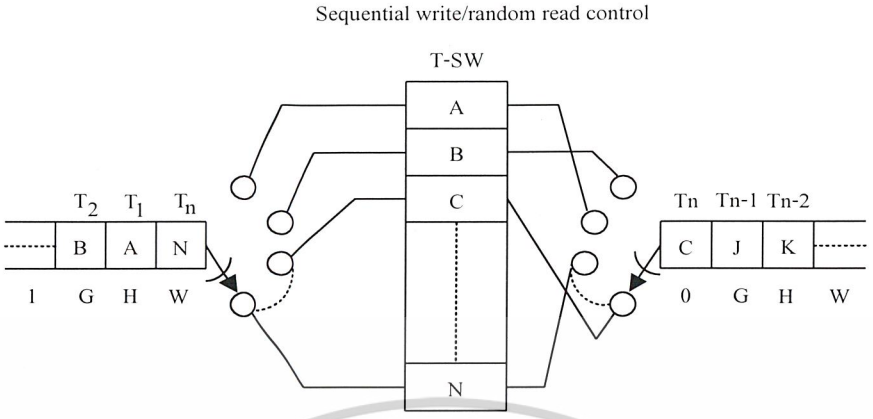


รูปที่ 2.40 การเขียนลำดับการควบคุมและควบคุมการอ่านการสุ่ม



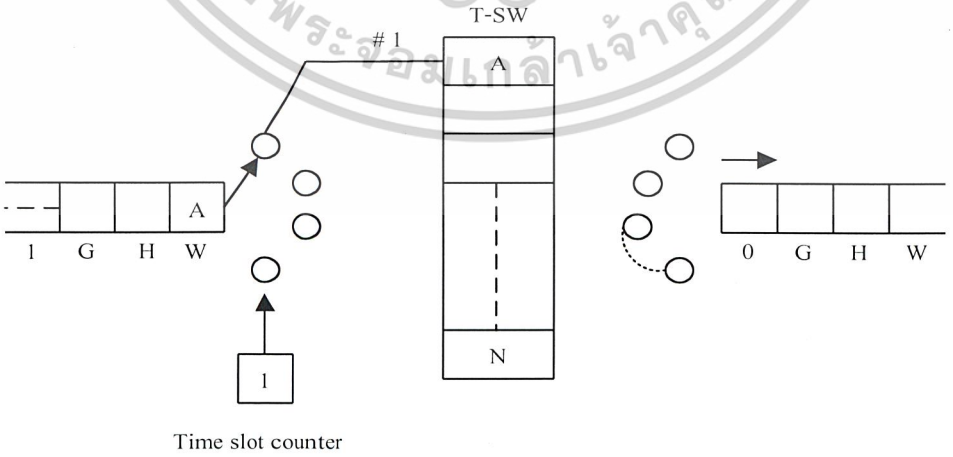
รูปที่ 2.41 วิธีการใช้การเขียนการสุ่มและควบคุมการอ่านตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.42 การใช้งานของการนับสวิตช์ทางเวลาและควบคุมชุดคำสั่ง

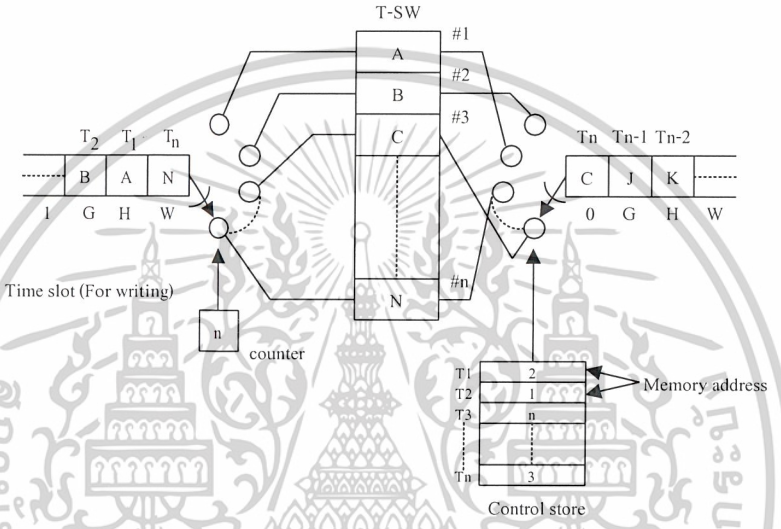
ให้เราพิจารณาดูว่าการทำงานของการนับช่องเวลาและการควบคุมชุดคำสั่งในกรณีของการเขียนแบบลำดับ และการอ่านของการสุ่ม การนับช่องเวลาได้ถูกกำหนดให้ทำงานทางด้านเข้าของ HW เพื่อใช้สำหรับบันทึกสัญญาณข้อมูลลงในสวิตช์ทางเวลา และควบคุมชุดคำสั่งใช้สำหรับอ่านสัญญาณข้อมูลออกจากสวิตช์ทางเวลา ในการจัดลำดับการบันทึกของสัญญาณลงในสวิตช์ทางเวลา ข้อความที่แสดงอยู่ในการนับช่องเวลาได้ถูกจัดไว้ในอันดับเหมือนกันกับของช่องเวลา และตำแหน่งในหน่วยความจำเรากล่าวได้ว่า เมื่อข้อความของการนับช่องเวลา คือ 1 สัญญาณ A ในช่องเวลา T_1 ได้ถูกบันทึกไว้ในหน่วยความจำที่ตำแหน่ง #1 หลังจากนี้ 1 จะถูกบวกเข้าไปในการนับช่องเวลาตามลำดับ และข้อความภายหลังจากจำนวน n แล้วกลับมาเป็น 1 อีกครั้งหนึ่ง



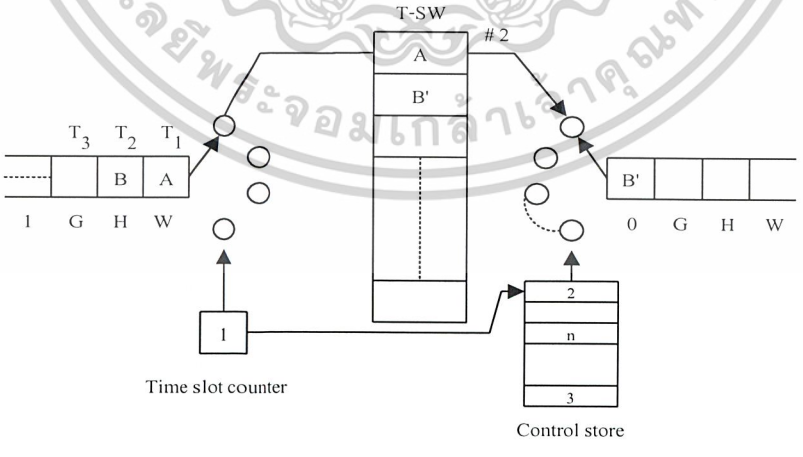
รูปที่ 2.43 การทำงานของการนับช่องเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เราพิจารณาถึงการทำงานของควบคุมชุดคำสั่งอีกครั้งหนึ่ง ในการควบคุมชุดคำสั่งจะบรรจุบนตำแหน่งของหน่วยความจำไว้มากมายซึ่งจะต้องอ่านออกอย่างต่อเนื่องร่วมกันของในแต่ละช่องเวลาเพื่อยืนยันถึงการติดต่อสื่อสารกันในควบคุมชุดคำสั่งจากรูปที่ 2.44จะเห็นการติดต่อกันใน 2, 1, n และ 3 อยู่ในการควบคุมชุดคำสั่งซึ่งแทนตำแหน่งหน่วยความจำในการติดต่อสวิตช์ทางเวลานี้จะถูกป้อนให้สำหรับทุกๆ ครั้งของการใช้โทรศัพท์เรียก



รูปที่ 2.44 การทำงานของการควบคุมชุดคำสั่ง

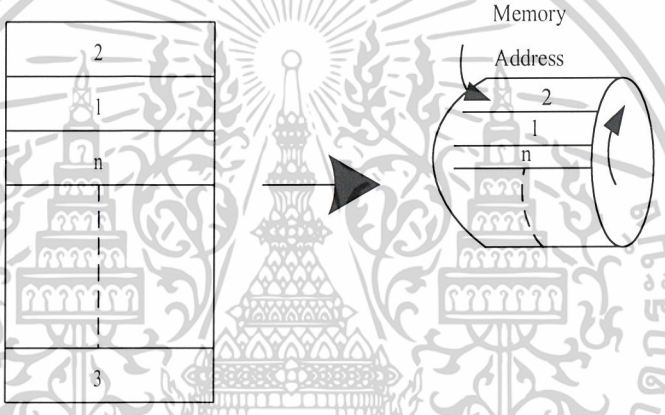


รูปที่ 2.45 ความสัมพันธ์ระหว่างการนับช่องเวลากับควบคุมชุดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาสำหรับการอ่านข้อมูลที่เก็บไว้ในชุดคำสั่งคือ ตำแหน่งของหน่วยความจำในการติดต่อสวิตช์ทางเวลาจากการนับช่องเวลาที่กำหนดไว้ทางด้านทางเข้า HW ได้ถูกนำมาใช้ก็ต่อเมื่อข้อความของการนับช่องเวลาเป็น 1 ค่าของ 2 ที่เก็บไว้ที่ตำแหน่งจะขึ้นอยู่กับ T_1 ในการควบคุมชุดคำสั่งจะถูกอ่านออกมาก่อน และเราอาจจะพอทราบได้จากค่าของตำแหน่งที่ 2 นั้นจะถูกอ่านออกมาจากตำแหน่งต่อไปจากสวิตช์ทางเวลา คือ ตำแหน่งที่ 2 นั่นเอง

ดังนั้นสัญญาณ B ที่เก็บไว้ที่ตำแหน่ง # 2 จะถูกอ่านออกมาที่ช่องเวลา T_1 และส่งผ่านออกมาทางด้านออกของ HW เพื่อควบคุมชุดคำสั่งทำการอ่านซ้ำการควบคุมจากชุดคำสั่งสวิทช์ทางเวลานั้นอาจพูดได้ชัดเจนซึ่งเหมือนกับการหมุนของวัตถุรูปทรงกลมนั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 การเปรียบเทียบของการควบคุมชุดคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

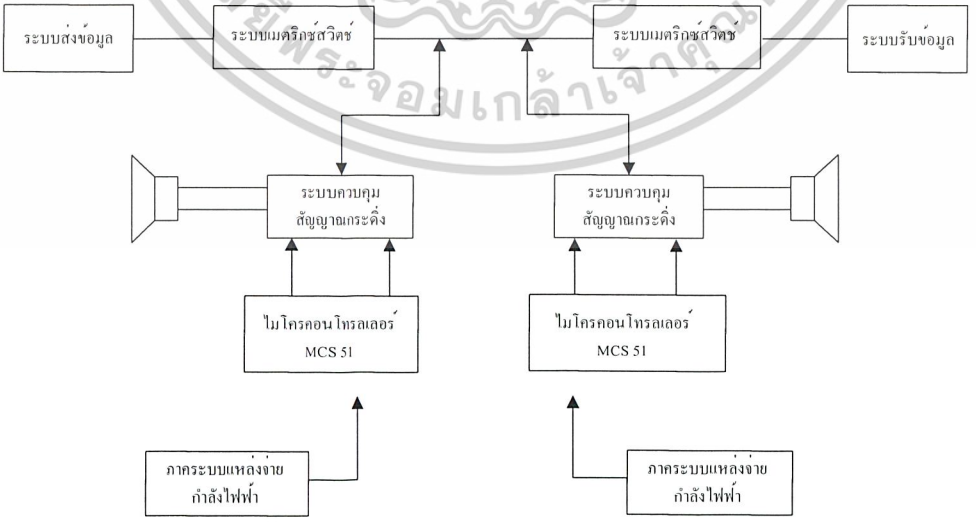
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 หลักการออกแบบ

การออกแบบอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ การทำงานของเครื่องนั้นจะสามารถส่งข้อมูลไปยังผู้ที่ต้องการเรียกโดยการผ่านสัญญาณเสียงจากเครื่องต้นทางไปยังเครื่องปลายทางได้ตามต้องการ เนื่องจากโครงงานชุดนี้ ไม่สามารถทำการมัลติเพล็กซ์และส่งข้อมูลทั้ง 4 เลขหมายพร้อมกันโดยผ่านสายโทรศัพท์เพียง 1 คู่สายได้ เพราะมีปัญหาเรื่องความเร็วในการส่งข้อมูลและสัญญาณนาฬิกา จึงปรับเปลี่ยนโดยการนำวงจรรวมเบอร์ MT 8806 มาใช้แทนซึ่งเป็นเมตริกซ์สวิตช์ที่สลับข้อมูลออกครั้งละ 1 ช่องสัญญาณ โครงงานนี้สามารถจัดแบ่งการทำงานออกเป็นภาคต่างๆ ดังนี้

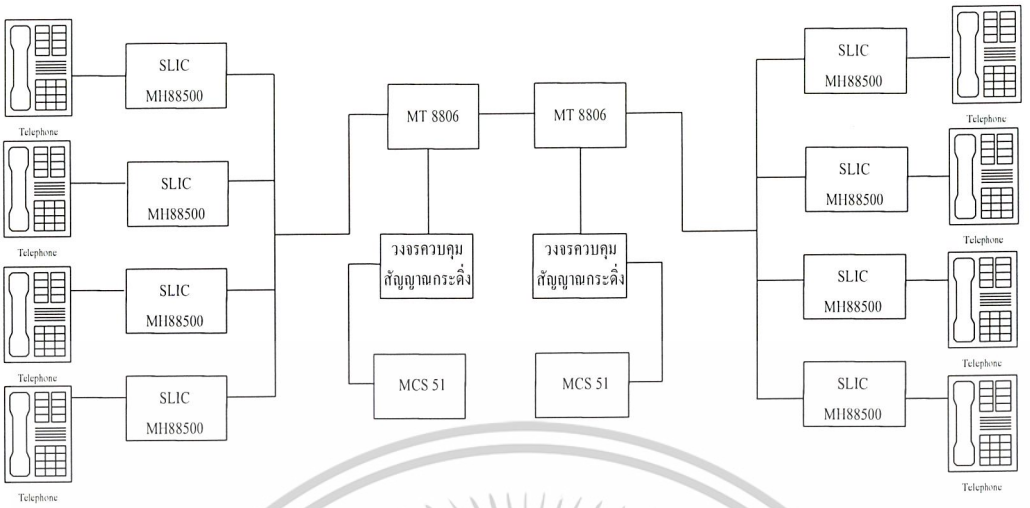
1. ภาคระบบส่งข้อมูล
2. ภาคระบบควบคุมสัญญาณกระดิ่ง
3. ภาคระบบเมตริกซ์สวิตช์
4. ภาคระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า

โดยในอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์นี้จะมีการจัดช่องเวลาของสัญญาณเป็นแบบดิจิตอลซึ่งจะแตกต่างกับสวิตช์ชิ่งแบบแอนะลอกที่ใช้เมตริกซ์สวิตช์เป็นตัวควบคุมมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

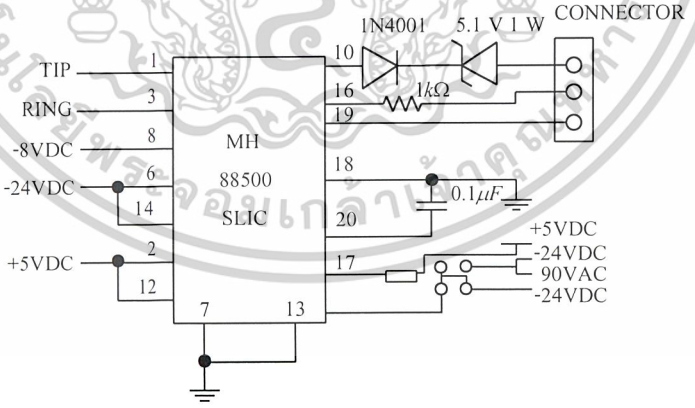


รูปที่ 3.2 แผนผังการต่ออุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

3.2 หลักการทำงานของภาคระบบส่งข้อมูล

3.2.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

การออกแบบได้ใช้วงจรรวมเบอร์ MH88500 ซึ่งจะมีคุณสมบัติที่สามารถจะทำหน้าที่เป็นวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ได้โดยใช้อุปกรณ์ที่จะมาต่อร่วมเพียงเล็กน้อย



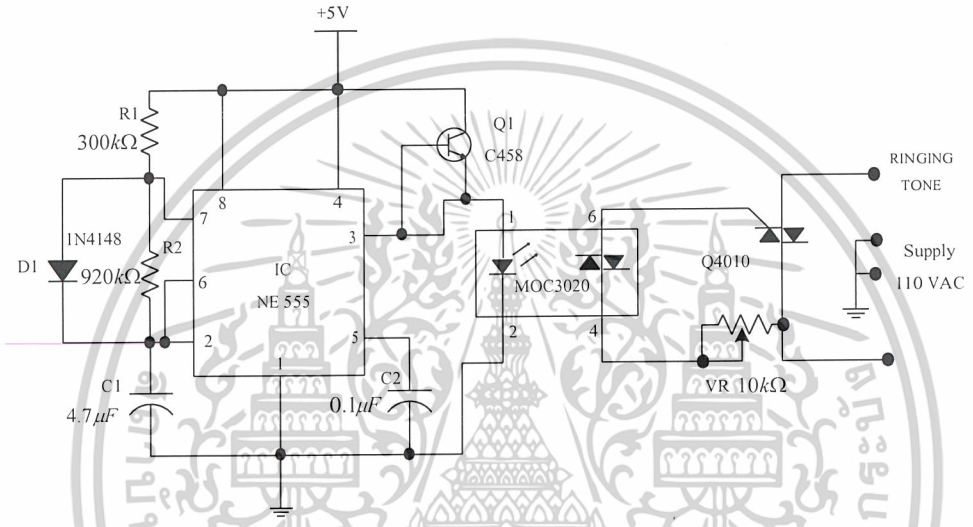
รูปที่ 3.3 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

ซึ่งภายในวงจรรวมเบอร์ MH88500 มีคุณสมบัติของวงจรที่นำมาใช้งานในโครงงานนี้ คือ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

เป็นสัญญาณเรียกที่ส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกซึ่งจะได้ยินเสียงกระดิ่งหรือโทนขึ้นอยู่กับวงจรที่ใช้สัญญาณเป็นคลื่นสัญญาณซายน์ 25 Hz มีค่าแรงดัน 70-90 Vrms ช่วงการส่งเช่นเดียวกับวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ คือ ส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที เป็นระยะเวลายาวนานทั้งสิ้น 70-90 วินาที

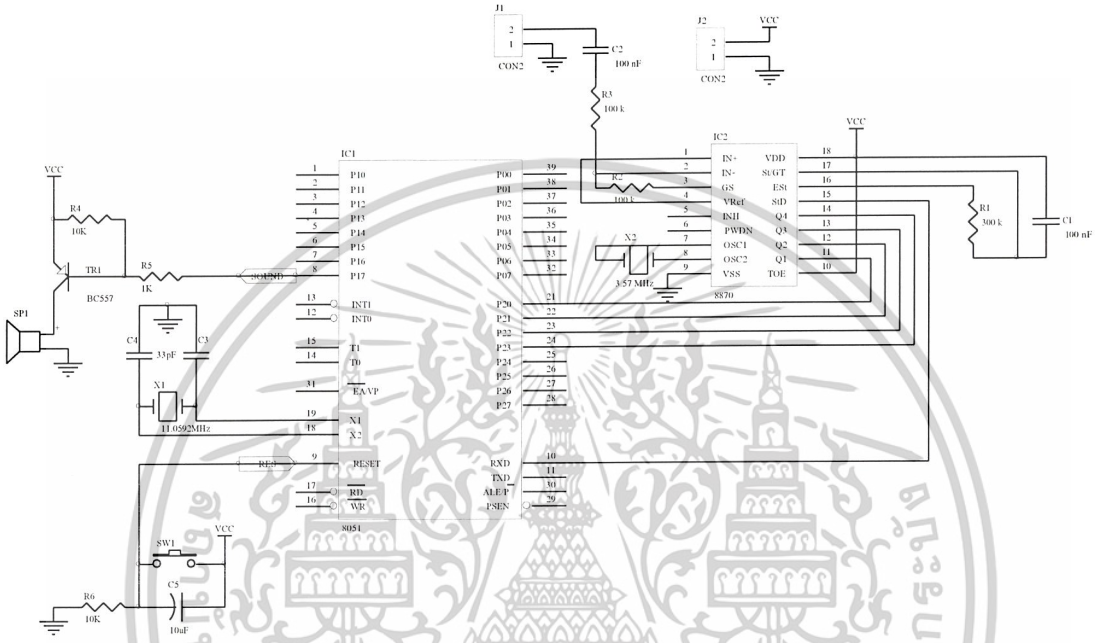


รูปที่ 3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

สัญญาณกระดิ่งเป็นสัญญาณที่ส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที โครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ AT8051 เป็นตัวควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

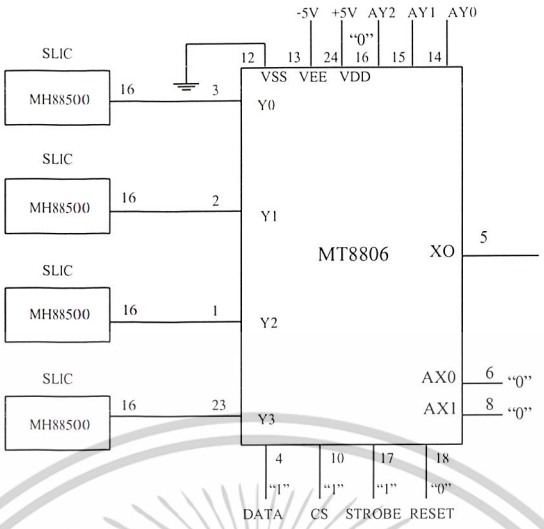


รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

3.4 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

เนื่องจากวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์เป็นการส่งข้อมูลแบบแอนะลอก จึงสามารถนำวงจรรวม เบอร์ MT 8806 เข้ามาใช้กับวงจรได้เลยโดยไม่ต้องมีการแปลงสัญญาณมาก่อน ซึ่งสามารถเลือกข้อมูลออกได้ครั้งละ 1 ช่องสัญญาณการทำงานคือ ต้องกำหนดช่อง STROBE ให้เป็น “1” ช่อง DATA เป็น “1” ช่อง CS เป็น “1” และ ช่อง RESET เป็น “0” ซึ่งจะสามารถทำงานได้ตามต้องการ และเมื่อต้องการใช้ช่องสัญญาณใหม่ให้เปลี่ยนช่อง STROBE เป็น “0” ช่อง DATA เป็น “0” และกำหนดช่อง STROBE เป็น “1” แล้วกลับไปที่ “0” จากนั้นทำการเปลี่ยนค่า ADDRESS แล้วเลือก STROBE เป็น “1” และ DATA เป็น “1” จะทำให้ได้เอาต์พุตตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

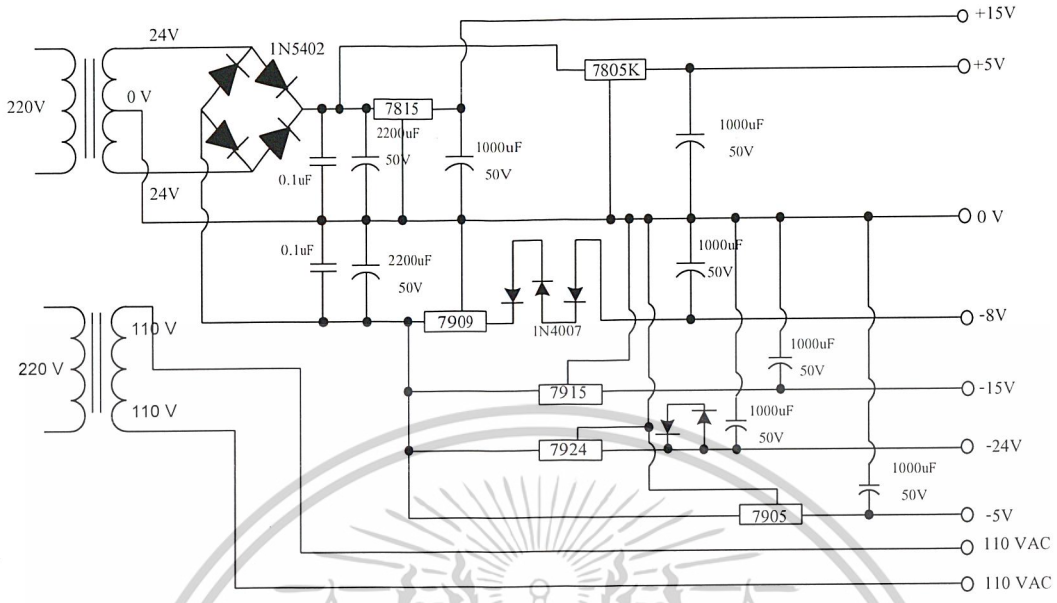


รูปที่ 3.6 วงจรแมตริกซ์สวิตช์

3.5 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

เนื่องจากการใช้งานในอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์นี้ มีการทำงานแบบต่อเนื่องการออกแบบจึงเลือกใช้วงจรรวมเบอร์ 7805K และ7905 ในการจ่ายกำลังไฟฟ้าระดับแรงดัน +5 และ -5 วงจรรวมเบอร์ 7909 นำมาต่ออนุกรมกับไดโอด 3 ตัวทำให้แรงดันประมาณ -8 โวลต์ และ 7924 ซึ่งจะได้แรงดันประมาณ -24 โวลต์โดยจะนำแรงดันส่วนนี้ไปใช้ในวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ ส่วนไฟ +15 และ -15 โวลต์ จะใช้วงจรรวมเบอร์ 7815 และเบอร์ 7915 ซึ่งจะจ่ายให้กับตัวออปแอมป์โดยสามารถจ่ายกระแสได้สูงสุดถึง 1 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

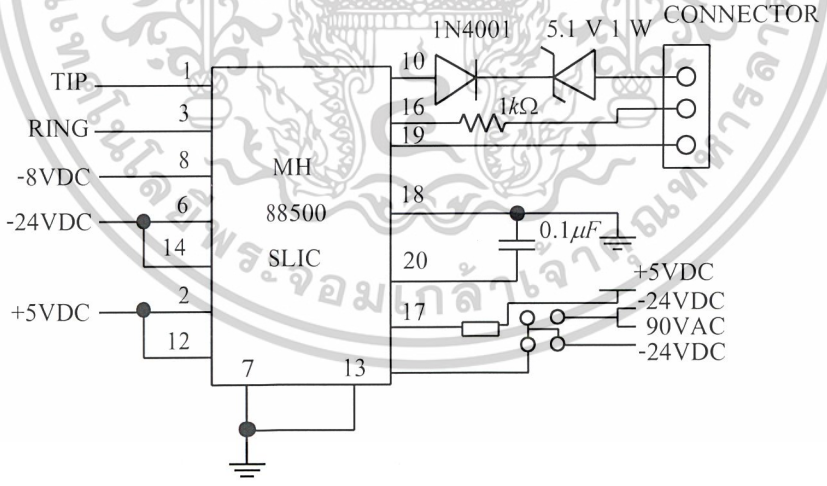
อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ที่ทำการออกแบบมาในบทที่ 3 จะมีการแบ่งลักษณะการทำงานออกเป็นส่วนของวงจรต่างๆ ดังนี้

4.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

4.1.1 การทดลอง

ลำดับขั้นการทดลอง

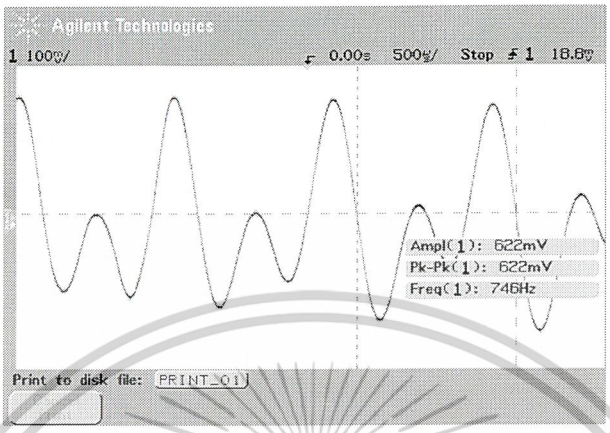
1. ประกอบวงจรตามรูปลงในแผงวงจรทดลอง
2. ต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ขา Tip และ Ring ตามวงจร
3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของจุดต่ออุปกรณ์ต่างๆ
4. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่คู่สายโทรศัพท์ในขณะที่กดปุ่มคีย์ และเมื่อยกหูโทรศัพท์แล้วพูด



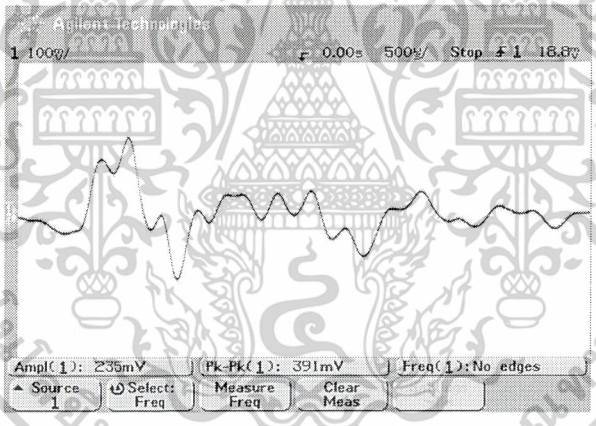
รูปที่ 4.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองเมื่อกดปุ่มคีย์



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อยกหูโทรศัพท์แล้วพูด

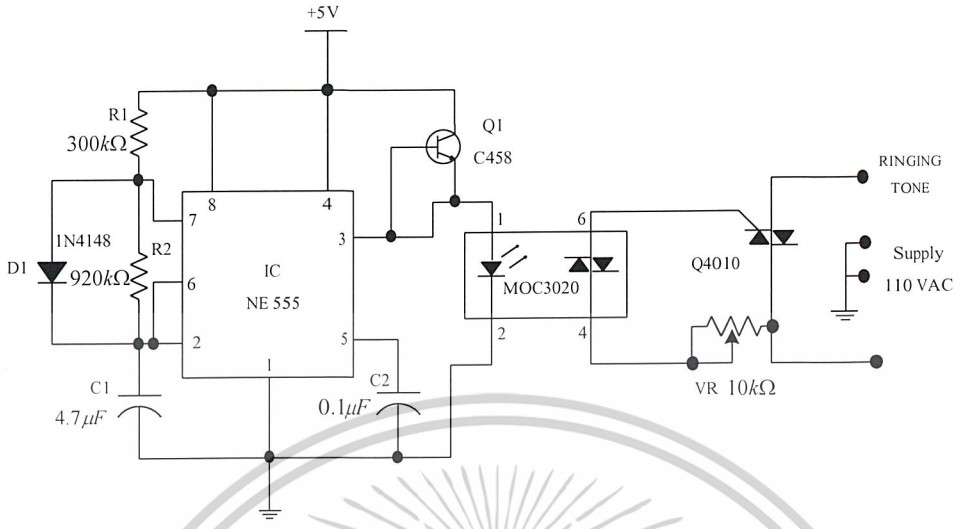
4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

4.2.1 การทดลอง

ลำดับขั้นการทดลอง

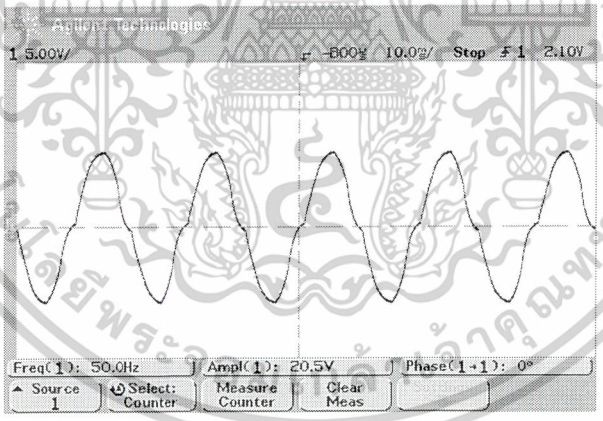
1. ประกอบวงจรตามรูปลงในแผงวงจรทดลอง
2. ตรวจสอบความเรียบร้อยของจุดต่ออุปกรณ์ต่างๆ
3. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดสัญญาณเอาต์พุตของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

4.2.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

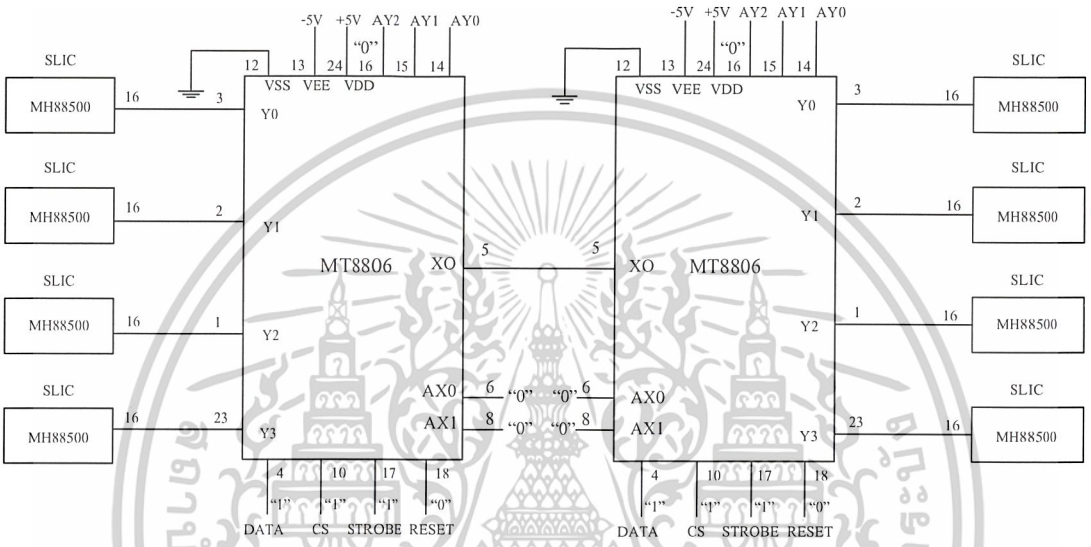
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

4.3.1 การทดลอง

ลำดับขั้นการทดลอง

ประกอบวงจรตามรูปลงในแผงวงจรทดลอง



รูปที่ 4.6 วงจรเมตริกซ์สวิตช์

การใช้งานคู่สายที่ 1

1. โยกสวิตช์ทุกตัวมาที่ 0 โดยสวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วโยกสวิตช์กลับมาที่ 0
3. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ 0 เพื่อกำหนดตำแหน่ง ADDRESS ที่ 00
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
5. คู่สายที่ 1 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

การใช้งานคู่สายที่ 2

1. สวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 0
3. โยกสวิตช์ DATA ไปที่ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วกลับไปที่ตำแหน่ง 0
5. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ตำแหน่ง 0 1
6. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
7. คู่สายที่ 2 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

การใช้งานคู่สายที่ 3

1. สวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 0
3. โยกสวิตช์ DATA ไปที่ 0
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วกลับไปที่ตำแหน่ง 0
5. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ตำแหน่ง 1 0
6. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
7. คู่สายที่ 3 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

การใช้งานคู่สายที่ 4

1. สวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 0
3. โยกสวิตช์ DATA ไปที่ 0
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วกลับไปที่ตำแหน่ง 0
5. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ตำแหน่ง 1 1
6. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
7. คู่สายที่ 4 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

หมายเหตุ

RESET คือ เป็นขาอินพุตหลักที่เลือกปิดสวิตช์ โดยไม่ต้องคำนึงถึงสภาวะใดทั้งสิ้น จะต้องให้ลอจิก 1 เมื่อต้องการเคลียร์ข้อมูล และให้ลอจิก 0 เมื่อต้องการให้ทำงานปกติ

STROBE คือ เป็นขาอินพุตเพื่อทำการเลือกตำแหน่งและข้อมูล โดยตำแหน่งต้องคงที่ก่อนที่ STROBE จะเปลี่ยนเป็นลอจิก 1 และข้อมูลค่าจะคงที่ต่ำกว่า STROBE ซึ่งขานี้จะทำงานที่ลอจิก 1

DATA คือ เป็นขาอินพุตให้ลอจิก 1 เมื่อเปิดสวิตช์ และให้ลอจิก 0 เมื่อปิดสวิตช์ซึ่งขานี้จะทำงานที่ลอจิก 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AY0 คือ ขาตำแหน่งอินพุตเพื่อเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์

AY1 คือ ขาตำแหน่งอินพุตเพื่อเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์

เมื่อเครื่องเกิดขัดข้องให้ทำการรีเซตโดยการโยกสวิตช์ RESET ไปที่ตำแหน่ง 1 และกลับมาที่ตำแหน่ง 0 เพื่อให้สามารถใช้งานได้เหมือนเดิม

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์

AX0	AX1	AY0	AY1	AY2	Connection
0	0	0	0	0	X0-Y0
0	0	1	0	0	X0-Y1
0	0	0	1	0	X0-Y2
0	0	1	1	0	X0-Y3
0	0	0	0	1	X0-Y4

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองวงจรเมตริกซ์สวิตช์

AX0	**AX1**	**AY0**	**AY1**	**AY2**	**Connection**
0	0	1	0	1	X0-Y5
0	0	0	1	1	X0-Y6
0	0	1	1	1	X0-Y7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการออกแบบและการสร้างอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์นี้ใช้เวลาในการศึกษาข้อมูลพอสมควรเพราะว่าได้รับข้อมูลที่คลาดเคลื่อนในช่วงแรกใช้วงจรรวมเบอร์ MC 33120 แต่มีปัญหาทรานซิสเตอร์เบอร์ที่จะใช้นั้นหาซื้อไม่ได้จึงหาเบอร์ที่ใช้เปลี่ยนแทนกัน คือ วงจรรวมเบอร์ MH88500 ซึ่งสามารถใช้งานได้ตามต้องการจากการทดลองปรากฏว่า เมื่อทำการต่อวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์ สามารถติดต่อกับภาคตรงข้ามได้ และเสียงก็มีความชัดเจนพอสมควร โดยทำการทดลองภาคต่อไป คือ มัลติเพล็กซ์ และดีมัลติเพล็กซ์ซึ่งเป็นการมัลติเพล็กซ์แบบ 4 ช่องสัญญาณ ปรากฏว่าไม่สามรถทำได้ เนื่องมาจากมีปัญหาในเรื่องของความเร็วในการส่งข้อมูล และสัญญาณนาฬิกา จึงไม่สามารถส่งข้อมูลพร้อมกันได้ทั้ง 4 ช่องสัญญาณโดยผ่านคู่สายโทรศัพท์เพียง 1 คู่สาย จึงได้มีการปรับเปลี่ยนโดยการนำวงจรรวมเบอร์ MT 8806 มาใช้เป็นวงจรรวมที่ทำหน้าที่เป็นแอนะลอกสวิตช์ คือ สามารถเลือกข้อมูลออกได้ตามต้องการ โดยสามารถเลือกข้อมูลออกได้เพียงครั้งละ 1 ช่องเท่านั้น และวงจรรวมเบอร์ MT 8806 นี้ยังสามารถส่งได้ไกลโดยใช้สายโทรศัพท์ เพียง 1 คู่สายเท่านั้น

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานปรากฏว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา การต่อกราวด์ร่วมของแหล่งจ่ายไฟ

แนวทางแก้ไข ต่อกราวด์ร่วมระหว่างกราวด์แอนะลอกกับกราวด์ดิจิตอล

2. ปัญหา ขนาดของลายทองแดงที่ออกแบบไม่ได้มาตรฐาน

แนวทางแก้ไข ทำการออกแบบลายวงจรใหม่

3. ปัญหา ขาดข้อมูลที่แน่นอน

แนวทางแก้ไข ค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้

4. ปัญหา ประกอบวงจรผิดพลาด

แนวทางแก้ไข การต่ออุปกรณ์แต่ละตัวต้องตรวจสอบก่อนทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหา อุปกรณ์หลายอย่างที่ใช้ในวงจรเสียหายบ่อย ไม่มีประสิทธิภาพดีพอ

แนวทางแก้ไข ใช้อุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูงเหมาะสมกับวงจรที่ใช้งาน

6. ปัญหา การมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์โดยการส่งข้อมูลพร้อมกันทั้ง 4 ช่องสัญญาณ ไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีปัญหาในเรื่องความเร็วในการส่งข้อมูล และสัญญาณนาฬิกา

แนวทางแก้ไข นำวงจรรวมเบอร์ MT 8806 มาใช้ทำหน้าที่เป็นแอนะลอกสวิตช์โดยสามารถเลือกข้อมูลออกได้ครั้งละ 1 ช่องสัญญาณ

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. สามารถเพิ่มจำนวนช่องโทรศัพท์ได้ตามความเหมาะสม
2. สามารถนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์สาธิตการทำงานได้
3. สามารถนำไปพัฒนาเป็นอุปกรณ์ส่งผ่านสัญญาณข้อมูลดิจิตอล
4. สามารถพัฒนาให้อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์นี้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษม แสนละเอียด และธัญญะ ปิยะพันธุ์.“ชุดสาธิตการสลับคู่สายโทรศัพท์ระบบดิจิตอล” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2537

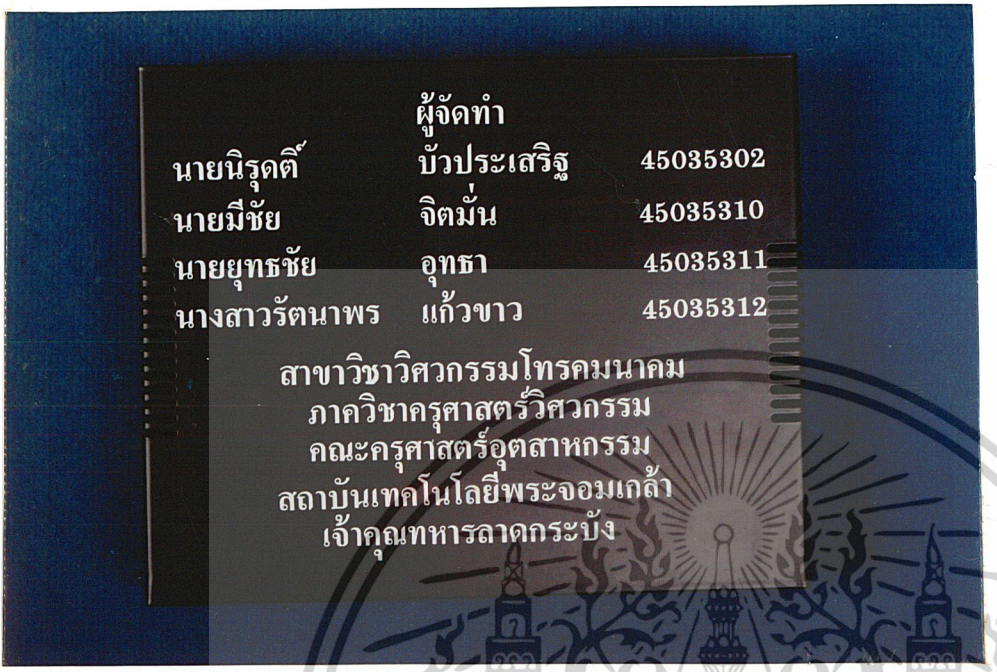
ณรงค์ ตันจินซุย. “ชุดตอบรับและโอนสายโทรศัพท์อัตโนมัติ.” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2538

มาวิน ครองภิญโญ และคณะ.“เครื่องสลับคู่สายโทรศัพท์ระบบดิจิตอล” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2538

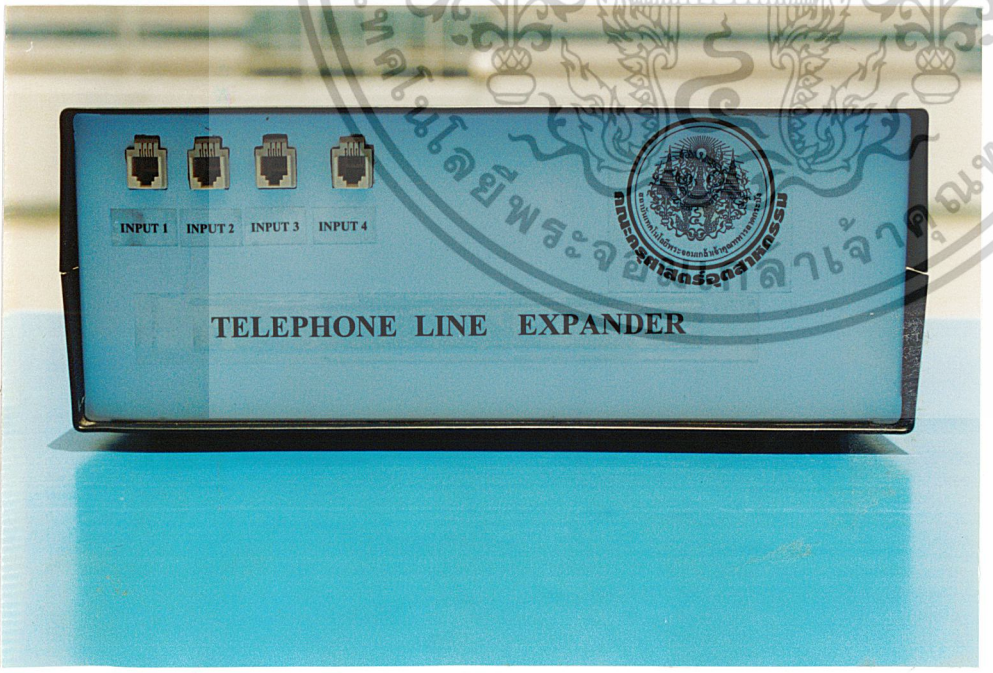
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

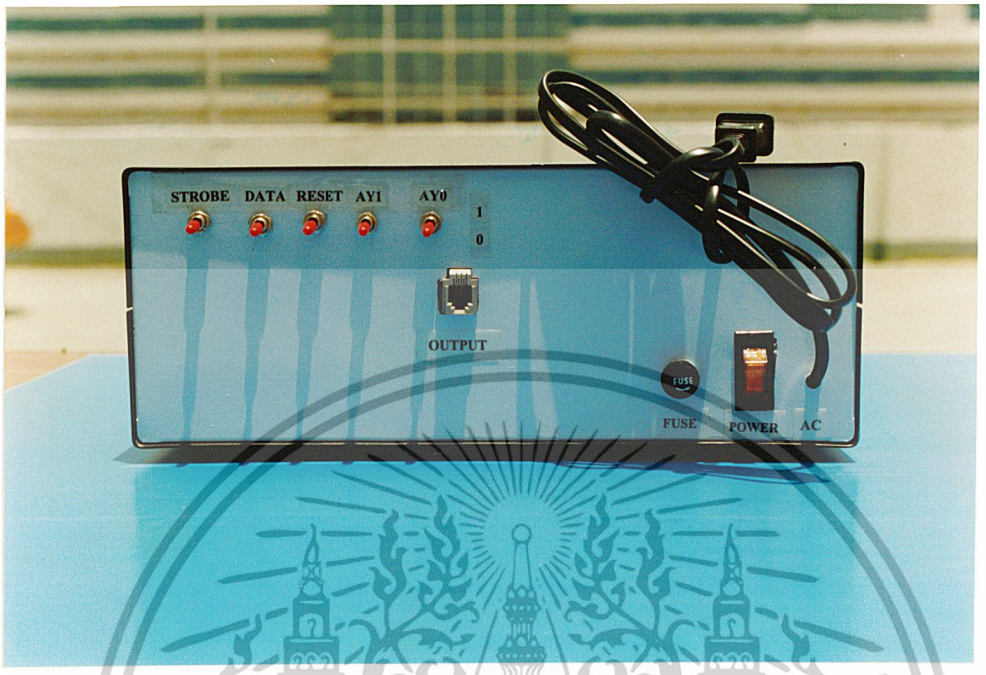


รูปที่ ก.1 ภาพด้านบนของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์



รูปที่ ก.2 ภาพด้านหน้าของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

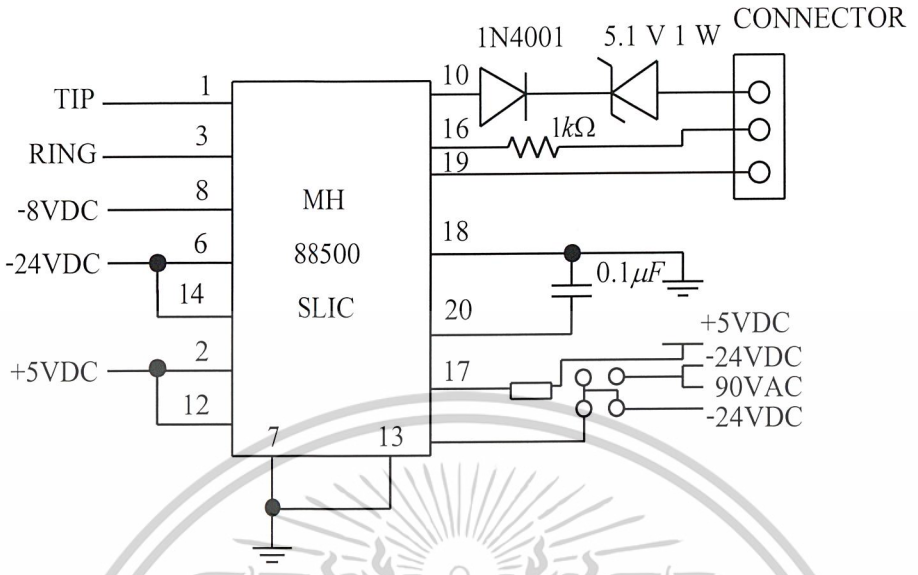


รูปที่ ก.3 ภาพด้านหลังของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

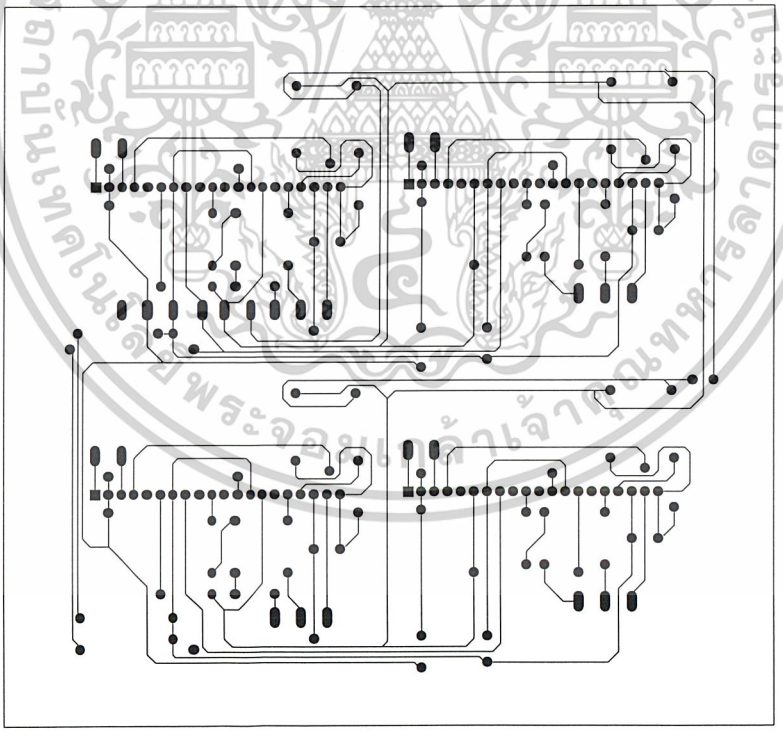
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

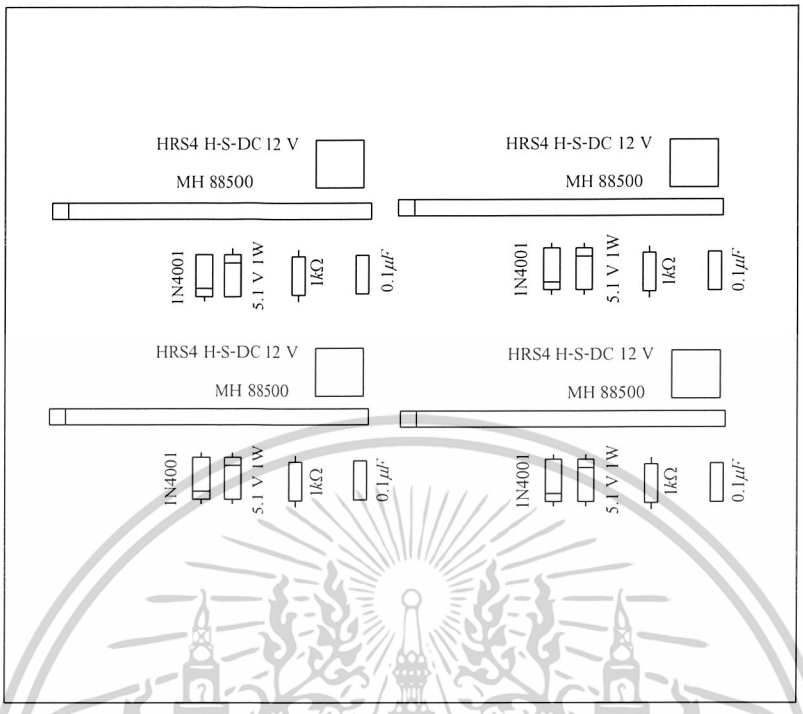


รูปที่ ข.1 วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

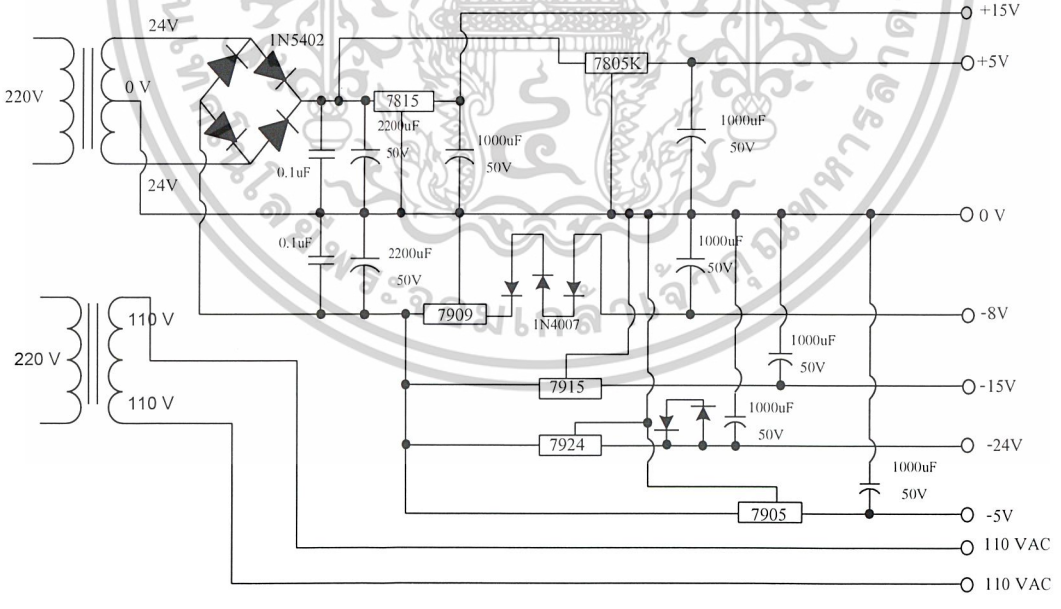


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

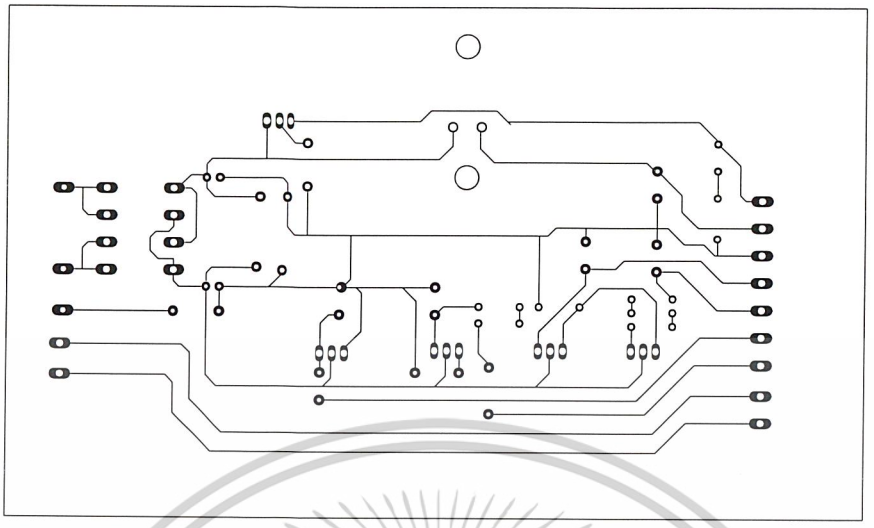


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

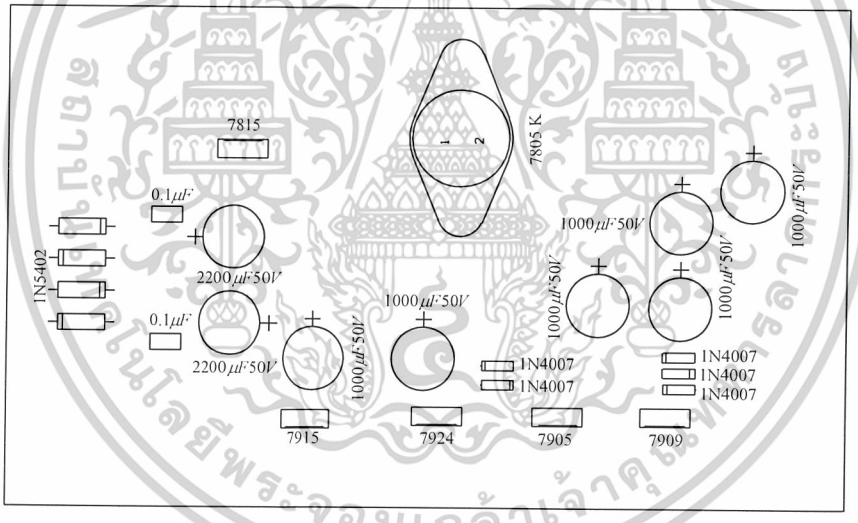


รูปที่ ข.4 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

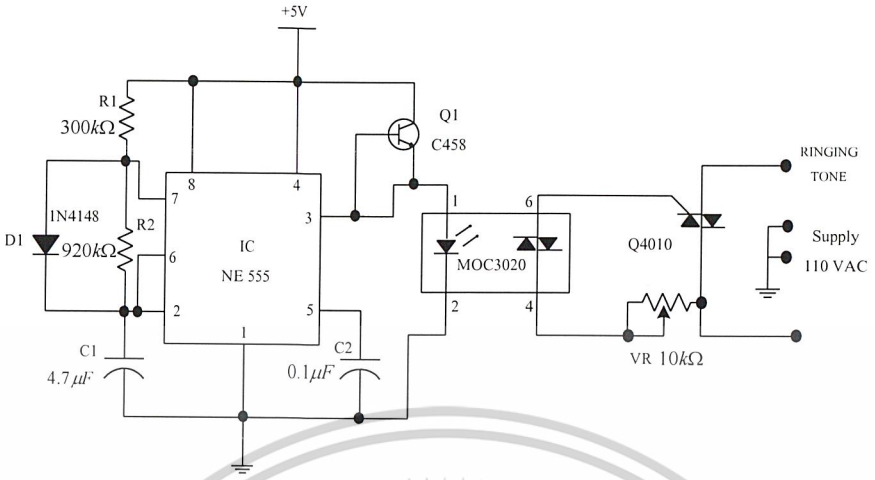


รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

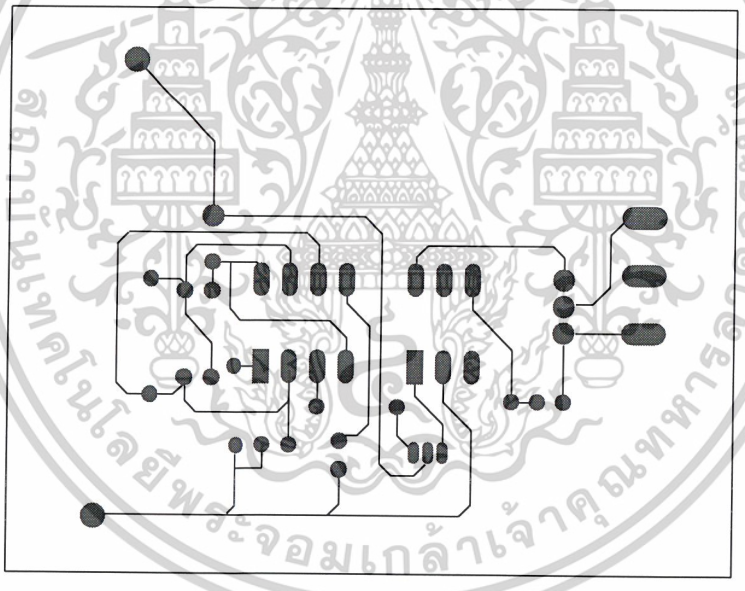


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

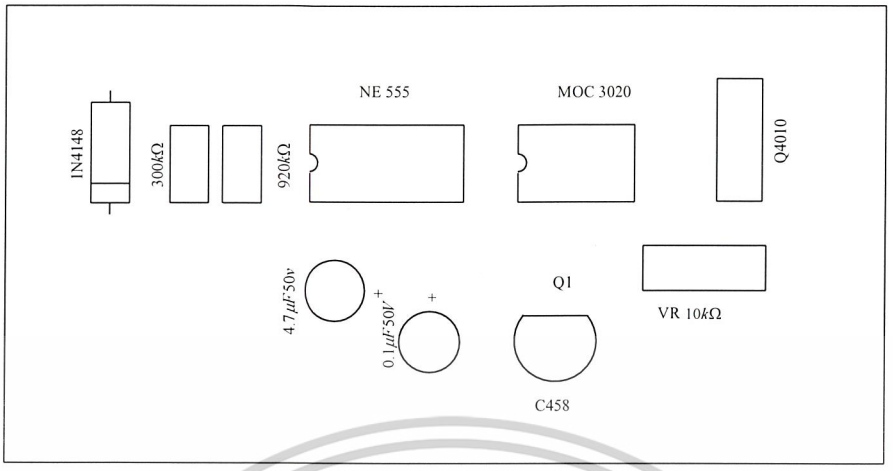


รูปที่ ข.7 วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

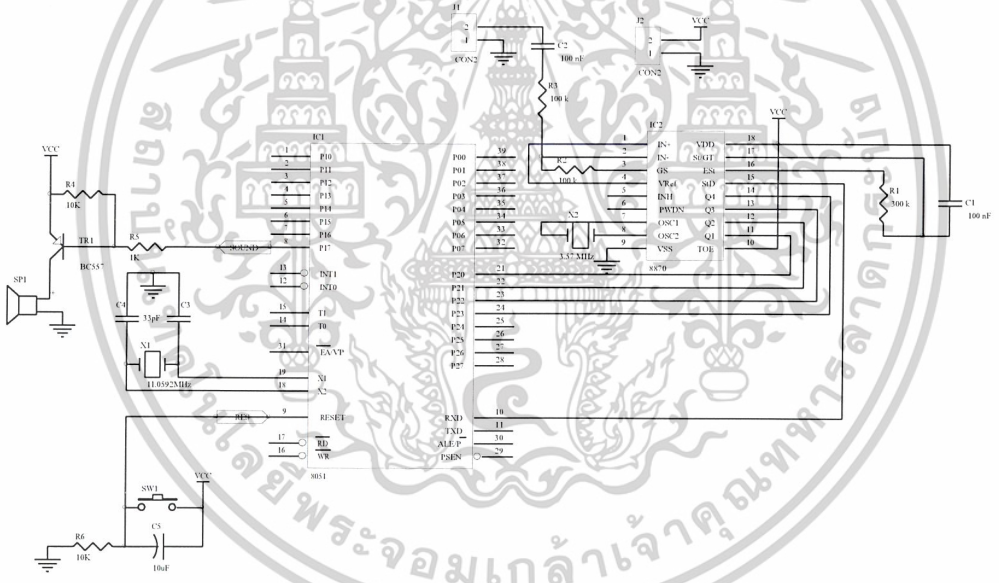


รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

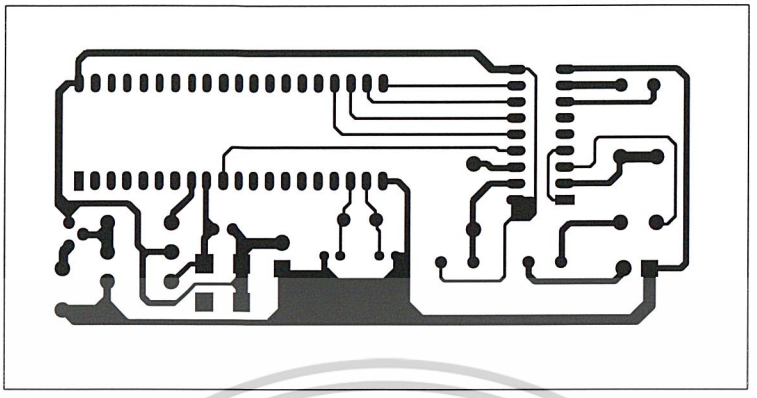


รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

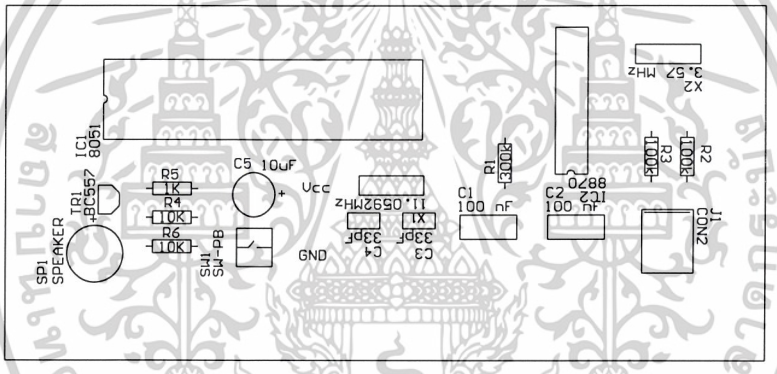


รูปที่ ข.10 วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง



รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรเชื่อมต่อโทรศัพท์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1-IC8	MH88500	8 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D8	1N4001	8 ตัว
ZD1-ZD8	Zener Diode 5.1V 1W	8 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1-C8	0.1 μF ไมลา	8 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1-R8	1 kΩ 1/2W 5%	8 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1-J12	Connector 3 PIN	12 ตัว
Relay1-Relay8	HRS4H-S-DC 12 V	8 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	7805K	2 ตัว
IC3, IC4	7815	2 ตัว
IC5, IC6	7905	2 ตัว
IC7, IC8	7909	2 ตัว
IC9, IC10	7915	2 ตัว
IC11, IC12	7924	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D10	1N4007	10 ตัว
D11-D18	1N5402	8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1-C4	0.1 µF เซรามิค	4 ตัว
C5-C16	1000 µF 50 v	12 ตัว
C17-C20	2200 µF 50 v	4 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1, T2	หม้อแปลง 220 / 24-0-24 2A	2 ตัว
T3, T4	หม้อแปลง 220 / 110 1A	2 ตัว
J1-J6	Connector 3 PIN	6 ตัว
F1, F2	ฟิวส์ 2A	2 ตัว
S1, S2	สวิตช์ขนาด 10A	2 ตัว
H1-H12	แผ่นระบายความร้อน	12 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	NE 555	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1, D2	1N4148	2 ตัว
TR1, TR2	C458	2 ตัว
TRIAC1, 2	Q4010	2 ตัว
OPTO TRIAC1, 2	MOC3020	2 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	0.1 µF 50 V	2 ตัว
C3, C4	4.7 µF 50 V	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	300 kΩ 1/4W 5%	2 ตัว
R3, R4	920 kΩ 1/4W 5%	2 ตัว
VR1, VR2	10 kΩ	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	Connector 2 PIN	2 ตัว
J3, J4	Connector 3 PIN	2 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรเมตริกสวิตช์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	MT8806	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1, J2	Connector 3 PIN	2 ตัว
S1-S10	สวิตช์ 2 ทาง	10 ตัว

ตารางที่ ค.5 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	MT8870	2 ตัว
IC3, IC4	AT8051	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
TR1, TR2	BC557	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

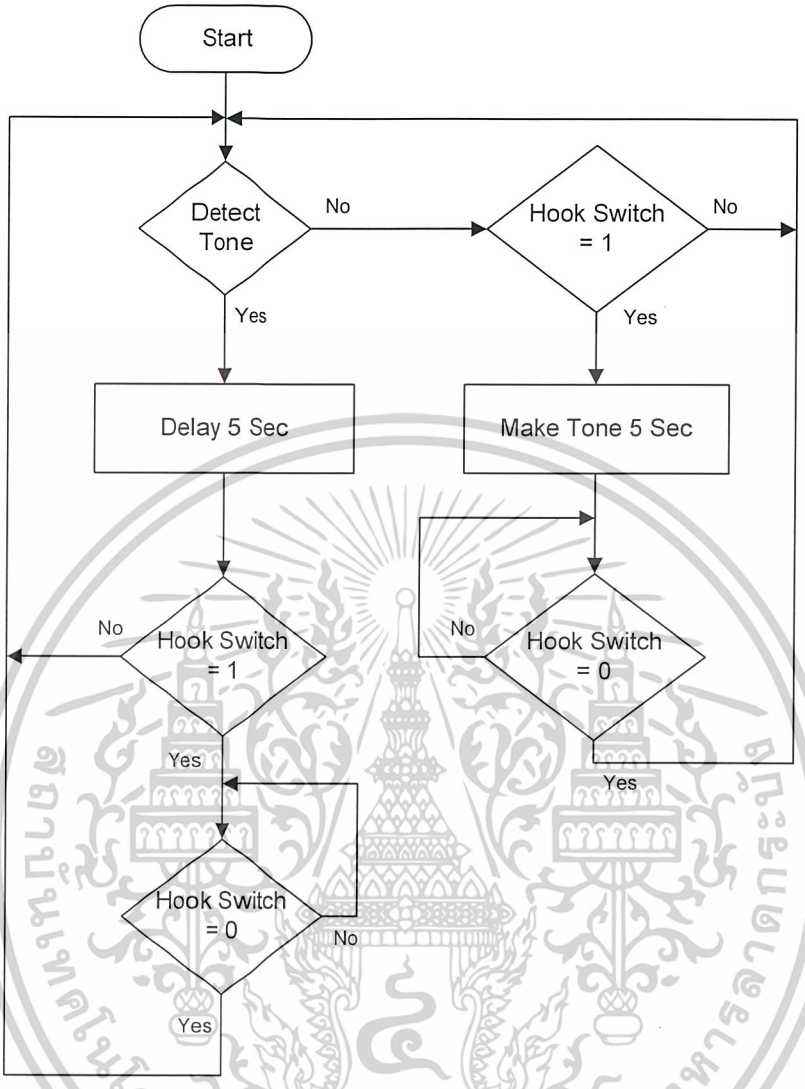
ตารางที่ ค.5 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวเก็บประจุ		
C1, C2	10 μF เซรามิค	2 ตัว
C3-C6	100 nF เซรามิค	4 ตัว
C7-C10	33 pF เซรามิค	4 ตัว
ตัวความต้านทาน		
R1, R2	1 k Ω 1/4W 5%	2 ตัว
R3-R6	10 k Ω 1/4W 5%	4 ตัว
R7-R10	100 k Ω 1/4W 5%	4 ตัว
R11, R12	300 k Ω 1/4W 5%	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1-J12	Connector 2 PIN	2 ตัว
SP1,SP2	Speaker	2 ตัว
X-TAL 1, X-TAL 2	คริสตอล 11.0592 MHz	2 ตัว
X-TAL 3, X-TAL 4	คริสตอล 3.57 MHz	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมสัญญาณกระดิ่ง

```
STARTUP.A51:  This code is executed after processor reset.
To translate this file use A51 with the following invocation:
A51 STARTUP.A51
To link the modified STARTUP.OBJ file to your application use the
following
BL51 invocation:

BL51 <your object file list>, STARTUP.OBJ <controls>

User-defined Power-On Initialization of Memory
With the following EQU statements the initialization of memory
at processor reset can be defined:


Standard SFR Symbols
ACC     DATA    0E0H  ; the length of IDATA memory in bytes.
B       DATA    0F0H  ; the absolute start-address of XDATA memory
SP      DATA    81H   ; the length of XDATA memory in bytes.
DPL     DATA    82H   ; the absolute start-address of PDATA memory
DPH     DATA    83H   ; the length of PDATA memory in bytes.


STARTUP1:

IF IDATALEN <> 0
                MOV     R0,#IDATALEN - 1
                CLR     A
IDATALOOP:      MOV     @R0,A
                DJNZ    R0,IDATALOOP
ENDIF

IF XDATALEN <> 0
                MOV     DPTR,#XDATASTART
                MOV     R7,#LOW
  IF (LOW (XDATALEN)) <> 0
                MOV     R6,# HIGH +1
  ELSE
                MOV     R6,#HIGH
  ENDIF
                CLR     A
XDATALOOP:      MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R7,XDATALOOP
                DJNZ    R6,XDATALOOP
ENDIF

IF PPAGEENABLE <> 0
                MOV     PPAGE_SFR,#PPAGE
ENDIF

IF PDATALEN <> 0
                MOV     R0,#LOW
                MOV     R7,#LOW
                CLR     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PDATALOOP:      MOVX    @R0,A
                INC     R0
                DJNZ    R7,PDATALOOP
ENDIF

IF IBPSTACK <> 0
EXTRN DATA (?C_IBP)

                MOV     ?C_IBP,#LOW IBPSTACKTOP
ENDIF

IF XBPSTACK <> 0
EXTRN DATA (?C_XBP)

                MOV     ?C_XBP,#HIGH XBPSTACKTOP
                MOV     ?C_XBP+1,#LOW XBPSTACKTOP
ENDIF

IF PBPSTACK <> 0
EXTRN DATA (?C_PBP)
                MOV     ?C_PBP,#LOW PBPSTACKTOP
ENDIF

                MOV     SP,#?STACK-1

EXTRN CODE (?B_SWITCH0)
                CALL    B_SWITCH0
                LJMP    START

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

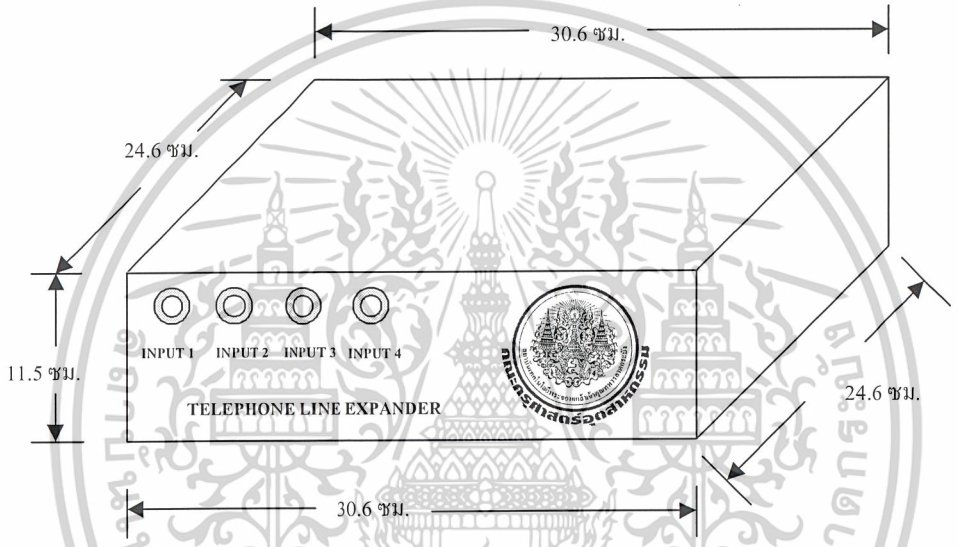
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

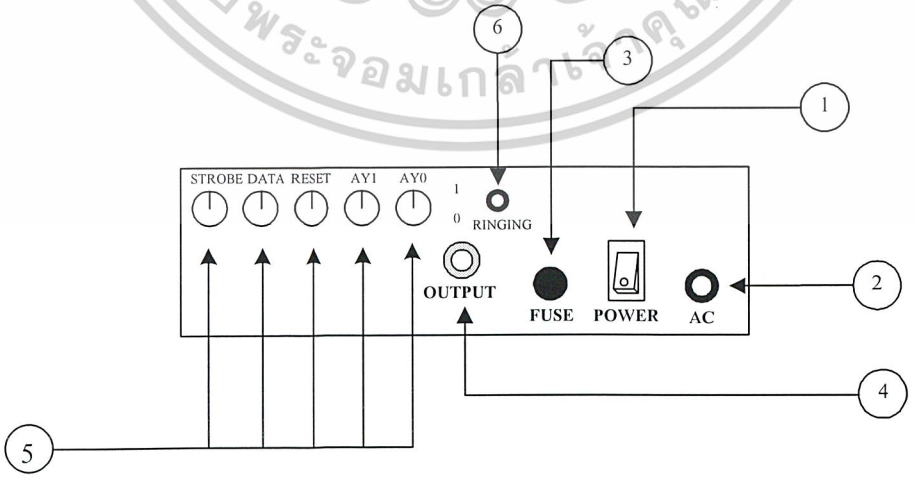
1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือการใช้งานให้เข้าใจ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดแก่ตัวอุปกรณ์ และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ (ด้านหน้า)



รูปที่ จ.2 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.2 มีรายละเอียดหมายเลขต่างๆ ดังนี้

หมายเลข (1) สวิตช์ปิด-เปิดอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

หมายเลข (2) จุดต่อไฟฟ้ากระแสสลับ

หมายเลข (3) ฟิวส์

หมายเลข (4) จุดเชื่อมต่อสายโทรศัพท์

หมายเลข (5) สวิตช์ควบคุมการเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์

หมายเลข (6) สัญญาณกระดิ่ง

3. การติดตั้งและใช้งาน

1. ต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
2. เสียบปลั๊ก เปิดสวิตช์อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์
3. เมื่อต้องการที่จะสนทนาให้ทำการเลือกสวิตช์ Address เพื่อทำการเลือกช่องสัญญาณ
4. เมื่อยกหูโทรศัพท์ด้านผู้เรียกแล้วกด # ก็จะมีเสียงกระดิ่งที่ปลายทางสามารถสนทนากันได้
5. เมื่อสิ้นสุดการสนทนาก็วางหูโทรศัพท์อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ก็จะหยุดทำงาน

4. การดูแลและข้อควรระวัง

4.1 การดูแลรักษา

4.1.1. เก็บอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ไว้ในที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมและไม่ควรที่จะเคลื่อนย้ายบ่อยๆ

4.1.2. บริเวณพื้นที่ในการติดตั้งต้องสะอาด ไม่มีฝุ่นละอองหรือเศษโลหะ เพราะอาจทำให้เกิดการชำรุดของวงจรภายในได้ เช่น การลัดวงจร

4.1.3. เมื่อเมื่อใช้โทรศัพท์สนทนาเสร็จแล้วควรวางหูโทรศัพท์ให้สนิท

4.2 ข้อควรระวัง

4.2.1. ไม่ควรติดตั้งอุปกรณ์ไว้ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก

4.2.2. พยายามอย่าให้อุปกรณ์โดนความชื้น เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายแก่วงจรภายในได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อมูลจำเพาะ

ลักษณะทั่วไปของระบบโดยรวม

อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวมสัญญาณโทรศัพท์ แฟกซ์ หรือสัญญาณข้อมูล (ผ่านโมเด็ม) จำนวนหลายสัญญาณ เพื่อส่งผ่านคู่สายทองแดงเพียง 1 คู่สายโดยที่โทรศัพท์ แฟกซ์ และข้อมูล (ผ่านโมเด็ม) ต่างๆ เหล่านี้ยังคงสามารถทำงานได้พร้อมกัน และเป็นอิสระต่อกันอย่างเด็ดขาด ดังนั้นอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์จึงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เพิ่มการให้บริการแก่ลูกค้า และเพิ่มผลกำไรให้กับองค์กรได้มากขึ้นโดยใช้ข่ายสายตอนนอกที่มีอยู่เดิม ทั้งนี้อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ สามารถเพิ่มความสามารถในการใช้งานคู่สายสูงสุดได้ถึง 8 เท่า (สามารถเชื่อมต่อลูกค้าได้เพิ่มขึ้น 8 เท่า) ในขณะที่ใช้งานคู่สายโทรศัพท์จำนวนเท่าเดิม ซึ่งจะทำให้ผู้ให้บริการโทรศัพท์เพิ่มการให้บริการแก่ลูกค้าได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว และประหยัดงบประมาณในการลงทุน

อุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ สามารถใช้ได้กับสัญญาณแอนะลอกทุกแบบ และใช้ได้กับชุมสายโทรศัพท์ทุกชนิดโดยมีอุปกรณ์ให้เลือกใช้งานอยู่ 2 รุ่น คือ PGS4 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รวมและส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูลของผู้ใช้บริการ (Subscriber) จำนวน 4 ช่องสัญญาณ ผ่านคู่สายโทรศัพท์เพียง 1 คู่สาย และจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รวม และส่งสัญญาณเสียงหรือข้อมูลของผู้ใช้บริการ (Subscriber) จำนวน 8 ช่องสัญญาณผ่านคู่สายโทรศัพท์เพียง 1 คู่สายการทำงานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ทั้งสองรุ่นนี้ สัญญาณเสียงหรือข้อมูลในแต่ละช่องสัญญาณจะถูกส่งไปในรูปสัญญาณ PCM 64 กิโลบิตต่อวินาที ทุกช่องสัญญาณ และสามารถใช้งานได้พร้อมกันทุกช่องสัญญาณ และด้วยเทคโนโลยีการส่งสัญญาณแบบดิจิตอล จึงทำให้ได้คุณภาพของสัญญาณที่ชัดเจน และสามารถส่งไปได้ในระยะทางไกลโดยที่ไม่มีการรบกวนของสัญญาณ (No interference) ระบบอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ส่งสัญญาณดิจิตอลผ่านคู่สายทองแดง 1 คู่สายรวมทั้งสิ้น 320 กิโลบิตต่อวินาที ในขณะที่ PGS8 จะส่งสัญญาณที่ความเร็วรวม 576 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งทั้งสองระบบนี้ใช้เทคโนโลยีในการส่งสัญญาณแบบ HDSL และรหัสสัญญาณ (line code) แบบ 2B1Q

Remote Unit (RU) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ส่วนที่ใช้ติดตั้งฝั่งด้านผู้ใช้บริการใช้ไฟ Supply ซึ่งส่งมาจากชุมสายโดยไฟ Supply จะถูกส่งผ่านคู่สายทองแดงมาพร้อมๆ กับข้อมูลดิจิตอลจึงทำให้ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้ไฟ Supply จากภายนอกเพิ่มเติมในฝั่งด้านผู้ใช้บริการ ทั้งนี้ระบบ PGS4 และ PGS8 ได้ถูกผลิตขึ้นภายใต้มาตรฐาน CCITT และ ETSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการต่อใช้งานอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์

ในการทำงานของอุปกรณ์ขยายคู่สายโทรศัพท์ทั้งสองฝั่งจะต้องมีการทำงานพร้อมกัน โดยจะทำการโยกสวิทซ์ไปพร้อม ๆ กันซึ่งมีการจ่ายแรงดันให้กับ VDD ที่ 5 โวลต์ดีซี (ขา 24) VEE ที่ -5โวลต์ดีซี (ขา 13) และVSS(ขา 12) ต่อลงกราวด์ AX0 (ขา 6) และ AX 1 (ขา 8) ต่อลงกราวด์ AY2 (ขา 16) ต่อลงกราวด์ และ X0 (ขา 5) ต่อเชื่อมกันระหว่างต้นทางและปลายทางในการโยกสวิทซ์เพื่อเลือกคู่สายการใช้งานสามารถทำได้ ดังนี้

การใช้งานคู่สายที่ 1

1. โยกสวิตช์ทุกตัวมาที่ 0 โดยสวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วโยกสวิตช์กลับมาที่ 0
3. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ 0 เพื่อกำหนดตำแหน่ง ADDRESS ที่ 00
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
5. คู่สายที่ 1 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

การใช้งานคู่สายที่ 2

1. สวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 0
3. โยกสวิตช์ DATA ไปที่ 0
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วกลับไปที่ตำแหน่ง 0
5. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ตำแหน่ง 0 1
6. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
7. คู่สายที่ 2 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

การใช้งานคู่สายที่ 3

1. สวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 0
3. โยกสวิตช์ DATA ไปที่ 0
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วกลับไปที่ตำแหน่ง 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ตำแหน่ง 1 0
6. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
7. คู่สายที่ 3 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

การใช้งานคู่สายที่ 4

1. สวิตช์ RESET จะต้องคงค่าที่ตำแหน่ง 0 ตลอด เพื่อให้เมตริกซ์สวิตช์ทำงาน
2. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 0
3. โยกสวิตช์ DATA ไปที่ 0
4. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 แล้วกลับไปที่ตำแหน่ง 0
5. โยกสวิตช์ AY1 และ AY0 ไปที่ตำแหน่ง 1 1
6. โยกสวิตช์ STROBE ไปที่ 1 และสวิตช์ DATA ไปที่ 1
7. คู่สายที่ 4 ทั้งสองฝั่งที่กำหนดไว้สามารถยกหูสนทนากันได้

หมายเหตุ

RESET คือ เป็นขาอินพุตหลักที่เลือกปิดสวิตช์ โดยไม่ต้องคำนึงถึงสภาวะใดทั้งสิ้น จะต้องให้ลอจิก 1 เมื่อต้องการเคลียร์ข้อมูล และให้ลอจิก 0 เมื่อต้องการให้ทำงานปกติ

STROBE คือ เป็นขาอินพุตเพื่อทำการเลือกตำแหน่งและข้อมูล โดยตำแหน่งต้องคงที่ก่อนที่ STROBE จะเปลี่ยนเป็นลอจิก 1 และข้อมูลค่าจะคงที่ต่ำกว่า STROBE ซึ่งขานี้จะทำงานที่ลอจิก 1

DATA คือ เป็นขาอินพุตให้ลอจิก 1 เมื่อเปิดสวิตช์ และให้ลอจิก 0 เมื่อปิดสวิตช์ซึ่งขานี้จะทำงานที่ลอจิก 1

AY0 คือ ขาตำแหน่งอินพุตเพื่อเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์

AY1 คือ ขาตำแหน่งอินพุตเพื่อเลือกใช้ช่องสัญญาณโทรศัพท์

เมื่อเครื่องเกิดขัดข้องให้ทำการรีเซตโดยการโยกสวิตช์ RESET ไปที่ตำแหน่ง 1 และกลับมาที่ตำแหน่ง 0 เพื่อให้สามารถใช้งานได้เหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MH88500

Hybrid Subscriber Line Interface Circuit (SLIC)

Preliminary Information

ZARLINK SEMICONDUCTOR

ISSUE 5 April 1995

Features

- Differential to single ended conversion
- No transformers required
- Minimum installation space
- Off-Hook detection and LED indicator drive
- Relay drive output
- Battery and ringing feed to line
- Logic interface: $\overline{\text{MUTE}}$, $\overline{\text{OFHK}}$, RC
- Mute of incoming audio
- Dial pulse detection
- Voltage surge protection

Applications

Line Interface for:

- PABX
- Intercoms
- Key Systems

Ordering Information

MH88500 20 Pin SIL Package

0°C to 70°C

Description

The Zarlink MH88500 Subscriber Line Interface Circuit provides a complete interface between the telephone line and a speech switch requiring only single bidirectional switch per crosspoint. The functions provided by the MH88500 include bidirectional differential to single ended conversion in the speech path, line battery feed, ringing feed and loop and dial pulse detection. The device is fabricated as a thick film hybrid in a 20-pin 'single-in-line' package allowing optimum circuit board packing density.

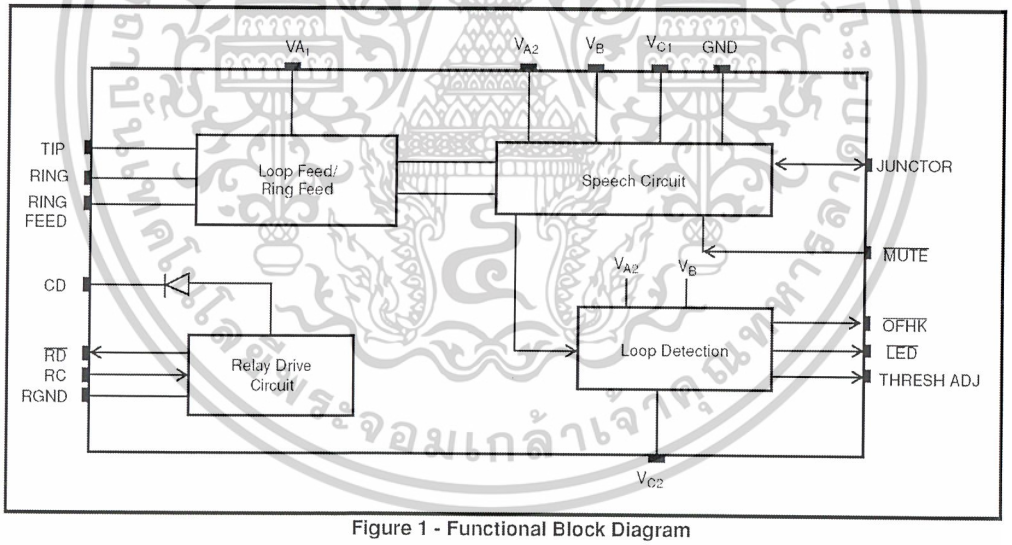


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

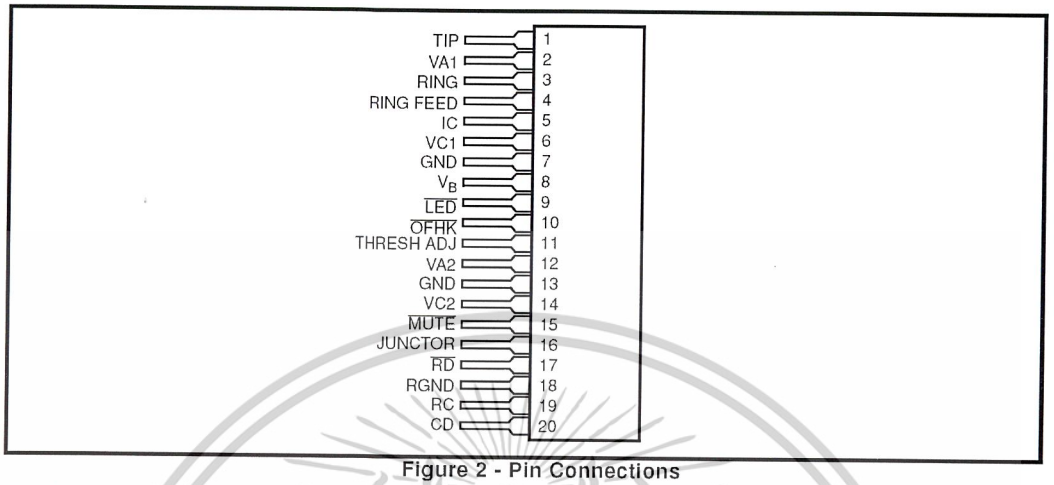


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #	Name	Description
1	TIP	**Tip Lead.** Connects to the "Tip" lead (A-wire) of the telephone line.
2	V_{A1}	**Positive Line Feed Supply Voltage.** Normally connected to V_{A2}.
3	RING	**Ring Lead.** Connects to the "Ring" lead (B-wire) of the telephone line.
4	RING FEED	**Negative Line Feed Voltage and Ringing Input.** Normally connected to Ring Relay.
5	IC	**Internal Connection.** Leave open circuit. Use for testing only.
6	V_{C1}	**Sense Input.** Normally connected to negative line feed voltage supply.
7	GND	**Analog ground (0V).** Internally connected to pin 13.
8	V_B	**Negative Analog Supply Voltage.**
9	$\overline{LED}$	**LED Drive Output.** Drives an LED directly. Off-Hook condition, logic low.
10	$\overline{OFHK}$	**Logic Low Output.** Indicates closed loop condition (Off-Hook and dial pulsing).
11	THRESH ADJ	Allows adjustment of OFHK detection threshold.
12	V_{A2}	**Positive Power Supply** Voltage. Normally connected to V_{A1}.
13	GND	**Analog Ground (0V).** Internally connected to pin 7.
14	V_{C2}	**Loop Detector Voltage Supply.**Connected to negative line feed voltages supply.
15	$\overline{MUTE}$	Input mutes the incoming audio. Active low.
16	JUNCTOR	**Receive/transmit audio speech path.** (referenced to 0V GND)
17	$\overline{RD}$	**Relay Drive Output.** Open collector sinks current when RC high. Diode clamp protected.
18	RGND	**Ground for Relay Drive Circuit.**
19	RC	**Ring Control Input.** Active high.
20	CD	**Clamping Diode.** Normally connected to relay positive voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

Speech Circuit

The speech circuit converts the bidirectional TIP and RING line pair to a bidirectional single ended junctor line. Figure 3 illustrates a typical connection between two SLIC's through two crosspoint switches. This configuration gives optimum transhybrid loss as seen from Figure 4 given that the output impedance of the Junctor line is 604Ω.

The $\overline{\text{MUTE}}$ input mutes signals coming from TIP and RING to the junctor line while allowing the signal from the junctor to the tip-ring pair to be transmitted.

Loop Detection

The loop detection circuit determines whether a low enough impedances is across TIP and RING to be recognized as an off-hook condition.

(Threshold impedance = 5.4kΩ with no adjustment) This threshold level can be adjusted by the use of external resistors as shown in Figure 6. $\overline{\text{OFHK}}$ has low output drive capability so it may drive CMOS operating with different power supplies.

Line Feed/Ring Feed Circuit

The line feed circuit provides loop current and the ability to apply ringing onto TIP and RING. The impedance from Ring Feed to GND is 600Ω which gives the loop current as:

$$IL = \frac{\text{Voltage at RING FEED pin}}{\text{Telephone Impedance} + 600} \quad \text{Amps}$$

The positive supply for the line feed circuit is V_{A1} through the loop current is determined from RING FEED and GND.

Relay Drive Circuit

The relay drive circuit switches ringing onto RING FEED (Fig.7). The diode is present to suppress voltage transients during relay switches caused by the inductive coils of the relay. Ringing voltage includes AC ringing (90V typically) an dDC line feed voltage (-24V typically).

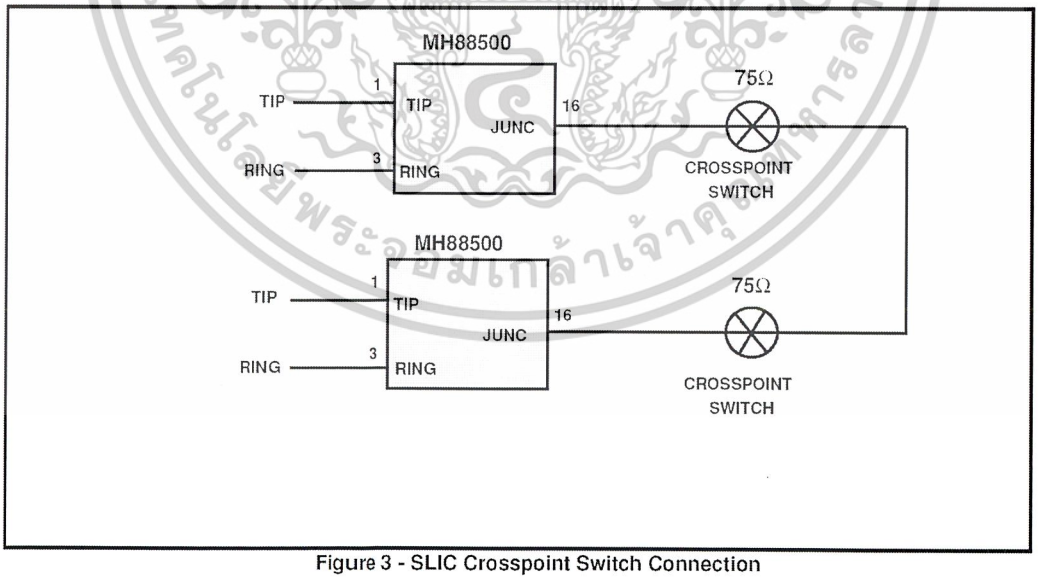


Figure 3 - SLIC Crosspoint Switch Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Voltage Supplies - V_{Ref} to GND	V_{A1}, V_{A2}			V
		V_B	-18	+18	V
		V_{C1}, V_{C2}	-35		V
2	Clamp Diode Breakdown Voltage-V_{Ref} to RGND	V_{CD}		+15	V
3	Operating Temperature	T_{AMB}	0	+70	°C
4	Storage Temperature	T_{STG}	-40	+100	°C
5	Power Dissipation	P_D		1.2	Watt

† Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

AC Electrical Characteristics†

Voltages are with respect to ground (V_{SS}); TA = 25°C, unless otherwise stated.
Test conditions unless noted, V_{A1}=V_{A2}=+7V, V_B=8V, V_{C2}=-24V(±5%).

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Junctor to differential output (tip-ring) gain.	A_{JL}	2.18	2.25 7	2.32	V/V dB	1kHz, 400mV_{RMS} source on pin 16. Note 2
2	Differential Input (tip-ring) to junctor gain	A_{LJ}	0.303	0.321	0.321	V/V dB	1kHz, 1V_{RMS} Source on pins 1&3. Note 1,2
3	On/Off Hook Detection Threshold						
	Loop Resist	R_{Thresh}	4.0	5.4	6.0	kΩ	Note 1,
	Loop Current	I_{Thresh}	3.6	4.0	5.3	mA	Note 1
4	Trans Hybrid Loss			55		dB	Notes 1,2. See Figure 2
5	Passband Linearity			±1		dB	Notes 1,2
6	Power Supply Rejection Ratio (VC to Junctor)	PSRR		40		dB	Notes 1,2
7	Common Mode Rejection Ratio (Tip and Ring to Junctor)	CMRR		40		dB	Notes 1,2
8	Low Frequency Cutoff (3dB)						
	Junctor to Line	F_{LLJ}		53		Hz	Notes 1,2
	Line to Junctor	F_{LJL}		20		Hz	Notes 1,2
9	High Frequency Cutoff (3dB)						
	Line to Junctor	F_{HLJ}		800		kHz	Notes 1,2
	Junctor to Line	F_{HJL}		500		kHz	Notes 1,2
10	Longitudinal Balance			65		dB	Note 1
11	Tip (or Ring) to ground AC input impedance	Z_I		300		Ω	
12	Junctor output impedance	Z_{OJ}		604		Ω	

† Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.
‡ Typical figures are at 25°C with nominal± 5V supplies and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.
Note 1: 754Ω connected between JUNCTOR (pin 16) and OV.
Note 2: 604Ω connected between TIP (pin 1) and RING (pin 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Electrical Characteristics

		Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Operating Supply Voltages	V_{A1}, V_{A2} V_B V_{C1}, V_{A2}	 -13 -30	-24	+13 -20	V V V	
2	SUPPLY	Operating Supply Currents	I_{A1} I_{A2} I_B I_{C1} I_{C2}		7 8 6 .2 .1		mA mA mA mA mA	
3	INPUTS	High Level Input Voltage $\overline{MUTE}$ RC	 V_{IH} V_{IH}	 4.2 3			V V	
4	INPUTS	Low Level Input Voltage $\overline{MUTE}$ RC	 V_{IL} V_{iL}	 .8 1			V	
5	INPUTS	High Level Input Current $\overline{MUTE}$ RC	 I_{IH} I_{IH}	 -28 700			µA µA	
6	INPUTS	Low Level input Current $\overline{MUTE}$ RC	 I_{IL} I_{IL}	 100 1			µA µA	
7	OUTPUTS	Sink Current $\overline{LED}$ $\overline{RD}$	 I_{LED} I_{RD}	 2 65	 6 100		 mA mA	 $V_{\overline{OFHK}}$, -6V CD=RC=5V,RGD=0V V_{RRD}<1.5V
8	OUTPUTS	Diode Clamp Current	I_{RLY}	65	100		mA	RC=RGND=0V, CD=5V V_{RRD} <1.5V
9	OUTPUTS	High Level Output Voltage	V_{OH}	6			V	$\overline{LED}$ Unconnected
10	OUTPUTS	Low Level Output Voltage $\overline{OFHK}$	V_{OL}	-6.5			V	$\overline{LED}$ Unconnected
11	OUTPUTS	High Level Output Current	I_{OH}	10			µA	
12	OUTPUTS	Low Level Output Current	I_{OL}	10			µA	

‡ Typical figures are at 25°C with nominal ± 5V supplies and are for design aid only: not guaranteed and not subject to production testing.

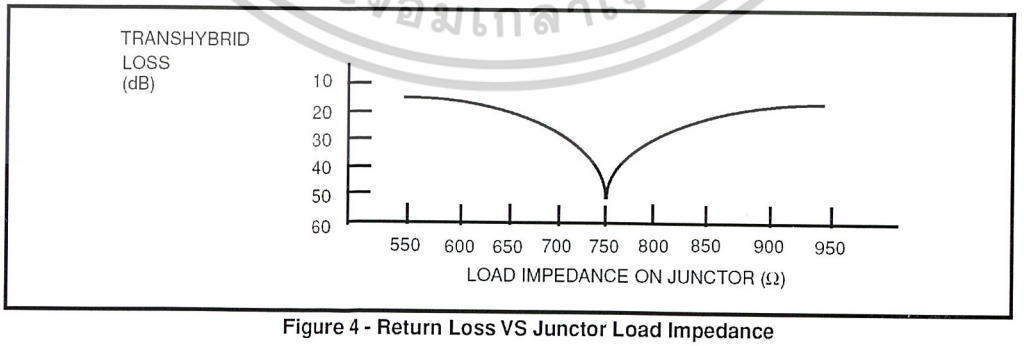


Figure 4 - Return Loss VS Junctor Load Impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

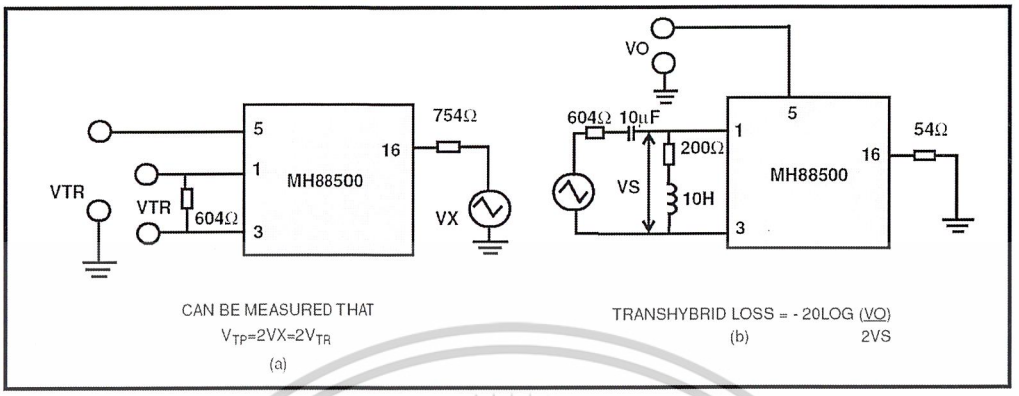


Figure 5 - Transhybrid Loss Test Circuit

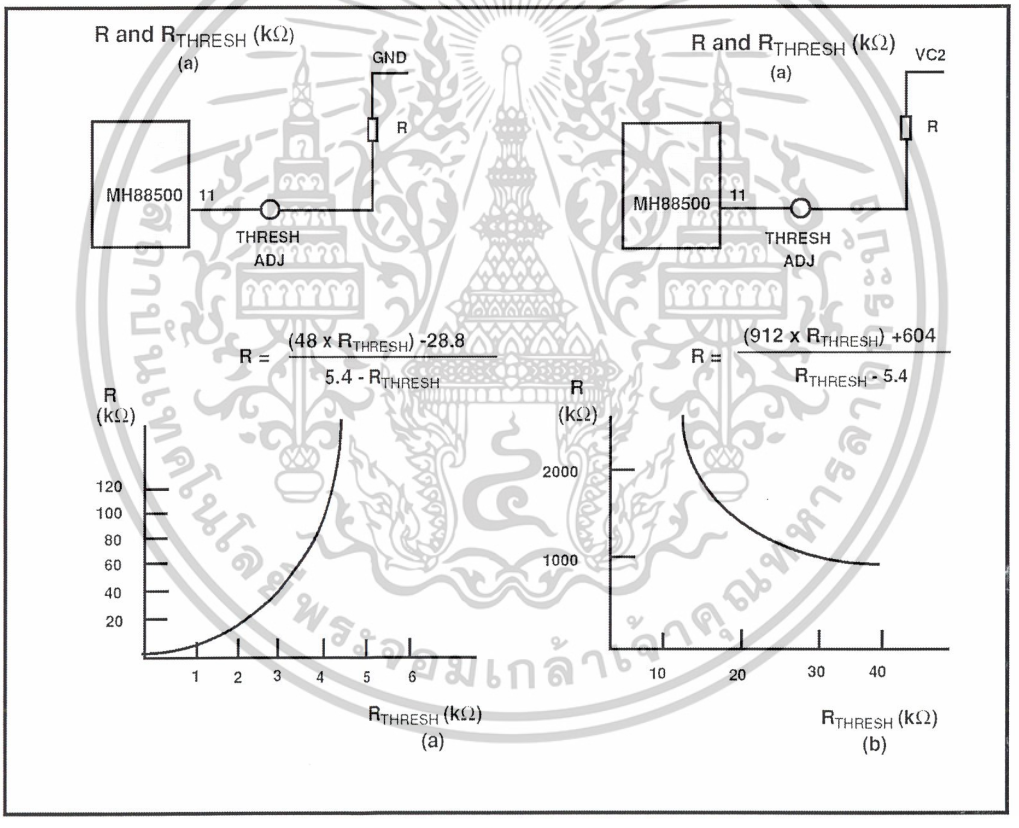


Figure 6 - Off-Hook Threshold Adjust

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

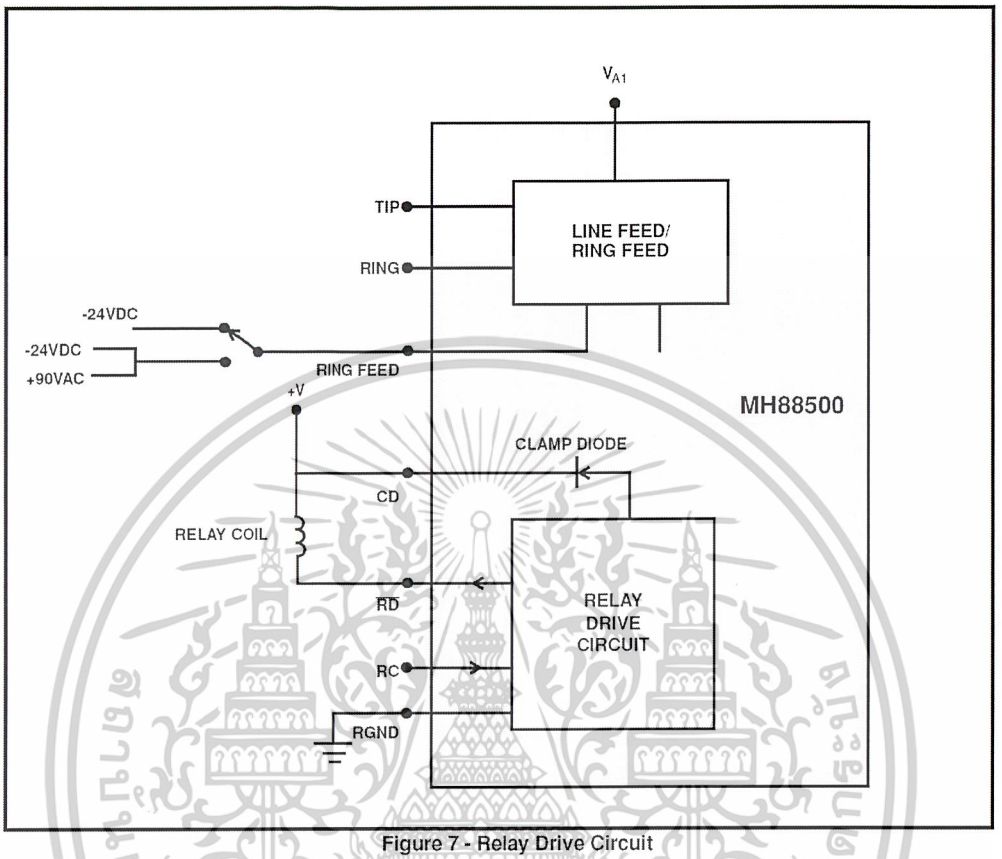


Figure 7 - Relay Drive Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

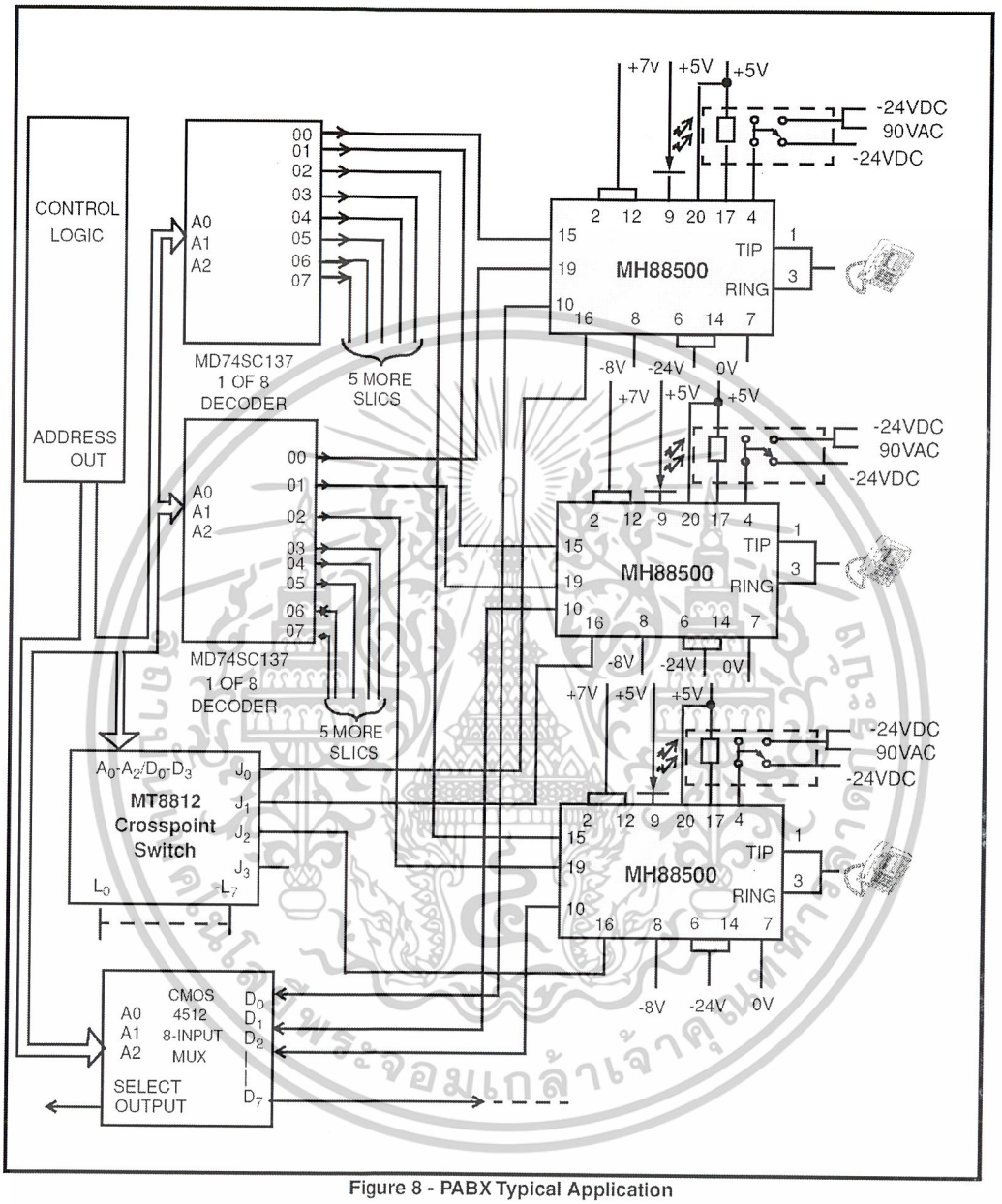


Figure 8 - PABX Typical Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

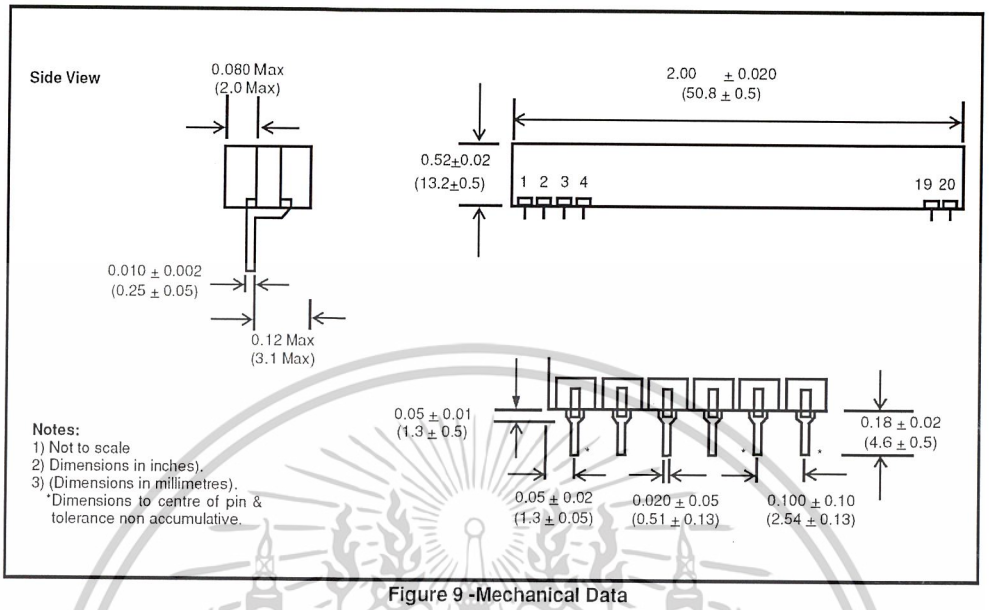


Figure 9 -Mechanical Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK™
SEMICONDUCTOR

For more information about all Zarlink products
visit our Web Site at

www.zarlink.com

Information relating to products and services furnished herein by Zarlink Semiconductor Inc. trading as Zarlink Semiconductor or its subsidiaries (collectively "Zarlink") is believed to be reliable. However, Zarlink assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Zarlink or licensed from third parties by Zarlink, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Zarlink, or non-Zarlink furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Zarlink.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Zarlink 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. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Zarlink without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability 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. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. 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 Zarlink's conditions of sale which are available on request.

Purchase of Zarlink's I^2C components conveys a licence under the Philips I^2C Patent rights to use these components in and I^2C System, provided that the system conforms to the I^2C Standard Specification as defined by Philips.

Zarlink, ZL and the Zarlink Semiconductor logo are trademarks of Zarlink Semiconductor Inc.

Copyright Zarlink Semiconductor Inc. All Rights Reserved.

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZARLINK SEMICONDUCTOR

ISO-CMOS MT8806
8 x 4 Analog Switch Array

ISSUE3 March 1997

Features
- Internal control latches and address decoder
- Short set-up and hold times
- Wide operating voltage: 4.5V to 13.2V
- 12Vpp analog signal capability
- R_{ON} 65Ω max. @ V_{DD}=12V, 25°C
- $\Delta R_{ON} \leq 10\Omega$ @ V_{DD}=12V, 25°C
- Full CMOS switch for low distortion
- Minimum feedthrough and crosstalk
- Separate analog and digital reference supplies
- Low power consumption ISO-CMOS technology

Applications
- Key systems
- PBX systems
- Mobile radio
- Test equipment/instrumentation
- Analog/digital multiplexers
- Audio/Video switching

Ordering Information

MT8806AE	24 Pin Plastic DIP
MT8806AP	28 Pin PLCC

-40° to 85°C

Description
The Zarlink MT8806 is fabricated in Zarlink's ISO-CMOS technology providing low power dissipation and high reliability. The device contains a 8 x 4 array of crosspoint switches along with a 5 to 32 line decoder and latch circuits. Any one of the 32 switches can be addressed by selecting the appropriate five address bits. The selected switch can be turned on or off by applying a logical one or zero to the DATA input. V_{SS} is the ground reference of the digital inputs. The range of the analog signal is from V_{DD} to V_{EE}. Chip Select (CS) allows the crosspoint array to be cascaded for matrix expansion.

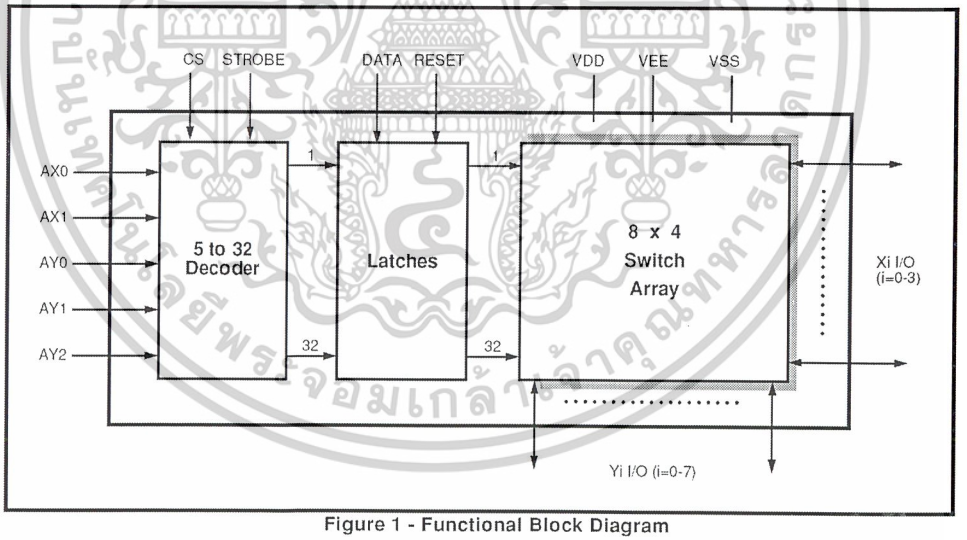


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

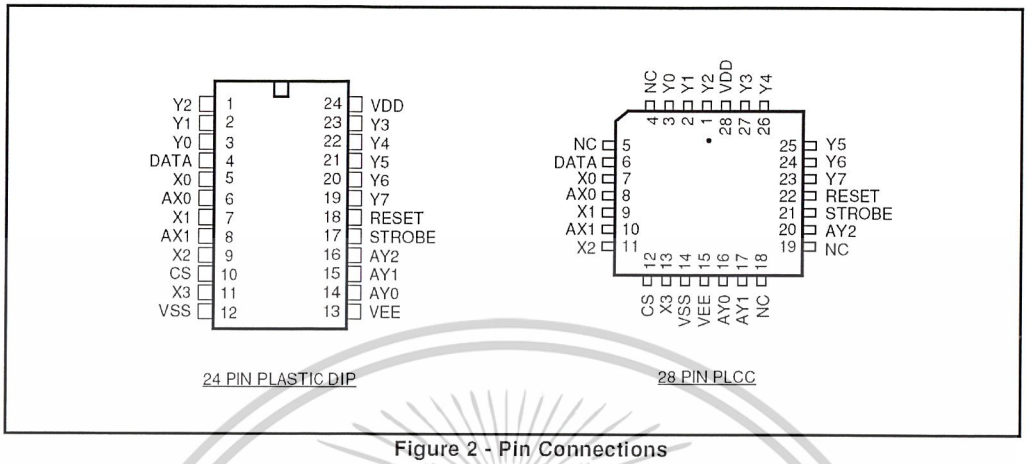


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
PDIP	PLCC		
1-3	1-3	Y2-Y0	**Y2-Y0 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the Y2-Y0 columns of the switch array.
4	6	DATA	**DATA (Input):** a logic high input will turn on the selected switch and a logic low will turn off the selected switch. Active High.
5	7	X0	**X0 Analog (Input/Output):** this is connected to the X0 row of the switch array.
6	8	AX0	**X0 Address Line (Input).**
7	9	X1	**X1 Analog (Input/Output):** this is connected to the X1 row of the switch array.
8	10	AX1	**X1 Address Line (Input).**
9	11	X2	**X2 Analog (Input/Output):** this is connected to the X2 row of the switch array.
10	12	CS	**Chip Select (Input):** this is used to select the device. Active High.
11	13	X3	**X3 Analog (Input/Output):** this is connected to the X3 row of the switch array.
12	14	V_{SS}	**Digital Ground Reference.**
13	15	V_{EE}	**Negative Power Supply.**
14-16	16,17, 20	AY0-AY2	**Y0 -Y2 Address Lines (Inputs).**
17	21	STROBE	**STROBE (Input):** enables function selected by address and data. Address must be stable before STROBE goes high and DATA must be stable on the falling edge of the STROBE. Active High.
18	22	RESET	**Master RESET (Input):** this is used to turn off all switches regardless of the condition of CS. Active High.
19-23	23-27	Y7-Y3	**Y7-Y3 Analog (Inputs/Outputs):** these are connected to the Y7-Y3 columns of the switch array.
24	28	VDD	**Positive Power Supply.**
	4, 5, 18, 19	NC	**No Connect.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The MT8806 is an analog switch matrix with an array size of 8 x 4. The switch array is arranged such that there are 8 columns by 4 rows. The columns are referred to as the Y inputs/outputs and the rows are the X inputs/outputs. The crosspoint analog switch array will interconnect any X I/O with any Y I/O when turned on and provide a high degree of isolation when turned off. The control memory consists of a 32 bit write only RAM in which the bits are selected by the address inputs (AY0-AY2, AX0 & AX1). Data is presented to the memory on the DATA input. Data is asynchronously written into memory whenever both the CS (Chip Select) and the STROBE inputs are high and is latched on the falling edge of STROBE. A logical "1" written into a memory cell turns the corresponding crosspoint switch on and a logical "0" turns the crosspoint off. Only the crosspoint switches corresponding to the addressed memory location are altered when data is written into memory. The remaining switches retain their previous states. Any combination of X and Y inputs/outputs can be interconnected by establishing appropriate patterns in the control memory. A logical "1" on the RESET input will asynchronously return all memory locations to logical "0" turning off all crosspoint switches regardless of whether CS is high or low. Two voltage reference pins (V_{SS} and V_{EE}) are provided for the MT8806 to enable switching of negative analog signals. The range for digital signals is from V_{DD} to V_{SS} while the range for analog signals is from V_{DD} to V_{EE}. V_{SS} and V_{EE} pins can be tied together if a single voltage reference is needed.

Address Decode

The five address inputs along with the STROBE and CS (Chip Select) inputs are logically ANDed to form an enable signal for the resettable transparent latches. The DATA input is buffered and is used as the input to all latches. To write to a location, RESET must be low and CS must go high while the address and data are set up. Then the STROBE input is set high and then low causing the data to be latched. The data can be changed while STROBE is high, however, the corresponding switch will turn on and off in accordance with the DATA input. DATA must be stable on the falling edge of STROBE in order for correct data to be written to the latch.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8806 ISO-CMOS

Absolute Maximum Ratings*

- Voltages are with respect to V_{EE} unless otherwise stated.

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	Supply Voltage	V_{DD} V_{SS}	-0.3 -0.3	15.0 V_{DD}+0.3	V V
2	Analog Input Voltage	V_{INA}	-0.3	V_{DD}+0.3	V
3	Digital Input Voltage	V_{IN}	V_{SS}-0.3	V_{DD}+0.3	V
4	Current on any I/O Pin	I		±15	mA
5	Storage Temperature	T_S	-65	+150	°C
6	Package Power Dissipation PLASTIC DIP	P_D		0.6	W

* Exceeding these values may cause permanent damage. Functional operation under these conditions is not implied.

Recommended Operating Conditions

- Voltages are with respect to V_{EE} unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ	Max	Units	Test Conditions
1	Operating Temperature	T_O	-40	25	85	°C	
2	Supply Voltage	V_{DD} V_{SS}	4.5 V_{EE}		13.2 V_{DD}-4.5	V V	
3	Analog Input Voltage	V_{INA}	V_{EE}		V_{DD}	V	
4	Digital Input Voltage	V_{IN}	V_{SS}		V_{DD}	V	

DC Electrical Characteristics†

- Voltages are with respect to V_{EE}=V_{SS}=0V, V_{DD} =12V unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Quiescent Supply Current	I_{DD}		1	100	µA	All digital inputs at V_{IN}=V_{SS} or V_{DD}
				0.4	1.5	mA	All digital inputs at V_{IN}=2.4 + V_{SS} ; V_{SS} =7.0V
				5	15	mA	All digital inputs at V_{IN}=3.4V
2	Off-state Leakage Current (See G.9 in Appendix)	I_{OFF}		±1	±500	nA	$\|V_{Xi} - V_{Yj}\| = V_{DD} - V_{EE}$ See Appendix, Fig. A.1
3	Input Logic "0" level	V_{IL}			0.8+V_{SS}	V	V_{SS} =7.5V; V_{EE}=0V
4	Input Logic "1" level	V_{IH}	2.0+V_{SS}			V	V_{SS} =6.5V; V_{EE}=0V
5	Input Logic "1" level	V_{IH}	3.3			V	
6	Input Leakage (digital pins)	I_{LEAK}		0.1	10	µA	All digital inputs at V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}

† DC Electrical Characteristics are over recommended temperature range.
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.

DC Electrical Characteristics- Switch Resistance

- V_{DC} is the external DC offset applied at the analog I/O pins.

	Characteristics	Sym	25°C		70°C		85°C		Units	Test Conditions
			Typ	Max	Typ	Max	Typ	Max		
1	On-state V_{DD}=12V Resistance V_{DD}=10V V_{DD}= 5V (See G.1, G.2, G.3 in Appendix)	R_{ON}	45 55 120	65 75 185		75 85 215		80 90 225	Ω Ω Ω	V_{SS}=V_{EE}=0V,V_{DC}=V_{DD}/2, $\|V_{Xi}-V_{Yj}\|$ = 0.4V See Appendix, Fig. A.2
2	Difference in on-state resistance between two switches (See G.4 in Appendix)	ΔR_{ON}	5	10		10		10	Ω	V_{DD}=12V, V_{SS}=V_{EE}=0, V_{DC}=V_{DD}/2, $\|V_{Xi}-V_{Yj}\|$ = 0.4V See Appendix, Fig. A.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics† - Crosspoint Performance

- Voltages are with respect to V_{DD}=5V, V_{SS}=0V, V_{EE}=-7V, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Switch I/O Capacitance	C_S		20		pF	f=1 MHz
2	Feedthrough Capacitance	C_F		0.2		pF	f=1 MHz
3	Frequency Response Channel "ON" 20LOG(V_{OUT}/V_{Xi})=-3dB	F_{3dB}		45		MHz	Switch is "ON"; V_{INA} = 2Vpp sinewave; R_L = 1kΩ See Appendix, Fig. A.3
4	Total Harmonic Distortion (See G.5, G.6 in Appendix)	THD		0.01		%	Switch is "ON"; V_{INA} = 2Vpp sinewave f= 1kHz; R_L=1kΩ
5	Feedthrough Channel "OFF" Feed.=20LOG (V_{OUT}/V_{Xi}) (See G.8 in Appendix)	FDT		-95		dB	All Switches "OFF"; V_{INA}= 2Vpp sinewave; f= 1kHz; R_L= 1kΩ. See Appendix, Fig. A.4
6	Crosstalk between any two channels for switches Xi-Yi and Xj-Yj. Xtalk=20LOG (V_{Yj}/V_{Xi}). (See G.7 in Appendix).	X_{talk}		-45		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 10MHz; R_L = 75Ω.
				-90		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 10kHz; R_L = 600Ω.
				-85		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 10kHz; R_L = 1kΩ.
				-80		dB	V_{INA}=2Vpp sinewave f= 1kHz; R_L = 10kΩ. Refer to Appendix, Fig. A.5 for test circuit.
7	Propagation delay through switch	t_{PS}			30	ns	R_L=1kΩ; C_L=50pF

† Timing is over recommended temperature range. See Fig. 3 for control and I/O timing details.
‡ Typical figures are at 25°C and are for design aid only; not guaranteed and not subject to production testing.
Crosstalk measurements are for Plastic DIPS only, crosstalk values for PLCC packages are approximately 5dB better.

AC Electrical Characteristics† - Control and I/O Timings

- Voltages are with respect to V_{DD}=5V, V_{SS}=0V, V_{EE}=-7V, unless otherwise stated.

	Characteristics	Sym	Min	Typ‡	Max	Units	Test Conditions
1	Control Input crosstalk to switch (for CS, DATA, STROBE, Address)	CX_{talk}		30		mVpp	V_{IN}=3V squarewave; R_{IN}=1kΩ, R_L=10kΩ. See Appendix, Fig. A.6
2	Digital Input Capacitance	C_{DI}		10		pF	f=1MHz
3	Switching Frequency	F_O			20	MHz	
4	Setup Time DATA to STROBE	t_{DS}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
5	Hold Time DATA to STROBE	t_{DH}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
6	Setup Time Address to STROBE	t_{AS}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
7	Hold Time Address to STROBE	t_{AH}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
8	Setup Time CS to STROBE	t_{CSS}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
9	Hold Time CS to STROBE	t_{CSH}	10			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
10	STROBE Pulse Width	t_{SPW}	20			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
11	RESET Pulse Width	t_{RPW}	40			ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
12	STROBE to Switch Status Delay	t_S		40	100	ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
13	DATA to Switch Status Delay	t_D		50	100	ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›
14	RESET to Switch Status Delay	t_R		35	100	ns	R_L= 1kΩ, C_L=50pF ›

† Timing is over recommended temperature range. See Fig. 3 for control and I/O timing details.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

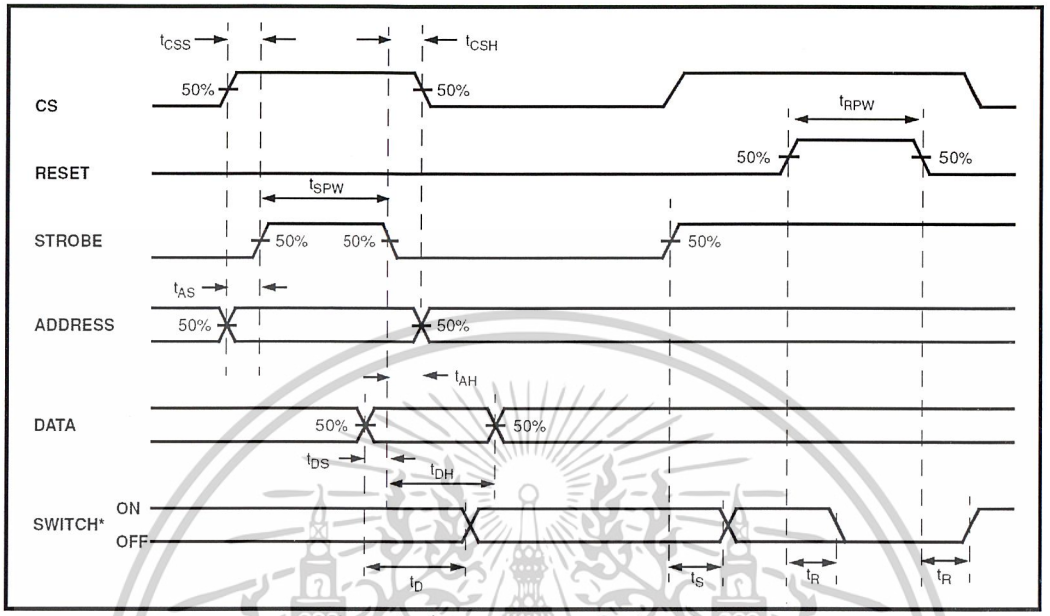


Figure 3 - Control Memory Timing Diagram

* See Appendix, Fig. A.7 for switching waveform

AX0	AX1	AY0	AY1	AY2	Connection
0	0	0	0	0	X0-Y0
0	0	1	0	0	X0-Y1
0	0	0	1	0	X0-Y2
0	0	1	1	0	X0-Y3
0	0	0	0	1	X0-Y4
0	0	1	0	1	X0-Y5
0	0	0	1	1	X0-Y6
0	0	1	1	1	X0-Y7
1 ↓ 1	0 ↓ 0	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	X1-Y0 ↓ ↓ X1-Y7
0 ↓ 0	1 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	X2-Y0 ↓ ↓ X2-Y7
1 ↓ 1	1 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	0 ↓ 1	X3-Y0 ↓ ↓ X3-Y7

Table 1. Address Decode Truth Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR TM

www.fairchildsemi.com

LM556/NE556
Dual Timer

Features

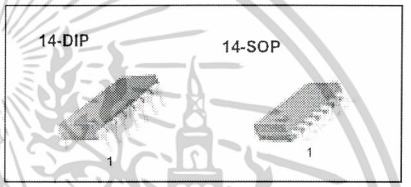
- Replaces Two LM555/NE556 Timers
- Operates in Both Astable And Monostable Modes
- High Output Current
- TTL Compatible
- Timing From Microsecond To Hours
- Adjustable Duty Cycle
- Temperature Stability Of 0.005% Per °C

Applications

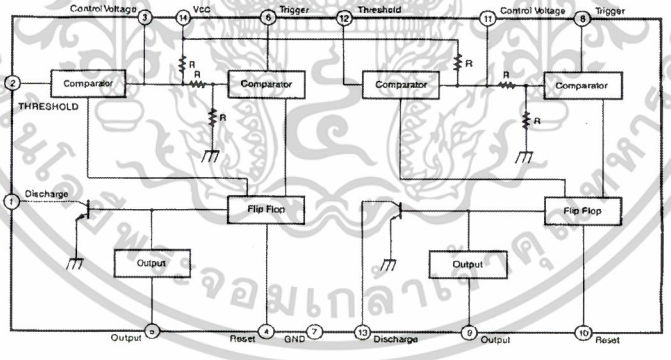
- Precision Timing
- Pulse Shaping
- Pulse Width Modulation
- Frequency Division
- Traffic Light Control
- Sequential Timing
- Pulse Generator
- Time Delay Generator
- Touch Tone Encoder
- Tone Burst Generator

Description

The LM556/NE556 series dual monolithic timing circuits are a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. The LM556/NE556 is a dual LM555. Timing is provided an external resistor and capacitor for each timing function. The two timers operate independently of each other, sharing only V_{CC} and ground. The circuits may be triggered and reset on falling waveforms. The output structures may sink or source 200mA.



Internal Block Diagram



Rev. 1.0.0

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (T_A = 25°C)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	16	V
Lead Temperature (soldering 10sec)	T_{LEAD}	300	°C
Power Dissipation	P_D	600	mW
Operating Temperature Range LM556/NE556	T_{OPR}	0 ~ + 70	°C
Storage Temperature Range	T_{STG}	- 65 ~ + 150	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics

(T_A = 25°C, V_{CC} = 5 ~ 15V, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Supply Voltage	V_{CC}	-	4.5	-	16	V
Supply Current *1(two timers) (low state)	I_{CC}	V_{CC} = 5V, R_L = ∞ V_{CC} = 15V, R_L = ∞	-	5 16	12 30	mA mA
Timing Error *2(monostable) Initial Accuracy Drift with Temperature Drift with Supply Voltage	 ACCUR $\Delta t/\Delta T$ $\Delta t/\Delta V_{CC}$	 R_A = 2KΩ to 100KΩ C = 0.1μF T = 1.1RC	-	 0.75 50 0.1	-	 % ppm/°C %/V
Control Voltage	V_C	V_{CC} = 15V	9.0	10.0	11.0	V
		V_{CC} = 5V	2.6	3.33	4.0	V
Threshold Voltage	V_{TH}	V_{CC} = 15V	8.8	10.0	11.2	V
		V_{CC} = 5V	2.4	3.33	4.2	V
Threshold Current*3	I_{TH}	-	-	30	250	nA
Trigger Voltage	V_{TR}	V_{CC} = 15V	4.5	5.0	5.6	V
		V_{CC} = 5V	1.1	1.6	2.2	V
Trigger Current	I_{TR}	V_{TR} = 0V	-	0.01	2.0	μA
Reset Voltage*5	V_{RST}	-	0.4	0.6	1.0	V
Reset Current	I_{RST}	-	-	0.03	0.6	mA
Low Output Voltage	V_{OL}	V_{CC} = 15V I_{SINK} = 10mA I_{SINK} = 50mA I_{SINK} = 100mA I_{SINK} = 200mA V_{CC} = 5V I_{SINK} = 8mA I_{SINK} = 5mA	-	 0.1 0.4 2.0 2.5 0.25 0.15	 0.25 0.75 3.2 0.35 0.25	V V
High Output Voltage	V_{OH}	V_{CC} = 15V I_{SOURCE} = 200mA I_{SOURCE} = 100mA	 12.75	 12.5 13.3	 -	 V
		V_{CC} = 5V I_{SOURCE} = 100mA	2.75	3.3	-	V
Rise Time of Output	t_R	-	-	100	300	ns
Fall Time of Output	t_F	-	-	100	300	ns
Discharge Leakage Current	I_{LKG}	-	-	10	100	nA
Matching Characteristics*4 Initial Accuracy Drift with Temperature Drfit with Supply Voltage	 ACCUR $\Delta t/\Delta T$ $\Delta t/\Delta V_{CC}$	 -	 -	 1.0 10 0.2	 2.0 0.5	 % ppm/°C %/V
Timing Error (astable)*2 Initial Accuracy Drift with Temperature Drift with Supply Voltage	 ACCUR $\Delta t/\Delta T$ $\Delta t/\Delta V_{CC}$	 V_{CC} = 15V R_A,R_B = 1KΩ to 100KΩ C = 0.1μF	 -	 2.25 150 0.3	 -	 % ppm/°C %/V

Notes:

*1. Supply current when output is high is typically 1.0mA less at V_{CC} = 5V

*2. Tested at V_{CC} = 5V and V_{CC} = 15V

*3. This will determine the maximum value of R_A + R_B for 15V operation.
The maximum total R = 20MΩ, and for 5V operation the maximum total R = 6.6MΩ.

*4. Matching characteristics refer to the difference between performance characteristics of each timer section in the monostable mode.

*5. As reset voltage lowers, timing is inhibited and then the output goes low.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนิรุดติ์ บัวประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	21 กันยายน พ.ศ.2523
ภูมิลำเนา	28 หมู่ 5 ตำบลเสม็ดเหนือ อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา 24110
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดสนามช้าง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบางคล้าพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ตื้อเท่านั้น จึงจะสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายมีชัย จิตมั่น
วัน เดือน ปีเกิด	27 สิงหาคม พ.ศ.2524
ภูมิลำเนา	39 หมู่ 2 ตำบลวังชัย อำเภอน้ำพอง
	จังหวัดขอนแก่น 40140
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านวังชัย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านวังชัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	รู้จักตัวเอง เคารพผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายยุทธชัย อุทธา
วัน เดือน ปีเกิด	15 มกราคม พ.ศ.2524
ภูมิลำเนา	64 หมู่ 2 ตำบลบ้านแฮด กิ่งอำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น 40110

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนประชาพัฒนาบ้านแฮด
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านแฮดพัฒนา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ลิขิตฟ้าหรือจะสู้มานะตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นางสาวรัตนาพร แก้วขาว

วัน เดือน ปีเกิด 25 พฤษภาคม พ.ศ.2525

ภูมิลำเนา 1855 หมู่ 12 ตำบลรับร่อ อำเภอท่าแซะ
จังหวัดชุมพร 80141

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนวัดกัลยานฤมิต

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีปากพนัง

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ ทำปัจจุบันให้ดีที่สุดแล้วอนาคตย่อมดีเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้