ชุดควบคุมอุโมงค์ลมสำหรับการศึกษาการตอบสนองทางพลศาสตร์

นายชูเกียรติ ฮึงมอก

นายเสรีพงษ์ จรลีลีลี

นายสุวิทย์ ตาลเลิศ

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปีการศึกษา 2539

CONTRIBUTION

ชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง

นายสุเมธี สีหมอก
นายเกรียงวุฒิ จรภักดี
นายภูมินท์ ดวงมณี

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2539

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ใบรับรองโครงการทางวิศวกรรม

สำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เรื่อง ชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง

โดย นายสุเมธี สีหมอก นายภูมินท์ ดวงมณี นายเกรียงวุฒิ จรภัคดี

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

_____คณบดี

วันที่ เดือน พ.ศ.2540

คณะกรรมการสอบ

_____ประธานกรรมการ
(ผศ. สุยุชน์ สัตยประกอบ)

_____กรรมการ
(อ. พิชโยทัย มหัทธนาภิวัฒน์)

_____กรรมการ
(อ. มานพ รุจิภากร)

_____กรรมการ
(อ. รังสรรค์ วงศ์สรรค์)

โครงงานเรื่อง : ชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง
ผู้ดำเนินการ :1. นายสุเมธี สีหมอก รหัส B3602676
2. นายเกรียงวุฒิ จรภักดี รหัส B3604519
3. นายภูมินท์ ดวงมณี รหัส B3600795
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์รังสรรค์ วงศ์สรรค์
สาขาวิชา : วิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
ภาคการศึกษาที่ : 2/2539

.....

บทคัดย่อ

ในโครงงานฉบับนี้ ได้ทำการศึกษาการออกแบบการส่งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียงภายในกลุ่มอาคารเรียนที่มีจำนวนมากๆ และมีการโต้ตอบกันระหว่างห้องรับและห้องส่งสัญญาณ ทำให้สามารถแบ่งการทำงานในแต่ละห้องได้เป็น 3 สถานะคือ สถานะที่เป็นห้องส่งสัญญาณ สถานะที่เป็นห้องรับสัญญาณ และสถานะที่เป็นห้องอิสระ โดยสัญญาณจากห้องส่งจะถูกกระจายไปยังห้องต่างๆโดยผ่านศูนย์กลางระบบ ที่ศูนย์กลางระบบนี้จะประกอบไปด้วย วงจรควบคุมส่วนกลาง วงจรควบคุมสัญญาณย่อย วงจรขยายสัญญาณภาพและเสียง ซึ่งวงจรเหล่านี้ได้ถูกออกแบบสร้างขึ้นด้วยวิธีการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับสัญญาณภาพและเสียง สวิตช์ อุปกรณ์ควบคุม มาประกอบเป็นวงจรเข้าด้วยกัน ส่วนการส่งสัญญาณภาพและเสียงจะถูกส่งไปตามสายสัญญาณภาพและเสียงที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างห้องเรียนและอุปกรณ์ต่างๆในระบบ

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ได้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ ด้วยความกรุณาของบุคคลหลายท่านซึ่งช่วยให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการทำงานโครงงานครั้งนี้ โดยเฉพาะท่านอาจารย์รังสรรค์ วงศ์สรรค์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาประจำโครงงานที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำในเรื่องรูปแบบการจัดทำโครงงาน กำหนดเงื่อนไขในการทดสอบและเป็นที่ปรึกษาที่ดีมาตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน ขอขอบคุณพ่อและแม่ที่ให้กำลังใจและกำลังทุนทรัพย์ในการทำโครงงานครั้งนี้ ข้อขอบคุณอาจารย์ประจำสำนักวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้คำปรึกษา อีกทั้งบุคคลากรที่ศูนย์เครื่องมือที่ให้ยืมอุปกรณ์ในการทดลอง สุดท้ายที่ลืมไม่ได้คือ เพื่อนๆ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกคนที่ให้กำลังใจเสมอ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 โครงข่ายสื่อสาร	3
2.3 การสื่อสารแบบอนุกรม	5
2.4 สายนำสัญญาณ	10
2.5 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ	11
2.6 โครงสร้างของหน่วยประมวลผล	17
2.7 สรุป	27
บทที่ 3 การออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อสารการเรียนการสอนแบบสองทาง	28
3.1 กล่าวนำ	28
3.2 วงจรขยายสัญญาณเสียงและภาพ	29
3.3 วงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง	35
3.4 แป้นควบคุมสำหรับการควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง	40
3.5 การออกแบบซอฟแวร์	44
3.6 สรุป	53
บทที่ 4 การทดลองการใช้งาน	55
4.1 กล่าวนำ	55

4.2 ขั้นตอนการทดสอบและผลการทดสอบ 55
5 สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ 70
5.1 กล่าวนำ 70
5.2 สรุปผลโครงงาน 70
5.3 ปัญหาและการแก้ไข 70
5.4 ข้อเสนอแนะ 71
ภาคผนวก ก. 72
ภาคผนวก ข. 80
บรรณานุกรม 96
ประวัติผู้เขียน 97

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
รูปที่ 2.1	โครงข่ายแบบดาว	4
รูปที่ 2.2	โครงข่ายแบบตาข่าย	4
รูปที่ 2.3	โครงข่ายแบบบัส	5
รูปที่ 2.4	การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	6
รูปที่ 2.5	หลักการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์และฮาล์ฟดูเพล็กซ์	8
รูปที่ 2.6	สายโคแอกเซียล	10
รูปที่ 2.7	สายโคแอกเซียลแบบต่างๆ	10
รูปที่ 2.8	วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วม	12
รูปที่ 2.9	วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์คต่อแบบเบสร่วม	13
รูปที่ 2.10	วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบอีมิเตอร์ร่วม	13
รูปที่ 2.11	วงจรขยายกลับเฟส	15
รูปที่ 2.12	วงจรขยายไม่กลับเฟส	15
รูปที่ 2.13	วงจรแรงดันตาม	16
รูปที่ 2.14	แผนภาพแสดงหน่วยการทำงานพื้นฐานของ MCS-51	18
รูปที่ 2.15	แสดงการจัดขาต่างๆของ 8051	19
รูปที่ 2.16	แผนภาพการทำงานของตัวจับเวลาและตัวนับในโหมด 0	21
รูปที่ 2.17	แผนภาพการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับในโหมด 2	21
รูปที่ 2.18	แผนภาพการทำงานของตัวจับเวลา/ตัวนับในโหมด 3	22
รูปที่ 2.19	แผนผังโครงสร้างไอซี 8255	24
รูปที่ 3.1	แผนผังการทำงานโดยรวมของชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อสารการเรียนการสอน 2 ทาง	29
รูปที่ 3.2	แสดงวงจรภายในของไอซี TDA2006	31
รูปที่ 3.3	แสดงวงจรที่เลือกมาใช้งานที่ใช้ไฟเลี้ยงเพียงชุดเดียว	31
รูปที่ 3.4	วงจรขยายสัญญาณภาพโดยใช้ทราสซิสเตอร์ต่อแบบ Cascade	33

รูปที่ 3.5	กราฟแสดงการเลือกจุดทำงานที่จุดเสถียรของ T2	34
รูปที่ 3.6	แผนผังของไอซี MC14066BCP ซึ่งแสดงถึงลอจิกภายใน	36
รูปที่ 3.7	แผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 1	37
รูปที่ 3.8	แสดงผังการทำงานของวงจรแป้นควบคุมหลัก	42
รูปที่ 3.9	แสดงผังการทำงานของวงจรแป้นควบคุมย่อย	44
รูปที่ 3.10	แผนภาพแสดงสถานะที่เกิดขึ้นแบบที่มีห้องส่ง (Master Room) ห้องเดียว	45
รูปที่ 3.11	แผนภาพแสดงแบบที่มีห้องที่เป็นห้องส่ง (Master Room) อยู่ 2 ห้อง และอีก 2 ห้องเป็นห้องรับ (Slave Room)	46
รูปที่ 3.12	แผนภาพการทำงานของโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้เลือกสถานะในการทำงานของแต่ละห้อง	47
รูปที่ 3.13	แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ย่อย	48
รูปที่ 4.1	การหาความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุทของเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง	56
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงสัญญาณที่ออกมาที่เอาท์พุทมีการไม่ผิดเพี้ยน	58
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงสัญญาณที่ออกมาที่เอาท์พุทมีการผิดเพี้ยน	59
รูปที่ 4.4	การทดสอบชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง	60
รูปที่ 4.5	การทดสอบแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อย	65
รูปที่ 4.6	แผนภาพการทดสอบอุปกรณ์รวมทั้งหมด	69
รูปที่ ก-1	ลักษณะภายนอกของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง	73
รูปที่ ก-2	แสดงลักษณะภายนอกของแป้นควบคุมหลัก	74
รูปที่ ก-3	แสดงลักษณะภายนอกของแป้นควบคุมย่อย	75
รูปที่ ก-4	ลักษณะภายนอกของเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง	76
รูปที่ ก-5	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อสารการเรียนการสอนแบบ 2 ทาง	76

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวหารอัตราบอดสำหรับอัตราบอดที่นิยมใช้ในการสื่อสาร	7
ตารางที่ 2.2	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการใช้โดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบขาร่วมแบบต่างๆ	14
ตารางที่ 2.3	แสดงอัตราขยาย ความต้านทานขาเข้า ขาออก ของวงจรขยายกลับเฟสและไม่กลับเฟส	16
ตารางที่ 2.4	แสดงสัญญาณควบคุมการกระทำของ 8255	26
ตารางที่ 3.1	ข้อกำหนดของทรานซิสเตอร์ที่นำมาใช้ในวงจรขยายสัญญาณภาพ	33
ตารางที่ 3.2	แสดงตำแหน่งสวิตช์และรหัสที่ส่งออกมา	41
ตารางที่ 3.3	แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 1	42
ตารางที่ 3.4	แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 2	43
ตารางที่ 3.5	แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 3	43
ตารางที่ 3.6	แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 4	43
ตารางที่ 4.1	การหาความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุทของเครื่องขยายสัญญาณเสียงที่ความถี่ 10kHz และอัตราขยายคงที่	56
ตารางที่ 4.2	การหาความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุทของเครื่องขยายสัญญาณภาพที่ความถี่ 1 MHz โดยที่อัตราขยายคงที่	57
ตารางที่ 4.3	แสดงผลการทดลองชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงในกรณีที่มีห้องส่ง (Master Room) 1 ห้อง	60
ตารางที่ 4.4	แสดงการทดลองการตัดต่อของชุดควบคุมสัญญาณภาพและเสียงในกรณีที่แบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม	62
ตารางที่ 4.5	แสดงการทดสอบแป้นควบคุมหลัก	65
ตารางที่ 4.6	แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 1	66
ตารางที่ 4.7	แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 2	66
ตารางที่ 4.8	แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 3	66
ตารางที่ 4.9	แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 4	67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันนี้ได้มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนจำนวนอาจารย์ผู้สอนเป็นจำนวนมากในแทบทุกมหาวิทยาลัยอีกทั้งจำนวนนักศึกษาที่เรียนก็มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในแต่ละวิชามีจำนวนมาก จึงทำให้จำนวนที่นั่งในห้องเรียนไม่เพียงพอ เพื่อแก้ปัญหานี้จึงได้มีการคิดออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการแบบสอนสองทางขึ้นเพื่อช่วยให้นักศึกษาที่เรียนในอีกห้องหนึ่งสามารถรับชมภาพจากห้องที่อาจารย์ผู้สอนอยู่และอาจารย์ผู้สอนก็สามารถดูนักศึกษาที่อยู่อีกห้องได้

1.2 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของโครงงาน

1.2.1 เพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนตามอาคารเรียนที่มีจำนวนมาก

1.2.2 เพื่อศึกษา ไมโครโปรเซสเซอร์ MCS 8051 และนำมาใช้งานควบคุมสวิตช์

1.2.3 เพื่อศึกษาโครงข่างทางการสื่อสารและนำมามาใช้งาน

1.2.4 เพื่อศึกษาการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสและนำมาใช้งาน

1.2.5 เพื่อศึกษาวงจรขยายสัญญาณและนำไปใช้งาน

1.2.6 เพื่อศึกษาการสื่อสารอนุกรมแบบซิมเพล็กซ์และนำมาใช้งาน

1.2.7 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีและนำมาใช้งานในการควบคุม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

1.3.2 จัดสร้างอุปกรณ์ขยายสัญญาณภาพและเสียง

1.3.3 เขียนโปรแกรมภาษาแอสแซมบลีเพื่อใช้ในงานควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพ และเสียง

1.3.4 จัดทำแป้นควบคุมเพื่อใช้ควบคุมเครื่องตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงได้

1.3.5 สามารถนำไปใช้งานได้จริงใน 4 ห้องเรียน

1.3.6 สมมารถนำไปใช้งานจริงได้

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ออกแบบและจัดสร้างวงจรควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

1.4.2 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

1.4.3 ออกแบบและจัดสร้างวงจรขยายสัญญาณภาพและเสียง

1.4.4 ออกแบบและจัดสร้างแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อย

1.4.5 ทดลองวงจรและปรับปรุงแก้ไข

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมสวิตช์

1.5.2 สามารถนำเครื่องต้นแบบไปใช้งานจริงได้

1.5.3 สามารถนำความรู้ที่ศึกษามานำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างเครื่องต้นแบบได้

1.5.4 สามารถนำภาษาแอสแซมเบลีมาใช้ในงานควบคุมวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

2.1 กล่าวนำ

ชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการแบบสอนสองทางเป็นระบบที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไปยังห้องเรียนหรือกลุ่มอาคารเรียนอื่นๆได้ สามารถโต้ตอบหรือซักถามไปมาข้ามห้องเรียนได้ โดยอาศัยการส่งสัญญาณภาพและเสียงไปตามสาย และมีส่วนที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงที่ต้องการไปยังห้องเรียนนั้นๆ ซึ่งก่อนที่จะทำการการออกแบบได้นั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาหลักการออกแบบโครงข่ายสื่อสารแบบต่างๆ เพื่อจะนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงข่ายสื่อสารที่เหมาะสม ส่วนระบบควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง นั้นจะถูกควบคุมโดย MCS-8051 ซึ่งจะถูกโปรแกรมโดยภาษาแอสแซมบลี การสั่งงานระบบควบคุมจะใช้แป้นควบคุม เป็นตัวควบคุมโดยการติดต่อระหว่าง MCS-8051 กับแป้นควบคุมนั้นจะใช้การสื่อสารอนุกรมแบบโดยจะต้องศึกษาการส่งแบบซิงโครนัสและอะซิงโครนัส แล้วเลือกวิธีการส่งที่เหมาะสม และการส่งข้อมูลในสายจากแป้นควบคุมถึง MCS-8051 จะใช้มาตรฐาน RS-232

2.2 โครงข่ายสื่อสาร

ชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการแบบสอนสองทางนั้นจะทำให้แต่ละห้องเรียนสามารถสื่อสารถึงกันได้ โดยที่โครงข่ายในการสื่อสารนั้นจะมีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับจำนวนลูกข่าย

2.2.1 ความหมายของโครงข่าย (Network)

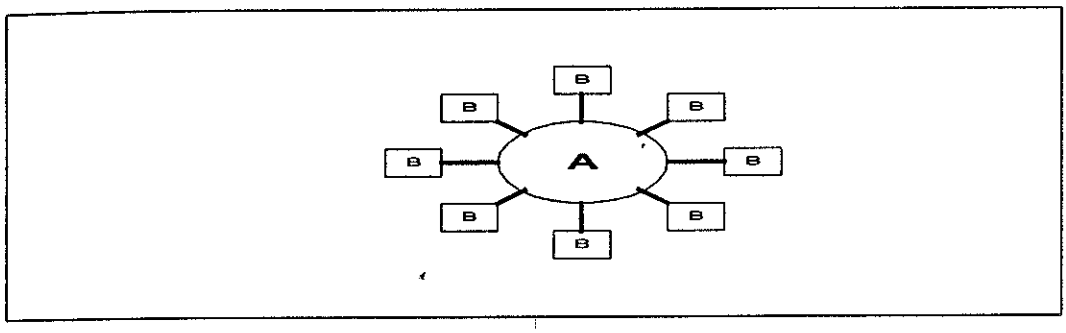
โครงข่ายหมายถึงการติดตั้งอุปกรณ์ให้เชื่อมต่อถึงกันและอุปกรณ์เหล่านั้นสามารถติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ถึงกันได้

2.2.2 ชนิดของโครงข่ายทางการสื่อสาร

มีการติดตั้งระบบโครงข่ายได้หลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามความต้องการ และตามความเหมาะสมกับสถานที่นั้นๆ

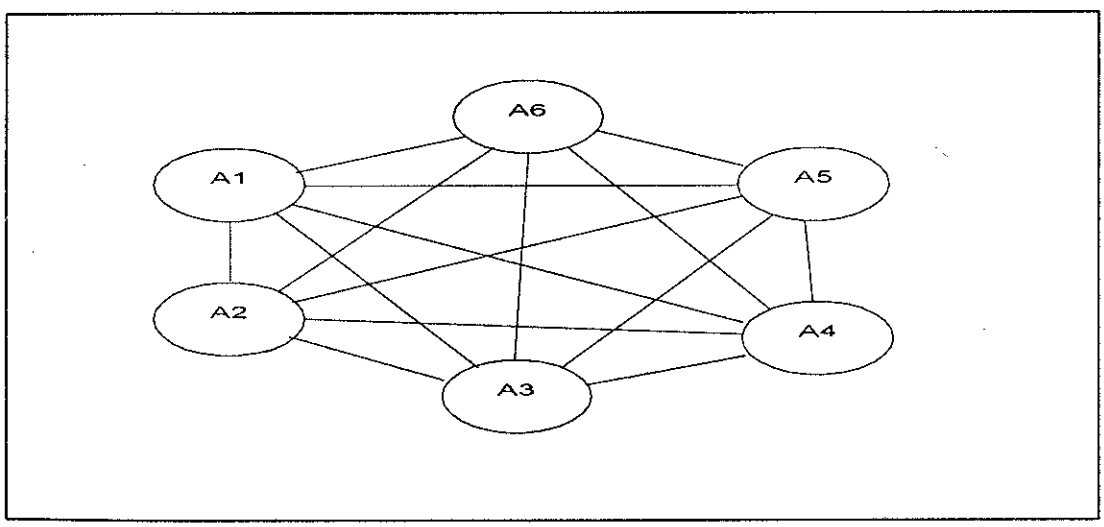
1) โครงข่ายแบบดาว (Star Network) เป็นโครงข่ายที่ใช้จุดกึ่งกลางเป็นตัวเชื่อมโยงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ที่อยู่รอบๆ การติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์ในโครงข่ายแบบดาวนี้จะกระทำได้โดยที่ตัวลูกข่าย (โหนด B) จะทำการติดต่อผ่านไปยังศูนย์กลาง (โหนด A) โดยแสดงในรูปที่ 2.1

ทำให้มีข้อดีคือลดจำนวนคู่สายที่ใช้ติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์ เหมาะสำหรับใช้กับโครงข่ายขนาดเล็ก



รูปที่ 2.1 โครงข่ายแบบดาว

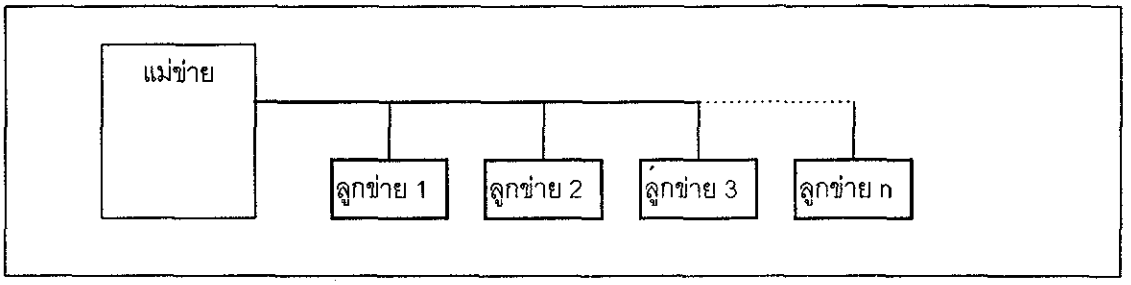
2) โครงข่ายแบบตาข่าย (Mesh Network) เป็นโครงข่ายที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ถึงกันทั้งหมด เหมาะสำหรับใช้กับโครงข่ายที่มีการใช้ติดต่อสื่อสารกันอย่างหนาแน่น แต่ข้อเสียก็คือต้องใช้คู่สายจำนวนมากเป็นการสิ้นเปลือง



รูปที่ 2.2 โครงข่ายแบบตาข่าย

3) โครงข่ายแบบบัส (Bus Network) ลักษณะของโครงข่ายชนิดนี้จะใช้สายนำสัญญาณหลักหนึ่งเส้น (Medium Line) เชื่อมต่ออุปกรณ์ด้วยสายนำสัญญาณอีกเส้นมีลักษณะคล้ายกับกิ่งก้าน โดยที่อุปกรณ์จะแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านสายสัญญาณหลักและส่งข้อมูลผ่านสายสัญญาณ (Broadcast Medium) ที่ต่อถึงกับอุปกรณ์นั้นๆ ดังรูปที่ 2.3 แม่ข่ายจะส่งข้อมูลไปในสายไปให้ลูก

ข่ายตัวที่ 1 จนถึงตัวที่ n โดยผ่านสายนำสัญญาณหลักเพียงหนึ่งเส้นเท่านั้น ข้อดีของโครงข่ายแบบนี้คือ สิ้นเปลืองคู่สายน้อยแต่ใช้งบประมาณสูงในการจัดการระบบโครงข่ายชนิดนี้



รูปที่ 2.3 โครงข่ายแบบบัส

2.3การสื่อสารแบบอนุกรม

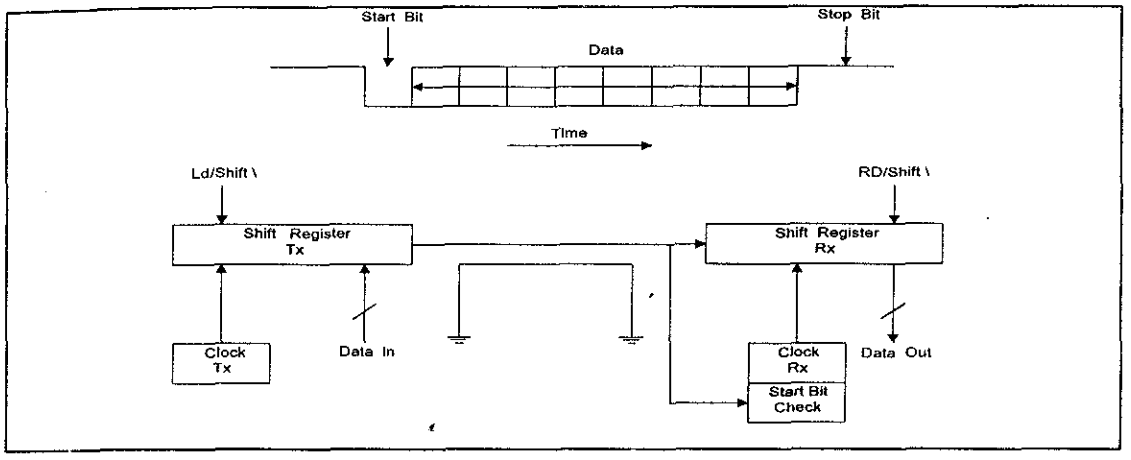
การสื่อสารข้อมูลในโครงข่ายนั้นนิยมการส่งแบบอนุกรมซึ่งหมายความว่าข้อมูลถูกส่งไปทีละหนึ่งบิต ในการรับส่งข้อมูลข้อมูลจะถูกส่งออกไปตามลำดับ สายข้อมูลในการสื่อสารแบบอนุกรม มีเพียงสภาวะมาร์คและสเปส ซึ่งในกรณีของการเชื่อมต่อโดยตรงเท่ากับแรงดันไฟฟ้าลบหรือบวกตามลำดับ ข้อมูลใด ๆ ที่ถูกส่งต้องถูกแปลงให้เป็นลำดับของมาร์คและสเปสก่อน สำหรับการส่งข้อมูลมาร์คแทนค่าหนึ่งและสเปสแทนค่าศูนย์ การส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีแบ่งออกเป็น 2 แบบคือแบบซิงโครนัสและแบบอะซิงโครนัส และมีมาตรฐานในการส่งที่นิยมใช้คือมาตรฐาน RS-232

2.3.1 การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronous)

การสื่อสารข้อมูลแบบนี้อุปกรณ์ด้านรับและด้านส่งจะต้องมีจังหวะสัญญาณนาฬิกาตรงกันการสื่อสารแบบนี้เหมาะกับการสื่อสารข้อมูลในอัตราความเร็วสูง การรับรหัสสัญญาณจากทางด้านส่งสามารถรับได้อย่างถูกต้อง ทางด้านรับจะต้องรู้ตำแหน่งของแต่ละบิตและตำแหน่งของส่วนหัวรหัส เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีความจำเป็นต้องให้การรับและการส่งข้อมูลมีจังหวะเวลา (Timing) ระหว่างด้านรับกับด้านส่งเหมือนกัน

2.3.2 การส่งแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

การรับรหัสสัญญาณจากทางด้านส่งสามารถรับได้อย่างถูกต้อง ทางด้านรับจะต้องรู้ตำแหน่งของแต่ละบิตและตำแหน่งของส่วนหัวรหัส เมื่อเป็นเช่นนี้จึงมีความจำเป็นต้องให้การรับและการส่งข้อมูลมีการแจ้งให้คอมพิวเตอร์ทราบว่าได้มีการส่งข้อมูลมาดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

จากรูปที่ 2.4 พบว่าการส่งวิธีนี้ไม่จำเป็นจะต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเข้ามาเกี่ยวข้องกับการส่ง จะมีบิตเริ่มต้นเพื่อให้ทางด้านรับตรวจจับการเริ่มส่งของข้อมูลและมีผลทำให้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในเริ่มทำงานเพื่อทำให้เกิดการซิงโครนัสกัน ในการรับส่งข้อมูลบิตหยุดจะทำหน้าที่เป็นตัวบอกว่าข้อมูลได้ทำการส่งหมดเฟรมแล้ว การส่งแบบอะซิงโครนัสนี้เหมาะกับการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องการการส่งแบบต่อเนื่องเช่นจากแป้นพิมพ์สำหรับรูปสัญญาณของการส่งแบบอะซิงโครนัสจะแสดงในรูปที่ 2.4

2.3.3 การจัดเฟรมในการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

ในกรณีการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส บิตที่เป็นตัวแทนของหนึ่งไบท์ซึ่งเรียกว่าบิตข้อมูลจะถูกนำด้วยบิตเริ่มต้นตามด้วยบิตจบและบิตพาริตี้กระบวนการนี้เรียกว่า " การจัดเฟรม " (Framing) จำนวนของบิตที่แทนหนึ่งตัวอักษรแปรผันไปตามโปรโตคอลสื่อสารที่ใช้ จำนวนของบิตข้อมูลหรือความยาวเวิร์ด (Word Length) โดยปกติจะเป็น 7 หรือ 8 บิต แต่ละตัวอักษรจะถูกส่งออกไปเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยบิตเริ่มต้นตามด้วยบิตข้อมูลตามด้วยบิตพาริตี้ซึ่งสามารถเลือกว่าจะใช้หรือไม่ก็ได้สุดท้ายจะเป็นบิตจบหนึ่งหรือสองบิตก็ได้ เพื่อความชัดเจนจะเรียกกลุ่มของตัวอักษรและบิตเหล่านั้นว่าเฟรม (Frame) เพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนกับคำว่าตัวอักษรที่บางครั้งอ้างถึงบิตข้อมูลและบางครั้งอ้างถึงทั้งกลุ่มพร้อมด้วยบิตเริ่มต้น, บิตจบและบิตพาริตี้

1) บิตเริ่มต้น บิตเริ่มต้นถูกใส่เพิ่มที่จุดเริ่มต้นของเฟรมเสมอเพื่อเตือนอุปกรณ์ฝ่ายรับว่าข้อมูลกำลังมาถึงและเพื่อเข้าจังหวะกลไกที่แยกแต่ละบิต โดยที่บิตเริ่มต้นคือสเปส หรือไบนารี 0

2) บิตจบ ที่ท้ายของแต่ละเฟรมบิตจบจะถูกส่งออกมา บิตจบมีทั้งแบบหนึ่งบิต,หนึ่งบิตครึ่งหรือสองบิต อย่างน้อยต้องมีหนึ่งบิตเสมอ เพื่อประกันว่ามีแรงดันไฟฟ้าลบอย่างน้อยเป็นช่วง

เวลาหนึ่งก่อนที่เฟรมถัดไปจะมาถึงเพื่อที่จะสามารถแยกแยะเฟรมถัดไปได้จากบิตเริ่มต้นที่เป็นบวกของมัน บิตจบมากกว่าหนึ่งบิตโดยทั่วไปจะใช้เมื่ออุปกรณ์ฝ่ายรับต้องการเวลาเพิ่มขึ้นก่อนที่มันจะสามารถจัดการกับตัวอักษรที่เข้ามาตัวถัดไปได้

หนึ่งบิตครึ่งหมายความว่าความยาวของบิตนั้นมากกว่าบิตปกติ บิตจบบังคับให้มีช่องว่างอย่างน้อยระหว่างเฟรมโดยจะถูกส่งเป็นไบนารี 1 ซึ่งในการเชื่อมต่อโดยตรงจะเป็นแรงดันไฟฟ้าลบ บิตจบสองบิตมักจะถูกใช้ที่อัตราบอด 110 ซึ่งเป็นอัตราการส่งข้อมูลต่ำสุดที่ใช้กันทั่วไป

2.3.4 อัตราการส่งในการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส

อัตราบอดถูกตั้งโดยใส่ค่าตัวหารสัญญาณนาฬิกา (1.8432 MHz) ลงในรีจิสเตอร์สองตัว ความถี่ของผลลัพธ์การหารจะเป็น 16 เท่าของอัตราบอด รีจิสเตอร์สองตัวนี้คือ DLL (Divisor Latch Least Significant Byte) และ DLM (Divisor Latch Most Significant Byte) ค่าตัวหารและอัตราบอดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวหารอัตราบอดสำหรับอัตราบอดที่นิยมใช้ในการสื่อสาร

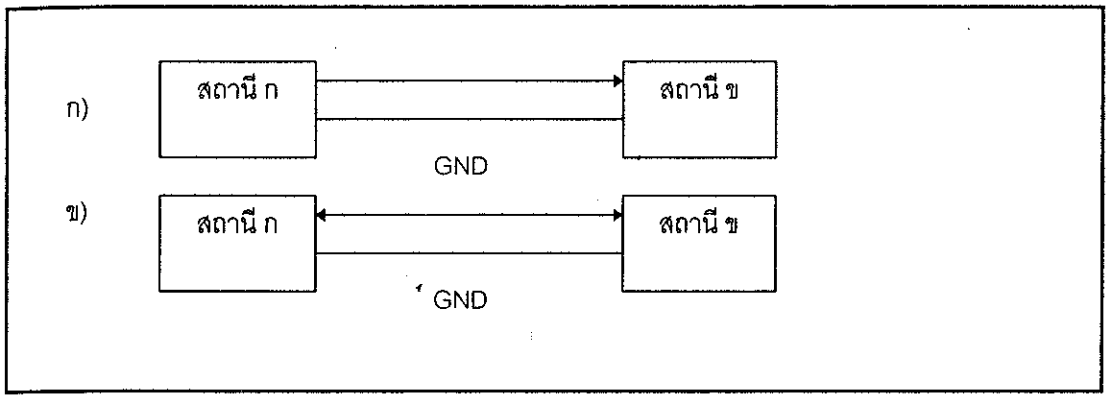
อัตราบอด	เลขฐานสิบ	เลขฐานสิบหก	LSB	MSB
300	384	180	1	80
1200	696	60	0	60
2400	48	30	0	30
4800	24	18	0	18
9600	12	0C	0	0C

อัตราบอดไม่ได้ถูกจำกัดไว้เฉพาะที่ใช้กันตามปกติค่าที่ต้องการสามารถสร้างได้โดยกำหนดตัวหารที่เหมาะสม

2.3.5 สื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ (Simplex) กับ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex)

รูปแบบของการสื่อสารแสดงดังในรูปที่2.5 มีทิศทางการไหลของข้อมูลได้ 2 รูปแบบ สำหรับรูปที่ 2.5 (ก) มีการไหลเฉพาะด้านเดียว คือ จำกัดการไหลจาก A ไป B เรียกว่า " การสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์ " สำหรับรูปที่ 2.5 (ก) นั้นการไหลของกระแสจะไหลจากด้านส่งไปยังด้านรับแล้วกลับมายังด้านส่ง ดังนั้นจึงจำเป็นที่ต้องใช้ตัวกลางนำสัญญาณ 2 เส้น เรียกว่า " เส้นทางการส่งแบบ 2 สาย " สำหรับรูปที่ 2.5(ข) นั้นสามารถใช้กราวด์แทนสายตัวกลางนำสัญญาณหนึ่งในสอง

เส้นและเรียกว่า " วิธีการแบบเอิร์ธรีเทิร์น " (Earth Return) แต่วิธีนี้ใช้ส่งด้วยความเร็วต่ำ เท่านั้น เนื่องจากวิธีนี้จะมีการรบกวนจากสถานีอื่นๆ (เสียงสอดแทรก) และสัญญาณรบกวน



รูปที่ 2.5 หลักการสื่อสารแบบซิมเพล็กซ์และฮาล์ฟดูเพล็กซ์

ก) การสื่อสารแบบ ซิมเพล็กซ์

ข) การสื่อสารแบบ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์

2.3.6 การสื่อสารข้อมูลโดยใช้มาตรฐาน RS-232

การที่อุปกรณ์สองตัวจะสื่อสารกันได้นั้นต้องมีการเชื่อมต่อด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เพื่อให้สัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งโดยฝ่ายหนึ่งสามารถถูกรับโดยฝ่ายหนึ่งสามารถรับสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากอีกฝ่ายหนึ่งได้ การสื่อสารอาจเกิดขึ้นโดยตรงด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์สองตัวด้วยสายนำสัญญาณหรือโดยอ้อมด้วยสื่อกลางที่สอดแทรกเข้ามา สื่อกลางนี้มักจะเป็นระบบโทรศัพท์สาธารณะ ซึ่งในกรณีนี้โมเด็ม (Modem) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ปลายด้านหนึ่งให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมกับการส่งผ่านสายโทรศัพท์ และเพื่อแปลงสัญญาณนี้กลับที่ปลายอีกด้านหนึ่ง สื่อชนิดอื่น เช่น เส้นใยนำแสงและการส่งผ่านคลื่นวิทยุสามารถนำมาใช้ได้เช่นกัน อุปกรณ์ถูกเชื่อมต่อด้วยวิธีเดียวกับอุปกรณ์อนุกรมปกติ ดังนั้นหลักการที่กล่าวไว้สำหรับการสื่อสารโดยตรงจะประยุกต์ใช้กับการสื่อสารโดยอ้อมได้เช่นกัน

1) มาตรฐาน RS-232-C

เพื่อที่จะให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตต่างกันทำงานร่วมกันได้ มาตรหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้น มาตรฐานที่ใช้กันกว้างขวางที่สุดคือ RS-232-C ถูกประกาศในปี 1969 โดย Electron Industries Association (EIA) มาตรฐาน RS-232-C ที่ร่างขึ้นในตอนเริ่มแรกสำหรับกำหนดการเชื่อมต่อระหว่างเทอร์มินัล (Terminal) และโมเด็มเพื่อระบุคุณลักษณะทางไฟฟ้าของวงจรระหว่างอุปกรณ์สองตัวและกำหนดชื่อและหมายเลขแก่สายที่จำเป็นสำหรับการเชื่อมต่อวงจร ชื่อวงจรตาม

มาตรฐาน RS-232-C (AA,AB เป็นต้น)นั้นจำได้ยากในทางปฏิบัติจึงใช้ชื่อย่อแทน ตัวอย่างเช่น สายเส้นที่ 2 มีชื่อ BA แต่ใช้กันทั่วไปว่า TXD (Transmitted Data) ตามมาตรฐาน RS-232-C สายเส้นที่ 2 นำข้อมูลจากเทอร์มินัลไปสู่โมเด็ม เพื่อให้การทำงานถูกต้องเทอร์มินัลต้องส่งเอาท์พุทออกสายเส้นที่ 2 และโมเด็มต้องรับข้อมูลบนสายเส้นที่ 2 เพราะฉะนั้นสายเส้นที่ 2 เป็นสายส่งข้อมูลสำหรับอุปกรณ์บางอย่างและเป็นสายรับข้อมูลสำหรับอุปกรณ์อย่างอื่น การเชื่อมต่อโดยตรงจากสายเส้นที่ 2 บนอุปกรณ์หนึ่งเข้ากับสายเส้นที่ 2 บ่นอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งสามารถทำได้ต่อเมื่ออุปกรณ์หนึ่งส่งข้อมูลบนสายเส้นที่ 2 และอีกตัวหนึ่งรับข้อมูลบนสายเส้นที่ 2 เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ส่งข้อมูลบนสายเส้นเดียวกันอุปกรณ์จึงถูกแบ่งออกเป็นสองชนิด อุปกรณ์อย่างเช่นเทอร์มินัล ซึ่งใช้สายเส้นที่ 2 สำหรับเอาท์พุทเรียกว่า DTE (Data Terminal Equipment) อุปกรณ์อย่างเช่นโมเด็มซึ่งใช้สายเส้นที่ 2 สำหรับอินพุทเรียกว่า DCE (Data Communication Equipment)

2) สัญญาณทางไฟฟ้า

มาตรฐาน RS-232-C กำหนดคุณลักษณะของสัญญาณทางไฟฟ้าที่ถูกใช้ในการเชื่อมต่ออนุกรมโดยตรง มีเพียงสองลักษณะคือสเปสแสดงถึงไบนารี 0 หรือแรงดันไฟฟ้าบวกและมาร์คแสดงถึงไบนารี 1 หรือแรงดันไฟฟ้าลบ

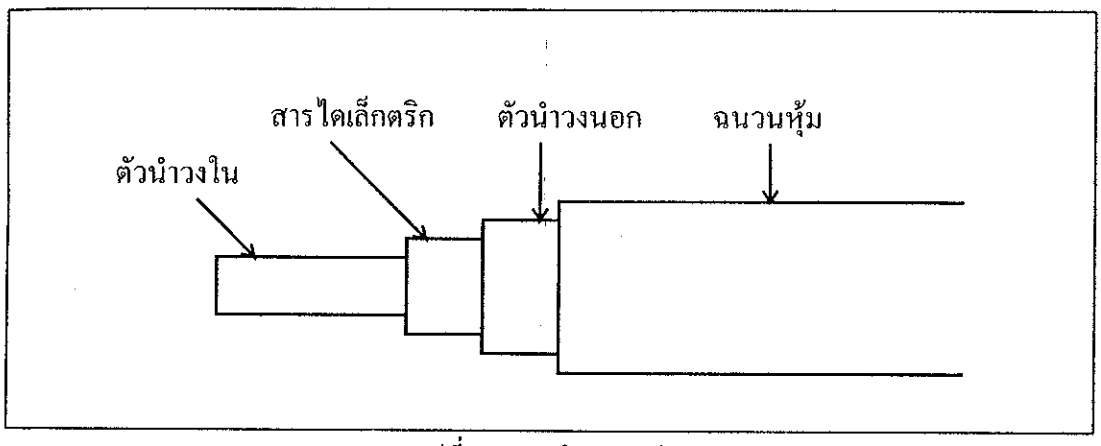
บนสายข้อมูล (เช่นสาย 2 และ 3) แรงดันไฟฟ้าบวกแสดงถึงค่าลอจิก 0 และแรงดันไฟฟ้าบน แสดงถึงค่าลอจิก 1 บนสายแฮนด์เช็คกิ้ง (เช่น DTR และ DSR) แรงดันไฟฟ้าบวกแสดงว่าส่งข้อมูลได้ ส่วนแรงดันไฟฟ้าลบหมายถึงหยุดส่งข้อมูล

แรงดันไฟฟ้าบวก (สถานะสเปส) อยู่ระหว่าง +5 ถึง +15 โวลต์สำหรับเอาท์พุท และระหว่าง +3 และ +15 โวลต์สำหรับอินพุท ความแตกต่างมีไว้เผื่อกรณีที่แรงดันไฟฟ้าสูญหายเนื่องจากความยาวของสายสัญญาณ ในทำนองเดียวกันแรงดันไฟฟ้าลบ(สถานะมาร์ค) ถูกกำหนดไว้ระหว่าง -5 ถึง -15โวลต์สำหรับเอาท์พุท และ -3 ถึง -15 โวลต์สำหรับอินพุท

สังเกตว่า ถ้าให้สายสัญญาณยาวเกินไป ระดับแรงดันไฟฟ้าจะตกลงเกินขอบเขตที่ยอมได้ นอกจากนี้ความจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีผลกับคุณภาพของสัญญาณ โดยนำให้การเปลี่ยนสถานะจากแรงดันไฟฟ้าบวกไปลบไม่ชัดเจน RS-232-C ไม่ได้มุ่งหวังให้นำไปใช้กับระยะทางไกล และโดยทั่วไป 50 ฟุตเป็นระยะทางไกลที่สุดในการใช้สายสัญญาณปกติที่อัตราการส่งข้อมูลปกติ ถ้าอุปกรณ์อยู่ห่างกันมากอาจจำเป็นต้องใช้โมเด็มหรือวิธีการอื่น

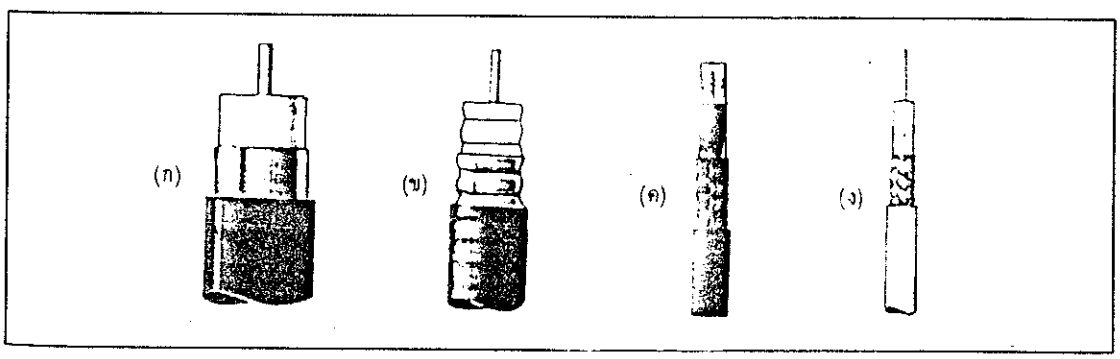
2.4 สายนำสัญญาณ

การสื่อสารในโครงข่ายสื่อสารที่กล่าวถึงในหัวข้อข้างต้นนั้นนิยมใช้สายนำสัญญาณแบบโคแอกเซียลที่มีอิมพีแดนซ์ 75 โอมห์ ซึ่งมีตัวนำวงในอยู่ที่แกนกลางและมีตัวนำวงนอกโอบอยู่ โดยมีสารไดอิเล็กตริกคั่นอยู่ การส่งผ่านคลื่นก็จะส่งผ่านสารไดอิเล็กตริกโดยที่ตัวนำวงนอกจะทำหน้าที่ชิลด์ (Shield) คือไม่ให้คลื่นที่ส่งผ่านอยู่ภายในรั่วออกสู่ภายนอก ในขณะเดียวกันก็ป้องกันไม่ให้คลื่นรบกวนจากภายนอกเข้าสู่ระบบได้ สายโคแอกเซียลจะไม่ถูกรบกวนจากสภาพแวดล้อมได้โดยง่ายและมีความสะดวกในการเดินสายเพราะมีความยืดหยุ่นสูง



รูปที่ 2.6 สายโคแอกเซียล

สายโคแอกเซียลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเมื่อพิจารณาจากโครงสร้างของโลหะนอกแล้วอาจแบ่งได้เป็น 4 ชนิดคือ แบบท่ออะลูมิเนียม แบบท่อทองแดงหยัก (Corrugated Type) แบบอะลูมิเนียมแผ่นบางชิลด์ 2 ชั้น (Laminated Aluminum Type) และแบบลวดทองแดงสาน ตามรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สายโคแอกเซียลแบบต่างๆ

สายทั้ง 4 แบบนี้ สายแบบที่มีตัวนำวงนอกเป็นท่ออะลูมิเนียมจะมีค่าการสูญเสียต่ำ คุณสมบัติ สายแบบที่มีโลหะนอกเป็นลวดทองแดงสานนั้นถ้ามีช่องห่างระหว่างเส้นลวดที่สานกันมากจะมีการสูญเสียสูงและคุณสมบัติในการชิลด์ไม่ดี นอกจากนั้นชั้นฉนวนไวนิลที่หุ้มตัวนำวงนอกอยู่บางครั้งจะเติมสารจำพวกน้ำมันเพื่อให้มีความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นสูง ซึ่งทำให้เมื่อใช้งานไปน้ำมันจะมาจับที่ตัวนำวงนอกทำให้ความต้านทานของโลหะสูงขึ้น และส่งผลให้ความสูญเสียในสายเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับฉนวนที่ใช้นั้น ระยะหลังนี้มีการนำโฟมโพลีเอทีลีน (Foam Polyethelene) ซึ่งมีค่าสูญเสียไดเล็กตริกต่ำมาใช้เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีฟองอากาศอยู่ภายในจึงทำให้ค่าสูญเสีย ไดเล็กตริกต่ำซึ่งทำให้การสูญเสียในช่วง UHF ลดต่ำลง การเลือกใช้สายโคแอกเซียลโดยทั่วไปแบ่งออกเป็นสายหลักและสายย่อย สายหลักเป็นสายที่ใช้ในการส่งสัญญาณที่มีระดับสูง เช่น สัญญาณที่ออกจากแอมปลิไฟเออร์จึงต้องใช้สายที่มีค่าการสูญเสียต่ำ และถ้าเป็นบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนมากก็ต้องเลือกใช้สายที่มีคุณสมบัติในการชีลด์ที่ดีขึ้น สำหรับสายย่อยเป็นอุปกรณ์แยกสัญญาณไปยังเอาท์เลททีวีโดยทั่วไปมีความยาวไม่มากนักจึงสามารถใช้สายขนาดเล็กลงได้

2.5 อุปกรณ์ขยายสัญญาณ

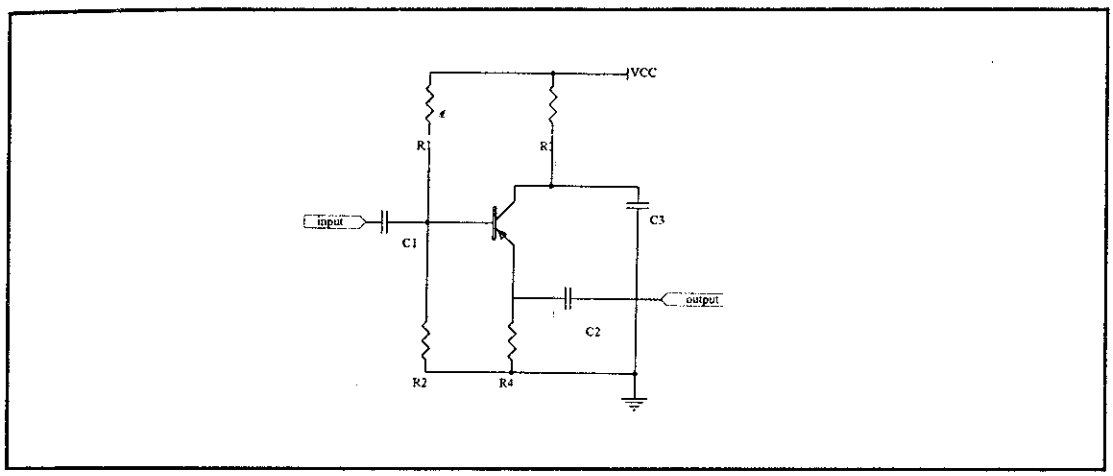
การส่งสัญญาณภาพและเสียงไปในสายนำสัญญาณจะเกิดการลดทอนของสัญญาณขึ้น จึงจำเป็นต้องทำอุปกรณ์ขยายสัญญาณซึ่งทำหน้าที่ขยายสัญญาณภาพและเสียงให้มีขนาดเพียงพอเพื่อที่จะส่งสัญญาณไปได้ไกลๆและมีกำลังเพียงพอที่ภาครับจะรับได้

อุปกรณ์ขยายสัญญาณภาพและเสียง (Audio/Video Amplifier) ทำหน้าที่เพิ่มความแรงของสัญญาณ หรือขยายสัญญาณให้ได้ระดับของสัญญาณตามต้องการก่อนที่จะนำไปใช้งาน พื้นฐานในวงจรขยายสัญญาณทั่วๆไปจะมีการขยายสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อที่จะทำให้ได้รูปสัญญาณเหมือนเดิมกับอินพุทที่ถูกนำมาขยาย ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานตามการไบอัสและขาร่วมของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ในวงจรขยายจะทำงานมากน้อยหรือไม่ทำงานนั้นขึ้นอยู่กับการไบอัสหรือการจ่ายไฟให้กับขาต่างๆของทรานซิสเตอร์ ถ้าหากการไบอัสผิดไปจุดทำงานก็เปลี่ยนไป เป็นผลให้เกิดความเพี้ยนหรือเกนการขยายไม่เท่าเดิม เหตุการณ์นี้อาจเกิดได้จากการเปลี่ยนทรานซิสเตอร์ตัวใหม่หรือค่ารีซิสเตอร์ที่ใช้ไบอัสทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ทั้ง NPN และ PNP ต่างก็มีวิธีการไบอัสเหมือนกัน ผิดกันที่ขั้วของแรงไฟเท่านั้น กล่าวคือถ้าเป็นแบบ NPN นิยมใช้กราวด์เป็นลบและแบบ PNP ใช้กราวด์บวกซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

2.5.1 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วม

วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วมเป็นวงจรที่มีอัตราขยายกระแสสูงที่สุด แต่มีอัตราขยายปานกลางจึงไม่เหมาะที่จะนำมาเป็นเพาเวอร์แอมป์ นอกจากหามาใช้งานเป็นภาคบัฟเฟอร์คืออยู่ระหว่างภาคออสซิลเลเตอร์กับภาคขยายกำลัง ไม่ให้ไปโหลดภาคออสซิลเลเตอร์ทำให้เกิดความถี่ไม่เสถียร



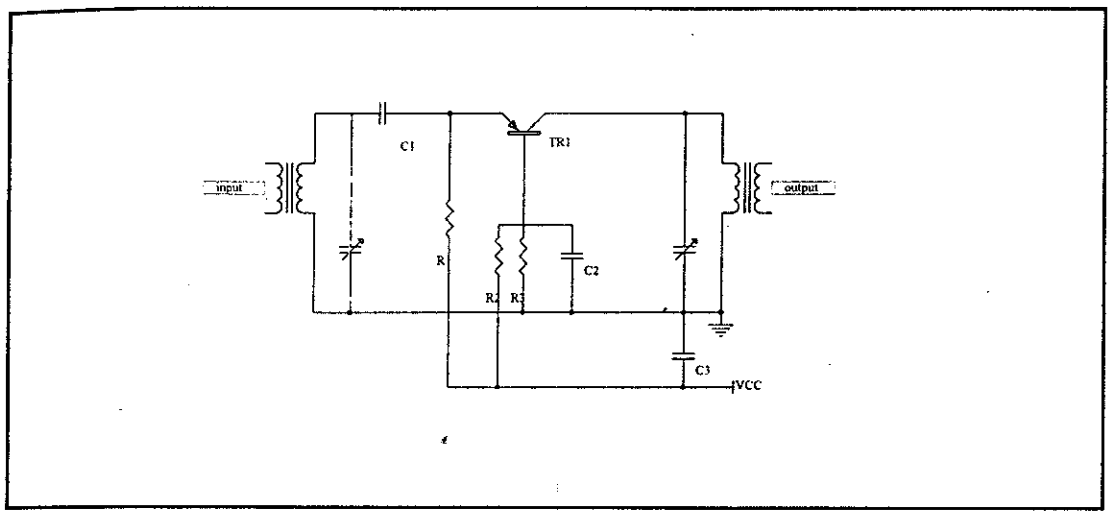
รูปที่ 2.8 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วม

จากรูปที่ 2.8 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วมนี้มีอินพุทอิมพีแดนซ์สูงส่วนทางเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ต่ำ สัญญาณเอาท์พุทจะมีเฟสเดียวกับอินพุท จากวงจรจะเห็นว่าสัญญาณอินพุทเข้าทาง C1 ไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์แล้วส่งเอาท์พุททางขาอีมิตเตอร์ทาง C2 สังเกตที่ขา C มีคาปาซิสเตอร์ C3 ต่อลงกราวด์เพื่อให้จุดนี้มีสภาพเป็นกราวด์ต่อสัญญาณเอซี เอาท์พุทอิมพีแดนซ์มีค่าประมาณ R4 ซึ่งค่าไม่สูงมากนัก

2.5.2 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบเบสร่วม

มีอินพุทอิมพีแดนซ์ต่ำประมาณ 30 - 200 โอห์ม เอาท์พุทอิมพีแดนซ์สูง อัตราขยายโวลต์เตจสูงมากจึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นภาคแรกในเครื่องรับ (RF-Amp) ในเครื่องรับ FM เพื่อให้อินพุทแมตซ์กับสายอากาศ (75 หรือ 300 โอห์ม)

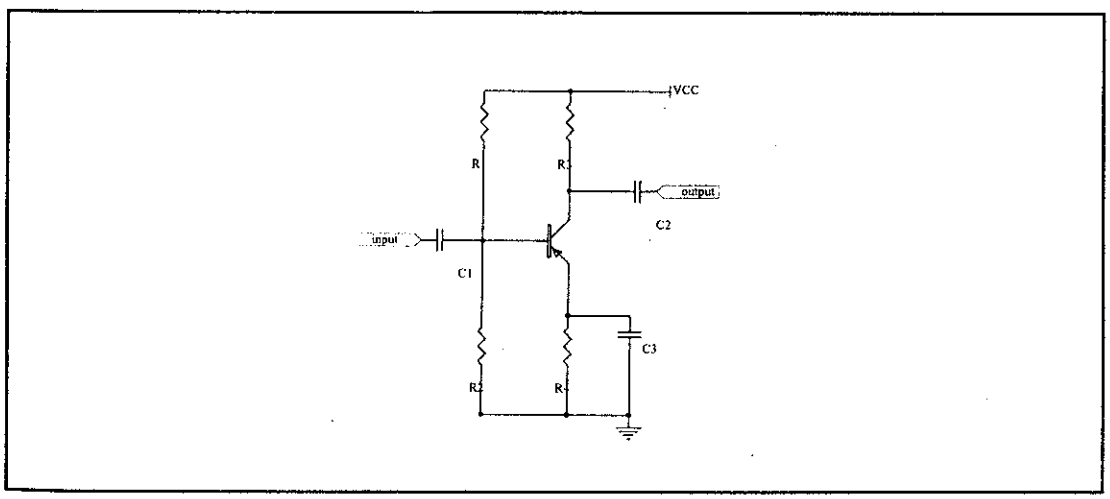
จากวงจรรูปที่ 2.9 จะเห็นว่าขาเบสของ TR1 ต่อลงกราวด์โดยทาง C2 จึงเรียกว่าแบบเบสร่วมสัญญาณอินพุทผ่าน C1 เข้าทางอีมิตเตอร์แล้วขยายให้มีความแรงขึ้นส่งออกทางขาคอลเลคเตอร์มี L2 เป็นโหลดถึงแม้ว่าที่ขาเบสจะมีแรงไฟดีซีเป็น 0 โวลต์ แต่ก็มีส่วนประกอบของสัญญาณเอซีที่ได้รับการขยายแล้วทำการคัพปลิ้งไปยังภาคถัดไป ระดับแรงไฟที่ขาต่างๆ คงเป็นไปตามปกติ คือที่ขา B กับ E ต้องได้รับไบอัสตรงและขา C กับ E เป็นไบอัสกลับ



รูปที่ 2.9 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบเบสร่วม

2.5.3 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบอีมิตเตอร์ร่วม

วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบอีมิตเตอร์ร่วมเป็นแบบที่ใช้มากที่สุดในวงจรเครื่องขยายเพราะให้อัตราขยายกระแส แรงดัน และกำลังสูง โดยส่วนทั่วไปอัตราขยายกระแสใช้สัญลักษณ์ β (เบต้า) หรือ hFE มีค่าประมาณ 40 -100 เท่า สังเกตดูว่ามี C3 ต่อขาอีมิตเตอร์ลงกราวด์ ทำให้ที่ขา E มีสภาพเป็นกราวด์ต่อสัญญาณเอซี สัญญาณเอาท์พุทจะต่างเฟสกับอินพุทอยู่ 180 องศา (กลับเฟส)



รูปที่ 2.10 วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบอีมิเตอร์ร่วม

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของการใช้โดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบขาร่วมแบบต่างๆ

คุณสมบัติ	วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบอีมิตเตอร์ร่วม	วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบเบสร่วม	วงจรขยายโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบคอลเลคเตอร์ร่วม
1. การลงกราวด์ทางเอซี	ที่ขาอี	ที่ขาบี	ที่ขาซี
2. อินพุทเข้าระหว่าง	บี-อี	อี-บี	บี-ซี
3. เอาท์พุทออกระหว่าง	ซี-อี	ซี-บี	อี-ซี
4.อินพุทอิมพีแดนซ์ค่าประมาณ	ต่ำ 30-200 โอห์ม	ต่ำมาก 500-1600 โอห์ม	สูงมาก 100-500 กิโลโอห์ม
5.เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ค่าประมาณ	ปานกลาง 50 กิโลโอห์ม	สูง 300-5 เมกะโอห์ม	ต่ำมาก 100-1000 โอห์ม
6.สัญลักษณ์ของอัตราขยายกระแส	β	α	γ
7.อัตราขยายกระแสเป็นสัดส่วนของ	I_C/I_B	I_C/I_E	I_E/I_B
8.ขนาดของอัตราขยายกระแสค่าประมาณ	สูง 10-50	ต่ำมาก น้อยกว่า 1	สูงกว่าเบต้าอยู่ 1 10-150
9.อัตราขยายทางโวลต์เตจค่าประมาณ	สูง 250-500	สูงสุด 300-1000	ต่ำสุด น้อยกว่า 1
10.อัตราขยายทางเพาเวอร์	40 dB	20-30 dB	15-30 dB

2.5.4 วงจรขยายโดยใช้ออปแอมป์

ออปแอมป์อุดมคติมีลักษณะดังนี้

ความต้านทานขาเข้า $R_i \longrightarrow \infty$

ความต้านทานขาออก $R_o = 0$

อัตราขยายผลต่าง $A_d \longrightarrow \infty$

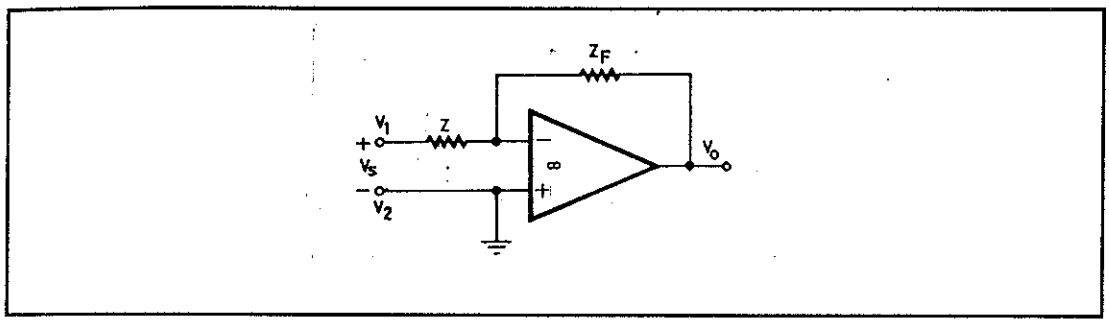
อัตราขยายผลร่วม $A_c = 0$

แถบความถี่ $B \rightarrow \infty$

ดุลไฟตรง $V_o = 0$ เมื่อ $V_1 = V_2$

วงจร Op-Amp ทำหน้าที่ขยายมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ

1) วงจรขยายกลับเฟส คือมีอัตราขยายเป็นค่าลบดังแสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วงจรขยายกลับเฟส

สำหรับวงจรขยายผลต่างนิยมอัตราขยายโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างแรงดันขาเข้า V_1 และ V_2 กับแรงดันขาออกดังนี้ V_o ดังในสมการที่ 2.1

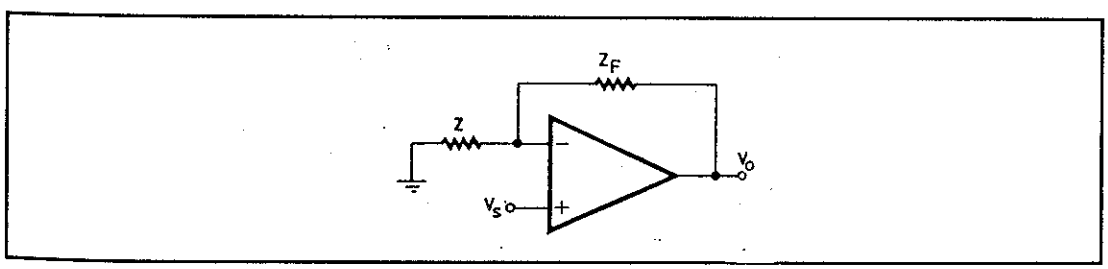
$$V_o = A_d\left(V_1 - V_2\right) + A_c \frac{V_1 + V_2}{2} \qquad (2.1)$$

$V_1 - V_2$ ได้แก่ ผลต่าง ถ้าเลือก V_1 เป็นสัญลักษณ์แรงดันที่ขั้วกลับเฟส อัตราขยายผลต่าง A_d มีค่าเป็นลบ

$V_1 + V_2/2$ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยซึ่งมีชื่อเรียกว่าสัญญาณร่วม (Common-mode Signal) หากมีการป้อนกลับแบบลบชนิดสุ่มแรงดันผสมกระแสอยู่เสมอ ถ้าทำการป้อนกลับเช่นนี้อัตราขยายแรงดันเท่ากับ

$$A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} \doteq -\frac{Z_f}{Z} \qquad (2.2)$$

2) วงจรขยายไม่กลับเฟส จะให้อัตราขยายมีค่าเป็นบวก

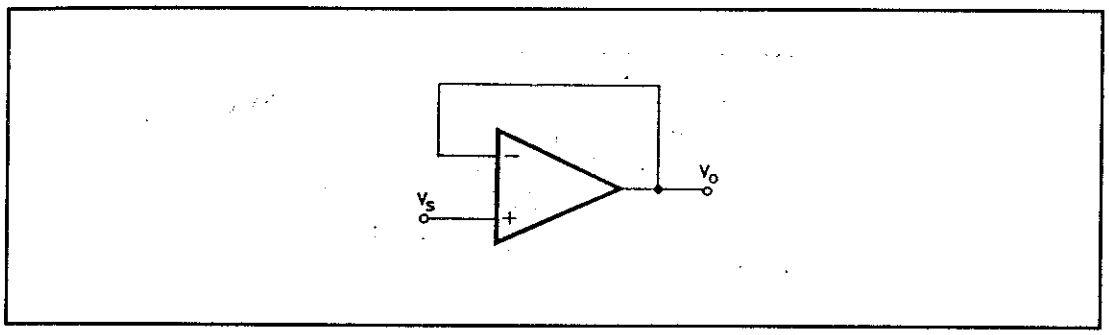


รูปที่ 2.12 วงจรขยายไม่กลับเฟส

อัตราขยายของวงจรในรูปที่ 2.12 เท่ากับ

$$A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} = 1 + \frac{Z_f}{Z} \qquad (2.3)$$

กรณีจำเพาะกรณีหนึ่งของวงจรขยายไม่กลับเฟสคือ เมื่อ $Z_F = 0$ หรือแทน ด้วยวงจรลัด ในกรณีนี้ $A_{vf} = 1$ นั่นคือแรงดันออกแปรตามแรงดันเข้าเรียกชื่อวงจรนี้ว่าวงจรแรงดันตาม (Voltage Follower)



รูปที่ 2.13 วงจรแรงดันตาม

วงจรแรงดันตามทำหน้าที่เป็นกันชน (Buffer) ได้เหมือนวงจรอีมิตเตอร์ร่วมตาม นั่นคือความต้านทานขาเข้าสูง และความต้านทานขาออกต่ำ

ตารางที่ 2.3 แสดงอัตราขยาย ความต้านทานขาเข้า ขาออก ของวงจรขยายกลับเฟสและไม่กลับเฟส

เงื่อนไข	วงจรขยายกลับเฟส	วงจรขยายไม่กลับเฟส
A_v จำกัด R_i ∞ $R_o = 0$	$A_{vf} = -\frac{R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+R_f/R\right)/A_v}$	$A_{vf} = \frac{R+R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+R_f/R\right)A_v}$
A_v จำกัด R_i จำกัด $R_o = 0$	$A_{vf} = -\frac{R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+R_f/R+R_f/R_i\right)/A_v}$ $R_{if} \cong R$	$A_{vf} = \frac{R+R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+R_f/R+R_f/R_i\right)/A_v}$ $R_{if} = -R_i A_v/(1 + R_f/R + R_f/R_i)$

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

เงื่อนไข	วงจรขยายกลับเฟส	วงจรขยายไม่กลับเฟส
A_v จำกัด R_i ∞ R_o จำกัด	$A_{vf}=-\frac{R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+\frac{R_o}{R_f}\right)\left(1+\frac{R_f}{R}\right)/A_v}$ $R_{of}=\frac{R_o}{-A_v/(1+R_f/R)}$	$A_{vf}=1+\frac{R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+\frac{R_o}{R_f}\right)\left(1+\frac{R_f}{R}\right)/A_v}$ $R_{of}=\frac{R_o}{-A_v/(1+R_f/R)}$
A_v จำกัด R_i จำกัด R_o จำกัด	$A_{vf}=-\frac{R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+\frac{R_o}{R_f}\right)\left(1+\frac{R_f}{R}+\frac{R_f}{R_i}\right)/A_v}$ $R_{if}\cong R$ $R_{of}=\frac{R_o}{-A_v/(1+R_f/R+R_f/R_i)}$	$A_{vf}=1+\frac{R_f}{R}\frac{1}{1-\left(1+\frac{R_o}{R_f}\right)\left(1+\frac{R_f}{R}+\frac{R_f}{R_i}\right)/A_v}$ $R_{if}=-R_iA_v/\left(1+\frac{R_o}{R_f}\right)\left(1+\frac{R_f}{R}+\frac{R_f}{R_i}\right)$ $R_{of}=\frac{R_o}{-A_v/(1+R_f/R+R_f/R_i)}$

* หมายเหตุ A_v เป็นปริมาณค่าลบ

2.6โครงสร้างของหน่วยประมวลผล

การออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทางจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการจัดเส้นทางของข้อมูลที่ส่ง ซึ่งหน่วยประมวลผลจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ได้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 และส่วนที่เป็นซอฟแวร์ซึ่งจะเขียนด้วยภาษาแอสแซมบลีโดยจะมีส่วนที่สำคัญดังนี้

2.6.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ประเภทหนึ่งที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้งานกับระบบควบคุมที่มีขนาดเล็ก โดยภายในไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบด้วยหน่วยการทำงานหลักของระบบคอมพิวเตอร์ เช่น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) หน่วยความจำ พอร์ตในการติดต่อหรือควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งหากว่าเป็นการใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปก็จะต้องใช้ไอซีภายนอกมาประกอบเพื่อทำหน้าที่เหล่านี้ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นระบบคอมพิวเตอร์เพื่องานควบคุมที่สมบูรณ์ โดยบรรจุอยู่ภายในตัวไอซีเพียงหนึ่งตัวเท่านั้น ในบางครั้งจึงอาจพบว่ามีการเรียกไมโครคอนโทลเลอร์ว่าเป็นระบบไมโครคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว

ไมโครคอนโทลเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์หลายรุ่นซึ่งมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหรือจำนวนของหน่วยทำงานภายในที่ต่างกันออกไปเพื่อความเหมาะสมในงานประยุกต์ต่างๆตามความต้องการ โดยมีทั้งลักษณะที่ใช้เทคในโลยี

การผลิตไอซีวงจรรวมความจุสูงมากแบบ HMOS หรือ CHMOS ซึ่งมีคุณลักษณะที่สูงมากขึ้น และสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าน้อย

1) คุณลักษณะพื้นฐานของ MCS-51

จากแผนภาพในรูปที่ 2.14 แสดงให้เห็นถึงหน่วยการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่างๆ ที่จัดอยู่ภายในตระกูล MCS-51 ประกอบด้วย

ก) หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต

ข) หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิต

ค) ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบท์

ง) ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบท์

จ) หน่วยความจำแบบ RAM ภายในจำนวน 128 ไบท์

ฉ) พอร์ตอินพุท/เอาท์พุทแบบขนานจำนวน 32 เส้นซึ่งสามารถแยกการทำงานได้อย่างอิสระ

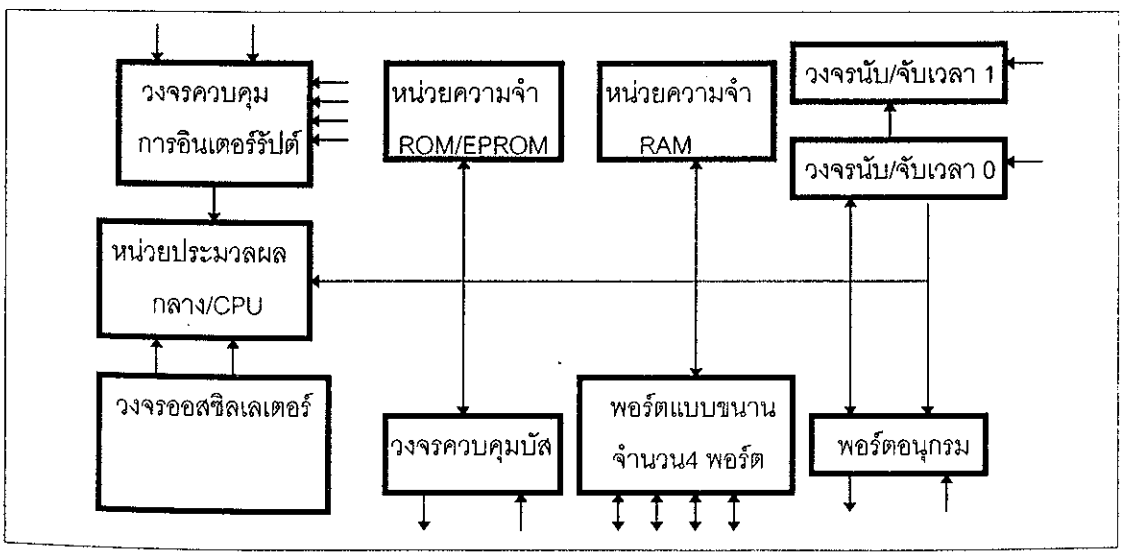
ช) วงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวนสองวงจร

ซ) วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์

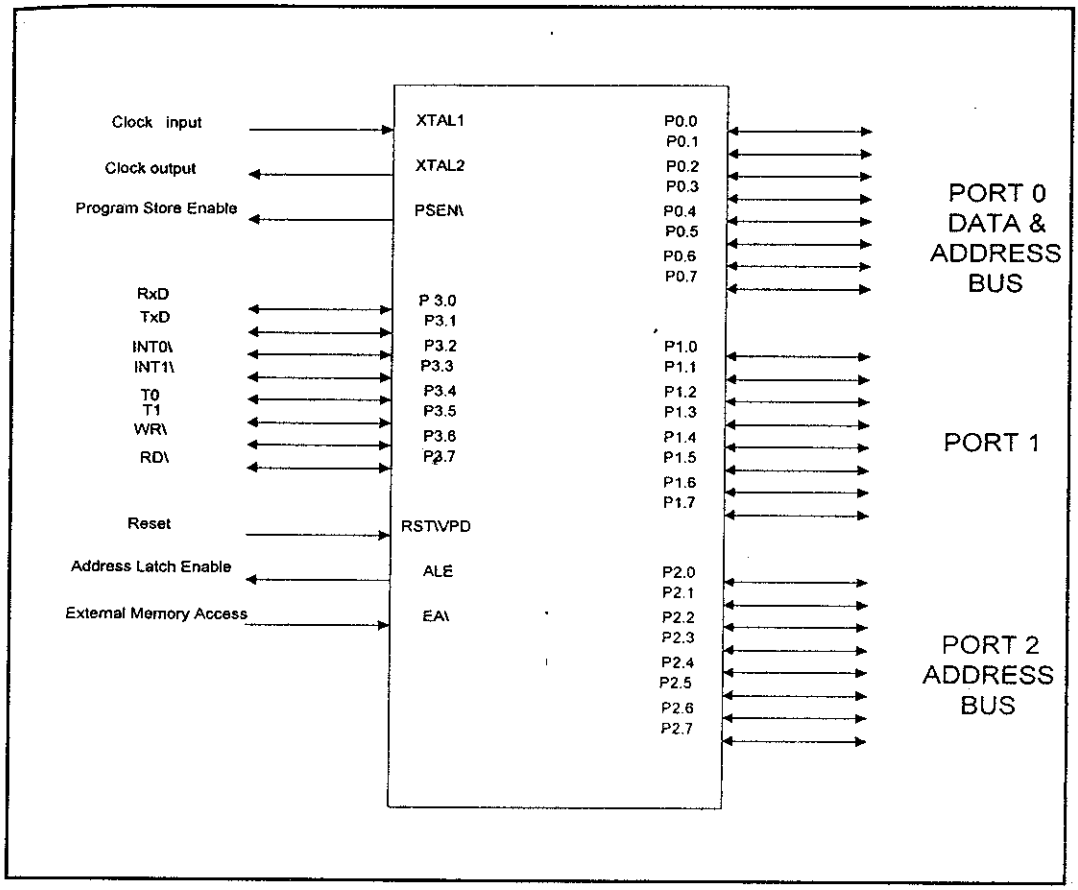
ฌ) วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท พร้อมการหนดลำดับความสำคัญได้สองระดับ

ญ) วงจรออลซิลเลเตอร์ภายใน

และในรูปที่ 2.15 ได้แสดงถึงการจัดขาและหน้าที่ของแต่ละขาของไอซี MCS-51



รูปที่ 2.14 แสดงหน่วยการทำงานพื้นฐานของ MCS-51



รูปที่ 2.15 แสดงการจัดขาต่างๆ ของ 8051

2) หน่วยความจำ

หน่วยความจำภายในตัว MCS-51 หน่วยความจำนี้แบ่งได้สองกลุ่มคือหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกมีแอดเดรสที่ต่ำกว่า 4 หรือ 6 กิโลไบท์บรรจุอยู่ใน ROM ส่วน MCS-51 ที่ไม่มี ROM ภายในจะใช้หน่วยความจำภายนอกแทนซึ่งอาจเป็น ROM RAM หรืออีพรอม (EPROM)ก็ได้

MCS-51 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมเข้ามาเป็นภาษาเครื่องตามลำดับ ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจะใช้เป็นที่เก็บตัวแปร การคำนวณหาผลลัพธ์ทันที การจัดการกับข้อมูลขนาด 16 บิต ตารางที่ใช้ค้นหาค่าต่างๆ และหน้าที่อื่นๆที่คล้ายกัน

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 640 กิโลไบท์ ซึ่งเลือกใช้ ROM หรือ RAM ก็ได้ และยังมีรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้หน่วยความจำภายนอกของ RAMได้ 128 หรือ 256 กิโลไบท์

3) รีจิสเตอร์ภายในMCS-51

MCS-51 มีรีจิสเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการใช้งานตามคำสั่งต่างๆประกอบด้วย แอคคิวมูเลเตอร์ รีจิสเตอร์ B ที่ใช้ในการคูณและหาร รีจิสเตอร์สถานะ สแต็กพอยน์เตอร์ ดา-ต้าพอยน์เตอร์ พอร์ตหมายเลขศูนย์ถึงพอร์ตหมายเลขสาม รีจิสเตอร์แบบคู่ซึ่งใช้ส่งและรับข้อมูลชนิดอนุกรม รีจิสเตอร์ 16 บิตที่เป็นวงจรตั้งเวลาและวงจรนับ รีจิสเตอร์ซึ่งจองไว้สำหรับใช้สำหรับนับตัวที่ 3 รีจิสเตอร์คำสั่ง สำหรับหน้าที่พิเศษและอินพุท/เอาท์พุทแบบอนุกรม

4) วงจรนับ/วงจรตั้งเวลา

เมื่อทำงานเป็นวงจรตั้งเวลา รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ตั้งเวลาจะเพิ่มค่าขึ้นหนึ่งของทุกๆรอบคำสั่งของเครื่อง และจะนับด้วยอัตราสูงสุดที่ 1/12 ของความเร็วสัญญาณนาฬิกาของโปรเซสเซอร์ เมื่อทำงานเป็นวงจรนับ รีจิสเตอร์วงจรนับจะเพิ่มขึ้นหนึ่งเมื่อมีสัญญาณป้อนให้อินพุท T0 T1 เป็นขอบสัญญาณขาลง อัตราการนับสูงสุดคือ 1/24 ของความเร็วสัญญาณนาฬิกาของโปรเซสเซอร์

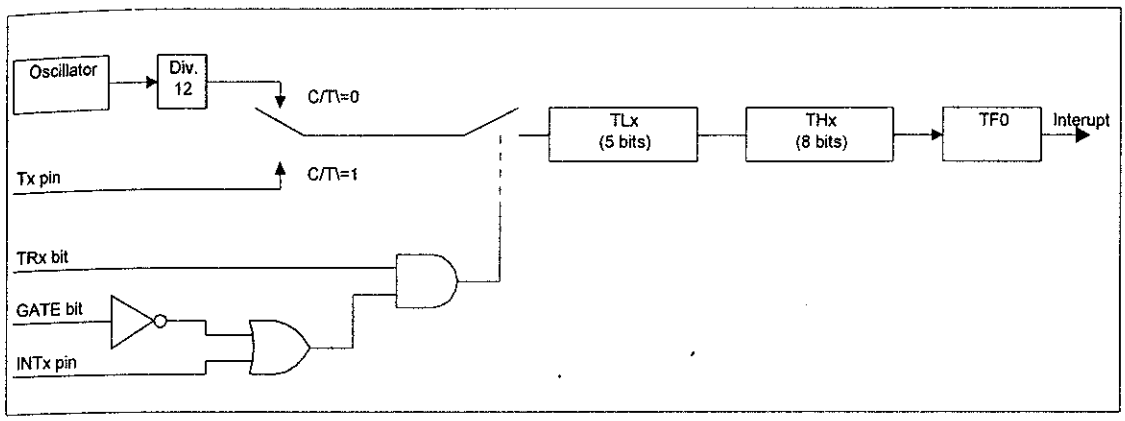
วงจรนับและวงจรตั้งเวลา 0 และ 1 มีวิธีโปรแกรมให้ทำงานได้ต่างกันถึง 4 แบบรวมทั้งการทำงานเป็น 8 บิตหรือ 16 บิตและการบรรจุค่าพรีเซตหนึ่งค่าได้เองอย่างอัตโนมัติ

วงจรนับและวงจรตั้งเวลาที่ 1 เลือกโปรแกรมให้ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณของอัตราการส่งบิตออกไปอย่างอนุกรมสำหรับใช้ในการอินเตอร์เฟสได้ ตัวจับเวลา/ตัวนับสามารถโปรแกรมให้มันทำงานได้ต่างกันถึง 4 โหมด โดยการตั้งค่าในรีจิสเตอร์ TMOD ซึ่งโหมดต่างๆเป็นดังนี้

ก. โหมด 0 รีจิสเตอร์ตัวนับจะถูกกำหนดให้มี 13 บิตประกอบด้วยรีจิสเตอร์ TH1 8 บิต และ TL1 5 บิต อันดับต่ำซึ่งสามารถกำหนดให้เป็นตัวจับเวลาหรือตัวนับได้ โดยเซตหรือเคลียที่บิต C/T ในตัวรีจิสเตอร์ TMOD การทำงานของรีจิสเตอร์ตัวนับจะนับขึ้นครั้งละ 1 เมื่อสัญญาณเข้ามาหนึ่งลูกและเมื่อนับจนเป็น 1 หมดทุกบิต ก็จะกลับมาเป็น 0 หมดทุกบิตใหม่ ซึ่งจะเป็นการเกิดโอเวอร์โฟลว์ไปทดแฟลกอินเตอร์รัพท์ TF1 ให้เป็น 1 ลักษณะวงจรเป็นดังรูปที่ 2.16

ข. โหมด 1 การทำงานจะเหมือนกับโหมด 0 ทุกอย่างยกเว้นรีจิสเตอร์ตัวนับจะเป็นขนาด 16 บิต

ค. โหมด 2 จะใช้รีจิสเตอร์ TL1 เป็นตัวนับเพียงตัวเพียวและเมื่อ TL1 นับจนเป็น 1 หมดทุกบิตก็จะมีการโหลดค่าจากรีจิสเตอร์ TH1 เข้าไปไว้ใน TL1 โดยอัตโนมัติ

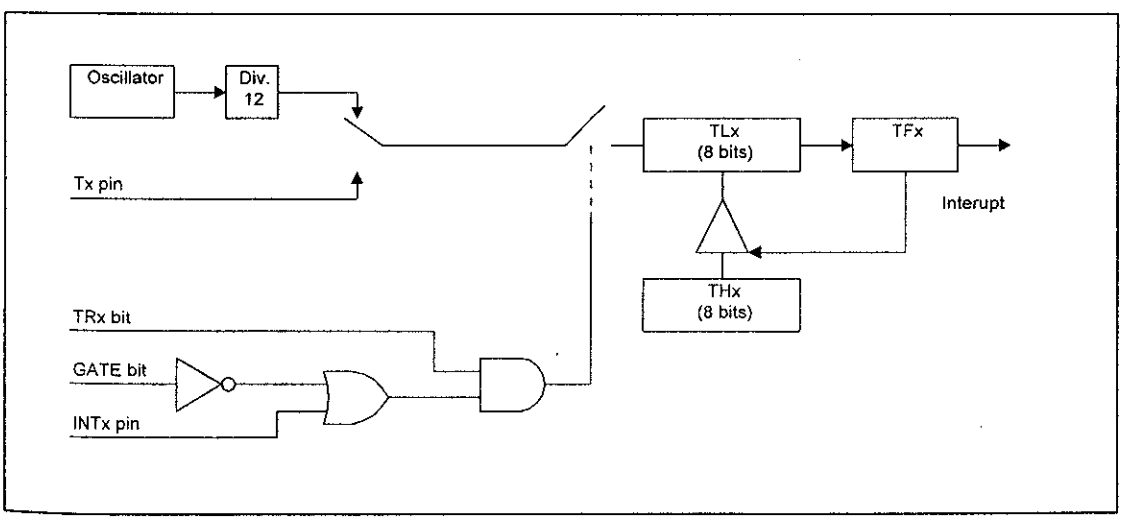


รูปที่ 2.16 การทำงานของตัวจับเวลาและตัวนับในโหมด 0

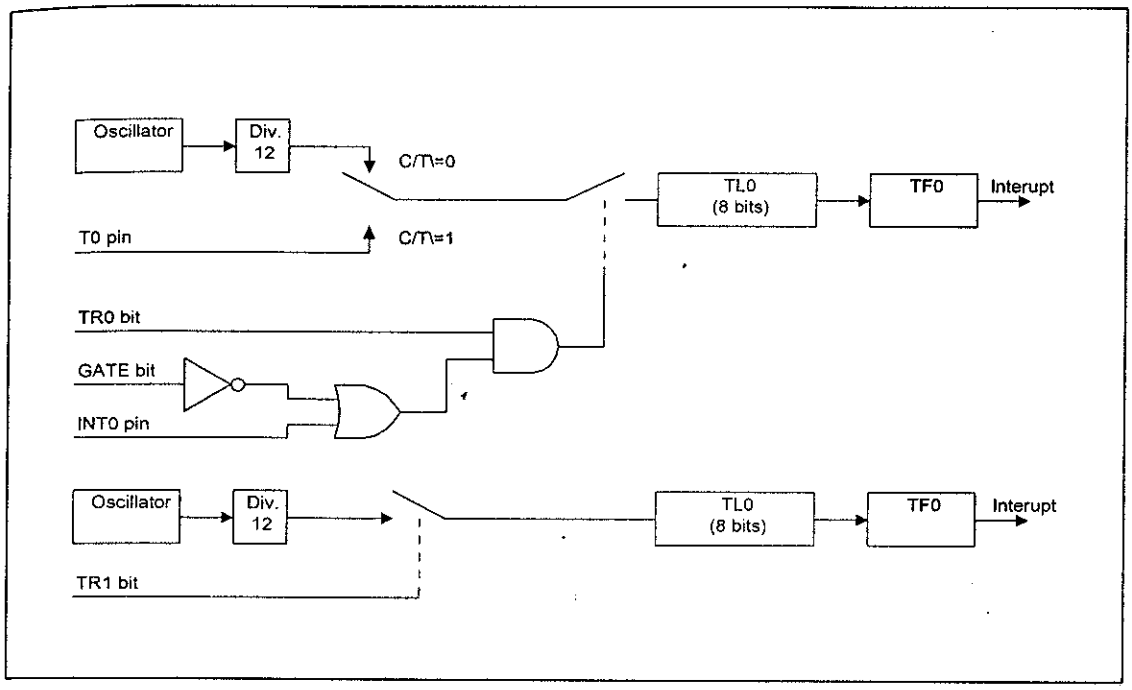
และทำการทำแฟลกอินเตอร์รัพท์ TF1 ให้เป็น 1 ค่าใน TH1 นี้สามารถตั้งค่าได้ด้วยซอฟต์แวร์ลักษณะวงจรแสดงดังในรูปที่ 2.17

5) พอร์ตอนุกรม

พอร์ตอนุกรมนี้เป็นฟูลดูเพล็กซ์ที่สามารถรับข้อมูลในไบท์ที่สองได้โดยที่ไบท์แรกยังไม่ถูกอ่านไปจากบัฟเฟอร์ แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลไบท์แรกจะต้องถูกอ่านไปก่อนที่การรับข้อมูลในไบท์ที่สองจะเสร็จสมบูรณ์ มิฉะนั้นข้อมูลไบท์แรกจะสูญเสียไปเพราะถูกทับด้วยข้อมูลที่ตามมา ข้อมูลที่จะใช้ในการส่งและรับจะถูกพักไว้ที่ SBUF การเขียนข้อมูลไปที่ SBUF จะเป็นการโหลดข้อมูลให้กับรีจิสเตอร์ตัวส่งและการอ่านข้อมูลจะเป็นการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ตัวรับพอร์ตอนุกรมแบ่งการทำงานเป็น 4 แบบ



รูปที่ 2.17 การทำงานของตัวนับ/ตัวจับเวลาในโหมดที่ 2



รูปที่ 2.18 การทำงานของตัวนับ/ตัวจับเวลาในโหมดที่ 3

ก. โหมด 0 ข้อมูลจะเข้ามาทาง RXD ส่วนข้อมูลทางออกจะออกทาง TXD ความเร็วในการส่งจะถูกกำหนดตายตัวเป็น 1/12 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ของระบบ ในโหมด0จะเป็นการส่งข้อมูลขนาด 8 บิต(โดย LSB) ออกไปก่อน

ข. โหมด1 ส่งและรับข้อมูลขนาด 10 บิต ซึ่งประกอบไปด้วยบิตเริ่มต้น(0) ข้อมูล 8 บิต (LSB ออกก่อน) บิตหยุด ในขณะรับข้อมูลบิตหยุดจะถูกส่งให้ RB8 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ SCON ความเร็วในการส่งไม่กำหนดตายตัว

ค. โหมด2 ส่งและรับข้อมูลขนาด 11 บิตประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (Start Bit) 1 บิต บิตข้อมูลอีก 8 บิต (LSB ก่อน) ข้อมูลบิตที่ 9 ที่สามารถโปรแกรมได้และอีก 1 บิต หยุด (Stop Bit) บิตที่ 9 ของข้อมูลสามารถเซตเป็น 0 หรือ 1 ก็ได้ประโยชน์อาจใช้เป็นตัวพาริตี้บิตโดยนำค่าของแฟลก P ใน PSW มาไว้ใน TB8 และในทำการรับข้อมูลบิตที่ 9 ของข้อมูลจะถูกโหลดเข้าไปที่ RB8 ของ SCON ความเร็วในการส่งข้อมูลจะถูกโปรแกรมเป็น 1/32 หรือ 1/64 ของออสซิลเลเตอร์

ง. โหมด 3 การทำงานเหมือนโหมด 2 เพียงแต่ความเร็วไม่กำหนดตายตัว

การทำงานทั้ง 4 โหมด ทางด้านส่งจะเริ่มการส่งขึ้นก็ต่อเมื่อ SBUF ถูกใช้เป็นปลายทางของคำสั่งต่างๆ ในทางด้านรับจะเริ่มก็ต่อเมื่อ RI=0 และ REN=1 ในโหมด 0 ส่วนโหมดอื่นๆการรับข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อมีบิตเริ่มต้นเข้ามาและ REN = 1

2.6.2 พอร์ตข้อมูลแบบขนาน 8255 PIO

การใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนใหญ่ จะต้องเชื่อมตอกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น สวิตช์ รีเลย์ หรือตัวตรวจจับอื่นๆ การเชื่อมต่อในลักษณะดังกล่าวจะเชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุทและเอาท์พุท เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ตามเงื่อนไขที่เกิดขึ้นและสามารถตรวจสอบได้ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์เอง

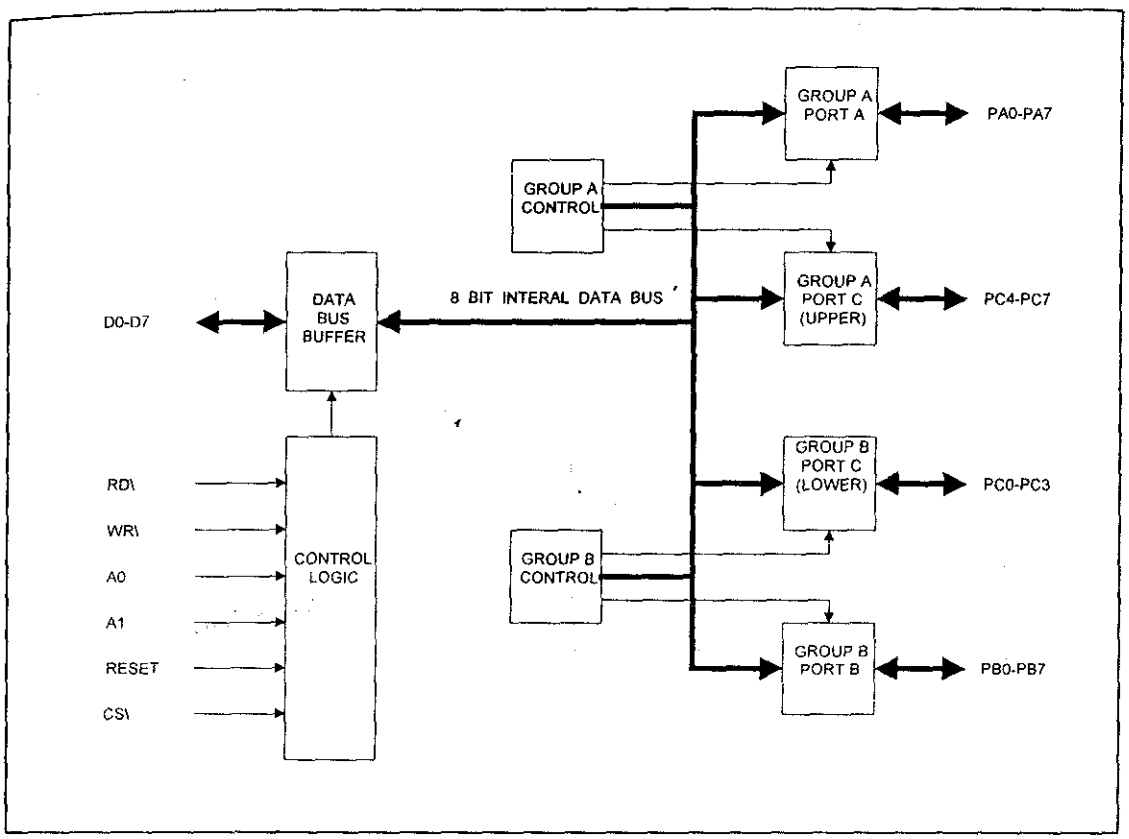
การเชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุทในลักษณะที่ง่ายที่สุดคือ การเชื่อมต่อโดยใช้เกตลอจิก 3 สถานะ โดยสัญญาณควบคุมพอร์ตจะเป็นตัวไปเปิดเกตให้ข้อมูลสู่บัสและไมโครโปรเซสเซอร์จะอ่านเข้าไป แต่สำหรับพอร์ตเอาท์พุทจะใช้จะใช้แลตช์ D Flip-Flop ทำหน้าที่รับสัญญาณข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์ที่ส่งเข้าไปในบัสและได้รับการจับไว้ที่พอร์ต ในขณะที่มีสัญญาณควบคุมพอร์ตทริกมาที่ขาแลตช์

พอร์ตอินพุท/เอาท์พุทที่ใช้เกตขนาดเล็กดังกล่าว ยังมีจุดอ่อนในเรื่องของจำนวนไอซี ซึ่งอาจต้องใช้หลายชิป (ถ้าต้องการหลายพอร์ต) และยากที่จะกำหนดลักษณะการทำงานให้แตกต่างไปจากวงจรเดิมที่ออกแบบไว้ บริษัทผู้ออกแบบไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนใหญ่จึงออกแบบชิป LSI เพื่อทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุท/เอาท์พุทของระบบ ซึ่งมีข้อดีในเรื่องการใช้งานได้ง่าย

8255 เป็นไอซี 40 ขา ได้รับการออกแบบมาให้มีสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับ 8080 แต่สัญญาณนี้พอเหมาะที่จะใช้กับ 8051 ได้ 8255 เป็นไอซีที่ต่อเป็นพอร์ตให้ไมโครโปรเซสเซอร์ได้ 3 พอร์ต โดยมีโครงสร้างพื้นฐานแสดงได้ดังรูปที่ 2.19

การเรียกพอร์ตของ 8255 จะเรียกพอร์ตต่างๆว่า พอร์ต A พอร์ต B และ พอร์ต C โดยพอร์ต C แยกเป็น 2 ส่วนคือ พอร์ต C ล่างหรือตั้งแต่ PC0-PC3 ซึ่งมีจำนวน 4 บิต และพอร์ต C บนหรือตั้งแต่ PC4-PC7 ที่พิเศษคือ พอร์ตทุกพอร์ตเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและพอร์ตเอาท์พุทได้

จากรูปที่ 2.19 เป็นแผนผังภายในของไอซีและการจัดวางขาของไอซี 8255 การทำงานของวงจรจะใช้สัญญาณควบคุมจากไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมการทำงาน โดยไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งคำสั่งมาโปรแกรมการทำงานหรือกำหนดรูปแบบของพอร์ตให้เป็นอินพุทหรือเอาท์พุทได้



รูปที่ 2.19 แผนผังโครงสร้างพื้นฐานไอซี 8255

1) ขาต่างๆของ 8255

เพื่อให้เข้าใจวิธีการต่อใช้งานระหว่าง 8051 กับไอซี 8255 จึงจำเป็นต้องเข้าใจความหมายและตำแหน่งของขาต่างๆขาทั้ง 40 ขาของไอซีประกอบด้วย

D0 – D7 เป็นขาที่ข้อมูลอินพุทเอาท์พุทจะต้องผ่านเข้าออกจากส่วนนี้จึงต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ตผ่านทางบัสนี้

$\overline{CS}$ ขานี้เป็นขาอินพุทที่จะรับสัญญาณจากภายนอกเพื่อเลือกชิป 8255 โดยเมื่อขานี้เป็น 0 จะทำให้ 8255 ต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์เขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตได้

$\overline{RD}$ เป็นสัญญาณอินพุทที่ต้องส่งมาจากซีพียูเมื่อสัญญาณที่ขานี้เป็น 0 และสัญญาณ $\overline{CS}$ เป็น 0 ด้วย ไอซี 8255 จะทำตัวให้ซีพียูอ่านข้อมูลจากบัสในขณะที่เป็นพอร์ตอินพุท

$\overline{WR}$ เป็นสัญญาณการเขียน จะแอคตีฟเมื่อสัญญาณ $\overline{WR}$ และสัญญาณ $\overline{CS}$ เป็น 0 สัญญาณนี้จะมาจากซีพียูเมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ตที่กำหนด

$A0 - A1$ ลอจิกของสัญญาณทั้งสองจะถอดรหัสออกเป็น 4 รหัสเพื่อกำหนดรีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุทเอาท์พุทของ 8255

$\overline{RESET}$ เป็นสัญญาณที่ส่งจากภายนอกเข้ามาทำการรีเซต 8255 เพื่อเคลียสถานะต่างๆของ 8255 เมื่อ 8255 ได้รับการรีเซต ก็จะกลับเข้าสู่โหมดอินพุทหรือทุกพอร์ตที่เป็นพอร์ตอินพุท

$PA0 - PA7$ เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตจะเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส $A0 - A1$

$PB0 - PB7$ เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตBของ 8255 ถูกเลือกโดยสัญญาณแอดเดรส $A0 - A7$

$PC0 - PC7$ เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ตCของ 8255 การกำหนดพอร์ตนี้จะได้รับการกำหนดโดยสัญญาณแอดเดรส $A0 - A1$ พอร์ตนี้แบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่ม $PC0 - PC3$ และกลุ่ม $PC4 - PC7$

2) รีจิสเตอร์ภายในของ 8255

เมื่อต่อ 8255 เข้ากับ 8051 ได้แล้วการโปรแกรมให้ 8255 ทำงานตามที่ต้องการจากการที่ 8255 มีพอร์ตที่ 8051 มองเห็น4 พอร์ตแต่ละพอร์ตจะเสมือนเป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถเขียนและอ่านได้ รีจิสเตอร์แต่ละตัวนี้จึงถูกกำหนดด้วยแอดเดรสตามที่ตั้งไว้ รีจิสเตอร์แต่ละตัวจะได้รับการกำหนดควบคู่กับสัญญาณ $\overline{RD}$ และ $\overline{WR}$ เพื่อแสดงความหมาย สัญญาณควบคุมที่ประกอบกันจะแสดงความหมายดังตารางที่ 2.4

การใช้งาน 8255 จะต้องส่งรหัสควบคุมเข้าไปยังพอร์ตข้อมูลควบคุมเพื่อควบคุมการทำงานของ 8255 โดยใช้สัญญาณควบคุมพอร์ต การควบคุมการทำงานของ 8255 มีหลายโหมด แต่ละโหมดจะแตกต่างกันออกไป การโปรแกรมให้ 8255 ทำงานจะทำได้ 3 โหมดคือ โหมด 0 โหมด 1 และ โหมด 2

ก. โหมด0เป็นโหมดที่กำหนดให้พอร์ตทุกพอร์ตบนตัว 8255เป็นพอร์ตอินพุท/เอาท์พุทแบบพื้นฐาน รูปแบบความเป็นไปได้จึงมีทั้งสิ้น 16 รูปแบบตามลักษณะของพอร์ต A พอร์ต B พอร์ต Cบนและ C ล่าง

ตารางที่ 2.4 แสดงสัญญาณควบคุมการกระทำของ 8255

RD\	WR\	A1\	A0\	ความหมาย
1	0	0	0	เขียนพอร์ต A ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	0	0	อ่านพอร์ต A ซึ่งเป็นข้อมูล
1	0	0	1	เขียนพอร์ต B ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	0	1	อ่านพอร์ต B ซึ่งเป็นข้อมูล
1	0	1	0	เขียนพอร์ต C ซึ่งเป็นข้อมูล
0	1	1	0	อ่านพอร์ต C ซึ่งเป็นข้อมูล
1	0	1	1	เขียนข้อมูลซึ่งเป็นรหัสควบคุม
0	1	1	1	อ่านเข้ามาซึ่งไม่มีความหมายใด

ข. โหมด 1 การทำงานของ 8255 ในโหมด 1 เป็นโหมดที่ทำให้อินพุทเอาท์พุทมีการตรวจสอบสัญญาณ (Hand-checking) ของพอร์ต A ส่วนพอร์ต C ล่างเป็นตัวตรวจสอบสัญญาณของพอร์ต B

แนวความคิดของการใช้พอร์ตอินพุท/เอาท์พุท โดยมีตัวตรวจสอบสัญญาณก็เพื่อให้มีการ ซิงโครไนซ์ระหว่างอุปกรณ์ภายนอกที่ทำงานได้ช้ากับการทำงานของของคอมพิวเตอร์ที่ทำงานได้เร็ว เมื่อโปรแกรม 8255 เป็นโหมด 1 แล้ว ตัว 8255 จะให้พอร์ต C เป็นสัญญาณควบคุมโดยแต่ละบิตของพอร์ต C เป็นไปตามที่กำหนดไว้

ค. โหมด 2 ในโหมดนี้จะใช้พอร์ต A ทำหน้าที่เป็นพอร์ตสองทิศทางคือสามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุทและเอาท์พุท โดยโครงสร้างของพอร์ต A ทั้งอินพุทเอาท์พุทมีตัวตรวจสอบสัญญาณทั้งคู่ ส่วนพอร์ต C จะทำหน้าที่เป็นสัญญาณตรวจสอบ

2.6.3 ซอฟแวร์

ซอฟแวร์ก็คือโปรแกรมที่จะใช้ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้ต้องการ คอยจัดการในทุก ๆ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูล ซึ่งแนวทางที่จะเขียนซอฟ-แวร์ นี้ไม่มีการกำหนดตายตัวในการเขียนโปรแกรม แต่ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ออกแบบว่ามีความต้องการในลักษณะใด แนวทางการเขียนโปรแกรมนี้จะมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก

2.7 สรุป

จากทฤษฎีเรื่องต่างๆในหัวข้อที่ผ่านมาเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการแบบสอนสองทาง ทฤษฎีในแต่ละเรื่องจะถูกเลือกนำไปประยุกต์ใช้กับโครงงานในด้านต่างๆโดยการออกแบบโครงข่ายนั้นจะเลือกใช้แบบดาวและสายนำสัญญาณที่เลือกใช้จะเป็นแบบโคแอกเซียลส่วนด้านการส่งข้อมูลระหว่าง MCS-8051 กับแป้นควบคุมนั้นจะเป็นแบบอนุกรมโดยสัญญาณที่ส่งจะเป็นแบบอะซิงโครนัสด้วยอัตราการส่ง 9600 บิตต่อวินาที ภายใต้มาตรฐาน RS-232 โดยจะแสดงถึงการออกแบบในบทที่ 3

บทที่ 3
การออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง

3.1 กล่าวนำ

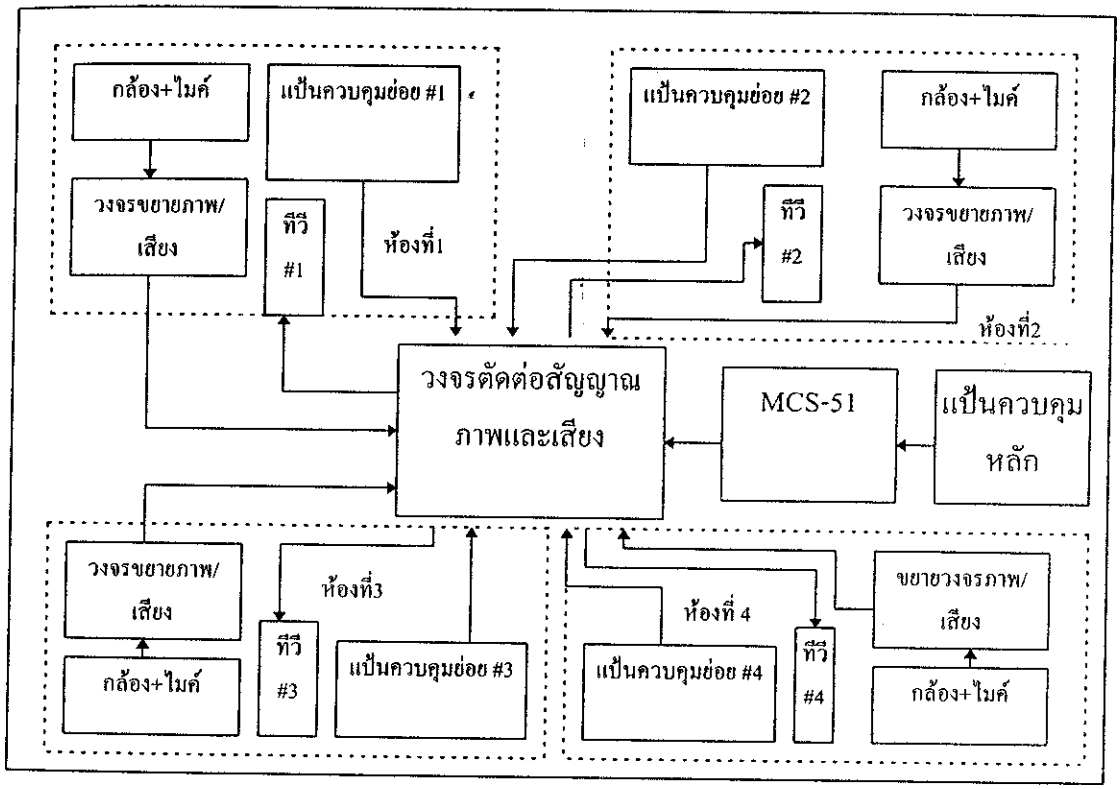
การออกแบบชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทางนั้นเป็นระบบที่ใช้ในการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงไปยังห้องเรียนอื่นๆได้โดยออกแบบให้สามารถใช้ได้ทั้งหมด 4 ห้องเรียน ซึ่งออกแบบให้ใช้กับห้อง 300 ที่นั่งในอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง เป็นระบบที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไปยังห้องเรียนหรือกลุ่มอาคารเรียนอื่นๆได้ สามารถโต้ตอบหรือซักถามไปมาข้ามห้องเรียนได้ โดยอาศัยการส่งสัญญาณภาพและเสียงไปตามสาย และมีส่วนที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงที่ต้องการไปยังห้องเรียนนั้นๆ โดยระบบจะมีลักษณะโครงข่ายเป็นแบบดาว (Star Networks) และภายในแต่ละห้องเรียนจะประกอบไปด้วยแป้นควบคุมสำหรับอาจารย์ผู้สอนที่สามารถเลือกแหล่งข้อมูลทั้งภาพและเสียงได้ตามความต้องการ และวงจรขยายสัญญาณภาพและเสียงใช้ช่วยในการเพิ่มขนาดของสัญญาณก่อนเข้าวงจรการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง เพราะการส่งไปในสายนำสัญญาณจะมีการสูญเสีย และจะใช้ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ที่เป็นศูนย์กลาง เป็นตัวประมวลคำสั่งกำหนดสถานะต่างๆที่ผู้ใช้ต้องการ

ลักษณะโดยทั่วไปของชุดควบคุมของโครงงานนี้ก็คือ ชุดควบคุมจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากผู้ใช้ และสับสวิตช์ให้เป็นไปตามข้อมูลที่ผู้ใช้ส่งมาให้ ซึ่งสวิตช์ที่ถูกสับนี้จะเป็นช่องทางของสัญญาณโทรทัศน์ วีดีโอ กล้องถ่ายวีดีโอและสัญญาณเสียง เพื่อที่จะถ่ายทอดสัญญาณเหล่านี้ไปยังห้องต่างๆตามที่ผู้ใช้ต้องการ

ชุดควบคุมก็จะประกอบไปด้วยส่วนของซอฟต์แวร์และส่วนของฮาร์ดแวร์ส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ ซึ่งโปรแกรมที่เขียนขึ้นนี้จะถูกเก็บไว้ใน ROM (Read Only Memory) เป็นโปรแกรมที่สามารถอ่านได้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำการลบได้ ตัวฮาร์ดแวร์ก็จะประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ พอร์ตขยาย ที่พักข้อมูลเป็นต้น

เมื่อเครื่องเริ่มทำงานหน่วยประมวลผลก็จะดึงเอาโปรแกรมที่ถูกเก็บไว้ภายในรอมมาทำงาน ก็จะเริ่มด้วยการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆของฮาร์ดแวร์ และรอรับข้อมูลจากผู้ใช้ที่ส่งมาทางพอร์ตอนุกรมด้วยอัตราการส่ง 9600 บิตต่อวินาที แล้วนำข้อมูลที่รับมาได้นั้นไปประมวลผล ผลที่ได้จากการประมวลผลจะถูกส่งออกไปยังพอร์ตเอาท์พุทเพื่อไปควบคุมวงจรการตัดต่อสัญญาณภาพ

เสียงและส่งข้อความออกไปยังหน่วยแสดงผล (LCD) เพื่อให้ผู้ใช้ได้รับทราบถึงสถานะของการทำงานของโปรแกรมว่าอยู่ในสถานะใด ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกสถานะการทำงานโดยการการกดปุ่มแป้นควบคุมหลัก ซึ่งแป้นควบคุมนั้นจะส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้แก่หน่วยประมวลผลและผู้ใช้จะเลือกสถานะไปเรื่อยๆจนหน่วยประมวลผลรับข้อมูลมาครบจึงทำการสับสวิตช์สัญญาณภาพและเสียงให้เป็นไปตามสถานะที่ผู้ใช้ต้องการ แผนผังโดยรวมของระบบแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานโดยรวมของชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง

3.2 วงจรขยายสัญญาณเสียงและภาพ (Audio/Video Amplifier)

วงจรขยายสัญญาณเสียงและภาพทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณสัญญาณภาพและเสียงให้มีระดับของสัญญาณที่สูงขึ้นก่อนที่จะทำการส่งไปในสายนำสัญญาณเพราะในสายนำสัญญาณจะมีการลดทอนของสัญญาณเกิดขึ้น

3.2.1 วงจรขยายสัญญาณเสียง

ในการออกแบบวงจรนี้จะใช้ไอซี TDA2006 ซึ่งเป็นออปแอมป์วงจรขยายไม่กลับเฟสเป็นไอซีที่เลือกมาใช้งานเพื่อให้เป็นวงจรขยายสัญญาณเสียงที่มีขาใช้งานเพียง 5 ขา ซึ่งถูกออกแบบมาด้วยการขยายแบบคลาสเอบี จ่ายไฟบวก ลบ 12 โวลต์ ให้กำลังวัตต์ที่ลำโพง 4 โอมห์ หรือ 8

วัตต์ที่ลำโพง 8 โอมห์ ไอซี TDA2006 เป็นวงจรขับกระแสแบบไฮเอาท์พุท (High - Output) ที่ให้ความเพี้ยนของสัญญาณต่ำ มีวงจรป้องกันตามมาตรฐานเพนต้าวัตต์ ไอซีดังกล่าวสามารถใช้ร่วมกับระบบเพนต้าวัตต์อื่นๆ ได้ เช่นเอาไปใช้ทดแทนกับไอซีเบอร์ TDA2030 ได้ ค่าสูงสุด (Maximum Rate) ที่ไอซีตัวนี้สามารถทนได้คือ

1) ไฟเลี้ยงวงจร (V_s) บวกลบ 15 โวลต์

2) แรงดันไฟอินพุท (V_i) เท่ากับแหล่งจ่าย V_s

3) แรงดันไฟอินพุทของดิฟเฟอเรนเชี่ยล (V_i) บวก ลบ 12 โวลต์

4) กระแสพีคของเอาท์พุท (I_o) 3 แอมป์

5) อัตราการกินกำลัง (P_{tot}) 20 วัตต์

6) อุณหภูมิสะสม (T_{stg}) -40 ถึง 150 องศาเซลเซียส

แต่ในทางปฏิบัติจะใช้ค่ากระแสและแรงดันไฟต่างๆให้มีความเหมาะสมกับไอซีตัวนี้ เพื่อให้วงจรได้สอดคล้องกับอุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ซึ่งค่าที่นำไปใช้งานจริงควรจะเป็นดังนี้

1)ไฟเลี้ยงวงจร (V_s) บวกลบ 12 โวลต์

2) กระแสในภาวะสงบ (I_d) 40 มิลลิแอมป์ และไม่เกิน 80 มิลลิแอมป์

3) กระแสไบอัสอินพุท (I_b) 0.2 ไมโครแอมป์ และไม่เกิน 3 ไมโครแอมป์

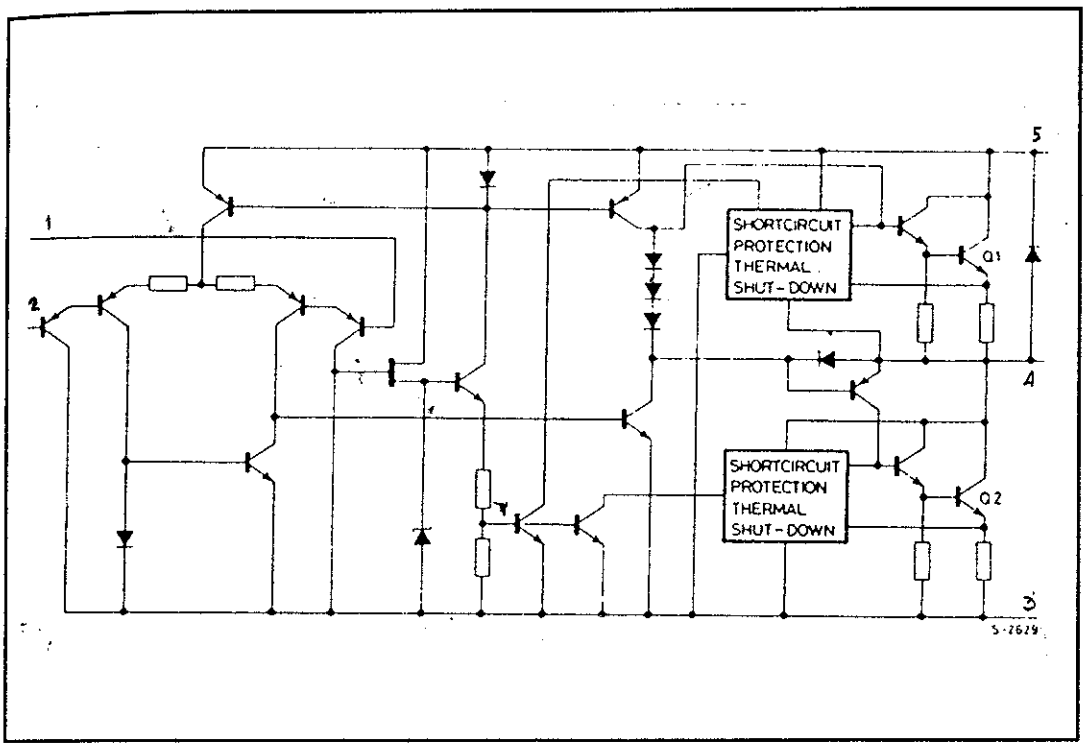
4) กำลังวัตต์ (P_o) 12 วัตต์ที่ลำโพง 4 โอมห์ 8 วัตต์ที่ 8 โอมห์

5) ความไวอินพุท (V_i) 200-220 มิลลิโวลต์

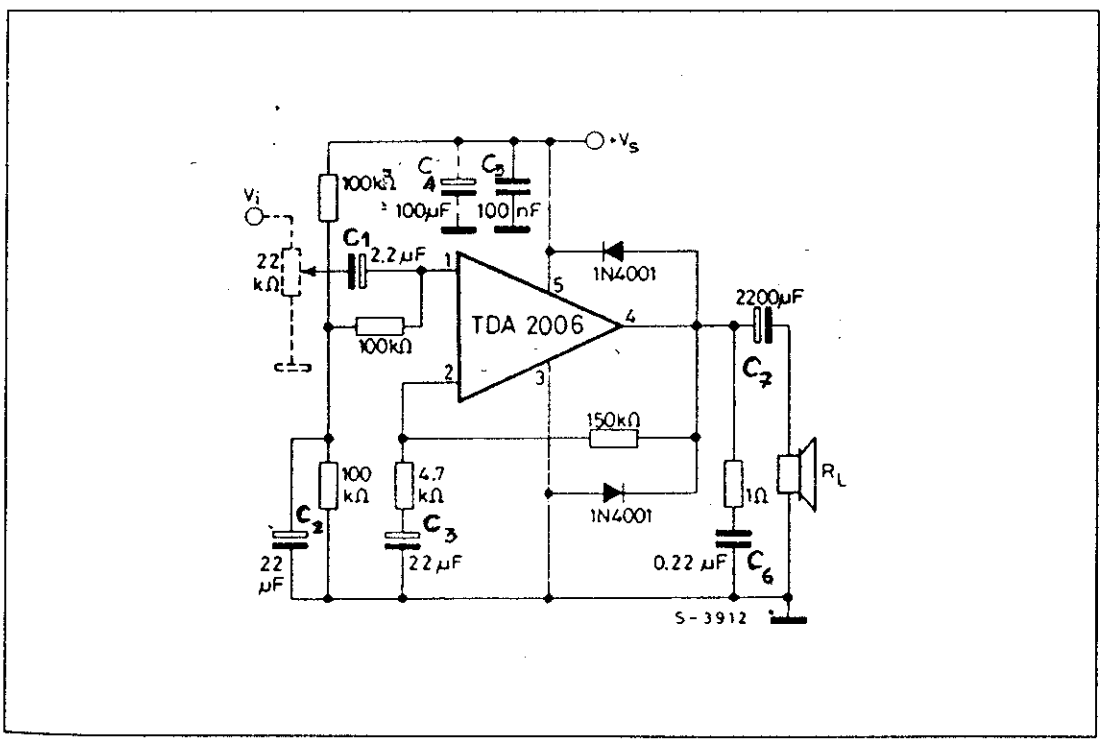
6) ความถี่ตอบสนอง (B) 20 Hz ถึง 100 kHz

7) ความต้านทานอินพุท (R_i) 5 เมกกะโอมห์

8) อัตราขยายแรงดัน (G_v) 75 dBสำหรับวงเปิดและ 30 dB สำหรับวงปิด



รูปที่ 3.2 แสดงวงจรภายในของไอซี TDA2006



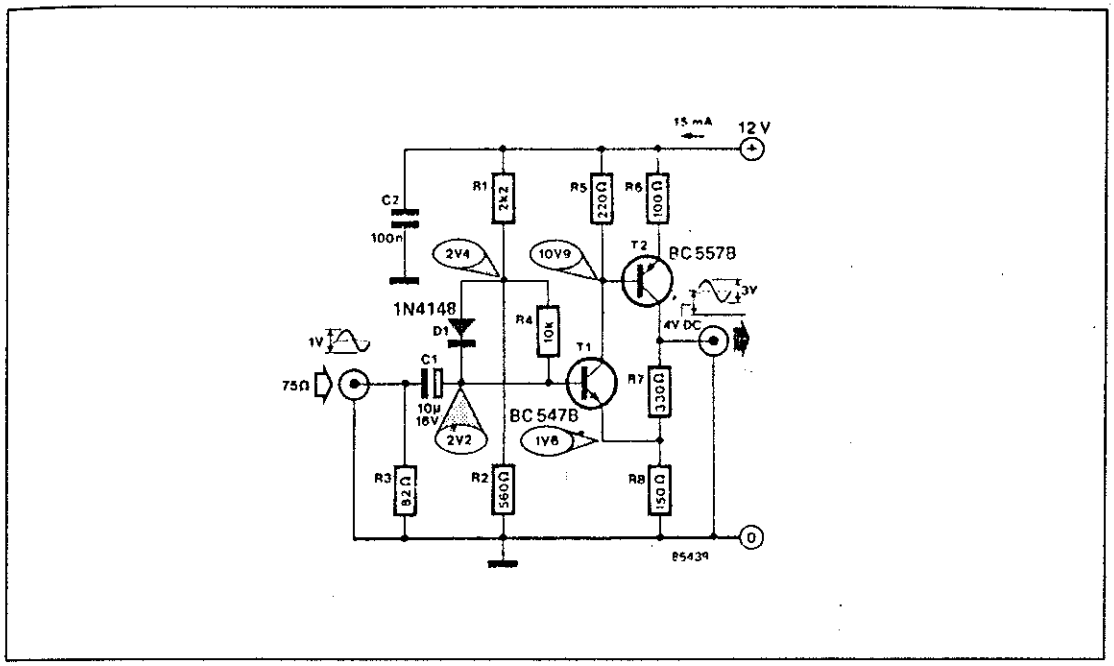
รูปที่3.3 แสดงวงจรที่เลือกมาใช้งานโดยใช้ไฟเลี้ยงเพียงชุดเดียว

การทำงานของวงจรขยายที่ใช้ภาคจ่ายไฟเพียงชุดเดียว การออกแบบวงจรดังกล่าวเพื่อต่อคาปาซิสเตอร์คัปปลิ้งเอาไว้ ก่อนที่สัญญาณเสียงออกไปยังลำโพงเพื่อกรองความถี่ต่ำ ดังนั้นวงจรที่ได้เสนอนี้จึงต้องออกแบบให้มีไฟเลี้ยง 1 ชุด คือชุดไฟบวก 12 โวลท์ ป้อนเข้าที่ขา 5 และที่ขา 3 ต่อลงกราวด์ กรณีดังกล่าวนี้ย่อมไม่เกิดผลกับลำโพงแต่อย่างใด

ในระบบการจ่ายไฟของวงจรดังกล่าวนี้ใส่คาปาซิสเตอร์ C_4 เข้าไปเพื่อจ่ายไฟต่อเนื่องให้วงจรไม่นั้นจะเกิดการออสซิลเลตอันเป็นผลมาจากภาคจ่ายไฟ นอกจากนั้นแล้วในวงจรภาคจ่ายไฟยังมีคาปาซิสเตอร์ C_5 ซึ่งคาปาซิสเตอร์ค่าน้อยใส่ไว้ป้องกันความถี่สูงรบกวนที่เป็น RFI อีกกรณีหนึ่งด้วย คาปาซิสเตอร์ C_1 2.2 ไมโครฟารัดทำหน้าที่เป็นวงจรคัปปลิ้งทางด้านอินพุทเพื่อถ่ายทอดสัญญาณจากวงจรส่วนหน้าเพื่อส่งเข้าสู่วงจรขยายสัญญาณ หากลดค่าคาปาซิสเตอร์ตัวนี้ย่อมทำให้ความถี่ต่ำถูกตัดทิ้งไปด้วย ความต้านทาน 1 โอห์มทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รักษาเสถียรภาพทางความถี่ป้องกันการออสซิลเลตที่เกิดจากระบบการขยายสัญญาณ คาปาซิสเตอร์ C_6 0.22 ไมโครฟารัด ทำหน้าที่เป็นวงจรรักษาเสถียรภาพของวงจรหรือเป็นตัวป้องกันการออสซิลเลตให้กับวงจร ตัวโพเทนชิโอมิเตอร์เป็นตัววอลุ่มเร่งลดเสียง หากใส่ค่ามากไปย่อมทำให้เกิดสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นกับวงจร คาปาซิสเตอร์ C_7 2200 ไมโครฟารัดเป็นคาปาซิสเตอร์คัปปลิ้งสัญญาณเสียงออกลำโพง หากลดค่ามากไปย่อมทำให้เสียงออกได้น้อยเบสออกไม่หนัก โดยวงจรขยายเสียงที่เลือกได้ออกแบบมาจากโครงสร้างทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับกระแส ดังนั้นหากลำโพง 8 โอห์มจะใช้ค่า 1000 ไมโครฟารัด หากใช้กับลำโพง 4 โอห์มจะใช้ค่า 2200 ไมโครฟารัด ในการออกแบบแผ่นปริ้นต์ (PCB) ต้องเอาอุปกรณ์ดังกล่าวใส่ไว้ในปริ้นต์ไม่แยกออกมาอยู่กับชุดเร็คติฟายไฟเลี้ยงวงจร การกำจัด RFI นอกจากจะทำด้วยวงจรอย่างที่กล่าวมาแล้วยังมีจุดอื่นอีกเช่นการกำจัดผลที่เกิดจากค่าแดมปิ้งของลำโพงจึงต้องต่อไดโอด D_1 และ D_2 เพื่อกำจัดค่าแดมปิ้งแฟ็คเตอร์เอาไว้

3.2.2 วงจรขยายสัญญาณภาพ

วงจรขยายสัญญาภาพที่ใช้งานจะเลือกวงจรที่ออกแบบโดยใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัวตามรูปที่ 3.4 โดยวงจรหน่วยแรกจะใช้การทรานซิสเตอร์ต่อแบบอีมิตเตอร์ร่วม และหน่วยที่ 2 จะใช้การต่อโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบเบสร่วม โดยวงจรนี้มีชื่อเรียกว่า วงจรแคสเคด (Cascade) เป็นวงจรที่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีในย่านความถี่สูง ในโครงงานนี้จะใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP กับ NPN ต่อเป็นวงจรขยายเรียงกัน (Cascade) ที่เลือกใช้ CE-CE เพราะว่าต้องการอัตราขยายแรงดันและมีการตอบสนองทางความถี่สูงพอในการขยายสัญญาณภาพ เนื่องจากว่าสัญญาณอินพุทที่รับเข้ามามีแอมปลิจูดที่ต่ำและมีความถี่สูง



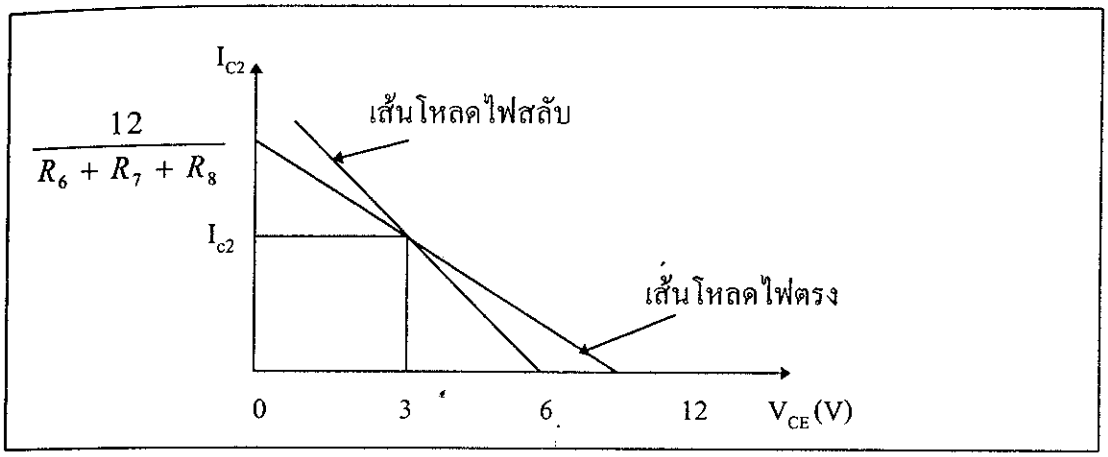
รูปที่ 3.4 วงจรขยายสัญญาณภาพโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อแบบ Cascade

จากรูปที่ 3.4 ในวงจรจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547B ชนิด NPN และ BC557B ชนิด PNP อัตราขยายกระแสที่ความถี่กลางของวงจรแคสเคดมีค่าประมาณ hFE ดังนั้นวงจรนี้จึงมีอัตราขยายแรงดันใกล้เคียงกับวงจรอีมิตเตอร์ร่วม แต่มีแถบความถี่กว้างกว่า และยิ่ง R_c มีค่ามากก็จะยิ่งได้เปรียบวงจรอีมิตเตอร์ร่วม

ตารางที่ 3.1 ข้อกำหนดของทรานซิสเตอร์ที่นำมาใช้ในวงจรขยายสัญญาณภาพ

คุณสมบัติ	ทรานซิสเตอร์ BC547B	ทรานซิสเตอร์ BC557B
ความถี่	200 MHz	300 MHz
hFE	200	200
$I_{c\,max}$	1 A	1 A
$V_{CE\,max}$	40 V	40 V
$V_{o\,p\text{-}p}$	3 Vp-p	5.5 Vp-p

การออกแบบวงจรด้านออกของ T2 จะใช้แหล่งจ่ายไฟตรง Vcc = 12 V เนื่องจาก $V_{o\,p\text{-}p}$ = 5.5 Vp-p จะเลือกจุดตรงกลางสงบของเส้นโหลดไฟสลับ โดยที่ V_{CE} ใหญ่กว่าครึ่งหนึ่งของ $V_{o\,p\text{-}p}$ เล็กน้อย คือให้เท่ากับ 3 โวลท์ และให้เส้นโหลดไฟสลับตัดแกน V_{CE} ที่ 6 โวลดังกราฟรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงการเลือกจุดทำงานที่จุดเสถียรของ T2

จากค่าที่ให้มาสามารถนำไปหาอัตราขยายได้โดย

$$I_{E2} = \frac{3}{R_{L2}}$$
$$= \frac{3}{R_6 .. R_L}$$

เนื่องจากกำหนดให้ $R_L = 50\Omega$ ใช้ $R_6 = 100\ \Omega$ จะได้ $I_{E2} = 33$ mA

ความต้านทานภายในของรอยต่ออีมิตเตอร์

$$r_{e2} = \frac{V_T}{I_{E2}} = \frac{40}{33}$$
$$= 1.21\ \Omega$$

ดังนั้นอัตราขยายแรงดัน

$$AV_2 = \frac{R_{L2}}{r_{e2} + R_7} = \frac{90.90}{1.21 + 330}$$
$$= 0.27$$

การออกแบบวงจรด้านออกของ T1

แรงดันไฟตรงที่คอลเล็กเตอร์ของ T1

$$I_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{CE1}}{R_5} = \frac{12 - 3}{220}$$
$$= 41\text{mA}$$

ความต้านทานขาเข้าของ T2

$$R_{i2} = h_{fe}(r_{e2} + R_7)$$
$$= 200(1.21+330)$$
$$= 66.24\ k\Omega$$

ความต้านทานโหลดของ T2

$$R_{L1} = R_{i2} \text{ ขนานกับ } R_5$$
$$= 328.36\ \Omega$$

ความต้านทานภายในของรอยต่ออีมิตเตอร์

$$r_{e1} = \frac{V_T}{I_{C1}} = \frac{40}{41}$$
$$= 0.97\ \Omega$$

ดังนั้นอัตราขยายแรงดันของวงจรขยายสัญญาณภาพจะเท่ากับ

$$A_{v1} = \frac{R_{L1}}{r_{e1} + R_8} = \frac{328.36}{0.97 + 150}$$
$$= 2.18$$

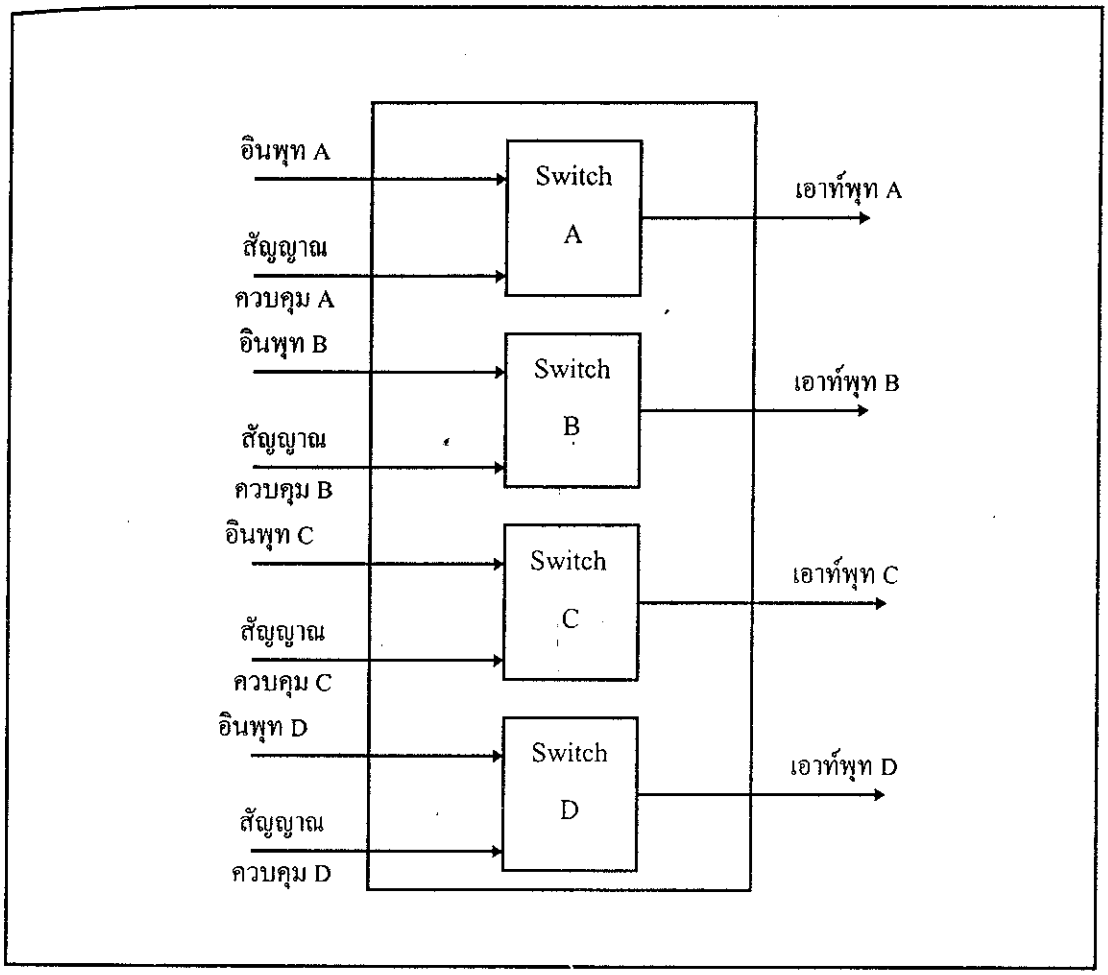
หรือเท่ากับ $20 \log 2.18 = 6.75$ dB

หลักการทำงานของวงจรขยายนี้คือ สัญญาณอินพุทจะถูกป้อนเข้าทางขาเบสของ T1 ภาคขยายนี้จะมีแบนวิดท์ 10 MHz แหล่งจ่ายไฟตรงใช้ไฟ 12 โวลท์ และให้เอาท์พุทออกมาทาง T2 เท่ากับ 4 Vp-p อัตราขยายของวงจรนี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของ R7 และ R8 ถ้าต้องการอัตราขยายของสัญญาณที่สูงขึ้นโดยการเพิ่มค่า R7 เข้าไป

3.3 วงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง (A/V Switching Circuit)

วงจรสำหรับการควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงนี้ได้ถูกออกแบบ เพื่อทำการสับสวิตช์ตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงตามที่ผู้ใช้ต้องการ การทำงานนั้นจะอาศัยสัญญาณควบคุมจาก MCS-8051 จำนวน 28 เส้นในการควบคุมสวิตช์ที่ต้องการเลือก ในการออกแบบจะใช้ ไอซี MC 14066BCP ซึ่งเป็น Quad Analog Switch / Meltiplexer / Demultiplexer ซึ่งจะใช้ลอจิก 1 ในการ ON สวิตช์และลอจิก 0 ในการ OFF สวิตช์ โดยมีแผนผังทางลอจิกดังรูปที่ 3.6

ในการออกแบบได้ใช้สวิตช์ A และ D เพื่อป้องกันการรบกวนของสัญญาณเสียงและภาพ การออกแบบนั้นจะแยกวงจรออกเป็น 4 ส่วน โดยในแต่ละส่วนจะมีวงจรที่คล้ายกันจะต่างกันตรงที่สายสัญญาณที่ควบคุมที่ส่งมาจาก MCS-8051 และสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทเท่านั้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.7 ซึ่งเป็นแผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณของห้องที่1



รูปที่ 3.6 แผนผังของไอซี MC14066BCP ซึ่งแสดงถึงลอจิกภายใน

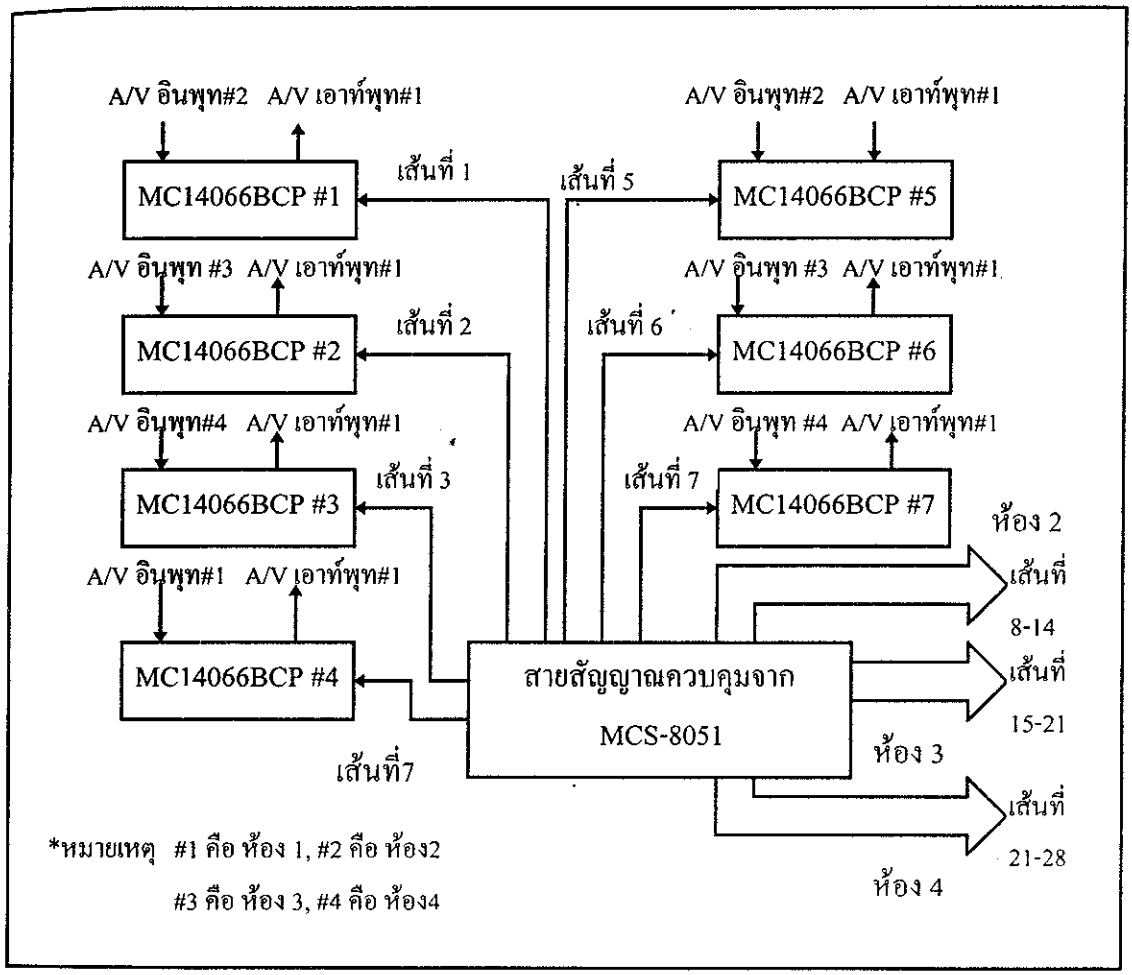
3.3.1 ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 1

ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 1 นั้นใช้การออกแบบโดยใช้ไอซี MC14066BCP จำนวน 7 ตัวโดย ไอซี แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้

ไอซีตัวที่ 1 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 1 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 1 ไปห้องที่ 2

ไอซีตัวที่ 2 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 2 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 1 ไปห้องที่ 3

ไอซีตัวที่ 3 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 3 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจาก



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 1

ห้องที่ 1 ไปห้องที่ 4

ไอซีตัวที่ 4 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 4 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 ดูสัญญาณภาพและเสียงห้องตัวเอง

ไอซีตัวที่ 5 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 5 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจาก เอาท์พุทห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 2

ไอซีตัวที่ 6 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 6 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 3

ไอซีตัวที่ 7 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 7 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 4

โดยมีแผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงดังรูปที่ 3.7

3.3.2 ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 2

ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 2 นั้นใช้การออกแบบโดยใช้ ไอซี MC14066BCP จำนวน 7 ตัวโดย ไอซี แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้

ไอซีตัวที่ 1 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 8 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 2 ไปห้องที่ 1

ไอซีตัวที่ 2 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 9 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 2 ไปห้องที่ 3

ไอซีตัวที่ 3 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 10 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 2 ไปห้องที่ 4

ไอซีตัวที่ 4 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 11 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 ดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 1

ไอซีตัวที่ 5 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 12 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจาก เอาท์พุทห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องตัวเอง

ไอซีตัวที่ 6 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 13 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 3

ไอซีตัวที่ 7 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 14 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 4

โดยมีแผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงคล้ายรูปที่ 3.7 จะต่างตรงสัญญาณอินพุท เอาท์พุทและสัญญาณควบคุมเท่านั้น

3.3.3 ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 3

ส่วนควบคุมของห้องที่ 3 นั้นใช้การออกแบบโดยใช้ ไอซี MC14066BCP จำนวน 7 ตัว โดย ไอซี แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้

ไอซีตัวที่ 1 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 15 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 3 ไปห้องที่ 1

ไอซีตัวที่ 2 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 16 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 3 ไปห้องที่ 2

ไอซีตัวที่ 3 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 17 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 3 ไปห้องที่ 4

ไอซีตัวที่ 4 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 18 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 ดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 1

ไอซีตัวที่ 5 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 19 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจาก เอาท์พุทห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 2

ไอซีตัวที่ 6 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 20 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องตัวเอง

ไอซีตัวที่ 7 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 21 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 4

โดยมีแผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงคล้ายรูปที่ 3.7 จะต่างตรงสัญญาณอินพุท เอาท์พุทและสัญญาณควบคุมเท่านั้น

3.3.4 ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 4

ส่วนการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงของห้องที่ 4 นั้นใช้การออกแบบโดยใช้ ไอซี MC14066BCP จำนวน 7 ตัวโดย ไอซี แต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้

ไอซีตัวที่ 1 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 22 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 1 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 4 ไปห้องที่ 1

ไอซีตัวที่ 2 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 23 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 2 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 4 ไปห้องที่ 2

ไอซีตัวที่ 3 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 24 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 3 เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงจากห้องที่ 4 ไปห้องที่ 3

ไอซีตัวที่ 4 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 25 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุท ห้องที่ 1 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 ดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 1

ไอซีตัวที่ 5 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 26 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจาก เอาท์พุทห้องที่ 2 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องจากห้องที่ 2

ไอซีตัวที่ 6 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 27 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 3 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องที่ 3

ไอซีตัวที่ 7 จะถูกควบคุมโดยสายสัญญาณควบคุมเส้นที่ 28 ในการควบคุมการ ON/OFF สัญญาณภาพและเสียงจากเอาท์พุทห้องที่ 4 ไปยังอินพุทห้องที่ 4 เพื่อดูสัญญาณภาพและเสียงห้องที่ส่งมาจากห้องตัวเอง

โดยมีแผนผังการทำงานของวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงคล้ายรูปที่ 3.7 จะต่างตรงสัญญาณอินพุท เอาท์พุทและสัญญาณควบคุม

3.4 แป้นควบคุมสำหรับการควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

โดยแป้นควบคุมหลักจะทำหน้าที่กำหนดสถานะต่างๆ ของแต่ละห้องโดยเมื่อทำการกดสวิตช์ที่ตำแหน่งสถานะต่างๆ เมื่อกดสวิตช์รหัสที่เป็นฐาน 2 จะถูกส่งออกไปยัง MCS 8051 โดยรหัสที่ส่งออกไปจะเป็นแบบอนุกรม 8 บิต แบบอะซิงโครนัสภายใต้มาตรฐาน RS-232 ส่วนแป้นควบคุมย่อยจะทำหน้าที่เลือกว่าจะรับสัญญาณจากห้องใด โดยจะอธิบายโดยละเอียดต่อไป

3.4.1 แป้นควบคุมหลัก

แป้นควบคุมหลักทำหน้าที่กำหนดสถานะการทำงานของแต่ละห้องว่าจะให้เป็นห้องส่ง (Master Room) ห้องรับ (Slave Room) หรือห้องอิสระ (Float Room) แป้นควบคุมหลักจะส่งข้อมูลที่มีขนาด 8 บิตไปยังหน่วยประมวลผลโดยจะส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยวิธีการแบบอะซิงโครนัส ข้อมูลถูกส่งไปในสายนำสัญญาณแบบชิลด์ สำหรับแผนผังการทำงานของวงจรนั้นแสดงโดยรูปที่ 3.8 จะประกอบไปด้วยสวิตช์ 9 ตัวซึ่งสวิตช์แต่ละตัวจะถูกทำการเข้ารหัส 8 บิตไปเป็น 3 บิตโดยใช้ไอซี 74LS148 จำนวน 2 ตัว และนำสัญญาณที่ขา E_0 ของไอซีทั้งสองตัวมาใช้อีกสัญญาณหนึ่งเพื่อให้ครบ 8 บิต โดยรหัสของแต่ละสวิตช์ที่ส่งออกไปดังในตารางที่ 3.2

ข้อมูล 8 บิตถูกส่งเข้าไปยังตัวแปลงข้อมูลขนานเป็นอนุกรมซึ่งใช้ไอซี 74LS165 ข้อมูลจะถูกส่งต่อไปที่ไอซี 74LS74 ซึ่งเป็น D Flip-Flop จะทำการสร้างบิตเริ่มต้นและบิตหยุด หลังจากนั้นข้อมูลจะผ่านไอซี Max232 ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในมาตรฐาน RS-232 แล้วจึงส่งไปยังหน่วยประมวลผล ส่วนสัญญาณนาฬิกานั้นสร้างจากไอซี CD4066BE ซึ่งจะกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 9600 Hz ดังแสดงผังการทำงานของวงจรในรูปที่ 3.8

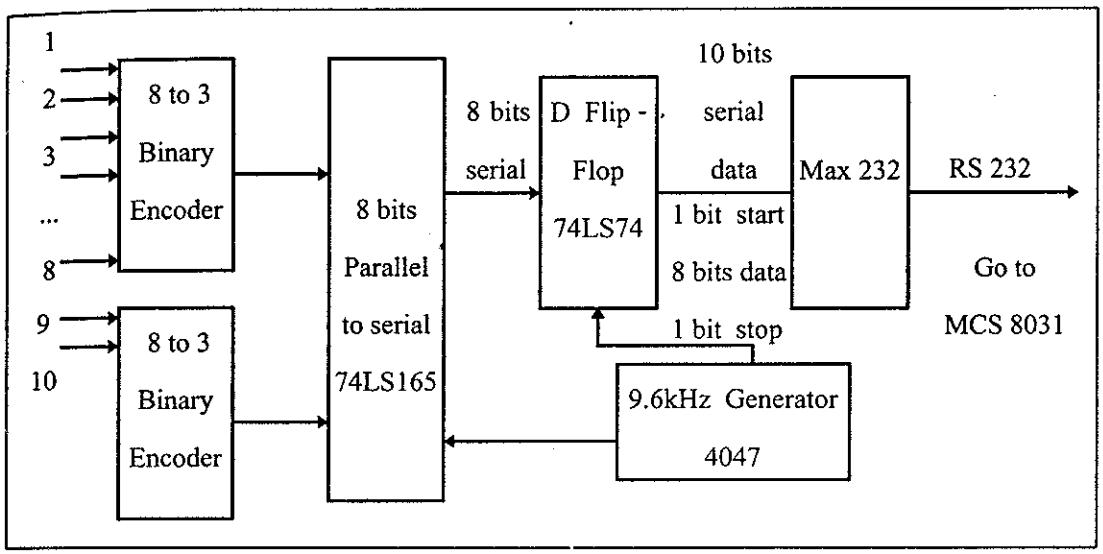
ตารางที่ 3.2 แสดงตำแหน่งสวิตช์และรหัสที่ส่งออกมา

เลขสวิตช์	สถานะที่ส่ง	รหัสที่ส่ง (Binary Code)
1	MASTER	11101110
2	SLAVE	11101101
3	GROUP1	11101011
4	GROUP2	11011110
5	FLOAT	11011101
6	ROOM1	11011011
7	ROOM2	11001110
8	ROOM3	11001101
9	ROOM4	11001011

โดยแป้นควบคุมหลักจะมีหน้าที่ดังนี้

1) ทำหน้าที่ในการระบุสถานะของแต่ละห้องให้เป็น ห้องส่ง (Master Room) ห้องส่ง (Slave Room) หรือ ห้องอิสระ (Float Room)

2) ทำหน้าที่ในการเลือกสถานะการทำงานของตัวควบคุมให้เป็นแบบที่มีเพียง 1 ห้องเรียนเป็นห้องส่ง แบบที่แบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม หรือแบบทุกห้องเป็นห้องลอยตัวทั้งหมด



รูปที่ 3.8 แสดงผังการทำงานของวงจรแป้นควบคุมหลัก

3.4.2 แป้นควบคุมย่อย

แป้นควบคุมย่อยทำหน้าที่เลือกดูสัญญาณจากห้องอื่นๆ โดยแป้นควบคุมนี้จะอยู่ในห้องเรียนที่เป็นห้องส่ง (Master Room) และห้องส่งเท่านั้นที่จะสามารถเลือกดูสัญญาณจากห้องอื่นๆได้ แป้นควบคุมย่อยจะส่งข้อมูลที่มีมีขนาด 8 บิตไปยังหน่วยประมวลผล โดยรูปแบบของการส่งข้อมูลจะเหมือนกับแป้นควบคุมหลัก สำหรับการออกแบบวงจรนั้นแสดงโดยรูปที่ 3.9 ประกอบไปด้วยสวิตช์ 4 ตัว แต่ละตัวจะมีรหัส 8 บิต ซึ่งในสวิตช์แต่ละตัวจะมีรหัสที่ต่างกันโดยการสร้างรหัสจากไอซี 74LS148 จำนวน 1 ตัวในการเข้ารหัสจะได้รหัสจำนวน 3 บิตและได้นำสัญญาณที่ขา E_0 ของไอซีมาใช้อีกสัญญาณหนึ่งเพื่อให้ครบ 4 บิต โดยรหัสของแต่ละสวิตช์ที่จะส่งออกไปมีดังนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 1

สวิตช์ที่	สถานะที่เลือก	รหัสที่ส่ง (Binary Code)
1	Room 1	00011110
2	Room2	00011101
3	Room3	00011011
4	Room4	00010111

ตารางที่ 3.4 แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 2

สวิตช์ที่	สถานะที่เลือก	รหัสที่ส่ง (Binary Code)
1	Room 1	001011110
2	Room2	00101101
3	Room3	00101011
4	Room4	00100111

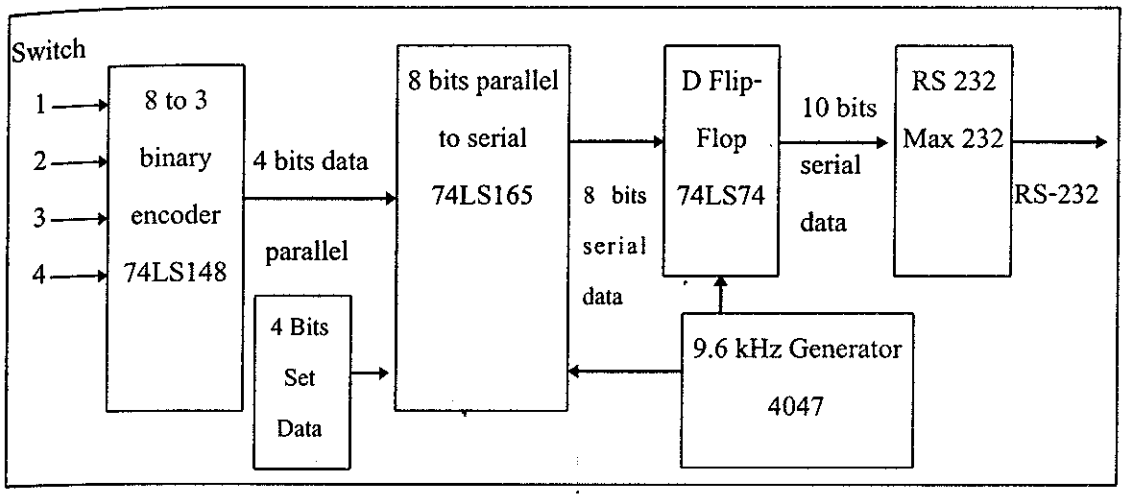
ตารางที่ 3.5 แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 3

สวิตช์ที่	สถานะที่เลือก	รหัสที่ส่ง (Binary Code)
1	Room1	00111110
2	Room2	00111101
3	Room3	00111011
4	Room4	00110111

ตารางที่ 3.6 แสดงสวิตช์และรหัสในแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 4

สวิตช์ที่	สถานะที่เลือก	รหัสที่ส่ง (Binary Code)
1	Room 1	01001110
2	Room2	01001101
3	Room3	01001011
4	Room4	01000111

เมื่อส่งข้อมูล 4 บิตแล้วใส่ข้อมูลที่ได้จากการเซตอีก 4 บิตส่งไปยังไอซีที่แปลงข้อมูลขนานเป็นอนุกรมซึ่งใช้ไอซี 74LS165 แล้วส่งไปยัง D Flip-Flop เบอร์ 74LS74 จะทำการสร้างบิตเริ่มต้นและบิตหยุด โดยมีไอซี Max232 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณให้อยู่ในมาตรฐาน RS-232 จากนั้นจึงส่งไปยังหน่วยประมวลผล ส่วนสัญญาณนาฬิกานั้นสร้างจากไอซี CD4047 ซึ่งจะกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 9600 Hz ดังผังการทำงานของวงจรในรูปที่ 3.9



รูป ที่ 3.9 แสดงผังการทำงานของวงจรแป้นควบคุมย่อย

3.5 การออกแบบซอฟแวร์

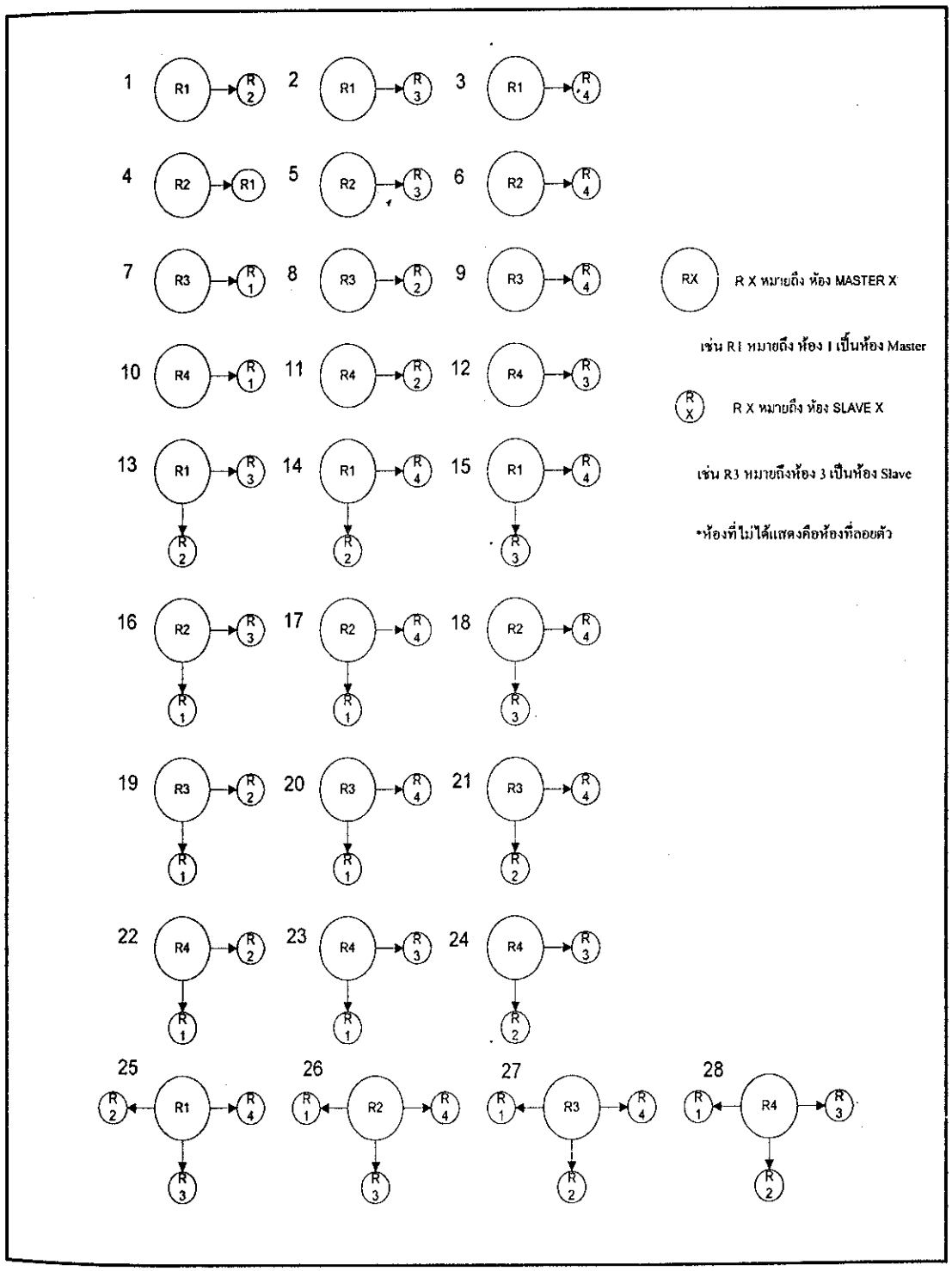
จุดประสงค์ในการออกแบบโปรแกรมนี้ก็คือต้องการให้ห้องทั้ง 4 ห้อง สามารถที่จะมีการสื่อสารทางภาพและเสียงถึงกันได้ตามสถานะต่างๆที่ผู้ใช้ต้องการเช่น ห้องที่ 1 เป็นทำหน้าที่เป็นห้องส่ง (Master Room) ห้องที่ 2 และ 3 เป็นห้องรับ (Slave Room) ก็คือสถานะ 1 สถานะ หรือห้องที่ 2 เป็นห้องส่ง (Master Room) ห้องที่ 3 เป็นห้องรับ (Slave Room) ก็คืออีกหนึ่งสถานะ การใช้ห้องเรียนจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกจะมีห้องเรียนเพียง 1 ห้องที่เป็นห้องส่ง (Master Room) ห้องเรียนที่เหลือเป็นห้องรับ (Slave Room) หรือลอยตัว ประเภทที่ 2 จะแบ่งเป็นกลุ่ม 2 กลุ่มโดยในแต่ละกลุ่มก็จะมีห้องส่ง (Master Room) และห้องรับ (Slave Room) เช่นกัน ซึ่งแต่ละประเภทสามารถพิจารณาได้ดังนี้

3.5.1 ห้องเรียนที่เป็นห้องส่ง (Master Room) 1 ห้อง ที่เหลืออาจจะเป็นห้องรับ (Slave Room) หรือลอยตัวก็ได้ซึ่งสถานะที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดมี 28 สถานะแสดงในรูปที่ 3.10

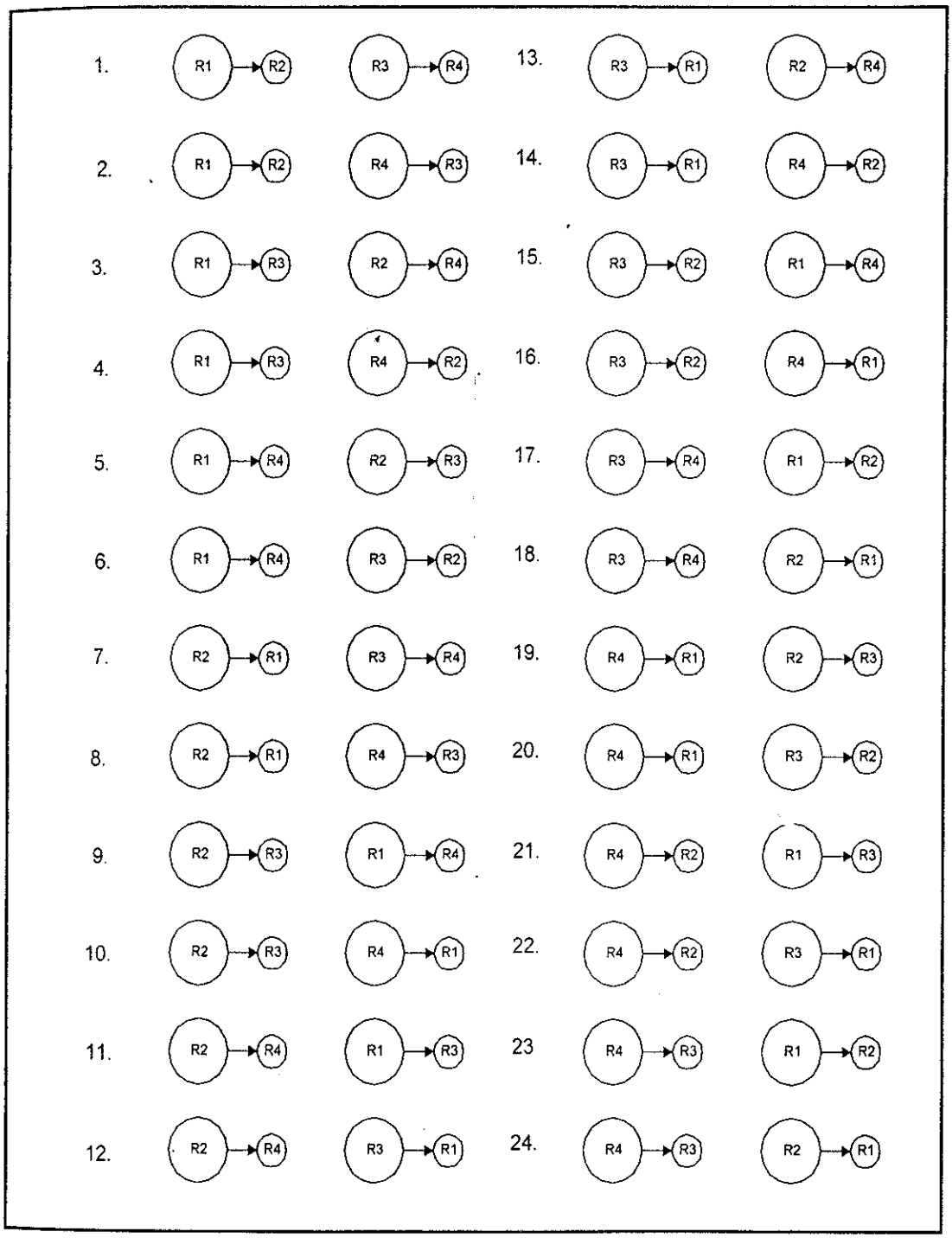
3.5.2 ห้องเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เป็นห้องส่ง (Master Room) 2 ห้อง ที่เหลืออีก 2 ห้องเป็นห้องรับ (Slave Room)สถานะที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดมี 24 สถานะ ดังแสดงในรูปที่ 3.11

เมื่อได้สถานะการทำงานทั้งหมดในแบบต่างๆแล้วก็จะนำสถานะทั้งหมดนั้นมาเป็นข้อมูลในการออกแบบโปรแกรม โปรแกรมที่ออกแบบไว้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน โปรแกรมในส่วนแรกสำหรับสถานะที่มีห้องเรียนที่เป็นห้องส่ง (Master Room) 1 ห้อง ส่วนที่ 2 สำหรับสถานะที่ห้องเรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งโปรแกรมทั้ง 2 ส่วนนี้จะมีการทำงานที่คล้ายกันคือจะรับข้อมูลจากผู้ใช้และจะดูว่าข้อมูลที่รับมาได้นั้นเป็นการเลือกสถานะการทำงานแบบใด โดยข้อมูลที่ป้อนให้แก่โปรแกรมนั้นจะส่งออกไปเป็นลำดับ นั่นก็คือจะต้องส่งข้อมูลว่าต้องการให้ห้อง

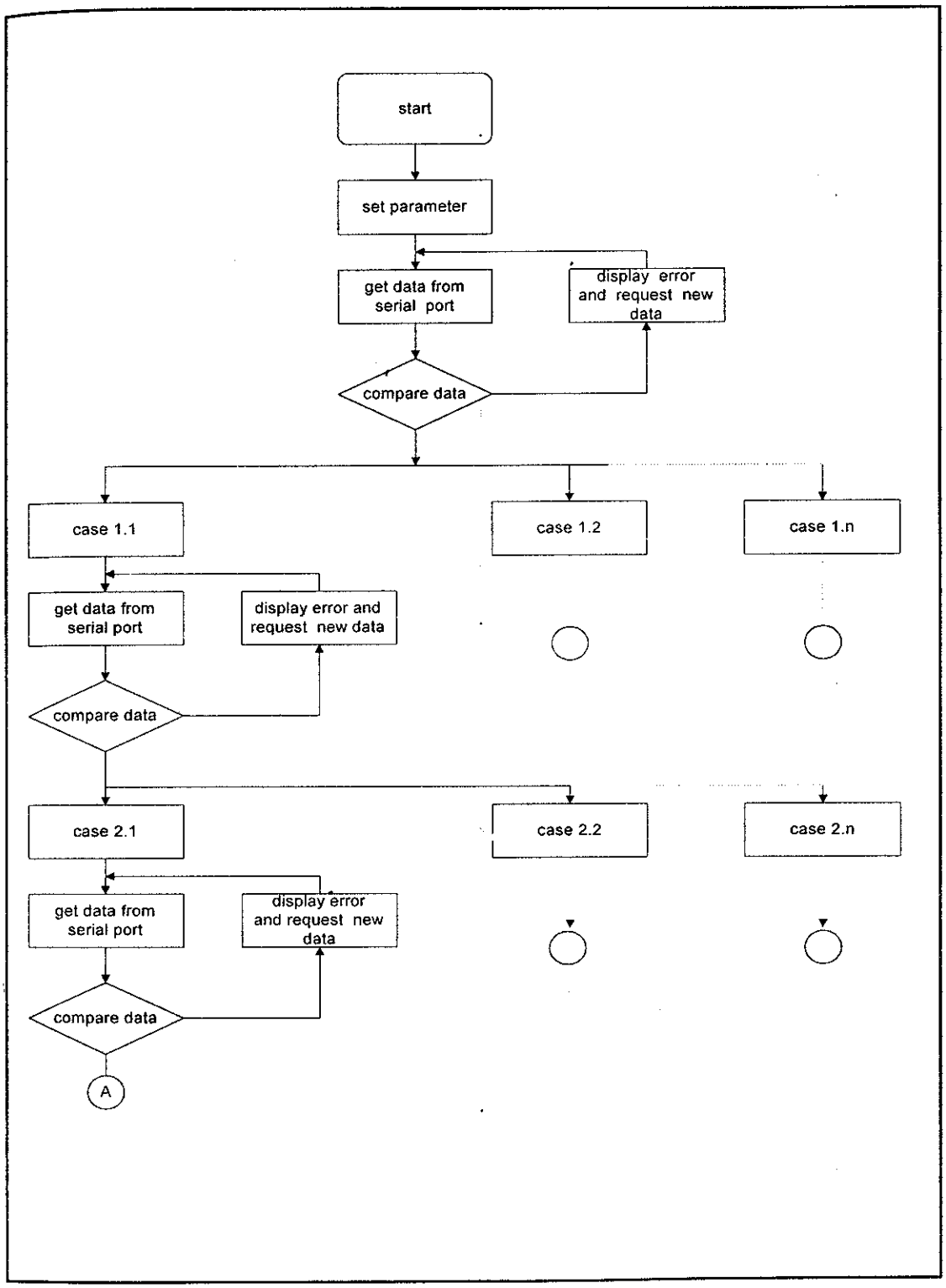
ใดเป็นห้องส่ง (Master Room) ลำดับต่อมาก็จะต้องเลือกให้ห้องใดเป็นห้องรับ (Slave Room) เป็นต้น เมื่อโปรแกรมรับข้อมูลมาครบแล้วก็จะทำการสับสวิตช์เส้นทางของสัญญาณภาพและเสียงให้เป็นไปตามสถานะที่ต้องการซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนภาพการทำงานของโปรแกรมได้ดังรูปที่ 3.12



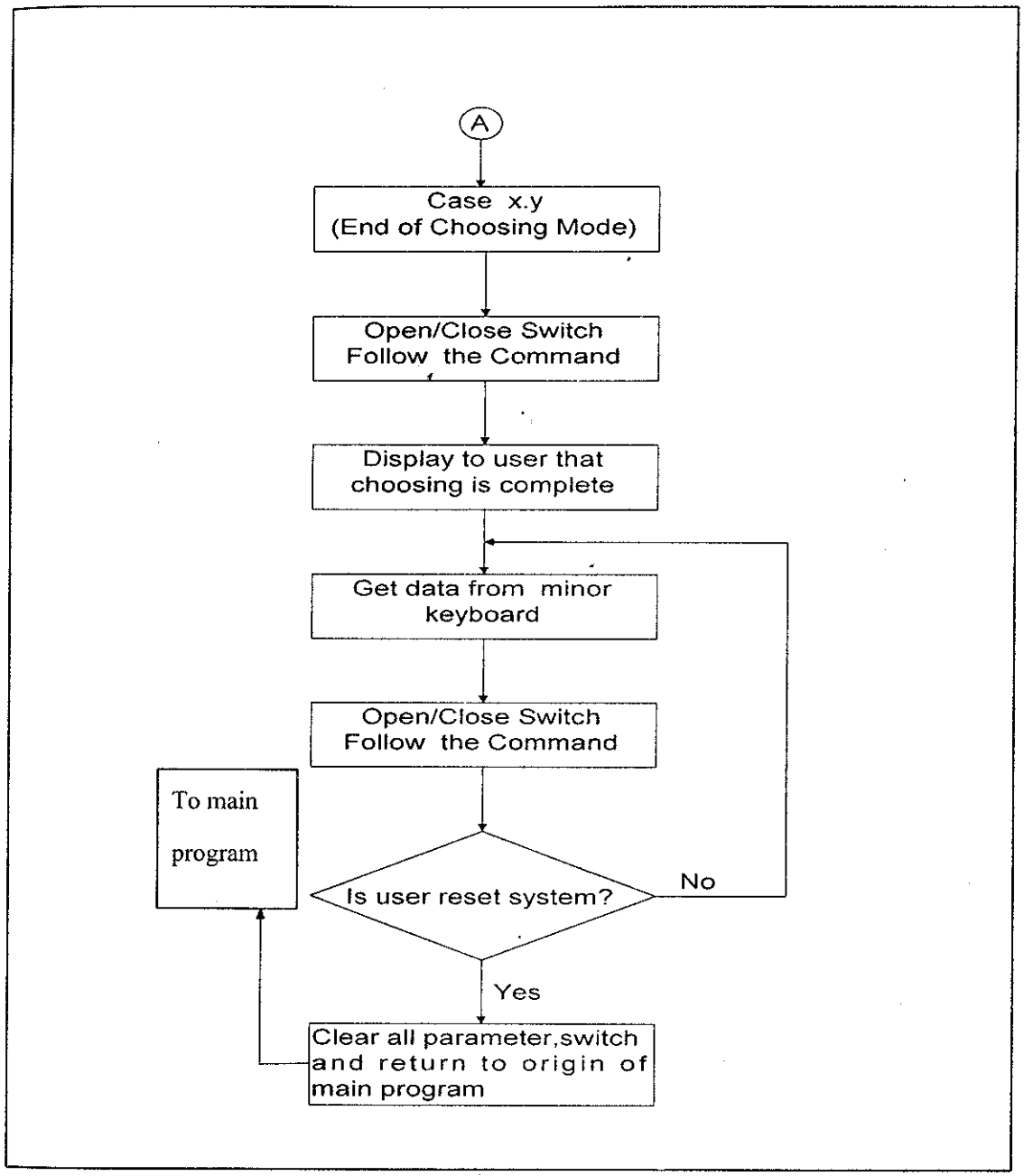
รูปที่3.10 แผนภาพแสดงสถานะที่เกิดขึ้นแบบที่มีห้องส่ง (Master Room)ห้องเดียว



รูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงแบบที่มีห้องที่เป็นห้องส่ง (Master Room) อยู่ 2 ห้องและอีก 2 ห้องเป็นห้องรับ (Slave Room)



รูปที่ 3.12 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมที่ให้ผู้ใช้เลือกสถานะในการทำงานของแต่ละห้อง



รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ย่อย

สำหรับในแต่ละบล็อกของแผนภาพการทำงานของโปรแกรมก็จะมีหน้าที่แตกต่างกันไป ในส่วนเริ่มโปรแกรมจะทำการเซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆของระบบที่จำเป็นซึ่งมีดังนี้คือ โหมดของการสื่อสารอนุกรม,โหมดการทำงานของ 8255,โหมดของตัวนับ/ตัวจับเวลา ,และค่าพอร์ตต่างๆ ซึ่งจะอธิบายดังต่อไปนี้

3.5.3 การเซตโหมดของการสื่อสารอนุกรม

หน้าที่ของโปรแกรมที่ออกแบบไว้คือการรับข้อมูลจากผู้ใช้ไปประมวลผลซึ่งจะไม่มีการส่งข้อมูลออกไปจะเป็นการรับข้อมูลเพียงอย่างเดียว เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส จะมีบิตเริ่มต้น, 8บิตข้อมูล,และบิตจบ ด้วยอัตราบอดเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาทีก็จะต้องทำการเซตค่าในรีจิสเตอร์ SCON, PCON, TIMER1 โดย Overflow ของ TIMER1 เป็นตัวกำหนดอัตราบอด และเขียนโปรแกรมเซตค่าดังนี้

```
MOV     PCON,#0             ;อัตราบอดปกติ
MOV     SCON,#01000000B     ;8 บิท UART
SETB    REN                 ;ยอมรับข้อมูล
CLR     EA                  ;ไม่ให้มีการอินเตอร์รัพท์
MOV     TMOD,#00100000B     ;โหมดของ Timer1
SETB    TR1                 ;Timer 1 เริ่มทำงาน
```

3.5.4 การเซตโหมดการทำงานของ 8255

ตัวที่ทำหน้าที่ควบคุมในการสับสวิตช์นั้นจะส่งสัญญาณไปควบคุมรีเลย์ ก็คือจะส่งข้อมูลออกไปอย่างเดียว ดังนั้นโหมดของ 8255 จึงเป็นโหมดที่เป็นเอาท์พุททุกพอร์ต ซึ่งในตอนแรกจะต้องส่งค่าไปควบคุม 8255 เสียก่อน ค่าควบคุมสำหรับโหมดที่เป็นเอาท์พุททุกพอร์ตคือ 80H สำหรับค่าแอดเดรสของ 8255 ของทั้ง 2 ตัวที่ใช้คือ E080H- E083H และ E0C0H- E0C3H ฉะนั้นจึงต้องส่งค่า 80H ไปที่แอดเดรส E083H และ E0C3H ตามลำดับโดยการเขียนโปรแกรมดังนี้

```
MOV     A,#80H
MOV     DPTR,#0E083H
MOVX    @DPTR,A
MOV     DPTR,#0E0C3H
MOVX    @DPTR,A
```

คำสั่งชุดนี้จะทำให้ไมโครคอนโทลเลอร์มองเห็นพอร์ตเอาท์พุทเพิ่มดังนี้คือ E080H, E081H, E082H, E0C0H, E0C1H และ E0C2H ทั้งหมด 6 พอร์ต

3.5.5 หน่วยแสดงผลข้อมูล

หน่วยแสดงผลข้อมูลมีไว้เพื่อติดต่อกับผู้ใช้เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบถึงสถานะของการทำงานว่าถึงขั้นตอนไหนและจะแสดงข้อความผิดพลาดหากข้อมูลที่ส่งมานั้นผิดพลาดและแสดงข้อความให้ผู้ใช้ส่งข้อมูลมาใหม่ หน่วยแสดงผลที่ใช้นี้คือ LCD ที่เป็นแบบตัวอักษรซึ่งที่ค่าแอดเดรสที่ใช้ติดต่อกับหน่วยแสดงผลดังนี้

1) พอร์ตของ LCDอยู่ที่พอร์ต E060H-E063H

2) เขียนคำสั่งต่างๆให้กับ LCDที่พอร์ต E060H

3) อ่านสถานะและตำแหน่ง CURSOR ที่พอร์ต E061H

4) เขียนตัวอักษรไปที่ LCD ที่พอร์ต E062H

5) อ่านข้อมูลที่ตำแหน่ง Cursor อยู่ที่พอร์ต E063H

ตัวอย่างโปรแกรมที่เกี่ยวกับ LCD

```
        LJMP    LCD1
INIT:   MOV     DPTR,#COMMAND   :เซตค่าเริ่มต้นของ LCD
        MOV     A,#38H
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#0FH
        MOVX    @DPTR.A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#6
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        MOV     A,#1
        MOVX    @DPTR.A
        LCALL   WAITBF
        RET
WRITE_CHR:  PUSH    DPL         ;เขียนตัวอักษรไปที่ LCD
        PUSH    DPH
        MOV     DPTR,#WRITEDATA
        MOVX    @DPTR,A
```

```
        LCALL   WAITBF
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
WAITBF: PUSH    DPL             ;อ่านสถานะของ LCD
        PUSH    DPH
        MOV     DPTR,#READBUSY
RDY1:   MOVX    A,@DPTR
        JB      ACC.7,RDY1
        POP     DPH
        POP     DPL
        RET
GOTOXY: MOV     DPTR,#COMMAND
        SETB    ACC.7           ;เลื่อนไปยังตำแหน่ง Cursor
        MOVX    @DPTR,A
        LCALL   WAITBF
        RET
LCD1:   MOV     R7,#8           ;โปรแกรมหลักที่จะแสดง
        MOV     DPTR,#TABLE1;ข้อมูล
STR1:   CLR     A
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL   WRITE_CHR
        INC     DPTR
        DJNZ    R7,STR1
        MOV     A,#40H
        LCALL   GOTOXY
        MOV     DPTR,#TABLE2
        MOV     R7,#8
ST1:    CLR     A
        MOVC    A,@A+DPTR
```

```
        LCALL   WRITE_CHR
        INC     DPTR
        DJNZ    R7,ST1
        RET
```

3.5.6 การเซตให้ข้อมูลค้าง

ข้อมูลที่ออกจาก 8255 ไปนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังตัวค้างข้อมูลซึ่งทำหน้าที่รักษาสถานะของข้อมูลเอาไว้เพื่อที่พอร์ตนั้นจะไปทำหน้าที่อื่นๆได้ สัญญาณที่ต้องควบคุมมีทั้งหมด 40 เส้นแต่ตอนนี้มีอยู่ 6 พอร์ต จะใช้ 5 พอร์ตสำหรับข้อมูล และอีก 1 พอร์ตสำหรับควบคุมการค้างข้อมูลซึ่งการค้างข้อมูลนี้จะใช้ D Latch โดยจะใช้ขอบของสัญญาณในการกระตุ้นเพื่อให้ข้อมูลผ่านจากอินพุทไปยังเอาท์พุทซึ่งสัญญาณกระตุ้นนี้ก็คือสัญญาณจากพอร์ตควบคุมนั่นเองลักษณะโปรแกรมในการส่งค่าไปกระตุ้นตัวค้างข้อมูลเป็นดังนี้

```
        MOV     DPTR,#0E083H
        MOV     A,#80H          ;ค่าควบคุม
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     DPTR,#0E080H    ;ค่าพอร์ตที่จะส่งข้อมูล
        MOV     A,R7            ;ข้อมูลมาจาก R7
        MOVX    @DPTR,A         ;ส่งข้อมูลออกไป
        MOV     DPTR,#0E082H    ;ค่าพอร์ตที่ทำหน้าที่ควบคุมตัวค้าง
                                ;ข้อมูล
        MOV     A,#00001000B    ;เกิดสัญญาณขอบบวกไปกระตุ้น
        MOVX    @DPTR,A         ;ตัวค้างข้อมูล
        MOV     A,#0
        MOVX    @DPTR,A
```

3.5.7 การเซตการรับค่าและเปรียบเทียบค่า

ข้อมูลที่รับมาได้จากพอร์ตอนุกรมนั้นจะถูกเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ SBUF จะนำข้อมูลจากส่วนนี้มาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งเอาไว้หากค่านั้นตรงกันก็จะผ่านไปโปรแกรมย่อยอื่นต่อไป แต่ถ้าหากไม่ตรงก็จะขอข้อมูลใหม่ลักษณะโปรแกรมเป็นดังนี้

```
        LCALL   GETDATA         ;เรียกโปรแกรมย่อยรับข้อมูล
GR1YES: CJNE    R0,#GROUP1,NOTEQU;เปรียบเทียบข้อมูลถ้าเท่ากัน
```

```
                SETB    20H                 ;ไปที่ SLAYESถ้าไม่เท่าจะไปที่
                LJMP    SLAYES              ;NOTEQU
GETDATA:        MOV     SCON,#01000000B     ;โปรแกรมรับข้อมูล
                SETB    ES
                CLR     RI
GET:            SETB    REN                 ;วนลูปถ้าข้อมูลยังไม่มา
                JNB     RI,GET
                MOV     'A,SBUF
                MOV     R0,A
                RET
```

ส่วนประกอบของโปรแกรมย่อยทั้งหมดที่ได้ออกแบบจะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมหลัก ที่ตัวโปรแกรมหลักจะมีลักษณะเป็นทางเลือกให้ผู้ใช้เลือกเส้นทางการทำงานของโปรแกรม โดยที่เส้นทางการทำงานของโปรแกรมในแต่ละเส้นทางจะทำการเรียกโปรแกรมย่อยเหล่านี้ไปใช้งาน ในแต่ละเส้นทางของโปรแกรมก็คือสถานะต่างๆที่ผู้ใช้เลือกนั่นเอง เมื่อเขียนโปรแกรมในแต่ละเส้นทางเป็นที่เรียบร้อย และในแต่ละเส้นทางการทำงานของโปรแกรมทำเรียกโปรแกรมย่อยมาใช้งาน ก็จะได้โปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของสวิตช์ให้เป็นไปตามสถานะที่ผู้ใช้ต้องการ

3.6 สรุป

จากที่กล่าวมาในบทนี้จะได้ส่วนประกอบที่สำคัญในโครงข่ายการสื่อสารตามที่ได้เลือกนำมาใช้งานและได้ออกแบบ นั่นก็คือในส่วนของวงจรขยายสัญญาณเสียงจะเลือกวงจรที่ใช้ไอซี TDA2006 ซึ่งภายในเป็นวงจรออปแอมป์โดยต่อเป็นวงจรขยายไม่กลับเฟสดังที่ได้นำเสนอไปข้างต้น และวงจรขยายสัญญาณภาพจะเป็นวงจรแคสเคดชนิด CE-CE โดยเลือกใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC547B และ BC557B เพราะว่าต้องการอัตราขยายแรงดันและแถบความถี่ที่สูงพอในการขยายสัญญาณภาพ สำหรับวงจรรตัดต่อสัญญาณภาพ/เสียงจะใช้ Quad Analog Switch เป็นสวิตช์ที่ทำการตัดต่อเลือกสัญญาณอินพุทส่งไปยังเอาท์พุทที่ต้องการ โดยจะเลือกใช้ไอซีเบอร์ MC14066BCP ซึ่งจะถูกควบคุมการตัดต่อจาก MCS-51 ส่วนการตั้งสถานะของห้องต่างๆ จะสามารถทำได้โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนแรกเป็นแป้นควบคุมหลักจะมีสวิตช์ทั้งหมด 9 ตัวซึ่งแต่ละตัวจะประกอบไปด้วยรหัส 8 บิตโดยรหัสแต่ละตัวมีความหมายที่จะบ่งบอกถึงสถานะและห้องที่ต้องการกำหนดสถานะ โดยข้อมูลจะถูกส่งไปยัง MCS-51 เพื่อทำการจัดเส้นทาง และส่วนที่สองเป็นแป้นควบคุมย่อยจะแบ่งออกเป็น 4 ชุดในแต่ละชุดจะมีสวิตช์ 4 ตัวและมีรหัสประจำตำแหน่งในแต่ละสวิตช์นั้นๆซึ่งรหัสดัง

กล่าวจะแสดงถึงการร้องขอที่จะรับสัญญาณจากห้องใดโดยห้องที่จะทำการร้องขอได้นั้นจะต้องเป็นห้องส่ง (Master Room) เท่านั้น ในส่วนของซอฟแวร์ก็จะรอรับข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อที่จะนำไปประมวลผลเมื่อผลลัพธ์ที่ได้ออกมาก็จะไปทำการสับสวิทช์เลือกสถานะได้ตามความต้องการของผู้ใช้

บทที่ 4
การทดลองการใช้งาน

4.1 กล่าวนำ

ระบบการเรียนการสอนสองทางที่สร้างขึ้นมานั้นได้ออกแบบไว้สำหรับกลุ่มอาคารเรียนที่มีขนาด 4 ห้องเรียนในการออกแบบครั้งนี้ใช้กลุ่มอาคารเรียนที่มีห้องขนาด 300 ที่นั่งในกลุ่มอาคารเรียนรวม โดยการนำสัญญาณทั้งภาพและเสียงจากห้องที่ทำการถ่ายทอดส่งไปยังห้องที่ต้องการจะรับชมซึ่งอาจารย์ผู้สอนอยู่ในห้องถ่ายทอดสัญญาณก็จะสามารถโต้ตอบกับนักศึกษาที่อยู่ในห้องรับ (Slave Room) ได้โดยการชมผ่านจอโทรทัศน์จึงทำให้การเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

การทดสอบนี้สามารถกำหนดว่าห้องใดใน 4 ห้องเป็นห้องที่ถ่ายทอดหรือเป็นห้องที่รับชมได้ ถ้าห้องใดไม่ต้องการที่จะรับชมก็สามารถอยู่ในสถานะลอยตัวหรือไม่ต้องการติดต่อกับห้องอื่นได้ โดยการกำหนดสถานะนั้นสามารถควบคุมได้จากแป้นควบคุมหลัก

4.2 ขั้นตอนการทดสอบและผลการทดสอบ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดสอบอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้สร้างขึ้นคือ ชุดวงจรขยายสัญญาณภาพและเสียง ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง ชุดแป้นควบคุมหลัก และแป้นควบคุมย่อยว่าอุปกรณ์สามารถใช้งานได้จริงโดยมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

1. การทดสอบเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง
2. การทดสอบชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง
3. การทดสอบแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อย
4. การทดสอบอุปกรณ์รวมทั้งหมด

4.2.1 การทดสอบเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง

การทดสอบอุปกรณ์เครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียงนั้นได้ทำการทดสอบถึงการตอบสนองของวงจรขยายสัญญาณภาพและเสียงที่ความถี่คงที่และอัตราการขยายคงที่โดยจะทำการปรับค่าแรงดันอินพุทที่เข้าไปว่าจะมีผลอย่างไรกับกับเครื่องขยายสัญญาณภาพและสียง

1) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบมีดังต่อไปนี้

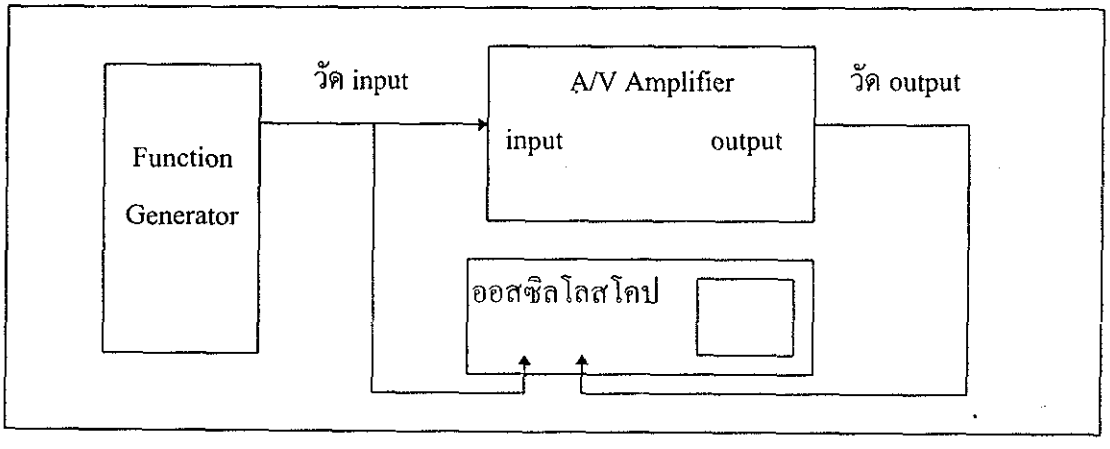
ก. เครื่องกำเนิดสัญญาณ

ข. ออสซิลโลสโคป

ค. เครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง

2) วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียงจะแสดงดังรูปที่ 4.1 โดยการป้อนอินพุทซายน์เวฟที่ความถี่ 10 kHz สำหรับวงจรขยายสัญญาณเสียง และที่ 1 MHz สำหรับวงจรขยายสัญญาณภาพเข้าไปที่อินพุทของเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียงโดยมีแรงดันเริ่มจาก 0.1 V_{pp} ถึง 5 V_{pp} และทำการสังเกตลักษณะของสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาเพื่อที่จะหาช่วงการขยายสัญญาณที่ดีที่สุดของวงจรนี้โดยที่สัญญาณเอาท์พุทจะไม่ผิดเพี้ยนไปจากอินพุทโดยการทดสอบนี้ใช้อัตราขยายคงที่



รูปที่ 4.1 การหาความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุทของเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง

วัดค่าเอาท์พุทที่ได้บันทึกในตารางที่ 4.1 สำหรับสัญญาณเสียง และตารางที่ 4.2 สำหรับสัญญาณภาพ

3) ผลการทดลอง

ก. การทดสอบ เครื่องขยายสัญญาณเสียง

ตารางที่ 4.1 การหาความเพี้ยนของสัญญาณเอาท์พุทของเครื่องขยายสัญญาณเสียงที่ความถี่ 10 kHz และอัตราขยายคงที่

แรงดันอินพุท (V_{pp})	แรงดันเอาท์พุท (V_{pp})	ลักษณะของสัญญาณเอาท์พุท
0.1	14.4	ซายน์เวฟ
0.2	24	ซายน์เวฟ
0.3	30	ซายน์เวฟ
0.4	36	ซายน์เวฟ

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

แรงดันอินพุท (V_{pp})	แรงดันเอาท์พุท (V_{pp})	ลักษณะของสัญญาณเอาท์พุท
0.5	37	ซายน์เวฟหัวตัด
1.0	37	ซายน์เวฟหัวตัด
1.5	37	ซายน์เวฟหัวตัด
2.0	37	ซายน์เวฟหัวตัด
2.5	37	ซายน์เวฟหัวตัด
3.0	37	ซายน์เวฟหัวตัด
3.5	37	ซายน์เวฟหัวตัด
4.0	37	ซายน์เวฟหัวตัด
4.5	37	ซายน์เวฟหัวตัด
5.0	37	ซายน์เวฟหัวตัด

ข. การทดสอบเครื่องขยายสัญญาณภาพ

ตารางที่ 4.2 การหาความเพียนของสัญญาณเอาท์พุทของเครื่องขยายสัญญาณภาพที่ความถี่ 1 MHz โดยที่อัตราขยายคงที่

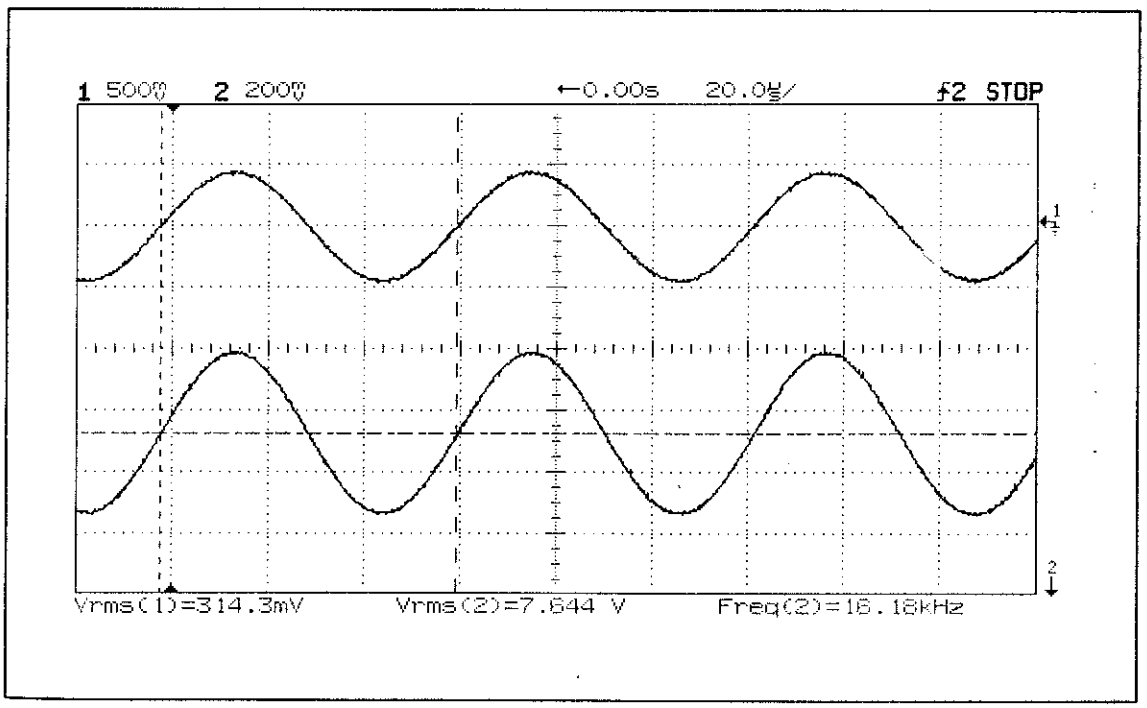
แรงดันอินพุท (V_{pp})	แรงดันเอาท์พุท (V_{pp})	ลักษณะของสัญญาณเอาท์พุท
0.1	25	ซายน์เวฟ
0.2	26	ซายน์เวฟ
0.3	26.5	ซายน์เวฟ
0.4	27	ซายน์เวฟ
0.5	28	ซายน์เวฟ
1.0	32	ซายน์เวฟ
1.5	39	ซายน์เวฟ
2.0	42	ซายน์เวฟ
2.5	44	ซายน์เวฟหัวตัด
3.0	45	ซายน์เวฟหัวตัด
3.5	45	ซายน์เวฟหัวตัด

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

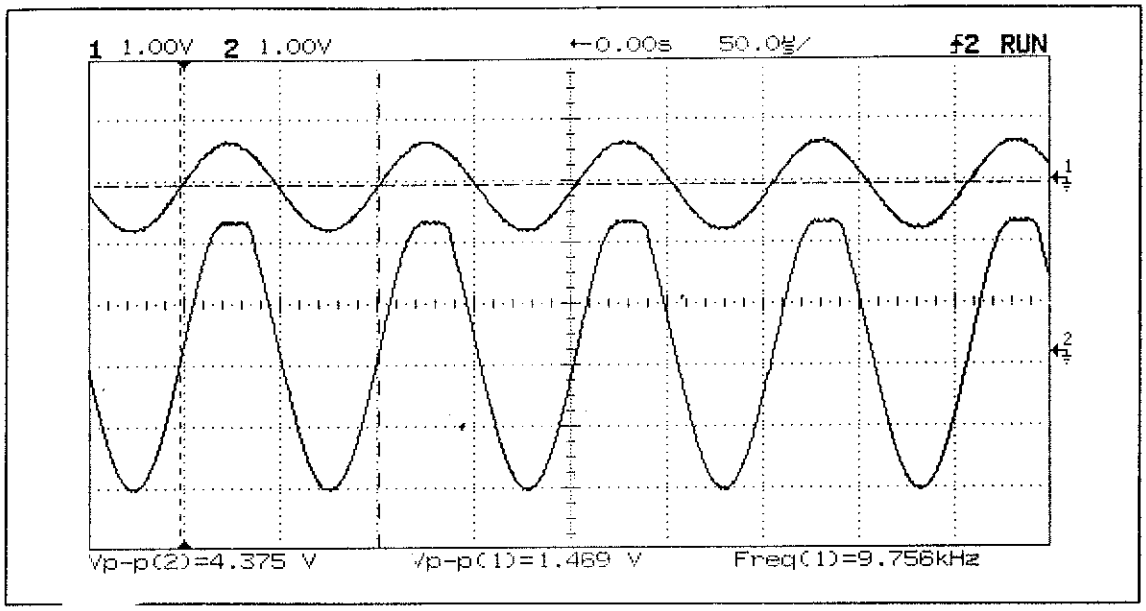
แรงดันอินพุท (V_{pp})	แรงดันเอาท์พุท (V_{pp})	ลักษณะของสัญญาณเอาท์พุท
4.0	46	ซายน์เวฟหัวตัด
4.5	49	ซายน์เวฟหัวตัด
5.0	46	ซายน์เวฟหัวตัด

ค. สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่าเครื่องขยายสัญญาณเสียงและภาพที่อัตราขยายคงที่และความถี่อินพุทคงที่นั้นจะพบว่าที่แรงดันอินพุทตั้งแต่ 0.1 - 0.4 Vpp ของเสียงและ 0.1 - 2.0 Vpp ของสัญญาณภาพนั้นรูปคลื่นที่ออกมาไม่มีการเปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 4.2 แต่ช่วงที่แรงดันอินพุทมีค่า 0.5 - 5.0 Vppของสัญญาณเสียงและ2.5 - 5.0 ของสัญญาณภาพนั้นสัญญาณที่ออกมาที่เอาท์พุทมีการผิดเพี้ยนดังได้แสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงสัญญาณเอาท์พุทโดยที่เอาท์พุทมีการไม่ผิดเพี้ยน



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงสัญญาณเอาท์พุทโดยที่เอาท์พุทมีการผิดเพี้ยน

4.2.2 การทดสอบชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

การทดสอบชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงทำการทดสอบว่าถ้ามีการระบุสถานะและการเลือกชมสัญญาณจากห้องต่างๆนั้น ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงสามารถทำตามที่เลือกได้หรือไม่ เพื่อทำให้การทดสอบมีความแม่นยำจึงส่งข้อมูลควบคุมมาจากคอมพิวเตอร์

1) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

ก. วีดีโอ

ข. โทรทัศน์

ค. คอมพิวเตอร์

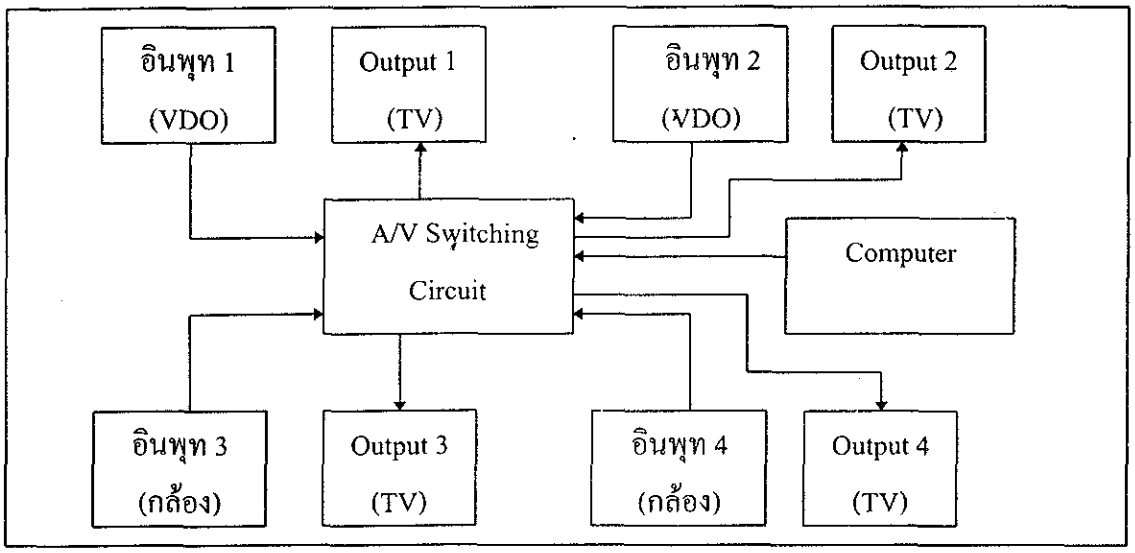
ง. กล้องถ่ายวีดีโอ

จ. ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

2) วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบชุดความคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงโดยทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.4 เพื่อทำการทดสอบดูว่าอุปกรณ์ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณสามารถทำงานได้จริงตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยทำการต่อสัญญาณภาพและเสียงที่มาจากออกมาจากเครื่องเล่นวิดีโอจำนวน 2 เครื่องและกล้องวิดีโอ 2 ตัว ต่อเข้าที่ช่องสัญญาณอินพุทของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงแล้วเอาสัญญาณที่ช่องเอาท์พุทของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงเข้าโทรทัศน์ 4 เครื่องแล้วทำ

การทดสอบตามสถานะต่างๆ ที่แสดงไว้ดังตารางที่ 4.3 ตามลำดับ โดยการทดลองจะนี้ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม



รูปที่ 4.4 การทดสอบชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

3) ผลการทดสอบ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงในกรณีที่มีห้องส่ง (Master Room) 1 ห้อง

ห้องส่ง	ห้องรับ	ห้องลอยตัว	ผล
1	2	3,4	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2ได้ -ห้อง 3 และ 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
1	3	2,4	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 3ได้ -ห้อง 2 และ 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
1	4	2,3	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 4ได้ -ห้อง 2 และ 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
2	1	3,4	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1ได้ -ห้อง 3 และ 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
2	3	1,4	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 3ได้ -ห้อง 1 และ 4 รับสัญญาณของตัวเองได้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ห้องส่ง	ห้องรับ	ห้องลอยตัว	ผล
2	4	1,3	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 1 และ 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
3	1	2,4	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 2 และ 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
3	2	1,4	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 1 และ 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
3	4	1,2	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 1 และ 2 รับสัญญาณของตัวเองได้
4	1	2,3	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 2 และ 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
4	2	1,3	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 1 และ 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
4	3	1,2	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 1 และ 2 รับสัญญาณของตัวเองได้
1	2,3	4	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 และ 3 ได้ -ห้อง 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
1	2,4	3	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 และ 4 ได้ -ห้อง 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
1	3,4	2	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 และ 4 ได้ -ห้อง 2 รับสัญญาณของตัวเองได้
2	1,3	4	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 และ 3 ได้ -ห้อง 4 รับสัญญาณของตัวเองได้
2	1,4	3	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 และ 4 ได้ -ห้อง 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
2	3,4	1	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 และ 4 ได้ -ห้อง 1 รับสัญญาณของตัวเองได้
3	1,2	4	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 และ 2 ได้ -ห้อง 4 รับสัญญาณของตัวเองได้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ห้องส่ง	ห้องรับ	ห้องลอยตัว	ผล
3	2,4	1	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 และ 4 ได้ -ห้อง 1 รับสัญญาณของตัวเองได้
3	1,4	2	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 และ 4 ได้ -ห้อง 2 รับสัญญาณของตัวเองได้
4	1,2	3	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 และ 2 ได้ -ห้อง 3 รับสัญญาณของตัวเองได้
4	1,3	2	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 และ 3 ได้ -ห้อง 2 รับสัญญาณของตัวเองได้
4	2,3	1	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 และ 3 ได้ -ห้อง 1 รับสัญญาณของตัวเองได้
1	2,3,4	-	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2,3 และ 4 ได้
2	1,3,4	-	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1,3 และ 4 ได้
3	1,2,4	-	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1,2 และ 4 ได้
4	1,2,3	-	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1,2 และ 3 ได้

ตารางที่ 4.4 แสดงการทดลองการตัดต่อของชุดควบคุมสัญญาณภาพและเสียงในกรณีที่แบ่งห้องเรียนเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่2		ผล
ห้องส่ง	ห้องรับ	ห้องส่ง	ห้องรับ	
1	2	3	4	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้
1	2	4	3	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้
1	3	2	4	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้
1	3	4	2	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		ผล
ห้องส่ง	ห้องรับ	ห้องส่ง	ห้องรับ	
1	4	2	3	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้
1	4	3	2	-ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้
2	1	3	4	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้
2	1	4	3	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้
2	3	1	4	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้
2	3	4	1	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้
2	4	1	3	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 3ได้
2	4	3	1	-ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้
3	1	2	4	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้
3	1	4	2	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้
3	2	1	4	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้
3	2	4	1	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้
3	4	1	2	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		ผล
ห้องส่ง	ห้องรับ	ห้องส่ง	ห้องรับ	
3	4	2	1	-ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 4 ได้ -ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้
4	1	2	3	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้
4	1	3	2	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้ -ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้
4	2	1	3	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้
4	2	3	1	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้ -ห้อง 3 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้
4	3	1	2	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 1 ส่งสัญญาณไปห้อง 2 ได้
4	3	2	1	-ห้อง 4 ส่งสัญญาณไปห้อง 3 ได้ -ห้อง 2 ส่งสัญญาณไปห้อง 1 ได้

4) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่าเมื่อส่งรหัส 8 บิตแบบอะซิงโครนัสจากพอร์ตอนุกรม COM 1 จากคอมพิวเตอร์ไปยังชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงนั้น เมื่อทำการทดสอบโดยเลือกสถานะของแต่ละห้องตามสถานะต่างๆทั้งหมด พบว่าชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงนั้นสามารถทำงานได้ตรงตามที่ระบุไว้

4.2.3 การทดสอบแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อย

การทดสอบแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยทำขึ้นเพื่อทดสอบความถูกต้องของแป้นควบคุมว่าได้ทำการสื่อสารแบบอนุกรมโดยมีการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสภายใต้มาตรฐาน RS-232 ซึ่งจะส่งไปยังคอมพิวเตอร์ด้วยอัตราการส่ง 9600 บิตต่อวินาทีโดยส่งเข้าที่พอร์ต COM 1

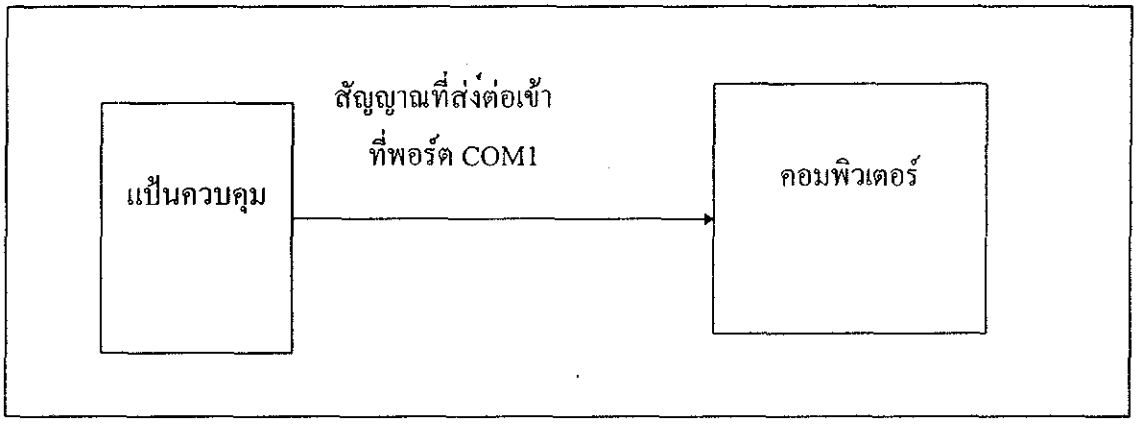
1) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

ก. แป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อย

ข. คอมพิวเตอร์

2) วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยจะดำเนินการต่อวงจรตามรูปที่ 4.5 เพื่อที่จะดูว่าแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยทำงานได้จริง โดยทำการส่งข้อมูลที่เป็นเลขรหัสของตัวเอง (รหัสเลขฐาน 16) เข้าที่พอร์ต COM1 ของคอมพิวเตอร์ แล้วอ่านค่าที่คอมพิวเตอร์รับได้ ทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ทำการส่งออกมาแล้วบันทึกลงในตารางที่ 4.5, 4.6, 4.7 และ 4.8



รูปที่ 4.5 แสดงการทดสอบแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยกับคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบแป้นควบคุมหลัก

สวิตช์	เลือก	รหัส (ฐาน 2)	รหัส(ฐาน 16)	รหัสที่รับ (ฐาน 16) ที่คอมพิวเตอร์
1	MASTER	11101110	EE	EE
2	SLAVE	11101101	ED	ED
3	GROUP1	11101011	EB	EB
4	GROUP2	11011110	DE	DE
5	FLOAT	11011101	DD	DD
6	ROOM1	11011011	DB	DB
7	ROOM2	11001110	CE	CE
8	ROOM3	11001101	CD	CD
9	ROOM4	11001011	CB	CB

ตารางที่ 4.6 แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 1

สวิตช์	เลือกดู	รหัส (ฐาน 2)	รหัส(ฐาน 16)	รหัสที่รับ (ฐาน 16) ที่คอมพิวเตอร์
1	Room 1	00011110	1E	1E
2	Room2	00011101	1D	1D
3	Room3	00011011	1B	1B
4	Room4	00010111	17	17

ตารางที่ 4.7 แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 2

สวิตช์	เลือกดู	รหัส (ฐาน 2)	รหัส(ฐาน 16)	รหัสที่รับ (ฐาน 16) ที่คอมพิวเตอร์
1	Room 1	00101110	2E	2E
2	Room2	00101101	2D	2D
3	Room3	00101011	2B	2B
4	Room4	00100111	27	27

ตารางที่ 4.8 แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 3

สวิตช์	เลือกดู	รหัส (ฐาน 2)	รหัส(ฐาน 16)	รหัสที่รับ (ฐาน 16) ที่คอมพิวเตอร์
1	Room 1	00111110	3E	3E
2	Room2	00111101	3D	3D
3	Room3	00111011	3B	3B
4	Room4	00110111	37	37

4) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบพบว่าข้อมูลที่ส่งจากแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อย โดยทำการส่งข้อมูลที่เป็นเลขรหัสของตัวเอง (รหัสเลขฐาน 16) เข้าที่พอร์ต COM1 ของคอมพิวเตอร์ แล้วอ่านค่าที่คอมพิวเตอร์รับได้ ทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ทำการส่งออกมาพบว่าข้อมูลที่ส่งไปจากแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยนั้นถูกต้องตามที่ส่งไป

ตารางที่ 4.9 แสดงการทดสอบแป้นควบคุมย่อยห้องที่ 4

สวิตช์	เลือกดู	รหัส (ฐาน 2)	รหัส(ฐาน 16)	รหัสที่รับ (ฐาน 16) ที่คอมพิวเตอร์
1	Room 1	01001110	4E	4E
2	Room2	01001101	4D	4D
3	Room3	01001011	4B	4B
4	Room4	01000111	47	47

4.2.4 การทดสอบอุปกรณ์รวมทั้งหมด

การทดสอบอุปกรณ์รวมทั้งหมดนั้นเป็นการทดสอบว่าอุปกรณ์แต่ละตัวได้มีการทำงานที่สอดคล้องกันหรือไม่

1) อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบ

ก. แป้นควบคุมหลักและควบคุมย่อย

ข. เครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง

ค. ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

ง. โทรทัศน์

จ. วีดีโอ

ฉ. กล้องวีดีโอ

2) วิธีการทดสอบ

ทำการทดสอบโดยต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันตามรูปที่ 4.6 โดยทำการต่อโดยให้กล้องวิดีโอและเครื่องเล่นวิดีโอต่อเข้าที่อินพุทของเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง และเอาเอาท์พุทที่ออกจากเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียงเข้าที่ช่องอินพุทของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงแล้วเอาเอาท์พุทต่อเข้ากับโทรทัศน์ ต่อแป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยเข้าที่ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงแล้วทำการทดสอบเพื่อดูว่าระบบการเรียนการสอน 2 ทางที่ได้ออกแบบทำงานได้จริง

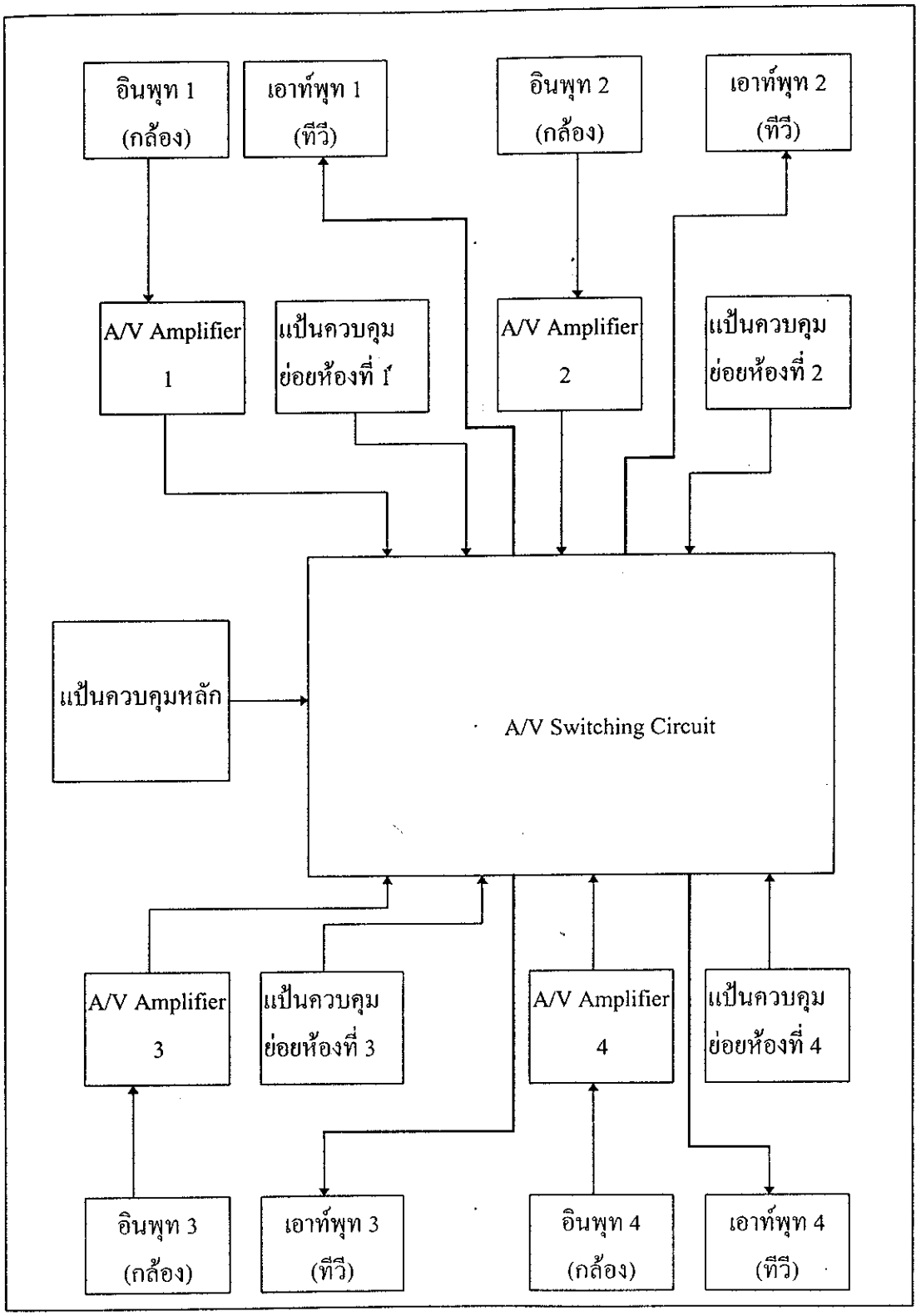
3) ผลการทดสอบ

เมื่อนำระบบในส่วนย่อยต่างๆมารวมเข้าด้วยกันแล้วเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการนั่นก็คือกรณีที่ห้องเรียนเป็นห้องส่ง (Master Room) 1 ห้อง ห้องที่เหลือเป็นรับ (Slave Room) หรือห้องลอยตัว (Float Room) และกรณีที่แบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มมีห้องส่ง (Master Room) และห้องรับ (Slave Room) แป้นควบคุมหลักสามารถส่งข้อมูลสถานะต่างๆที่ผู้

ใช้ต้องการให้กับหน่วยประมวลผลได้ หน่วยประมวลผลทำการสับสวิตช์สัญญาณภาพและเสียงในสถานะต่างๆได้อย่างถูกต้อง แป้นควบคุมย่อยในห้องส่ง (Master Room)สามารถเลือกรับสัญญาณจากห้องรับได้อย่างถูกต้อง แต่ยังพบปัญหาเกี่ยวกับการรบกวนของสัญญาณระหว่างห้องต่างๆ

4) สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดลองโดยรวมของทั้งระบบโครงข่ายการสื่อสาร เครื่องต้นแบบสามารถทำงานให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ตามงานที่ออกแบบไว้ได้จริงนั่นคือ ผู้ใช้จะทำการเลือกสถานะการทำงานที่ส่วนควบคุมซึ่งในส่วนนี้จะมีแป้นพิมพ์หลักที่ให้ผู้ใช้กดเลือกสถานะการทำงาน มีหน่วยแสดงผล(LCD)แสดงสถานะการทำงานของเครื่องต้นแบบ เมื่อผู้ใช้เลือกสถานะการทำงานเรียบร้อยแล้วเส้นทางของสัญญาณภาพและเสียงที่อยู่ภายในเครื่องต้นแบบก็จะถูกตัดต่อตามที่ผู้ใช้กำหนด การถ่ายทอดสัญญาณถ่ายทอดไปถูกต้องตามสถานะที่กำหนด แป้นพิมพ์ย่อยที่อยู่ในห้องส่ง (Master-Room)ทำหน้าที่ในการเลือกดูสัญญาณจากห้องรับ (Slave Room) สามารถเลือกดูสัญญาณจากห้องต่างๆได้อย่างถูกต้อง โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ใช้แป้นพิมพ์ย่อยนี้



รูปที่ 4.6 แผนภาพการทดสอบอุปกรณ์รวมทั้งหมด

บทที่ 5
สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

โครงงานชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทางนั้นเป็นระบบที่ใช้ในการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงไปยังห้องเรียนอื่นๆได้โดยออกแบบให้สามารถใช้ได้ทั้งหมด 4 ห้องเรียนชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียน์การสอนแบบสองทางเป็นระบบที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณภาพและเสียงไปยังห้องเรียนอีกทั้งสามารถโต้ตอบหรือซักถามไปมาข้ามห้องเรียนได้ โดยอาศัยการส่งสัญญาณภาพและเสียงไปตามสาย และมีส่วนที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงที่ต้องการไปยังห้องเรียนนั้นๆ จากการทดสอบอุปกรณ์ในบทที่ผ่านมานั้น เครื่องต้นแบบที่ได้ทำขึ้นสามารถทำงานได้จริงตามที่ได้ตั้งขอบเขตของงานไว้

5.2 สรุปผลโครงงาน

ชุดควบคุมสื่อการเรียนการสอนแบบสองทางที่ได้ออกแบบไว้นั้นมีประสิทธิภาพตามขอบเขตที่กำหนดของโครงงานที่กำหนดไว้คือ สามารถทำการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงระหว่าง 4 ห้องเรียนให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้ต้องการได้ โดยจะทำการเลือกสถานะที่แป้นพิมพ์หลัก แป้นพิมพ์ย่อยในห้องที่เป็นห้องส่ง (Master Room) ก็สามารถเลือกดูสัญญาณจากห้องรับได้ ชุดขยายสัญญาณภาพและเสียงก็สามารถขยายสัญญาณภาพและเสียงได้ซึ่งจะถูกใช้เมื่อสายสัญญาณมีความยาวมากจนทำให้ขนาดของสัญญาณภาพและเสียงลดลง แต่ว่ายังมีปัญหาเรื่องการรบกวนของสัญญาณระหว่างห้องต่างๆ เช่น สัญญาณจากห้องที่ 1 ไปรบกวนสัญญาณห้องที่ 2 เป็นต้นทำให้คุณภาพของสัญญาณภาพและเสียงไม่ดีเท่าที่ควร

5.3 ปัญหาและการแก้ไข

การจัดสร้างชุดควบคุมสื่อการเรียนการสอนแบบสองทางได้เกิดปัญหาขึ้นทางคณะผู้จัดทำจึงขอเสนอปัญหาที่พบและแนวทางที่แก้ดังต่อไปนี้

5.3.1 สัญญาณที่ส่งมาจากแป้นควบคุมได้เกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณขึ้นซึ่งการผิดเพี้ยนของสัญญาณนั้นมีได้หลายสาเหตุเช่น การลดทอนลงของระดับสัญญาณซึ่งเกิดจากการสูญเสียภายในสายนำสัญญาณ จะทำการแก้ไขได้โดยการขยายขนาดของสัญญาณให้สูงขึ้น อีกสาเหตุที่พบคือการ

เปลี่ยนความถี่ของสัญญาณ ในการออกแบบแป้นควบคุมได้ใช้อัตราการส่งเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที เมื่อสัญญาณเดินทางไปในสายนำสัญญาณจะเกิดการหน่วงของสัญญาณขึ้นได้

5.3.2 เกิดการรบกวนกันของสัญญาณภาพและเสียงภายในส่วนควบคุมการตัดต่อสัญญาณ สาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นี้มาจากการที่ออกแบบนั้นได้ใช้สายนำสัญญาณที่เชื่อมระหว่างอินพุทและเอาท์พุทเป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดการรบกวนกันของสัญญาณ มีวิธีแก้ไขโดยลดจำนวนสายนำสัญญาณให้เหลือน้อยลงและสายที่ใช้ควรมีชีลด์หุ้ม

5.3.3 เมื่อระดับสัญญาณอินพุทมีระดับที่ไม่เท่ากันจะเกิดการกวนกันของสัญญาณวิธีแก้ไขคือการปรับระดับแรงดันอินพุทให้ใกล้เคียงกันก่อนจะส่งเข้าไปในส่วนควบคุมการตัดต่อสัญญาณ

5.3.4 ปัญหาในการตรวจซ่อมและการบำรุงรักษา การที่ได้ใช้สายนำสัญญาณที่เชื่อมระหว่างอินพุทและเอาท์พุทมีจำนวนมากจึงมีปัญหาในการบำรุงรักษา วิธีแก้ไขก็คือการออกแบบแผ่นวงจรให้สามารถเสียบลงในช่องเสียบได้ ดังนั้นจึงไม่ต้องใช้สายนำสัญญาณมาก

5.4 ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้ที่ต้องการที่จะทำการปรับปรุงและพัฒนาโครงงานนี้ต่อ คณะผู้จัดทำใคร่ขอเสนอว่าควรปรับปรุงฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ให้ทำการเชื่อมต่อระหว่างกลุ่มอาคารเรียนได้ ซึ่งจะสามารถทำให้สามารถทำการถ่ายทอดได้หลายห้องยิ่งขึ้น ปรับปรุงในส่วนของ Switching Circuit ซึ่งในส่วนนี้จะมีผลต่อคุณภาพของสัญญาณภาพและเสียง

ภาคผนวก ก.

วิธีการใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบสองทาง

วิธีการใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการสอนแบบสองทาง

ในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องต้นแบบสามารถแบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 4 ส่วนสำคัญคือ

1) ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

2) แป้นควบคุมหลัก

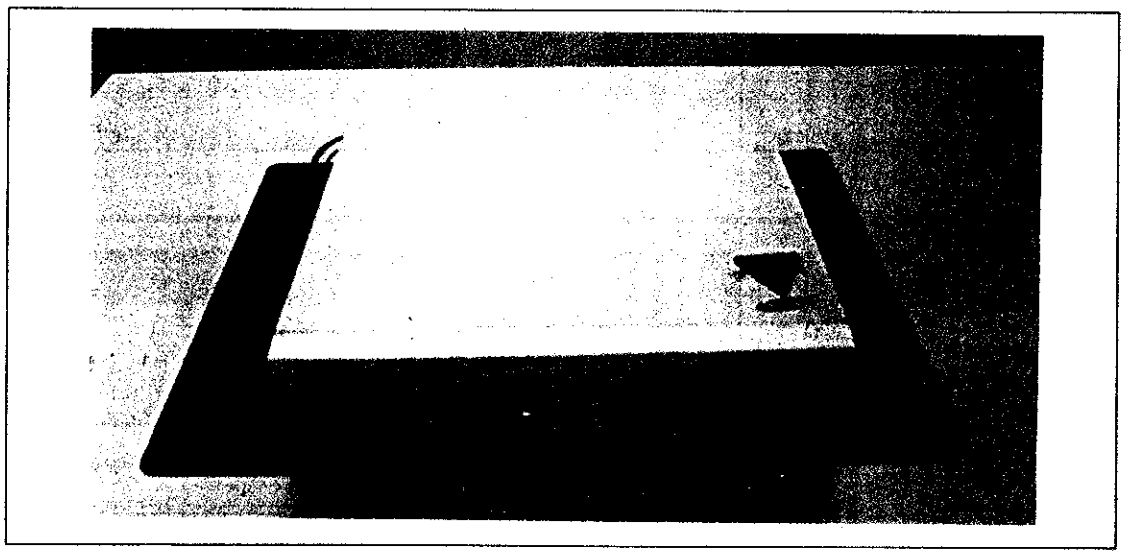
3) แป้นควบคุมย่อย

4) อุปกรณ์ขยายสัญญาณภาพและเสียง

ซึ่งอุปกรณ์แต่ละตัวที่กล่าวมานี้จะอธิบายวิธีการใช้งานและการต่ออุปกรณ์ในหัวข้อถัดไป

1 ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

ชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงทำหน้าที่ในการกำหนดสถานะต่างๆของแต่ละห้องจากแป้นควบคุมหลักและยังทำหน้าที่ในการสร้างเส้นทางสำหรับส่งข้อมูลจากต้นทางไปปลายทางซึ่งจะมีส่วนสำคัญอยู่ 2 ส่วนคือ MCS-51 และวงจรตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง และหน้าที่ที่สำคัญของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงอีกหน้าที่หนึ่งคือการรับสัญญาณจากห้องส่ง (Master Room) ดังจะมีลักษณะภายนอกดังรูปที่ ก-1



รูปที่ ก-1 ลักษณะภายนอกของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง

2 แป้นควบคุมหลัก

แป้นควบคุมหลักทำหน้าที่ในการกำหนดสถานะของห้องต่างๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยจะมีปุ่มเลือกสถานะอยู่ 5 ปุ่มและปุ่มเลือกห้องอยู่ 4 ปุ่มดังรูปที่ ก-2 โดยมีปุ่มเลือกสถานะดังนี้

ปุ่ม Master ทำหน้าที่ในการเลือกสถานะห้องส่ง

ปุ่ม Slave ทำหน้าที่ในการเลือกสถานะห้องรับ

ปุ่ม 3 Group1 ทำหน้าที่ในการเลือกกลุ่มที่ 1

ปุ่ม 4 Group2 ทำหน้าที่ในการเลือกกลุ่มที่ 2

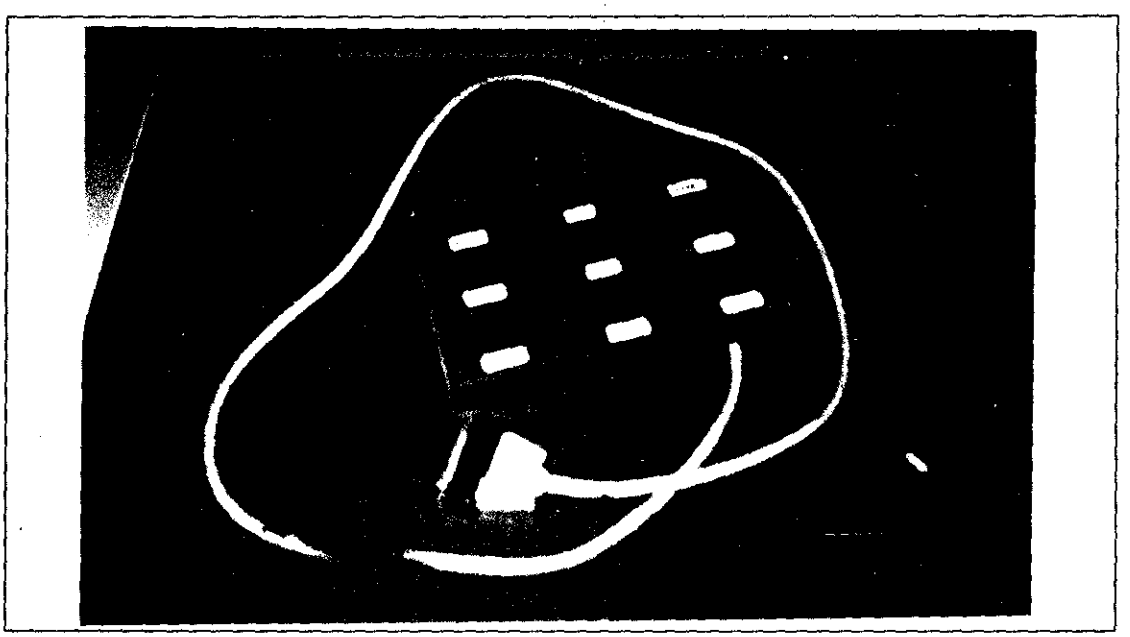
ปุ่ม 5 Float ทำหน้าที่ในการเลือกสถานะลอยตัว

ปุ่ม 6 Room1 ทำหน้าที่ในการเลือกห้อง 1

ปุ่ม 7 Room2 ทำหน้าที่ในการเลือกห้อง 2

ปุ่ม 8 Room3 ทำหน้าที่ในการเลือกห้อง 3

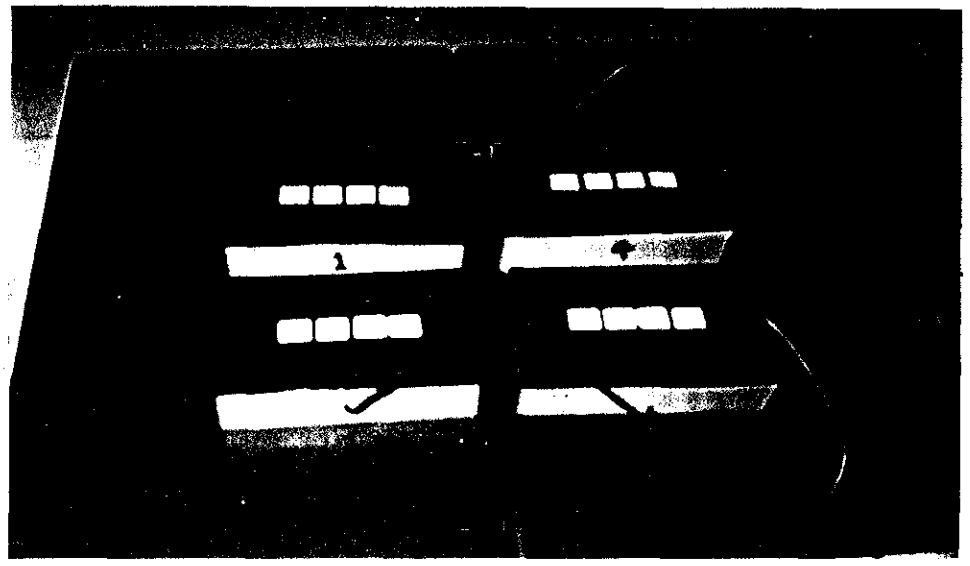
ปุ่ม 9 Room4 ทำหน้าที่ในการเลือกห้อง 4



รูปที่ ก-2 แสดงลักษณะภายนอกของแป้นควบคุมหลัก

3 แป้นควบคุมย่อย

แป้นควบคุมย่อยจะทำหน้าที่ในการเลือกรับสัญญาณภาพและเสียงโดยห้องที่จะใช้แป้นควบคุมย่อยได้จะต้องเป็นห้องส่ง (Master Room) เท่านั้น โดยแป้นควบคุมย่อยจะมีลักษณะดังรูปที่ ก-3

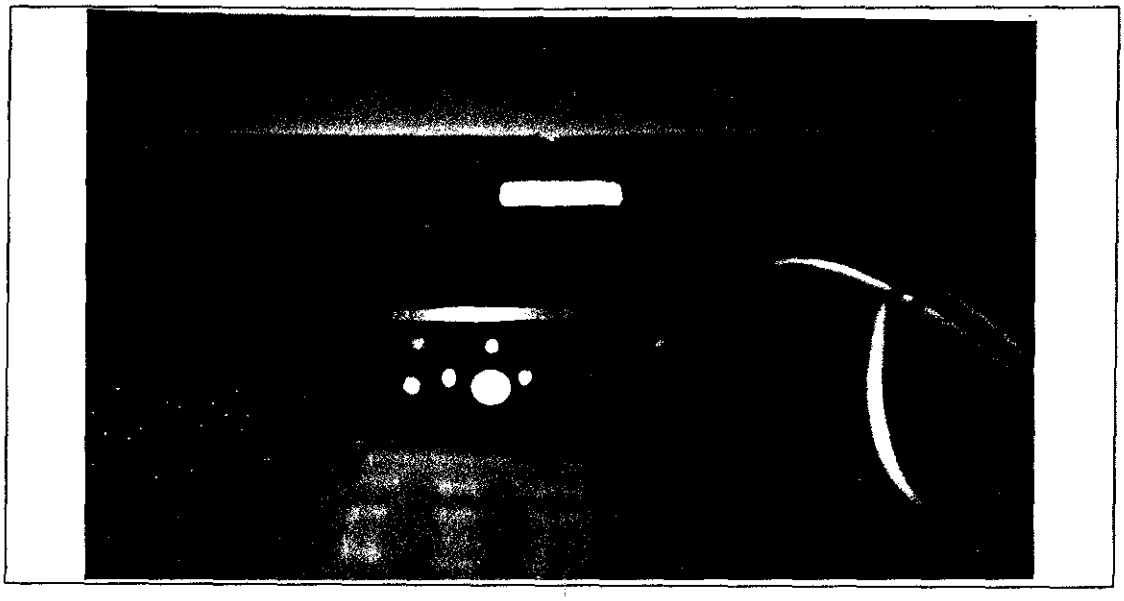


รูปที่ ก-3แสดงลักษณะภายนอกของแป้นควบคุมย่อย

โดย ปุ่ม Room1 ทำหน้าที่ในการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 1
ปุ่ม Room2 ทำหน้าที่ในการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 2
ปุ่ม Room3 ทำหน้าที่ในการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 3
ปุ่ม Room4 ทำหน้าที่ในการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 4

4 เครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง

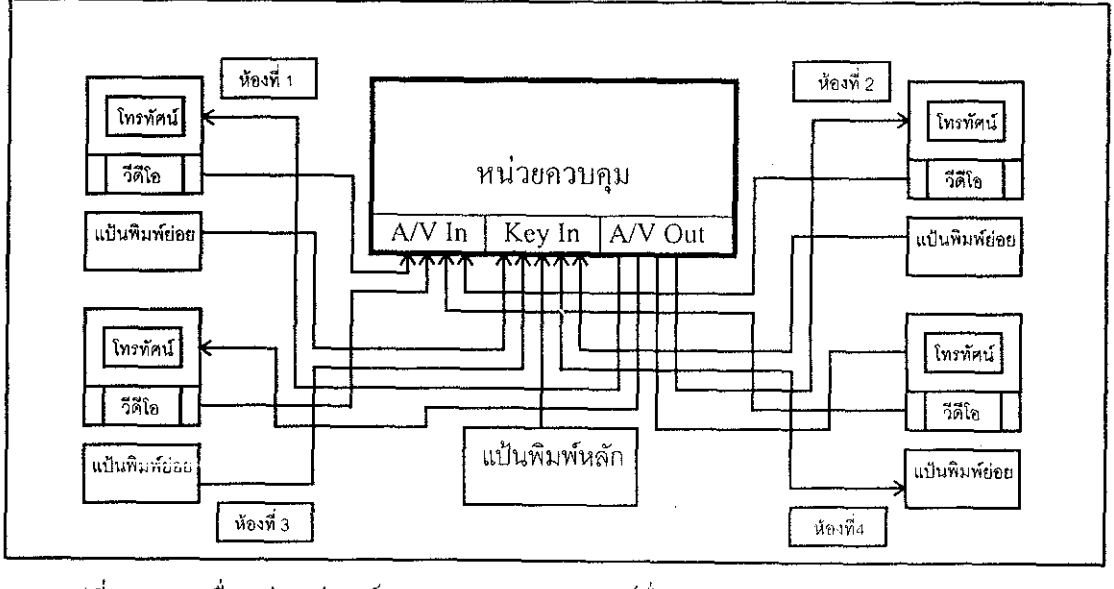
เครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียงทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณภาพและเสียงก่อนจะส่งเข้าไปในส่วนควบคุมตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงและการใช้งานนั้นจะใช้เมื่อมีการส่ง สัญญาณภาพและเสียงไปในระยะทางไกลๆ โดยมีรูปแบบดังรูปที่ ก-4



รูปที่ ก-4 ลักษณะภายนอกของเครื่องขยายสัญญาณภาพและเสียง

5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อสารการเรียนการสอนแบบ 2 ทาง

ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์นั้น แป้นควบคุมหลักและแป้นควบคุมย่อยจะต่อเข้าที่ช่องเสียบที่ส่วนควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียง แล้วทำการต่อสัญญาณภาพและเสียงของแต่ละห้องที่จะถ่ายทอดเข้ากับช่อง A/V Input และต่อโทรทัศน์ของแต่ละห้องเข้ากับ A/V Output โดยสัญญาณภาพและเสียงจะถูกขยายโดยเครื่องขยายก่อนที่จะเข้าช่อง A/V Input ดังแสดงในรูปที่ ก-5



รูปที่ ก-5 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ของชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อสารการเรียนการสอนแบบ 2 ทาง

6 การใช้งานชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนแบบ 2 ทาง

ในการใช้งานนั้นขั้นตอนแรกที่จะต้องทำคือทำการต่ออุปกรณ์ให้เรียบร้อยจากนั้นทำการเปิดสวิตช์ไฟของชุดควบคุมการตัดต่อสัญญาณภาพและเสียงและทำการเปิดตัวขยายสัญญาณภาพและเสียง(ในกรณีที่ส่งในระยะทางไกลๆ) ขั้นตอนต่อมาให้กดปุ่ม Reset แล้วก็จะทำการทำหนดสภาพของห้องตามที่ต้องการ สถานะของห้องนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ แบบที่มีห้องเรียนเพียง 1 ห้องที่เป็นห้องส่ง แบบแบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม และแบบทุกห้องลอยตัว โดยจะได้อธิบายการใช้งานของแต่ละแบบได้ดังนี้

1) แบบห้องเรียนเพียง 1ห้องเป็นห้องส่ง

การใช้คำสั่งที่แป้นควบคุมหลักมีดังนี้

- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE' ให้กดปุ่ม Master
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT ROOM' ให้กดปุ่มเลือกห้องส่ง (Master Room)
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE' ให้กดปุ่ม Slave
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT ROOM' ให้กดปุ่มเลือกห้องรับ (Slave Room)
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE/STOP' ถ้าต้องการห้องรับเพียง 1 ห้องก็ไม่ต้องทำการกดปุ่มใดๆ อีกแต่ถ้ามีห้องรับมากกว่านี้ก็ให้กดปุ่ม Slave แล้วตามด้วยห้องที่ต้องการให้เป็นห้องรับ และเมื่อทำการเลือกห้องรับครบ 3 ห้องก็จะปรากฏข้อความ 'WORK COMPLETE' หลังจากนี้ประมาณ 1 วินาทีก็จะปรากฏข้อความ 'WORKING...'

*ห้องที่ไม่ได้ทำการเลือกจะเป็นห้องลอยตัว (Float Room)

เช่น ห้อง 2 เป็นห้องส่ง ห้อง 1,3,4 เป็นห้องรับจะมีลำดับในการกดปุ่มดังนี้

Master - Room2 - Slave - Room1 - Slave - Room3 - Slave - Room4

2) แบบแบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม

การจัดแบบ Group นี้จะเป็นการจัดให้มีห้องส่ง (Master Room) จำนวน 2 ห้องและห้องรับ (Slave Room) จำนวน 2 ห้องโดยคำสั่งทีแป้นควบคุมหลักเป็นดังนี้

- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE' กดปุ่ม Group1 เพื่อเลือกห้องที่จะใช้ในกลุ่มที่ 1
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE' กดปุ่ม Master เพื่อกำหนดสถานะห้องส่งของกลุ่มที่ 1
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT ROOM'เลือกห้องที่ต้องการให้เป็นห้องส่ง(Master - Room)

- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE'กดปุ่ม Slave เพื่อกำหนดสถานะห้องรับของกลุ่มที่ 1
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT ROOM'เลือกห้องที่ต้องการให้เป็นห้องรับ(Slave - Room)
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE' กดปุ่ม Group2 เพื่อเลือกห้องที่จะใช้ในกลุ่มที่ 2
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE' กดปุ่ม Master เพื่อกำหนดสถานะห้องส่งของกลุ่มที่ 2
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT ROOM'เลือกห้องที่ต้องการให้เป็นห้องส่ง(Master-Room)
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT MODE'กดปุ่ม Slave เพื่อกำหนดสถานะห้องรับของกลุ่มที่ 2
- หน้าจอแสดงข้อความ 'SELECT ROOM'เลือกห้องที่ต้องการให้เป็นห้องรับ(Slave - Room)
- หลังจากนี้จะปรากฏข้อความ ' WORK COMPLETE ' และ ' WORKING... '

เช่น ต้องการสถานะการทำงาน กลุ่มที่ 1 มีห้องที่ 1 เป็นห้องส่งและห้องที่ 2 เป็นห้องรับ ในกลุ่มที่ 2 มีห้อง 3 เป็นห้องส่งและห้องที่ 4 เป็นห้องรับจะมีลำดับในการกดปุ่มดังนี้

Group1 - Master - Room1 - Slave - Room2 - Group2 - Master - Room3 - Slave - Room4

3) แบบห้องทุกห้องลอยตัว

แบบห้องทุกห้องลอยตัวคือห้องทุกห้องเป็นห้องอิสระห้องแต่ละห้องจะรับสัญญาณภาพและเสียงจากห้องของตัวเองเท่านั้นไม่สามารถรับสัญญาณจากห้องอื่นได้การกำหนดสถานะนี้ทำได้โดยกดปุ่ม Float ที่หน้าจอจะปรากฏข้อความ 'ALL ROOM FLOAT'

*ในการเปลี่ยนสถานะทุกครั้งจะต้องกดปุ่ม Reset เสมอเพื่อล้างสถานะเก่าออกไป

7 การเลือกรับสัญญาณโดยใช้แป้นควบคุมย่อยภายในห้องส่ง

การเลือกรับสัญญาณภาพและเสียงในขณะที่ห้องเป็นห้องส่ง (Master Room) จะใช้แป้นควบคุมย่อยในการเลือกรับสัญญาณโดย

ปุ่ม 1 จะเป็นการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 1

ปุ่ม 2 จะเป็นการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 2

ปุ่ม 3 จะเป็นการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 3

ปุ่ม 4 จะเป็นการเลือกรับสัญญาณจากห้องที่ 4

ในการเลือกรับสัญญาณนี้จะสามารถเลือกรับได้เฉพาะห้องที่เป็นห้องรับ(Slave Room) เท่านั้นไม่สามารถรับสัญญาณจากห้องลอยตัว (Float Room) ได้

ภาคผนวก ข.

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญในชุดควบคุมอุปกรณ์สื่อการสอนแบบสองทาง

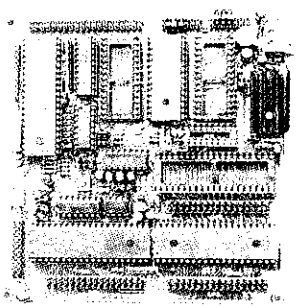
บอร์ด CPAT32

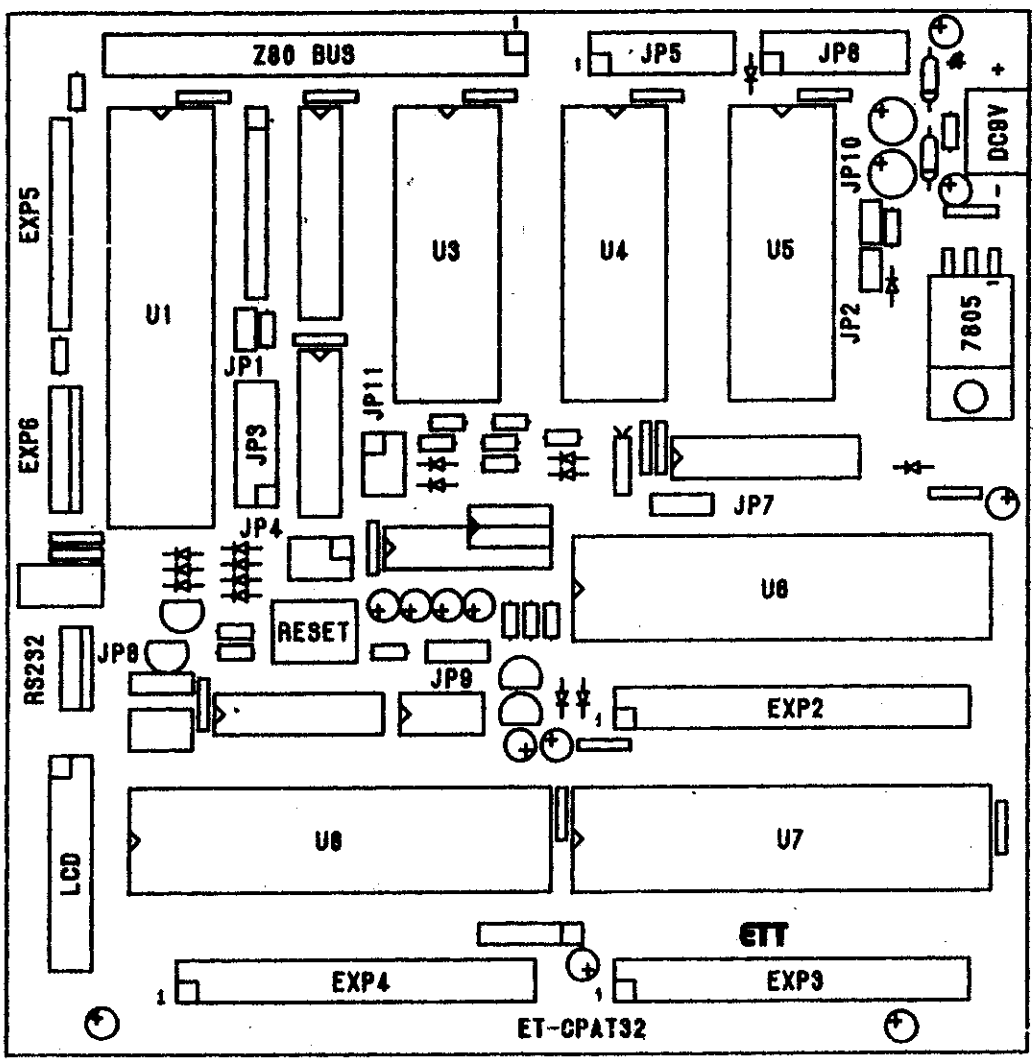
บอร์ด CPAT32 เป็นบอร์ดที่ทาง บ.อิทิที ตั้งใจที่ทำให้เป็นบอร์ดคอนโทรลที่ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งในงานอุตสาหกรรม, การศึกษา งานควบคุมภายในบ้าน, อาคาร, สำนักงาน

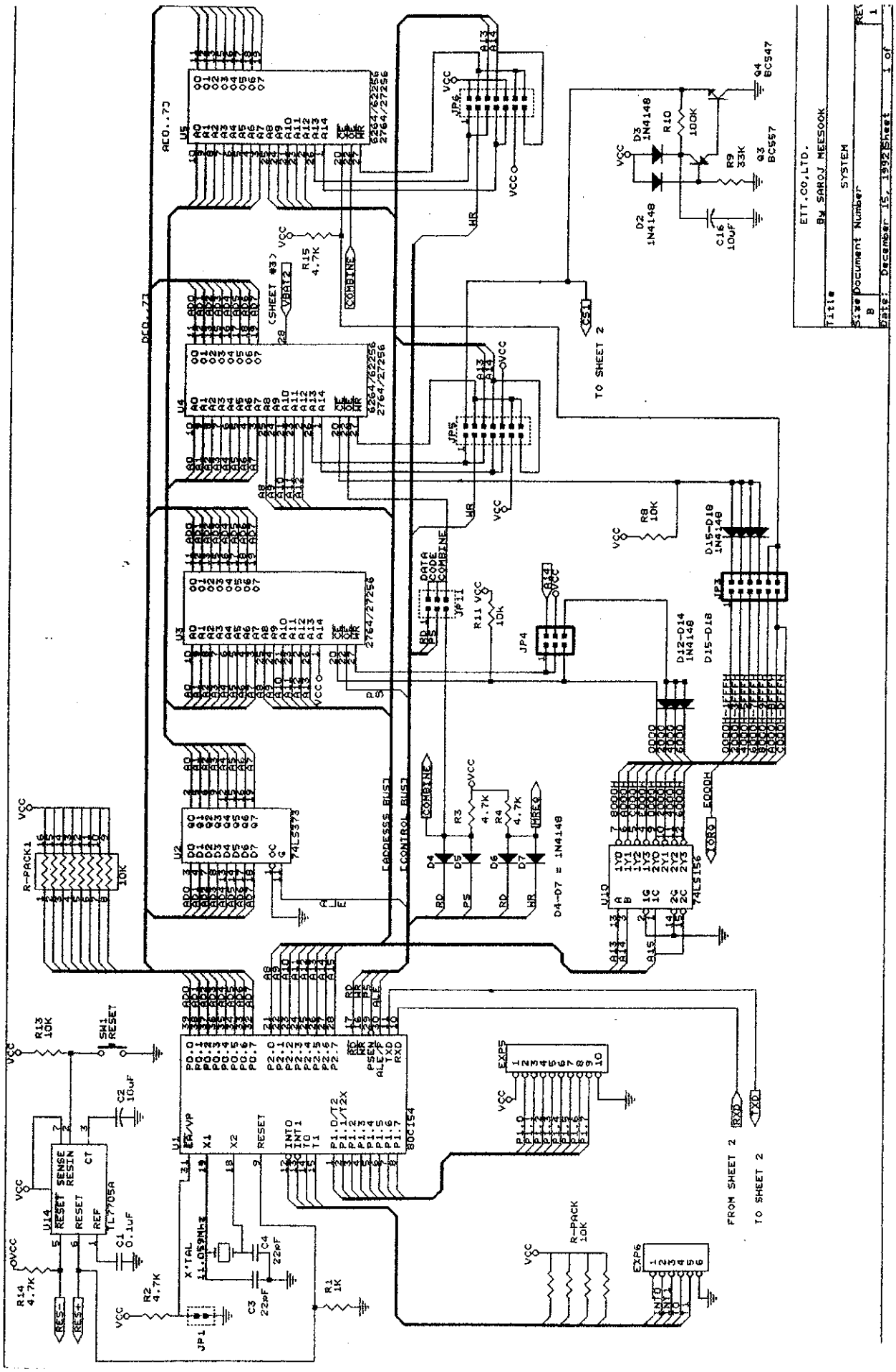
เป็นบอร์ดที่ใช้งานง่าย เนื่องจากบอร์ด CPAT32, ผู้ใช้สามารถนำไปเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสแซมบี้ หรือ ภาษ BASIC

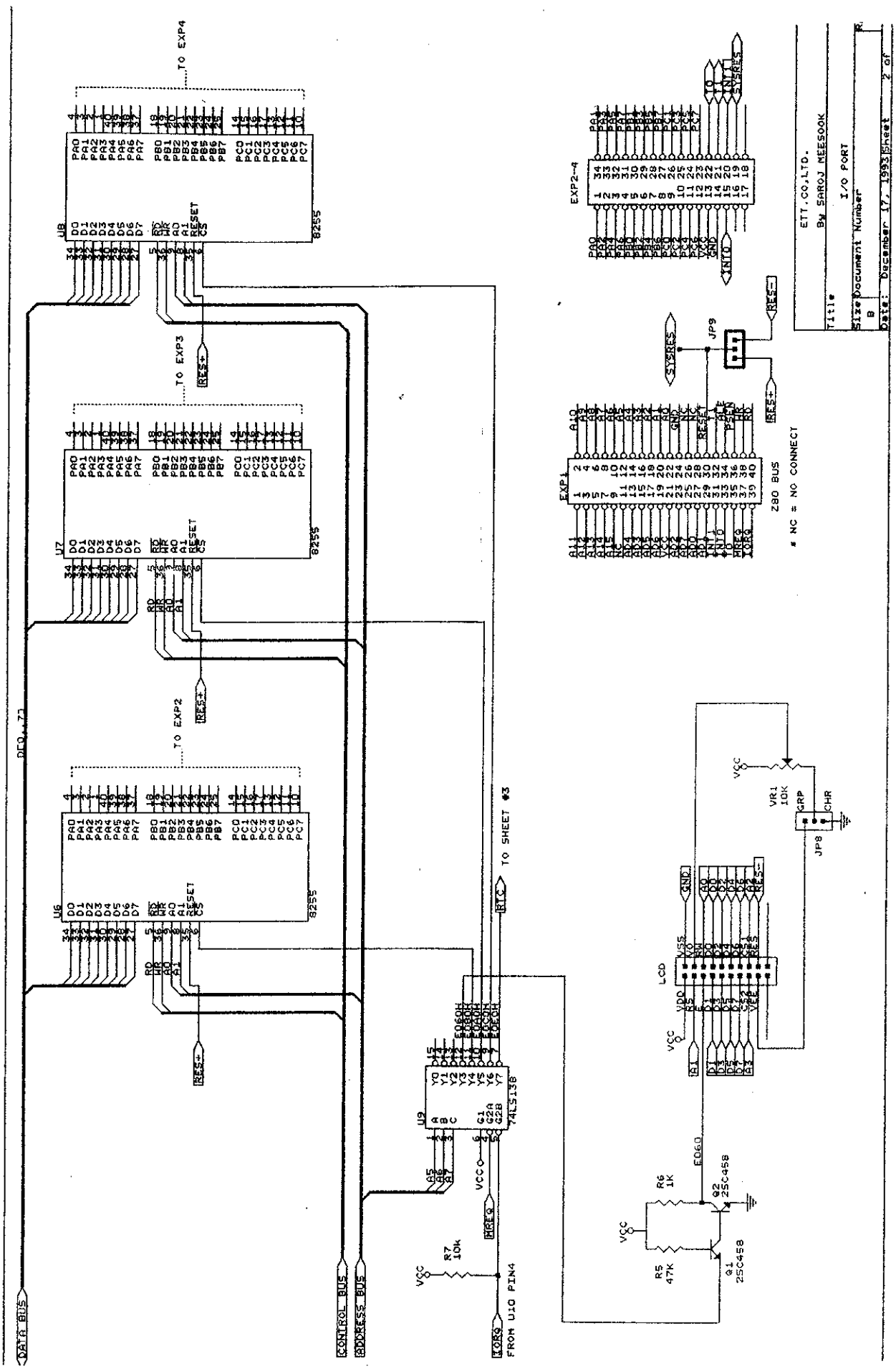
คุณลักษณะพิเศษ

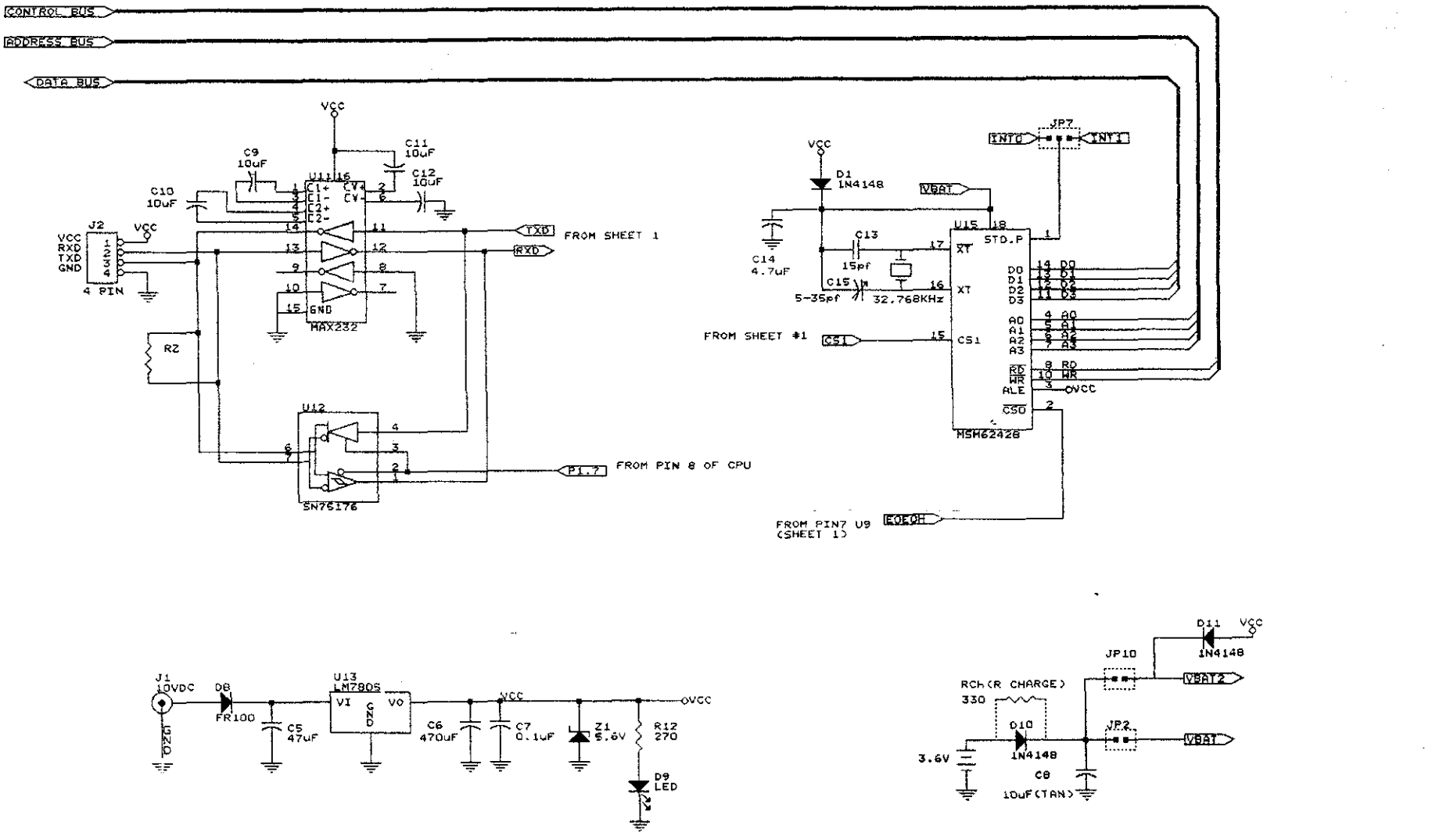
- CPU 80C154 (8032)
- WATCH DOG สามารถเลือกใช้ ทั้งแบบ 8,16,32 บิท
- แต่ละพอร์ตสามารถโปรแกรมการ PULL UP ภายในได้ว่าจะให้เป็น HI IMPEDANCE (100K) หรือ LOW IMPEDANCE (10K)
- RS232/RS422 1 CHANNEL
- RTC (M6264B OKI)
- PROGRAMABLE PORT 8255 X 3 (72 บิท I/O)
- ขั้วต่อ LCD ทั้งแบบ CHARACTER และ GRAPHIC
- ขั้วต่อ KEY BOARD แบบ MATRIX ขนาด 4x4 (port 1 ของ CPU)
- หน่วยความจำภายนอก 3 SOCKET สามารถเลือกขนาดและตำแหน่งได้ (8 KB/32 KB)




Z80 BUS
JP5
JP6
DC9V
EXP5
EXP6
U1
JP1
JP3
JP4
U3
JP11
U4
U5
JP10
JP2
7805
JP7
U6
RESET
JP8
RS232
JP9
EXP2
LCD
U8
U7
ETT
EXP4
EXP3
ET-CPAT32


ETT.CO,LTD.
By SAROJ MEESOOK
SYSTEM
Size: B
Document Number
Date: December 15, 1992
Sheet 1 of
TO SHEET 2
FROM SHEET 2
TO SHEET 2
ADDRESS BUS
CONTROL BUS
COMBINE
DATA CODE COMBINE
D4-D7 = 1N4148
D12-D14 1N4148
D15-D18 1N4148
D15-D18
R-PACK1 10K
R-PACK 10K
X'TAL 11.059MHz
80C154
74LS373
74LS156
TC7705A
6264/62256 2764/27256
R1 1K
R2 4.7K
R3 4.7K
R4 4.7K
R8 10K
R9 33K
R10 10K
R11 10K
R13 10K
R14 4.7K
R15 4.7K
C1 0.1uF
C2 10uF
C3 22pF
C4 22pF
C16 10uF
D2 1N4148
D3 1N4148
Q3 BC557
Q4 BC547
SH1 RESET
JP1
JP2
JP3
JP4
JP5
JP6
EXP5
EXP6
VCC
VBAT
RES-
RES+
RXD
TXD


TO EXP4
TO EXP3
TO EXP2
U8
U7
U6
8255
PA0
PA1
PA2
PA3
PA4
PA5
PA6
PA7
PB0
PB1
PB2
PB3
PB4
PB5
PB6
PB7
PC0
PC1
PC2
PC3
PC4
PC5
PC6
PC7
RESET
RES+
PC0..7
DATA BUS
CONTROL BUS
ADDRESS BUS
TO SHEET #3
RTC
U9
74LS138
EXP2-4
EXP1
Z80 BUS
* NC = NO CONNECT
SYSRES
JP9
LCD
VR1
10K
GRP
CHR
JP8
R6
1K
R5
47K
R7
10K
Q1
2SC458
Q2
2SC458
ETT.CO,LTD.
By SHAROJ MEESOOK
I/O PORT
Size
Document Number
Date: December 17, 1993
Sheet 2 of



ETT.CO,LTD.	
By SAROJ MEESOOK	
Title: PERIPHERAL	
Size: B	Document Number
Date: December 17, 1993	Sheet 3 of

CD4066BM/CD4066BC quad bilateral switch

general description

The CD4066BM/CD4066BC is a quad bilateral switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-pin compatible with CD4016BM/CD4016BC, but has a much lower "ON" resistance, and "ON" resistance is relatively constant over the input-signal range.

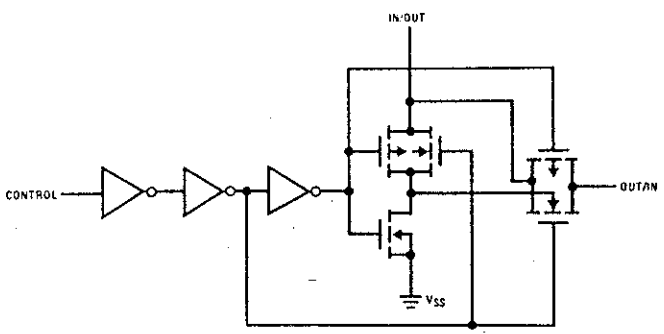
features

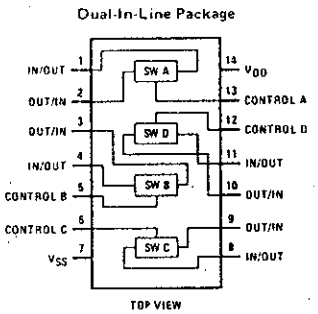
- Wide supply voltage range — 3V to 15V
- High noise immunity — 0.45 V_{DD} typ
- Wide range of digital and analog switching — ±7.5 V_{PEAK}
- "ON" resistance for 15V operation — 80Ω typ
- Matched "ON" resistance over 15V signal input — ΔR_{ON} = 5Ω typ
- "ON" resistance flat over peak-to-peak signal range
- High "ON"/"OFF" output voltage ratio — 65 dB typ @ f_{is} = 10 kHz, R_L = 10 kΩ
- High degree of linearity — < 0.4% distortion typ @ f_{is} = 1 kHz, V_{is} = 5 Vp-p, $V_{DD} - V_{SS}$ = 10V, R_L = 10 kΩ
- Extremely low "OFF" switch leakage — 0.1 nA typ @ $V_{DD} - V_{SS}$ = 10V, T_A = 25°C
- Extremely high control input impedance — 10^{12}Ω typ
- Low crosstalk between switches — −50 dB typ @ f_{is} = 0.9 MHz, R_L = 1 kΩ
- Frequency response, switch "ON" — 40 MHz typ

applications

- Analog signal switching/multiplexing
  - Signal gating
  - Squelch control
  - Chopper
  - Modulator/Demodulator
  - Commutating switch
- Digital signal switching/multiplexing
- CMOS logic implementation
- Analog-to-digital/digital-to-analog conversion
- Digital control of frequency, impedance, phase, and analog-signal gain

schematic and connection diagrams





absolute maximum ratings

(Notes 1 and 2)

V_{DD} Supply Voltage	−0.5V to +18V
V_{IN} Input Voltage	−0.5V to V_{DD} + 0.5V
T_S Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
P_D Package Dissipation	500 mW
T_L Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

operating conditions

(Note 2)

V_{DD} Supply Voltage	3V to 15V
V_{IN} Input Voltage	0V to V_{DD}
T_A Operating Temperature Range	
CD4066BM	−55°C to +125°C
CD4066BC	−40°C to +85°C

dc electrical characteristics CD4066BM (Note 2)

PARAMETER		CONDITIONS	−55°C		25°C			125°C		UNITS
			MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
I_{DD}	Quiescent Device Current	V_{DD} = 5V		0.25		0.01	0.25		7.5	μA
		V_{DD} = 10V		0.5		0.01	0.5		15	μA
		V_{DD} = 15V		1.0		0.01	1.0		30	μA
SIGNAL INPUTS AND OUTPUTS										
R_{ON}	"ON" Resistance	R_L = 10 kΩ								
		V_C = V_{DD} V_{SS} V_{is}								
		7.5V −7.5V −7.5V to +7.5V		220		80	280		320	Ω
		15V 0V 0V to 15V								
		5V −5V −5V to +5V		400		120	500		550	Ω
		10V 0V 0V to 10V								
		2.5V −2.5V −2.5V to +2.5V		3000		270	5000		5500	Ω
		5V 0V 0V to 5V								
ΔR_{ON}	Δ"ON" Resistance	R_L = 10 kΩ								
	Between Any 2 of 4	V_C = V_{DD} V_{SS} V_{is}								
	Switches	7.5V −7.5V −7.5V to +7.5V				5				Ω
		15V 0V 0V to 15V								
		5V −5V −5V to +5V				10				Ω
		10V 0V 0V to 10V								
I_{OFF}	Input or Output Leakage	V_{DD} V_C = V_{SS} V_{is} V_{os}								
	Switch "OFF"	7.5V −7.5V ±7.5V 0V		±50		±0.1	±50		±500	nA
		5V −5V ±5V 0V		±50		±0.1	±50		±500	nA
CONTROL INPUTS										
V_{IL}	Low Level Input Voltage	V_{is} = V_{DD}, V_{os} = V_{SS}, $I_{is} \leq 10\ \mu A$								
		V_{DD} = 5V		1.5		2.25	1.5		1.5	V
		V_{DD} = 10V		3.0		4.5	3.0		3.0	V
		V_{DD} = 15V		4.0		6.75	4.0		4.0	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	V_{DD} = 5V		3.5		2.75	3.5		3.5	V
		V_{DD} = 10V		7.0		5.5	7.0		7.0	V
		V_{DD} = 15V		11.0		8.25	11.0		11.0	V
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} - V_{SS}$ = 15V		±0.1		$\pm 10^{-5}$	±0.1		±1.0	μA
		$V_{DD} \geq V_{is} \geq V_{SS}$								
		$V_{DD} \geq V_C \geq V_{SS}$								

dc electrical characteristics CD4066BC (Note 2)

PARAMETER		CONDITIONS	−40°C		25°C			85°C		UNITS
			MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
I_{DD}	Quiescent Device Current	V_{DD} = 5V		1.0		0.01	1.0		7.5	μA
		V_{DD} = 10V		2.0		0.01	2.0		15	μA
		V_{DD} = 15V		4.0		0.01	4.0		30	μA

dc electrical characteristics (Continued) CD4066BC (Note 2)

PARAMETER		CONDITIONS				−40°C		25°C			85°C		UNITS
						MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
SIGNAL INPUTS AND OUTPUTS													
R_{ON}	"ON" Resistance	R_L = 10 kΩ											
		$V_C = V_{DD}$	V_{SS}	V_{is}									
		7.5V	−7.5V	−7.5V to +7.5V			250		80	280		300	Ω
		15V	0V	0V to 15V									
		5V	−5V	−5V to +5V			450		120	500		520	Ω
		10V	0V	0V to 10V									
		2.5V	−2.5V	−2.5V to +2.5V			3500		270	5000		5200	Ω
		5V	0V	0V to 5V									
ΔR_{ON}	Δ"ON" Resistance Between Any 2 of 4 Switches	R_L = 10 kΩ											
		$V_C = V_{DD}$	V_{SS}	V_{is}									
		7.5V	−7.5V	−7.5V to +7.5V					5				Ω
		15V	0V	0V to 15V									
		5V	−5V	−5V to +5V					10				Ω
		10V	0V	0V to 10V									
I_{OFF}	Input or Output Leakage Switch "OFF"	V_{DD}	$V_C = V_{SS}$	V_{is}	V_{os}								
		7.5V	−7.5V	±7.5V	0V		±50		±0.1	±50		±200	nA
		5V	−5V	±5V	0V		±50		±0.1	±50		±200	nA
CONTROL INPUTS													
V_{IL}	Low Level Input Voltage	$V_{is} = V_{DD}$, $V_{os} = V_{SS}$, $I_{is} \leq 10\ \mu A$											
		V_{DD} = 5V					1.5		2.25	1.5		1.5	V
		V_{DD} = 10V					3.0		4.5	3.0		3.0	V
		V_{DD} = 15V					4.0		6.75	4.0		4.0	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	V_{DD} = 5V				3.5			2.75	3.5		3.5	V
		V_{DD} = 10V				7.0			5.5	7.0		7.0	V
		V_{DD} = 15V				11.0			8.25	11.0		11.0	V
I_{IN}	Input Current	$V_{DD} - V_{SS}$ = 15V					±0.3		$\pm 10^{-5}$	±0.3		±1.0	μA
		$V_{DD} \geq V_{is} \geq V_{SS}$											
		$V_{DD} \geq V_C \geq V_{SS}$											

ac electrical characteristics T_A = 25°C, $t_r = t_f$ = 20 ns and V_{SS} = 0V unless otherwise specified

PARAMETER		CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{PHL}, t_{PLH}	Propagation Delay Time Signal Input to Signal Output	$V_C = V_{DD}$, C_L = 50 pF, *(Figure 1)*				
		V_{DD} = 5V		25	55	ns
		V_{DD} = 10V		15	35	ns
		V_{DD} = 15V		10	25	ns
t_{PZH}, t_{PZL}	Propagation Delay Time Control Input to Signal Output High Impedance to Logical Level	R_L = 10 kΩ, C_L = 50 pF, *(Figures 2 and 3)*				
		V_{DD} = 5V		90	180	ns
		V_{DD} = 10V		40	80	ns
		V_{DD} = 15V		30	60	ns
t_{PHZ}, t_{PLZ}	Propagation Delay Time Control Input to Signal Output Logical Level to High Impedance	R_L = 10 kΩ, C_L = 5 pF, *(Figures 2 and 3)*				
		V_{DD} = 5V		90	180	ns
		V_{DD} = 10V		60	120	ns
		V_{DD} = 15V		55	110	ns
	Sine Wave Distortion	$V_C = V_{DD}$ = 5V, V_{SS} = −5V, R_L = 10 kΩ, V_{is} = 5 Vp-p, f = 1 kHz, *(Figure 4)*		0.4		%
	Frequency Response—Switch "ON" (Frequency at −3 dB)	$V_C = V_{DD}$ = 5V, V_{SS} = −5V, R_L = 1 kΩ, V_{is} = 5 Vp-p, $20 \log_{10} V_{os}/V_{is}$ = −3 dB, *(Figure 4)*		40		MHz

ac electrical characteristics (Continued)

$T_A = 25°C$, $t_r = t_f = 20$ ns and $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified

	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
	Feedthrough – Switch "OFF" (Frequency at –50 dB)	$V_{DD} = 5V$, $V_C = V_{SS} = -5V$, $R_L = 1\ k\Omega$, $V_{is} = 5$ Vp-p, 20 Log_{10} $V_{os}/V_{is} = -50$ dB, *(Figure 4)*		1.25		MHz
	Crosstalk Between Any Two Switch (Frequency at –50 dB)	$V_{DD} = V_{C(1)} = 5V$; $V_{SS} = V_{C(2)} = -5V$, $R_L = 1\ k\Omega$, $V_{is(A)} = 5$ Vp-p, 20 Log_{10} $V_{os(2)}/V_{is(1)} = -50$ dB, *(Figure 5)*		0.9		MHz
	Crosstalk: Control Input to Signal Output	$V_{DD} = 10V$, $R_L = 10\ k\Omega$, $R_{IN} = 1\ k\Omega$, $V_{CC} = 10V$ Square Wave, *(Figure 6)*		400		mVp-p
	Maximum Control Input Frequency If at V_{os} = 1/2 V_{DD}p-p	$R_L = 1\ k\Omega$, $C_L = 50$ pF, *(Figure 7)*				
		$V_{DD} = 5V$		6.0		MHz
		$V_{DD} = 10V$		8.0		MHz
		$V_{DD} = 15V$		8.5		MHz
C_{IS}	Signal Input Capacitance			8		pF
C_{OS}	Signal Output Capacitance			8		pF
C_{IOS}	Feedthrough Capacitance			0.5		pF
C_{IN}	Control Input Capacitance			5	7.5	pF

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2: $V_{SS} = 0V$ unless otherwise specified.

Note 3: These devices should not be connected to circuits with the power "ON".

Note 4: In all cases, there is approximately 5 pF of probe and jig capacitance on the output; however, this capacitance is included in C_L wherever it is specified.

ac test circuits and switching time waveforms

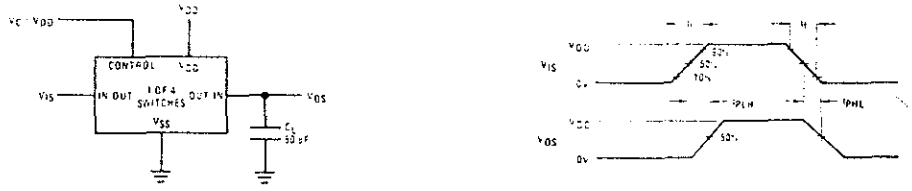


FIGURE 1. t_{PHL}, t_{PLH} Propagation Delay Time Signal Input to Signal Output

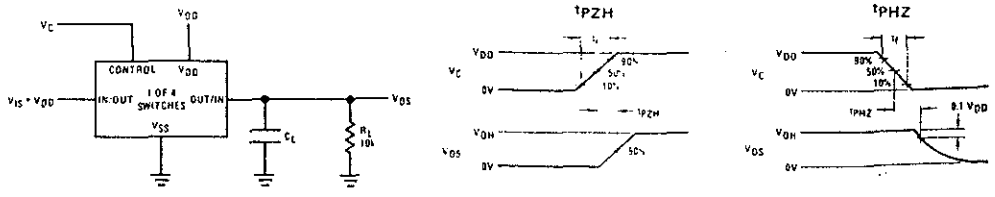
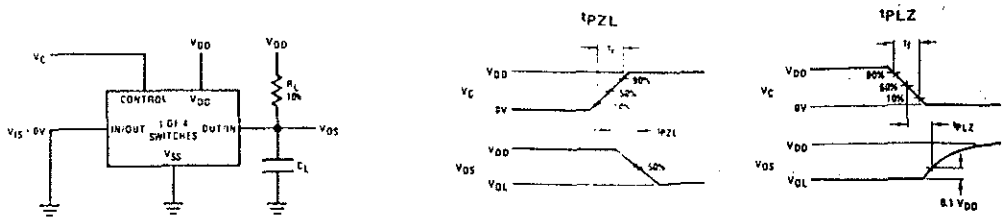


FIGURE 2. t_{PZH}, t_{PHZ} Propagation Delay Time Control to Signal Output



t_{PZL}, t_{PLZ} Propagation Delay Time Control to Signal Output

ac test circuits and switching time waveforms (Continued)

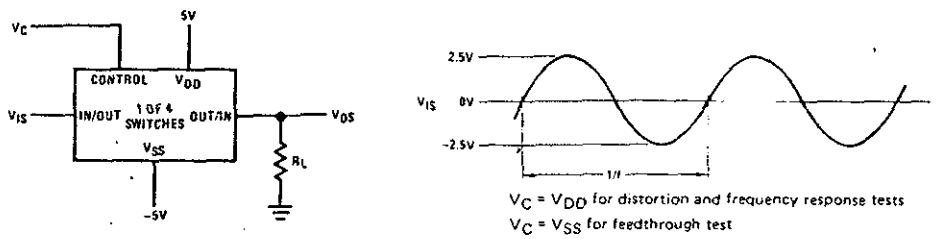


FIGURE 4. Sine Wave Distortion, Frequency Response and Feedthrough

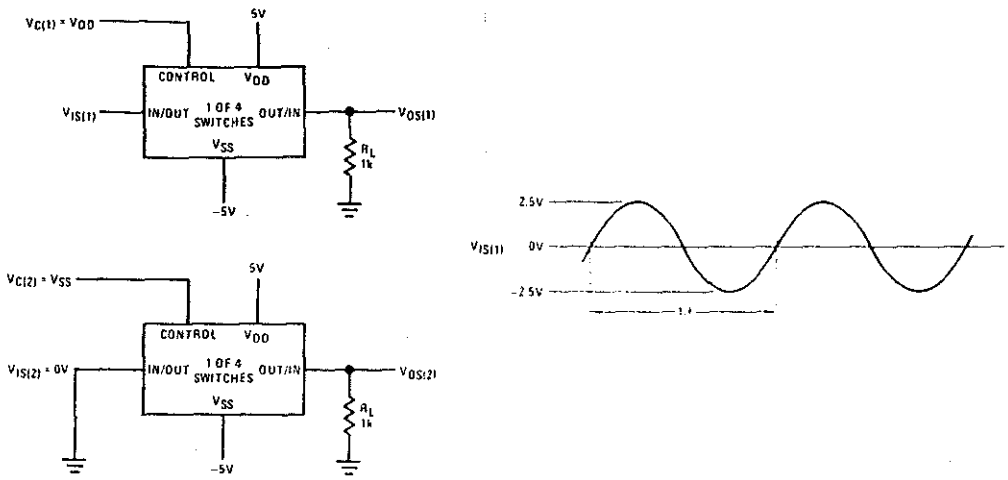


FIGURE 5. Crosstalk Between Any Two Switches

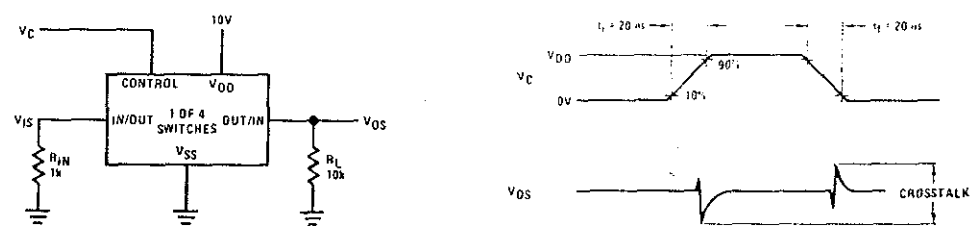
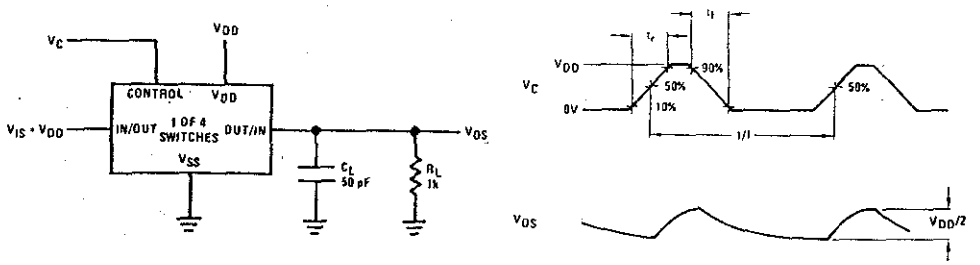


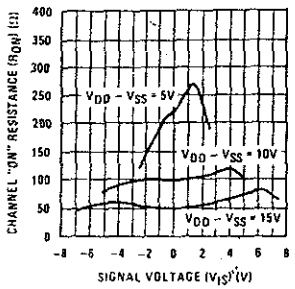
FIGURE 6. Crosstalk: Control Input to Signal Output



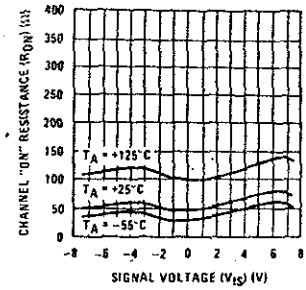
Maximum Control Input Frequency

typical performance characteristics

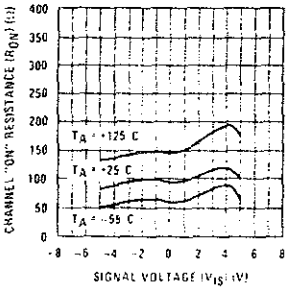
"ON" Resistance vs Signal Voltage for $T_A = 25°C$



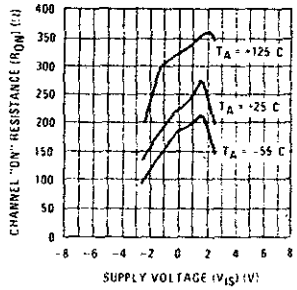
"ON" Resistance as a Function of Temperature for $V_{DD} - V_{SS} = 15V$



"ON" Resistance as a Function of Temperature for $V_{DD} - V_{SS} = 10V$



"ON" Resistance as a Function of Temperature for $V_{DD} - V_{SS} = 5V$

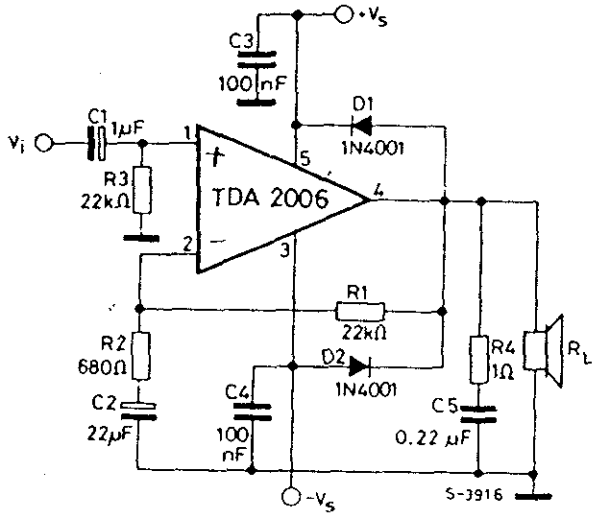


special considerations

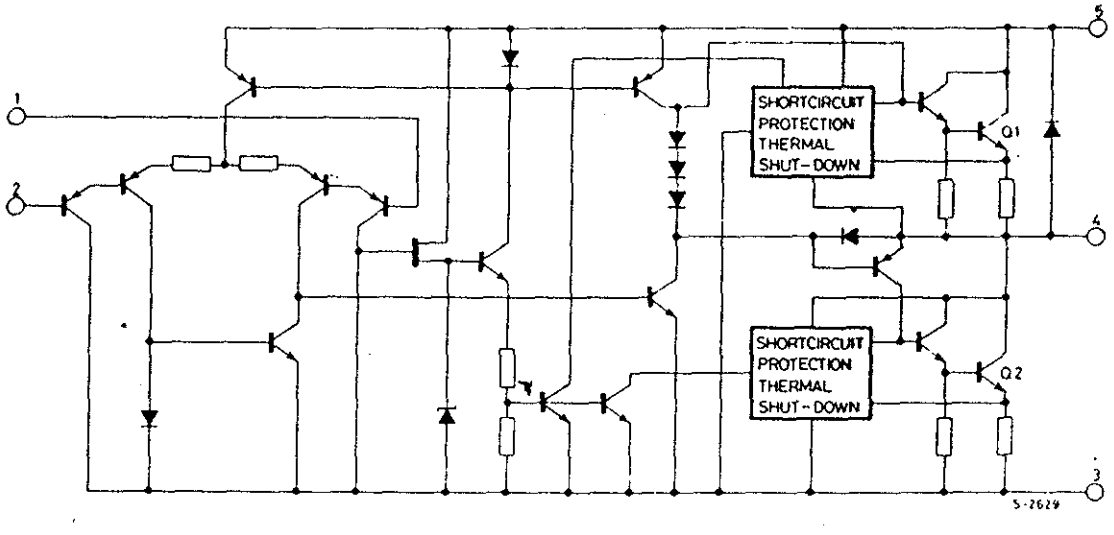
In applications where separate power sources are used to drive V_{DD} and the signal input, the V_{DD} current capability should exceed V_{DD}/R_L (R_L = effective external load of the 4 CD4066BM/CD4066BC bilateral switches). This provision avoids any permanent current flow or clamp action on the V_{DD} supply when power is applied or removed from CD4066BM/CD4066BC.

In certain applications, the external load-resistor current may include both V_{DD} and signal-line components. To avoid drawing V_{DD} current when switch current flows into terminals 1, 4, 8 or 11, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.6V at $T_A \leq 25°C$, or 0.4V at $T_A > 25°C$ (calculated from R_{ON} values shown).

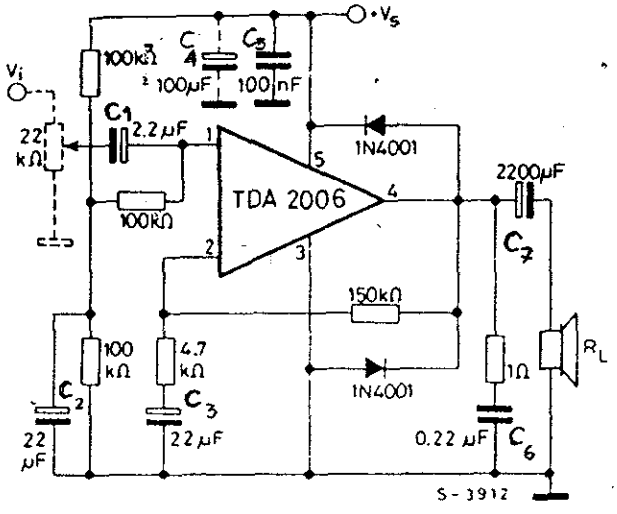
No V_{DD} current will flow through R_L if the switch current flows into terminals 2, 3, 9 or 10.


+Vs
C3
100nF
D1
1N4001
C1 1μF
Vi
1
5
4
TDA 2006
2
3
R3
22kΩ
R1
22kΩ
R2
680Ω
D2
1N4001
R4
1Ω
RL
C2
22μF
C4
100
nF
C5
0.22 μF
-Vs
S-3916

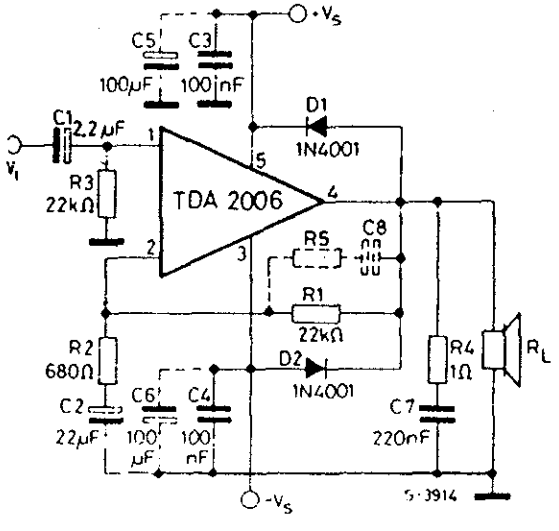
วงจรภายใน


1
2
5
4
3
SHORTCIRCUIT
PROTECTION
THERMAL
SHUT-DOWN
Q1
SHORTCIRCUIT
PROTECTION
THERMAL
SHUT-DOWN
Q2
S-2629

วงจรใช้งานที่ใช้ไฟเลี้ยงวงจรเพียงชุดเดียว



วงจรใช้งานแบบใช้ไฟแยกกัน



ตารางคุณสมบัติทางไฟฟ้า

Fig. 1 - Output power vs. supply voltage

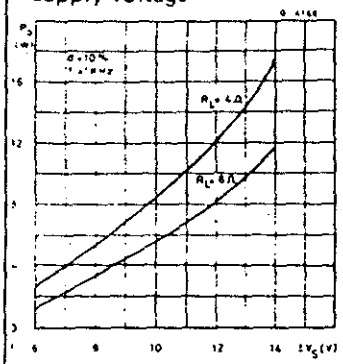


Fig. 2 - Distortion vs. output power

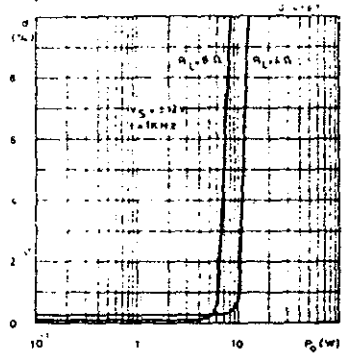


Fig. 3 - Distortion vs. frequency

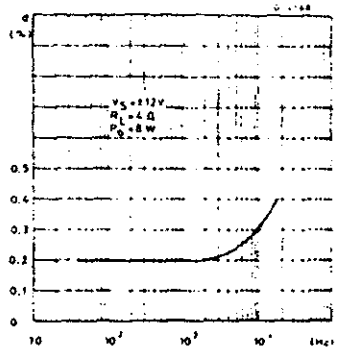


Fig. 4 - Distortion vs. frequency

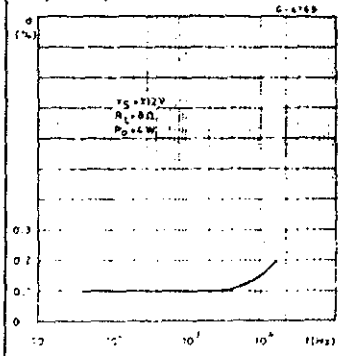


Fig. 5 - Sensitivity vs. output power

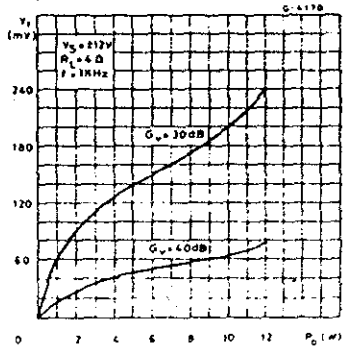


Fig. 6 - Sensitivity vs. output power

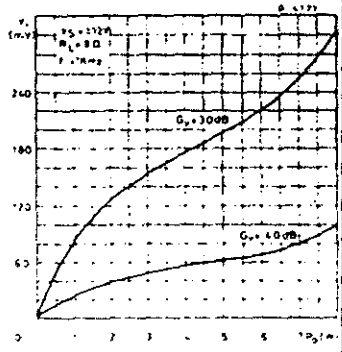


Fig. 7 - Frequency response with different values of the rolloff capacitor C_8 (see fig. 13)

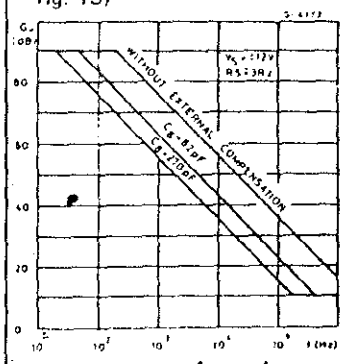


Fig. 8 - Value of C_8 vs. voltage gain for different bandwidths (see fig. 13)

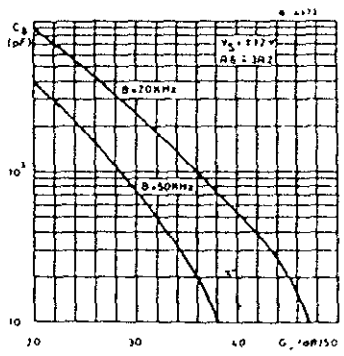


Fig. 9 - Quiescent current vs. supply voltage

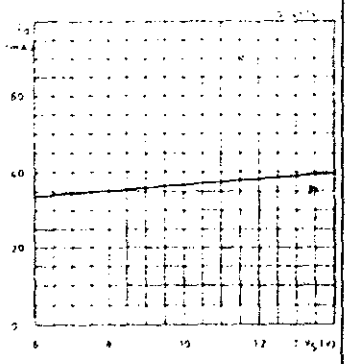


Fig. 10 - Supply voltage rejection vs. voltage gain

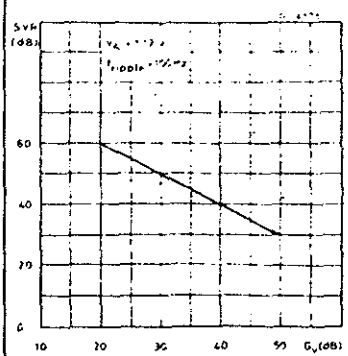


Fig. 11 - Power dissipation and efficiency vs. output power

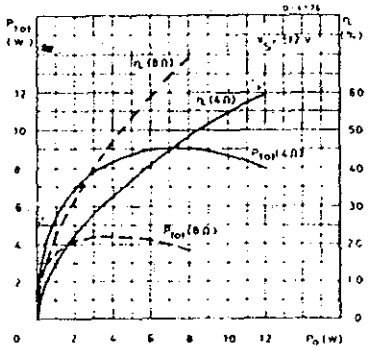
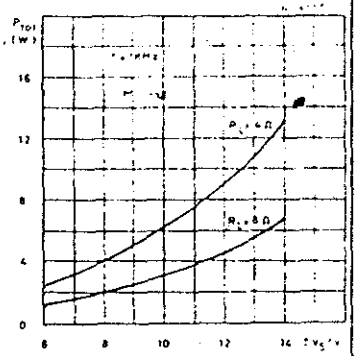


Fig. 12 - Maximum power dissipation vs. supply voltage (sine wave operation)



บรรณานุกรม

[1] *คู่มือ/เทียบเบอร์ไอซี TTL*, บริษัทซีเอ็ดยูเคชันจำกัด (มหาชน), พิมพ์ที่หจก. เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

[2] โคทม อารียา,*วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เล่ม2:วงจรเชิงเส้น*, บริษัทซีเอ็ดยูเคชันจำกัด (มหาชน), พิมพ์ที่ เอช.เอ็น. กรุ๊ป จำกัด.

[3] เจน สงสมพันธุ์, *คู่มือไอซี.3(ภาษาไทย)*, สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต, 2538.

[4] ธนัท ชัยยุทธ และ กณพ แก้วพิชัย , *ดิจิตอลพื้นฐาน*, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น, พิมพ์ที่ หจก. เอช.เอน. การพิมพ์.

[5] วิสันติ์ อาชาเดโชพล, *ระบบโทรศัพท์ดิจิตอล*, หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, พิมพ์ที่หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

[6] สุนทร วิทูสุรพจน์, *การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051*, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), พิมพ์ที่บริษัท เอช.เอ็น.กรุ๊ป จำกัด.

[7] Doll, D. R., *Data Communications: Facilities, Network, and System Design*, John Wiley & Sons, New York, 1978

[8] *ET-8032 V2.0 MCS-51 SINGLE BOARD MICROCONTROLLER USER 'S MANUAL*, ETT Co,Ltd

[9] Kennedy George, *Electroic Communication System*, 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1985

ประวัติผู้เขียน

นายสุเมธี สีหมอก เกิดวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนสามัคคีวิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากกรมการศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดเชียงราย ในปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

นายเกรียงวุฒิ จรภักดี ภูมิลำเนาอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เกิดวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2518 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

นายภูมินท์ ดวงมณี ภูมิลำเนาอยู่ที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี เกิดวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2518 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในปี พ.ศ. 2535 ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี