สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบ PABX อัตโนมัติ 3 TO 8

AUTOMATIC PABX 3 TO 8

โดย

นายจิรศักดิ์	อินทร์พวงศ์	35.103132
นายเจริญ	อ่อนทอง	35.103134
นายอุดมชัย	สุขสุธีพสุ	35.103173

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สมภพ แก้วมีชัย

TJ 213 .3 .S57 1994

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 86881
วัน,เดือน,ปี 16 ส.ค. 2552

.b 21994188
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	ระบบ PABX อัตโนมัติ 3 TO 8 (AUTOMATIC PABX 3 TO 8)		
โดย	นายจิรศักดิ์	อินทร์พวงศ์	35.103132
	นายเจริญ	อ่อนทอง	35.103134
	นายอุดมชัย	สุขสุธีพสุ	35.103173
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.สมภพ	แก้วมีชัย	
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม		
สาขาวิชา	เทคโนโลยีโทรคมนาคม		
ปีการศึกษา	2537		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

..... กรรมการ
(.....)

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ PABX อัตโนมัติ 3 TO 8

(AUTOMATIC PABX 3 TO 8)

นายจิรศักดิ์ อินทร์พวงศ์ 35.103132
นายเจริญ อ่อนทอง 35.103134
นายอุดมชัย สุขสุธีพสุ 35.103173

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์สมภพ แก้วมีชัย
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

ชุมสายโทรศัพท์แบบตอบรับอัตโนมัติเป็นอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวก ในการขยายคู่สายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์ ให้สามารถใช้งานได้มากขึ้น โดยขยายสายจากองค์การโทรศัพท์ 3 คู่สาย เป็น 8 คู่สายภายใน เพื่อใช้ในการติดต่อประสานงานภายในบริษัท โรงงาน ขนาดเล็ก บ้าน ให้มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น และสามารถตอบรับได้โดยอัตโนมัติ เพื่อแจ้งให้ผู้โทรเข้ามาทราบก่อนที่จะติดต่อกับคู่สายภายใน ซึ่งการตอบรับแบบอัตโนมัตินี้ สามารถโปรแกรมและเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ จึงไม่จำเป็นต้องมีโอเปอร์เรเตอร์ ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างโอเปอร์เรเตอร์ สามารถทำงานได้ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการสร้างโครงงานปริญญานิพนธ์นี้ ทางผู้สร้างได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการดำเนินงานจากบุคคลต่างๆมากมายดังมีรายนามดังต่อไปนี้

1. อ.สมภพ แก้วมีชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. คุณบุญเลิศ อินทร์นุพัฒน์ การสื่อสารแห่งประเทศไทย
3. บริษัท วราไมโครเซอร์คิท จำกัด
4. บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด

ทางผู้จัดสร้างโครงงานขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC PABX 3 To 8

MR.JIRASAK INPAWONG 35.103132
MR.CHAROEN ONTHONG 35.103134
MR.UDOMCHAI SUKSUTEEPASU 35.103173

ADVISOR
MR.SOMPOM KAEWMEECHAI
SEMESTER 1994

ABSTRACT

The automatic pabx is convert equipment that used to extension line input to be more useful by extending 3 external lines to 8 internal lines for company's inter communication,small factory,house.

Ease of use and can be automatically received to let the caller. know the detail automatically receiver system can be programed and change the data therefore there is no need to have an operator therefore this make it.

Fast,converment and it is safer to an opertor and can be it use all the time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

บทที่ 1 : บทนำ 1

บทที่ 2 : โทรศัพท์ 2

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ 2

2.2 สัญญาณเสียงพูดในระบบโทรศัพท์ 2

2.3 สัญญาณรบกวน 5

2.4 เครื่องโทรศัพท์ 6

2.5 กลไกการเชื่อมต่อ 6

2.6 การสนทนา 9

2.7 โทรศัพท์แบบกดปุ่มและแบบแป้นหมุน 12

2.8 ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข 13

2.9 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม 15

2.10 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง 17

2.11 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง 17

บทที่ 3 : ชุมสายโทรศัพท์ 19

3.1 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์ 19

3.2 ข่ายสายแบบต่างๆ 21

3.3 แผนการกำหนดเลขหมาย 24

3.4 ระบบสวิตชิ่งด้วยมือ 25

3.5 ระบบสวิตชิ่งอัตโนมัติ 29

3.6 ระบบสวิตชิ่งอิเล็กทรอนิกส์ 34

3.7 ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC และ ANALOG 34

บทที่ 4 : วงจรและการทำงานของวงจร AUTOMATIC PABX 42

4.1 บล็อกไดอะแกรม 42

4.2 ภาค LINE INTERFACE & AUTOMATIC CIRCUIT SECTION 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ภาค BIDIRECTIONAL AMP 48
4.4 ภาค ตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง 51
4.5 ภาค DTMF 1 52
4.6 ชุดบันทึกเสียงหรือชุดเล่นกลับ 55
4.7 ภาค CROSS POINT SWITCH 58
4.8 ภาค DTMF &TONE CIRCUIT SECTION 62
4.9 ภาค DTMF 2 67
4.10 EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION 69
4.11 ภาคจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 72
4.12 ภาค CONTROL RINGING CIRCUIT 75
บทที่ 5 : AUTOMATIC PABX และโปรแกรมควบคุมระบบ 77
5.1 วงจรภาคต่างๆของ AUTOMATIC PABX 77
5.2 โปรแกรมควบคุม 85
บทที่ 6 : วิธีการใช้งาน 143
บทที่ 7 : สรุปผลการทดลอง ปัญหาและข้อเสนอแนะ 150

ภาคผนวก ก : ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ก-1
ภาคผนวก ข : พอร์ต 8255 ข-1
ภาคผนวก ค : ไอซีทั่วไป
IC เบอร์ MT8870 ค-1
IC เบอร์ MC142100 ค-11
IC เบอร์ 4N26 ค-17
IC เบอร์ SCL4017AB ค-21
IC เบอร์ SCL5428 B ค-26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันจะเห็นว่าการติดต่อสื่อสาร หรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกันถือเป็นปัจจัยอีกตัวหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของหน่วยงาน องค์กร หรือสำนักงานต่าง ๆ มักจะประสบปัญหาอย่างมาก เมื่อต้องการที่จะติดต่อสื่อสารกัน ทั้งในเรื่องของเวลาและค่าใช้จ่าย โทรศัพท์ก็เป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในอีกรูปแบบหนึ่ง ที่สามารถช่วยลดปัญหาในเรื่องของเวลาได้มากกว่าที่จะต้องเดินทางไปพบกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกัน แต่กึ่งอย่างไรก็ตาม ถ้าหากการติดต่อสื่อสารภายในองค์กรหรือสำนักงานเดียวกันมีการเรียกผ่านทางชุมสายขององค์การโทรศัพท์ทุกครั้งคงไม่เหมาะ นอกจากจะสิ้นเปลืองในเรื่องของค่าใช้จ่ายในการบำรุงดูแลรักษาเครื่องแล้ว ยังต้องใช้จ่ายในเรื่องของค่าบริการโทรศัพท์อีกด้วย

ดังนั้นความต้องการในการใช้งานโทรศัพท์ภายในและภายนอกจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงได้มีเครื่องมือที่เรียกว่า "ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ"หรือที่เรียกกันว่า PABX (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHARGE) ซึ่งสามารถสร้างระบบโทรศัพท์ขึ้นมาใช้งานเองภายในหน่วยงาน และยังสามารถติดต่อสื่อสารได้กับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์

เพื่อพัฒนาและตรวจซ่อมใน โครงงานปริญญานิพนธ์จึงออกแบบ และสร้างชุมสายโทรศัพท์ขึ้นโดยเน้นการออกแบบวงจรที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจและใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้นโดยในส่วนของการควบคุมได้นำเอา ไมโครคอนโทนเลอร์ มาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งจะทำให้ระบบทำงานได้ในลักษณะที่เป็นอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น

คุณสมบัติของ AUTOMATIC PABX 3 TO 8

1. สามารถขยายเครื่องโทรศัพท์ติดต่อภายในได้ 8 เครื่อง
2. สามารถติดต่อกับสายนอกขององค์การโทรศัพท์ได้ 3 หมายเลข
3. มีช่องทางการพูด (SPEECD PATH) 5 ช่องทางโดยสายนอก 3 ช่องทาง, สายใน 2 ช่องทาง
4. มีการตอบรับโดยอัตโนมัติเมื่อมีสายนอกเข้า
5. ผู้โทรเข้าสามารถติดต่อเบอร์ภายในได้ด้วยตัวเอง
6. ไม่จำเป็นต้องมีโอเปอร์เรเตอร์ในการใช้งานสายนอกและสายใน
7. ในกรณีไฟฟ้าดับสายนอก 1,2 และ 3 จะต่อเข้ากับสายภายในที่ 1,2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
โทรศัพท์

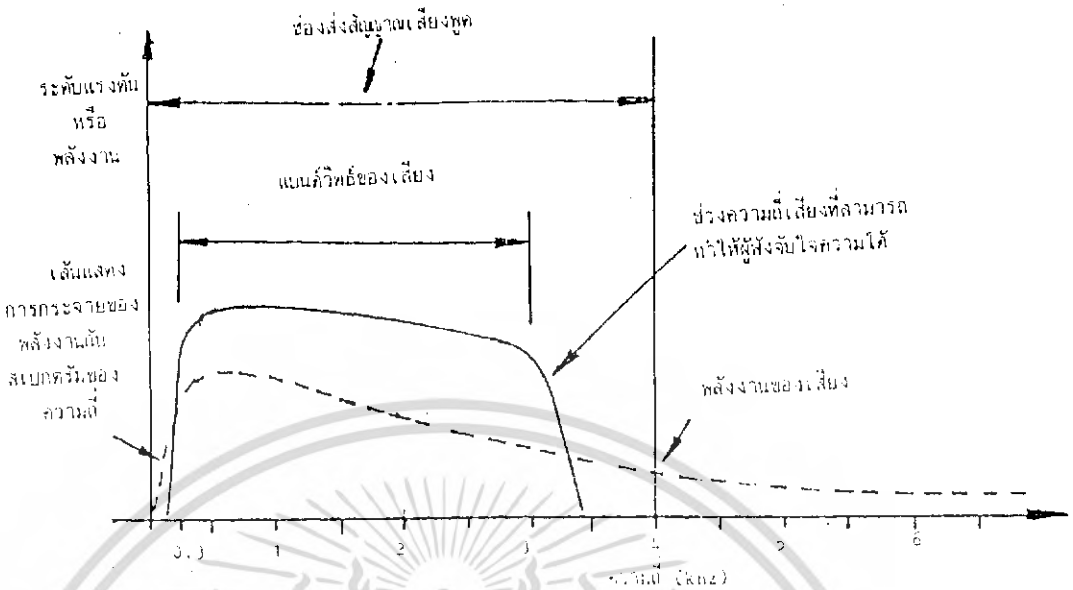
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

ปัจจุบันการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก ในชีวิตประจำวันเรียกได้ว่าต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลาก็ว่าได้ และระบบโทรศัพท์ก็เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดอีกระบบหนึ่ง ซึ่งโทรศัพท์ที่เห็นกันอยู่ทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบกดปุ่ม และแบบหมุนหน้าปัดทั้ง 2แบบก็จะมีหน้าที่การใช้งานที่เหมือนกัน คือ จะเปลี่ยนสัญญาณเสียงจากผู้ส่งเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งไปตามสายไปยังผู้รับ และเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าทางผู้รับให้เป็นสัญญาณเสียง เพื่อที่จะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้การติดต่อสื่อสารกันในระบบโทรศัพท์นั้นโดยทั่วไปแล้วจุดมุ่งหมาย คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกันหมายถึงการคุยกันให้รู้เรื่องว่าอะไรเป็นอะไรมากกว่าความไพเราะของเสียง

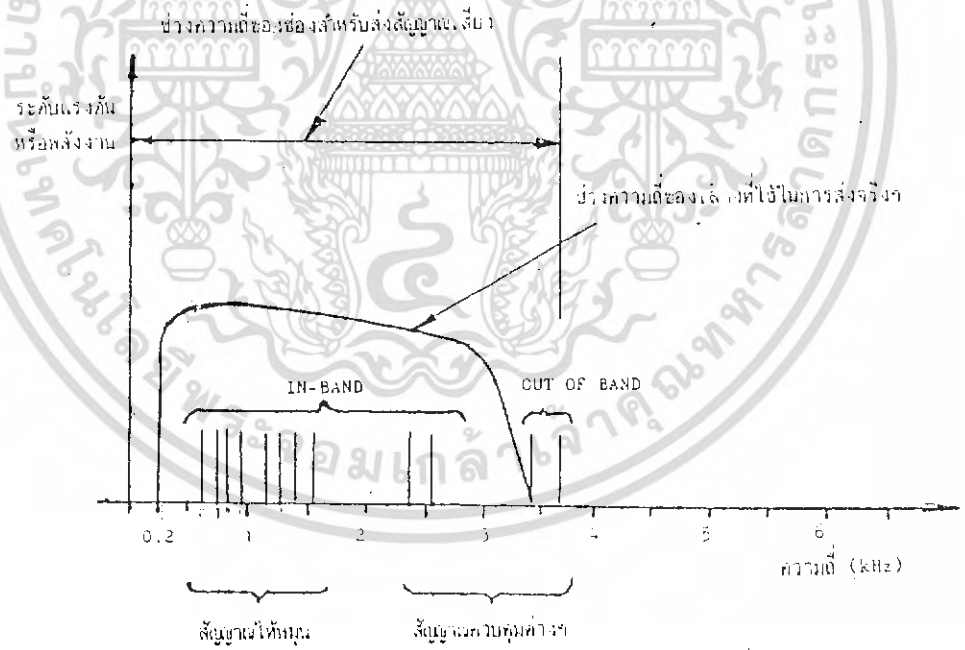
2.2 สัญญาณเสียงพูดในระบบโทรศัพท์

สัญญาณเสียงพูดจัดเป็นสัญญาณอะนาลอกที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเนื่องจากความถี่เสียงของผู้หญิงและผู้ชายจะไม่เท่ากัน ทำให้เกิดแบนด์วิชช์กว้างถ้าดูจากรูปที่ 1.1จะเห็นว่าเสียงพูดมีแบนด์วิชช์ตั้งแต่100 เฮิตช์ไปจนถึง 6 กิโลเฮิตช์แต่จริงแล้วเสียงพูดที่ทำให้คนฟังแล้วสามารถจับใจความได้จะอยู่ในช่วง 200 - 4,000 เฮิตช์เท่านั้นวงจรของความถี่จึงได้ถูกออกแบบมาเพื่อได้ตอบสนองความถี่ในช่วงตั้งแต่ 0 - 4,000 เฮิตช์สามารถผ่านเข้าไปในระบบได้และย่านความถี่ช่วงนี้ก็ถูกเรียกว่า"ช่องสัญญานเสียงพูด"(VOICE CHANNEL) แต่อย่างไรก็ตามย่านความถี่ที่ใช้งานจริงจะอยู่ในช่วง 300 - 3,000 เฮิตช์เท่านั้นไม่ได้มีการใช้งานในการส่งได้เต็มช่องความถี่เพราะเนื่องจากว่า ความถี่ถือเป็นทรัพยากรณ์ธรรมชาติที่มีอยู่อย่างจำกัดไม่สามารถทดแทนได้และอีกอย่าง คือถ้าแบนด์วิชช์ยิ่งกว้างงางจรที่ทำงานก็ยิ่งต้องแบบให้ตอบสนองต่อแบนด์วิชช์กว้างตามไปด้วย จะทำให้ออกแบบลำบากต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงเกินความจำเป็นของจุดประสงค์ของการติดต่อทางโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงแถบความถี่ของเสียงพูด



รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณต่าง ๆ ที่อยู่ทั้งในและนอกย่านความถี่เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.2 จะเห็นว่าในช่วงความถี่ 300-3,000 เฮิตซ์จะประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ หลายสัญญาณไม่ว่าจะเป็นสัญญาณเสียงพูด (SPEECHTONE)หรือสัญญาณควบคุมต่าง ๆ เช่น

1. สัญญาณพร้อมให้หมุนโทรศัพท์ (DIAL TONE)
2. สัญญาณกระดิ่ง (RINGING TONE)
3. สัญญาณแจ้งว่าสายไม่ว่าง (BUSY TONE)

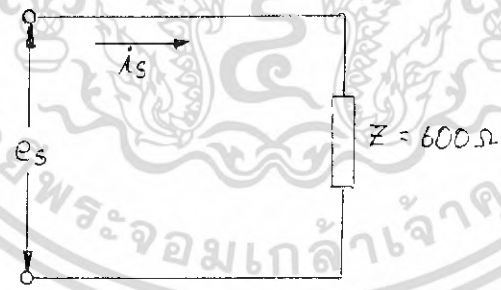
ก็จะถูกส่งไปในช่วงความถี่ทั้งสิ้น

เมื่อกล่าวถึงระดับความดังของเสียงที่ได้ยินนั่นก็คือ ขนาดแอมปลิจูดของสัญญาณซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นภาพพจน์ได้ดียิ่งขึ้นโดยอาศัยสมการทางคณิตศาสตร์โดยอธิบายในรูปของพลังงานที่ปรากฏที่โหลด ดังรูปที่ 1.3 เช่นสายโทรศัพท์คู่หนึ่งมีอิมพีแดนซ์ 600 โอห์ม พลังงานที่ปรากฏที่โหลดก็คือ

$$P_{load} = (E_s)^2/600$$

โดยที่ PL คือ ค่าสั่งที่เกิดขึ้นที่โหลด (วัตต์)

Es คือ ระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งออกไป (โวลต์) ซึ่งสามารถเขียนออกมาให้เป็นรูปเพื่อง่ายแก่การทำความเข้าใจได้ตามนี้



รูปที่ 2.3 วงจรอย่างง่ายในการอธิบายค่าสั่งงานของสัญญาณที่โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในระบบโทรศัพท์และวงจรอิเล็คทรอนิคส์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแล้วมักจะใช้การเปรียบเทียบกับค่าสั่งขนาด 1 มิลลิวัตต์ อยู่ในรูปของเดซิเบล ซึ่งมีสมการดังนี้

$$dB = 10 \log (P1/P2)$$

เนื่องจากว่าสัญญาณเสียงมีขนาดต่ำจึงนิยมใช้ค่า 1 มิลลิวัตต์เป็นค่าเปรียบเทียบ (จึงได้ค่า P2 = 1 มิลลิวัตต์ในสมการนั่นเอง) ก็จะใช้สัญลักษณ์เป็น dBm แทน dB ซึ่งความหมายจริงๆแล้วก็คือ การเปรียบเทียบค่าสั่งที่จุดใด ๆ กับค่าสั่งขนาด 1 มิลลิวัตต์ นั่นเอง

ในระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันจริง ๆ จะมีการกำหนดจุด ๆ หนึ่งในสายส่งให้มีค่า dBm = 0 ซึ่งเรียกจุดนี้ว่า ZERO LEVEL TRANSMISSION POINT(ZERO LTP)ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการกำหนดจุด ๆ นี้ขึ้นมาก็คือ เพื่อที่จะให้สามารถทราบได้ว่า ที่ระยะต่าง ๆ ห่างจากจุด ZEROLTP มีค่ากำลังของสัญญาณเป็นกี่ dBm เมื่อทราบเพียงค่าแรงดันจากการวัดที่จุดนั้นๆ หรือจะช่วยในการวิเคราะห์ว่าสัญญาณรบกวนได้เข้ามามีผลต่อระบบมากน้อยแค่ไหน

2.3 สัญญาณรบกวน

ในระบบใด ๆ ของวงจรอิเล็คทรอนิคส์ย่อมจะต้องมีสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ อาจจะมีผลทำให้เกิดการผิดเพี้ยน (DISTORT) ของสัญญาณเสียงพูดได้ ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสัญญาณรบกวน และสิ่งที่ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้น ก็เป็นสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ข้างนี้เอง เช่น ความร้อน การสวิตช์ของอุปกรณ์ไทรัสเตอร์ สายไฟฟ้ากำลังสูงที่อยู่ใกล้ ๆ กับสายส่งสัญญาณ หรือแม้แต่ข้อต่อของสายที่บกพร่อง สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่มีผลให้ประสิทธิภาพของสัญญาณโทรศัพท์ด้อยลงทั้งสิ้น นอกจากนั้นยังมีสัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่ง คือ เสียงสะท้อน (ECHO) ในสายโทรศัพท์ สาเหตุของการเกิดเสียงสะท้อน คือ เกิดจากการไม่สมดุลกัน (MISMATCHING) ระหว่างอิมพีแดนซ์ของสายส่งกับอุปกรณ์ด้านเอาต์พุท โดยมากแล้วมักจะพบในการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบโทรศัพท์ที่มี 2 สาย กับระบบที่มี 4 สาย และปัญหาของเรื่องเสียงสะท้อนจะทวีความรุนแรงขึ้น ถ้าหากให้ระยะทางระหว่างจุดที่ทำให้เกิดเสียงสะท้อนไกลพันมาก ๆ แต่โดยทั่วไปแล้วมักจะไม่เกิดความรู้สึกถึงขั้นที่ทำให้รำคาญ

ไม่ว่าจะเป็น สัญญาณเสียงพูด สัญญาณควบคุม หรือแม้แต่สัญญาณรบกวนก็จะเกิดขึ้นในระบบโทรศัพท์ด้วยกันทั้งนั้น จะมากจะน้อยอย่างไรก็ขึ้นอยู่กับวิธีป้องกันสัญญาณที่ไม่พึงปรารถนาจะให้เกิดขึ้นและการขยายสัญญาณพึงประสงค์จะให้เกิดขึ้นซึ่งเครื่องมือที่เรียกว่า"เครื่องโทรศัพท์"จะเป็นตัวจัดการกับสัญญาณเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เครื่องโทรศัพท์

ดังที่เคยกล่าวมาแล้วว่า เครื่องโทรศัพท์มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือแบบกดปุ่มและแบบหมุนจะแตกต่างกันตรงที่แบบกดปุ่มจะส่งสัญญาณออกไปเป็นความถี่ที่แตกต่างกัน 2 ความถี่ ต่อเมื่อการกดปุ่มใด ๆ ส่วนแบบหมุนจะส่งสัญญาณออกไปเป็นจำนวนพัลซ์(PULSE) แต่ถึงอย่างไรก็ตามหน้าที่หลักของโทรศัพท์ทั้ง 2 แบบ ก็ยังคงเหมือนกันอยู่สามารถสรุปได้ดังนี้

- สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง

- เครื่องโทรศัพท์จะรับรู้ว่ามีผู้ต้องการใช้โทรศัพท์ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น

- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณที่เรียกว่า"สัญญาณพร้อมให้หมุนโทรศัพท์"(DIAL TONE) เป็นการบอกว่าพร้อมที่จะให้ทำการกดหรือหมุนหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อได้ ซึ่งก็คือเสียงที่ได้ยินเมื่อยกหูโทรศัพท์ หรือที่เรียกกันว่าเสียงแมวกรนเป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 440 เฮิรตซ์ มอดดูเลตรวมกัน

- เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลข ที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วยไปยังชุมสายที่ควบคุม

- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อว่างหรือไม่ว่างถ้าว่างจะส่งสัญญาณกลับ (RING BACK TONE) ที่ความถี่ 440 เฮิรตซ์กับ 480 เฮิรตซ์ มอดดูเลตกันมาโดยจะมีจังหวะดังนี้ คือ ดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาที สลับกันไปเรื่อย ๆจนกว่าผู้ถูกเรียกจะยกหูจึงหยุดสัญญาณกลับ(RING BACK TONE) แต่ถ้าเลขหมายที่เรียกไปนั้นไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) บอกผู้เรียก ซึ่งสัญญาณนี้จะมีความถี่ 480 เฮิรตซ์ กับ 620เฮิรตซ์ มอดดูเลตกันมา

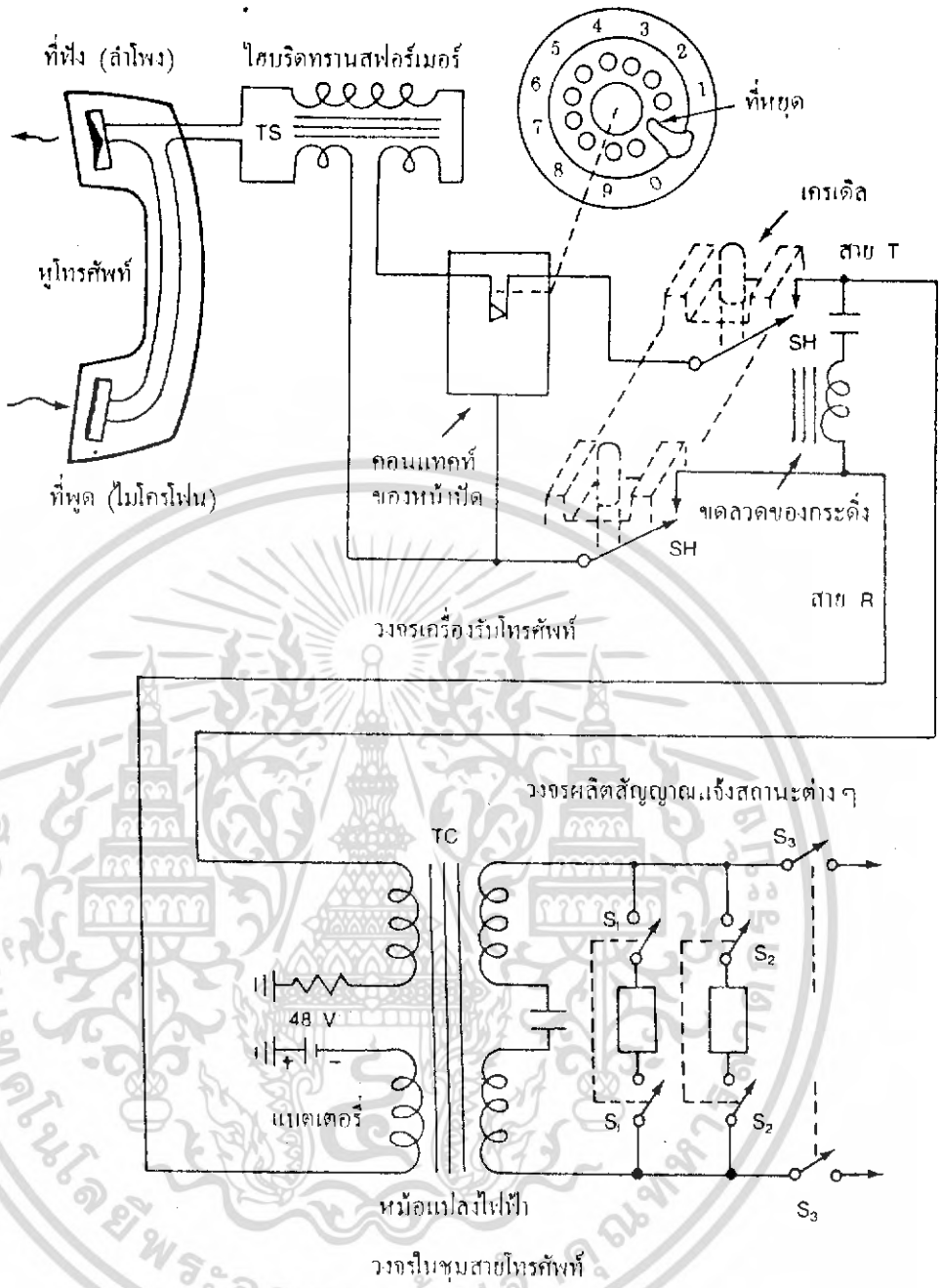
- เครื่องโทรศัพท์ จะปรับระดับแรงดันอัตโนมัติ ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของแรงดันเกิดขึ้น

- เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปบอกชุมสาย เพื่อแจ้งให้ทราบว่าสิ้นสุดการใช้งานแล้วและให้ชุมสายทำการเลิกติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่ง

2.5 กลไกการเชื่อมต่อวงจร

ในการที่เครื่องโทรศัพท์สามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้ไม่ว่าจะเป็นผู้เรียก หรือเป็นผู้ถูกเรียกจะประกอบด้วยวงจรพื้นฐานข้างในของเครื่องโทรศัพท์ รวมทั้งการติดต่อกับชุมสายเบื้องต้นดังแสดงในรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

จากรูปที่ 2.4 โทรศัพท์สามารถติดต่อกับชุมสายได้ด้วยสาย 2 เส้น คือ T (TIP)และ R (RING) เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ขึ้นปุ่ม เคราดิลจะเป็นอิสระขึ้นทำให้ คอนแทคท์ของ SH (hook-switch)นั้นสัมผัสกันทำให้แหล่งจ่ายไฟตรงของชุมสาย(48 โวลต์)ถูกต่อเข้ากับวงจรของเครื่องรับโทรศัพท์เพื่อเป็นไฟส่งให้อุปกรณ์ในหูโทรศัพท์ทำงานได้รวมไปถึงไมโครโฟนด้วยนอกจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้แล้วยังต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติ (AUTO TRANSFORMER)ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของหูฟังและสายโทรศัพท์ให้สมดุลกันเพื่อให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพมากที่สุดเนื่องจากPOWERจะเกิดขึ้นที่ภาครับได้สูงสุดก็ต่อเมื่ออิมพีแดนซ์ของภาครับและภาคส่งมีค่าเท่ากัน และยังรวมไปถึงการทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงที่ตัวเองพูดออกไปด้วย(SIDE TONE)ในระดับที่เหมาะสมด้วยเป็นอันว่าเครื่องรับโทรศัพท์สามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ได้แล้ว เมื่อมีการติดต่อกันระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์กับชุมสายแล้วก็จะมีการส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์สวิตชิ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายนี้ไม่ว่างแล้ว

สำหรับการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์ต่อไปก็คือทางผู้เรียกจะต้องส่งสัญญาณไปบอกชุมสายโทรศัพท์ว่าต่อการใช้ชุมสายโทรศัพท์ต่อไปที่ไหน

ในกรณีที่ว่าเครื่องโทรศัพท์เป็นแบบหมุนหมายเลขโทรศัพท์ก็คือ การส่งสัญญาณพัลซ์ (PULSE TRAIN) ตั้งแต่ เลข 0-9 หรือตั้งแต่ 1-10 พัลซ์ คือถ้ามีการหมุนหมายเลข 1 ก็จะส่งสัญญาณไป 1 พัลซ์ หมุนเลข 2 ก็จะส่งสัญญาณไป 2 พัลซ์ ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับหมายเลข แต่ถ้าหมุนเลข 0 จะส่งสัญญาณไป 10 พัลซ์ และความเร็วในการส่งก็คือ 10 พัลซ์ต่อวินาที

สำหรับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มนั้นเมื่อเครื่องรับโทรศัพท์สามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ได้แล้วผู้เรียกจะต้องกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อในการกดปุ่มหมายเลขทุกตัวก็จะเป็นการส่งสัญญาณที่มีค่าความถี่ที่แตกต่างกันออกไป 2 ความถี่ ซึ่งความถี่ที่ส่งออก ไปนั้นจะเป็นความถี่ในย่านความถี่เสียงเพื่อที่จะให้สายส่งสัญญาณสามารถตอบสนองในความถี่ย่านนี้ได้ดีด้วย ซึ่งความถี่ที่ส่งออกไปทั้ง 2 ความถี่ จะถูกมอดดูเลตเข้าด้วยกัน ตามตารางต่อไปนี้

ความถี่ต่ำ (Hz)	รหัสหรือหมายเลข				
697	1	2	3	A	← ปุ่มที่ได้รับการเผื่อเอาไว้
770	4	5	6	B	
852	7	8	9	C	
941	*	0	#	D	
	1209	1336	1477	1633	ความถี่สูง (Hz)

ตารางที่ 2.1 แสดงความถี่ที่มอดูเลตกัน เมื่อกดหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

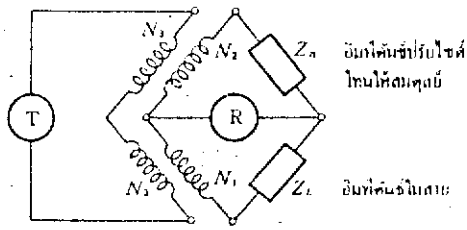
ทางชุมสายโทรศัพท์เมื่อได้รับสัญญาณจากผู้เรียกแล้วไม่ว่าจะเป็นแบบพัลซ์หรือแบบความถี่ก็จะแปลงสัญญาณที่รับได้มาให้สั่ง ให้อุปกรณ์สวิตชิ่งทำงานเพื่อทำการต่อสายระหว่างผู้เรียก และ ผู้ถูกเรียกถ้าปลายสายที่เรียกไป คือผู้ถูกเรียกไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) ไปยังผู้เรียก เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่า ไม่สามารถต่อวงจรไปยังผู้ถูกเรียกได้ แต่ถ้าปลายสายที่เรียกไปว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียกไปยังผู้ถูกเรียก คือสัญญาณ (RINGING SIGNAL) และในขณะเดียวกันก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับ (RINGING TONE) มายังผู้เรียกด้วย เพื่อเป็นการแจ้งให้ทราบว่า สามารถต่อวงจรไปยังผู้ถูกเรียกได้แล้ว เมื่อผู้ถูกเรียกได้ยินสัญญาณ (RINGING SIGNAL) ก็จะยกหูรับโทรศัพท์ ก็เป็นอันว่า ผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกสามารถที่จะสนทนาพูดคุยกันได้

2.6 การสนทนา

เมื่อผู้เรียกสัญญาณหมายเลขไปยังชุมสายโทรศัพท์ และชุมสายส่งสัญญาณ (RINGING SIGNAL) ไปยังคู่สายที่ถูกเรียก และเมื่อฝ่ายถูกเรียกมายกหูโทรศัพท์การสนทนาก็จะเกิดขึ้นทันที การทำงานในส่วนควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดเพื่อที่จะรอทำงานให้กับคู่สายอื่นต่อไปที่มีการเรียกเข้ามา แต่หน้าที่ของชุมสายโทรศัพท์ในตอนนี้ ก็คือ การทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการในภายหลัง โดยที่ชุมสายจะส่งไฟมาที่มิเตอร์ของผู้เรียก ทำให้มิเตอร์ขึ้น 1 ครั้ง

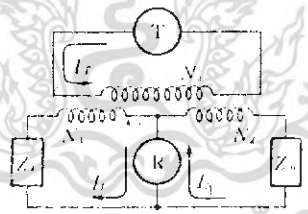
ในระหว่างที่มีการสนทนากันอยู่นั้น เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำงาน 2 โหมด ไปพร้อม ๆกันคือ ทั้งในการรับ และการส่ง หรือที่เรียกกันการรับส่งแบบ FULL DUPLEX ในโหมดรับสัญญาณ (RECEIVER MODE) เครื่องโทรศัพท์จะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าที่รับมาได้ให้เป็นสัญญาณเสียง (ACOVSTIC ENERGY)โดยลำโพงหรือหูฟังนั่นเองส่วนในโหมดส่งสัญญาณ(TRANSMITTER MODE) เครื่องโทรศัพท์จะเปลี่ยนพลังงานเสียงที่พูดผ่านเข้าไปในปากพูดโดยไมโครโฟนให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อที่ส่งไปให้ภาครับต่อไป ในโหมดนี้เองที่มีเรื่องของการป้อนกลับของสัญญาณเข้ามาเกี่ยวข้องนั่นก็คือการที่ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงของตนเองจากหูฟังด้วย เรียกเสียงนั้นว่า SIDE TONE เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากที่จะป้อนกลับมา เพราะไม่ เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่า ควรพูดให้มีเสียงระดับใด จึงจะพอเหมาะที่คู่สนทนาได้ยินเสียงของผู้เรียกอย่างชัดเจน โดยเมื่อผู้พูดได้ยิน SIDE TONE ดังมาก ผู้พูดจะลดระดับเสียงให้ต่ำลงเพราะคิดว่าผู้ฟังคงได้ยินเสียงของเขามากจนเกินไปในทางกลับกันเมื่อได้ยิน SIDE TONEเบาเกินไป ผู้พูดจะคิดว่าผู้ฟังคงไม่ได้ยิน จึงพยายามพูดให้ดังขึ้นในทั้ง 2 กรณีความดังของเสียงที่ผู้ฟังได้รับจะไม่เป็นปกติ SIDE TONE มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการพูดและประสิทธิภาพจะมีค่าต่ำ ถ้าหากมีระดับ SIDE TONE ที่เครื่องรับไม่ถูกต้องเราสามารถปรับระดับ SIDE TONE ได้ถูกต้องด้วยการควบคุมกระแสเสียงพูดที่ผ่านเครื่องรับในวงจรโทรศัพท์ดังนั้นเราจะมีขดลวดเหนี่ยวนำอีกขดหนึ่งเป็นขดที่สามเพื่อเป็นวงจรปรับ SIDE TONE ให้สมดุลย์ดังแสดงด้วยรูปวงจรต่อไปนี้ (รูปที่ 2.5) ซึ่งเป็นวงจรด้าน SIDE TONE แบบบริดจ์ (BRIDGETYPE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงการลดระดับ SIDE TONE แบบ BRIDGE

จากวงจรจะเห็นว่าประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ เครื่องส่ง (T) เครื่องรับ (R) อิมพีแดนซ์ของสาย (ZL) และท่อวงจรปรับ SIDE TONE ให้สมดุลย์ (SIDE TONE BALANEING NETWORK) และประกอบให้ด้วยกันเป็นวงจรวิทสโตนบริดจ์ (WHEAT STONE BRIDGE) ดังรูปที่ 2.5 โดยถือว่าเครื่องส่งทำงานเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรนี้จะทำให้ไซด์โทนมีระดับต่ำลงในขณะส่งสัญญาณ และทำให้กระแสในเครื่องรับมีค่าสูงขึ้นเมื่อรับสัญญาณในการส่งสัญญาณสามารถเขียนวงจรในรูป 2.5 ใหม่ ได้เป็นวงจรในรูปที่ 2.6 ดังนี้

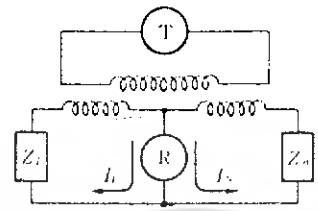


รูปที่ 2.6 แสดงวงจรลดระดับไซด์โทนบริดจ์ขณะพูด

จากวงจรในรูปที่ 2.6 จะเห็นว่ากระแสที่ใช้ส่ง It ที่กำเนิดจากเครื่องส่งไหลในทิศทางดังรูปที่ 2.6 และ เหนี่ยวนำทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในขดลวดเหนี่ยวนำ N1,N2 และ N3 เป็นสัดส่วนกับจำนวนรอบของขดลวดนั้นๆ Il เป็นกระแสที่ไหลผ่านอิมพีแดนซ์ของสาย Z2 กระแส In เป็นกระแสที่ไหลผ่านอิมพีแดนซ์ของวงจรปรับไซด์โทน (SIDE TONE) Zn และในกรณีกระแสใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องรับเท่ากับ Il-In ดังนั้นไซด์โทน(SIDE TONE)จะถูกลดลงในการรับสัญญาณสามารถวงจรในรูปที่ 2.5 ใหม่ได้เป็นวงจรในรูปที่ 2.7 ดังนี้



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรลดระดับไซด์โทนชนิดบริดจ์ขณะรับฟัง

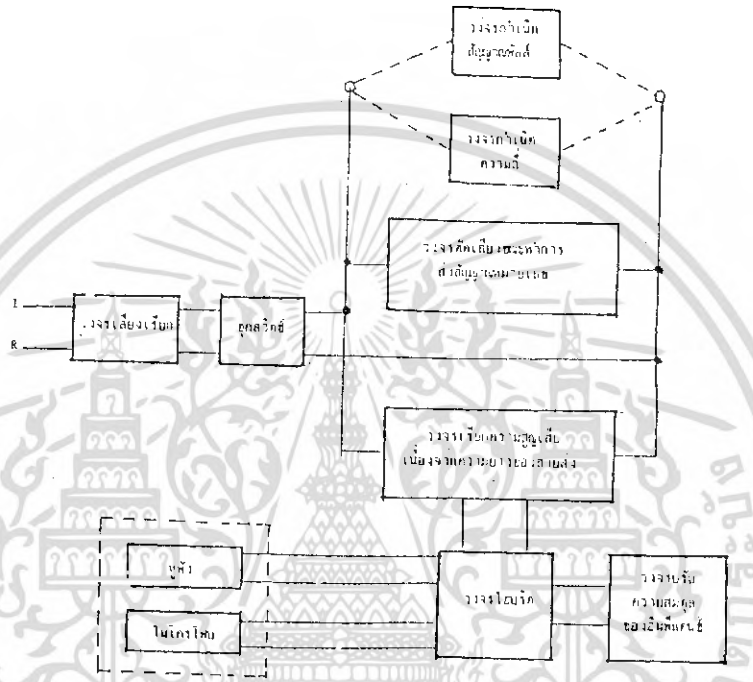
จากรูปที่ 2.7 จะเห็นว่าในขณะที่รับฟังสัญญาณอยู่นั้นกระแส Il ไหลผ่านขด N1 ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำที่ขด N3 แล้วเหนี่ยวนำต่อมาที่ขด N2 เกิดเป็น In ขึ้นมาทำให้ กระแสที่ไหลผ่านเครื่องรับเป็น Il+In นั้นคือขดลวดขดที่ N3 เป็นตัวทำให้การรับมีคุณภาพดีขึ้น

เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้งสองฝ่ายวางหูโทรศัพท์ลงสัญญาณจากชุกสวิตช์ก็ จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่ออยู่ออกอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็จะว่างและพร้อมที่จะรับและบริการในการติดต่อครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โทรศัพท์แบบปุ่มกดและแบบแป้นหมุน

เครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทตามการส่งสัญญาณหมายเลข คือ แบบปุ่มกดและแบบแป้นหมุนโดยจะกล่าวถึงวงจรพื้นฐานและวงจรที่ได้รับการพัฒนาแล้วรวมทั้งการเปรียบเทียบ ข้อดีข้อเสีย ของระบบการส่งหมายเลขทั้ง 2 แบบด้วย ซึ่งความต้องการของเครื่องโทรศัพท์ทั้ง 2 แบบ ก็มีจุดประสงค์ที่เหมือนกัน และจะประกอบไปด้วยส่วนของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่พื้นฐานที่เหมือนกันดังนี้



รูปที่ 2.8 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

จากรูปที่ 2.8 เป็นบล็อกไดอะแกรมของส่วนต่าง ๆ ที่จำเป็นในเครื่องรับโทรศัพท์โดยทั่วไป โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (TIP) และสาย R (RING) วงจรแรกที่จะเชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในของโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์ก็คือวงจรกำเนิดเสียงเรียก(RINGER)ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (RINGING SIGNAL) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่นเหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรงคือเมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติฮุกสวิตช์(SWITCH HOOLE) จะเป็นตัวเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรที่อยู่ด้านหลังของสวิตช์ได้ดังนั้น ถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุกสวิตช์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ ในเวลาที่ผู้อื่นเรียกเข้ามาเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามาอุปกรณ์ส่งสัญญาณเรียกก็จะส่งเสียงแล้วทำให้มีผู้ที่อยู่ใกล้

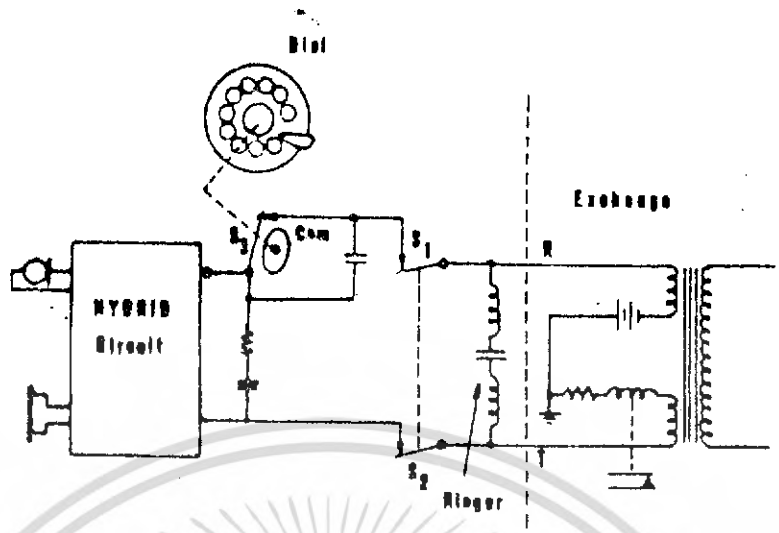
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงได้ยินก็จะมารับสายคือ การยกหูโทรศัพท์ขึ้นหมายถึง การ ON ฮุกสวิตช์นั่นเองก็สามารถที่จะสนทนากันได้เหมือนกัน ไม่ว่าจะเป็นแบบปุ่มกดหรือแบบแป้นหมุนแต่ทั้ง 2 แบบ จะแตกต่างกันก็ตอนเป็นผู้เรียก เพื่อที่จะทำการติดต่อกับผู้อื่นเท่านั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

2.8 **ระบบโทรศัพท์แบบหมุนหมายเลข** (SOTAING-TYPE)

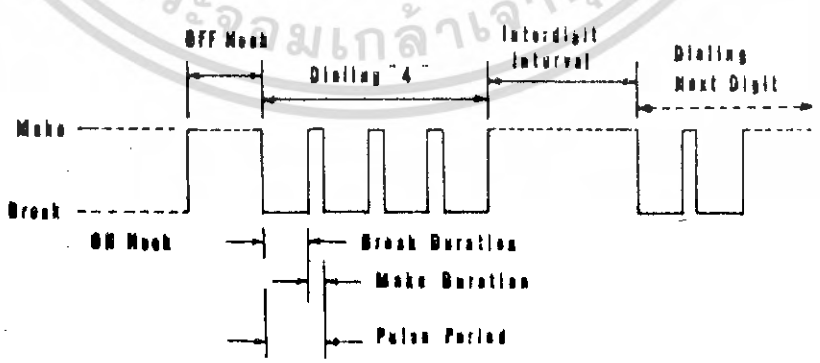
เมื่อมีการใช้เครื่องโทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นการเรียกออกไป หรือ เป็นการรับโทรศัพท์จากผู้อื่นเข้ามา คือ การยกหูโทรศัพท์ หรือที่เรียกกันว่า ปากพูด หูฟัง (HANDSET) ขึ้นจากที่รองรับ (CRADTE) ทำให้ HOOLE SWITCH (S1 และ S2 ตามรูปที่ 2.9) ปิดวงจรของสายเส้น TIP (T) และ RING (R) เป็นผลทำให้ครบวงจรของ RELAY COIL ในชุมสายโทรศัพท์ ทำให้มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์และ RELAY COIL ที่ชุมสายโทรศัพท์ด้วยก็จะทำให้อุปกรณ์สวิตชิ่งต่างๆ ในชุมสายโทรศัพท์ทำงานนั่นก็ คือ ชุมสายโทรศัพท์สามารถติดต่อกับเครื่องรับโทรศัพท์ได้แล้วโดยการส่งสัญญาณหมุนเลขหมาย(DIAL TONE) มายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกเพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถหมุนเลขหมายที่ผู้เรียกต้องการติดต่อได้แล้วและชุมสายโทรศัพท์ก็พร้อมที่จะรับหมายเลขที่ผู้เรียกหมุนหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งหลังจากที่ชุมสายโทรศัพท์ได้รับสัญญาณหมุนหมายเลขตัวแรกแล้วชุมสายโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณหมุนหมายเลข (DIAL TONE) ซึ่งกระบวนการต่างๆนี้จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อหมุนเสร็จแล้วก็ปล่อยมือหน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ก็จะกลับมาที่เดิมในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับที่เดิมจะมีผล คือ ทำให้ลูกเบี้ยว (CAM) หมุนตามการหมุนของ ลูกเบี้ยวนี้จะทำให้ CONTACT S3 (ในรูปที่ 2.9) ปิดและเปิดวงจรเป็นจำนวนครั้งเท่ากับหมายเลขที่หมุน การที่ CONTACT S3 ปิดเปิดวงจรจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านซึ่งเรียกว่าIMPULSEและเมื่อ CONTACT S3 เปิดวงจร กระแสก็จะหยุดไหล การที่กระแสไหลและหยุดไหลนี้ จะเป็นผลทำให้เกิดพัลซ์ (PULSE) ขึ้นมา และจำนวนพัลซ์ (PULSE) ที่เกิดขึ้นก็จะมีเท่ากับจำนวนหมายเลขที่หมุน เช่น หมุนหมายเลข "1" ก็จะเกิดพัลซ์ (PULSE) 1 ลูกคือ CONTACT S3 จะทำการปิดและเปิดเป็นจังหวะ 1 ครั้งถ้าหมุนหมายเลข 5 ก็จะทำให้เกิดพัลซ์ (PULSE) 5 ลูกคือ CONTACT S3 จะปิดและเปิดเป็นจังหวะ 5 ครั้งแต่ถ้าหมุนเลข "0" ก็จะเกิดพัลซ์ (PULSE) ขึ้นมา10 ลูก เป็นต้นนั่นก็หมายถึงว่าในการหมุนหมายเลขแต่ละครั้งพัลซ์(PULSE)ที่เกิดขึ้นจะไม่ได้เกิดตอนที่หมุนหมายเลขแต่พัลซ์ (PULSE) จะเกิดขึ้นตอนที่หน้าปัดหมุนกลับนั่นเองซึ่งวงจรดังกล่าว (รูปที่ 2.9) สามารถแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบ PULSE อย่างง่าย

ความเร็วหน้าปัด (DIAL SPEED) ของเครื่องโทรศัพท์ก็มีความสำคัญที่ต้องอยู่ในมาตรฐานเพียงเนื่องจากการติดต่อโดยถ้ามีโอกาสติดต่อกันได้หลายเครื่องจึงต้องอยู่ในชอบข่ายเดียวกัน ซึ่งประกอบด้วย ความเร็วของกระแส IMPULSE อัตราการติดต่อ (BREAK-MAKE RATIO) ของ CONTACT และช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมายตามปกติแล้วความเร็วของกระแส IMPULSEจะใช้อยู่ 2 ตัวคือ 10 และ 20 IPS (IMPULSE PER SECOND) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับอัตราส่วนตัด-ต่อ จะมีค่าเท่ากับ 2:1 ซึ่งหมายความว่า CONTACTจะต้องตัดวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา และจะต้องต่อวงจรเป็นเวลา 1 หน่วยเวลา ถ้าหากว่ามีการหมุนหมายเลข "4" ก็สามารถแสดงสัญญาณที่ได้ตามรูปต่อไปนี้ (รูปที่ 2.10)



รูปที่ 2.10 แสดง PULSE ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนหมายเลข 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบโทรศัพท์ที่มีการส่งสัญญาณด้วยจำนวนพัลซ์จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณพัลซ์ได้ในอัตรา 10 พัลซ์ต่อวินาทีหรือ 10 IPS (IMPULSE PERIOD SECOND)ก็จะทำให้ได้ค่าของPULSE PERIOD เป็น 100 ms นั่นเอง ซึ่งความหมายของช่วงเวลาต่าง ๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

- คาบของสัญญาณพัลซ์ (PULSE PERIOD) เท่ากับช่วงเวลาที่ CONTACT ปิด (MAKE DURATION) รวมกับช่วงเวลาที่ CONTACT เปิด (BREAK DURATION) จะได้ค่าเท่ากับ 100 มิลลิวินาที

- ช่วงเวลาต่อวงจร คือ ช่วงเวลาค่าใน 3 ของคาบเวลาทั้งหมดมีค่าเท่ากับ100 ms * 9/3 = 33.33 ms

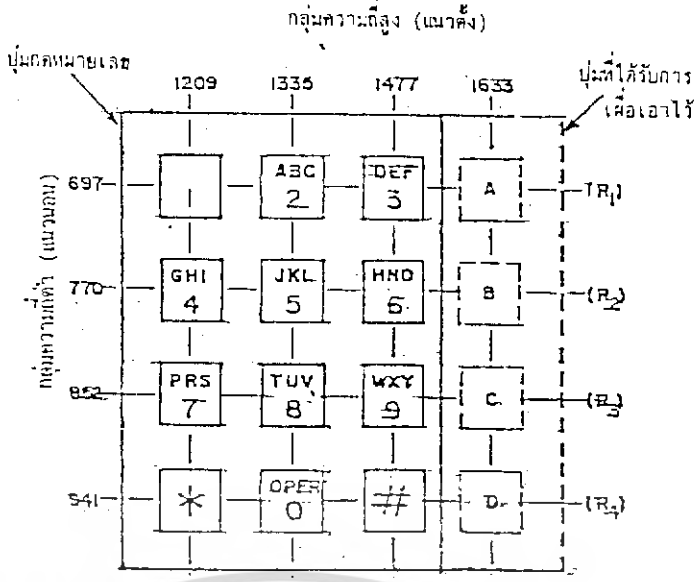
- ช่วงเวลาตัดวงจร คือ ช่วงเวลา 2 ใน 3 ของคาบเวลาทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 100 ms * 2/3 = 66.66 ms

ส่วนช่วงเวลาในการหยุดหมุนหมายเลขแต่ละตัว โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 ms แต่ก็อาจใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 ms ไปจนถึง 900 ms

2.9 ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (PUSH BUTTON)

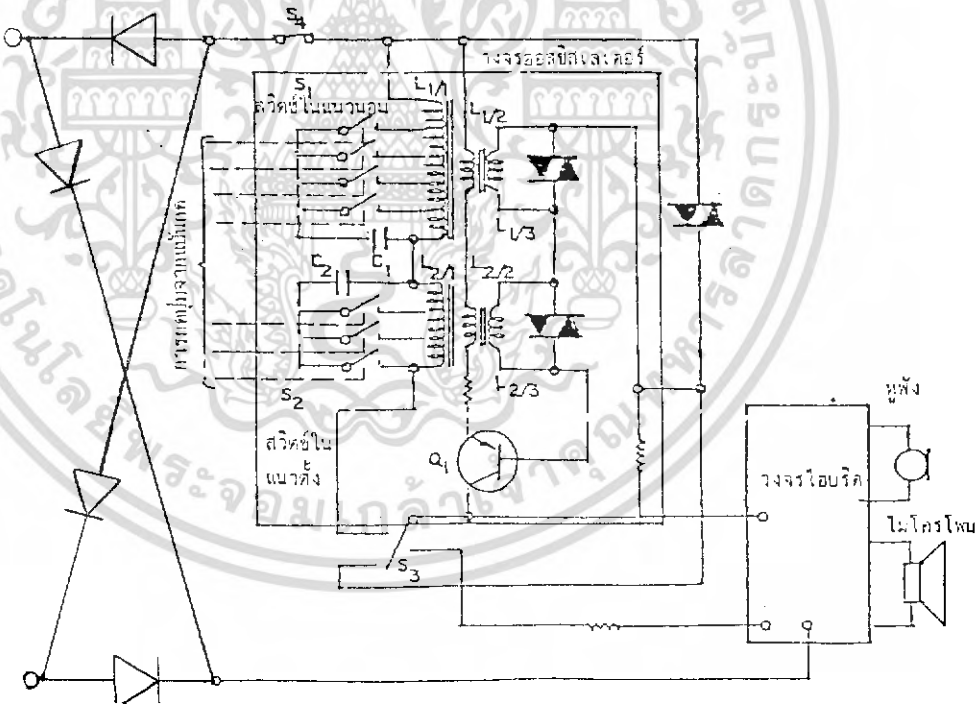
ระบบโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ซึ่งใช้กรรมวิธีการส่งสัญญาณความถี่คู่ (DULAL TONE MULTI FREQUENCY) หรือรู้จักกันในนามของ DTMF ในการส่งสัญญาณหมายเลขนั่นเอง เป็นระบบการส่งสัญญาณอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งจะพบได้มากกว่าในระบบการส่งเป็นสัญญาณพัลซ์ คือ จะมีหลักการที่ว่าเมื่อเรากดหมายเลขใด ๆ ก็ตามจะมีการส่งสัญญาณความถี่ออกไป 2 ความถี่ มอดูเลตกันไปซึ่งก็ หมายถึง ตัวแทนของหมายเลขที่กดนั่นเอง ความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านของความถี่เสียง (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ความถี่ต่ำจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน (ROWS) และอีกความถี่หนึ่งจะเป็นความถี่สูงจะอยู่ในแกนแนวตั้ง (COLUMNS) สำหรับหน้าปัดของปุ่มกดโทรศัพท์ โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 3 ROWS 4 COLUMNS และ 4 ROWS 4 COLUMNS สามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้ (รูปที่ 2.11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงหน้าปัดของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม

จากรูป ถ้าสมมุติกดหมายเลข 5 บนหน้าปัดของโทรศัพท์ก็จะส่งสัญญาณความถี่ออกมาคือ 770 เฮิรตซ์และ 1336 เฮิรตซ์เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนในการผลิตความถี่ต่าง ๆ ออกมาสามารถแสดงได้ดังรูปวงจรต่อไปนี้ (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรพื้นฐานของการกำเนิดความถี่ระบบ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การทำงานของวงจรเริ่มจาก DIODE (D1- D4)เป็นวงจร FULL WAVE RECTIFIEให้กับวงจรโทรศัพท์เพื่อกำหนดทิศทางของแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาที่คู่สาย เผื่อไว้ในกรณีที่มีการต่อสายโทรศัพท์สลับกันจะได้ไม่มีปัญหาต่อมาจะเริ่มจากสวิตช์ S1 (สวิตช์ในแนวนอน) S2 (สวิตช์ในแนวตั้ง) และ S3 จะถูกเปิดวงจรอยู่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นกระแสไฟฟ้าจากชุมสายโทรศัพท์จะผ่าน RL1 L1/1 และ L2/1 ทรานซิสเตอร์จะไม่นำกระแสก่อน เมื่อมีการกดหมายเลขใดๆสวิตช์ S1 และ S2 จะถูกปิดลงตามหมายเลขที่ต้องการกด C1 และ C2 จะถูกต่อกับ L1/1 และL2/1 ตามลำดับ เกิดเป็นวงจรออสซิเลเตอร์ขึ้น โดย L1/1 และ C1 จะเป็นออสซิเลเตอร์ที่ผลิตความถี่ที่ L2/1 และ C2 จะทำหน้าที่ผลิตความถี่สูง ในขณะที่ S3 ถูกปิดลงเช่นกัน ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ก็จะทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณจากออสซิเลเตอร์ทั้ง 2 เข้าด้วยกันและส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ในขณะที่มีการกดหมายเลขอยู่นั้นส่วนของหูฟังและไมโครโฟน ก็จะถูกต่อขนานกันสำหรับชุมสายก็จะมีวงจรตรวจจับสัญญาณเอาไปประมวลผลต่อไป และยังมีวงจรกรองความถี่ป้องกันไม่ให้มี ความถี่แปลกปลอมอื่น ๆ เข้าไปในชุมสาย

2.10 ความเพี้ยนของสัญญาณเนื่องจากอุปกรณ์แฝง

ตามปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างชุมสายกับเครื่องโทรศัพท์ จะมีค่าความต้านทาน ค่าตัวเก็บประจุ และค่าขดลวดเหนี่ยวนำแอบแฝงอยู่โดยเฉลี่ยแล้วทุก ๆ ระยะทาง 1 ไมล์ที่เพิ่มขึ้นของสายส่ง จะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่งมีค่าประมาณ 0.07 ไมโครฟาราด และมีตัวต้านทานอนุกรมกับขดลวดเหนี่ยวนำ อยู่ประมาณ 42 โอห์ม และ 1 มิลลิเฮนรี่ ตามลำดับ ซึ่งอุปกรณ์แฝงพวกนี้จะมีผลต่อสัญญาณที่มีเหลี่ยมมีมุม เช่น สัญญาณพัลซ์ (PULSE)ที่ส่งไปตามสายส่งเกิดความผิดเพี้ยนทั้งขนาด (AMPLITUDE) และคาบเวลา (PERIOD) ดังนั้นชุมสายจึงจำเป็นต้องมีวงจรที่สามารถจะรับรู้สัญญาณที่ผิดเพี้ยนเหล่านี้ได้ และไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดต่อสื่อสาร

2.11 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบทั้งสอง

จากการที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นว่าในการส่งสัญญาณแบบพัลซ์ 1 ลูกต้องใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (66.66 มิลลิวินาที สำหรับช่วงเวลาการตัดวงจร และ 33.33สำหรับช่วงเวลาในการต่อวงจร)และยังต้องมีช่วงเวลาระหว่างตัวเลขแต่ละตัวอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที และ ยิ่งถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อมีจำนวนถึง 7 ตัวแล้ว ต้องทำให้เสียเวลา ในการส่งสัญญาณเรียกมากยิ่งขึ้น แต่การส่งสัญญาณ ในระบบ DTMF จะใช้เวลาน้อยกว่า และยังสามารถสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
2. สามารถใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตได้ จึงทำให้เกิดความสะดวกและประหยัด

86881

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถเพิ่มปุ่มเกินจากจำนวนหมายเลข เพื่อให้สามารถใช้ในการส่งสัญญาณที่ใช้ในการบริการพิเศษต่าง ๆ
4. มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับชุมสายโทรศัพท์ระบบที่ทันสมัยขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ชุมสายโทรศัพท์

เพื่อให้การใช้งานของคู่สายโทรศัพท์เกิดประโยชน์เต็มที่มากที่สุด คือ สามารถติดต่อกันได้ทุกคู่สายไม่ว่าจะภายในประเทศ หรือต่างประเทศเนื่องจากจำนวนคู่สายของ โทรศัพท์มีมากจึงไม่สามารถนำโทรศัพท์ทุกคู่สายต่อถึงกันโดยตรงได้ จึงได้มีระบบชุมสายโทรศัพท์ขึ้นมาและจากเหตุผลอีกประการหนึ่ง คือ คู่สายแต่ละคู่สายไม่ได้ใช้งานตลอดเวลาเพราะฉนั้นเพื่อให้เกิดประโยชน์กับสายส่งเต็มที่ก็จะแบ่งกันใช้เป็นเวลา เมื่อคู่สายคู่หนึ่งไม่มีการใช้ก็ยังสามารถแบ่งไปให้คู่สายอีกคู่หนึ่งใช้งานได้ ซึ่งชุมสายโทรศัพท์ที่มีใช้อยู่มากมายสามารถแบ่งได้ดังนี้

3.1 ประเภทของชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ตามการใช้งาน คือ

1. ชุมสายที่มีผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่

- ชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (LOCAL EXCHANGE) หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่มีเครื่องของผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ชุมสายโทรศัพท์แบบนี้มีขนาดตั้งแต่เป็นร้อย ๆ เลขหมายจนถึงเป็นหมื่นเลขหมาย

- ตู้สาขา (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) หรือที่เรียกกันว่า PABX เป็นชุมสายโทรศัพท์ ที่มีลักษณะคล้ายกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น แต่จะใช้ติดต่อกันภายในสำนักงานโดยไม่ต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น หรือถ้ามีการติดต่อไปยังภายนอกก็สามารถเรียกผ่านชุมสายท้องถิ่นได้

2. ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่าน หมายถึง ชุมสายโทรศัพท์ที่ไม่มีเลขหมายโทรศัพท์ของผู้เช่าต่อเข้ามาโดยตรง แต่จะบริการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นกับชุมสายท้องถิ่น ซึ่งการเรียกกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์ 2 เลขหมายอาจจะผ่านชุมสายต่อผ่านได้หลาย ๆ ชุมสาย ชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านยังแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่

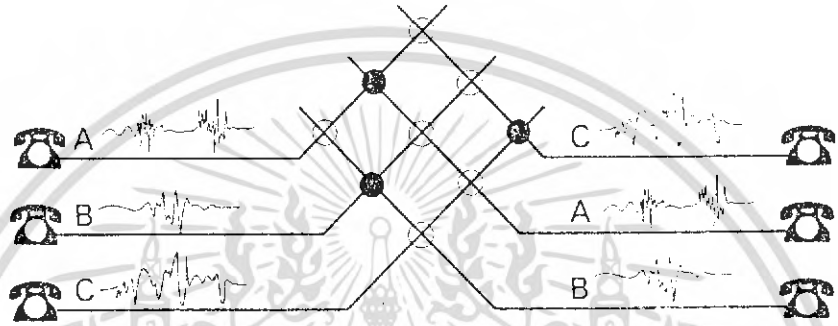
- ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น (TANDEM EXCHANGE) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ ที่ใช้ต่อผ่านภายในโครงข่ายท้องถิ่นนั้น เช่น ภายในกรุงเทพ ฯ

- ชุมสายต่อผ่านทางไกล (TRANSIT EXCHANGE) ซึ่งเป็นชุมสายโทรศัพท์ต่อผ่านไปยังโครงข่ายท้องถิ่นอื่น ๆ เช่น จากกรุงเทพฯไปยังหาดใหญ่ จากชุมสายโทรศัพท์ที่กล่าวมาทั้งหมดอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและสำคัญ คือ อุปกรณ์สวิตชิ่ง (SWITCHING DEVICE) จะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อคู่สายผู้เรียกไปยังผู้ถูกเรียก สามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบบอนาล็อก (ANALOG)

การทำงานของอุปกรณ์สวิตชิ่งโทรศัพท์ คือ การรับสัญญาณหมายเลขจากสมาชิกต้นทาง คือ ผู้เรียก อาจจะเป็นแบบพัลซ์ (แบบแป้นหมุน) หรือแบบความถี่ผสม (แบบกดปุ่ม) เพื่อที่จะถอดรหัสหมายเลขปลายทาง และทำการต่อวงจรให้ติดต่อกันได้ โดยที่รูปแบบของสัญญาณต้นทางและปลายทางยังคงเหมือนเดิมทุกประการ เราเรียกสวิตชิ่งแบบนี้ว่า แบบอนาล็อก ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานง่าย ๆ ดังรูปที่ 3.1

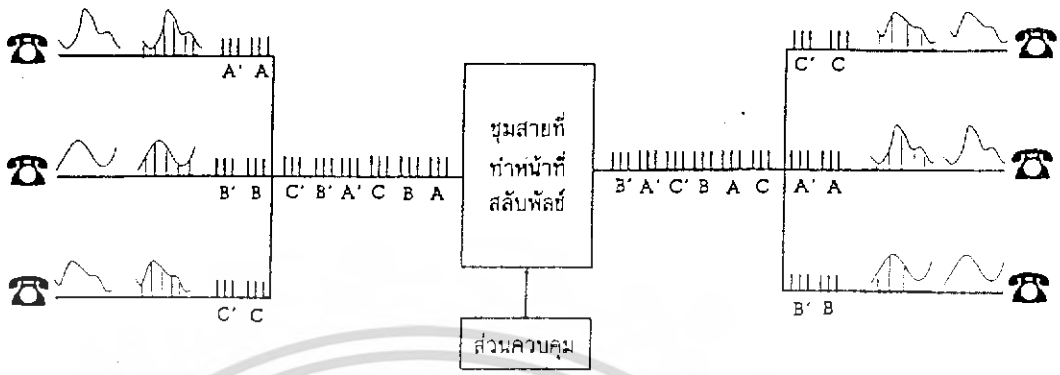


รูปที่ 3.1 แสดงการต่อสวิตช์ของชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก

2. แบบดิจิตอล (DIGITAL)

อุปกรณ์ที่ถูกนำมาใช้ในชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล จะมีหลักการที่สำคัญ คือ การเปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (รหัส "0"และ"1") ซึ่งต่างจากชุมสายโทรศัพท์แบบอนาล็อก ซึ่งสัญญาณเสียงที่ได้จากเครื่องโทรศัพท์จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของรหัส "0"และ"1" การทำงานอย่างนี้เราเรียกว่า การเข้ารหัส (ENCODER) ซึ่งสัญญาณรหัส "0"และ"1" นี้เราเรียกว่า สัญญาณดิจิตอล สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงหลักการของชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

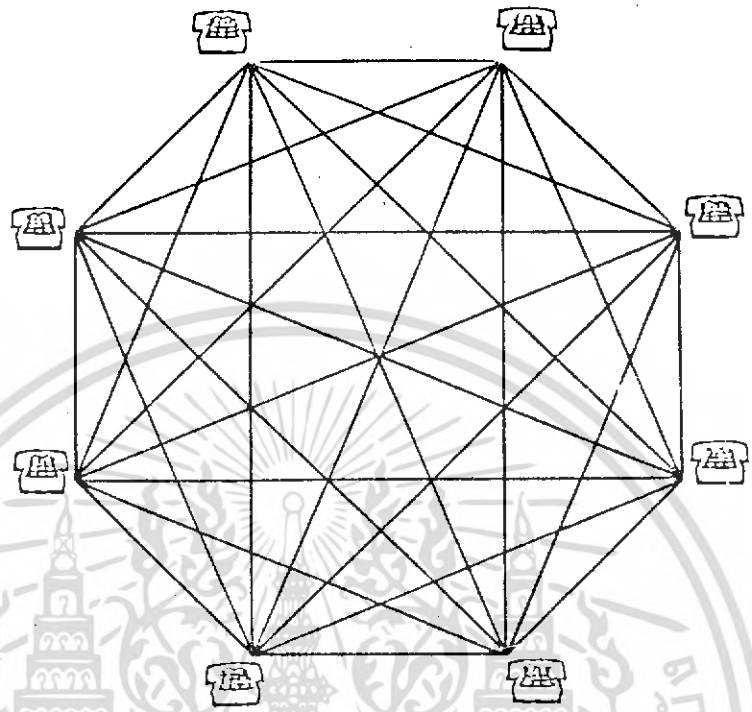
สัญญาณเสียงจากเครื่องโทรศัพท์ เมื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้ว จากหลาย ๆ คู่สายก็จะนำมาเข้าระบบมัลติเพล็กซ์ โดยการจัดแบ่งเวลา แล้วก็ส่งไปในสายส่ง

3.2 **ข่ายสายแบบต่าง ๆ**

เพื่อให้การเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ เหมาะสมกับจำนวนคู่สายโทรศัพท์กับชุมสายโทรศัพท์จึงได้มีการวางข่ายสายในลักษณะหลายแบบ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความประหยัดมากที่สุดด้วย

ในตอนแรกข่ายสายของโทรศัพท์ จะต่อกันเป็นวงจรในลักษณะต่อถึงกันโดยตรงจึงเหมาะกับเครื่องโทรศัพท์ในสมัยก่อนที่มีแบตเตอร์รี่ประจำอยู่ที่เครื่องโทรศัพท์เองเหมาะสำหรับการเชื่อมต่อกันระหว่างโทรศัพท์จำนวนน้อยเมื่อเครื่องใดเครื่องหนึ่งต้องการติดต่อไปยังเครื่องอื่นก็สามารถทำการกดหมายเลขประจำเครื่องที่ต้องการติดต่อได้เลย สามารถแสดงได้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงการวางสายโทรศัพท์โดยตรง

จากการวางสายโทรศัพท์โดยตรงนี้ จะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองมาก ต้องใช้สายมากและอีกอย่างคือเมื่อจำนวนเครื่องโทรศัพท์เพิ่มขึ้นประสิทธิภาพที่เครื่องแต่ละเครื่องสามารถใช้งานได้ก็จะมีค่าน้อยลงเมื่อเทียบกันระหว่างจำนวนเครื่องโทรศัพท์และจำนวนคู่สายสามารถคำนวณได้ดังนี้

จำนวนคู่สายทั้งหมด = $N(N-1)/2$

เมื่อ N = จำนวนเครื่องโทรศัพท์

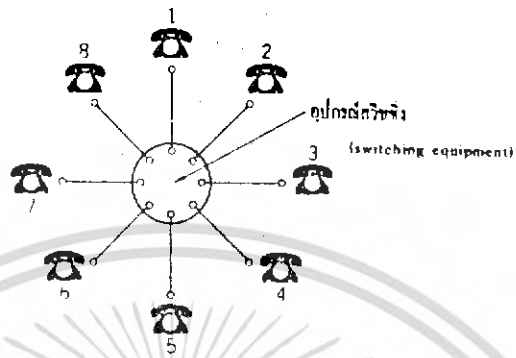
เช่น ถ้าใช้จำนวนเครื่องโทรศัพท์จำนวน 10 เครื่อง สามารถหาจำนวนคู่สายได้ดังนี้

จำนวนคู่สาย = $10(10-1)/2$ คู่สาย

= 45 คู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่เครื่องสามารถใช้ประโยชน์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้เพียง (5/45)*100 คือ เท่ากับ 11.1เปอร์เซ็นต์เท่านั้น จึงได้มีการวางข่ายสายแบบสวิตชิ่ง (SWITCHING NETWORK) ซึ่งข่ายสายสวิตชิ่งนี้มีหลักการอยู่ว่า จะต่อคู่สายทุกคู่สายมายังศูนย์กลางทั้งหมด เราเรียกข่ายสายแบบนี้ว่า STAR SHAPED NETWORK สามารถแสดงได้ตามรูปต่อไปนี้

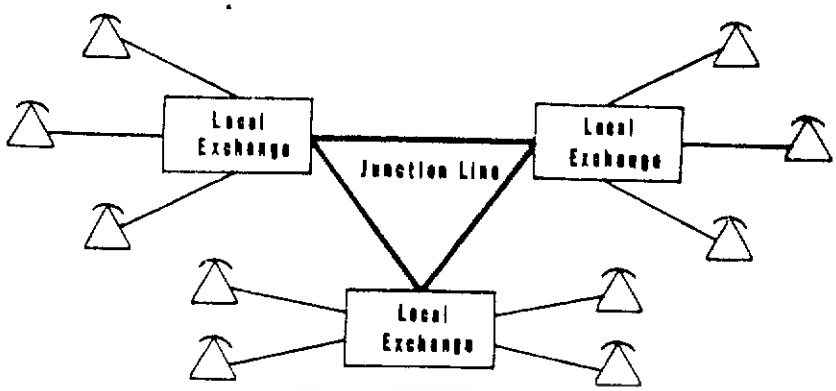


รูปที่ 3.4 แสดงข่ายสายแบบ STAR SHAPED NETWORK

ซึ่งข่ายสายแบบนี้จะทำให้ประหยัดจำนวนสายมากกว่าแบบต่อโดยตรงโดยที่จำนวนคู่สายจะมีจำนวนเท่ากับ จำนวนเครื่องโทรศัพท์สำหรับประโยชน์สูงสุดในการใช้งานของโทรศัพท์ก็ขึ้นอยู่กับ ชุมสายโทรศัพท์ว่าสามารถต่อได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับการรับ TRAFFIC ของชุมสายโทรศัพท์เอง

ชุมสายโทรศัพท์แห่งใดแห่งหนึ่งสามารถให้บริการแก่ผู้เช่าโทรศัพท์ได้ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาของสายเคเบิลโทรศัพท์ การกำหนดพื้นที่บริการของแต่ละชุมสายก็จะเป็นการดีกว่าที่จะมีชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่เพียงชุมสายเดียว ซึ่งจะทำให้ต้องใช้คู่สายโทรศัพท์ที่ต่อจากชุมสายไปยังบ้านผู้เช่านั้นยาวมากและไม่เป็นผลดีต่อผู้เช่าโทรศัพท์ที่อยู่ห่างไกลในเมืองที่ขนาดพื้นที่ไม่ใหญ่มากก็อาจจะมีชุมสายท้องถิ่นได้หลายชุมสาย ดังนั้นการเรียกต่างชุมสาย ก็สามารถเรียกได้ก็ต่อเมื่อได้มีการเชื่อมต่อแต่ละชุมสายให้ถึงกันทั้งหมด โดยใช้ JUNCTION LINEเป็นตัวเชื่อมต่อ และเราเรียกข่ายสาย(NETWORK)แบบนี้ว่าข่ายสายท้องถิ่น(LOCAL NETWORK)ดังแสดงตามรูปที่ 3.5

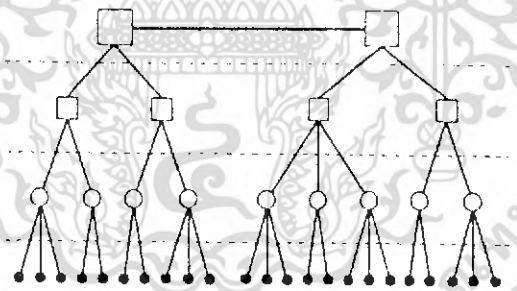
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงข่ายสายท้องถิ่น

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่า จะวางข่ายสายแบบ STAR SHAPED NETWORK กับชุมสายโทรศัพท์ แต่จะเห็นว่าชุมสายแต่ละชุมสายจะเชื่อมต่อกันแบบต่อถึงกันโดยตรง (MESH SHAPED NETWORK)

ส่วนในกรณีของเมืองใหญ่ ๆที่มีผู้ใช้บริการโทรศัพท์มาก ๆจะสามารถทำการวางข่ายสายแบบสตาร์หลายชั้น (MULTISTEP STAR TYPE NETWORK) ดังแสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงข่ายสายชนิดสตาร์หลายชั้น

3.3 แผนการกำหนดเลขหมายโทรศัพท์

เนื่องจากว่าเครื่องโทรศัพท์ที่สามารถติดต่อกันได้มีหลายเครื่องจำเป็นต้องกำหนดหมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่อง เพื่อให้เกิดความสะดวกในการติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันจะเห็นว่าปัจจุบันการใช้โทรศัพท์ในประเทศไทยสามารถใช้เรียกติดต่อทางไกลได้โดยอัตโนมัติไม่ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นการเรียกทางไกลภายในประเทศหรือการเรียก ทางไกลต่างประเทศโดยผู้เรียก จะเป็นผู้หมุนเลขหมายด้วยตนเองหรือจะให้พนักงานโทรศัพท์กลาง (OPERATOR) เป็นผู้ต่อการเรียกให้ก็ได้ การเรียกทางไกลดังกล่าว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องกำหนดรหัสทางไกล เพื่อให้โทรศัพท์ทุกเลขหมายทั่วโลกสามารถติดต่อถึงกันได้ ซึ่งเป็นรหัสเลขหมายที่ใช้ในพื้นที่ต่าง ๆเรียกว่า AREA CODE (หรือ TRUNK CODE) และ COUNTRY CODE นอกจากจะกำหนดรหัสทางไกลแล้วการใช้โทรศัพท์เรียกทางไกลอัตโนมัติ ก็ต้องหมุนเลขหมายนำ (PREFIX) ก่อน เพื่อให้ชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าเป็นการเรียกทางไกลอัตโนมัติ

การกำหนดเลขหมายโทรศัพท์รหัสเลขหมายของพื้นที่รวมทั้งPREFIX ต่างๆ จะต้องถูกกำหนดให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกัน จึงจะทำให้โทรศัพท์ทุก ๆ เลขหมายทั่วโลกสามารถติดต่อ ถึงกันได้ มาตรฐานการกำหนดเลขหมายดังกล่าวถูกกำหนดโดย CCITT (CONSULTIVE COMMITTEE INTERNATIONAL TELEGRAPH AND TELEPHONE) ซึ่งได้กำหนดไว้ดังนี้

- STATION NUMBER เป็นเลขหมายของผู้เช่าโทรศัพท์ที่อยู่ในชุมสายท้องถิ่น ประกอบด้วยเลขหมาย 4 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ ZZZZ

- OFFICE CODE (หรือ EXCHANGE CODE) เป็นรหัสของชุมสายท้องถิ่น ประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว สำหรับประเทศไทยใช้เลขหมาย 3 ตัว ในเขตโทรศัพท์นครหลวงและใช้เลขหมาย 2 ตัว ในเขตโทรศัพท์ภูมิภาค เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ YYY

- AREA CODE (หรือ TRUNK CODE) เป็นรหัสทางไกลที่ถูกกำหนดให้ใช้ใน LOCAL NETWORK หนึ่ง ๆ ประกอบด้วยเลขหมาย 1-3 ตัว เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้คือ XXX

เช่นที่มีการเรียกกันภายใน LOCAL NETWORK เดียวกันจะมีการกดหมายเลขของ STATION NUMBER กับ OFFICE CODE สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ YYY-ZZZZ

หรือถ้ามีการเรียกทางไกล ก็จะมีการกดรหัสทางไกลก่อนการเรียกในข้างต้นก็จะประกอบไปด้วย AREA CODE OFFICE CODE และ STATION NUMBER ตามลำดับ สามารถเขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ XXX-YYY-ZZZ

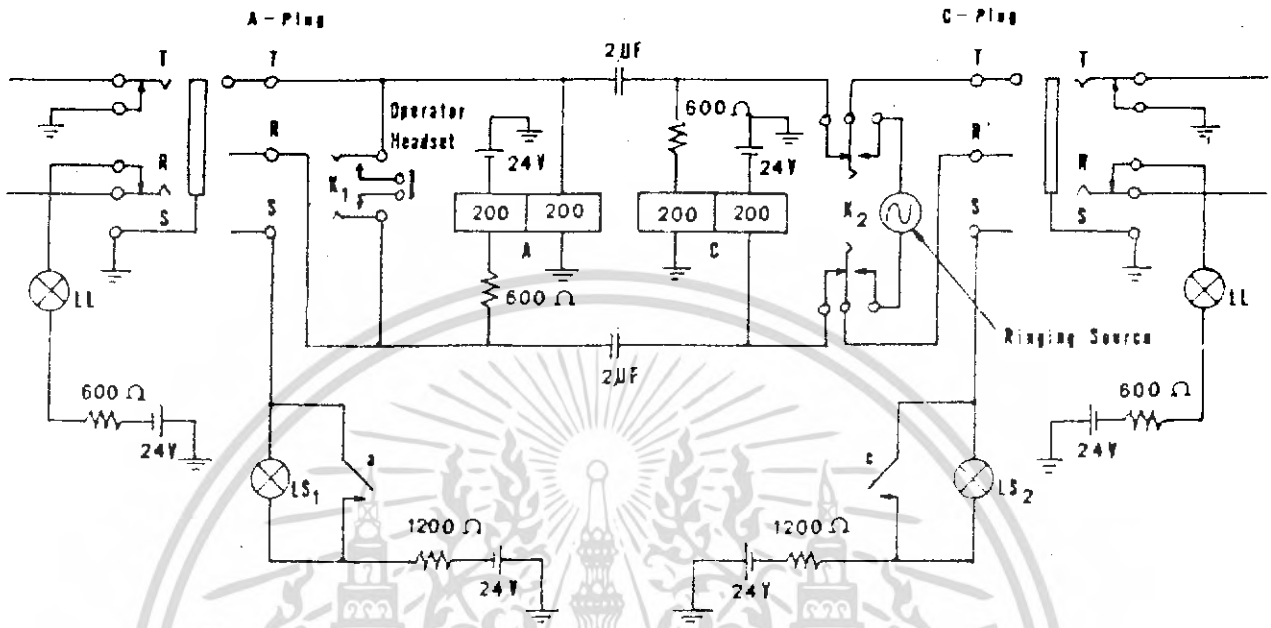
เมื่อผู้เรียกกดรหัสหรือหมายเลขเรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์ที่สำคัญที่ต้องทำงานต่อไปก็ คือ อุปกรณ์สวิตชิ่ง ซึ่งจะทำหน้าที่วิเคราะห์หมายเลขที่รับเข้ามาและทำการต่อเชื่อมให้ระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก จากการแบ่งอุปกรณ์สวิตชิ่งพวกนี้ ทำให้ชุมสายโทรศัพท์สามารถแบ่งออกได้ 2 ระบบด้วยกัน คือ ระบบสวิตชิ่งด้วยมือ และ ระบบสวิตชิ่งอัตโนมัติ

3.4 ระบบสวิตชิ่งด้วยมือ (MANUAL SWITCHING SYSTEM)

ระบบสวิตชิ่งด้วยมือ หรือที่เรียกกันว่า ระบบใช้พนักงานต่อนั่นเอง หมายถึงว่าขั้นตอนในการเชื่อมต่อระหว่างคู่สายของผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกจะถูกเชื่อมต่อด้วยคน กล่าวคือเมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ ทางพนักงานโทรศัพท์กลางก็สามารถทราบได้ทันที และก็จะถามความประสงค์ของผู้ เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

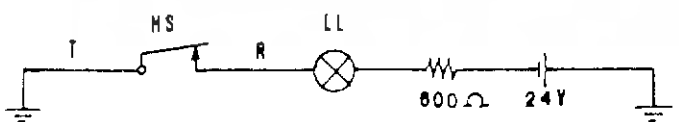
เมื่อทราบแล้วก็จะต่อไปยังผู้ถูกเรียก ทำให้ทั้งคู่สามารถสนทนากันได้ เมื่อจบการสนทนาคือฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งเป็นคนวางหูโทรศัพท์ลง ทางพนักงานกลางก็จะทราบและก็จะตัดการเชื่อมต่อของสวิตช์ออกจากกันจึงสามารถเขียนเป็นวงจรได้ดังนี้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรตู้สลับสายโทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ร่วม

การทำงานของวงจร

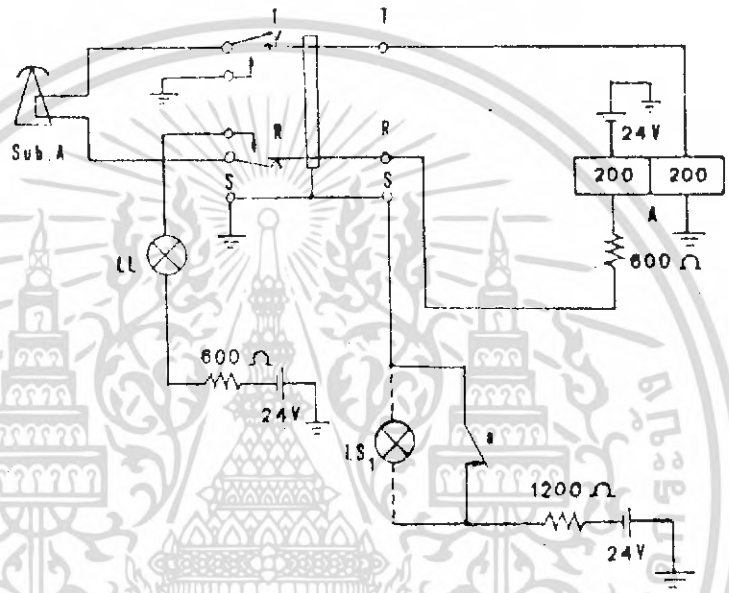
เมื่อผู้เรียก (SUB.A) ต้องการเรียกไปยังเลขหมายใด ๆ ผู้เรียกจะยกปากพูดหูฟังขึ้นจากเครื่องโทรศัพท์ ทำให้ HOOK SWITCH (HS) ของเครื่องโทรศัพท์ต่อสายเส้นTIP (T)และRING (R) เข้าด้วยกันมีผลทำให้ดวงไฟ LINE LAMP (LL) ประจำเลขหมายของผู้เรียกสว่างซึ่งเขียนเป็นวงจรได้ดังนี้



รูปที่ 3.8 แสดงดวงไฟ LINE LAMP สว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

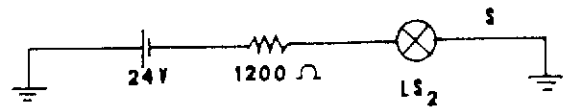
พนักงานโทรศัพท์กลางซึ่งนั่งอยู่หน้าตู้สลับสายก็จะทราบได้ทันทีว่า เลขหมาย A เรียกเข้ามา พนักงานโทรศัพท์กลางก็จะใช้ A-PLUG เสียบเข้าไปยังJACK ของเลขหมาย A มีผลทำให้ดวงไฟ LL ประจำเลขหมาย A ดับ(เนื่องจาก A-PLUG ไปเปิดวงจรของ LINE LAMP)และครบวงจรของ RELAY A ทำให้ RELAY A ทำงาน CONTACT ของ RELAY A คือ CONTACT Aปิดวงจร างจรการทำงานของ RELAY A แสดงตามรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงวงจรการทำงานของ RELAY A

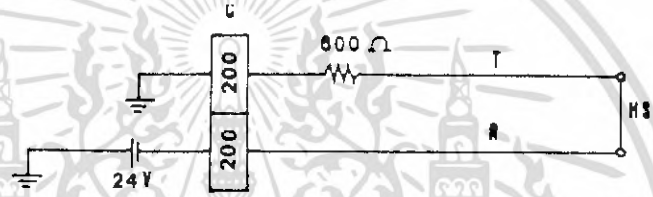
จากนั้นพนักงานโทรศัพท์กลางจะกด TALK KEY (K_1)ทำให้พนักงานโทรศัพท์กลางสามารถสนทนากับผู้เรียกได้ และถามความประสงค์ของผู้เรียกว่า จะต้องการต่อไปยังเลขหมายใด เมื่อพนักงานโทรศัพท์กลางทราบความประสงค์ของผู้เรียกว่าต้องการต่อไปยังเลขหมายใดแล้วพนักงานโทรศัพท์กลางก็จะใช้ C-PLUG เสียบเข้าไปยัง JACK ประจำเลขหมายของผู้ถูกเรียก และกด RING KEY (K_2) ทำให้กระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกดังขึ้น ขณะนี้ดวงไฟ LS_2จะสว่าง เป็นการแสดงว่าผู้ถูกเรียกยังมิได้ยกปากพูดหูฟังตอบรับการเรียก แต่ถ้าหากผู้ถูกเรียกตอบรับการเรียกแล้ว ดวงไฟ LS_2 จะดับ วงจรที่ทำให้ดวงไฟ LS_2 สว่าง แสดงตามรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

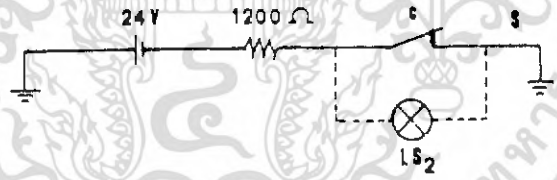


รูปที่ 3.10 ดวงไฟ LS_2 สว่าง

เมื่อผู้ถูกเรียกตอบรับการเรียก HOOK SWITCH ที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกจะต่อสายเส้น T และ R เข้าด้วยกันทำให้ครบวงจรของ RELAY C เมื่อRELAY C ทำงาน CONTACTของ RELAY C คือ CONTACT C ปิดวงจร มีผลทำให้ดวงไฟ LS_2 ดับ วงจรการทำงานของRELAY C และดวงไฟ LS_2 ดับ แสดงตามรูปที่ 3.11 และรูปที่ 3.12 ตามลำดับ

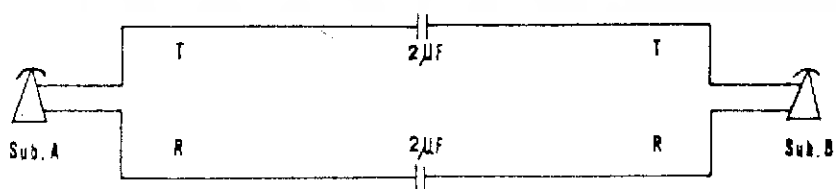


รูปที่ 3.11 แสดงวงจรการทำงานของ RELAY C



รูปที่ 3.12 แสดงดวงไฟ LS_2 ดับ

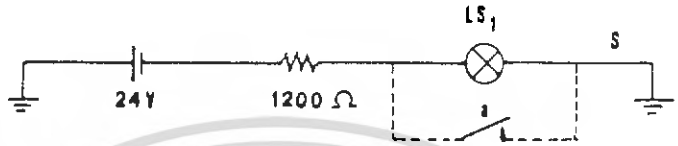
ขณะนี้ผู้เรียกและผู้ถูกเรียกสามารถสนทนากันได้วงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก แสดงตามรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงวงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกสนทนากันเสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งคู่ก็วางปากพูดหูฟังลงบนเครื่องโทรศัพท์ HOOK SWITCH ของเครื่องโทรศัพท์ทั้งสองจะตัดสายเส้น T และ R ออกจากกัน และมีผลคือ เมื่อผู้เรียกวางปากพูดหูฟังลง RELAY A หยุดการทำงาน (RELEASE) CONTACT A เปิดวงจรและดวงไฟ LS_1 สว่าง ในทำนองเดียวกันเมื่อผู้ถูกเรียกวางปากพูดหูฟังลง RELAY C หยุดการทำงาน (RELEASE) CONTACT C เปิดวงจรและดวงไฟ LS_2 สว่าง วงจรที่ทำให้ดวงไฟ LS_1 และ LS_2 สว่าง แสดงตามรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15 ตามลำดับ



รูปที่ 3.14 ดวงไฟ LS_1 สว่าง

รูปที่ 3.15 ดวงไฟ LS_2 สว่าง

เมื่อพนักงานโทรศัพท์กลางเห็นดวงไฟ LS_1 และ LS_2 สว่าง ก็จะทำให้ทราบได้ทันทีว่าคู่สนทนานี้เลิกสนทนากันแล้วก็จะดึง A-PLUG และ C-PLUG ออกกลับสู่ตำแหน่งเดิมดวงไฟLS_1และ LS_2 ดับ พนักงานโทรศัพท์กลางก็พร้อมที่จะบริการผู้เรียกรายอื่น ๆ ต่อไป

เนื่องจากว่าการใช้งานของชุมสายโทรศัพท์ต้องใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง จึงทำให้ต้องจ้างพนักงานกลางมาคอยเชื่อมต่อคู่ใช้ให้สิ้นเปลืองและเกิดการเมื่อยล้าของพนักงาน จึงได้มีระบบชุมสายแบบอัตโนมัติขึ้น

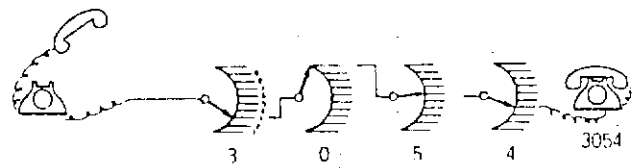
3.5 ระบบสวิตชิ่งอัตโนมัติ (AUTOMATIC SWITCHING SYSTEM)

การพัฒนาระบบสวิตชิ่งของโทรศัพท์ยังคงใช้หลักการเดิมเพียงแต่ เปลี่ยนจากการวิเคราะห์และปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ จากคนมาเป็นอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิคส์แทน ทำให้ประหยัดพนักงานไปได้มาก จะมีก็แต่ช่วงซ่อมบำรุงระบบสวิตชิ่งอัตโนมัติ มีอยู่ด้วยกันหลายแบบ เช่น

สวิตชิ่งอัตโนมัติแบบขั้นต่อขั้น (STEP-BY-STEP AUTOMATIC SWITCHING) กระแสของหน้าปัทม์ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นจากการหมุนเลขหน้าปัทม์โทรศัพท์ของผู้เช่า จะขับแผงสวิตช์และการเลือกจะทำทีละหลักของหมายเลขที่เรียกตามลำดับ จากหลักแรกจนถึงหลักสุดท้าย นั่นคือหลักสุดท้ายจะเจาะจงผู้ถูกเรียกในที่สุด ตามรูปที่ 3.16 จะแสดงในกรณีที่เรียกหมายเลข 3054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสวิชชิ่ง (Switching system)



รูปที่ 3.16 แสดงการเรียกหมายเลข 3054

แต่ระบบขั้นต่อขั้นก็ยังมีขนาดใหญ่ และยังทำงานช้า จึงได้พัฒนามาเป็นระบบที่ใช้อุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มากยิ่งขึ้น คือ ระบบควบคุมรวม

สวิตชิ่งอัตโนมัติแบบควบคุมรวม (COMMAN CONTROL SWITCHING SYSTEM) หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์แบบควบคุมรวมกล่าวคือระบบนี้จะประกอบไปด้วย 2 ภาคหลักๆ คือ ภาคควบคุม (CONTROL UNIT) และภาคสวิตชิ่ง (SWITCHING UNIT)

- ภาคควบคุม มีหน้าที่ควบคุมการต่อวงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกโดยเริ่มตั้งแต่ส่งสัญญาณ DIAL TONE ไปยังผู้เรียก รับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน วิเคราะห์เลขหมายที่ได้รับและดำเนินการให้ภาค SWITCHING ต่อวงจร เพื่อให้ผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกสนทนากันได้

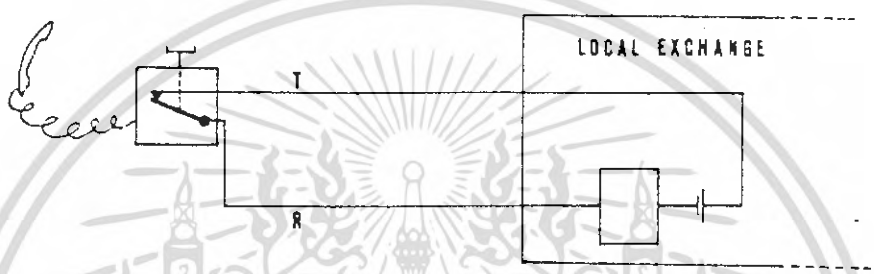
- ภาค SWITCHING มีหน้าที่ต่อวงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก หรือต่อวงจรของผู้เรียกไปยังชุมสายโทรศัพท์อื่น ๆ โดยผ่านวงจร TRUNK

เมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟัง (HANDSET) ขึ้น จะทำให้ครบวงจรของอุปกรณ์สวิตช์ในชุมสาย ผู้เรียกก็จะได้ยินสัญญาณ DIAL TONE ซึ่งเป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่าขณะนี้เริ่มหมุนเลขหมายได้แล้วเมื่อผู้เรียกเริ่มหมุนเลขหมายสัญญาณ DIAL TONE จะถูกตัดออกจากวงจรและเมื่อผู้เรียกหมุนเลขหมายของผู้ถูกเรียกครบแล้ว ภาคควบคุมจะทำการวิเคราะห์เลขหมายที่ได้รับและดำเนินการต่อวงจรการสนทนาให้ ซึ่งการเรียกอาจเป็นการเรียกภายในชุมสายเดียวกัน หรือถ้าเป็นการเรียกออกไปยังชุมสายอื่น ๆทางชุมสายนี้ก็จะส่งข้อมูลไปให้ ถ้าผู้ถูกเรียกว่างผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณ RINGBACK TONEซึ่งเป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่าทางสายของผู้ถูกเรียกว่างและกำลังเรียกอยู่และชุมสายก็จะส่ง RINGING CURRENT ซึ่งเป็นกระแสไฟสลับ 75-90 โวลท์ 18-25 Hz ไปป้อนกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ผู้ถูกเรียก ทำให้กระดิ่งดัง แต่ถ้าเครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกกำลังใช้งานอยู่ ผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณ BUSY TONE ซึ่งเป็นสัญญาณที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่าทางสายของผู้ถูกเรียกไม่ว่างลักษณะการทำงานพื้นฐาน ของชุมสายโทรศัพท์ระบบ COMMON CONTROL ซึ่งใช้เป็นชุมสายท้องถิ่นสามารถอธิบายโดยแบ่งช่วงการทำงานออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงผู้เรียกยกปากพูดหูฟังขึ้นและหมุนเลขหมาย

เมื่อผู้เรียกต้องการเรียกไปยังเลขหมายอื่น ผู้เรียกก็จะต้องยกปากพูดหูฟังขึ้นทำให้ HOOK SWITCH ของเครื่องโทรศัพท์ต่อสายเส้น T (TIP) และ R (RING) เข้าด้วยกันดังแสดงตามรูปที่ 3.17 มีผลทำให้ครบวงจรของ LINE RELAY ซึ่งเป็น RELAY ประจำเลขหมายของผู้เรียก ภาคควบคุมก็จะทำการต่อวงจรระหว่างชุดส่งสัญญาณ DIAL TONE กับผู้เรียกเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียกได้ยินสัญญาณ DIAL TONE ซึ่งเป็นการแสดงว่า เครื่องชุมสายโทรศัพท์พร้อมที่จะรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน

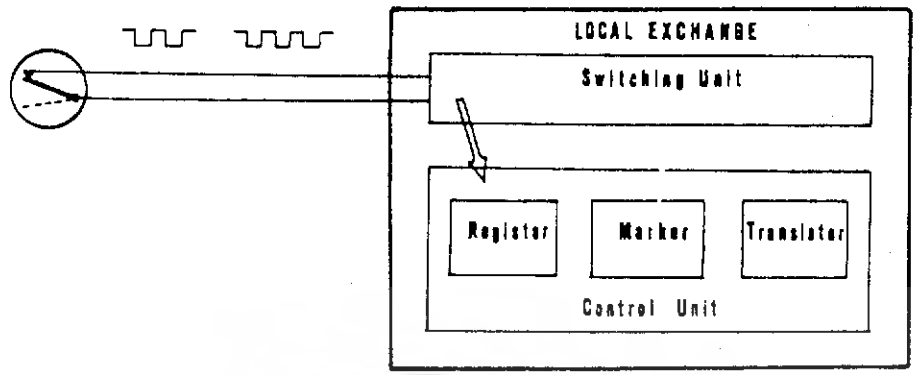


รูปที่ 3.17 แสดงเมื่อผู้เรียกยกปากพูดหูฟังขึ้น

เมื่อมีการยกปากพูดหูฟังขึ้น ชุมสายโทรศัพท์จะทราบประเภทของเครื่องโทรศัพท์นั้น ๆ ภาคควบคุมในชุมสายก็จะต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับ REGISTER ตามประเภทของผู้เรียกนั้น ๆเพื่อเตรียมรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน

ในกรณีที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียกเป็นแบบหมุนหน้าปัด การหมุนหน้าปัดของผู้เรียกจะทำให้เกิด PULSE ขึ้นเป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน และถูกส่งไปเก็บไว้ใน REGISTER ดังแสดงตามรูปที่ 3.18 เพื่อเตรียมปฏิบัติการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 แสดงเมื่อผู้เรียกหมุนหมายเลข

ช่วงดำเนินการกับเลขหมายที่ได้รับ

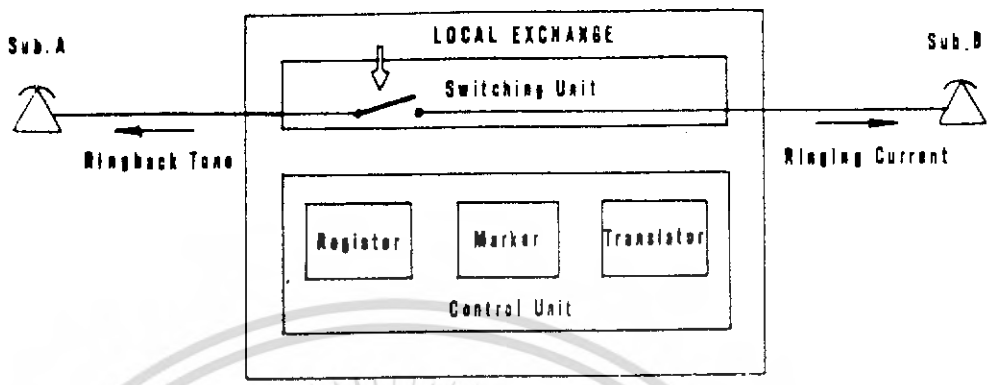
เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้รับข้อมูล คือ เลขหมายของผู้เรียกจนครบแล้ว ก็จะดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ เพื่อต้องการทราบว่า

- เป็นการเรียกภายในชุมสายเดียวกันหรือต่างชุมสาย
- การส่งสัญญาณจะเป็นไปในลักษณะใด เช่น จะส่งไปยังผู้ถูกเรียกโดยตรง หรือจะส่งไปยังชุมสายอื่น ๆ

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์เสร็จแล้วจากนั้นภาคควบคุมก็จะเลือกเส้นทางการต่อวงจรระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก ในภาค SWITCHING ต่อไป

การต่อวงจรการสนทนาระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียก จะดำเนินการโดยภาค SWITCHING การต่อวงจรการสนทนาจะครบสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อผู้ถูกเรียกได้ตอบรับการเรียกแล้ว นั่นคือในขณะที่มีการส่งสัญญาณซึ่งอาจเป็นการส่งสัญญาณภายในชุมสายเดียวกันหรือส่งไปยังชุมสายอื่น ๆก็ตามการต่อวงจรจะยังไม่ครบสมบูรณ์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียกได้ยินเสียงรบกวนจากการส่งสัญญาณถ้าหากเลขหมายผู้ถูกเรียกว่าง และเป็นเลขหมายที่อยู่ในชุมสายเดียวกันกับผู้เรียก ภาคSWITCHING จะต่อวงจรเพื่อส่งสัญญาณ RINGBACK TONE ไปยังผู้เรียกและต่อวงจร RINGINGไปยังผู้ถูกเรียกเพื่อส่ง RINGING CURRENT ไปป้อนกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียก ตามรูปที่ 3.19 ดังนี้

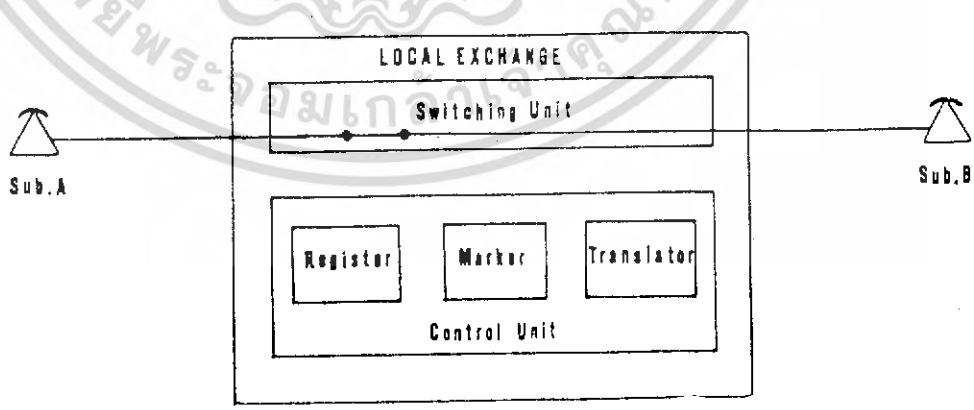
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แสดงช่วงดำเนินการต่อวงจร

หากหมายเลขของผู้ถูกเรียกเป็นเลขหมายที่อยู่ในชุมสายอื่นก็จะถูกส่งออกจากชุมสายต้นทางไปยังชุมสายปลายทาง

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการต่อเรียบร้อยแล้ว ก็จะเป็นช่วงของการสนทนากันระหว่างผู้เรียกกับผู้ถูกเรียกขณะนั้นภาคควบคุมจะหยุดทำงาน เพื่อที่จะรอการให้บริการหมายเลขอื่นที่เรียกเข้ามายังชุมสายต่อไป ซึ่งสามารถเขียนเป็นรูปได้ดังนี้



รูปที่ 3.20 แสดงถึงช่วงสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเป็นฝ่ายวางหูก่อนอุปกรณ์ภาค SWITCHING ก็จะหยุดทำงานก็เป็นอันว่าหมดช่วงการสนทนา ภาค SWITCHING ก็พร้อมที่จะให้บริการคู่สายต่อไปที่เข้ามาอีก

3.6 สวิตชิ่งอัตโนมัติระบบดิเล็กทรอนิคส์

เนื่องจากความก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์มีมาก ทั้งด้านใช้งานทั่วไปและด้านการทำงานเฉพาะอย่างระบบสวิตชิ่ง หรือระบบชุมสายโทรศัพท์ก็ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนในการพัฒนาระบบแทนที่จะใช้การเปลี่ยนระบบสายก็จะใช้เปลี่ยนโปรแกรมคำสั่งควบคุม (STORED PROGAM CONTROL) แทนซึ่งจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีความเร็วในการทำงาน อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้จะเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แทนการทำงานของรีเลย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้มีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ

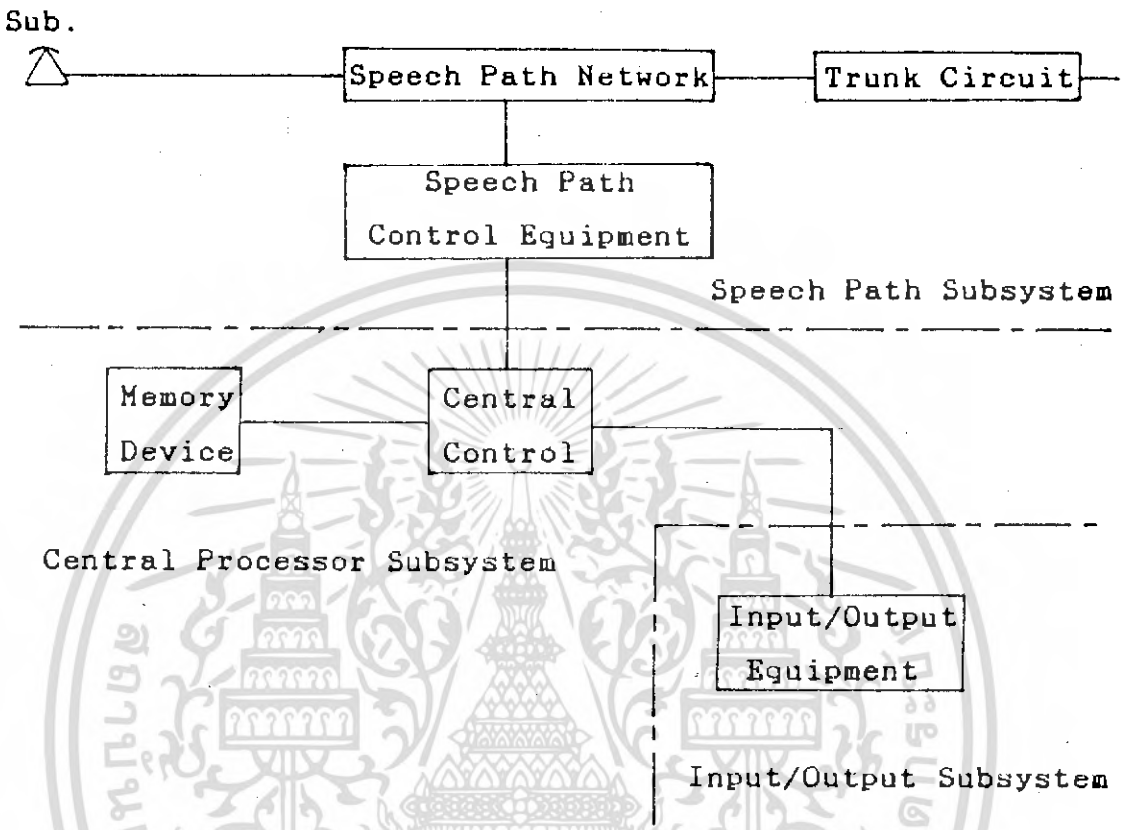
- HARDWARE LOGIC
- PROGRAMMABLE WIRED LOGIC
- STORED PROGRAM CONTROL (SPC)

STORED PROGRAM CONTROL หมายความว่า การทำงานของวงจร LOGIC จะถูกควบคุมด้วย PROGRAM จึงได้กลายมาเป็นชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC ซึ่งชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC ก็จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ

3.7 ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ ANALOG

ชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้จะประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญคือ SPEECH PATH SUBSYSTEM CONTROL PROCESSOR SUBSYSTEM และ INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM ดังแสดงรูปที่ 3.21 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงโครงสร้างชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ ANALOG

- SPEECH PATH SUBSYSTEM เป็นส่วนของภาค SWITCHING NETWORK ที่ทำหน้าที่ต่อวงจรการสนทนาระหว่างผู้เช่ากับผู้เช่า หรือต่อวงจรของผู้เช่าไปยังชุมสายโทรศัพท์อื่น ๆ โดยผ่าน TRUNK CIRCUIT หรือ JUNCTION CIRCUIT อุปกรณ์ที่ใช้ใน SUBSYSTEM นี้เป็นพวก ELECTROMAGNETIC DEVICE

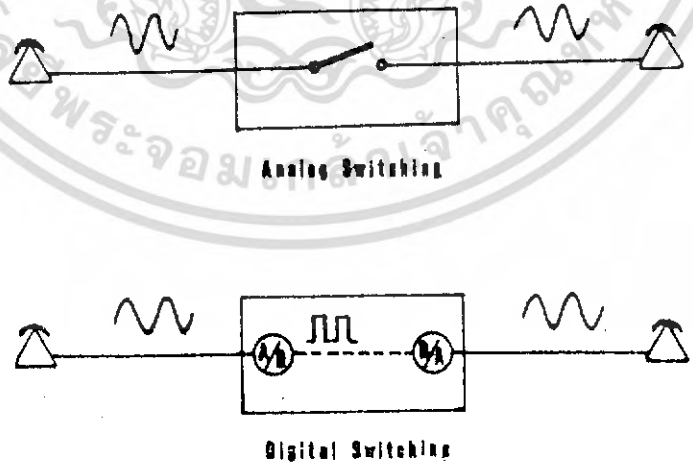
- CENTRAL PROCESSOR SUBSYSTEM เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยจะมี CENTRAL CONTROL เป็นตัวอ่านโปรแกรม (PROGRAM) และข้อมูล (DATA) จากหน่วยความจำ (MEMORY DEVICE) มาใช้ควบคุม SPEECH PATH SUBSYSTEM และ INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM อุปกรณ์ที่ใช้ใน SUBSYSTEM นี้เป็นพวก DIGITAL ELECTRONIC DEVICE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM เป็นส่วนที่มีไว้สำหรับให้ช่างติดต่อสื่อสารกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เช่นเปลี่ยนแปลงโปรแกรม หาข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นในชุมสายโทรศัพท์ บันทึกข้อมูลจากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ใน SUBSYSTEM นี้มีทั้ง MECHANICAL DEVICE (เช่น TELETYPEWRITER,PAPER TAPE PUNCHER/READER เป็นต้น) และ ELECTROMAGNETIC RECORDING EQUIPMENT (เช่น MAGNETIC TAPE UNIT, CARTRIDGE MAGNETIC TAPE UNIT เป็นต้น)

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ ANALOG ส่วนที่เป็น SPEECH PATH SUBSYSTEM หรือ SWITCHING NETWORK ยังใช้อุปกรณ์จำพวก ELECTROMAGNETIC DEVICE จึงจัดเป็นชุมสายโทรศัพท์ระบบที่ เรียกว่า SPACE DIVISION TYPE SEMI-ELECTRONIC SWITCHING SYSTEM คือยังไม่เป็นระบบ FULLY DIGITAL ELECTRONIC จึงเรียกชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้ว่าเป็น SPC ANALOG SWITCHING SYSTEM ชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้มีข้อดีคือ ใช้ในการเชื่อมโยง (INTERFACE) กับชุมสายโทรศัพท์ระบบเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

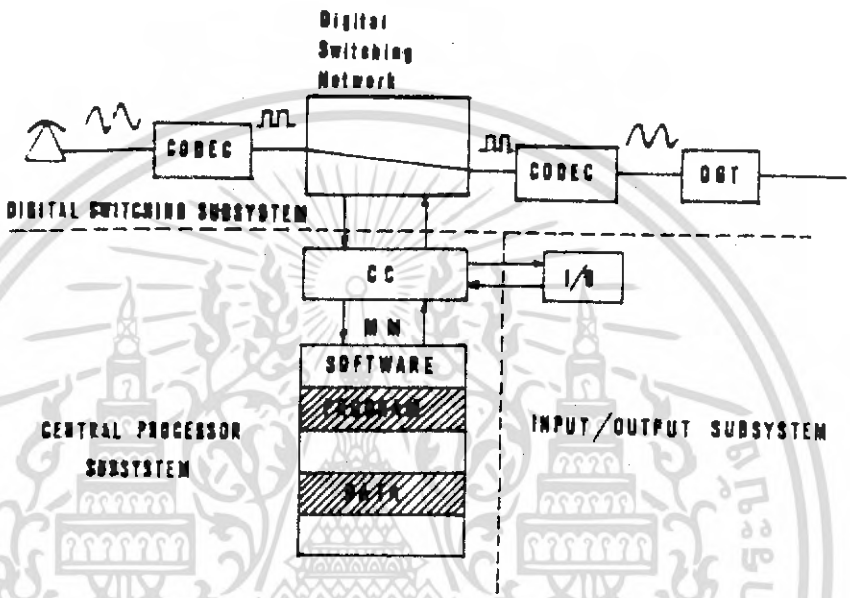
เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ ANALOG ได้พัฒนามาเป็นระบบ FULLY DIGITAL ELECTRONIC SWITCHING SYSTEM โดยการนำเอา DIGITAL ELECTEONIC COMPONENT มาใช้ใน SPEECH PATH SUBSYSTEM หรือภาค SWITCHING NETWORK เครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้จึงมีชื่อเรียกว่า TIME DIVISION TYPE ELECTRONIC SWITCHING SYSTEM หรือเรียกว่าระบบ SPC DIGITAL SWITCHING SYSTEM เพื่อเป็นการแนะนำให้รู้จักกับชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ DIGITAL จึงขอให้พิจารณาความแตกต่างระหว่าง ANALOG SWITCHING กับ DIGITAL SWITCHING ดังแสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 แสดงความแตกต่างของ SPC แบบ ANALOG กับ SPC แบบ DIGITAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ ANALOG นั้นสัญญาณจากโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกต่อเข้าหากันโดยตรงในขณะที่สนทนากันอยู่ ส่วนแบบ DIGITAL สัญญาณจากโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกแปลงจากสัญญาณ ANALOG มาเป็น DIGITAL เสียก่อน แล้วจึงถูกส่งเข้าไปยัง DIGITAL SWITCHING และจาก DIGITAL SWITCHING สัญญาณ DIGITAL จะถูกแปลงกลับไปเป็น ANALOG อีกครั้งหนึ่งก่อนที่จะส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์อีกเลขหมายหนึ่ง



รูปที่ 3.23 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ DIGITAL

จากรูปที่ 3.23 จะเห็นว่าประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือ

- DIGITAL SWITCHING SUBSYSTEM
- CONTROL PROCESSOR SUBSYSTEM
- INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM

การทำงานของแต่ละ SUBSYSTEM สามารถอธิบายได้ดังนี้

- DIGITAL SWITCHING SUBSYSTEM เป็นส่วนของ SWITCHING ที่ถูกใช้ในการต่อวงจรของผู้เช่า สัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่า จะถูกเปลี่ยนจาก ANALOG มาเป็น DIGITAL โดย CODEC ก่อนเข้ามาที่ DIGITAL SWITCHING NETWORK หรือ TIME DIVISION SWITCH และก่อนที่จะต่อออกไปยังผู้เช่าอื่น ๆ หรือ ANALOG TRUNK สัญญาณ DIGITAL จะถูกเปลี่ยนกลับไปเป็น ANALOG อีกครั้งหนึ่ง โดย CODEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- CENTRAL PROCESSOR SUBSYSTEM เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของ DIGITAL SWITCHING SUBSYSTEM และ INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM ส่วนนี้ประกอบด้วย CENTRAL CONTROL (CC) และ MAIN MEMORY (MM) โดยที่ CENTRAL CONTROL จะอ่านโปรแกรมและข้อมูลจาก MAIN MEMORY มาใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งระบบ

- INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM ส่วนนี้ประกอบด้วย TELETYPE WRITER (TTY), CARTRIDGE MAGNETIC TAPE, MAGNETIC TAPE และ OPTION อื่น ๆ

TTY เป็นอุปกรณ์สำหรับช่างชุมสายโทรศัพท์ พิมพ์คำสั่งป้อนเข้าเครื่องชุมสายโทรศัพท์ หรือเครื่องชุมสายโทรศัพท์รายงานการทำงานออกมาทาง TTY ซึ่งจะเห็นว่า TTY มีประโยชน์ในการติดตั้ง การซ่อมบำรุง และการเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ

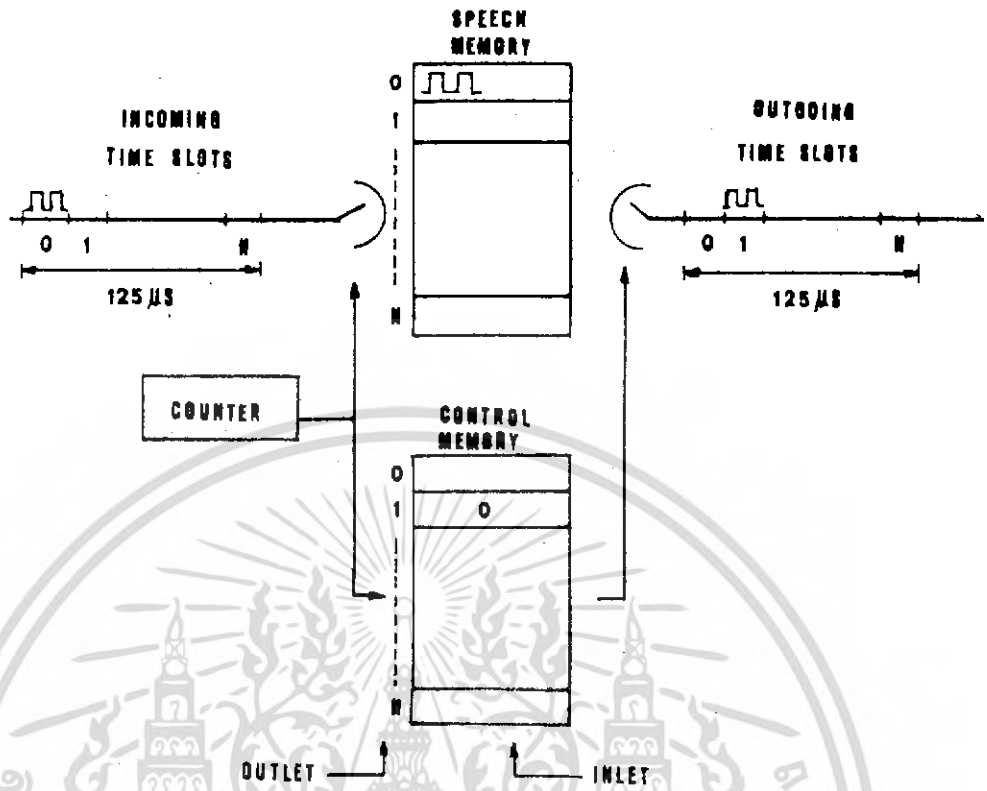
CARTRIDGE MAGNETIC TAPE เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ใน MAIN MEMORY มีหน้าที่เป็นตัว BACK UP MAIN MEMORY ในกรณีที่เกิดข้อขัดข้องขึ้นใน MAIN MEMORY

เทคนิคของสวิตชิ่งที่นิยมนำมาใช้ในชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ DIGITAL มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะ คือ

TIME DIVISION SWITCH หรือที่เรียกกันว่า TIME SWITCH

TIME SWITCH ประกอบด้วย SPEECH MEMORY ซึ่งมี PCM WORD อยู่ในTIME SLOT จำนวนหนึ่ง SPEECH MEMORY จะถูกควบคุมโดย CONTROL MEMORY การนำข้อมูลของ INCOMING TIME SLOT เข้าไปเก็บไว้ใน SPEECH MEMORY สามารถจะกระทำได้โดยถูกควบคุมด้วยวงจรนับ (COUNTER) ข้อมูลใน INCOMING TIME SLOT 0 จะถูกเก็บไว้ใน SPEECH MEMORY ที่ ADDRESS 0 และข้อมูลใน INCOMING TIME SLOT 1 จะถูกเก็บไว้ใน SPEECH MEMORY ที่ ADDRESS 1 และเป็นอย่างนี้เรื่อย ๆ ไป การนำข้อมูลออกหรือการอ่าน SPEECH MEMORY จะถูกควบคุมโดย CONTROL MEMORY ซึ่งมีจำนวน ADDRESS มากเท่ากับจำนวน TIME SLOT ข้อมูลใน CONTROL MEMORY ที่ ADDRESS ต่าง ๆ จะถูกบรรจุไว้ด้วย ADDRESS ของ SPEECH MEMORY ที่เป็น OUTGOING TIME SLOT ดังแสดงตามรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Incoming Time Slot 0 - Outgoing Time Slot 1

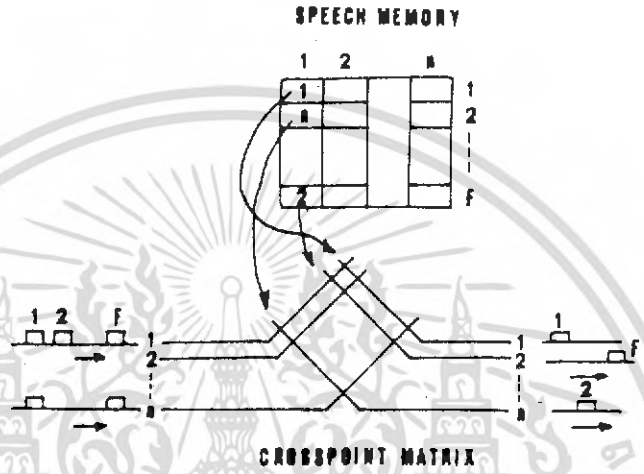
รูปที่ 3.24 แสดง TIME SWITCH

จากรูปที่ 3.24 สมมุติว่า INCOMING TIME SLOT คือ TIME SLOT 0และ OUT GOING TIME SLOT คือ TIME SLOT 1 ข้อมูลที่ TIME SLOT 0 จะถูกนำไปเก็บไว้ใน SPEECH MEMORY ที่ ADDRESS 0 และที่ ADDRESS 1 ของ CONTROL MEMORY จะมีข้อมูล "0" ซึ่งเป็นค่าของ ADD RESS 0 ของ SPEECH MEMORY บรรจุอยู่ดังนั้น OUTGOING TIME SLOT ที่ TIME SLOT 1จึงเป็นข้อมูลของ INCOMING SLOT ที่ TIME SLOT 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPACE DIVISION SWITCH หรือที่เรียกกันว่า SPACE SWITCH

SPACE SWITCH ประกอบด้วย CROSSPOINT MATRIXขนาด n*n ใน CROSSPOINT เป็นวงจร DIGITAL ELECTRONIC GATE ดังรูปต่อไปนี้ (รูปที่ 3.25)



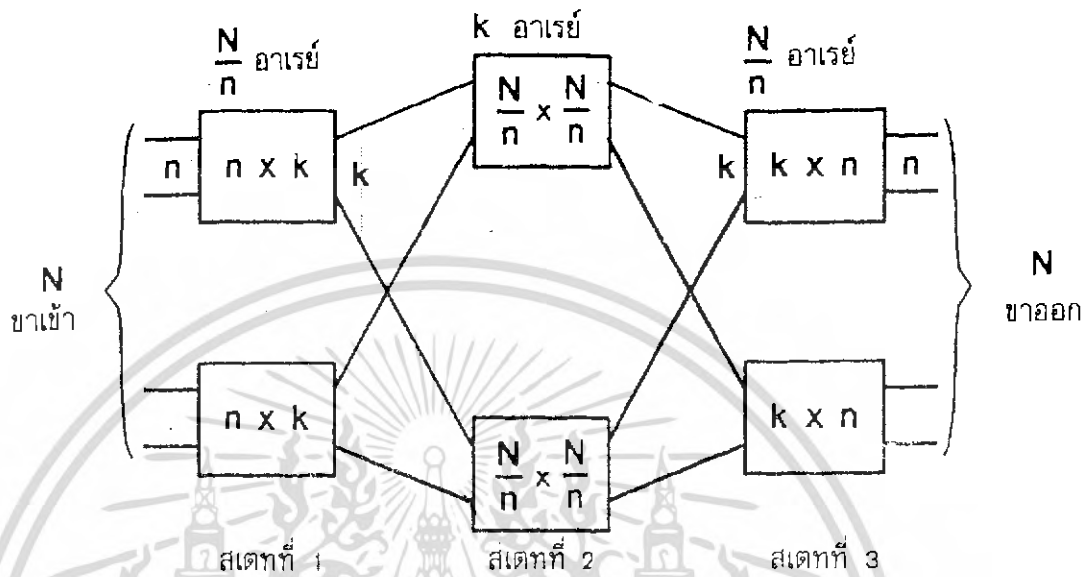
รูปที่ 3.25 แสดง SPACE SWITCH

โดยที่สัญญาณจาก TIME SWITCH (สัญญาณที่ 1 ถึง F) จำนวนหลาย TIME SWITCHสมมุติเป็นจำนวน n TIME SWITCH ถูกนำมาต่อเข้ากับ CROSSPOINT MATRIX ที่ถูกควบคุมโดยSPEECH MEMORY รูปที่ 3.25 แสดงการควบคุมการต่อออกของสัญญาณที่ 1 ถึง F จาก TIME SWITCH ตัวที่ 1 สัญญาณที่ 1 จะถูกต่อออกทาง OUTLET ที่ 1 เป็นสัญญาณที่ 1 สัญญาณที่ 2 จะถูกต่อออกทาง OUTLET ที่ n เป็นสัญญาณที่ 2 และสัญญาณที่ F จะถูกต่อออกทาง OUTLET ที่ 2เป็นสัญญาณที่ F การทำงานของ SPACE SWITCH ซึ่งถูกควบคุมการต่อโดย SPEECH MEMORYเปรียบเทียบได้คล้ายกับมี CROSSBAR SWITCH จำนวน F ตัว ต่อ INLETได้ n*F INLET และมี OUTLET ออกจำนวน n*F OUTLET

จากรูปที่ 3.25 จะเห็นว่า CROSSPOINT เป็นการใช้ประโยชน์ ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพเนื่องจากมี OUTPUT เพียงแค่ n แต่ต้องใช้ CROSSPOINT ถึง n^2 จุดเพื่อให้สามารถให้ทำงานได้ดีกว่า ข้อจำกัดที่กล่าวมาแล้วนี้ จึงได้มีการนำเอามาต่อกันเป็นแบบมัลติสเตท ทางด้านคู่สายของ INPUT จำนวน n คู่สาย จะถูกแบ่งออกเป็น n/N กลุ่ม โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ N คู่สายโดยแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละกลุ่มของคู่สายจะเข้าสู่ MATRIX ใน STATE แรก และ OUTPUT ของ STATE แรกจะเป็น INPUT ของ STATE ถัดไป จนในที่สุด STATE สุดท้ายจะมี n OUTPUT ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.26 แสดงการนำเอา CROSSPOINT มาต่อรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วงจรและการทำงานของวงจร AUTOMATIC PABX

จากความคิดที่ต้องการให้การติดต่อกันภายในองค์กรหน่วยงานหรือสำนักงานขนาดเล็กสามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันและกันได้โดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารภายในลดลงและยังทำให้คู่สายต่าง ๆ ภายในสามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เพื่อที่จะต่อไปยังคู่สายต่าง ๆ ทั่วไปจะประกอบด้วยภาคต่างๆ ดังแสดงด้วยบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้

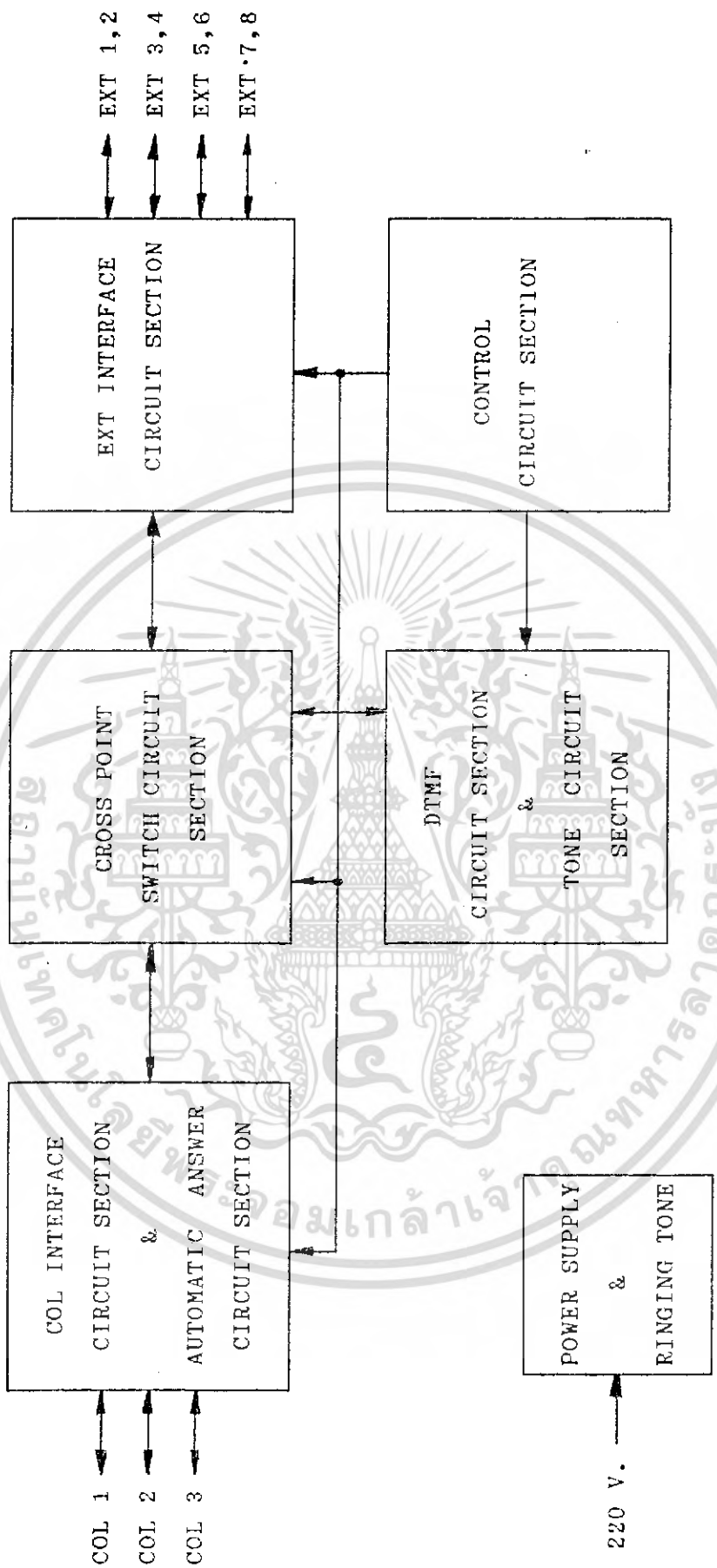
4.1 BLOCK DIAGRAM

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าสามารถแบ่งออกเป็นภาคต่าง ๆ ได้ 6 ภาค คือ

1. COL INTERFACE & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION
2. CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION
3. DTMF & TONE INTERFACE CIRCUIT SECTION
4. EXTENTION INTERFACE CIRCUIT SECTION
5. CONTROL CIRCUIT SECTION
6. POWER SUPPY & RINGING TONE CIRCUIT SECTION

จากบล็อกไดอะแกรมแสดงภาคต่าง ๆ ซึ่งจะทำงานที่สัมพันธ์กันสามารถอธิบายการทำงานรวมกันได้ดังนี้การทำงานของวงจรทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือโหมดการติดต่อภายในกับโหมดการติดต่อภายนอกโหมดการติดต่อภายนอก เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาจากภายนอกภาค COL INTERFACE CIRCUIT SECTION ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรตรวจจับเสียงกระดิ่งเมื่อจับได้แล้วก็จะส่งสัญญาณไปยังภาค CONTROL เพื่อให้ภาค CONTROL ส่งสัญญาณมาควบคุมภาค COL INTERFACE ทำการปรับ IMPEDANCE ของตัวเอง ซึ่งในตอนแรกมีค่าความต้านทานมาก ให้เหลือค่าความต้านทาน 600 ohm คือเป็นการรับสายนั่นเอง แล้วก็จะส่งสัญญาณเสียงจากภาค AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT ออกไปเพื่อให้ผู้ที่เรียกเข้ามาสามารถเลือกหมายเลขของคู่สายย่อยได้จากนั้นเมื่อผู้เรียกกดหมายเลขของคู่สายได้แล้วสัญญาณ DTMF ที่จะถูกส่งมายังภาค DTMF CIRCUIT SECTION และถอดรหัสไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยังภาค CONTROL เมื่อภาค CONTROL รับรหัสที่ได้มาแล้วก็จตรวจดูว่าคู่สายที่ถูกเรียกเข้ามาว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BLOCK DIAGRAM ของ AUTOMATIC PABX 3 TO 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปส่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณ RING BACK TONE ไปยังผู้ที่เรียกเข้ามาพร้อมกับส่งสัญญาณ RINGING ไปยังคู่สายย่อยที่ถูกเรียก แต่ถ้าคู่สายย่อยที่ถูกเรียกไม่ว่างภาค CONTROL ก็จะส่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณ BUSY TONE ไปยังผู้เรียกเข้ามา ถ้าหากคู่สายที่ถูกเรียกว่างพร้อมที่จะใช้งานได้เมื่อได้ยินสัญญาณ RINGING ถ้ามีการยกหูภาคตรวจจับการยกหูซึ่งเป็นภาคย่อยของภาค EXTENSION CIRCUIT SECTION ก็จะสามารถรับรู้ว่ามีการยกหู สัญญาณมายังภาค CONTROL และภาค CONTROL ก็จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ทำการเชื่อมต่อคู่สายที่เรียกเข้ามากับคู่สายที่ถูกเรียกและเมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดวางหูก็จะหมดช่วงของการสนทนาส่วนโหมดการติดต่อภายในนั้นเมื่อมีคู่สายใดคู่สายหนึ่งของคู่สายย่อยมีการยกหูขึ้นมาทางภาคตรวจจับการยกหูซึ่งเป็นภาคย่อยของภาค EXTENTION CIRCUIT SECTION จะตรวจจับได้แล้วจะส่งสัญญาณมายังภาค CONTROL หลังจากนั้นภาค CONTROL ก็พร้อมที่รับสัญญาณที่เข้ามาอีกคือ จากการกดหมายเลขของคู่สายย่อยที่ทำการยกหูจาก ซึ่งเมื่อผู้ยกหูกดหมายเลขสัญญาณหมายเลขที่ถูกกดก็มาผ่านภาค DTMF CIRCUIT SECTIONได้รับสัญญาณดิจิตอลและส่งมายังภาค CONTROL ต่อไปเมื่อ ภาค CONTROLได้รับสัญญาณจากหมายเลขที่คิดได้แล้วก็จะทำการวิเคราะห์คู่สายย่อยที่ถูกเรียกถ้าหากไม่ว่างภาค CONTROL ก็จะสั่งให้ภาค CROSSPOINT ต่อสัญญาณ BUSY TONE ไปยังผู้เรียกเข้า ถ้าหากว่า ผู้ถูกเรียกว่างทางผู้ถูกเรียกจะได้ยินสัญญาณ RINGING ซึ่งถูกควบคุมการต่อจากภาคCONTROL และภาค CONTROL ก็จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณ RING BACK TONE ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูขึ้นภาคCONTROL ก็ส่งให้ภาค CROSS POINT ต่อคู่สายทั้งผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเข้าด้วยกันและกันก็สามารถสนทนากันได้ การสนทนาจะหยุดลงเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูซึ่งรายละเอียดและการออกแบบของแต่ละภาคจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

4.2 ภาค COL INTERFACE & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION

ภาคนี้ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระบบการติดต่อกับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ ก็คือการปรับสภาพของวงจรให้มีสภาพเหมือนกับการยกหูและการวางหูนั่นเอง แต่จะเป็นการยกหูที่ไม่ใช้คนยกหูแต่จะใช้หลักการทางโทรศัพท์คือในสภาวะสายว่างโทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ 48โวลต์ ซึ่งจ่ายมาจากชุมสายโทรศัพท์และมื่อมีผู้เรียก หมายแลขเข้ามาทางชุมสายจะจ่ายสัญญาณกระดิ่งมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันประมาณ 100 Vp-pเป็นเวลา 2 วินาที และหยุด 4 วินาที เป็นจังหวะอย่างนี้ ซึ่งแรงดันจะทำให้กระดิ่งภายในโทรศัพท์ทำงานและชุมสายจะรับทราบการยกหู จากวิธีการที่ว่าเมื่อยกหูและสวิตช์ภายในโทรศัพท์ จะทำการต่อคู่สายเข้ากับวงจรภายในที่มีความต้านทานกระแสตรงต่ำจะเกิดการครบวงจรขึ้นทำให้แรงดัน 48 โวลต์ ตกลงเหลือประมาณ 8 - 10 โวลต์ซึ่งเป็นภาคที่มีความสำคัญมากโดยสามารถแบ่งย่อยลงได้อีกคือ

1 LINE INTERFACE ทำหน้าที่รักษาอิมพีแดนซ์ของระบบเครื่องให้เท่ากับอิมพีแดนซ์ของสายองค์การโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 DC LOOP ทำหน้าที่เป็นตัวยกหูอัตโนมัติและปรับระดับกระแสให้มีค่าคงที่ (25MA) เสมือนกับการยกหูโทรศัพท์เพื่อให้การติดต่อทั้งโทรเข้าและโทรออก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม

3 NETWORK ใช้ทรานสเฟอร์เมอร์คับปลิ้งสัญญาณเพื่อรักษาอิมพีแดนซ์เท่ากับ 600 โอมห์

4 BIDIRECTION AMP. ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณเสียงโทรศัพท์ให้มีความแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำการขยายทั้ง 2 ทิศทาง ทั้งทางขาเข้าและทางขาออก เพื่อปรับระดับสัญญาณเสียงให้เหมาะสม

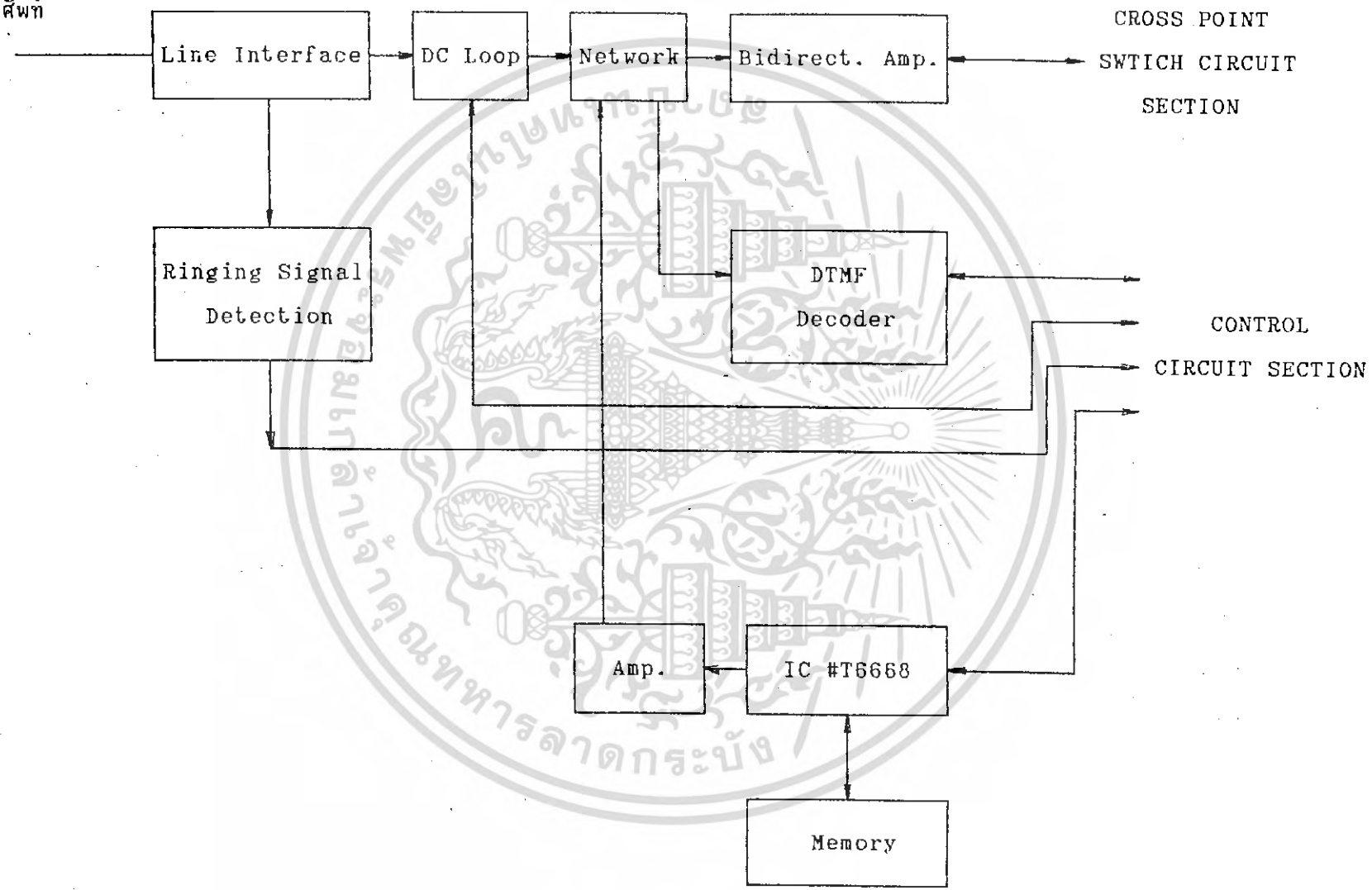
5 DTMF DECODER ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ DTMF เป็นเลขฐานสอง BCD เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ในการติดต่อของสายนอกที่ต้องการติดต่อกับคู่สายภายใน

6 RINGING SIGNAL REFECTION ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณ RINGING ที่ส่งเข้ามาเพื่อส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งภาคย่อยต่างที่กล่าวถึงสามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ ดังรูปที่ 4.2 จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 4.2 จะมีลักษณะของวงจรใช้งานจริงตามรูป(Line Interface & DC Loop & Network)ซึ่งสามาระอธิบายการทำงานได้ดังนี้คือทางด้าน JP100 จะต่ออยู่กับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ผ่านมาที่ bridge diode(BD100)จะเป็นตัวสลับคู่สายที่ต่อเข้ามา เมื่อต่อผิดและถ้ามองเข้าไปข้างในของวงจรจะมีค่าอิมพีแดนซ์มากเปรียบได้กับการวางหู แต่เมื่อมีการยกหูขึ้นเพื่อที่จะทำการรับหรือจะโทรออกก็ตามก็คือทางภาค CONTROL จะส่งสัญญาณพัก"1" มาที่ขา 1ของU100 ทำให้ขา 4และขา 5 ของ U100 นำกระแสซึ่งเป็นการจัดไบแอสให้กับ Q100 ก็จะส่งผลให้ Q100 นำกระแสด้วยก็เลยทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ที่เคยสูงอยู่ก่อนลดลงมาเนื่องจากขา E และ C ของ Q100 นำกระแสทำให้อิมพีแดนซ์ของวงจรขณะนั้นเป็นคืออิมพีแดนซ์ของทรานสเฟอร์เมอร์คือ T100 คือ 600 โอมห์ ส่วน Q101 กับ U101 จะทำหน้าที่ตรวจสอบสภาพของวงจรว่าอยู่ในสภาวะการวางหูหรือยกหู คือถ้าวงจรอยู่ในสภาวะวางหู Q100 จะไม่นำกระแสและ Q101 ก็จะไม่นำกระแสด้วยเหมือนกันส่งผลให้ U101 ที่ขาเอาท์พุทไม่นำกระแสก็จะเกิดแรงดัน Vcc 5V คร่อมขา C และของ Q101 เป็นระดับแรงดันที่ส่งไปยังภาค CONTROL แต่ถ้าหากว่าวงจรอยู่ในสภาวะยกหู Q100 นำกระแสและ Q101 ก็นำกระแสด้วย ทำให้ U101 นำกระแสระดับแรงดันที่ขา C ของ U101จะเท่ากับ "0" ก็จะถูกส่งไปยังภาค CONTROL ต่อไป

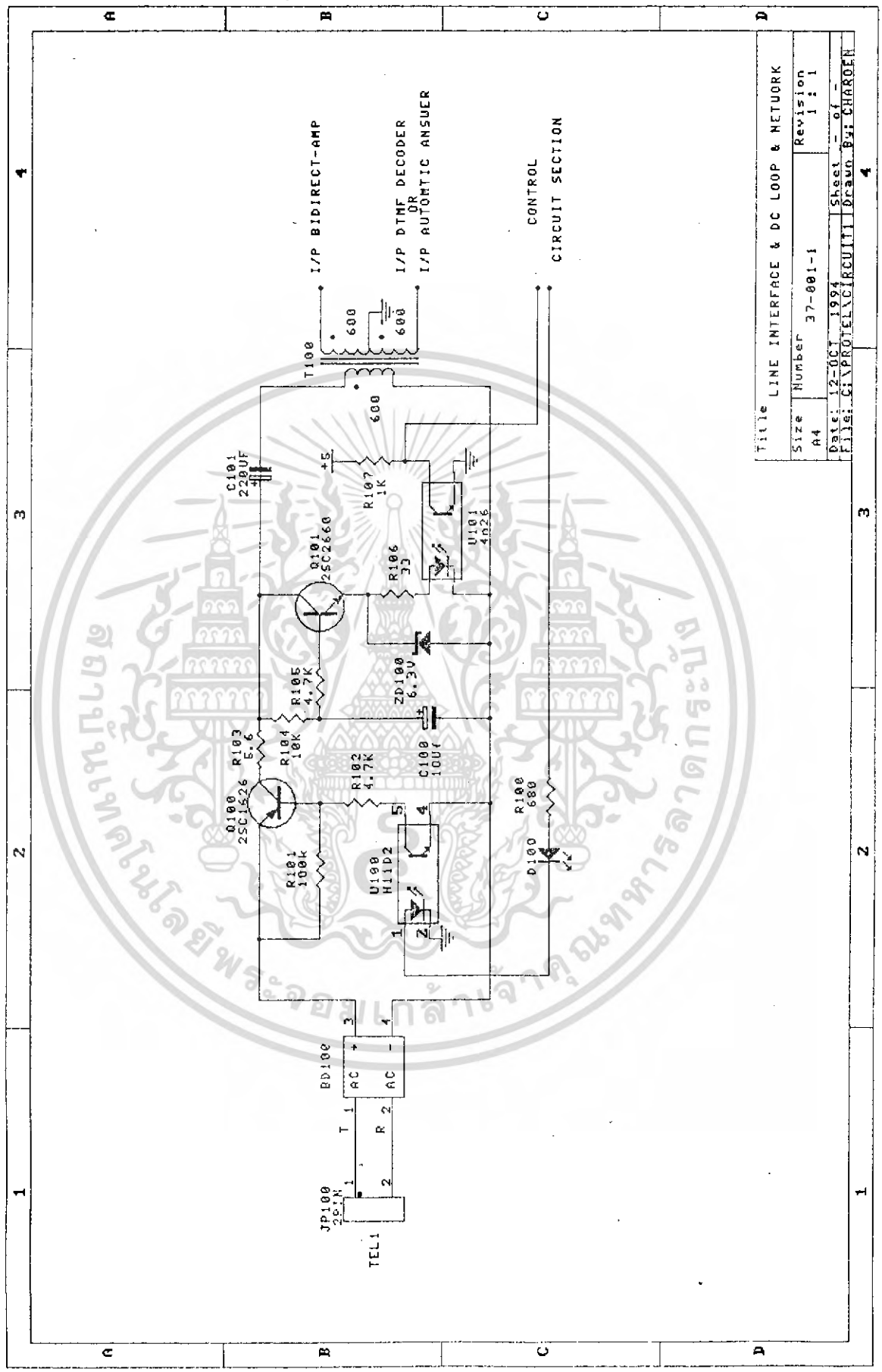
ส่วนที่ขาเอาท์พุทของทรานสเฟอร์เมอร์ T100 ทั้งชุดแรกจะนำไปเป็นอินพุทให้กับวงจร BI-AMP เพื่อขยายระดับสัญญาณให้เหมาะสมต่อไป ส่วนของเอาท์พุทอีกชุดหนึ่งของ T100 จะถูกต่อกับเอาท์พุทของ AUTOMATIC ANSWER SOUNDS เพื่อที่จะส่งสัญญาณเสียงตอบรับไปยังคู่สายที่เรียกเข้ามาที่ J100 และถูกต่อเข้ากับอินพุทของภาค DTMF DECODER เพื่อที่จะทำการ DECODE สัญญาณ DTMF จากเครื่องผู้เรียกเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายองค์การ
โทรศัพท์



BLOCK DIAGRAM ของภาค COL INTERFACE & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ภาค Bidirectional Amp. (Bi-Amp)

ภาค Bi-Amp หรือภาคขยายเสียง 2 ทิศทางกล่าวคือ ในการสื่อสารข้อมูลในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นระบบอนาลอก เช่น ในโทรศัพท์ หรือระบบการสื่อสารข้อมูลที่เป็นแบบดิจิตอลเช่นการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการส่งสัญญาณในระยะทางไกล ๆ ก็จำเป็นจะต้องมีการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นเพื่อให้สามารถส่งสัญญาณไปได้ไกลยิ่งขึ้น ซึ่งความพิเศษของภาค Bi-Amp คือจะมีการใช้สายส่งสัญญาณเพียงคู่เดียว จะทำให้เกิดความประหยัดมาก และก็สามารถขยายสัญญาณได้ทั้งทางด้านรับและด้านส่ง ในสายส่งสัญญาณคู่เดียวกัน แต่การขยายของวงจรไม่เหมาะสมกับการใช้สายส่งสัญญาณระยะทางยาว ๆ มากเกินไป โดยทั่วไปแล้วระยะทางยาว ๆ มากเกินไปจะใช้วงจรไฮบริดจ์ในโครงงานนี้จะใช้วงจร Bidirectional Amp โดยใช้ ไอซี MC 3403 ซึ่งเป็นไอซี op- amp โดยจะใช้ op-amp ภายในต่อรวมกัน 2 ตัว เป็นอุปกรณ์หลักและจะมีอุปกรณ์ข้างเคียงคือ R ค่าต่าง ๆ เพื่อที่จะเป็นตัวกำหนดอัตราการขยายและเพื่อเกิดการ matching กับภาคที่นำมาต่อรวมด้วย ซึ่งจะมีวงจรใช้งานจริงดังรูป

จากวงจรสามารถอธิบายได้ว่าสัญญาณออกมาจากเอาท์พุทของภาค Line interface ที่จาก T100 จะผ่านเข้ามายังอินพุทของ U102A ก็จะทำการขยายแล้วส่งไปยังภาคต่อไป ก็คือจะขยายสัญญาณที่มาจากชุมสายโทรศัพท์นั่นเอง ส่วนสัญญาณที่มาจาก col interface นั่นก็จะป้อนเข้ามาเป็นอินพุทของ U103 จะเป็นตัวขยายส่งไปยัง T100 แล้วผ่านภาค line interface ไปยังชุมสายโทรศัพท์ต่อไป เนื่องจากว่า การคุยทางโทรศัพท์นั้นจะประกอบด้วยผู้พูดและผู้ฟังในขณะนี้ U102 ทำการขยายจะมองว่าที่ขา 3 ของ U102 เป็น 0 โวลท์ในการออกแบบวงจรเพื่อให้เกิดการ matching ภาคตัวส่งกับตัวรับ จะกำหนดให้ R ของทางด้านเอาท์พุทของ op-amp. มีค่าเท่ากับ 600 ohm ซึ่งจะมีค่าเท่ากับโหลดของโทรศัพท์ทั่วๆไปและกำหนดให้อัตราขยายเท่ากับ 2 ก็จะได้ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังแสดงในวงจร

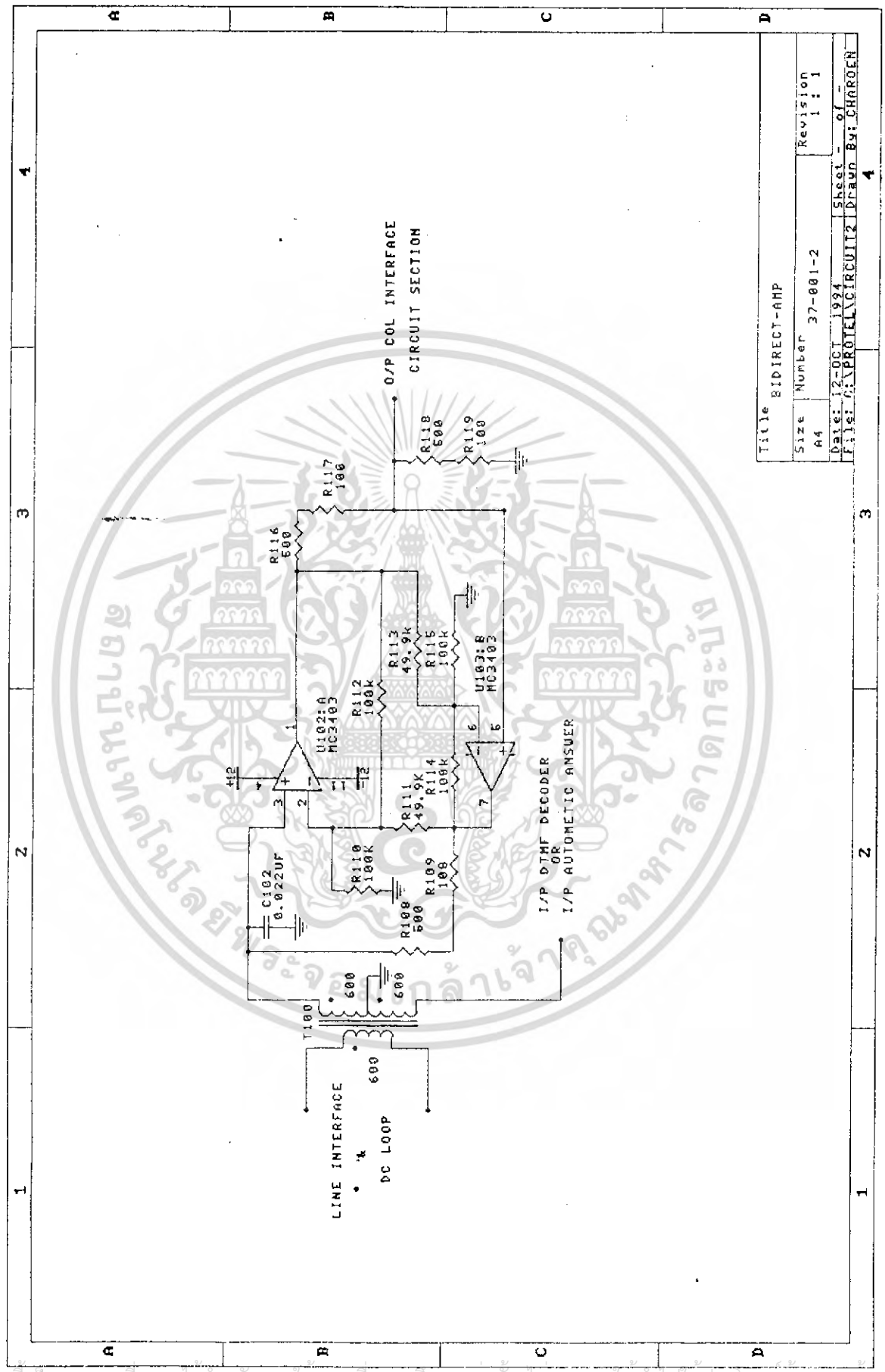
$$A = R_f / R_b$$

เลือก $R_f = 100$ k จะได้

$$R_b = \frac{100\ k}{2}$$

$$R_b = 50\ k$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในวงจรจริง R_d คือ R112 กับ R114 จะใช้ค่า 100 k ส่วน R_b คือ R R111 กับ R113 จะใช้ค่า 49.9 k แทน 50 k

เมื่อนำภาคย่อยต่าง ๆ ของภาค line interface circuit section จะสามารถแสดงได้ดังรูป แต่เนื่องจากว่าทางด้านอินพุทที่เข้ามาจะมีอยู่ 3 คู่สายก็จะต้องทำวงจรที่เหมือนกันนี้เพิ่มขึ้นอีก 2 ชุดเป็น 3 ชุด ตามจำนวนคู่สายที่ต้องการ จากรูป แสดงอุปกรณ์ทุกตัวของภาค line interface circuit section นั้นสามารถอธิบายการทำงานรวมได้ดังนี้ เมื่อโทรศัพท์เข้ามาสัญญาณเสียงกริ่งจากองค์การโทรศัพท์ผ่านมาเข้า J100 จะผ่าน C103 และ 104 มายัง BD 102 มาเข้าที่วงจรตรวจจับเสียงกริ่งโดยใช้ U103 และ U104 ส่วนเอาท์พุท U105 จะเป็นตัวนับเสียงกริ่งแล้วส่งให้ภาค control จากนั้นภาค control ก็จะไปทำการยกหูโดยอัตโนมัต คือสังสัญญาณไป on U100 ทำให้ค่าความต้านทางลดต่ำลงเหลือ 600 โอห์ม ในขณะเดียวกันสัญญาณเสียงจากภาค automatic answer sounds ก็จะถูกส่งไปยังผู้เรียกเพื่อให้ทำการส่งสัญญาณหมายเลขของคู่สายย่อยที่ต้องการติดต่อ เมื่อผู้เรียกส่งมา U106 จะเป็นตัว decod รหัสสัญญาณส่งให้ภาค control ภาค control ก็จะต่ออุปกรณ์สวิตชิ่งของคู่สายย่อยให้กับผู้เรียกเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง

การยกหูโทรศัพท์ในการใช้เครื่องโทรศัพท์แบบธรรมดาทั่วไปแล้วจะมีคนยกหูและวางหูซึ่งในขณะที่ทำการวางหูนั้นค่าอิมพีแดนซ์รวมของวงจรจะมีค่าสูงก็จะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์จากชุมสายโทรศัพท์จ่ายเข้ามาเป็นไฟเลี้ยงได้กับวงจร แต่เมื่อมีการยกหูขึ้นค่าอิมพีแดนซ์รวมของวงจรจะเหลือเพียง 600 โอมห์ทำให้ชุมสายโทรศัพท์ลดแรงดันลงเหลือประมาณ 8-10 โอห์ม เนื่องจากว่าเมื่อมีการยกหูแล้วสวิตช์ภายในตัวโทรศัพท์จะทำการต่อคู่สายเข้ากับวงจรภายในที่มี ความต้านทานกระแสตรงต่ำจะเกิดการครบวงจรขึ้น ทำให้แรงดันลดลงทันที

จากหลักการดังกล่าวได้นำมาใช้กับวงจรที่ออกแบบโดยได้ออกแบบให้วงจรตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง ดังขึ้นจำนวนหนึ่งครั้งก่อนแล้ว ทำให้เกิดสภาวะความต้านทานต่ำขึ้นที่เครื่องที่มีสภาวะเหมือนกับการยกหูโทรศัพท์ เมื่อวงจรทำการยกหูโทรศัพท์แล้ว ในขณะเดียวกันก็จะต่อภาครับสัญญาณเข้ากับคู่สายไปพร้อมกับการส่งสัญญาณจากภาค AUTOMATIC ANSWER SOUND เมื่อจบเสียงพูดแล้วหากไม่มีการรหัสมาจากภายนอกเข้ามาเพื่อที่จะได้ทำการวิเคราะห์ในภาค CONTROL แล้วต่อคู่สายให้กับคู่สายภายในต่อไปภายในเวลา 45วินาที ส่วนควบคุมก็จะรีเซทตัวเองเปิดวงจรทำให้สภาวะความต้านทานต่ำ 600 โอห์ม หมดไปเสมือนเป็นการวางหูโทรศัพท์ลง แต่ถ้ามีการส่งรหัสสัญญาณมาจากภายนอก ภาค DTMF DECODE ก็จะถอดรหัส DTMF ที่เข้ามาส่งให้ภาค CONTROL และภาค CONTROL ทำการวิเคราะห์รหัสสัญญาณที่ได้แล้วก็ดำเนินการต่อไป

ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งใช้งานจริง จะมีลักษณะวงจรเป็นดังรูป Ringing Signal & DTMF Decode ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ กล่าวคือเมื่อมีการเรียกหมายเลขเข้ามาชุมสายโทรศัพท์จะจ่ายสัญญาณกระดิ่งเข้ามายังชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่ถูกสร้างขึ้นมาสัญญาณโทรศัพท์ที่ส่งเข้ามาทาง JP100 เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 16 Hz 100vp-p ตัวตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง คือ U103 และวงจรส่วนหน้าคือ C103 กับ C104 ต่อประกอบกันเป็นวงจรถ่ายทอดสัญญาณกระดิ่ง โดยยอมให้ไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านได้เท่านั้นตามคุณสมบัติของคาปาซิเตอร์เมื่อผ่านมาแล้วจะถูกเรคติฟายโดย BD102 แปลงเป็นสัญญาณพัลท์ 32 Hz และถูกลดระดับด้วย R120 เพื่อให้มีแรงดันเหมาะสมแล้วจ่ายให้กับขาอินพุทของ U103 ทำให้ LED ภายใน U103 ได้รับไบแอสตรงนำกระแสไฟฟ้าส่งแสง ไปยังรอยต่อของทรานซิสเตอร์ใน U103 นำกระแสขึ้นมาซึ่งทรานซิสเตอร์ใน U103 ถูกไบแอสให้เป็นสวิตช์ซึ่งเมื่อตัวมันนำกระแสแรงดันที่ขา 5 ของ U103 ก็จะต่ำลงก็คือเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นจากตอนแรกตัวมันไม่นำกระแสแรงดันที่ขา 5 ของ U103 จะมีค่าเท่ากับ 5V เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นส่งผลให้อินพุทของ U104 เกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยต่อถึงกันโดยตรง U104(555 : Timmer)เป็นวงจรกำเนิดความถี่ แบบโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งสามารถคำนวณหาความถี่ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรหาความถี่ f = 1/RCln3

= 1/300k x11μFln3

= 0.27 Hz

ความถี่จากขา 3 ของU104 ถูกส่งไปยังขา 14 (CK) ของ U105 (4017) ซึ่งเป็นตัวนับความถี่หรือหารความถี่ ในที่นี้จะเลือกขาที่หารด้วย 1 เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการนับเสียงกระดิ่งหลาย ๆ ครั้งจึงเลือกให้นับเพียงครั้งเดียวดังนั้น U104 จะให้เอาท์พุทที่ขา 11 เป็นความมถี่ 0.27 Hz ซึ่งในขั้นตอนตรงนี้สามารถที่จะเปลี่ยนจำนวนตัาเลขในการหาความถี่ให้ใช้เวลานานกว่านี้ก็ได้อาจจะหาร 2, 3 หรือ 4 ตามแต่ต้องการซึ่งสัญญาณที่ได้จากขาเอาท์พุทจะส่งตรงไปยังภาค CONTROL เมื่อให้ภาค CONTROL ส่งสัญญาณไปควบคุมการส่งสัญญาณเสียงจาก AUTOMATIC ANSWER SOUNDS ต่อไป

4.5 ภาค DTMF DECODER 1

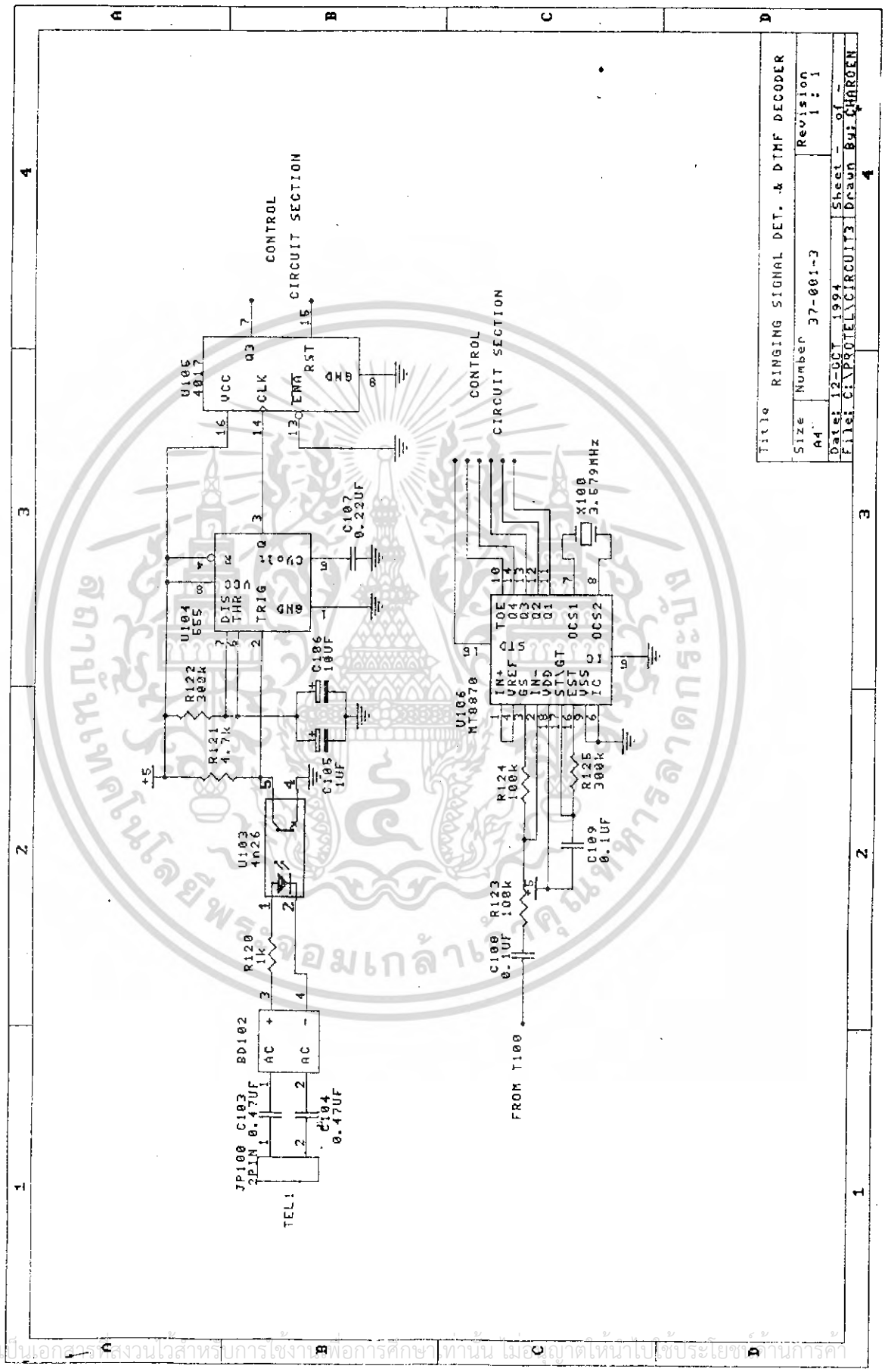
เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวบนหน้าปัดโทรศัพท์จะออกมาเป็นความถี่คลื่นรูปไซด์ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่มในการนำไปใช้งานเราจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณความถี่คลื่นรูปไซด์ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อน ก็คือต้องผ่านสัญญาณความถี่คลื่นรูปไซด์เข้าไปยังภาค DTMF DECODER ซึ่งจะนำมาใช้ในวงจรใช้งานก็คือ เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาทางภาครับทำการรับคู่สายแล้วภาค AUTOMATIC ANSWER SOUNDS ส่งสัญญาณเสียงตอบรับผู้เรียกเข้ามาเพื่อให้ทำการกดหมายเลขของคู่สายย่อย เมื่อมีการกดหมายเลขของคู่สายย่อยที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF ก็จะมาผ่านภาค DTMF CODER เพื่อที่แปลงสัญญาณคลื่นรูปไซด์ไปเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อที่ส่งให้ภาค CONTROL ทำการวิเคราะห์ต่อเช็คคู่สายย่อยต่อไป ในวงจรใช้งานจริงจะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่กอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิท โดยใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz ซึ่งสามารถเขียนตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสการกดหมายเลขจากการกดคีย์บอร์ด	BCD code	จากการกดคีย์บอร์ด	BCD code
1	0001	7	0111
2	0010	8	1000
3	0011	9	1001
4	0100	0	1010
5	0101	*	1011
6	0110	#	1100

จึงมีการต่อไอซีเบอร์ MT8870 ใช้งานจริงดังวงจรรูปที่ สามารถอธิบายการทำงาน คือ เมื่อภาคที่ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ให้เหลือ 600 โอห์ม ก็คือการยกหูนั่นเอง สัญญาณ DTMF ดีสามารถผ่านภาคนี้มาได้คือจากขั้วเอาท์พุทของ T100 ผ่านเข้ามายังขาอินพุทของไอซี MT8870 (V106) ส่วนที่ขาเอาท์พุทของไอซี MT8870 (U106) เพื่อส่งต่อไปยังภาค CONTROL ต่อไป ส่วนที่ขา 15 และขา 10 TOE เป็นขา CONTROL ขา Q1-Q4 จะถูกต่อกับพอร์ตของซีพียูเพื่อส่งให้ภาค CONTROL สามารถวิเคราะห์สัญญาณ BCD ที่ถอดรหัสมาได้ แต่การทำงานของไอซี MT8870 นั้น ก็จะถูกควบคุมด้วยขา 10 (TOE) จะเป็นระดับแรงดันโลจิก "0" ทำให้เอาท์พุทของไอซี MT8870 เป็นไฮซ์อิมพีแดนซ์ แต่เมื่อมีอินพุทเข้ามาไอซี MT8870 ถอดรหัสได้แล้วก็จะเป็นแปลงสถานะทางลอจิกของขา 15 (STO) จากลอจิก"0"ไปเป็น"1" เพื่อบอกให้ภาค CONTROL ทราบแล้วจะได้ส่งค่าลอจิก "1" ออกมาที่ขา 10 (TOE) เพื่อจะได้ปรับสภาพค่าอิมพีแดนซ์ของขาเอาท์พุท (Q1-Q4) ให้ต่ำลงและส่งข้อมูลไปยังภาค CONTROL ต่อไปซึ่งในขณะปกติเอาท์พุทเป็นไฮซ์อิมพีแดนซ์อยู่นั้นจะไม่มีผลต่อการกดคีย์บอร์ดของโทรศัพท์เพราะข้อมูลส่งออกมาไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ชุดบันทึกเสียงหรือชุดเล่นกลับ

ตู้สาขาที่ได้ทำการออกแบบนั้นจะเป็นแบบอัตโนมัติกล่าวคือจะไม่ให้พนักงานคอยต่อปยังสาขาย่อยแต่จะอาศัยการกดหมายเลขของผู้เรียกเองว่าจะให้ต่อสาขาไหนจึงจำเป็นต้องมีระบบชุดบันทึกเสียงเข้าช่วยนั้นคือมีการเรียกมายังหมายเลขตู้สาขาเมื่อตู้สาขาทำการรับสายอัตโนมัติแล้วก็จะส่งสัญญาณไปยังพอร์ตอินพุทของตัวประมวลผลกลาง(CPU)ก็จะส่งสัญญาณควบคุมออกไปยังพอร์ตเอาท์พุทเพื่อไปควบคุมให้ชุดบันทึกเสียง(เล่นกลับ) พร้อมกับต่อสัญญาณเสียงที่ได้จากการเล่นกลับไปยังผู้ที่เรียกเข้ามาเพื่อที่จะทำการกดหมายเลขย่อยเพื่อที่จะได้ต่อไปยังสาขาย่อยต่อไป

หลักการทำงานของชุดบันทึกเสียง ส่วนที่เป็น T6668 UNIT เป็นส่วนที่ใช้ในการพูดกลับไปยังต้นสายที่โทรเข้ามา (เครื่องโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามาตั้งทำการส่งสัญญาณ DTMF เข้ามา) โดย T6668 ที่ทำการบันทึกเสียงพูดจะทำงานรวมกับ DRAM ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เป็นดิจิตอลจาก ไอซี T6668 กล่าวคือไอซี T6668 จะทำงานทั้งการอ่านข้อมูลและการเขียนข้อมูลตอนที่ทำการเขียนข้อมูลไอซี T6668 จะรับสัญญาณพูดเข้ามาทางไมโครโฟนซึ่งเป็นสัญญาณแบบอะนาลอคแล้วก็ทำการเปลี่ยนให้เป็นสัญญาณแบบดิจิตอลเพื่อที่จะนำไปเก็บในหน่วยความจำ DRAM ส่วนในการอ่านข้อมูลก็คือการเล่นเสียงให้กลับออกมาไอซีT6668 จะอ่านข้อมูลดิจิตอลใน DRAM แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณอานาลอก และกลับออกมาเป็นเสียงพูดเหมือนเดิม คือตอนที่เขียนเข้าไปซึ่งจะมีวงจรใช้งานจริงตามรูป (Automatic Answer Circuit)

การทำงาน ไอซี T6668 จะรับสัญญาณเสียงพูดเข้ามาทำการขยายแล้วเปลี่ยนจากสัญญาณอะนาลอกไปเป็นข้อมูลดิจิตอล แล้วนำไปเก็บไว้ที่ DRAM 256K โดย CPU ภายในจะทำการเลื่อนแอดเดรสที่จะนำเข้าไปเก็บเองโดยอัตโนมัติ เมื่อทำการแปลงข้อมูลจาก D/A จะใช้อัตรา 10 BIT D/A เพื่อเปลี่ยนกลับมาเป็นเสียงเช่นเดิม การอัดเข้าไปจะสามารถเลือก SPEED ได้ 4 SPEED โดยเลือกที่ D6-D7 จากตารางที่ 4.1

วงจรนี้ใช้ X-TAL 650 KHZ เป็นฐานความถี่ และต่อกับ RAM 256K จำนวน 1 ตัว

ตารางที่ 4.1

KBPS	D7	D6	ระยะเวลา
8	0	0	32 วินาที
11	0	1	23 วินาที
16	1	0	16 วินาที
32	1	1	8 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ถ้าเราเลื่อนสวิทช์ D7-D6 ไปที่ 0,0 จะทำให้อัตราความเร็วของการแปลงข้อมูลเป็น 8 KBIT ต่อวินาที ให้อัดหรือเล่นได้นาน 32 วินาที (256/8=32)

2. D7-D6 เป็น 0,1 ทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 1K BITต่อวินาทีทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 23 วินาที

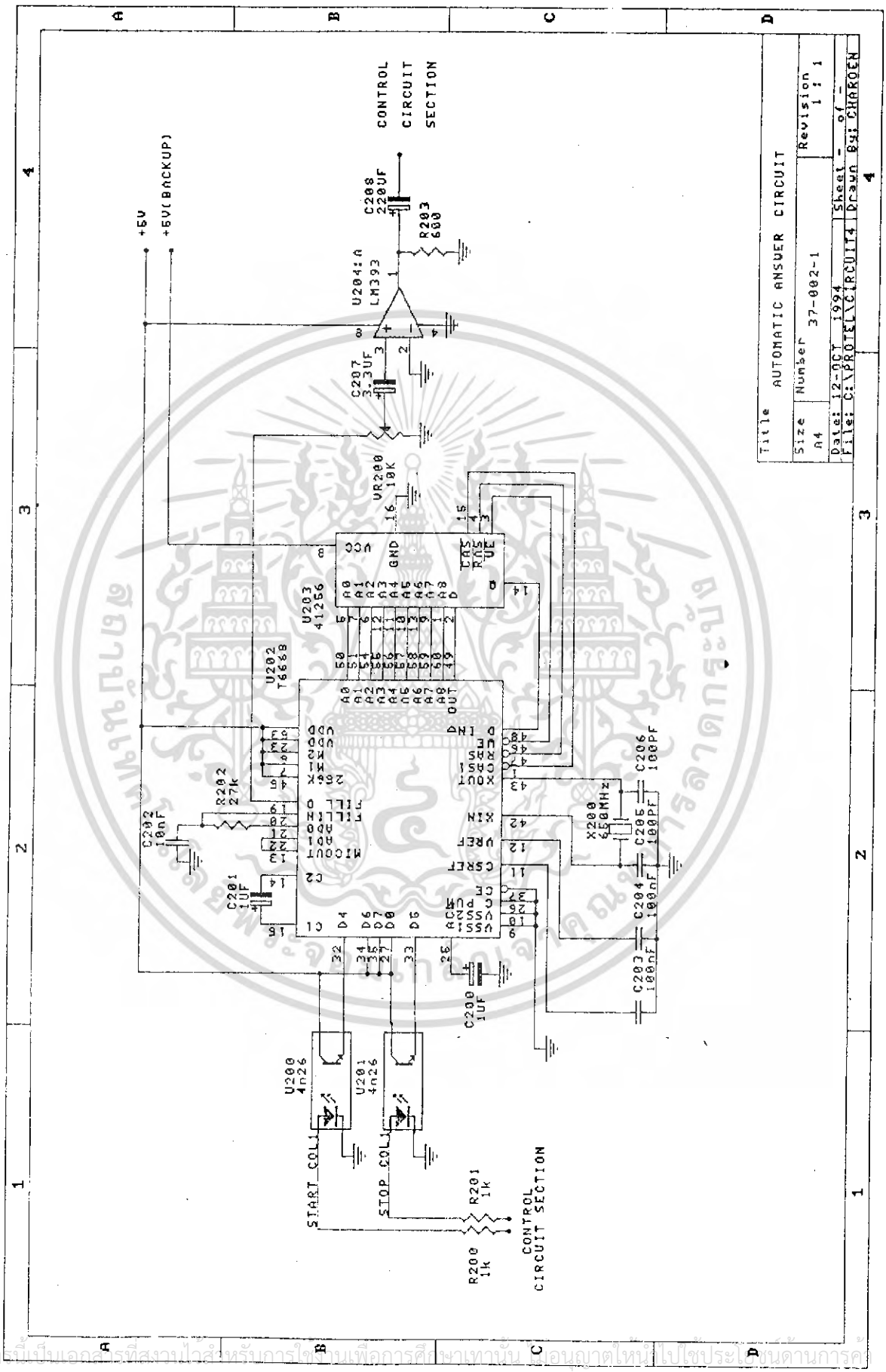
3. D7-D6 เป็น 1,0 ทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 16K BIT ต่อวินาทีทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 16 วินาที

4. D7-D6 เป็น 1,1 ทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 32K BIT ต่อวินาทีทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 8 วินาที

ในการใช้งานแบบธรรมดาเมื่อเปิดเคร่ทองจะเห็น LED ติดอยู่ กดสวิตช์ไปที่อัดค้าง (REC) เลือสปีดโดยตั้งที่ D7-D6 ตามต้องการ (ในการอัดเสียงสูง ๆ ให้ได้ผลดีควรใช้สปีดสูง ๆในการอัดจะทำให้เสียงที่อัดออกมาดี)กดปุ่มสวิตช์ START แล้วไฟที่ LEDจะดับแสดงว่าเครื่องกำลังอัดค่าพูดเข้าไปเก็บ เมื่อพูดจนพอใจแล้วจึงกดสวิตช์ STOP ไฟที่ LED จะติดสว่าง ในกรณีที่พูดนานเกินกว่าเวลาที่กำหนด เมื่อถึงกำหนดเวลาเครื่องจะหยุดการอัดโดยอัตโนมัติไฟที่ LED จะสว่างขึ้น

การอ่านทำโดยการยกเลิกสวิตช์ REC ขึ้นกดสวิตช์ START เครื่องจะปล่อยค่าพูดตามที่อัดไว้ขณะนี้ไฟที่ LED จะดับลง กรณีที่จะฟังเสียงให้ต่อลำโพงที่จุด SPK กับ GNDเมื่อข้อความที่บันทึกไว้หมดแล้ว LED จะติดสว่างขึ้นถ้าต้องการจะฟังข้อความที่บันทึกไว้ลึกก็กดสวิตช์ STARTโดยสามารถเล่นกลับได้ตลอดเวลาจนกว่าจะมีการบันทึกข้อความใหม่ลงไปนอกจากมีสวิตช์ธรรมดาไว้ควบคุมแล้วก็ยังประกอบด้วย การควบคุมเพื่อให้วงจรทำงานได้อัตโนมัติยิ่งขึ้น จากการควบคุมของภาค CONTROL คือเมื่อภาค CONTROL วิเคราะห์ได้แล้วต้องการให้สัญญาณเสียงพูดจากภาค AUTOMATIC ส่งไปยังผู้ที่เรียกเข้ามาก็จะส่งสัญญาณพัลซ์"1" มา U200 (4N26) ก็จะทำให้ชุดบันทึกเสียงพูดนี้สามารถเล่นกลับ ดอบสนองความต้องการได้ หรือถ้าหากว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบการใช้งานภายในข้อมูลที่เราต้องการอยู่ในหน่วยความจำที่ไม่เหมาะสมก็สามารถทำการแก้ไขได้โดยการใช้สวิตช์ธรรมดาเหมือนตอนอัดในครั้งแรก แต่ในการนำไปใช้งาน เนื่องจากว่าคู่สายที่ต่อเข้ากับเครื่อง PABX อัตโนมัตินี้มีอยู่ 3 คู่สาย จึงต้องมีชุดบันทึกเสียงพูด และเล่นกลับนี้ 3 ชุดด้วยกัน

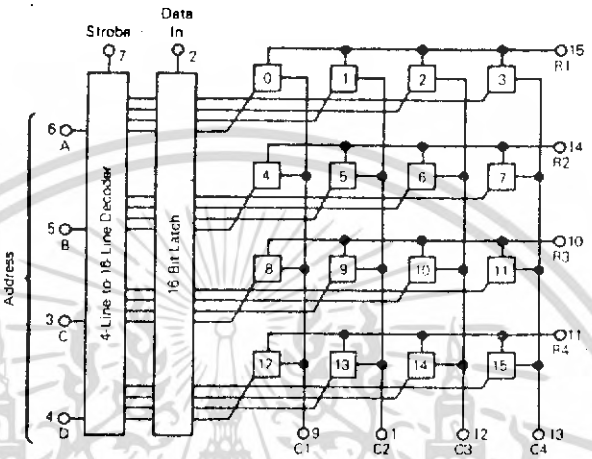
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ภาค CROSS POINT

ภาค CROSS POINT ซึ่งจะเป็นภาคที่ทำการเชื่อมต่อสัญญาณจากภาคต่าง ๆ เข้าไปยังคู่สายที่ต้องการจะประกอบด้วย IC MC 142100 ซึ่งทำหน้าที่เป็นอนาลอกสวิตช์จะต่อกันเป็นลักษณะของเมตริกซ์ ประกอบดังรูป



รูปแสดงการต่อกันของ IC 142100

จากรูปจะมีทางด้านอินพุทและเอาท์พุทของสวิตช์ ซึ่งสามารถที่จะสลับที่กันได้จะให้ C1 - C4 เป็นอินพุทและ R1 - R4 เป็นเอาท์พุทก็ได้ ซึ่งทุก ๆ จุดจะสามารถต่อถึงกันได้โดยอาศัยการ control จากขา address ของ IC ว่าจะให้จุดไหนบ้างต่อถึงกัน ตามตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

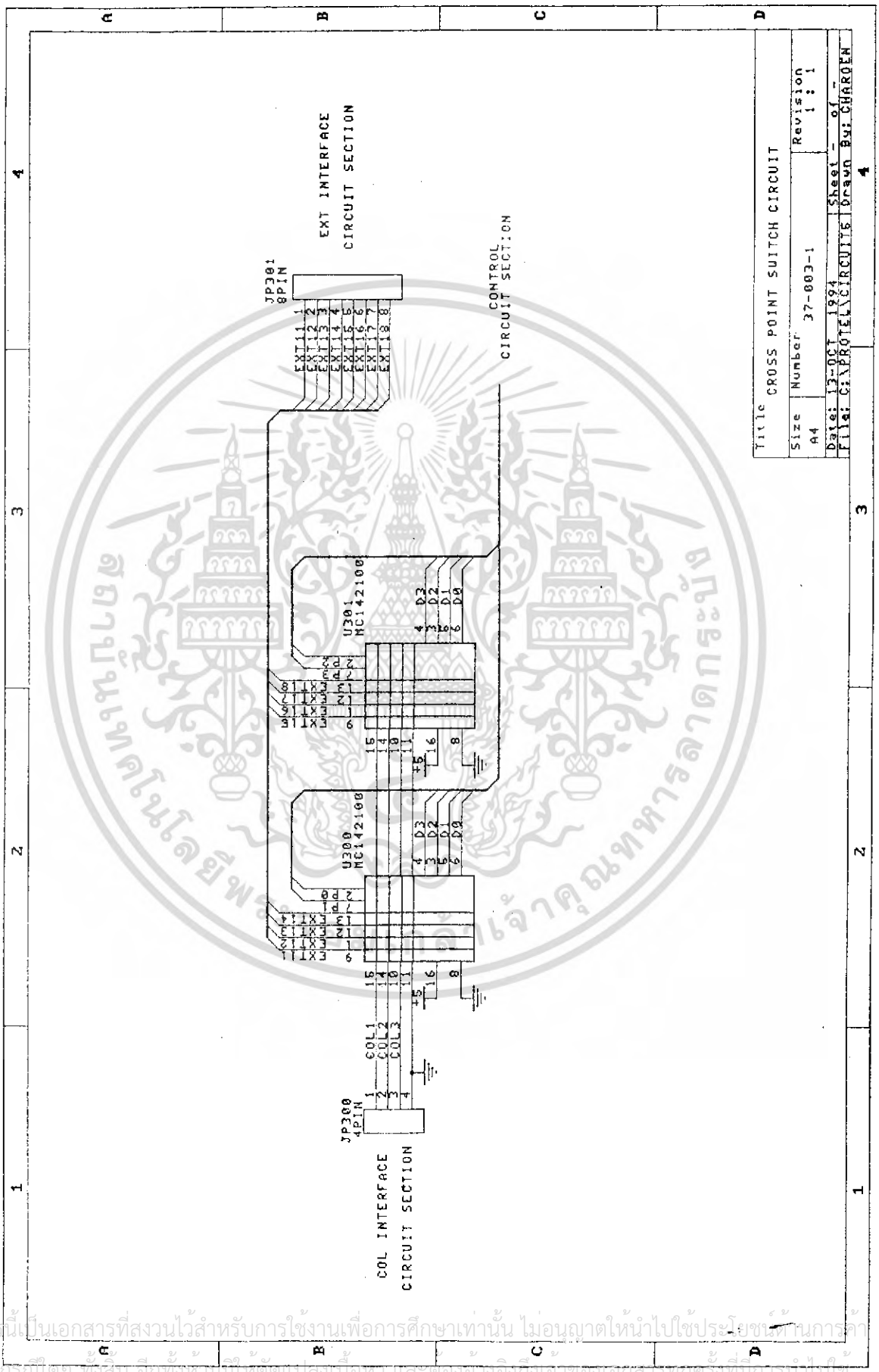
switch select		address			
		a	b	c	d
C1R1	0	0	0	0	0
C2R1	1	1	0	0	0
C3R1	2	0	1	0	0
C4R1	3	1	1	0	0
C1R2	4	0	0	1	0
C2R2	5	1	0	1	0
C3R2	6	0	1	1	0
C4R2	7	1	1	1	0
C1R3	8	0	0	0	1
C2R3	9	1	0	0	1
C3R3	10	0	1	0	1
C4R3	11	1	1	0	1
C1R4	12	0	0	1	1
C2R4	13	1	0	1	1
C3R4	14	0	1	1	1
C4R4	15	1	1	1	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเลือก address ได้แล้วก็ให้เปลี่ยนสภาวะของขา strobe จาก "0" เป็น "1" และตามด้วยขา data in จาก "0" เป็น "1" ก็จะทำให้ address ที่เลือกไว้ก็จะต่อกัน เมื่อต้องการจะเลิกทำงานให้เลือก address แล้วเปลี่ยนขา strobe จาก "0" เป็น "1" โดยที่ขา data in ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อก็จะสิ้นสุดลง

ในการใช้งานจริง เนื่องจากว่า IC MC 3403 ตัวเดียวมีขนาดเล็กเกินไปจึงได้นำมาต่อรวมกัน 2 ตัว คือ U300 กับ U301 ตามรูปซึ่งจะทำให้สามารถเพิ่มจำนวนเอาท์พุทที่ต่อกับเครื่องโทรศัพท์ของคู่สายได้ครบ 8 เครื่องพอดีส่วนทางด้านอินพุทที่เข้ามาที่คู่สายคือจะต่อเข้ากับขา 10, 14 และ 15 ส่วนเอาท์พุทขา 9, 1, 12 และ 13 U300 จะต่อกับคู่สายย่อย 1-4 ตามลำดับ ส่วนขา 9,1,12,และ13 ของ U301 จะต่อกับคู่สายย่อย 5-8 ตามลำดับส่วนการ control จะให้คู่สายอินพุท col 1, 2 และ 3 ต่อกันคู่สาย 1-8 นั้นก็ขึ้นอยู่กับการเลือก address ของ crosspoint ซึ่งจะทำการเลือกโดยภาค control ซึ่งจะสัมพันธ์กับการกดหมายเลขเพื่อต่อกับคู่สายย่อยของผู้เรียกเนื่องจากภาค control จะทำการวิเคราะห์หมายเลขที่ได้จากภาค detec DTFM หลังจากนั้นก็ทำการส่งสัญญาณ เพื่อเลือก address ในการต่อคู่สายเข้าด้วยกัน นอกจากการต่อในลักษณะนี้ ยังประกอบด้วยการต่อ Tone sigal ต่าง ๆ ผ่าน ไอซี cross point นี้ด้วยซึ่งจะมีวงจรใช้งานจริงทั้งหมดดังรูปที่ซึ่งจะใช้ IC MC 142100 ทั้งหมด 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ภาค DTMF & TONE GENERATER CIRCUIT SECTION

เนื่องจากว่า PABX อัตโนมัติเป็นชุมสายขนาดเล็กที่สามารถทำการติดต่อภายในกันได้ โดยไม่ต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ เพื่อที่จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เมื่อมีการติดต่อภายใน PABX ก็จะทำหน้าที่เหมือนกับชุมสายโทรศัพท์ธรรมดาทั่วไปนั่นเอง ซึ่งจะประกอบไปด้วยสัญญาณต่างๆ เช่น

สัญญาณให้หมุน	(DIAL TONE)
สัญญาณไม่ว่าง	(BUSY TONE)
สัญญาเรียกกลับ	(RING BACK TONE)
สัญญาณเรียก	(RINGING)

เมื่อคู่สายใดคู่สายหนึ่งยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาก็จะได้ยินเสียงสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) จะในวงจรใช้งานจริงจะใช้ Not gate : 7404 รวมกับ R และ C ซึ่ง Not gat ที่ใช้ก็จะมี 2 ตัวคือ U400A กับ U400B, R400 กับ R401 และ C400 กับ C401 โดยคาบเวลาของความถี่ที่ผลิตได้กำหนดได้โดย T = 1.4RC และความถี่ที่ได้ คือ1/1.4RC ก็จะแสดงได้ประมาณ 400 เฮิตซ์ หลังจากนั้นมาผ่านไอซี 7407 (U401) ซึ่งเป็น Buffer โดยมี R402เป็นตัวกำหนดขนาดของกระแสเอาท์พุท (DIAL Tone) นั้ จะแสดงได้ดังรูป

เมื่อผู้ยกหูได้ยินสัญญาณให้หมุน ถ้าต้องการติดต่อภายในกดหมายเลข "0" และถ้าติดต่อภายนอกให้กดเลข "9" เมื่อกดตัวผู้กดเลข 9 ก็จะได้ยินสัญญาณให้หมุนไปยังคู่สายย่อยถ้าสายว่างก็จะได้ยินสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) ลักษณะของสัญญาณเรียกกลับ (ring back tone) สัญญาณความถี่ 400 เฮิตซ์ จะดัง 2 วินาที และ หยุด 4 วินาที ภาคกำเนิดความถี่ 400 เฮิตซ์ ก็จะใช้วงจรเหมือนกับวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน(DIAL TONE) ซึ่งในวงจรนี้จะใช้U407A กับ U407B ร่วมกับ R410, R411 และ C409, C410

ส่วนวงจรที่ควบคุมให้ดัง 2 วินาที และ หยุด 4 วินาที นั้นจะใช้ไอซีเบอร์ 555 เป็นตัวกำเนิดความถี่ในลักษณะของวงจรอะสเตเบิ้ลมิลติไวเบรเตอร์ คือ U406 ในวงจร จะต่ออยู่รวมกับ R408, R409 และC408 ซึ่งสามารถคำนวณช่วงเวลาต่างๆ ของวงจรได้ดังนี้ ที่ขาของไอซีเบอร์ 555

$$Ton = 0.693 (R408 + 2R409)C$$

$$Toff = 0.693 (R408 + R409) C$$

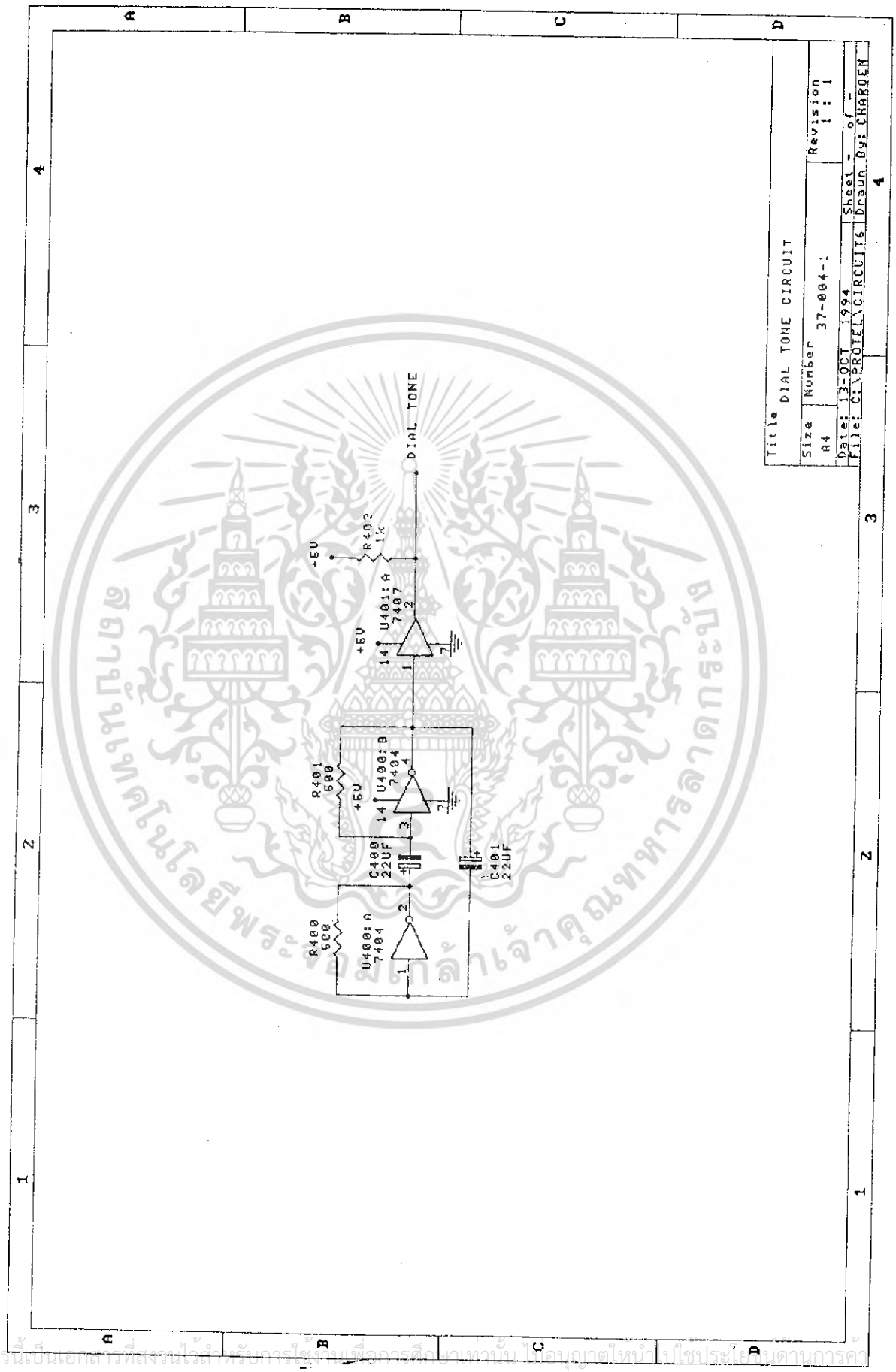
เมื่อได้ความถี่ออกมาที่ขา 3 ของไอซีเบอร์ 555 จะได้มาในลักษณะลอจิก "0" 2 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

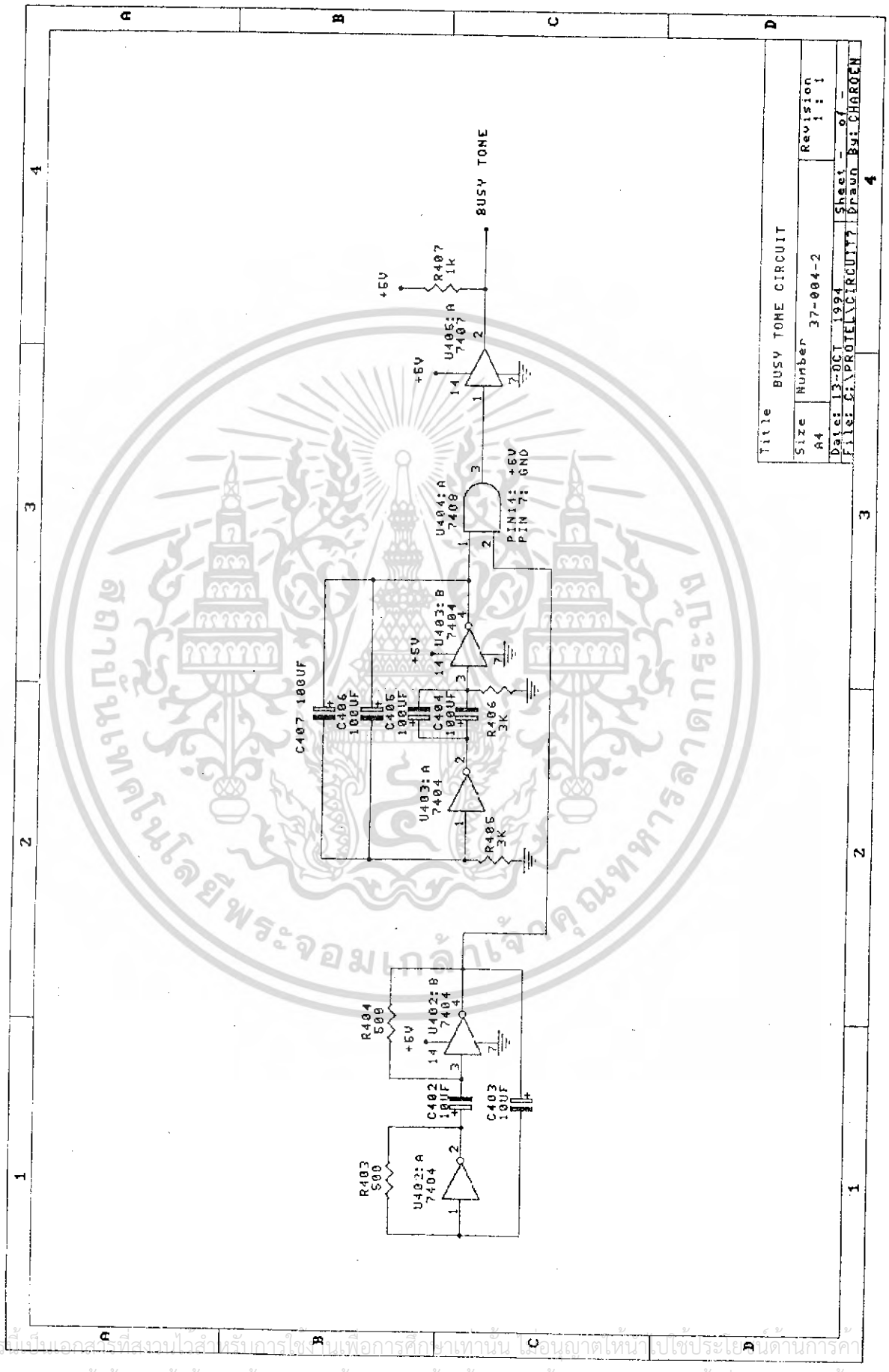
และลอจิก "1" 2 วินาที และ ลอจิก "0" 4 วินาที เมื่อได้สัญญาณทั้ง 2 แล้วก็จะนำมารวมกันโดยการผ่านไอซีเบอร์ 7408 (U408) เป็น AND gate ซึ่งมีคุณสมบัติเมื่ออินพุทเข้ามาเป็นลอจิก"1"เหมือนกันสัญญาณที่เอาท์พุทก็จะเป็นลอจิก "1" ด้วยนอกเหนือจากนี้แล้วจะเป็น "0" ตลอด ก็จะได้สัญญาณเรียกกลับ (Ring back Tone) ออกที่ขาเอาท์พุทของ U408 ที่ขา 3 แล้ว หลังจากนั้นก็จะผ่านไปยังไอซี เบอร์ 7408(U409) ซึ่งเป็น Bufler เนื้อที่จะทำให้สามารถกำหนดขนาดของกระแสที่จะจ่ายให้กับภาคถัดไปได้ โดยมี R412 เป็นตัวกำหนดขนาดของกระแส จึงสามารถแสดงวงจรใช้งานจริงได้ตามรูปที่ 4 แต่เมื่อสายไม่ว่างผู้เรียก จะได้ยินสัญญาณไม่ว่าง (Busy tone) ซึ่งจะเป็นสัญญาณความถี่ 400 เฮิตซ์ ก็จะเหมือนกับวงจรกำเนิด 400 เฮิตซ์ในวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (Ring back Tone) ประกอบด้วย U402A , U402B ต่อร่วมอยู่กับ R403, R404, C402 และ C403

ส่วนตัวควบคุมให้ตัว 0.5 วินาที และ หยุด 0.5 วินาที ก็จะใช้ไอซี 7404 เหมือนกันแต่จะกำหนดค่า Rและ C ให้มากกว่าในวงจร 400 เฮิตร์ที่ผ่านมา คือประกอบด้วย U403A,U403B ต่อร่วมอยู่กับ R405,R406,C404,C405,C406และ C407 จากนั้นก็จะนำเอาท์พุทของวงจรทั้ง 2 มาผ่าน ไอซี 7408 (U404) เพื่อรวมสัญญาณนั้นให้ได้ตามที่กำหนดไว้คือ ดัง 0.5 วินาทีและหยุด 0.5 วินาที แล้วก็จะส่งไปยังไอซี 7407 เป็นไอซี buffer เพื่อทำการขยายกระแสให้สูงขึ้นโดยที่มี R407 เป็นตัวกำหนดขนาดของกระแสจึงสามารถแสดงวงจรได้ดังรูป

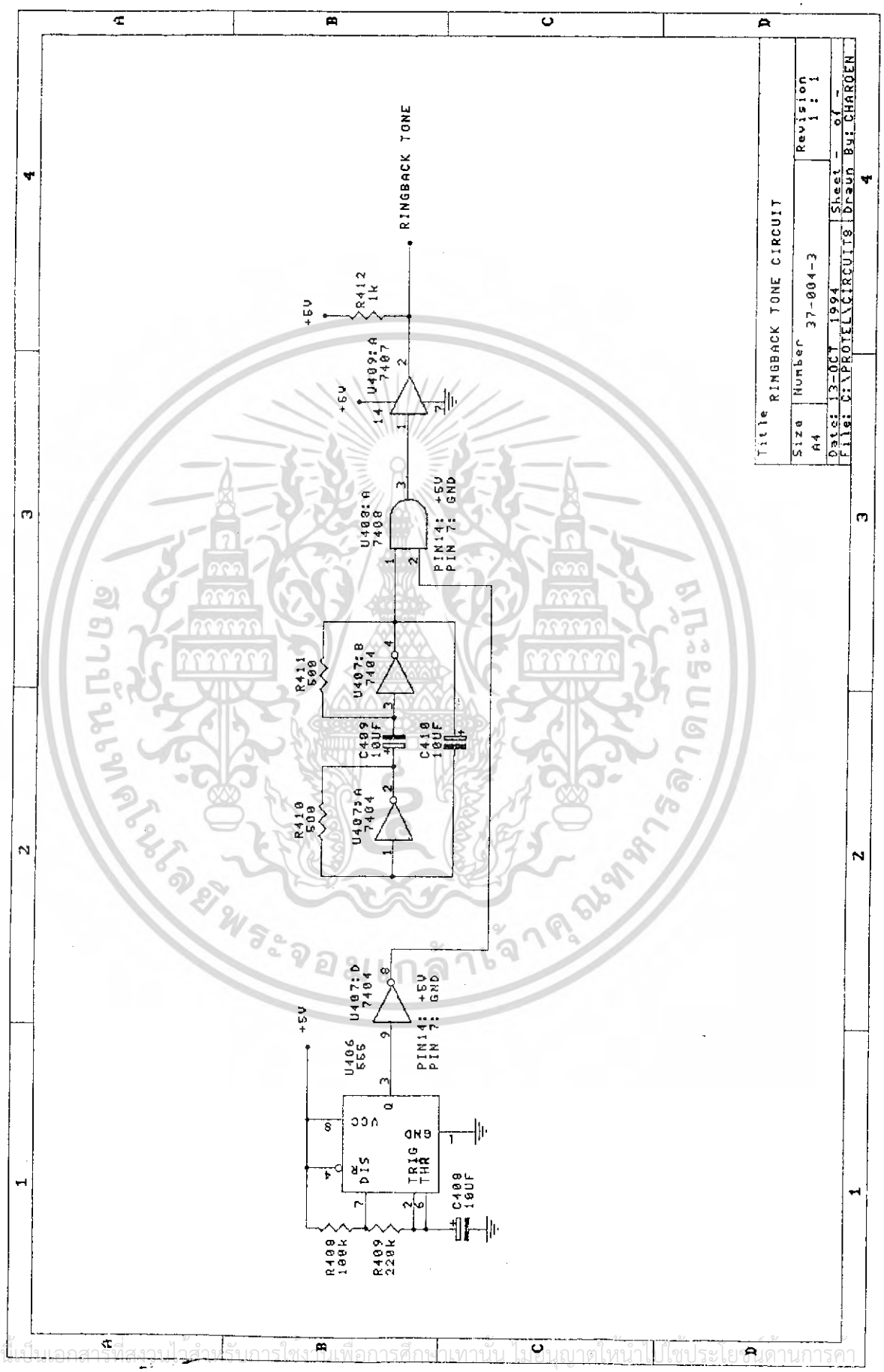
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

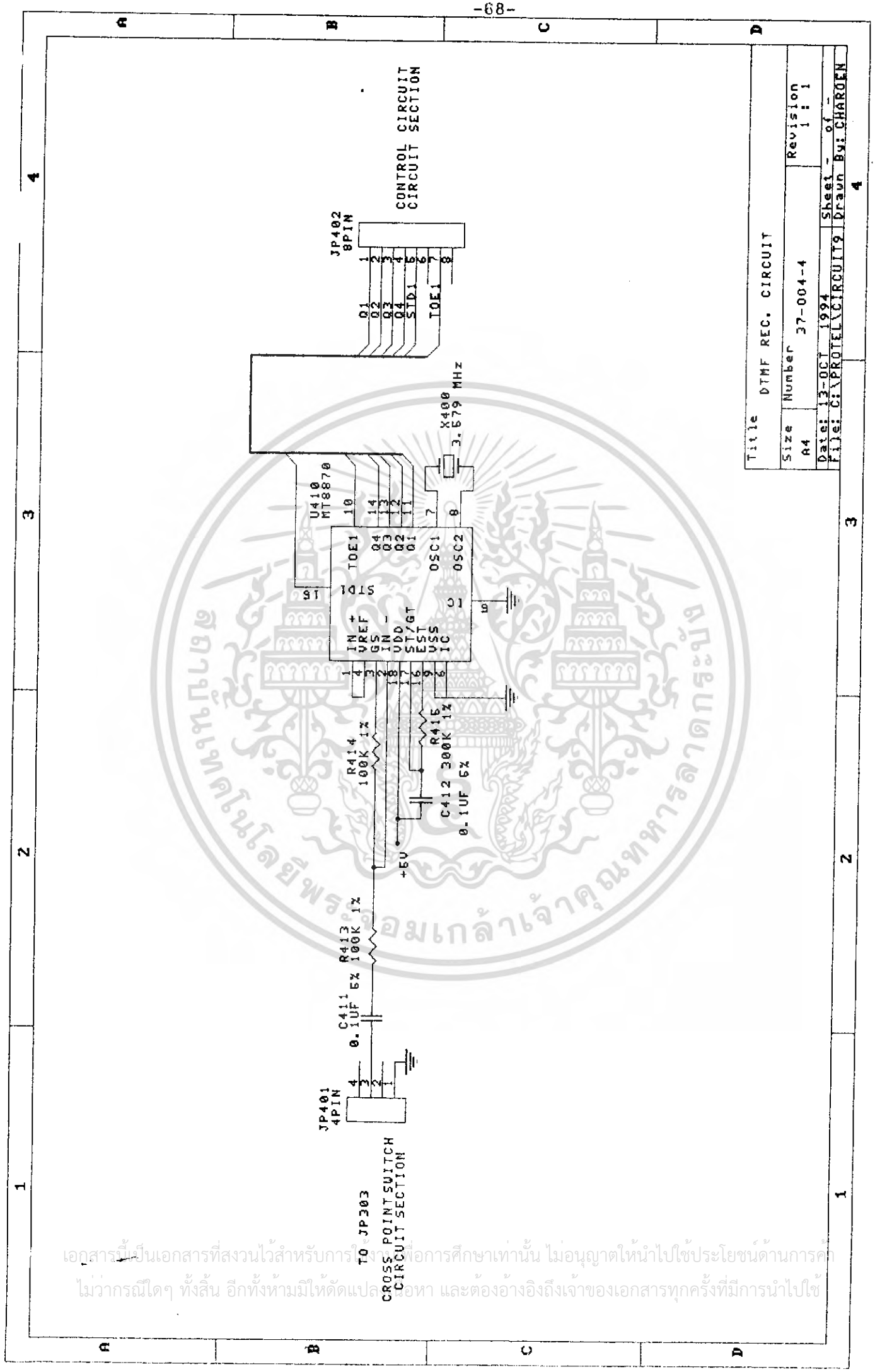


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ภาค DTMF Decoder 2

ภาค DTMF Decoder ที่การทำงานของวงจรจริงนั้นก็จะทำงานเหมือนกับภาค DTMF Decoder ที่ได้เสนอไปแล้วแต่ที่เสนอไปแล้วนั้นจะ Decoder เฉพาะในกรณีของสัญญาณ DTMFที่เรียกเข้ามาเท่านั้นซึ่ง DTMF Decoder ในชุดนี้จะเป็นการ Decoder สัญญาณ DTMF ของคู่สายย่อยภายในเช่น ในกรณีที่คู่สายภายในยกหูขึ้นมา เมื่อกดภาคตรวจจับการยกหูตรวจสอบได้ว่ามีการยกคู่ไหนยกหูภาค control ก็จะส่งให้ภาค cross point ต่อสัญญาณให้หมุน (DIAL Tone)ไปยังคู่สายที่มีการยกหูเพื่อให้ผู้เรียกที่ทำการยกหูกดหมายเลขเพื่อที่จะให้ภาค DTMF Decoder ถอดรหัสออกมาว่าต้องการติดต่อภายในหรือภายนอก เช่น ถ้ากดเลข "9" เป็นการติดต่อภายนอก ภาค control ก็จะได้ไปส่งให้ Line Inlerfacc circuit scetron ทำการปรับอิมพีเดนซ์ให้ต่ำลงเหลือ 600โอห์ม เหมือนกับการยกหูโทรศัพท์ทั่วไป แล้วก็ให้ผู้เรียกกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อต่อไปส่วนในกรณีที่ผู้ยกหูโทรศัพท์กดหมายเลข "0" คือเป็นการติดต่อภายในภาค DTMF decoder ก็จะถอดรหัสแล้วส่งให้ภาค Control ภาค Control ก็จะส่งสัญญาณให้หมุน (DIAL Tone)ไปยังคู่สายที่ยกหูเมื่อผู้ยกหูโทรศัพท์กดหมายเลขของคู่สายย่อยที่ต้องการ การติดต่อภาค DTMF Decoder ก็จะถอดรหัสที่ผู้เรียกกดมาเพื่อที่จะทำการส่งให้ภาค Controlวิเคราะห์ต่อไป ว่าถ้าคู่สายที่เรียกไปว่างก็จะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังผู้ถูกเรียกและจะส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียกส่วนในกรณีที่ภาค Control ตรวจสอบแล้วพบว่าคู่สายย่อยที่เรียกไปไม่ว่างก็จะทำการ ส่งให้ภาค Cross point ต่อสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้ที่ทำการเรียกทันที ในวงจรใช้งานจริงจะประกอบด้วยไอซี MT8870(U410) ซึ่งด้านอินพุทของวงจรจะต่ออยู่กับ Cross point เพื่อที่จะควบคุมให้คู่สายย่อยที่ทำการยกหูมาใช้บริการของภาค DTMF decoder นี้แบบแบ่งเวลากันส่วนทางด้านภาคเอาท์พุทของวงจรต่ออยู่กับภาคControl เพื่อจะได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ได้ถอดระหัสออกมาได้ ดังรูป (DTMF Dec circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 ภาค EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION

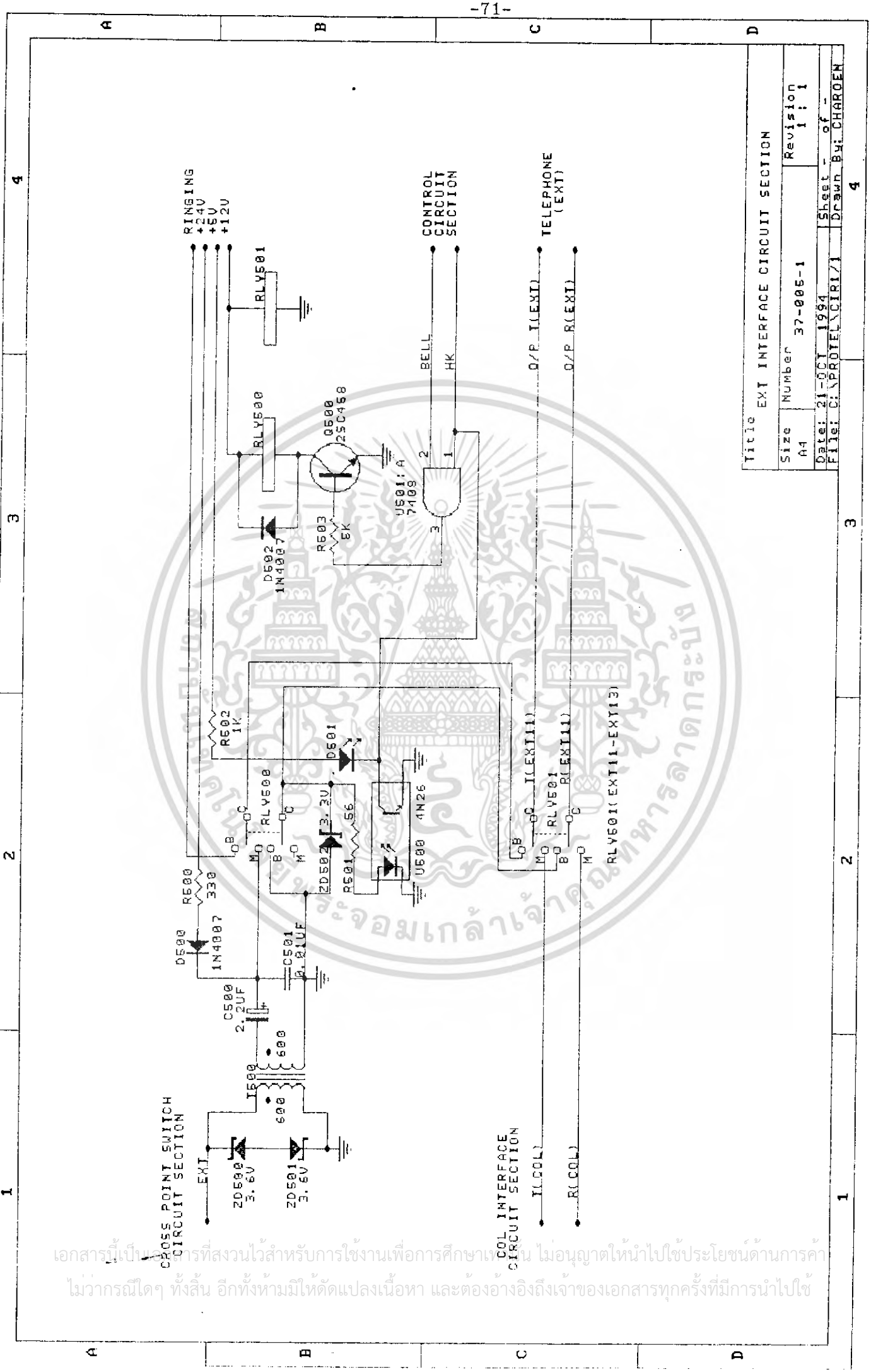
ภาคนี้จะเป็นภาคที่ต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์โดยตรงและจะมีการตรวจเช็คการยกหูโทรศัพท์โดยอัตโนมัติด้วยนอกจากนี้แล้วสัญญาณต่างๆ ที่จะผ่านเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ ก็จะมาผ่านภาคนี้ก่อน ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังรูปที่ (EXT Interface Circuit Section)

จากรูปที่ สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้กล่าวคือ เครื่องโทรศัพท์จะต่ออยู่กับขาเอาท์พุทของหน้าสัมผัสของรีเลย์ 501โดยที่ทางด้านขา Control ของรีเลย์ 501 จะต่ออยู่กับแหล่งจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ แต่เมื่อไฟฟ้าของระบบดับลงทั้งหมดจะทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้ามาเลี้ยงที่ขา Control ของรีเลย์ 501 หน้าสัมผัสที่ปกติเคยต่ออยู่ที่ขา B ก็จะกลับมาต่อที่ขาของรีเลย์ 501 ก็จะทำให้เครื่องโทรศัพท์ต่ออยู่กับคู่สายขององค์การโทรศัพท์โดยตรง แต่ในกรณีที่มีไฟเลี้ยงให้กับระบบ ขา C ของรีเลย์ 501 ก็จะต่ออยู่กับขา B ซึ่งขา B ของรีเลย์ 501 จะไปต่ออยู่กับชุดหน้าสัมผัสขา C ของรีเลย์ 500 ซึ่งขา C ของรีเลย์ 500 ก็จะต่ออยู่กับขา M ของรีเลย์ 500 โดยที่ขา M รีเลย์ 500 ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟ 24 V อยู่ตลอดเวลา ซึ่งในสภาวะที่ยังไม่ยกหูโทรศัพท์นี้เองถ้ามีการเรียกเข้ามาจากข้างนอก ก็คือจะมีเสียงกระดิ่งเข้ามา โดยที่ภาค Control จะส่งสัญญาณมาควบคุมสัญญาณกระดิ่งที่ ขา BELL ซึ่งสัญญาณจากภาค Control นี้จะมา AND อยู่กับสัญญาณ HK ซึ่งสัญญาณจาก HK ตอนนั้นจะมี ค่าเป็น Logic "1" เพราะเนื่องจากทรานซิสเตอร์ของ U500(4N26) ยังไม่นำกระแสแรงดันที่ขา C ของ 4N26 เท่ากับ 5โวลต์ ก็จะทำให้เอาท์พุทของ AND GATE U501 (7408) ก็จะได้สัญญาณเหมือนกับที่เข้าที่อินพุทขา 2 คือสัญญาณ Bell นั่นเอง สัญญาณจากขา 3 ก็จะส่งมายังขา B ของทรานซิสเตอร์ Q500 เป็นสวิตช์ให้กับขา Control ของรีเลย์ 500 นั่นคือมีที่ขา B ของ Q500 มีค่าเป็นลอจิก"1" ตัวมันจะนำกระแสทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ 500 คือ ขา C มาต่อกับขา B ก็จะเกิดเสียงกระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ แต่เมื่อสัญญาณ Bell เข้ามาเป็นลอจิก"0" Q500 ก็จะอยู่ในช่วง Cut Off หน้าสัมผัสของรีเลย์ 500 คือขา C ก็จะมาต่อกับขา M ทำให้ไม่มีสัญญาณกระดิ่งมาปรากฏที่เครื่องโทรศัพท์ก็คือช่วงหยุดนั่นเองแต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมาทำให้แรงดันที่ปลายสาย 12 V ลดลงเนื่องจากขณะที่ยกหูโทรศัพท์ความต้านทานที่เครื่องโทรศัพท์ลดลงพอดีทำให้ LED ทางด้านอินพุทของ U500 (4N26) นำกระแสส่งผลให้ภายใน U500 นำกระแส LED 501 ก็จะสว่าง แรงดันที่ C ของ Q500 จะมีค่าเป็นลอจิก "0" ทำให้ทรานซิสเตอร์เอาท์พุทของ U501A เป็น "0" ตาม Q500 ก็จะไม่ทำงานหน้าสัมผัสของรีเลย์ 500 ก็จะต่ออยู่กับขา M สัญญาณกระดิ่งก็ไม่สามารถเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ได้ ก็จะทำให้สัญญาณของคู่สนทนาที่ผ่าน ภาค Cross Piont เข้ามายังทรานเฟอร์เมอร์ T500 โดย ZD500 กับ ZD501 เป็นตัวกำจัดกระแสที่เกิดขึ้น ก็จะเกิดการเหนี่ยวนำข้ามมายังขดเอาท์พุทผ่าน C500 เป็นตัว คับปลิ้งผ่านมายังขา M ของรีเลย์ 500 ผ่านมายังเครื่องโทรศัพท์ ส่วนในกรณีที่มีการเรียกออกจากคู่สาย สัญญาณต่างๆ ที่เข้ามาโดยการ Control การสวิตช์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาค Cross point จากภาค Control ก็จะผ่านมาทาง T500 ส่วนในวงจรใช้งานจริงทั้ง 8 คู่สาย จะแสดงได้ดังรูปที่ 4 เนื่องจากว่า คู่สายทางองค์การโทรศัพท์ที่เข้ามามี 3 คู่ สายด้วยกัน เพราะฉะนั้นคู่สายย่อย 3 คู่สาย เท่านั้นที่สามารถติดต่อใช้งานได้ในกรณีที่ไฟฟ้าดับ คือเครื่องเบอร์ 1, 2 และ 3 ส่วนที่เหลืออีก 5 เครื่องก็ไม่สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 ภาคจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (Power Supply)

เป็นภาคแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบเฟส 220 โวลต์ 50Hz เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงตามขนาดต่างๆ ตามความต้องการของวงจรดังนี้ +5V+9V+12V+12V และ +24V จากขนาดแรงดันเอาท์พุทที่ต้องการทั้งหมดก็สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ด้วยกันคือ

1. แบบที่ต้องจ่ายกระแสสูงจะใช้ไอซี L200 เป็นตัวทำให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ (Rectgulator)ได้แก่แหล่งจ่ายชุด +5V+12V และ +24V ซึ่งจะสามารถจ่ายกระแสได้สูงถึง 4.5 A โดยจะมี Q600 เป็นตัวกระแส คือ

$$Io = V5.2/R25$$

$$=0.45/0.1$$

$$=4.5\ A$$

ซึ่งจะมีวงจรใช้งานจริงดังรูป (Power supply)จากรูปแรงดันไฟฟ้า Vac ผ่านเอาท์พุทของหม้อแปลงจะผ่านชุดของ Diode Bridge เพื่อแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแบบ Full wave โดยที่มี C600 เป็นต่อ Filter ให้แรงดันเรียบมากยิ่งขึ้นและผ่านเข้าไปยังอินพุทของไอซี L200 ส่วนค่าแรงดันเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับค่า R601 กับค่า R602 ในวงจร

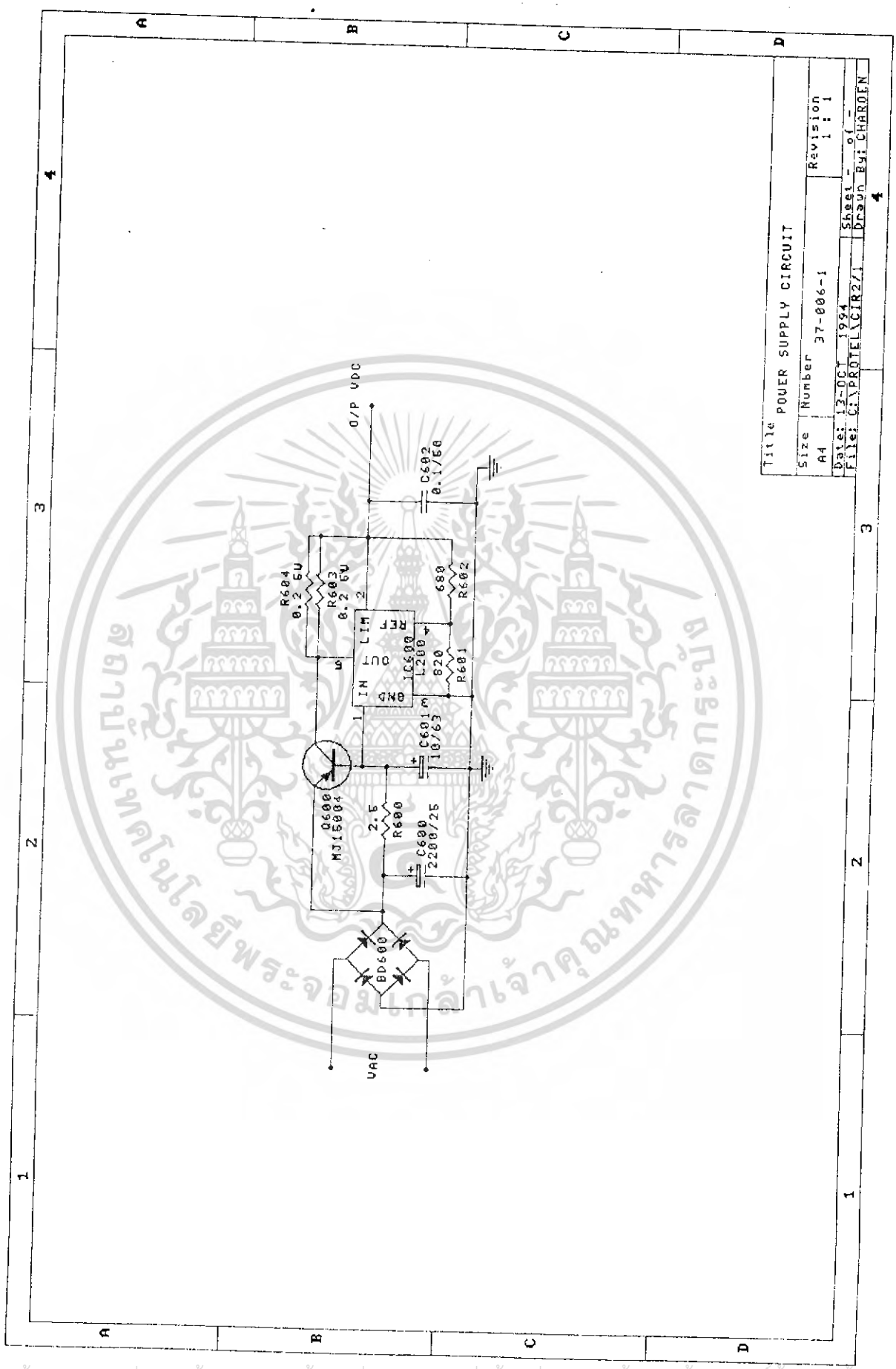
ที่แรงดัน +5V R601 820 OHM R602 680 OHM
ที่แรงดัน +12V R601 820 OHM R602 2.71 KILOOHM
ที่แรงดัน +24V R601 820 OHM R602 6.28 KILOOHM

2. แบบ จ่ายกระแสต่ำจะใช้ไอซีตระกูล LM78xx และ LM 79xx เป็นตัวทำให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ ได้แก่ แหล่งจ่ายชุด 9V และ +12V

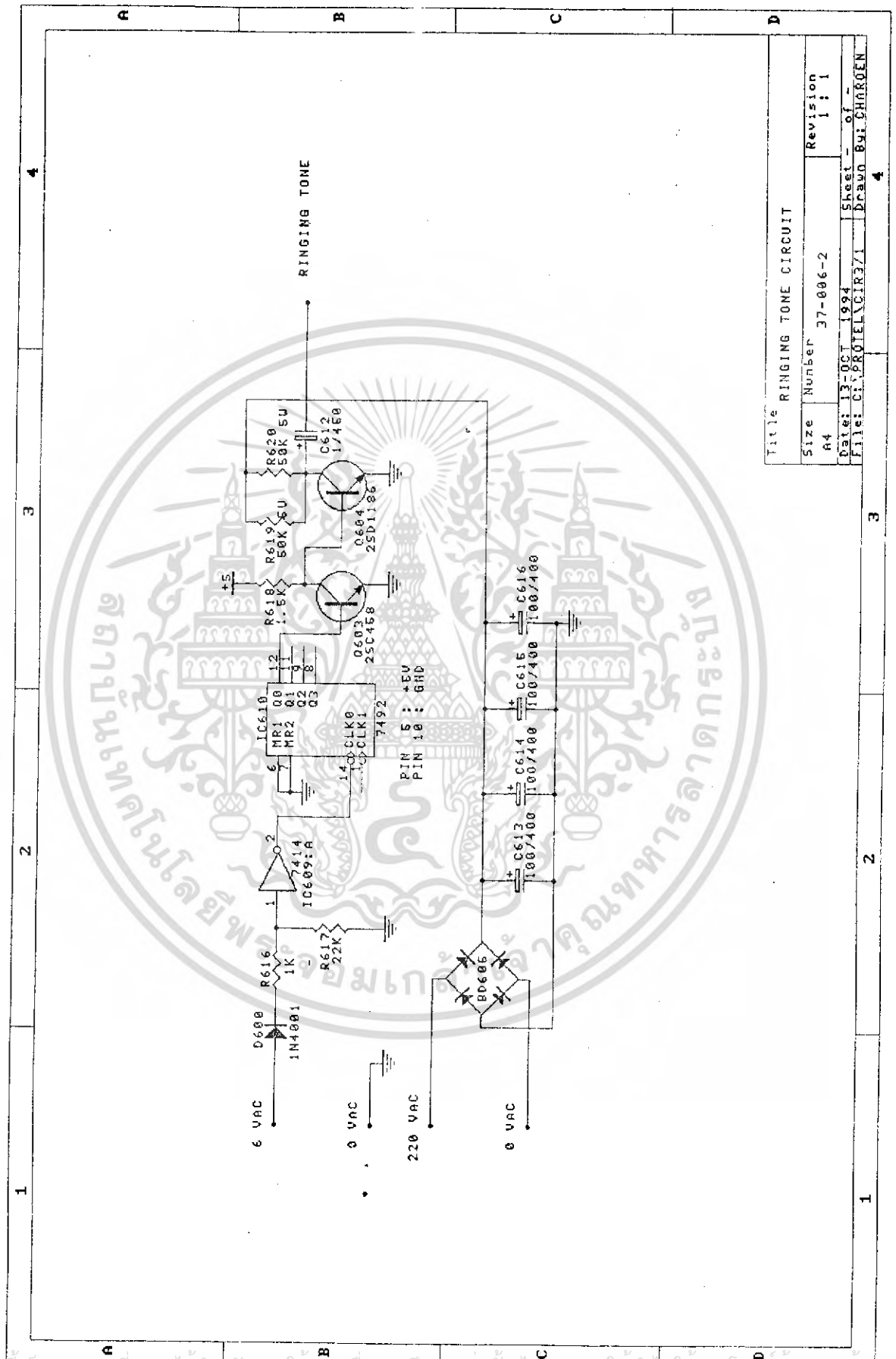
ที่แรงดัน +9V จะนำไอซี LM 7809 2 ตัวมาต่อขนานกัน เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสได้สูงขึ้นและเกิดความร้อนน้อยลง โดยมี C603 เป็นตัว Filter ส่วนที่แรงดัน +12V จะนำไอซี LM7812 2 ตัวมาต่อขนานกันเป็นตัว ทำให้แรงดันคงที่ทางด้านไฟบวก และจะมี C604 เป็นตัว filter ส่วนทางด้านไฟลบจะใช้ไอซี LM7912 เป็นตัวทำให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ (Rectgulator) โดยจะมี C605 เป็นตัว Filter

ส่วนของสัญญาณกระดิ่งจะอยู่รวมกับภาค Power Supply ด้วยจากรูป (Ringing Tone Circuit) ในวงจรใช้งานจริงจะนำไฟฟ้า AC มาจากเอาท์พุทของหม้อแปลงขนาด 6 โวลต์ 50Hz มาผ่าน Diode D600 เพื่อทำให้เหลือ 25 Hz แล้วก็นำมาผ่านไอซี not gat คือ IC 609A เพื่อทำให้เป็นสัญญาณพัลซ์ จากนั้นก็จะส่งเป็นอินพุทให้ไอซี 7492 จากเอาท์พุทก็จะส่งมายังขา B ของ Q603 เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงดันเพื่อเป็นตัว Drive ให้กับ Q604 จะนำไฟฟ้า AC 120V มาผ่าน Diode Bridage และ Filter ด้วย C613, C614,C615 และC616 เพื่อให้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้เรียบมากยิ่งขึ้น คือทำการลดค่า Ripple นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



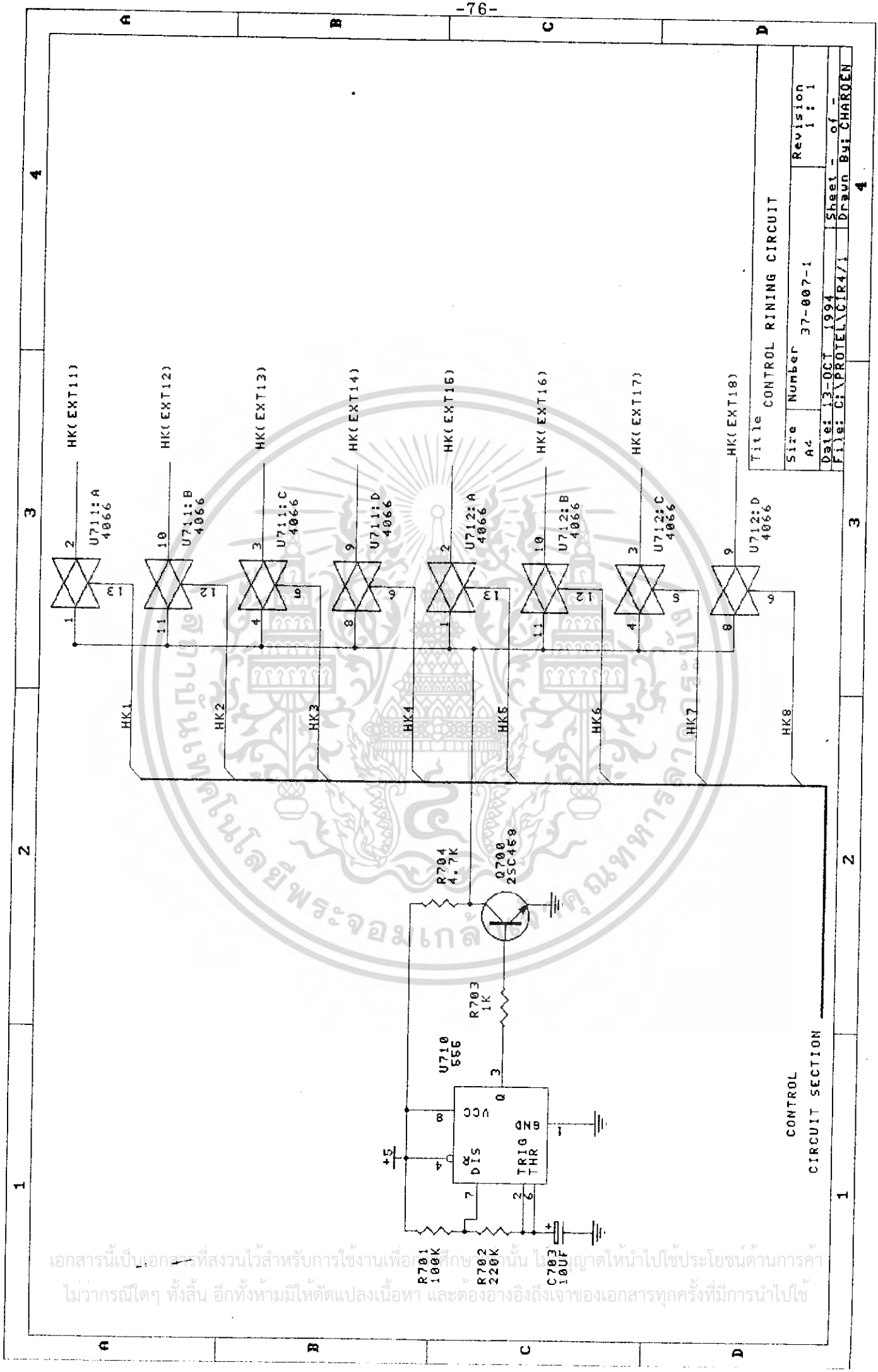
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 ภาค Control Ringing Circuit

ภาค Control ringing นี้จะทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณเรียก คือจะเป็นตัวให้จังหวะในการตัดและต่อวงจรโดยมีสัญญาณกระดิ่งถึง 2 วินาที และหยุด 4 วินาที ซึ่งสามารถแสดงวงจรการทำงานได้ ดังรูปที่ (Control Ringing Circuit)

จากรูปวงจรสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ คือ ที่ทำหน้าที่คอยให้จังหวะจะใช้ไอซีเบอร์ 555 เป็นตัวกำเนิดความถี่ โดยต่อรวมกับ R701 ,R702 และ C703 ก็จะได้ความถี่ออกมาที่ขา 3 ของ ไอซีเบอร์555 โดยจะมีช่วงเวลาเป็นลอจิก "1" 2 วินาที และช่วงเวลาเป็นลอจิก "0" 4 วินาทีจากนั้นก็จะผ่านเข้าขา B ของ Q704 เพื่อที่จะทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นเพื่อที่จะป้อนเข้ามายังขาอินพุทของ U711A-U711D และ U712A-U712D เพื่อไปจ่ายให้กับขา HK ในภาค EXT Interface Circuit Section โดยที่ U711A-U711D และ U712A-U712D นั้นจะเป็นอนาลอกสวิตช์ถูกควบคุมด้วยภาค Control โดยที่ CPU จะส่งสัญญาณควบคุมมาทางพอร์ตแล้วที่ขา เอาท์พุทของพอร์ตก็จะมาต่อ กับขาควบคุมการสวิตช์ของ U711A-U711D และ U712A-U712D อีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วงจร AUTOMATIC PABX

และโปรแกรมควบคุมระบบ

5.1 วงจรภาคต่างๆของ AUTOMATIC PABX ประกอบด้วย

1 COL INTERFACE CIRCUIT SECTION

2 AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION

3 CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION

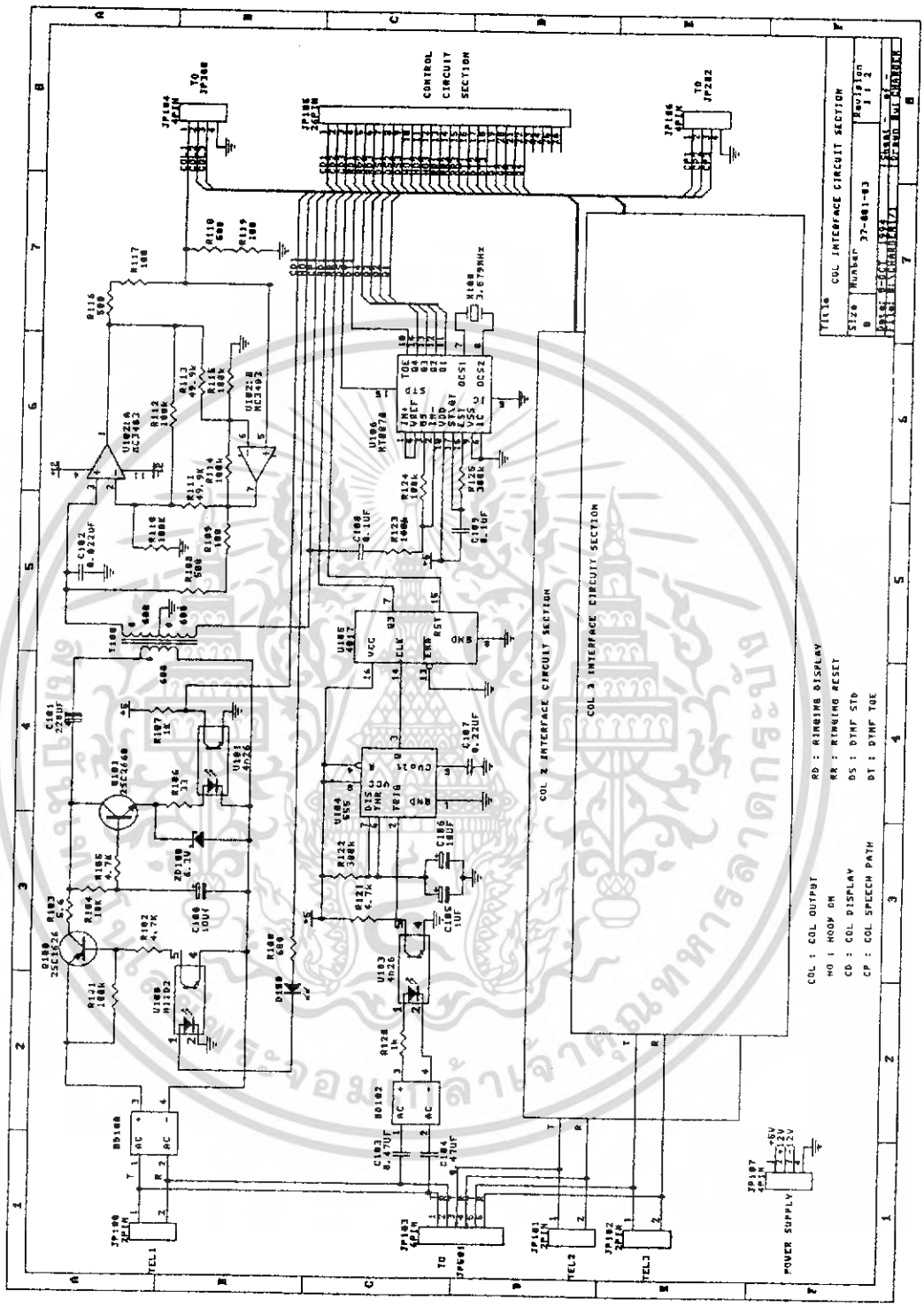
4 DTMF & TONE CIRCUIT SECTION

5 EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION

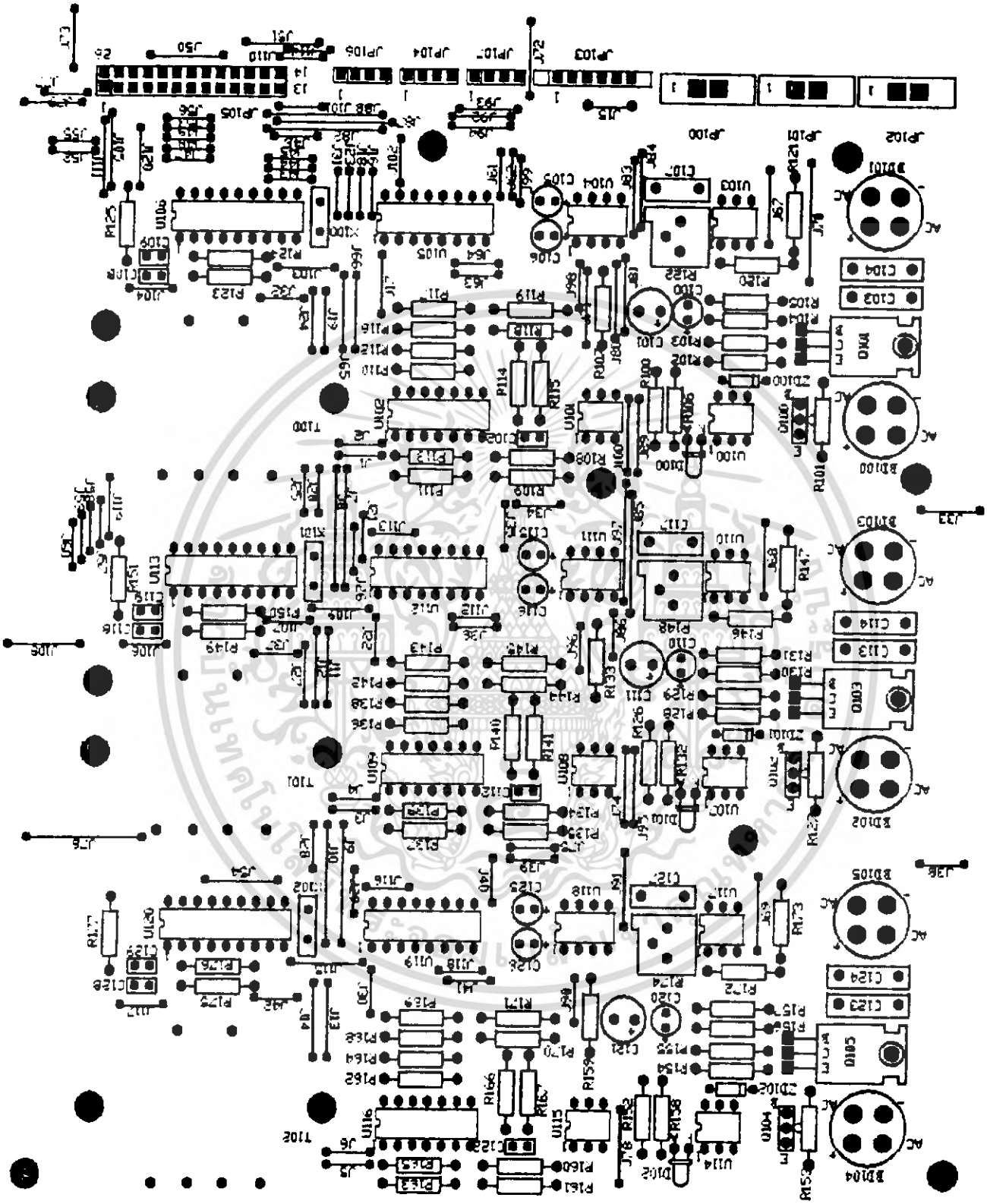
6 POWER SUPPLY & RINGING TONE

7 CONTROL CIRCUIT SECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

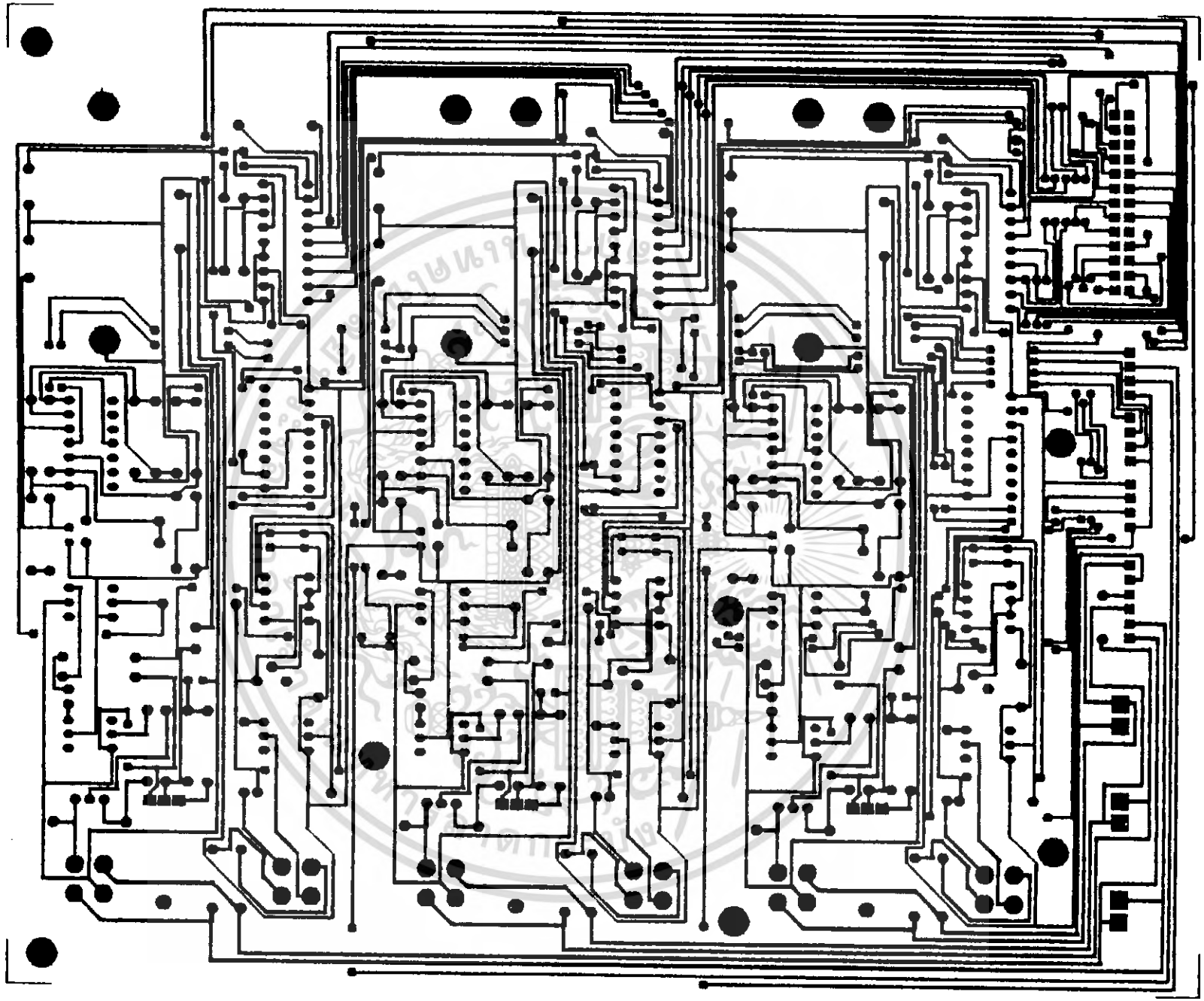


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

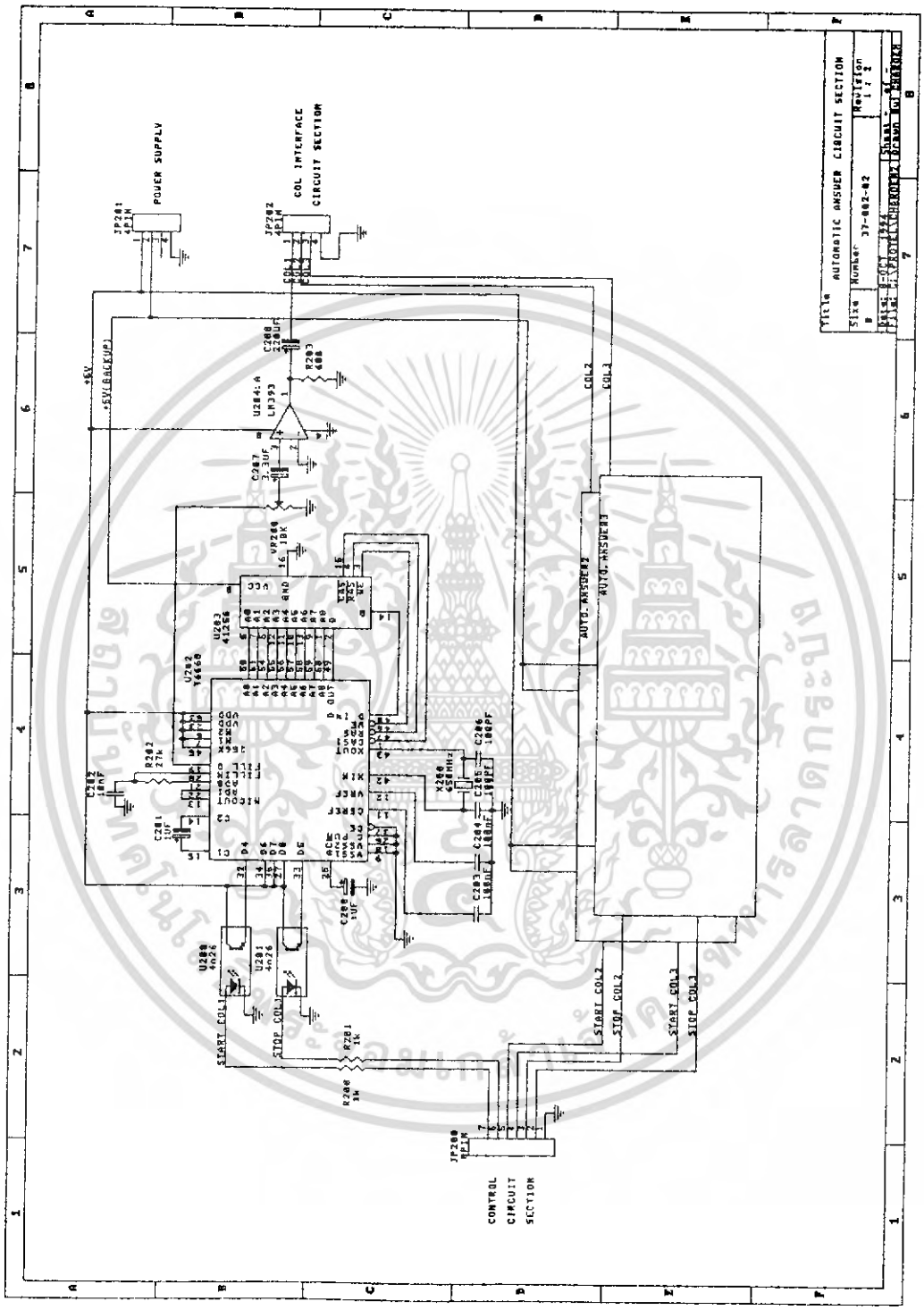


ลายวงจรพิมพ์ COL INTERFACE CIRCUIT SECTION

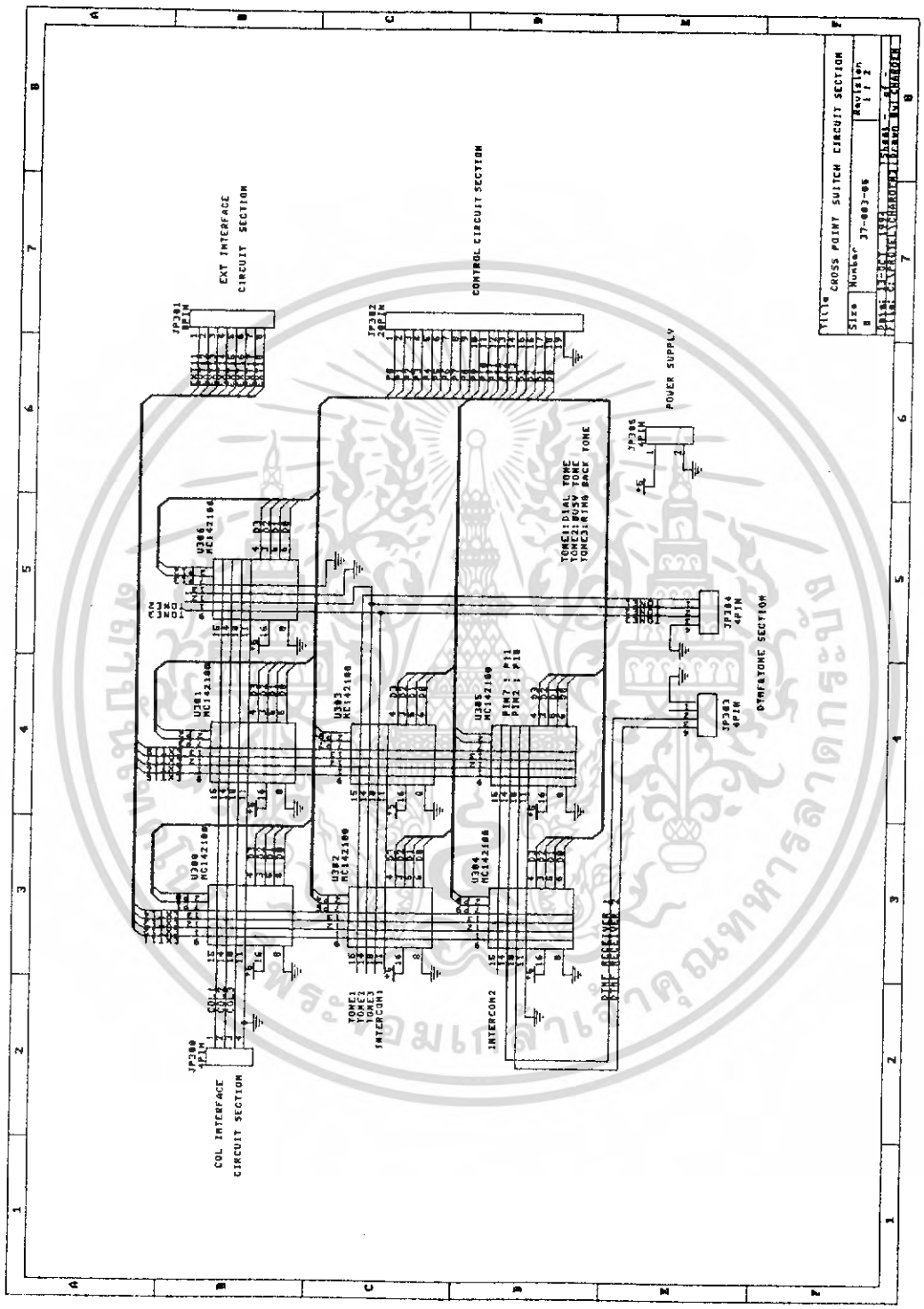
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



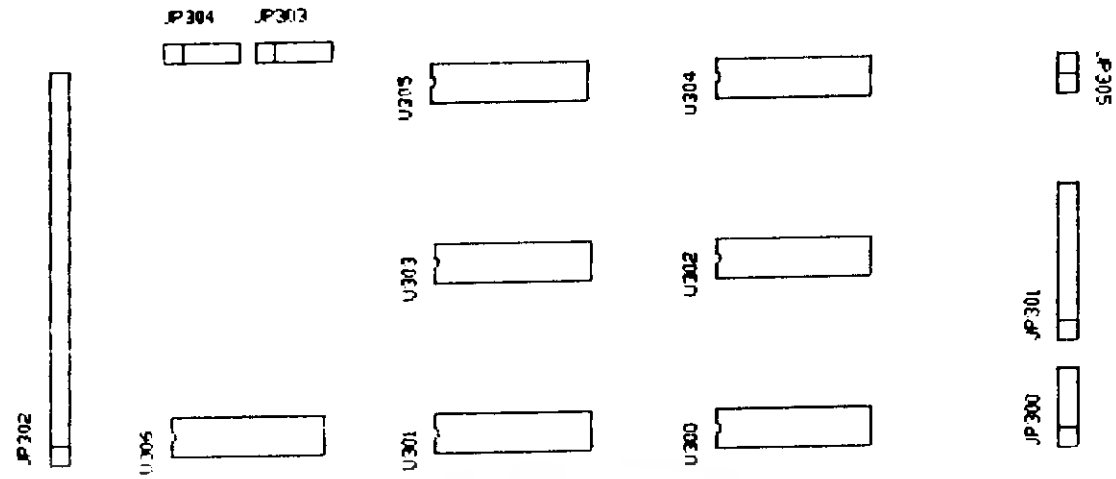
ลายวงจรภาค COL INTERFACE CIRCUIT SECTION



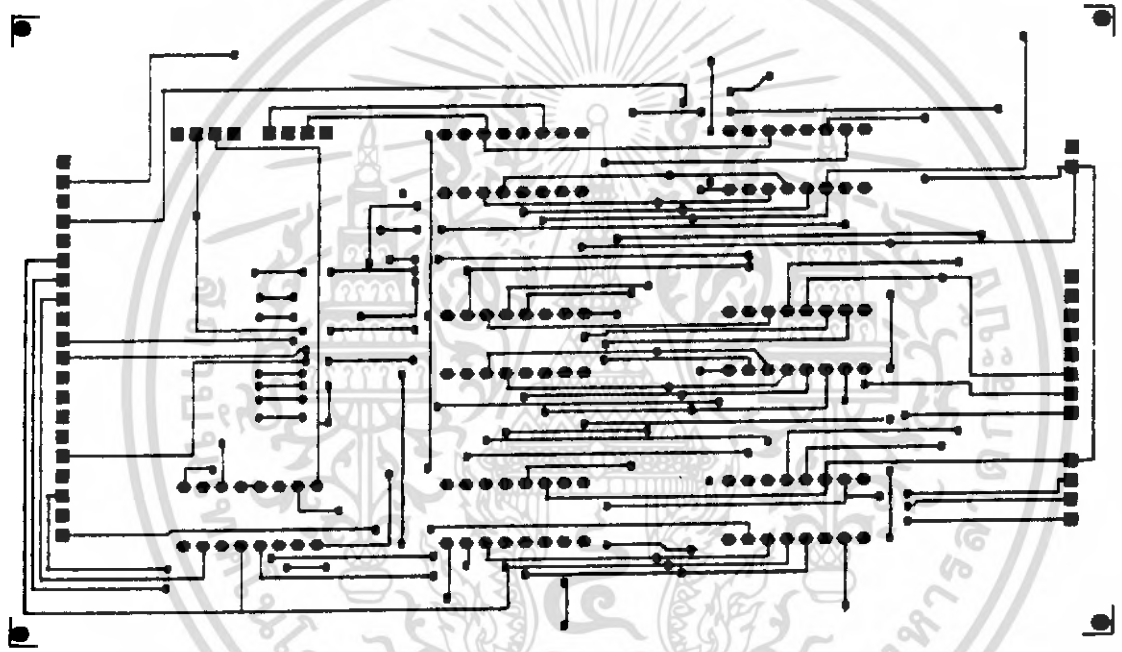
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



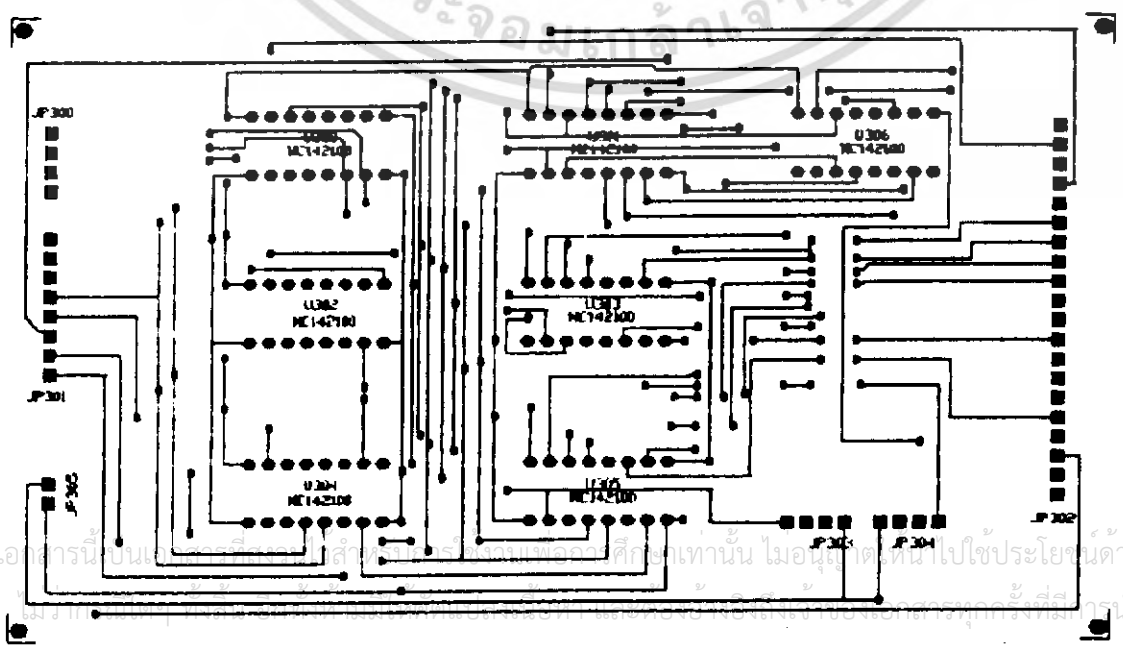
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลายอุปกรณ์ภาค CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION

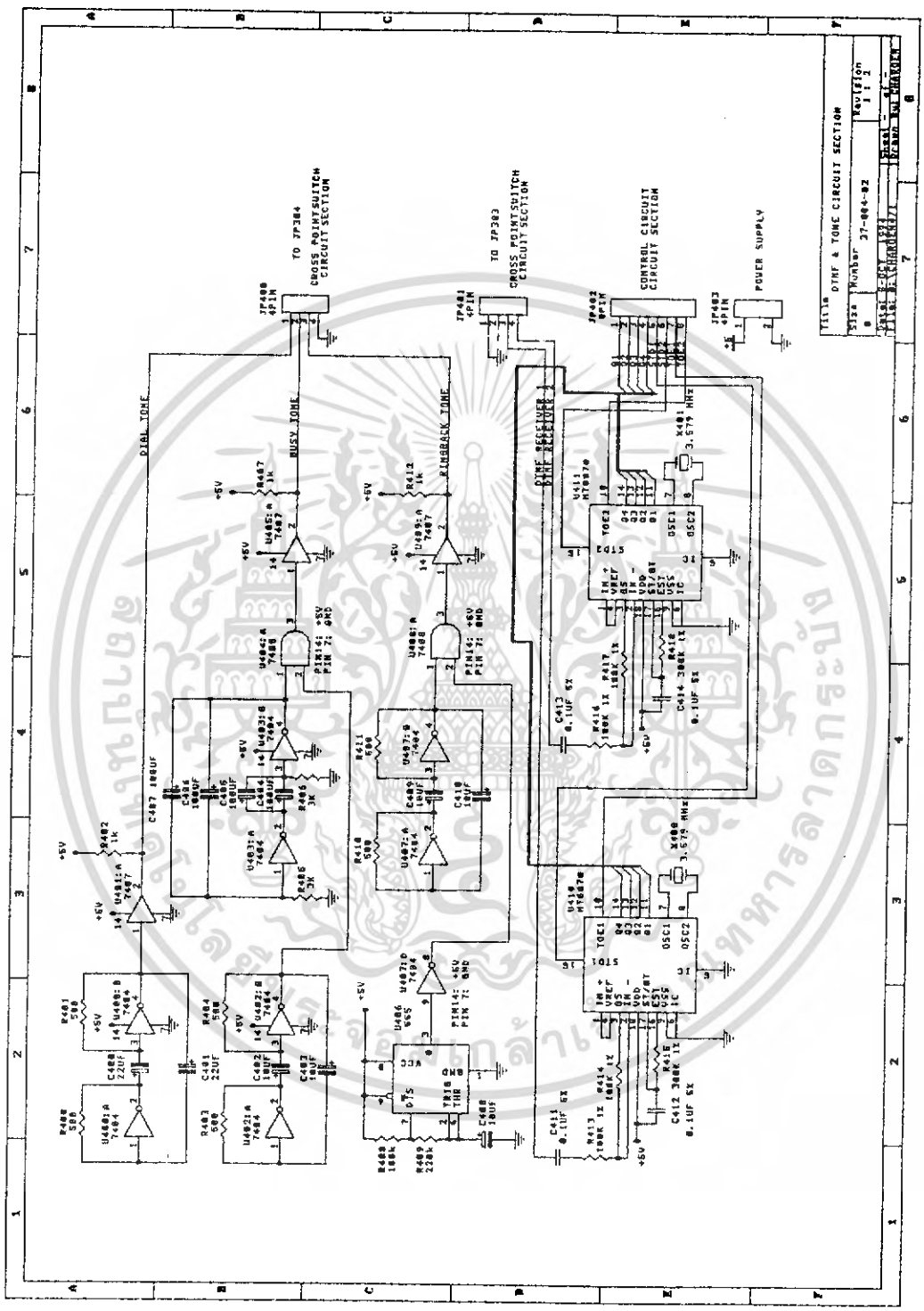


ลายวงจรด้านหน้าภาค CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION

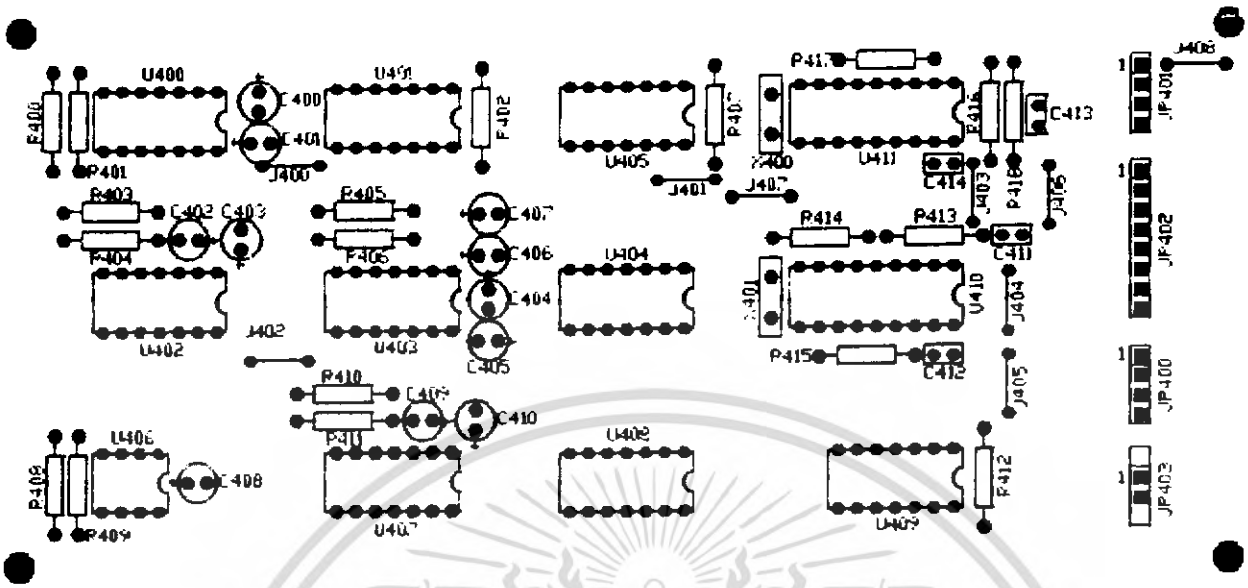


ลายวงจรด้านหลังภาค CROSS POINT SWITCH CIRCUIT SECTION

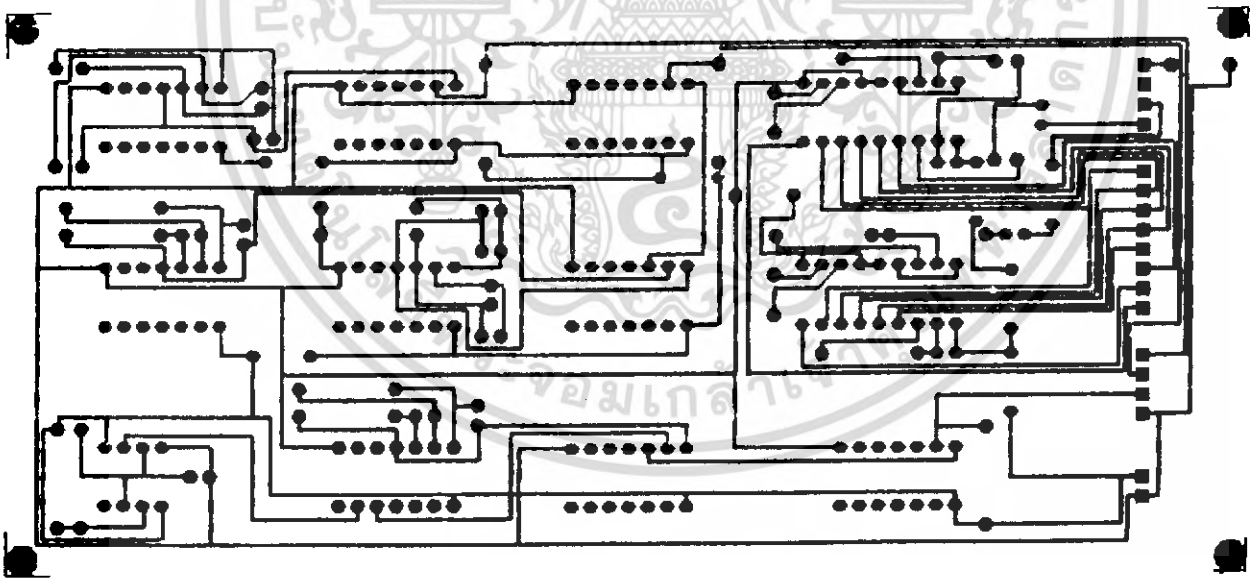
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

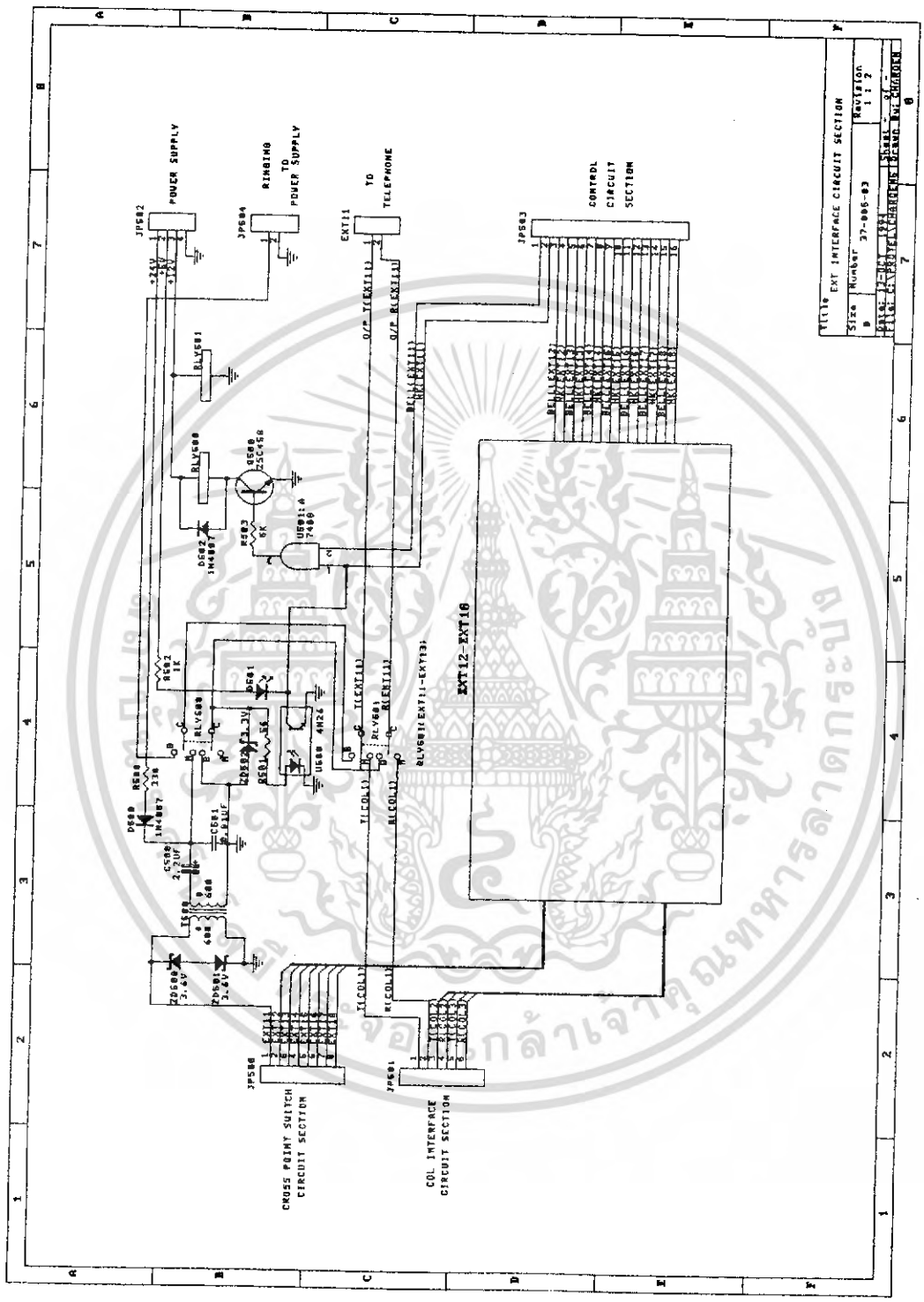


ลายอุปกรณ์ภาค DTMF & TONE CIRCUIT SECTION



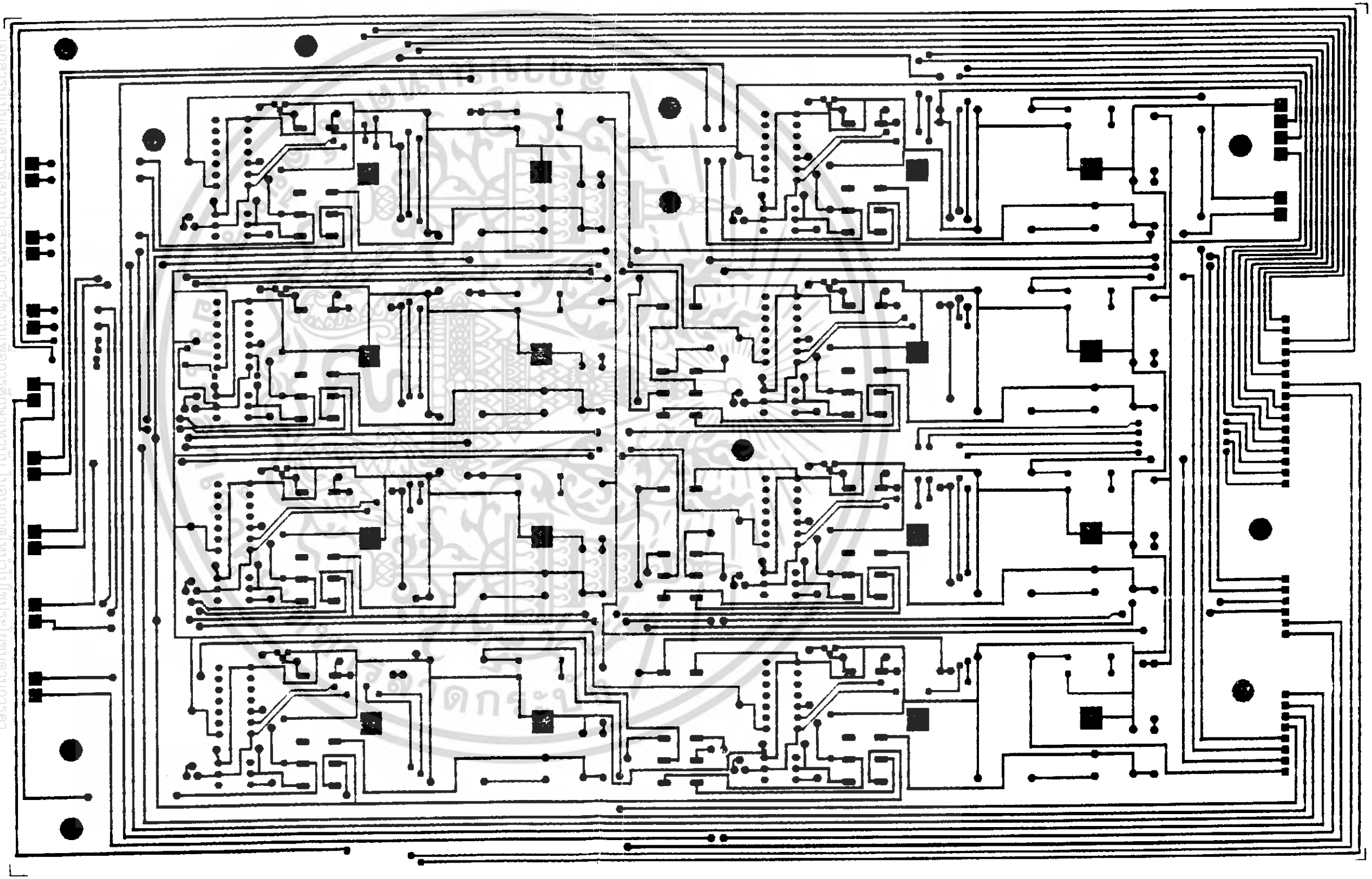
ลายวงจรภาค DTMF & TONE CIRCUIT SECTION

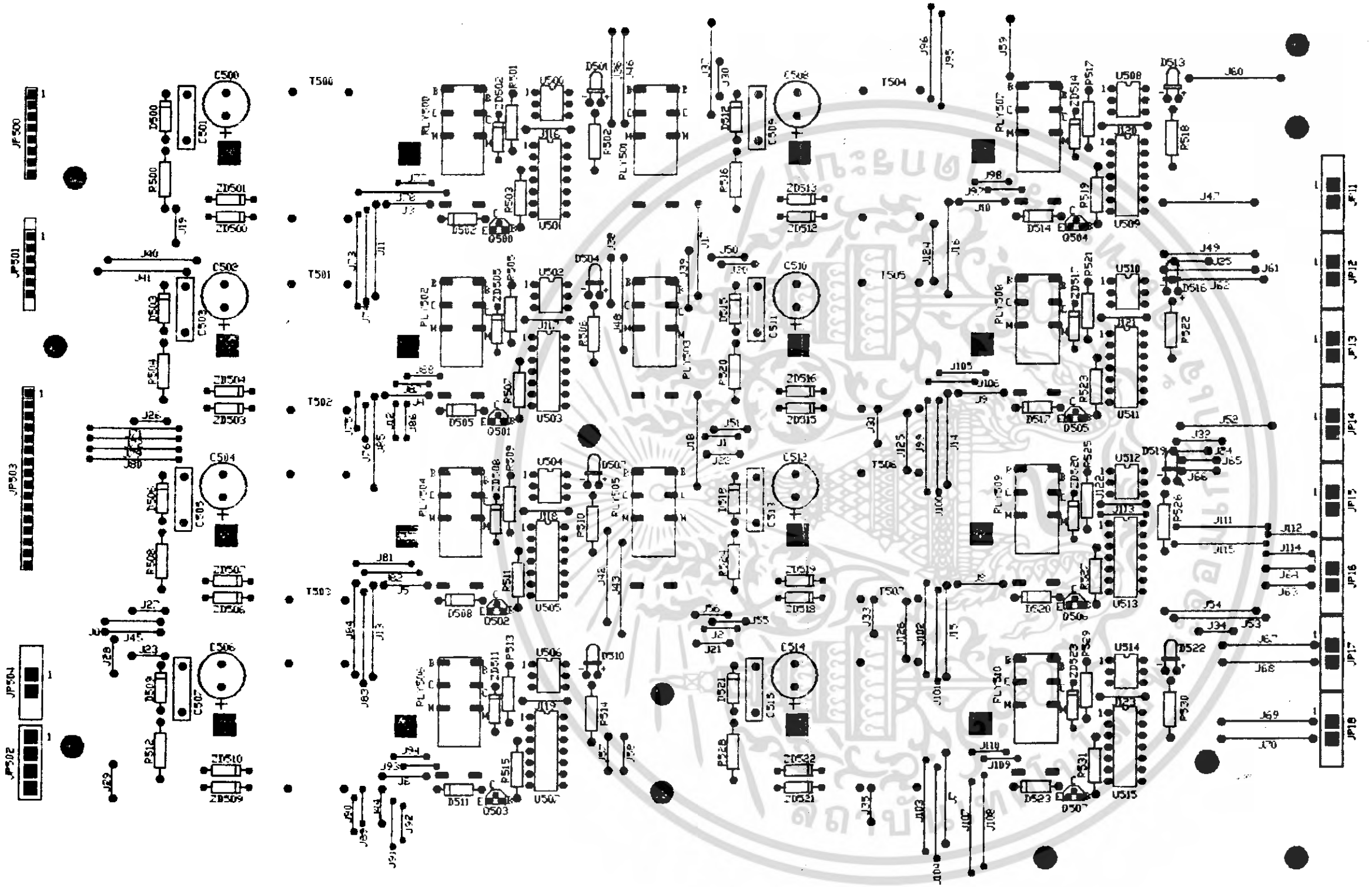
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

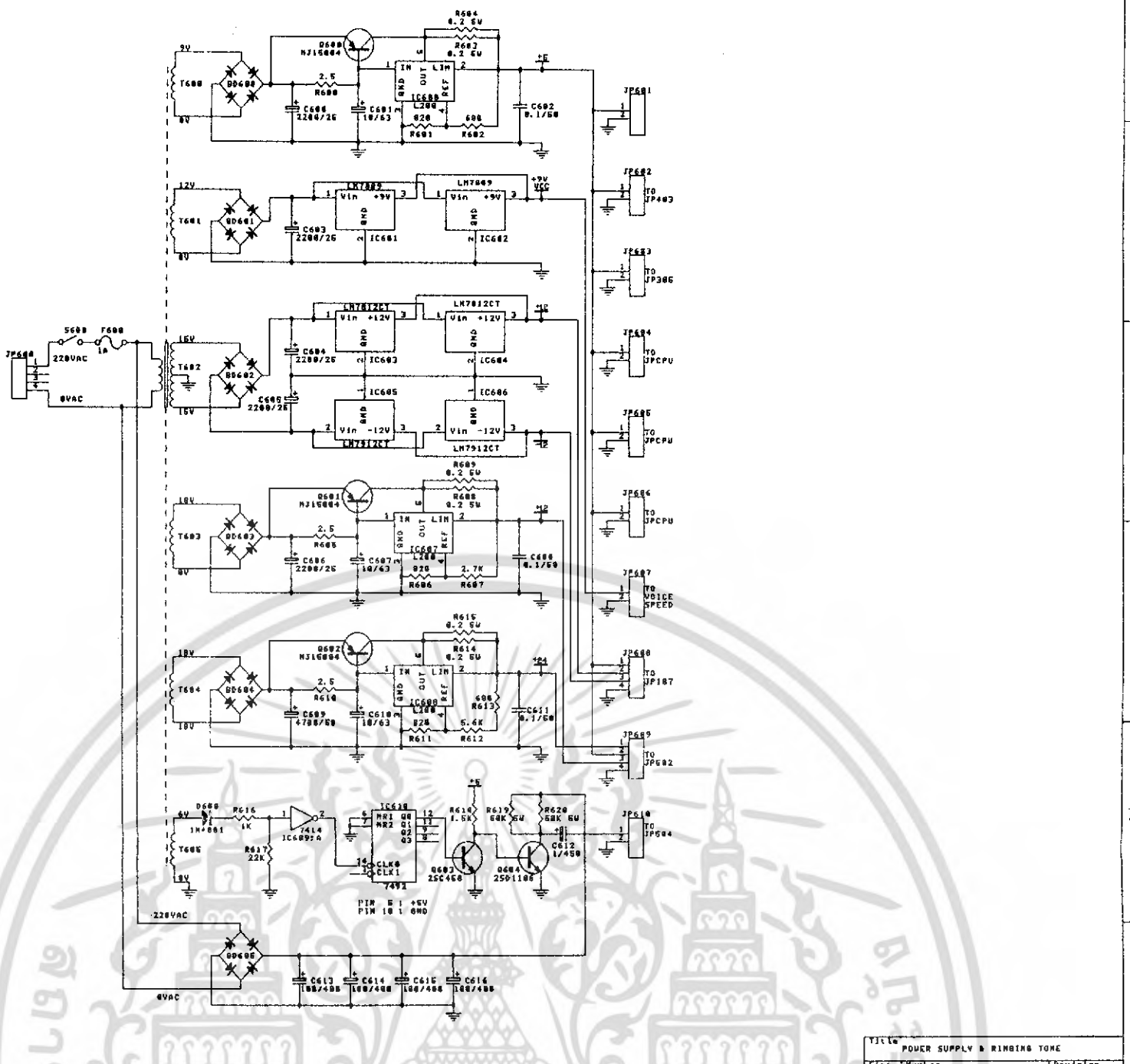
EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION



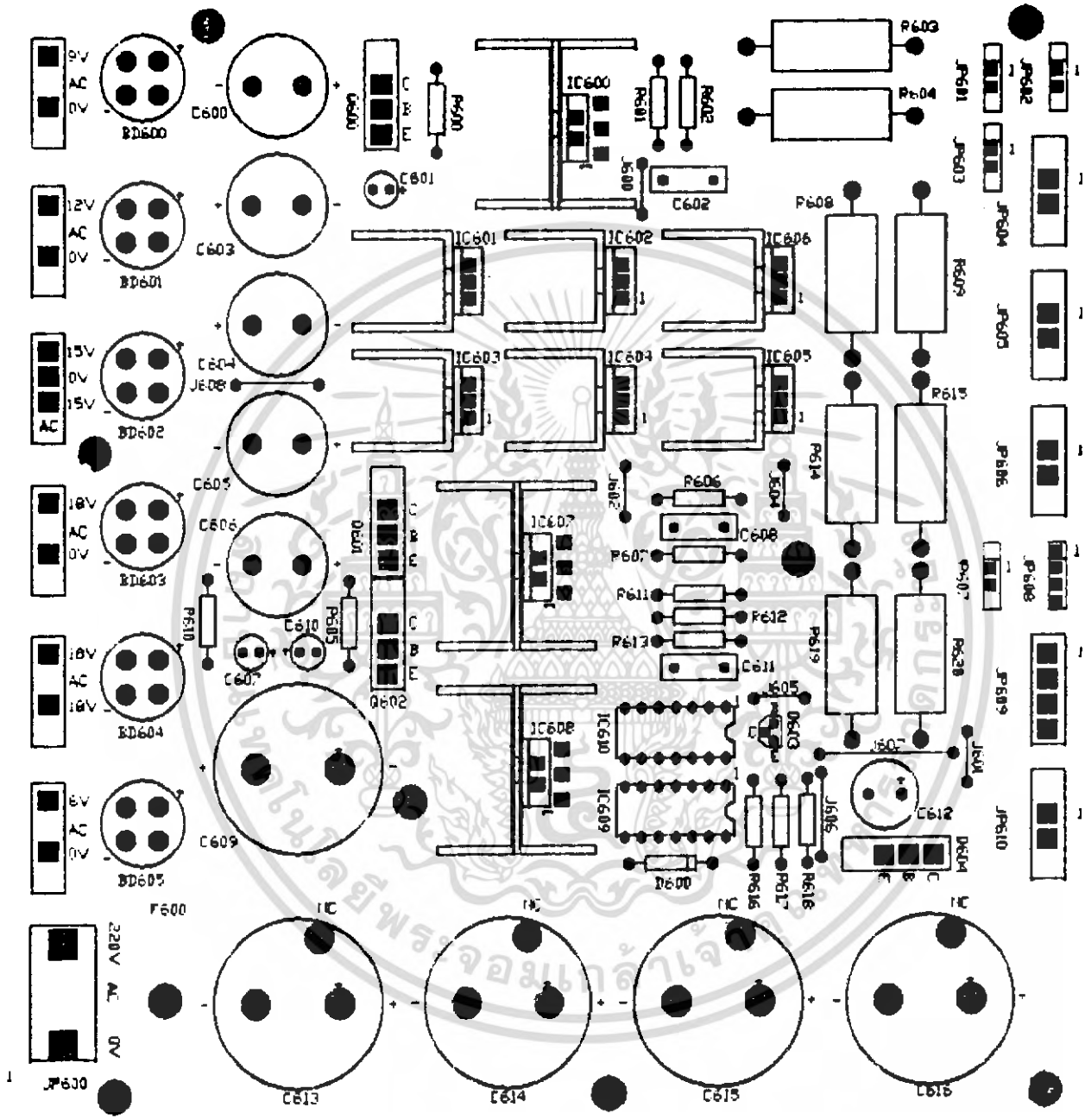


ลายอุปกรณ์ภาค EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

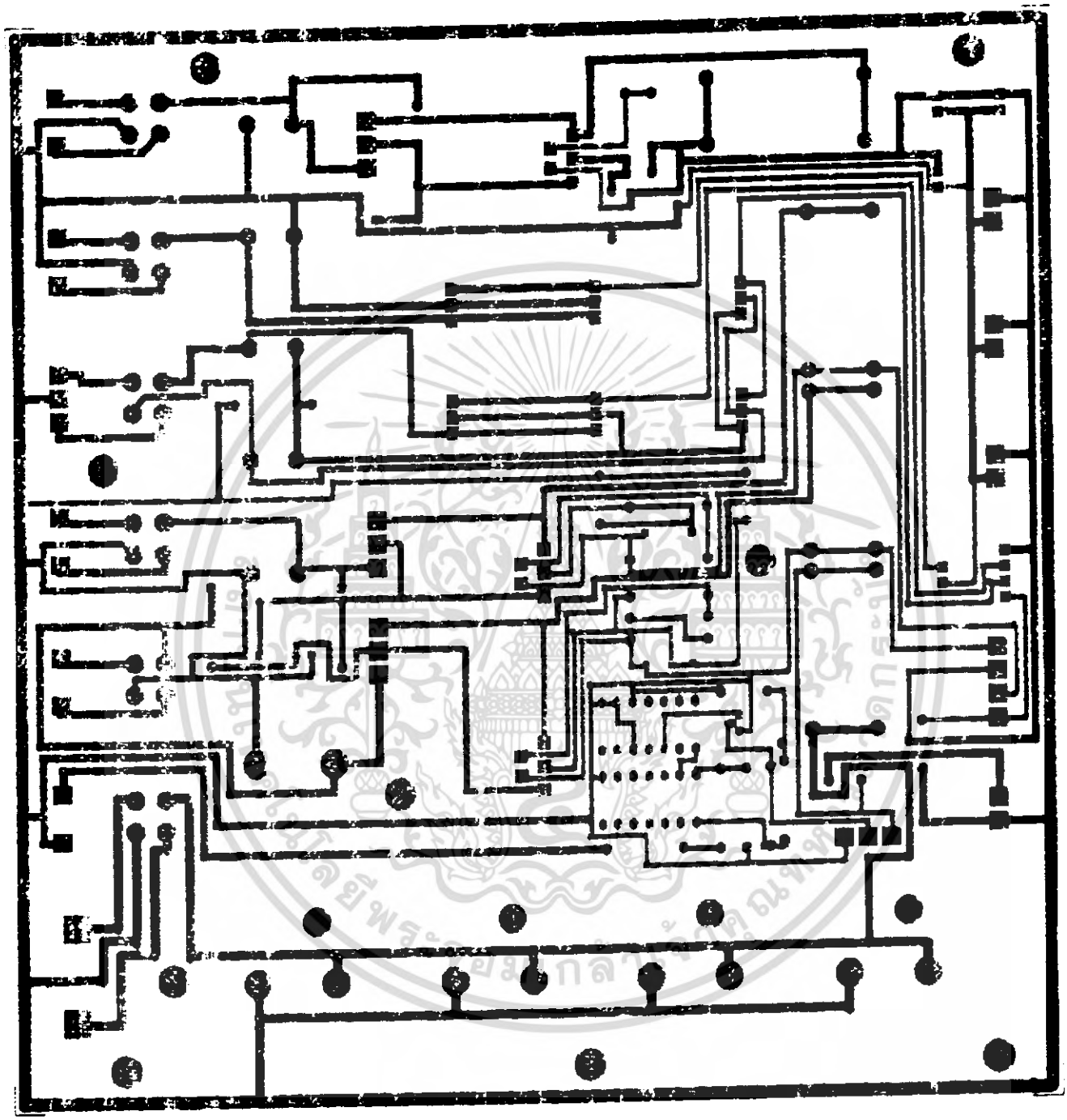


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



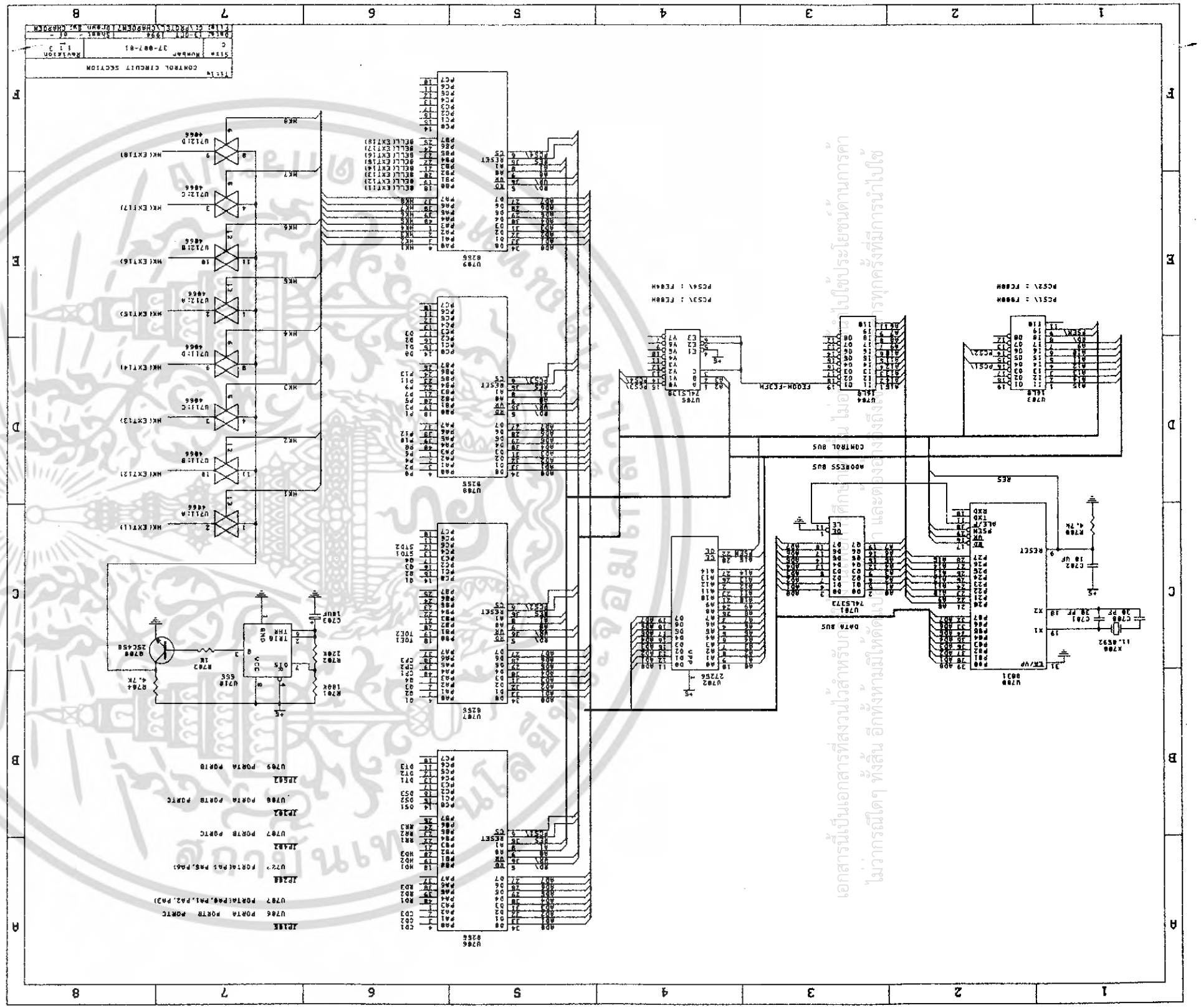
ลายอุปกรณ์ภาค POWER SUPPLY & RINGING TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงวงจรของ POWER SUPPLY & RINGING TONE

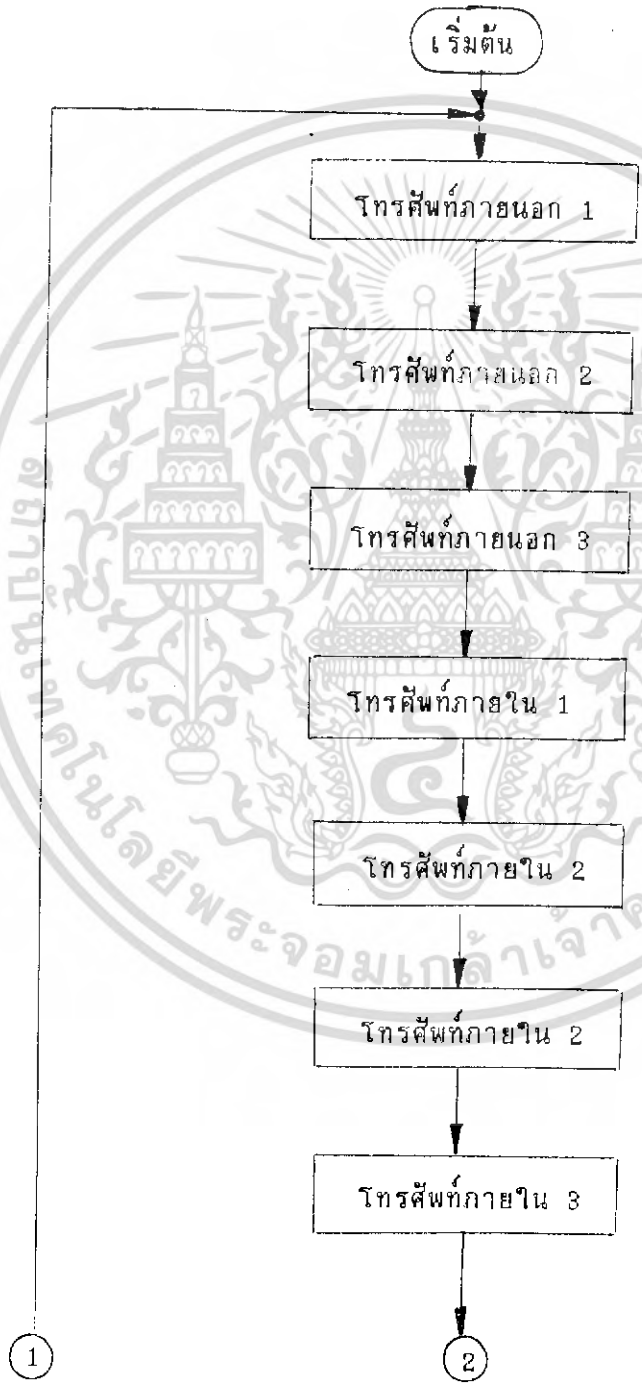
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


CONTROL CIRCUIT SECTION
CONTROL BUS
ADDRESS BUS
DATA BUS
RES
RESET
CLK/4
FC00H-FCFFH
FC80H-FC8FH
FC40H-FC4FH
FC20H-FC2FH
74LS138
74LS373
8255
8253
8251
2732
6116
6264
2764
2716
TRIG
OUT
THR
CTRL
VCC
GND
25C458
4066
74LS14
74LS32
74LS04
74LS00
74LS08
74LS86
74LS74
74LS27
74LS20
74LS30
74LS21
74LS51
74LS54
74LS55
74LS85
74LS83
74LS157
74LS158
74LS153
74LS151
74LS150
74LS148
74LS147
74LS145
74LS139
74LS138
74LS133
74LS125
74LS123
74LS122
74LS121
74LS112
74LS109
74LS107
74LS86
74LS85
74LS83
74LS74
74LS54
74LS51
74LS32
74LS27
74LS21
74LS20
74LS14
74LS08
74LS04
74LS00

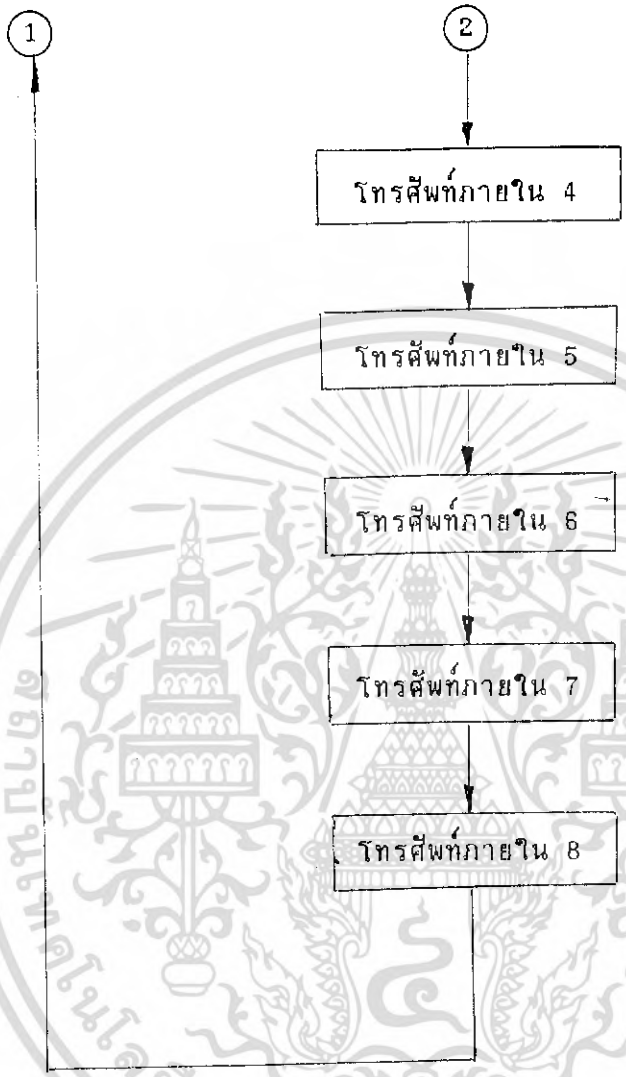
5.2 โปรแกรมควบคุมระบบ

จากขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของเครื่อง AUTOMATIC PABX สามารถเขียนเป็น Flow Chart เพื่อจะนำไปเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบต่อไปได้ดังนี้

แผนผังระบบโปรแกรมของ AUTOMATIC PABX 3 TO 8

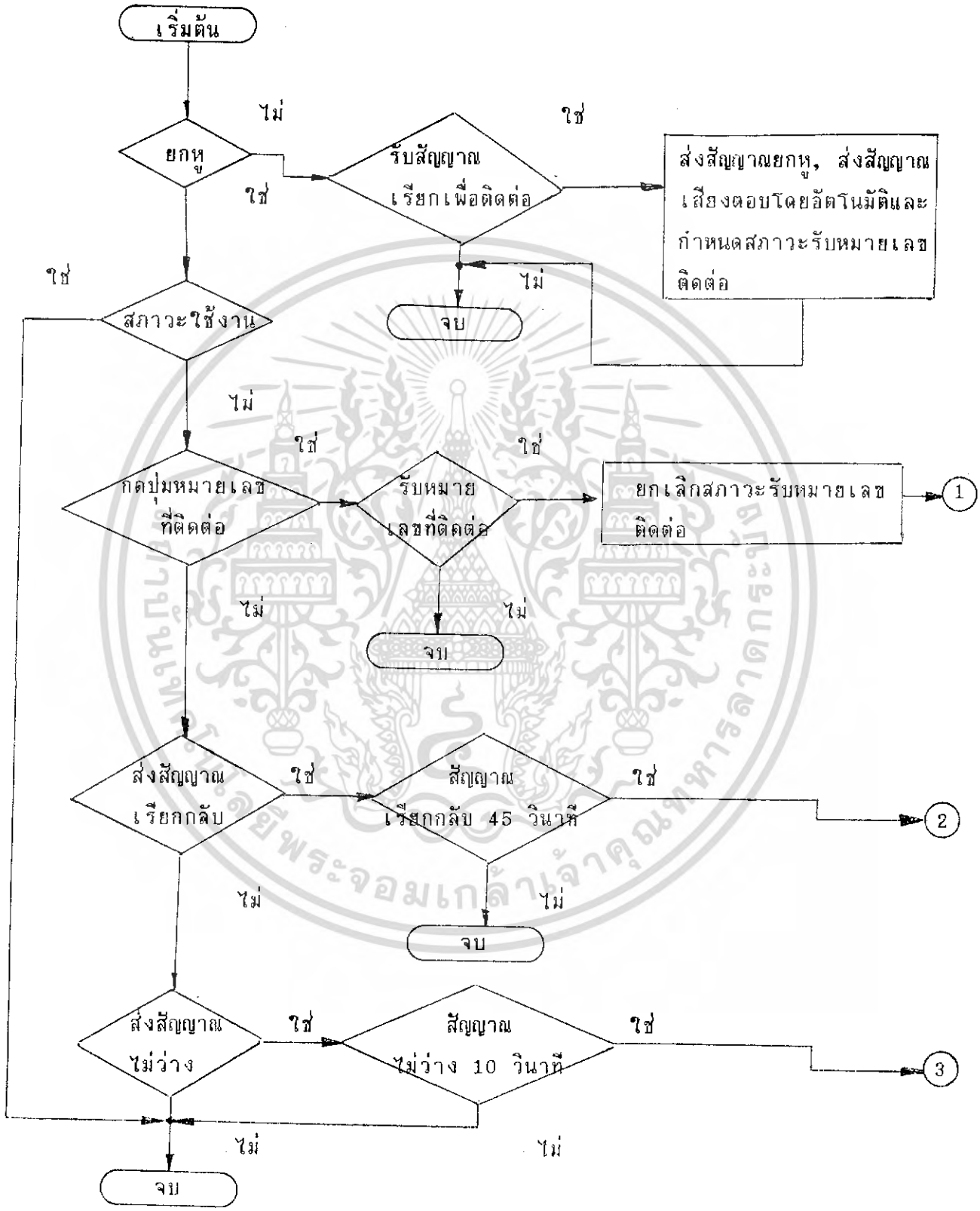


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



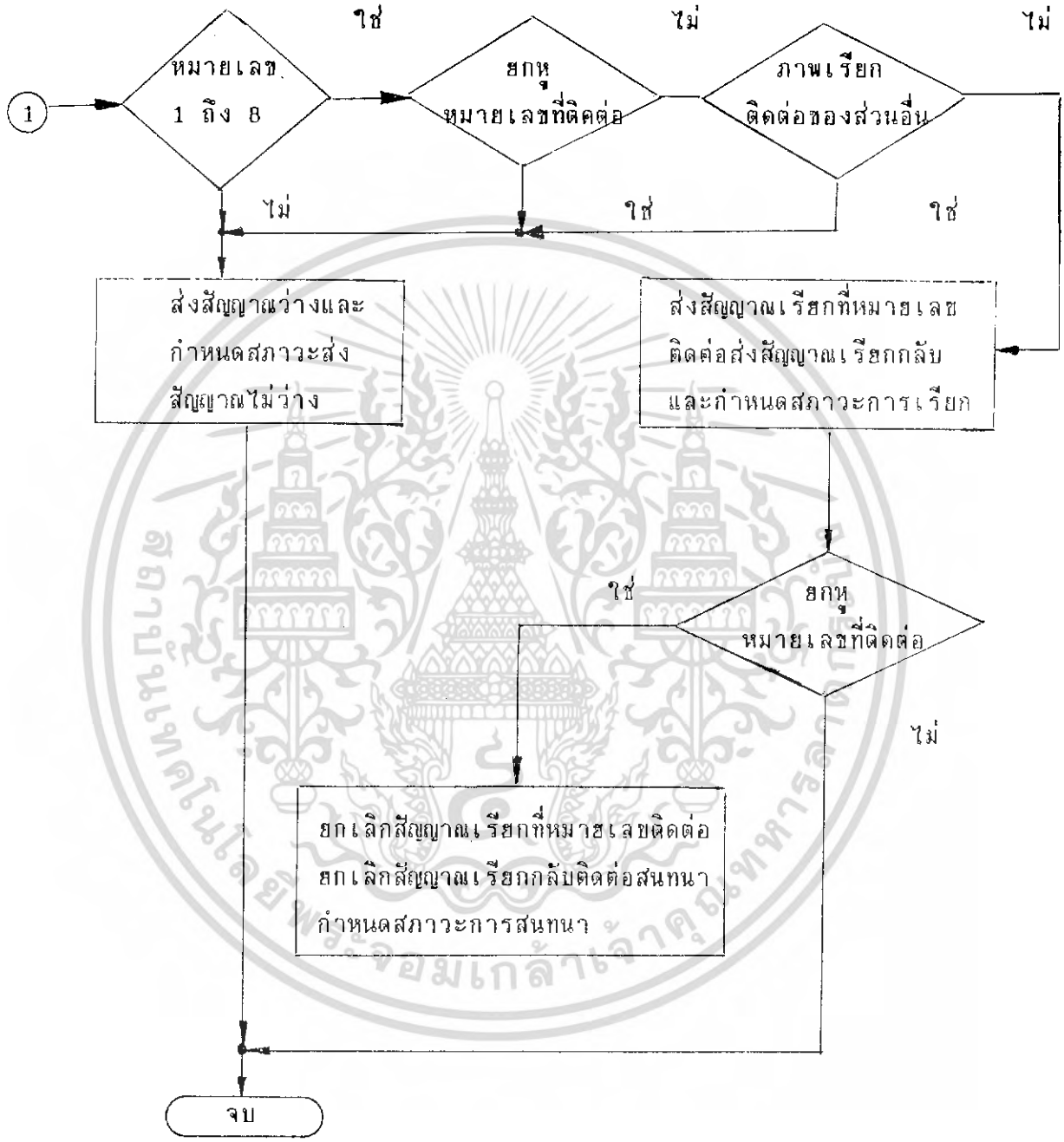
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายนอก

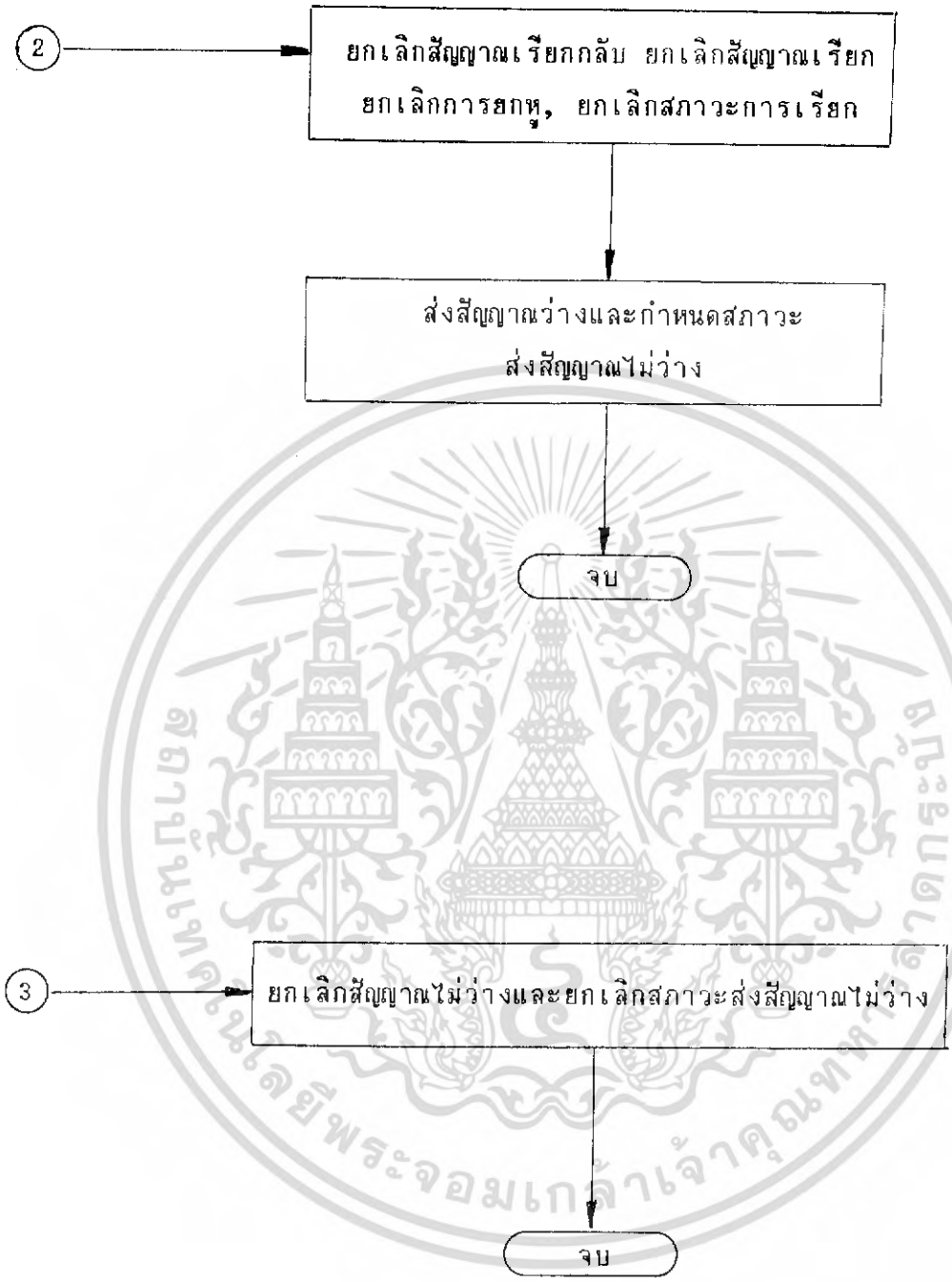


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายนอก

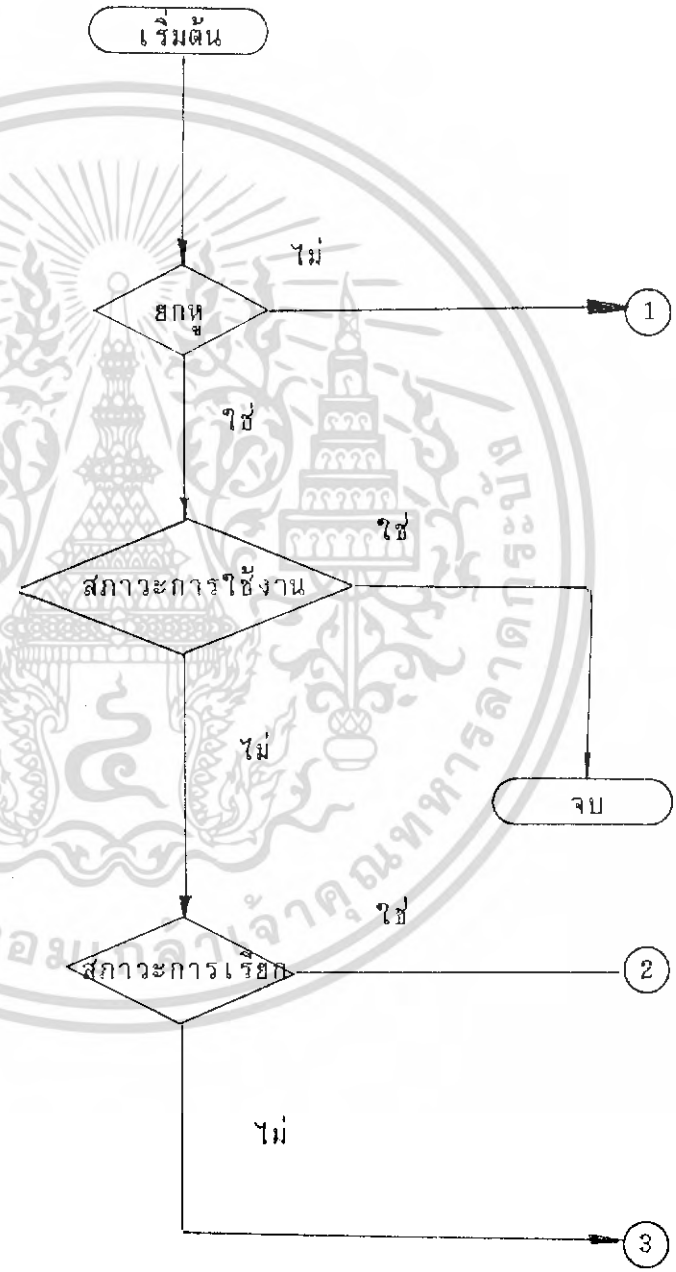


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



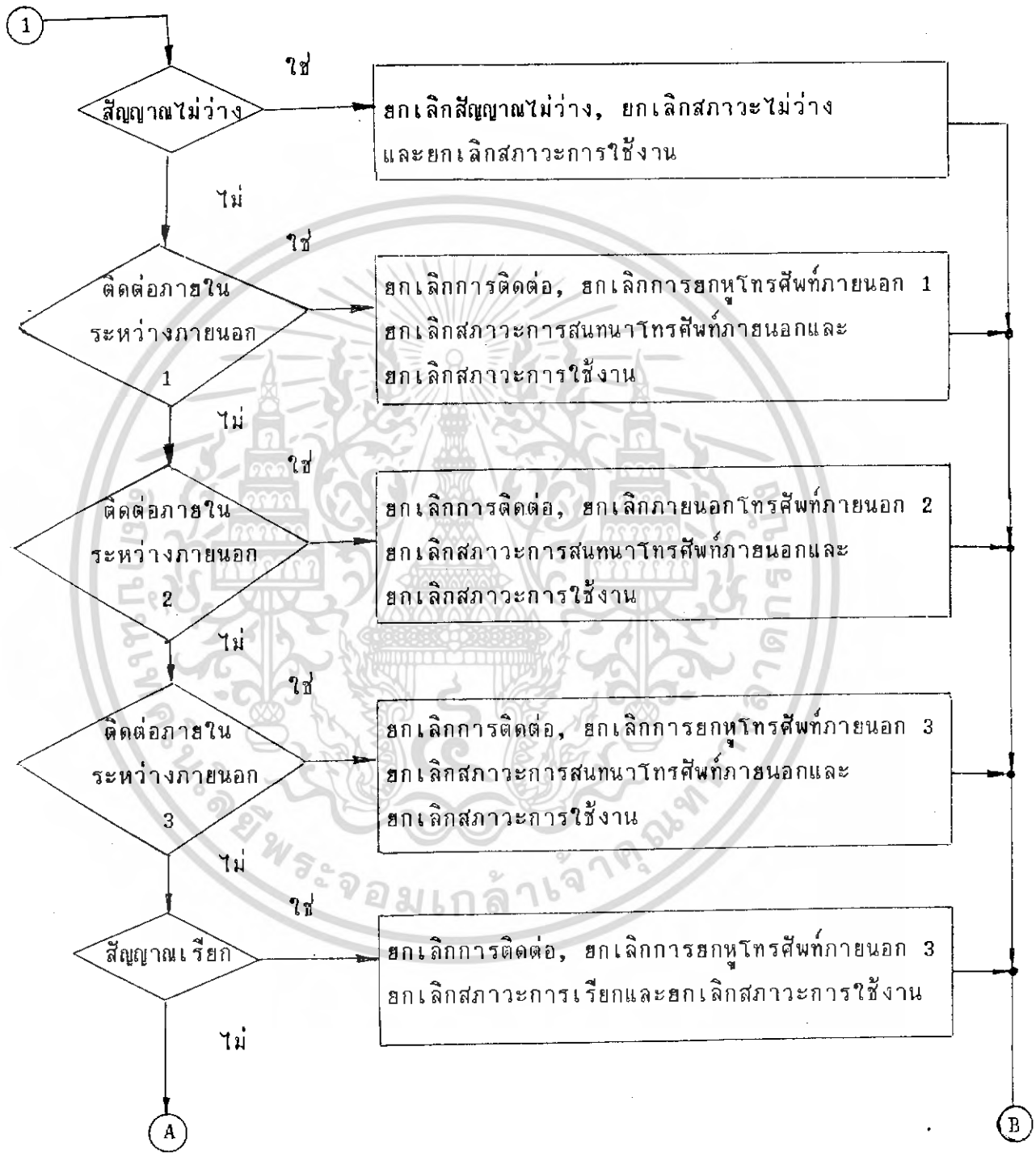
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน

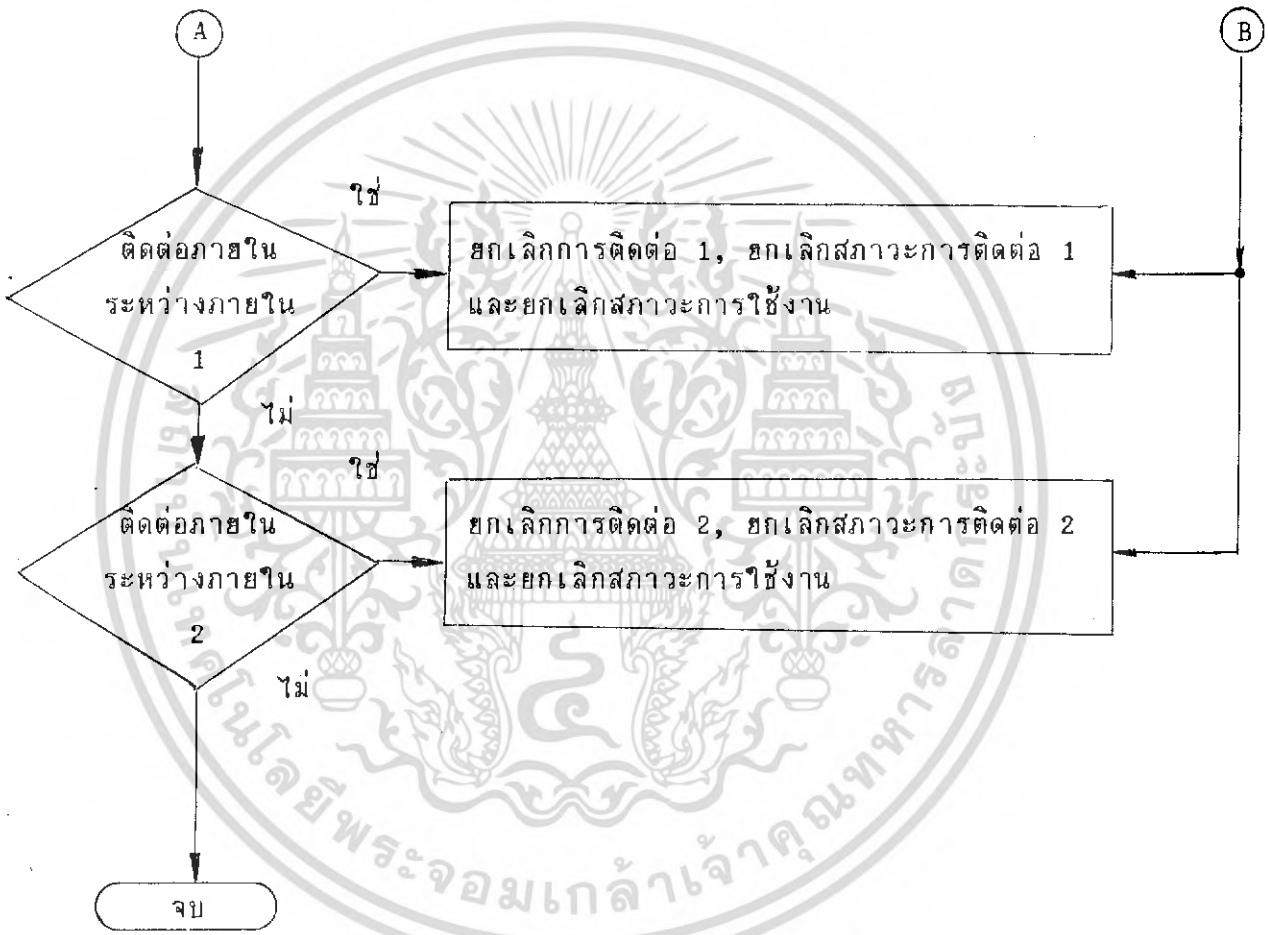


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน

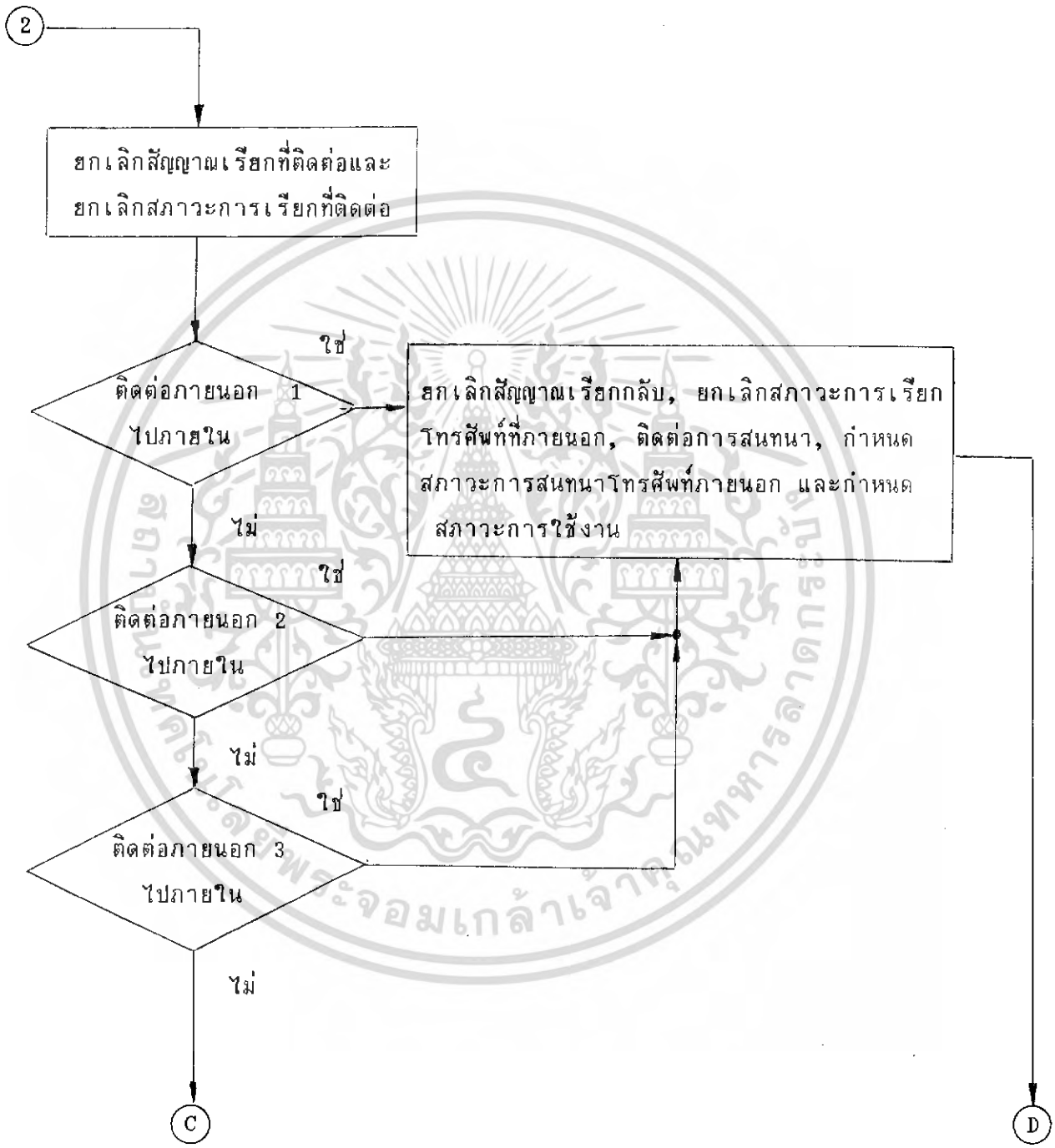


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

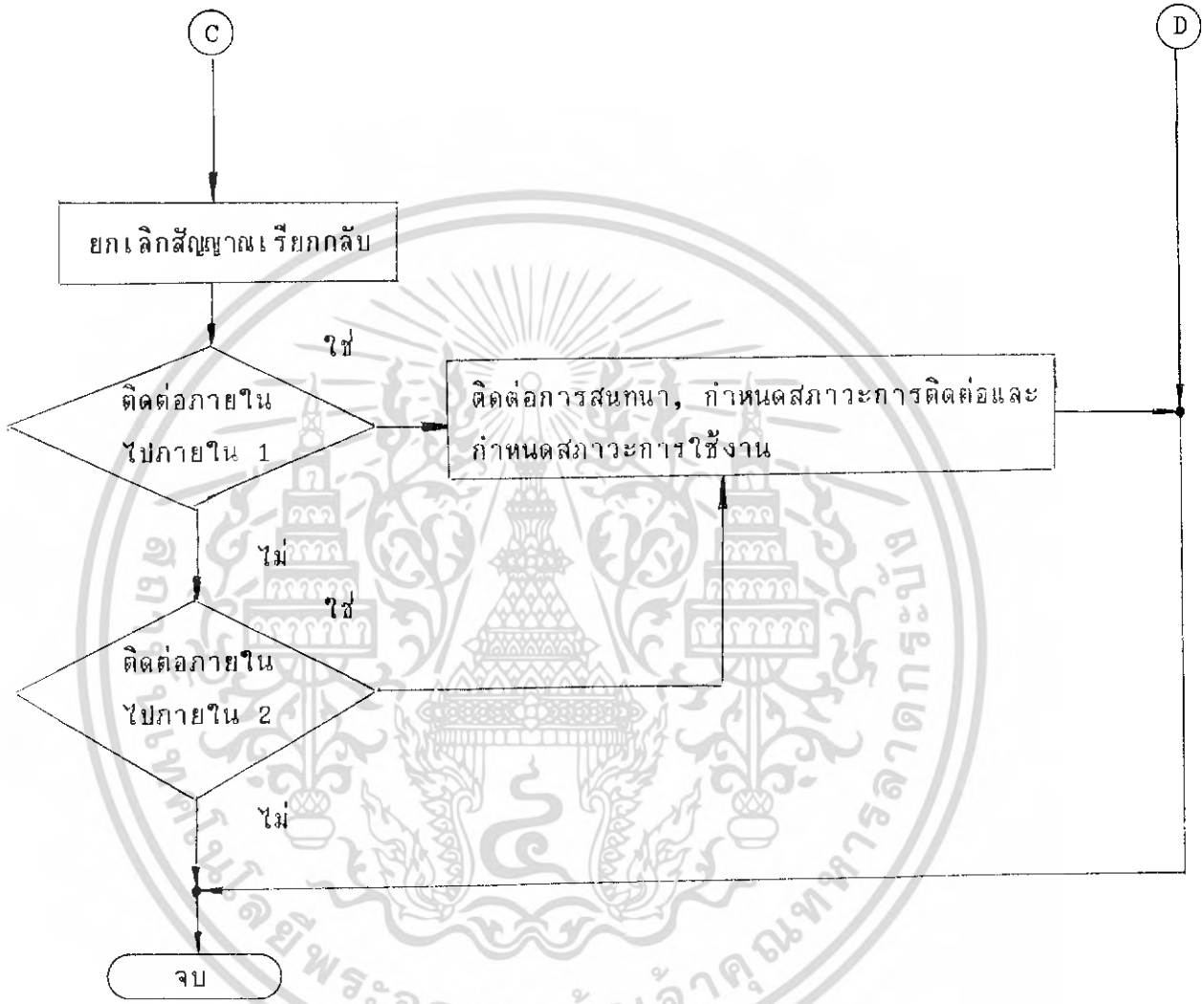


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน

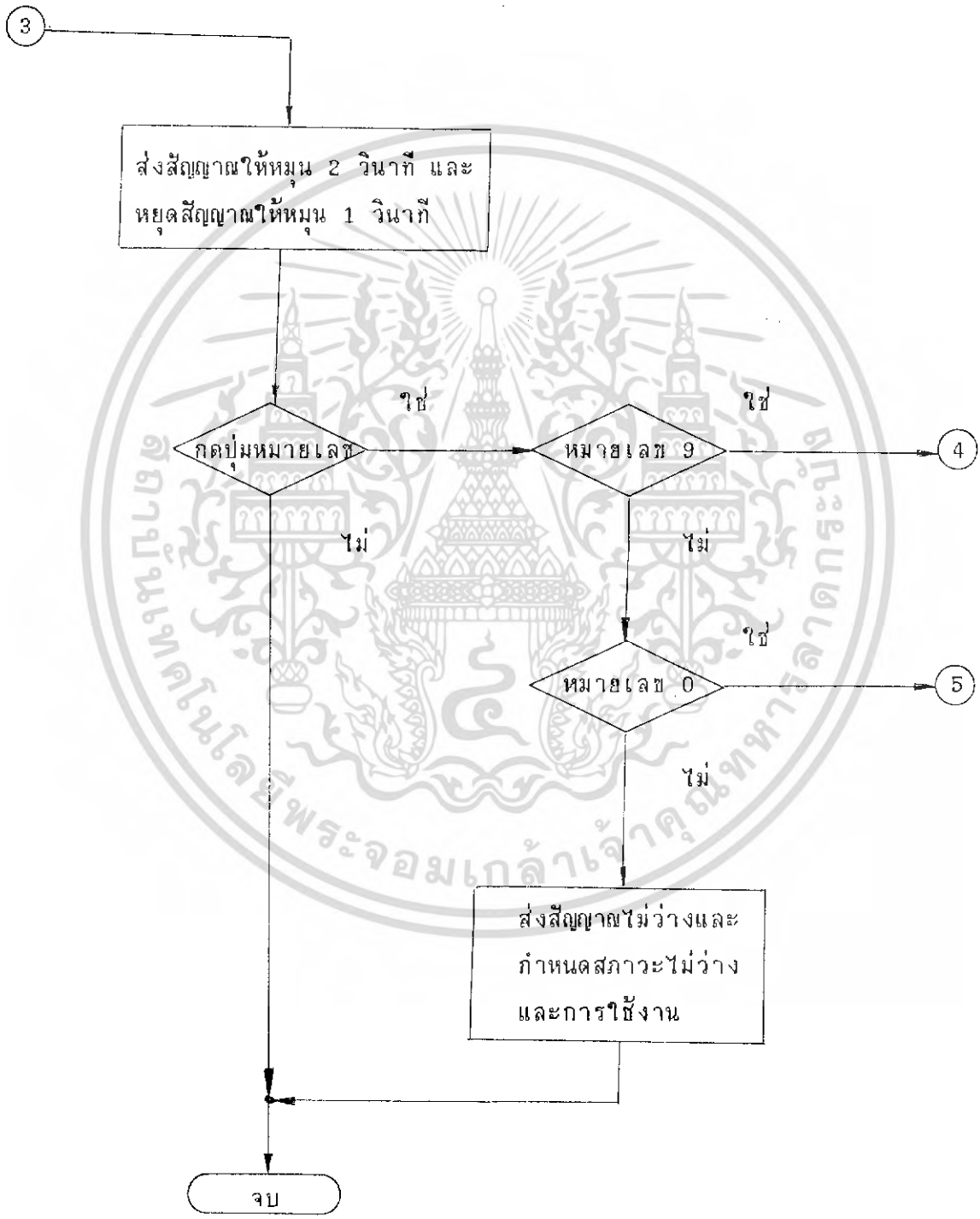


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน

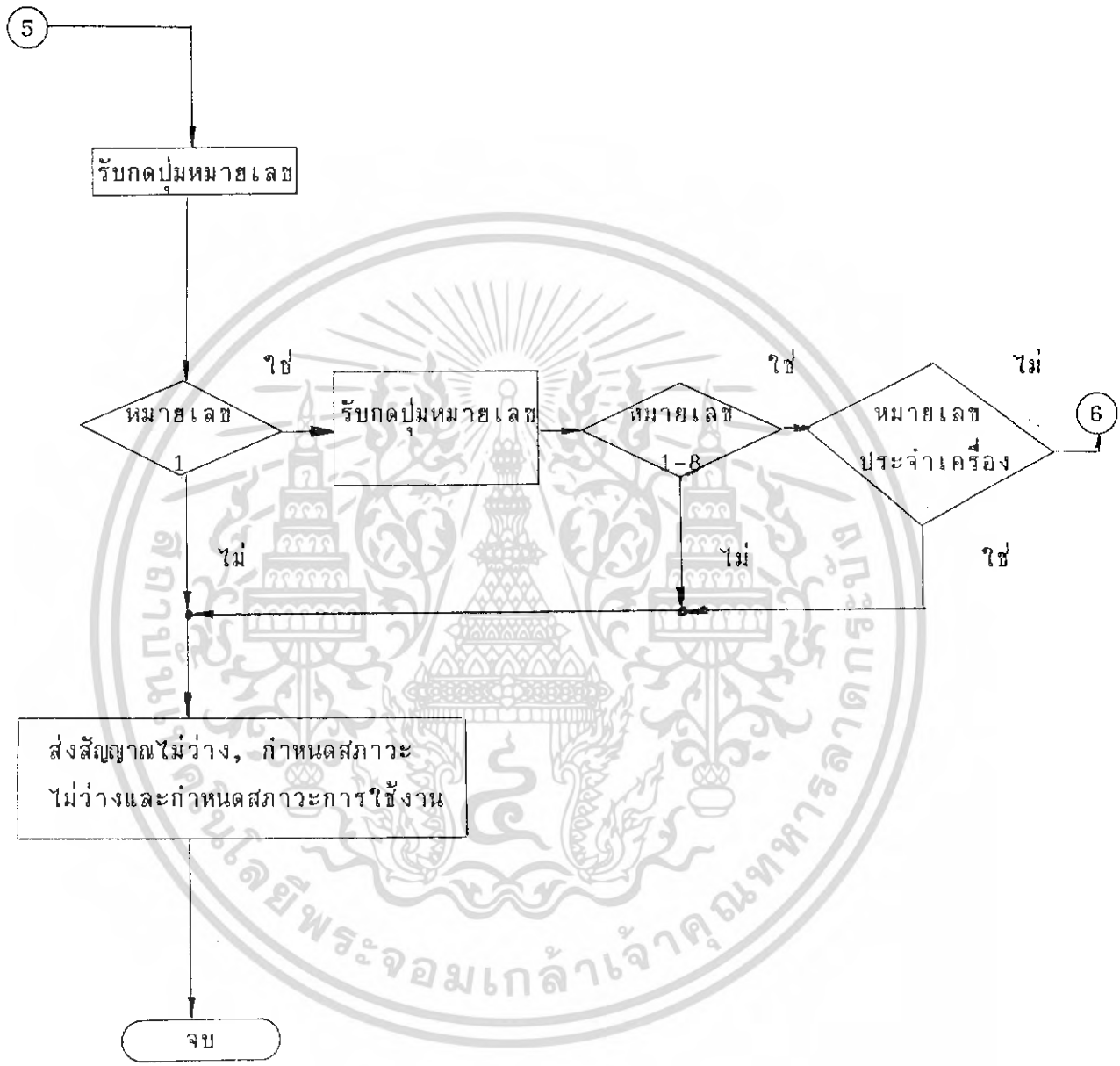


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน

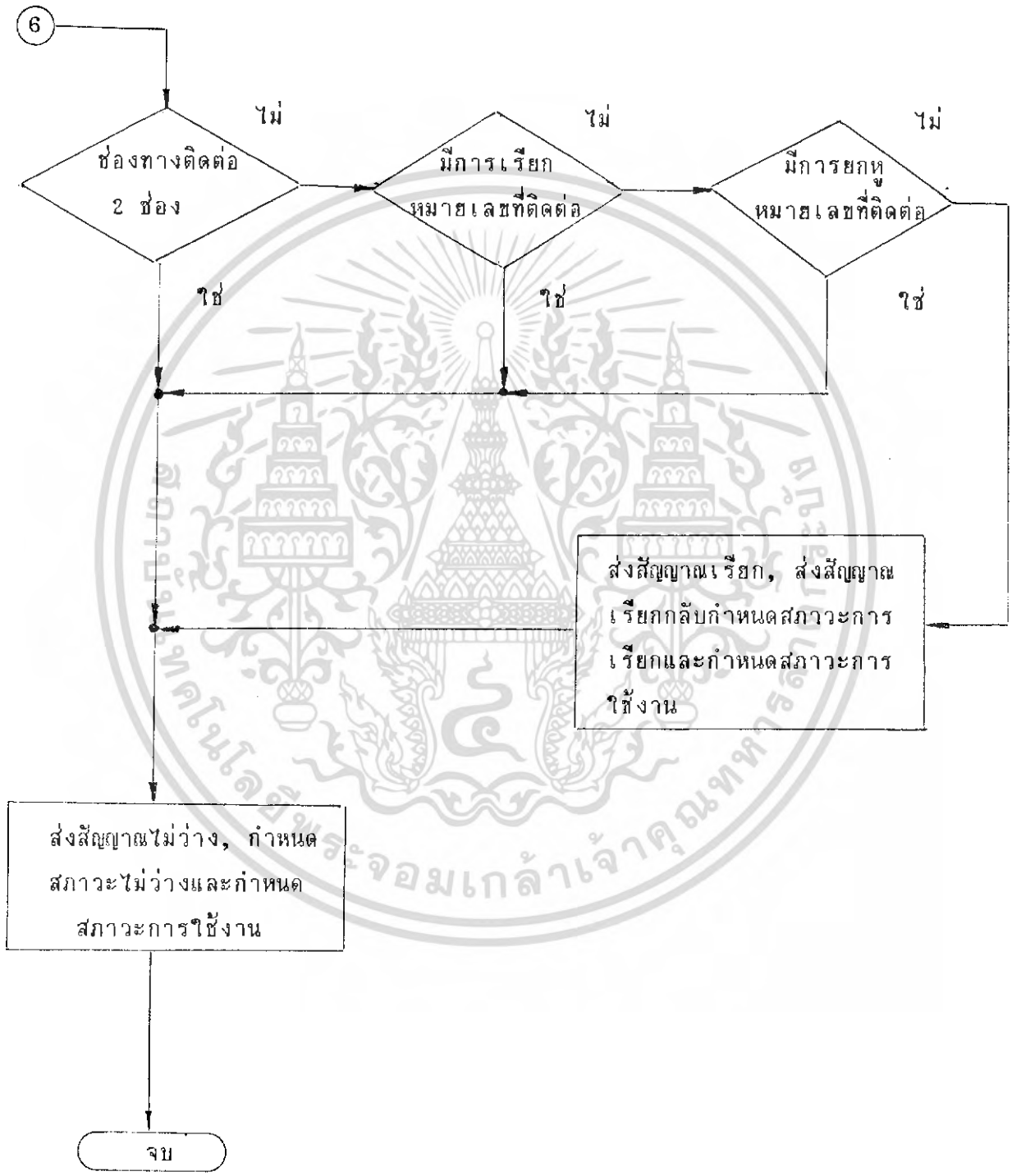
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังส่วนโปรแกรมโทรศัพท์ภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; FILENAME        PABX.ASM
; DESCRIPTION     CONTROL PABX
; HARDWARE        ANT-32 AND JAZZ-72P
; ASSEMBLER       SXA51
; START-DATE      01/06/94
; SOFTWARE ENG.   UDOMCHAI SUGSUTEEPASU

;*************************************************************************

                        ORG   0000H

;*************************************************************************

        ;********** INERNAL RAM **********

        COL_NUM          EQU    20H
        MARK_COL         EQU    21H
        COL_DATA         EQU    22H
        COL_STD          EQU    23H
        COL_HOOK         EQU    24H
        COL_HOOK1        EQU    25H
        COL_HOOK2        EQU    26H
        COL_HOOK3        EQU    27H
        COL_RING1        EQU    28H
        COL_RING2        EQU    29H
        COL_RING3        EQU    2AH
        COLBUSY_STATUS   EQU    2BH
        COLREAD_STATUS   EQU    2CH
        COL_ON_STATUS    EQU    2DH
        COLRING_STATUS   EQU    2EH
        COL_RING         EQU    2FH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COL_CNT1          EQU    30H
COL_CNT2          EQU    31H
COL_CNT3          EQU    32H
COL_CNT4          EQU    33H
COL_CNT5          EQU    34H
COL_CNT6          EQU    35H
EXT_NUM           EQU    36H
MARK_EXT          EQU    37H
EXT_DATA          EQU    38H
EXT_HOOK          EQU    39H
EXTBUSY_STATUS    EQU    3AH
EXTREAD_STATUS    EQU    3BH
EXTRING_STATUS    EQU    3CH
EXT_RING          EQU    3DH
EXT_CALL_NUM      EQU    3EH
EXT_CALL_BUFF1    EQU    3FH
EXT_CALL_BUFF2    EQU    40H
EXT_CALL          EQU    41H
EXT1_CALL         EQU    42H
EXT2_CALL         EQU    43H
EXT3_CALL         EQU    44H
EXT4_CALL         EQU    45H
EXT5_CALL         EQU    46H
EXT6_CALL         EQU    47H
EXT7_CALL         EQU    48H
EXT8_CALL         EQU    49H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********** INSTALL PORT **********

COLDIS_PORT       EQU  0F800H
COLHOOK_PORT      EQU  0F801H
COLDTMF_PORT      EQU  0F802H
WORDCTL1_PORT     EQU  0F803H
TOE_PORT          EQU  0FC01H
DATA_STD_PORT     EQU  0FC02H
WORDCTL2_PORT     EQU  0FC03H
DATAIN_PORT       EQU  0FE00H
STROBE_PORT       EQU  0FE01H
SPEECH_PORT       EQU  0FE02H
WORDCTL3_PORT     EQU  0FE03H
EXTHOOK_PORT      EQU  0FE04H
EXTBELL_PORT      EQU  0FE05H
WORDCTL4_PORT     EQU  0FE07H
WORD1_CTL         EQU    91H
WORD2_CTL         EQU    90H
WORD3_CTL         EQU    89H
WORD4_CTL         EQU    80H

;********** POWER DELAY **********

                  MOV   SP,#50H
                  MOV    B,#01H
POWER1_DELAY:     MOV    R0,#20H
POWER2_DELAY:     MOV    R1,#80H
POWER3_DELAY:     DJNZ   R1,POWER3_DELAY
                  DJNZ   R0,POWER2_DELAY
                  DJNZ   B,POWER1_DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********** CLEAR INTERNAL RAM **********

                MOV     B,#30H
                MOV     R0,#20H
CLR_RAM:        MOV     @R0,#00H
                INC     R0
                DJNZ    B,CLR_RAM
                MOV     COL_HOOK1,#0FFH
                MOV     COL_HOOK2,#0FFH
                MOV     COL_HOOK3,#0FFH
                MOV     COL_RING1,#0FFH
                MOV     COL_RING2,#0FFH
                MOV     COL_RING3,#0FFH

;********** INSTALL PORT **********

                MOV     DPTR,#WORDCTL1_PORT
                MOV     A,#WORD1_CTL
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#WORDCTL2_PORT
                MOV     A,#WORD3_CTL
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#WORDCTL3_PORT
                MOV     A,#WORD4_CTL
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#WORDCTL4_PORT
                MOV     A,#WORD2_CTL
                MOVX    @DPTR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;********** CLEAR CROSSPOINT **********

                MOV   A,#00H
                MOV   DPTR,#DATAIN_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   DPTR,#STROBE_PORT
                MOVX  @DPTR,A
LOOP1:          MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                PUSH  ACC
                MOV   A,#0FFH
                MOV   DPTR,#STROBE_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   R0,#80H
DELAY1:         DJNZ  R0,DELAY1
                MOV   A,#00H
                MOVX  @DPTR,A
                POP   ACC
                INC   A
                CJNE  A,#10H,LOOP1

;********** MAIN PROGRAM **********

MAIN_LOOP:      MOV   A,#00H
LOOP_A:         MOV   COL_NUM,A
                PUSH  ACC
                LCALL HAND_FUNC_A
                POP   ACC
                INC   A
                CJNE  A,#03H,LOOP_A
                MOV   A,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LOOP_B:         MOV    EXT_NUM,A
                PUSH   ACC
                LCALL  HAND_FUNC_B
                POP    ACC
                INC    A
                CJNE   A,#08H,LOOP_B
                LJMP   MAIN_LOOP

;********** HAND FUNCTION **********

HAND_FUNC_A:    MOV    A,COL_NUM
                MOV    DPTR,#COLMARK_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    MARK_COL,A
                MOV    A,MARK_COL              ;CHECK COLHOOK STATUS
                ANL    A,COL_HOOK
                JZ     NOHOOK_A
                MOV    A,MARK_COL              ;CHECK COL READ STATUS
                ANL    A,COLREAD_STATUS
                JNZ    READ_A
                MOV    A,MARK_COL              ;CHECK COL ON STATUS
                ANL    A,COL_ON_STATUS
                JNZ    COL_ON_A
                MOV    A,MARK_COL              ;CHECK COL RING BACK STAT
                ANL    A,COLRING_STATUS
                JNZ    COL_RBT_CLR1
                MOV    A,MARK_COL              ;CHECK COL BUSY STATUS
                ANL    A,COLBUSY_STATUS
                JNZ    COL_BUSY_CLR1
READ_A:         RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COL_ON_A:       LJMP    COL_ON_B

NOHOOK_A:       MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#COLRING_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R0,A
                MOV     DPTR,#COLDIS_PORT
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,R0
                JNZ     COL_EXT1
                RET

COL_EXT1:       MOV     A,MARK_COL              ;SEND COL HOOK
                ORL     A,COL_HOOK
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#ANSWER_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#COLDTMF_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R1,#0FFH                ;DELAY 64 mS
ANS_DELAY1:     MOV     R2,#0FFH
ANS_DELAY2:     DJNZ    R2,ANS_DELAY2
                DJNZ    R1,ANS_DELAY1
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#COLDTMF_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,MARK_COL              ;SET COL ON STATUS
                ORL     A,COL_ON_STATUS
                MOV     COL_ON_STATUS,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COL_RBT_CLR1:   MOV    A,#COL_CNT1          ;CHECK COL COUNTER = FFH
                ADD    A,COL_NUM
                MOV    R0,A
                INC    @R0
                MOV    B,#01H               ;DELAY COL RING BACK TONE
RBT_DELAY1:     MOV    R1,#0FFH
RBT_DELAY2:     MOV    R2,#0FFH
RBT_DELAY3:     DJNZ   R2,RBT_DELAY3
                DJNZ   R1,RBT_DELAY2
                DJNZ   B,RBT_DELAY1
                MOV    A,#0FFH
                XRL    A,@R0
                JZ     COL_RBT_CLR2
                RET

COL_RBT_CLR2:   LCALL  STOP_RBT_COL         ;STOP COL RING BACK TONE
                MOV    A,#COL_RING1         ;STOP EXT RINGING TONE
                ADD    A,COL_NUM
                MOV    R1,A
                MOV    A,@R1
                MOV    @R1,#0FFH            ;CLEAR COL RING = FFH
                MOV    DPTR,#EXTMARK_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                CPL    A
                ANL    A,EXTRING_STATUS
                MOV    DPTR,#EXTBELL_PORT
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    EXTRING_STATUS,A     ;CLEAR EXTRING
                MOV    @R0,#00H             ;SET COL COUNTER = 00H
                MOV    A,MARK_COL           ;CLEAR COL RING STATUS
                CPL    A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,COLRING_STATUS
                MOV     COLRING_STATUS,A
                LCALL   BUSY_COL                ;SEND COL BUSY TONE
                RET

COL_BUSY_CLR1:  MOV     A,#COL_CNT4             ;CHECK COL COUNTER = 90H
                ADD     A,COL_NUM
                MOV     R0,A
                INC     @R0
                MOV     A,#90H
                XRL     A,@R0
                JZ      COL_BUSY_CLR2
                RET

COL_BUSY_CLR2:  LCALL   STOP_BUSY_COL           ;STOP COL BUSY TONE
                MOV     A,MARK_COL              ;STOP COL HOOK
                CPL     A
                ANL     A,COL_HOOK
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     @R0,#00H                ;SET COL COUNTER = 00H
                MOV     A,MARK_COL              ;CLEAR COL BUSY
                CPL     A
                ANL     A,COLBUSY_STATUS
                MOV     COLBUSY_STATUS,A
                RET

COL_ON_B:       MOV     DPTR,#COLDIS_PORT       ;CHECK COL DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#07H
                MOV     R2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,#10H
DELAY2:         DJNZ    R1,DELAY2
                MOV     DPTR,#COLDIS_PORT
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#07H
                ANL     A,R2
                JNZ     COL_EXT2
                RET

COL_EXT2:       MOV     COL_STD,R2              ;SAVE COL STD OF DTMF
                ORL     COL_STD,A
                MOV     A,MARK_COL
                ANL     A,COL_STD
                JNZ     COL_EXT3
                RET

COL_EXT3:       MOV     A,COL_NUM               ;SEND COL TOE DTMF
                MOV     DPTR,#TOE_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                ORL     A,COL_HOOK
                MOV     DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#COLDTMF_PORT      ;DATA DTMF TO COL STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     COL_DATA,A
                MOV     A,COL_NUM               ;STOP COL TOE DTMF
                MOV     DPTR,#TOE_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,COL_HOOK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     A,MARK_COL              ;CLEAR COL ON STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COL_ON_STATUS
                MOV     COL_ON_STATUS,A
                MOV     R0,#01H                 ;CHECK KEY 1-8
KEY1:           MOV     A,COL_DATA
                XRL     A,R0
                JZ      COL_EXT4
                INC     R0
                CJNE    R0,#09H,KEY1
                LCALL   BUSY_COL                ;SEND COL BUSY TONE
                RET

COL_EXT4:       MOV     A,COL_DATA
                MOV     B,A
                MOV     A,#80H
HOOK_LOOP1:     RL      A
                DJNZ    B,HOOK_LOOP1
                MOV     COL_RING,A              ;CHECK EXT RINGING TONE
                ANL     A,EXT_HOOK
                JNZ     COL_EXT5
                LCALL   BUSY_COL                ;SEND COL BUSY TONE
                RET

COL_EXT5:       MOV     A,COL_RING
                ANL     A,EXTRING_STATUS
                JZ      COL_EXT6
                LCALL   BUSY_COL                ;SEND COL BUSY TONE
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COL_EXT6:       LCALL RBT_COL                   ;SEND RINGING TONE
                MOV   A,COL_RING                ;SEND EXT RINGING TONE
                ORL   A,EXTRING_STATUS
                MOV   EXTRING_STATUS,A          ;SET EXT RING STATUS
                MOV   DPTR,#EXTBELL_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   R0,#COL_DATA
                DEC   @R0
                MOV   A,#COL_RING1
                ADD   A,COL_NUM
                MOV   R1,A
                MOV   @R1,COL_DATA
                MOV   A,MARK_COL                ;SET COL RING STATUS
                ORL   A,COLRING_STATUS
                MOV   COLRING_STATUS,A
                RET

HAND_FUNC_B:    MOV   A,EXT_NUM
                MOV   DPTR,#EXTMARK_TAB
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   MARK_EXT,A
EXT_HOOK1:      MOV   DPTR,#EXTHOOK_PORT        ;COMPARE EXTHOOK
                MOVX  A,@DPTR
                MOV   R0,A
                MOV   R1,#0AH
HOOK_DELAY1:    MOV   R2,#0FFH                  ;DELAY 5 mS
HOOK_DELAY2:    DJNZ  R2,HOOK_DELAY2
                DJNZ  R1,HOOK_DELAY1
                MOV   DPTR,#EXTHOOK_PORT
                MOVX  A,@DPTR
                XRL   A,R0
                JNZ   EXT_HOOK1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .
                MOV     EXT_HOOK,R0
                MOV     A,MARK_EXT              ;CHECK EXTHOOK STATUS
                ANL     A,EXT_HOOK
                JNZ     NOHOOK_B
                MOV     A,MARK_EXT              ;CHECK EXT READ STATUS
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                JNZ     READ_B
                MOV     A,MARK_EXT              ;CHECK EXTRING STATUS
                ANL     A,EXTRING_STATUS
                JNZ     EXTRING1
                LJMP    NO_EXTRING
READ_B:         LJMP    READ1
EXTRING1:       LJMP    EXTRING2

NOHOOK_B:       MOV     A,MARK_EXT              ;CHECK EXT BUSY STATUS
                ANL     A,EXTBUSY_STATUS
                JNZ     EXTBUSY_CLR
                MOV     A,EXT_NUM               ;CHECK EXT TO COL 1
                XRL     A,COL_HOOK1
                JZ      COL_CLR10
                MOV     A,EXT_NUM               ;CHECK EXT TO COL 2
                XRL     A,COL_HOOK2
                JZ      COL_CLR20
                MOV     A,EXT_NUM               ;CHECK EXT TO COL 3
                XRL     A,COL_HOOK3
                JZ      COL_CLR30
                MOV     A,MARK_EXT              ;CHECK EXTRING STATUS
                ANL     A,EXTRING_STATUS
                JNZ     EXTRING_CLR
                MOV     A,EXT_NUM               ;CHECK EXT TO EXT CH 1
                XRL     A,EXT_CALL_BUFF1
                JZ      EXT_CLR1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,EXT_NUM               ;CHECK EXT TO EXT CH 2
                XRL     A,EXT_CALL_BUFF2
                JZ      EXT_CLR2
READ1:          RET

EXTBUSY_CLR:    LCALL   STOP_BUSY               ;STOP EXT BUSY TONE
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,MARK_EXT              ;CLEAR BUSY STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTBUSY_STATUS
                MOV     EXTBUSY_STATUS,A
                MOV     A,MARK_EXT              ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

COL_CLR10:      LJMP    COL_CLR1
COL_CLR20:      LJMP    COL_CLR2
COL_CLR30:      LJMP    COL_CLR3
EXTRING_CLR:    LJMP    EXTRING_CLR1
EXT_CLR1:       LJMP    EXT_CLR_A
EXT_CLR2:       LJMP    EXT_CLR_B

COL_CLR1:       MOV     A,EXT_NUM               ;STOP EXT-COL 1 CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .
                LCALL STOP_CROSS
                MOV   A,#01H                    ;STOP COL 1 HOOK
                CPL   A
                ANL   A,COL_HOOK
                MOV   COL_HOOK,A
                MOV   DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,#06H                    ;CLEAR COL READ STATUS
                ANL   A,COLREAD_STATUS
                MOV   COLREAD_STATUS,A
                MOV   COL_HOOK1,#0FFH           ;STOP EXT TO COL 1
                MOV   A,MARK_EXT                ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL   A
                ANL   A,EXTREAD_STATUS
                MOV   EXTREAD_STATUS,A
                RET
COL_CLR2:       MOV   A,EXT_NUM                 ;STOP EXT-COL 2 CHANNEL
                MOV   DPTR,#COLMARK_TAB2
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,EXT_NUM
                MOV   DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL STOP_CROSS
                MOV   A,#02H                    ;STOP COL 2 HOOK
                CPL   A
                ANL   A,COL_HOOK
                MOV   COL_HOOK,A
                MOV   DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,#05H                    ;CLEAR COL READ STATUS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,COLREAD_STATUS
                MOV     COLREAD_STATUS,A
                MOV     COL_HOOK2,#0FFH         ;STOP EXT TO COL 2
                MOV     A,MARK_EXT              ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

COL_CLR3:       MOV     A,EXT_NUM               ;STOP EXT-COL 3 CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARK_TAB3
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,#04H                  ;STOP COL 3 HOOK
                CPL     A
                ANL     A,COL_HOOK
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#03H                  ;CLEAR COL READ STATUS
                ANL     A,COLREAD_STATUS
                MOV     COLREAD_STATUS,A
                MOV     COL_HOOK3,#0FFH         ;STOP EXT TO COL 3
                MOV     A,MARK_EXT              ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EXTRING_CLR1:  MOV   A,COL_RING1          ;CHECK COL 1 TO EXT RING
               XRL   A,EXT_NUM
               JZ    READ2
               MOV   A,COL_RING2          ;CHECK COL 2 TO EXT RING
               XRL   A,EXT_NUM
               JZ    READ2
               MOV   A,COL_RING3          ;CHECK COL 3 TO EXT RING
               XRL   A,EXT_NUM
               JZ    READ2
               MOV   A,#EXT1_CALL         ;CHECK EXTHOOK
               ADD   A,EXT_NUM
               MOV   R0,A
               MOV   A,@R0
               MOV   DPTR,#EXTMARK_TAB
               MOVC  A,@A+DPTR
               ANL   A,EXT_HOOK
               JNZ   STOP_EXTRING
READ2:         RET

STOP_EXTRING:  MOV   A,MARK_EXT           ;STOP EXT RINGING TONE
               CPL   A
               ANL   A,EXTRING_STATUS
               MOV   DPTR,#EXTBELL_PORT
               MOVX  @DPTR,A
               MOV   EXTRING_STATUS,A     ;CLEAR EXTRING
               MOV   A,#EXT1_CALL         ;STOP EXT RING BACK TONE
               ADD   A,EXT_NUM
               MOV   R0,A
               MOV   A,@R0
               MOV   DPTR,#RBTMARK_TAB2
               MOVC  A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#EXTMARK_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

EXT_CLR_A:      LCALL   INTER1                  ;CLEAR INTERCOM 1
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,#EXT1_CALL
                ADD     A,EXT_NUM
                MOV     R0,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INTERMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INTERCTL_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,#01H                  ;CLEAR EXT CALL NUMBER
                CPL     A
                ANL     A,EXT_CALL_NUM
                MOV     EXT_CALL_NUM,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                .
        MOV     EXT_CALL_BUFF1,#0FFH      ;CLEAR EXT CALL BUFFER1
        MOV     A,MARK_EXT                ;CLEAR EXT READ STATUS
        CPL     A.
        ANL     A,EXTREAD_STATUS
        MOV     EXTREAD_STATUS,A
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#EXTMARK_TAB
        MOVC    A,@A+DPTR
        CPL     A
        ANL     A,EXTREAD_STATUS
        MOV     EXTREAD_STATUS,A
        RET

EXT_CLR_B:  LCALL INTER2                  ;CLEAR INTERCOM 2
        LCALL STOP_CROSS
        MOV     A,#EXT1_CALL
        ADD     A,EXT_NUM
        MOV     R0,A
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#INTERMARK_TAB2
        MOVC    A,@A+DPTR
        MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
        MOVX    @DPTR,A
        MOV     A,@R0
        MOV     DPTR,#INTERCTL_TAB2
        MOVC    A,@A+DPTR
        LCALL STOP_CROSS
        MOV     A,#02H                    ;CLEAR EXT CALL NUMBER
        CPL     A
        ANL     A,EXT_CALL_NUM
        MOV     EXT_CALL_NUM,A
        MOV     EXT_CALL_BUFF2,#0FFH      ;CLEAR EXT CALL BUFFER2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,MARK_EXT              ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#EXTMARK_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

;**********  EXTRING  **********

EXTRING2:       MOV     A,MARK_EXT              ;STOP EXT RINGING TONE
                CPL     A
                ANL     A,EXTRING_STATUS
                MOV     DPTR,#EXTBELL_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     EXTRING_STATUS,A        ;CLEAR EXRING
                MOV     A,COL_RING1             ;COL 1 TO EXT
                XRL     A,EXT_NUM
                JZ      COL_CH10
                MOV     A,COL_RING2             ;COL 2 TO EXT
                XRL     A,EXT_NUM
                JZ      COL_CH20
                MOV     A,COL_RING3             ;COL 3 TO EXT
                XRL     A,EXT_NUM
                JZ      COL_CH30
                MOV     A,#EXT1_CALL            ;STOP EXT RING BACK TONE
                ADD     A,EXT_NUM
                MOV     R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#RBTMARK_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,EXT_CALL_NUM
                ANL     A,#01H
                JZ      EXT_CH10                ;EXT TO EXT CHANNEL1
                MOV     A,EXT_CALL_NUM
                ANL     A,#02H
                JZ      EXT_CH20                ;EXT TO EXT CHANNEL2
                RET

COL_CH10:       LJMP    COL_CH11
COL_CH20:       LJMP    COL_CH21
COL_CH30:       LJMP    COL_CH31
EXT_CH10:       LJMP    EXT_CH11
EXT_CH20:       LJMP    EXT_CH21

COL_CH11:       MOV     COL_RING1,#0FFH         ;CLEAR COL RING1 = FFH
                MOV     COL_CNT1,#00H           ;SET COL COUNTER1 = 00H
                MOV     A,#01H                  ;CLEAR COL 1 RING STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COLRING_STATUS
                MOV     COLRING_STATUS,A
                MOV     A,#00H                  ;STOP COL 1 RING BACK TON
                MOV     DPTR,#RBTMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,EXT_NUM               ;SEND COL1-EXT CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,#01H                  ;SET COL READ STATUS
                ORL     A,COLREAD_STATUS
                MOV     COLREAD_STATUS,A
                MOV     COL_HOOK1,EXT_NUM       ;SET EXT TO COL 1
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

COL_CH21:       MOV     COL_RING2,#0FFH         ;CLEAR COL RING2 = FFH
                MOV     COL_CNT2,#00H           ;SET COL COUNTER2 = 00H
                MOV     A,#02H                  ;CLEAR COL 2 RING STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COLRING_STATUS
                MOV     COLRING_STATUS,A
                MOV     A,#01H                  ;STOP COL 2 RING BACK TO
                MOV     DPTR,#RBTMARK_TAB1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#01H
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,EXT_NUM               ;SEND COL2-EXT CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARK_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,#02H                  ;SET COL READ STATUS
                ORL     A,COLREAD_STATUS
                MOV     COLREAD_STATUS,A
                MOV     COL_HOOK2,EXT_NUM       ;SET EXT TO COL 2
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

COL_CH31:       MOV     COL_RING3,#0FFH         ;CLEAR COL RING3 = FFH
                MOV     COL_CNT3,#00H           ;SET COL COUNTER3 = 00H
                MOV     A,#04H                  ;CLEAR COL 3 RING STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COLRING_STATUS
                MOV     COLRING_STATUS,A
                MOV     A,#02H                  ;STOP COL 3 RING BACK TON
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#RBTMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#02H
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,EXT_NUM               ;SEND COL3-EXT CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARK_TAB3
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,#04H                  ;SET COL READ STATUS
                ORL     A,COLREAD_STATUS
                MOV     COLREAD_STATUS,A
                MOV     COL_HOOK3,EXT_NUM       ;SET EXT TO COL 3
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

EXT_CH11:       LCALL   INTER1                  ;INTERCOM1
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INTERMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,@R0
                MOV   DPTR,#INTERCTL_TAB1
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,EXT_CALL_NUM          ;SAVE EXT CALL NUMBER
                ORL   A,#01H
                MOV   EXT_CALL_NUM,A
                MOV   EXT_CALL_BUFF1,EXT_NUM  ;SAVE EXT CALL BUFFER1
                MOV   A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL   A,EXTREAD_STATUS
                MOV   EXTREAD_STATUS,A
                RET

EXT_CH21:       LCALL INTER2                  ;INTERCOM2
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,@R0
                MOV   DPTR,#INTERMARK_TAB2
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,@R0
                MOV   DPTR,#INTERCTL_TAB2
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,EXT_CALL_NUM          ;SAVE EXT CALL NUMBER
                ORL   A,#02H
                MOV   EXT_CALL_NUM,A
                MOV   EXT_CALL_BUFF2,EXT_NUM  ;SAVE EXT CALL BUFFER2
                MOV   A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL   A,EXTREAD_STATUS
                MOV   EXTREAD_STATUS,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;**********  NO EXTRING  **********

NO_EXTRING:     MOV    A,EXT_NUM                    ;SEND EXT DIAL TONE
                MOV    DPTR,#DIALMARK_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    A,EXT_NUM
                MOV    DPTR,#DIALCTL_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                LCALL  CROSS_CTL1
                MOV    B,#0CH
DIAL_DELAY1:    MOV    R0,#0F0H
DIAL_DELAY2:    MOV    R1,#0F0H
DIAL_DELAY3:    DJNZ   R1,DIAL_DELAY3
                DJNZ   R0,DIAL_DELAY2
                DJNZ   B,DIAL_DELAY1
                MOV    A,EXT_NUM                    ;STOP EXT DIAL TONE
                MOV    DPTR,#DIALMARK_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    A,EXT_NUM
                MOV    DPTR,#DIALCTL_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                LCALL  STOP_CROSS
                MOV    A,EXT_NUM                    ;SEND EXT DTMF
                MOV    DPTR,#DTMFMARK_TAB
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    A,EXT_NUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#DTMFCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                LCALL   STOP_TOE_DTMF           ;STOP EXT TOE DTMF
                MOV     B,#04H
DTMF_DELAY1:    MOV     R0,#0FFH
DTMF_DELAY2:    MOV     R1,#0FFH
DTMF_DELAY3:    DJNZ    R1,DTMF_DELAY3
                DJNZ    R0,DTMF_DELAY2
                DJNZ    B,DTMF_DELAY1
                MOV     DPTR,#DATA_STD_PORT     ;CHECK EXT DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                MOV     R2,A
                MOV     R1,#10H
DELAY3:         DJNZ    R1,DELAY3
                MOV     DPTR,#DATA_STD_PORT
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                ANL     A,R2
                JNZ     DTMF_REC
                RET

DTMF_REC:       LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV     DPTR,#DATA_STD_PORT     ;DATA DTMF TO EXT STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     R0,A
                LCALL   STOP_TOE_DTMF           ;STOP EXT TOE DTMF
                MOV     A,R0                    ;CHECK KEY 9
                XRL     A,#09H
                JZ      EXT_COL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,R0                    ;CHECK KEY 0
                XRL     A,#0AH
                JZ      EXT_EXT
                LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF
                LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
                LCALL   BUSY_EXT                ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT:        LJMP    EXT_EXT1

EXT_COL1:       LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF
                LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
                MOV     A,COL_HOOK              ;EXT TO COL 1
                ANL     A,#01H
                JZ      EXT_COL2
                MOV     A,COL_HOOK              ;EXT TO COL 2
                ANL     A,#02H
                JZ      EXT_COL3
                MOV     A,COL_HOOK              ;EXT TO COL 3
                ANL     A,#04H
                JZ      EXT_COL4
                LCALL   BUSY_EXT                ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_COL2:       MOV     A,EXT_NUM               ;SEND EXT-COL 1 CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,#01H                    ;SEND COL 1 HOOK
                ORL   A,COL_HOOK
                MOV   COL_HOOK,A
                MOV   DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,#01H                    ;SET COL READ STATUS
                ORL   A,COLREAD_STATUS
                MOV   COLREAD_STATUS,A
                MOV   COL_HOOK1,EXT_NUM         ;SET EXT TO COL 1
                MOV   A,MARK_EXT                ;SET EXT READ STATUS
                ORL   A,EXTREAD_STATUS
                MOV   EXTREAD_STATUS,A
                RET

EXT_COL3:       MOV   A,EXT_NUM                 ;SEND EXT-COL 2 CHANNEL
                MOV   DPTR,#COLMARK_TAB2
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,EXT_NUM
                MOV   DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,#02H                    ;SEND COL 2 HOOK
                ORL   A,COL_HOOK
                MOV   COL_HOOK,A
                MOV   DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,#02H                    ;SET COL READ STATUS
                ORL   A,COLREAD_STATUS
                MOV   COLREAD_STATUS,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV   COL_HOOK2,EXT_NUM        ;SET EXT TO COL 2
                MOV   A,MARK_EXT               ;SET EXT READ STATUS
                ORL   A,EXTREAD_STATUS
                MOV   EXTREAD_STATUS,A
                RET

EXT_COL4:       MOV   A,EXT_NUM                ;SEND EXT-COL 3 CHANNEL
                MOV   DPTR,#COLMARK_TAB3
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,EXT_NUM
                MOV   DPTR,#COLCTL_TAB
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,#04H                   ;SEND COL 3 HOOK
                ORL   A,COL_HOOK
                MOV   COL_HOOK,A
                MOV   DPTR,#COLHOOK_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,#04H                   ;SET COL READ STATUS
                ORL   A,COLREAD_STATUS
                MOV   COLREAD_STATUS,A
                MOV   COL_HOOK3,EXT_NUM        ;SET EXT TO COL 3
                MOV   A,MARK_EXT               ;SET EXT READ STATUS
                ORL   A,EXTREAD_STATUS
                MOV   EXTREAD_STATUS,A
                RET

EXT_EXT1:       MOV   B,#04H                   ;EXT TO EXT
EXT1_DELAY1:    MOV   R0,#0FFH
EXT1_DELAY2:    MOV   R1,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EXT1_DELAY3:    DJNZ   R1,EXT1_DELAY3
                DJNZ   R0,EXT1_DELAY2
                DJNZ   B,EXT1_DELAY1
EXT_EXT2:       MOV    DPTR,#DATA_STD_PORT      ;CHECK EXT DTMF STATUS
                MOVX   A,@DPTR
                ANL    A,#30H
                MOV    R2,A
                MOV    R1,#10H
DELAY4:         DJNZ   R1,DELAY4
                MOV    DPTR,#DATA_STD_PORT
                MOVX   A,@DPTR
                ANL    A,#30H
                ANL    A,R2
                JZ     EXT_EXT2
                LCALL  TOE_DTMF                 ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV    DPTR,#DATA_STD_PORT
                MOVX   A,@DPTR
                ANL    A,#0FH
                MOV    R0,A
                LCALL  STOP_TOE_DTMF            ;STOP EXT TOE DTMF
                MOV    A,R0
                XRL    A,#01H                   ;CHECK KEY 1 (EXT KEY)
                JZ     EXT_EXT3
                LCALL  STOP_DTMF                ;STOP EXT DTMF EXT
                LCALL  STOP_CROSS               ;STOP CROSSPOINT
                LCALL  BUSY_EXT                 ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT3:       MOV    B,#04H
EXT2_DELAY1:    MOV    R0,#0FFH
EXT2_DELAY2:    MOV    R1,#0FFH
EXT2_DELAY3:    DJNZ   R1,EXT2_DELAY3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R0,EXT2_DELAY2
                DJNZ    B,EXT2_DELAY1
EXT_EXT4:       MOV     DPTR,#DATA_STD_PORT     ;CHECK EXT DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                MOV     R2,A
                MOV     R1,#10H
DELAY5:         DJNZ    R1,DELAY5
                MOV     DPTR,#DATA_STD_PORT
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                ANL     A,R2
                JZ      EXT_EXT4
                LCALL   TOE_DTMF                ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV     DPTR,#DATA_STD_PORT
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     EXT_DATA,A
                LCALL   STOP_TOE_DTMF           ;STOP EXT TOE DTMF
                LCALL   STOP_DTMF               ;STOP EXT DTMF EXT
                LCALL   STOP_CROSS              ;STOP CROSSPOINT
                MOV     R0,#01H                 ;CHECK KEY 1-8 (EXT KEY)
KEY2:           MOV     A,EXT_DATA
                XRL     A,R0
                JZ      EXT_EXT5
                INC     R0
                CJNE    R0,#09H,KEY2
                LCALL   BUSY_EXT                ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT5:       MOV     A,EXT_NUM               ;CHECK EXT KEY
                MOV     DPTR,#EXT_KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVC   A,@A+DPTR
                XRL    A,EXT_DATA
                JNZ    EXT_EXT6
                LCALL  BUSY_EXT                 ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT6:       MOV    A,EXT_CALL_NUM           ;CHECK EXT CALL
                XRL    A,#03H
                JNZ    EXT_EXT7
                LCALL  BUSY_EXT                 ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT7:       MOV    A,EXT_DATA
                MOV    B,A
                MOV    A,#80H
HOOK_LOOP2:     RL     A
                DJNZ   B,HOOK_LOOP2
                MOV    EXT_RING,A               ;CHECK EXT RINGING TONE
                ANL    A,EXTRING_STATUS
                JZ     EXT_EXT8
                LCALL  BUSY_EXT                 ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT8:       MOV    A,EXT_RING
                ANL    A,EXT_HOOK
                JNZ    EXT_EXT9
                LCALL  BUSY_EXT                 ;SEND EXT BUSY TONE
                RET

EXT_EXT9:       MOV    A,#EXT_CALL              ;SAVE EXT CALL
                ADD    A,EXT_DATA
                MOV    R0,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     @R0,EXT_NUM
                MOV     A,EXT_NUM                ;SEND EXT RING BACK TONE
                MOV     DPTR,#RBTMARK_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,EXT_RING               ;SEND EXT RINGING TONE
                ORL     A,EXTRING_STATUS
                MOV     EXTRING_STATUS,A
                MOV     DPTR,#EXTBELL_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,MARK_EXT               ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET

INTER1:         MOV     A,EXT_NUM                ;INTERCOM1
                MOV     DPTR,#INTERMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#INTERCTL_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

INTER2:         MOV     A,EXT_NUM                ;INTERCOM2
                MOV     DPTR,#INTERMARK_TAB2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#INTERCTL_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

CROSS_CTL1:     MOV     DPTR,#STROBE_PORT       ;SET CROSSPOINT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DATAIN_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#STROBE_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DATAIN_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                RET

STOP_CROSS:     PUSH    ACC                     ;STOP CROSSPOINT
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#STROBE_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DATAIN_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                POP     ACC
                MOV     DPTR,#STROBE_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
STOP_DTMF:      MOV     A,EXT_NUM                       ;STOP EXT DTMF
                MOV     DPTR,#DTMFMARK_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#DTMFCTL_TAB
                MOVC    A,@A+DPTR
                 RET

TOE_DTMF:       MOV     A,EXT_NUM                       ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV     DPTR,#TOE_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#TOE_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                 RET

STOP_TOE_DTMF:  MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#TOE_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                RET

BUSY_COL:       MOV     B,#01H                          ;SEND COL BUSY TONE
BUSY_DELAY1:    MOV     R0,#0A0H
BUSY_DELAY2:    MOV     R1,#0FFH
BUSY_DELAY3:    DJNZ    R1,BUSY_DELAY3
                DJNZ    R0,BUSY_DELAY2
                DJNZ    B,BUSY_DELAY1
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYMARK_TAB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,COL_NUM
                MOV   DPTR,#BUSYCTL_TAB1
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL CROSS_CTL1
                MOV   A,MARK_COL                    ;SET COL BUSY
                ORL   A,COLBUSY_STATUS
                MOV   COLBUSY_STATUS,A
                RET

STOP_BUSY_COL:  MOV   A,COL_NUM                     ;STOP COL BUSY TONE
                MOV   DPTR,#BUSYMARK_TAB1
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,COL_NUM
                MOV   DPTR,#BUSYCTL_TAB1
                MOVC  A,@A+DPTR
                LCALL STOP_CROSS
                RET

RBT_COL:        MOV   B,#01H                        ;SEND COL RING BACK TONE
RBT_DELAY4:     MOV   R0,#0FFH
RBT_DELAY5:     DJNZ  R0,RBT_DELAY5
                DJNZ  B,RBT_DELAY4
                MOV   A,COL_NUM
                MOV   DPTR,#RBTMARK_TAB1
                MOVC  A,@A+DPTR
                MOV   DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX  @DPTR,A
                MOV   A,COL_NUM
                MOV   DPTR,#RBTCTL_TAB1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVC   A,@A+DPTR
                LCALL  CROSS_CTL1
                RET

STOP_RBT_COL:   MOV    A,COL_NUM                ;STOP COL RING BACK TONE
                MOV    DPTR,#RBTMARK_TAB1
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    A,COL_NUM
                MOV    DPTR,#RBTCTL_TAB1
                MOVC   A,@A+DPTR
                LCALL  STOP_CROSS
                RET

BUSY_EXT:       MOV    B,#01H                   ;SEND EXT BUSY TONE
BUSY_DELAY4:    MOV    R0,#0A0H
BUSY_DELAY5:    MOV    R1,#0FFH
BUSY_DELAY6:    DJNZ   R1,BUSY_DELAY6
                DJNZ   R0,BUSY_DELAY5
                DJNZ   B,BUSY_DELAY4
                MOV    A,EXT_NUM
                MOV    DPTR,#BUSYMARK_TAB2
                MOVC   A,@A+DPTR
                MOV    DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX   @DPTR,A
                MOV    A,EXT_NUM
                MOV    DPTR,#BUSYCTL_TAB2
                MOVC   A,@A+DPTR
                LCALL  CROSS_CTL1
                MOV    A,MARK_EXT               ;SET EXT BUSY
                ORL    A,EXTBUSY_STATUS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     EXTBUSY_STATUS,A
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_STATUS
                MOV     EXTREAD_STATUS,A
                RET
STOP_BUSY:      MOV     A,EXT_NUM               ;STOP EXT BUSY
                MOV     DPTR,#BUSYMARK_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYCTL_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

STOP_RBT:       MOV     A,EXT_NUM               ;STOP EXT RING BACK TONE
                MOV     DPTR,#RBTMARK_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_PORT
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TAB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

COLMARK_TAB:    DB      01H     ;COL MARK 1
                DB      02H     ;COL MARK 2
                DB      04H     ;COL MARK 3

COLRING_TAB:    DB      10H     ;COL RINGING 1
                DB      20H     ;COL RINGING 2
                DB      40H     ;COL RINGING 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ANSWER_TAB:     DB      10H     ;COL ANSWER 1
                DB      20H     ;COL ANSWER 2
                DB      40H     ;COL ANSWER 3

TOE_TAB1:       DB      10H     ;COL 1
                DB      20H     ;COL 2
                DB      40H     ;COL 3

BUSYMARK_TAB1:  DB      01H     ;COL 1
                DB      05H     ;COL 2
                DB      09H     ;COL 3

BUSYCTL_TAB1:   DB      40H     ;COL 1
                DB      40H     ;COL 2
                DB      40H     ;COL 3
RBTMARK_TAB1:   DB      00H     ;COL 1
                DB      04H     ;COL 2
                DB      08H     ;COL 3

RBTCTL_TAB1:    DB      40H     ;COL 1
                DB      40H     ;COL 2
                DB      40H     ;COL 3

EXTMARK_TAB:    DB      01H     ;EXT MARK 11
                DB      02H     ;EXT MARK 12
                DB      04H     ;EXT MARK 13
                DB      08H     ;EXT MARK 14
                DB      10H     ;EXT MARK 15
                DB      20H     ;EXT MARK 16
                DB      40H     ;EXT MARK 17
                DB      80H     ;EXT MARK 18
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DIALMARK_TAB:   DB      00H     ;EXT 11
                DB      01H     ;EXT 12
                DB      02H     ;EXT 13
                DB      03H     ;EXT 14
                DB      00H     ;EXT 15
                DB      01H     ;EXT 16
                DB      02H     ;EXT 17
                DB      03H     ;EXT 18

DIALCTL_TAB:    DB      04H     ;EXT 11
                DB      04H     ;EXT 12
                DB      04H     ;EXT 13
                DB      04H     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      08H     ;EXT 16
                DB      08H     ;EXT 17
                DB      08H     ;EXT 18

DTMFMARK_TAB:   DB      04H     ;EXT 11
                DB      05H     ;EXT 12
                DB      06H     ;EXT 13
                DB      07H     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      09H     ;EXT 16
                DB      0AH     ;EXT 17
                DB      0BH     ;EXT 18

DTMFCTL_TAB:    DB      10H     ;EXT 11
                DB      10H     ;EXT 12
                DB      10H     ;EXT 13
                DB      10H     ;EXT 14
                DB      20H     ;EXT 15
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      20H     ;EXT 16
                DB      20H     ;EXT 17
                DB      20H     ;EXT 18

TOE_TAB2:       DB      01H     ;EXT 11
                DB      01H     ;EXT 12
                DB      01H     ;EXT 13
                DB      01H     ;EXT 14
                DB      02H     ;EXT 15
                DB      02H     ;EXT 16
                DB      02H     ;EXT 17
                DB      02H     ;EXT 18

COLMARK_TAB1:   DB      00H     ;EXT 11
                DB      01H     ;EXT 12
                DB      02H     ;EXT 13
                DB      03H     ;EXT 14
                DB      00H     ;EXT 15
                DB      01H     ;EXT 16
                DB      02H     ;EXT 17
                DB      03H     ;EXT 18
COLMARK_TAB2:   DB      04H     ;EXT 11
                DB      05H     ;EXT 12
                DB      06H     ;EXT 13
                DB      07H     ;EXT 14
                DB      04H     ;EXT 15
                DB      05H     ;EXT 16
                DB      06H     ;EXT 17
                DB      07H     ;EXT 18

COLMARK_TAB3:   DB      08H     ;EXT 11
                DB      09H     ;EXT 12
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      0AH     ;EXT 13
                DB      0BH     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      09H     ;EXT 16
                DB      0AH     ;EXT 17
                DB      0BH     ;EXT 18

COLCTL_TAB:     DB      01H     ;EXT 11
                DB      01H     ;EXT 12
                DB      01H     ;EXT 13
                DB      01H     ;EXT 14
                DB      02H     ;EXT 15
                DB      02H     ;EXT 16
                DB      02H     ;EXT 17
                DB      02H     ;EXT 18

BUSYMARK_TAB2:  DB      04H     ;EXT 11
                DB      05H     ;EXT 12
                DB      06H     ;EXT 13
                DB      07H     ;EXT 14
                DB      04H     ;EXT 15
                DB      05H     ;EXT 16
                DB      06H     ;EXT 17
                DB      07H     ;EXT 18
BUSYCTL_TAB2:   DB      04H     ;EXT 11
                DB      04H     ;EXT 12
                DB      04H     ;EXT 13
                DB      04H     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      08H     ;EXT 16
                DB      08H     ;EXT 17
                DB      08H     ;EXT 18
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RBTMARK_TAB2:   DB      08H     ;EXT 11
                DB      09H     ;EXT 12
                DB      0AH     ;EXT 13
                DB      0BH     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      09H     ;EXT 16
                DB      0AH     ;EXT 17
                DB      0BH     ;EXT 18

RBTCTL_TAB2:    DB      04H     ;EXT 11
                DB      04H     ;EXT 12
                DB      04H     ;EXT 13
                DB      04H     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      08H     ;EXT 16
                DB      08H     ;EXT 17
                DB      08H     ;EXT 18

INTERMARK_TAB1:DB       0CH     ;EXT 11
                DB      0DH     ;EXT 12
                DB      0EH     ;EXT 13
                DB      0FH     ;EXT 14
                DB      0CH     ;EXT 15
                DB      0DH     ;EXT 16
                DB      0EH     ;EXT 17
                DB      0FH     ;EXT 18
INTERMARK_TAB2:DB       00H     ;EXT 11
                DB      01H     ;EXT 12
                DB      02H     ;EXT 13
                DB      03H     ;EXT 14
                DB      00H     ;EXT 15
                DB      01H     ;EXT 16
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      02H     ;EXT 17
                DB      03H     ;EXT 18

INTERCTL_TAB1:  DB      04H     ;EXT 11
                DB      04H     ;EXT 12
                DB      04H     ;EXT 13
                DB      04H     ;EXT 14
                DB      08H     ;EXT 15
                DB      08H     ;EXT 16
                DB      08H     ;EXT 17
                DB      08H     ;EXT 18

INTERCTL_TAB2:  DB      10H     ;EXT 11
                DB      10H     ;EXT 12
                DB      10H     ;EXT 13
                DB      10H     ;EXT 14
                DB      20H     ;EXT 15
                DB      20H     ;EXT 16
                DB      20H     ;EXT 17
                DB      20H     ;EXT 18

EXT_KEY:        DB      01H     ;EXT 11
                DB      02H     ;EXT 12
                DB      03H     ;EXT 13
                DB      04H     ;EXT 14
                DB      05H     ;EXT 15
                DB      06H     ;EXT 16
                DB      07H     ;EXT 17
                DB      08H     ;EXT 18
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

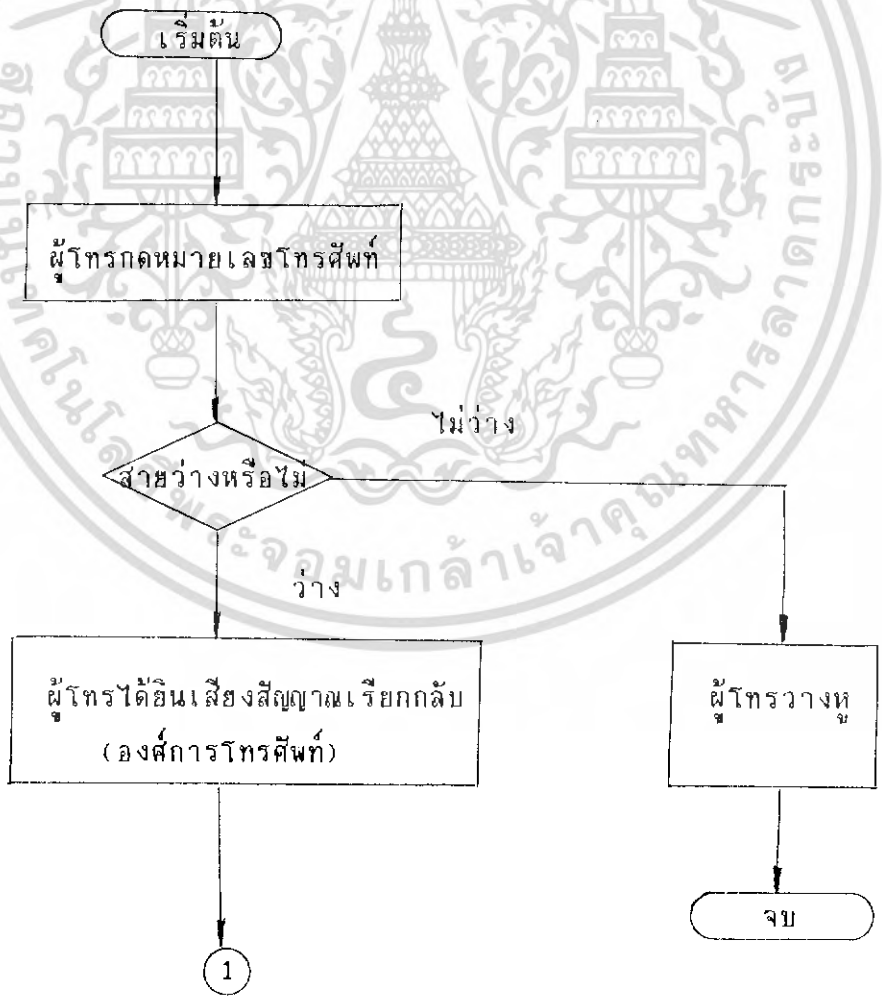
วิธีการใช้งาน

ขั้นตอนการใช้งานของเครื่อง PABX อัตโนมัติที่สร้างขึ้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

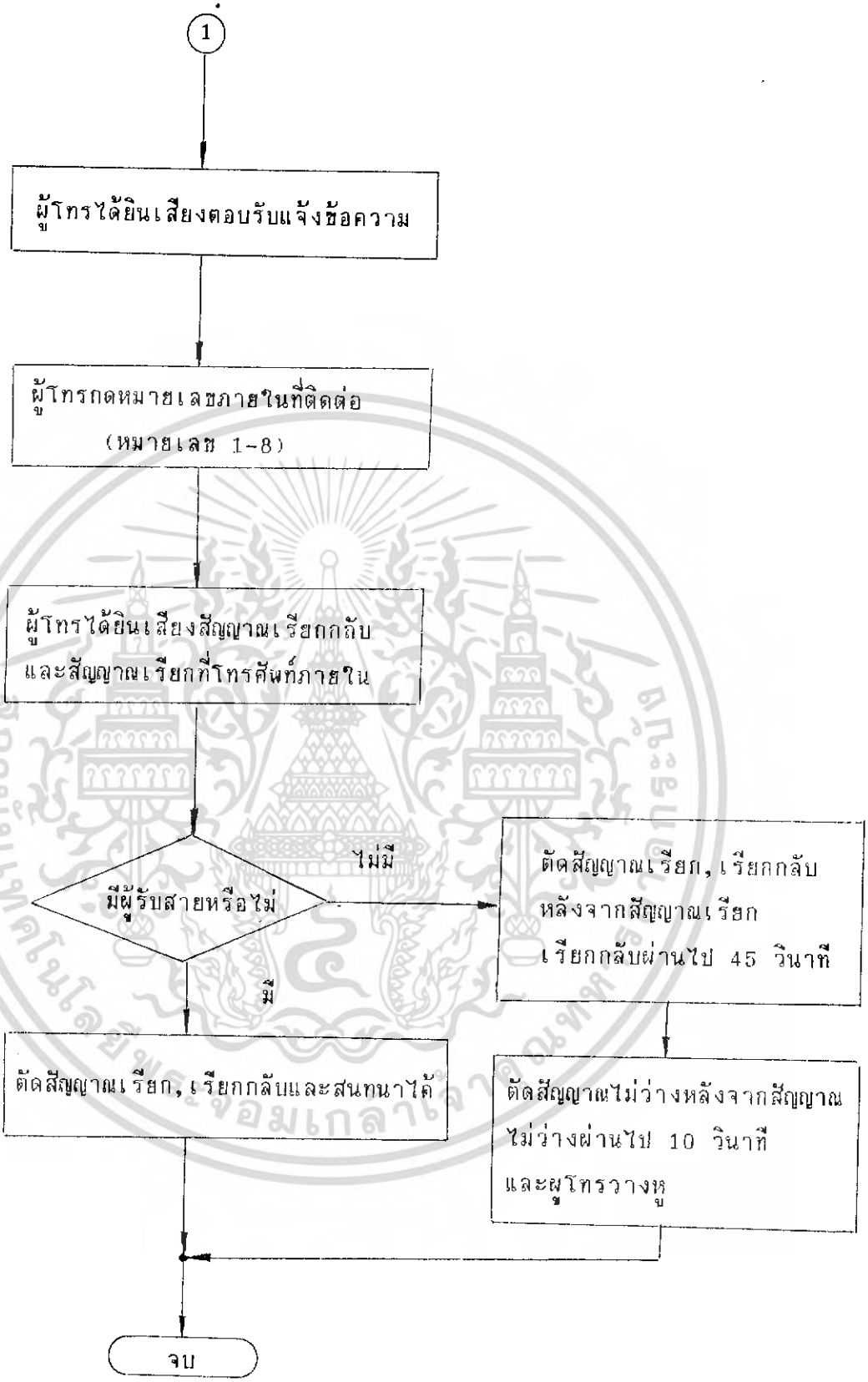
1. เครื่องโทรศัพท์ภายนอกติดต่อโทรศัพท์ภายใน
2. เครื่องโทรศัพท์ภายในติดต่อโทรศัพท์ภายนอก
3. เครื่องโทรศัพท์ภายในติดต่อโทรศัพท์ภายใน

ทั้ง 3 ลักษณะสามารถเขียนเป็นผังงาน (FLOW CHART) ได้ดังต่อไปนี้

ระบบผังงาน(FLOW CHART)ของการทำงานโทรศัพท์ภายนอกติดต่อโทรศัพท์ภายใน



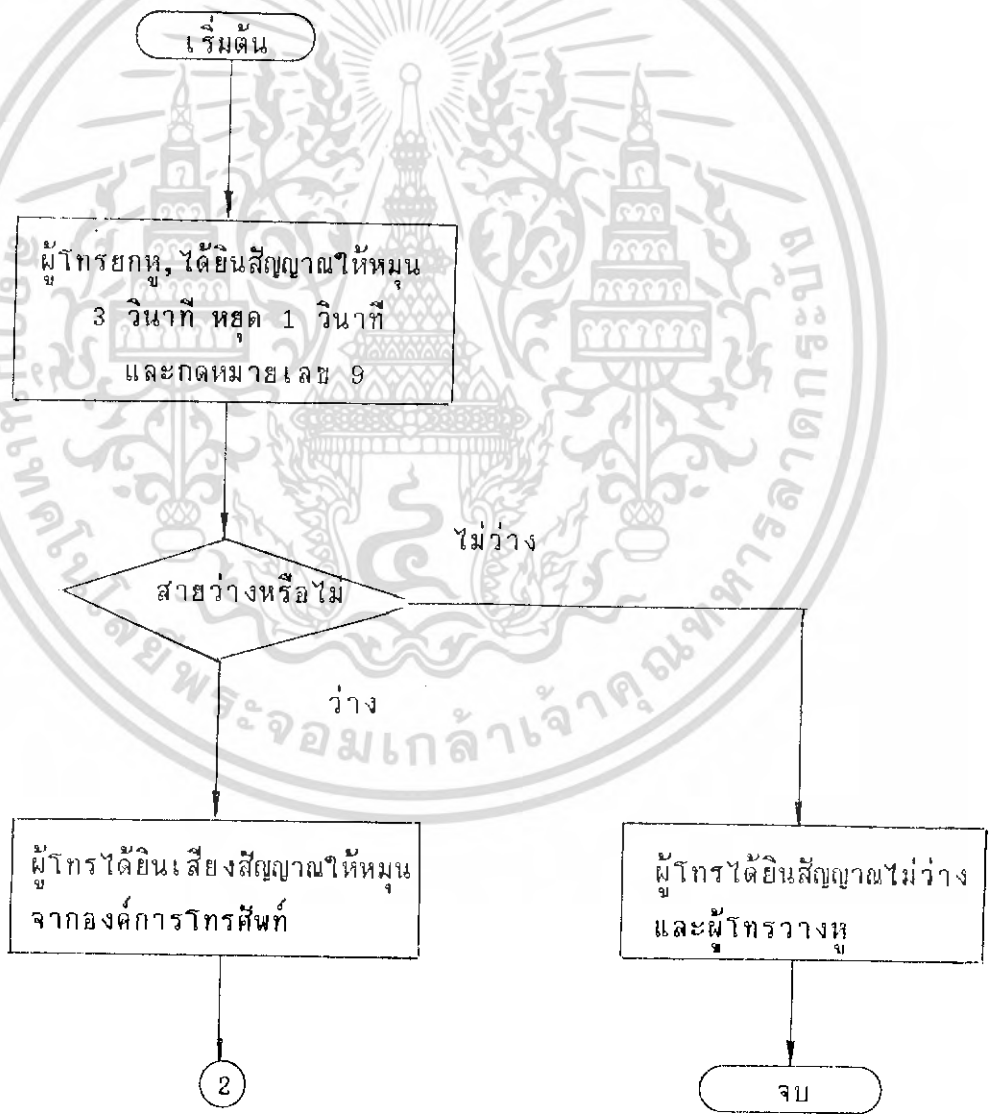
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



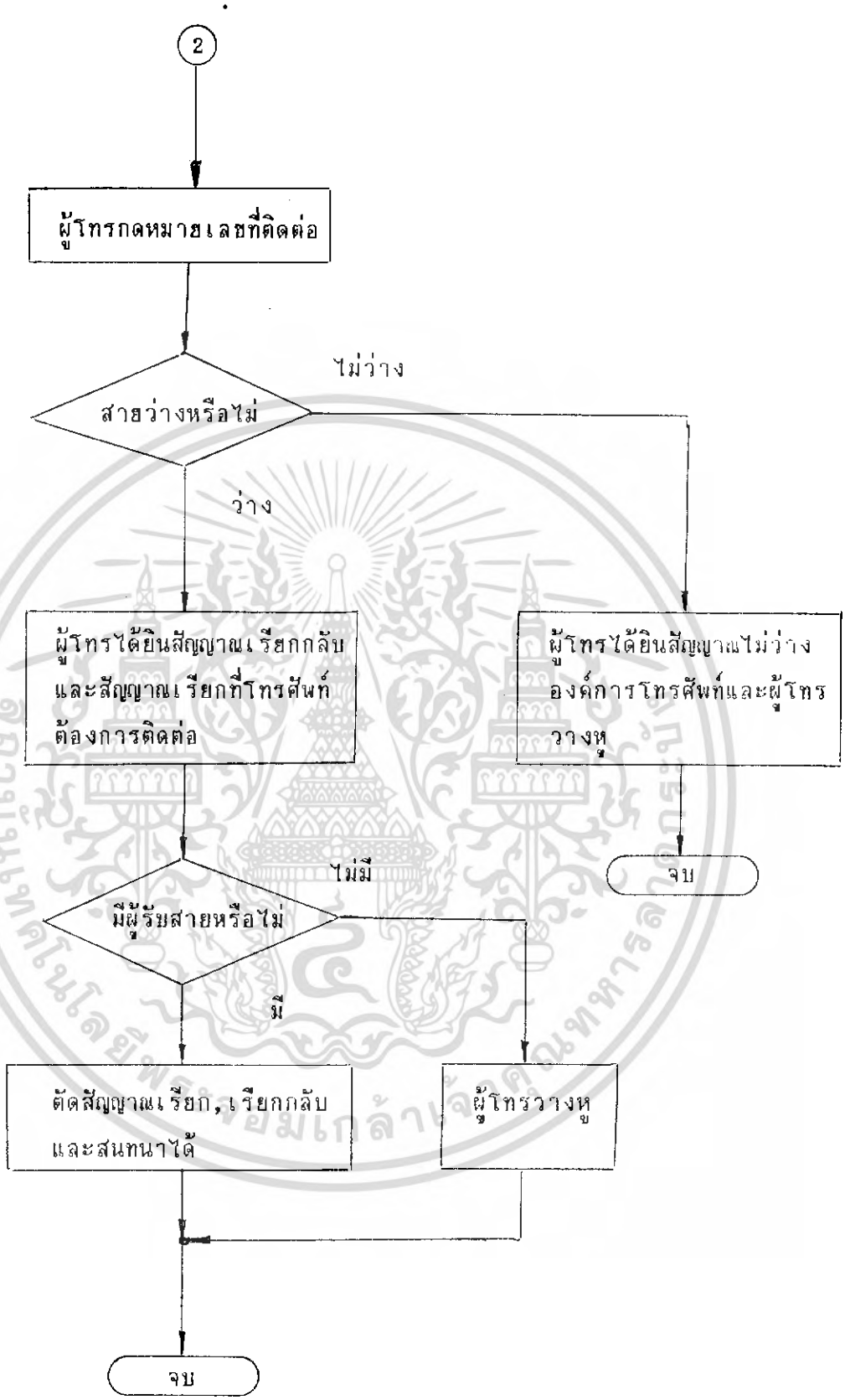
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก FLOW CHART การติดต่อจากเครื่องภายนอกเข้ามา สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เริ่มจากผู้เรียกยกหูโทรศัพท์และกดหมายเลขโทรศัพท์ถ้าสายไม่ว่าง ก็เป็นการจบการติดต่อแต่ถ้าสายว่างผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณเรียกกลับและการแจ้งรายละเอียดว่า เมื่อต้องการติดต่อห้องต่างๆ จะกดหมายเลขใดบ้าง เมื่อผู้เรียกกดหมายเลขผู้เรียกจะได้ยินสัญญาณเรียกกลับ ถ้ามีการรับสายผู้เรียกก็สามารถสนทนากันได้ ถ้าไม่มีการรับสายก็จะตัดสัญญาณเรียกกลับออก หลังจากที่ได้เรียกไปแล้ว 45 วินาที ก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างออกไปให้ผู้เรียกทราบว่าไม่มีการรับสายอีก 10 วินาที ก็จะหยุดการติดต่อ

ระบบผังงาน(FLOW CHART)ของการทำงานโทรศัพท์ภายในติดต่อโทรศัพท์ภายนอก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

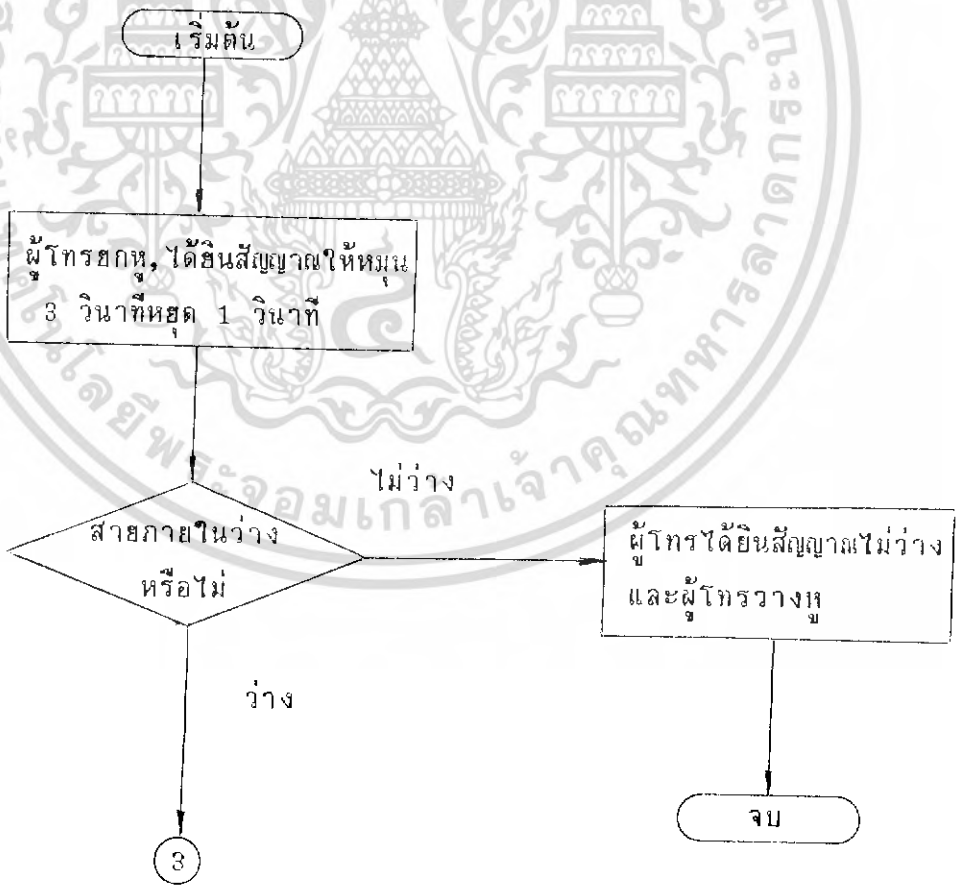


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

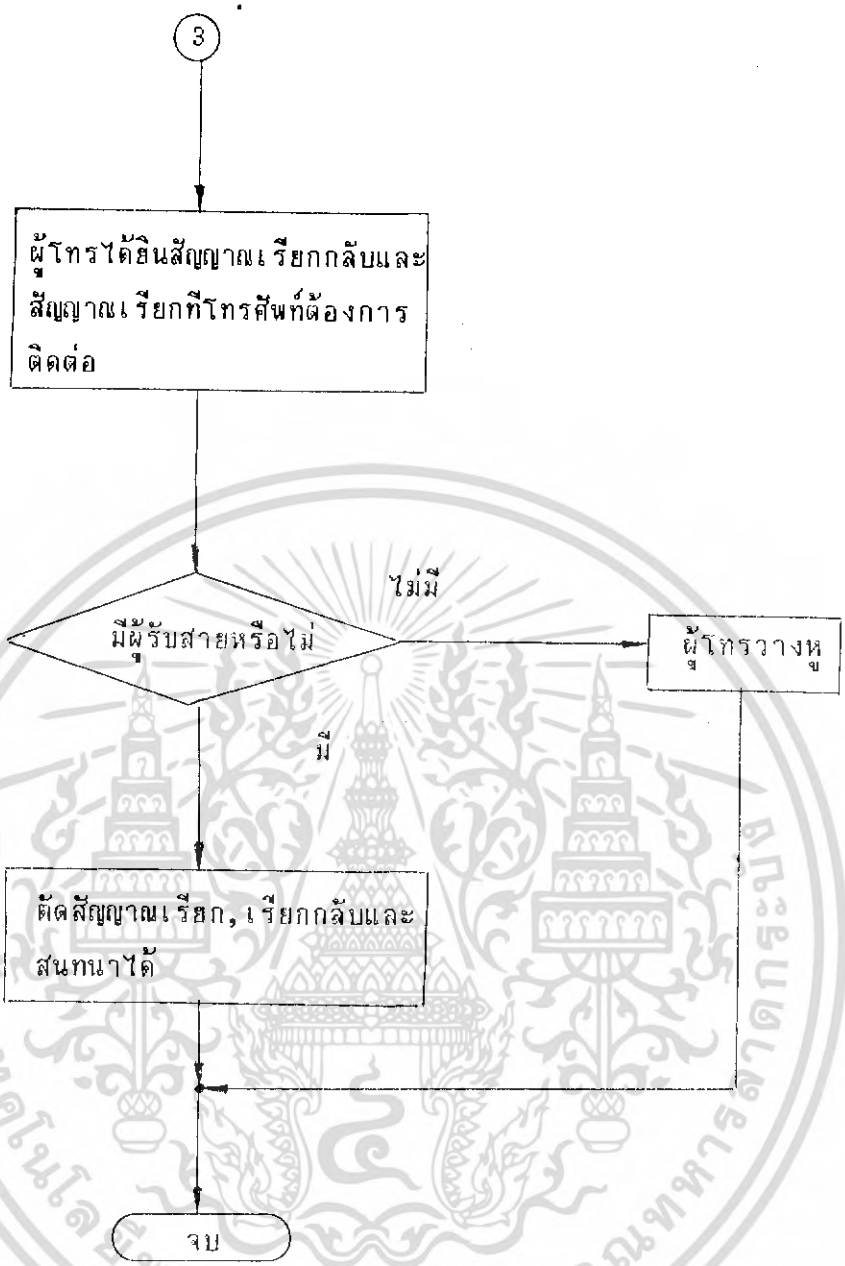
จาก (FLOW CHART) ของการติดต่อจากเครื่องภายในออกภายนอกสามารถอธิบาย การทำงานได้ดังนี้

เริ่มจากผู้ต้องการโทรออกยกหูโทรศัพท์ ก็จะได้ยินสัญญาณให้หมุนดังขึ้น 3 วินาที หยุด 1 วินาที ให้ผู้โทรออกกดหมายเลข "9" ถ้าคู่สายที่ต่ออยู่กับองค์การโทรศัพท์ไม่ว่าง ผู้โทรก็จะได้ยินสัญญาณไม่ว่างก็ให้วางหูโทรศัพท์ ส่วนคู่สายที่ต่ออยู่กับองค์การโทรศัพท์ว่างผู้โทรออกก็จะได้ยินสัญญาณให้หมุนจากองค์การโทรศัพท์ ให้ผู้โทรกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วย ถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยนั้นไม่ว่างผู้โทรก็จะได้ยินสัญญาณไม่ว่างให้วางหูโทรศัพท์ถ้าคู่สายที่ต้องการติดต่อด้วยว่างก็จะได้ยินสญญาณเรียกกลับถ้ามีผู้มารับสายก็จะสามารถสนทนากันได้เมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งว่างหูก็จะสิ้นสุดการติดต่อ ถ้าไม่มีผู้มารับสายผู้โทรก็จะได้ยินสัญญาณไม่ว่างให้วางหูโทรศัพท์

ระบบผังงาน(FLOW CHART)ของการทำงานโทรศัพท์ภายในติดต่อโทรศัพท์ภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จาก Flow chart การติดต่อภายใน สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เริ่มจากผู้ที่เรียกยกหูโทรศัพท์ก็จะได้ยินสัญญาณให้หมุนดัง 3 วินาที หยุด 1 วินาทีให้ผู้โทรกดหมายเลข 0 และกดหมายเลขภายในที่ต้องการติดต่อถ้าหมายเลขที่เรียกไปไม่ว่างก็จะได้ยินสัญญาณไม่ว่างให้วางหูโทรศัพท์ ถ้าว่างก็จะได้ยินสัญญาณเรียกกลับทางผู้ถูกเรียกก็จะได้ยินสัญญาณเรียก ถ้ามีผู้มารับก็สามารถสนทนากันได้จนกว่าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหู ก็จะสิ้นสุดการติดต่อถ้าไม่มีผู้มารับสายให้ผู้โทรวางหู จบการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลการทดลอง

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้ผู้จัดทำได้ออกแบบทำการทดลองและแก้ปัญหาตามรายละเอียดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นและสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน จึงขอสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ดำเนินการไป และผลที่ได้รับดังต่อไปนี้

7.1 ปัญหาเกี่ยวกับสัญญาณรบกวน

เนื่องจากในโครงงานนี้ได้นำเอาไอซี TTL มาใช้งานรวมกันหลายตัวในการกำเนินสัญญาณในภาค Signal Tone Generaterก็จะเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นมากเนื่องจากไอซีแต่ละตัวทำงานไม่พร้อมกันทำให้การการดึงกระแสและจะเกิดเป็นค่า Ripple ไปรบกวนอุปกรณ์ข้างเคียงซึ่งกันและกันทำให้สัญญาณรบกวนขึ้นมาทางแก้จึงต้องใช้คาปาซิเตอร์ต่อเข้าไปคร่อมแหล่งจ่ายไฟของแต่ละวงจรก็จะทำให้ขนาดของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำลงจนสามารถนำไปใช้งานไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน

7.2 ปัญหาเกี่ยวกับการ Loss ของสัญญาณ

ในโครงงานนี้จะใช้ชุดบันทึกเสียงพูดและเล่นกลับ ซึ่งต่ออยู่โดยตรงกับคู่สายโทรศัพท์โดยผ่าน Cross Point Switch เนื่องจากว่าทางด้านเอาท์พุทของชุดบันทึกเสียงพูดและเล่นกลับนี้จะใช้ Op-Amp เมื่อมีการส่งสัญญาณ Signal tone ต่างๆ มาก็จะ Loss หมดเนื่องจาก เอาท์พุทอิมพีแดนซ์ของ OP-AMP มาผ่านรีเลย์อีกทีหนึ่ง เพื่อจะให้รีเลย์ต่อขณะที่ทำการเล่นกลับเท่านั้นแต่ในตอนที่ไม่ได้เล่นกลับหน้าสัมผัสของรีเลย์จะเปิดทำให้ Signal Tone ต่างๆ ที่เข้ามาไม่เกิดการ loss และสามารถใช้งานได้

7.3 ปัญหาเกี่ยวกับระบบกราวด์

ปัญหาที่พบอีกประการหนึ่งซึ่งระบบกราวด์เมื่อสร้างโครงงานทดลองจะพบว่าการรบกวนกันระหว่างสัญญาณอนาลอกสัญญาดิจิตอลและการรบกวนระหว่างสายโทรศัพท์กันเอง อันเนื่องมาจากใช้กราวด์เดียวกัน การแก้ปัญหา คือ ต้องแยกกราวด์ของสัญญาณทางอนาลอกและดิจิตอลออกจากกัน และต้องไม่ให้กราวด์ของเครื่องและสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ต่อถึงกันโดยการใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าออปโตคับเปลอร์ (Opto-Coupler)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ธวัชชัย เลื่อนฉวี "เทคโนโลยีโทรศัพท์" สำนักพิมพ์บันเทิงการพิมพ์ พิมพ์ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2533
2. โกศล เพ็ชรสุวรรณ์ "เทคโนโลยีโทรคมนาคม" สำนักพิมพ์ดวงกมล พิมพ์ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2531
3. วิวัฒน์ กิรานนท์ "พื้นฐานการสื่อสาร" พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2533
4. ถวิล พึ่งมา "ชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล" ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2535
5. มงคล อัศวโกวิทกรณ์, วัตสัน ถิรภัทรพงศ์ "การลดสัญญาณรบกวน" สำนักพิมพ์ ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์
6. สุเจตน์ จันทรังษ์ "ไมโครคอลโทรเลอร์ชิพเดี่ยว 8051" ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาลัยมหานคร
7. MCS-51 Microcontroller User's Guide,Copyrigth 1989
8. MC 142100 Motorola Telecommunication Device Data
9. MCS-51 Architectuarl Overview Microcontroller Data Book
10. CMOS Data Book 4000 Series

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

PORT 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ไอซี ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

ISO²-CMOS MT8870C/MT8870C-1 Integrated DTMF Receiver

9161-002 094 NA ISSUE 1 November 1987

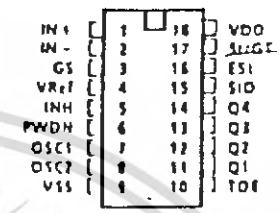
Features

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

Applications

- Receiver System for British Telecom (BT) or CEPT Spec (MT8870C-1)
- Paging Systems
- Repeater Systems/Mobile Radio
- Credit Card Systems
- Remote Control
- Personal Computers
- Telephone Answering Machine

Pin Connections



Ordering Information

MT8870CE/MT8870CE-1 Plastic DIP
MT8870CC/MT8870CC-1 Ceramic DIP
MT8870CS/MT8870CS-1 SOIC
−40 °C to +85 °C

Description

The MT8870C/MT8870C-1 is a complete DTMF receiver integrating both the bandsplit filter and digital decoder functions, fabricated in Mitel's double poly ISO² CMOS technology. The filter section uses switched capacitor techniques for high and low group filters; the decoder uses digital counting techniques to detect and decode all 16 DTMF tone pairs into a 4 bit code. External component count is minimized by on chip provision of a differential input amplifier, clock oscillator and latched three state bus interface.

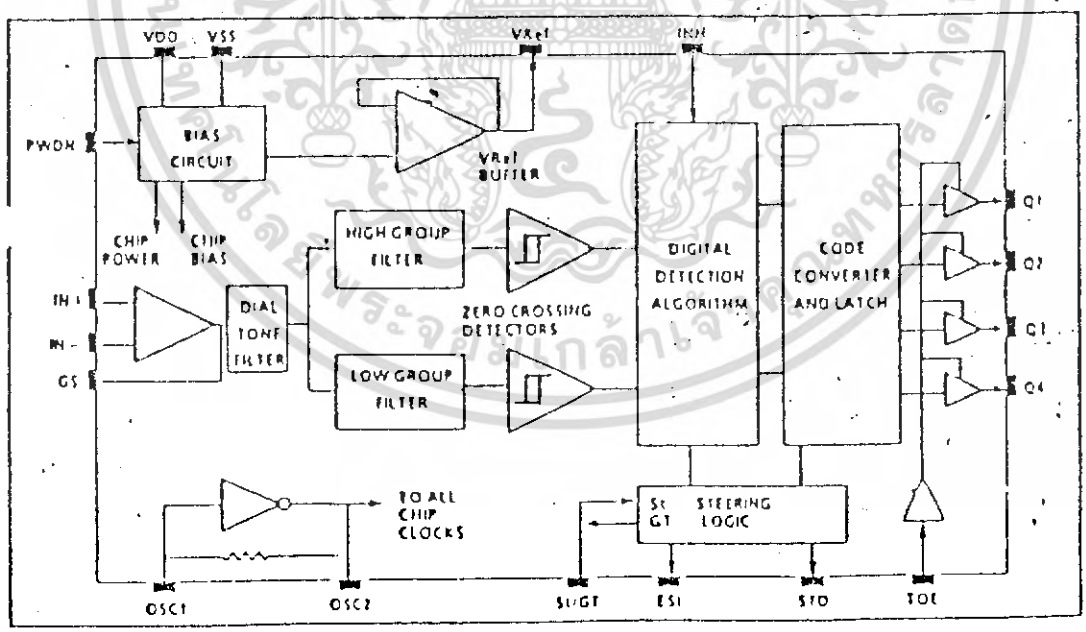


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics - V_{DD} = 5.0V ± 5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ To ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 2.

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

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

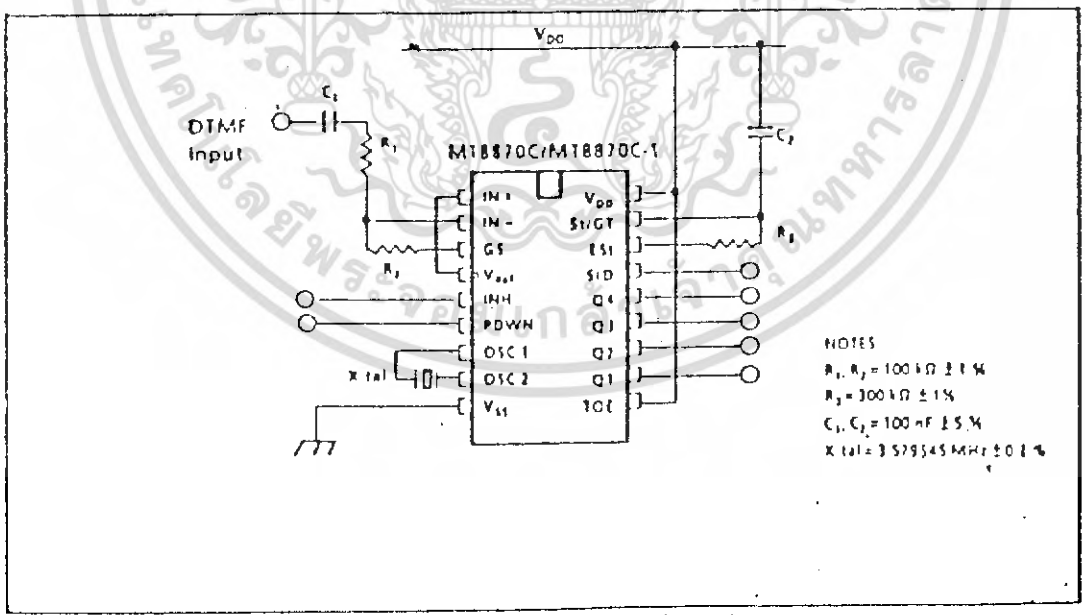


Figure 2 - Single Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C-1 AC Electrical Characteristics* - V_{DD} = 5.0V ± 5%, V_{SS} = 0V, -40°C ≤ T_O ≤ +85°C, using Test Circuit shown in Figure 2

		Characteristics	Sym	Min	Typ*	Max	Units	Notes†
1		Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-31		+1	dBm	V_{DD} = 5.0V 1,2,3,5,6,9
				21.8		869	mV_{RMS}	
2		Input Signal Level Reject		-37			dBm	V_{DD} = 5.0V 1,2,3,5,6,9
				10.9			mV_{RMS}	
3		Negative twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
4		Positive twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
5		Frequency deviation accept		± 1.5% ± 2 Hz				2, 3, 5, 9
6		Frequency deviation reject		± 3.5%				2, 3, 5, 9
7		Third tone tolerance		-18.5			dB	2, 3, 4, 5, 9, 13
8		Noise tolerance			-12		dB	2, 3, 4, 5, 7, 9, 10
9		Dial tone tolerance			+22		dB	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11

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

†NOTES

1 dBm = decibels above or below a reference power of 1 mW into a 600 ohm load
2 Digit sequence consists of all DTMF tones
3 Tone duration = 40 ms, tone pause = 40 ms
4 Signal condition consists of nominal DTMF frequencies
5 Both tones in composite signal have an equal amplitude
6 Tone pair is deviated by ± 1.5% ± 2 Hz
7 Bandwidth limited (3 kHz) Gaussian noise
8 The precise dial tone frequencies are (350 Hz and 440 Hz) ± 2%
9 For an error rate of better than 1 in 10,000
10 Referenced to lowest level frequency component in DTMF signal
11 Referenced to the minimum valid accept level
12 For guard time calculation purposes
13 Referenced to Fig. 10 input DTMF tone level at -25dBm (-28dBm at GS Pin) Interference frequency range between 480-3400Hz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870C/MT8870C-1 ISO²-CMOS

Pin Description

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

	Parameter	Symbol	Min	Max	Units
1	DC Power Supply Voltage	V_{DD}		6	V
2	Voltage on any pin	V_I	$V_{SS}-0.3$	$V_{DD}+0.3$	V
3	Current at any pin (other than supply)	I_I		10	mA
4	Storage temperature	T_{STG}	−65	+150	°C
5	Package power dissipation	P_D		1000	mW

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

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

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

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

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

		Characteristics	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Test Conditions
1	SUPPLY	Standby supply current	I_{DDQ}			100	μA	PWDN = V_{DD}
2		Operating supply current	I_{DD}		3.0	9.0	mA	
3		Power consumption	P_O		15	50	mW	fc = 3.579545 MHz
4	INPUTS	High-level input	V_{IH}	3.5			V	V_{DD} = 5.0V
5		Low-level input voltage	V_{IL}			1.5	V	V_{DD} = 5.0V
6		Input leakage current	I_{IH}/I_{IL}		0.1		μA	V_{IN} = V_{SS} or V_{DD}
7		Pull up (source) current	I_{SO}		7.5	20	μA	TOE (pin 10) = 0, V_{DD} = 5.0V
8		Pull down (sink) current	I_{SI}		15	45	μA	INH = 5.0V, PWDN = 5.0V, V_{DD} = 5.0V
9		Input Impedance (IN+, IN−)	R_{IN}		10		MΩ	@ 1 kHz
10		Steering threshold voltage	V_{TSt}	2.2		2.5	V	V_{DD} = 5.0V
11	OUTPUTS	Low level output voltage	V_{OL}			V_{SS} + 0.03	V	No load
12		High level output voltage	V_{OH}	V_{DD}−0.03			V	No load
13		Output low (sink) current	I_{OL}	1.0	2.5		mA	V_{OUT} = 0.4 V
14		Output high (source) current	I_{OH}	0.4	0.8		mA	V_{OUT} = 4.6 V
15		V_{Ref} output voltage	V_{Ref}	2.4		2.7	V	No load, V_{DD} = 5.0V
16		V_{Ref} output resistance	R_{OR}		10		kΩ	

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Operating Characteristics - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40°C \le T_O \le +85°C$, unless otherwise stated.
Gain Setting Amplifier

	Characteristics	Sym	Min	Typ¹	Max	Units	Test Conditions
1	Input leakage current	I_{IN}			100	nA	$V_{SS} \le V_{IN} \le V_{DD}$
2	Input resistance	R_{IN}	10			MΩ	
3	Input offset voltage	V_{OS}			25	mV	
4	Power supply rejection	PSRR	50			dB	1 kHz
5	Common mode rejection	CMRR	40			dB	$-3.0V \le V_{IN} \le 3.0V$
6	DC open loop voltage gain	A_{VOL}	32			dB	
7	Unity gain bandwidth	f_C	0.30			MHz	
8	Output voltage swing	V_O	4.0			V_{pp}	Load ≥ 100 kΩ to V_{SS}
9	Maximum capacitive load (GS)	C_L			100	pF	
10	Maximum resistive load (GS)	R_L			50	kΩ	
11	Common mode range	V_{CM}	2.5			V_{pp}	No Load

MT8870C AC Electrical Characteristics¹ - $V_{DD} = 5.0V \pm 5\%$, $V_{SS} = 0V$, $-40°C \le T_O \le +85°C$, using test circuit shown in Figure 2

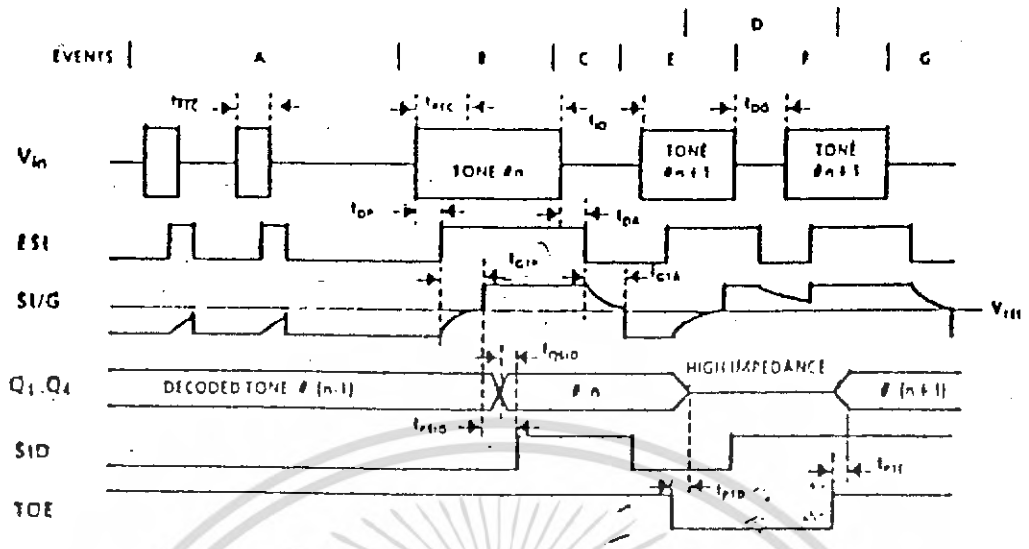
	Characteristics	Sym	Min	Typ¹	Max	Units	Notes²
1	Valid input signal levels (each tone of composite signal)		-29			dBm	1,2,3,5,6,9
			27.5			mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
					+1	dBm	1,2,3,5,6,9
					,869	mV_{RMS}	1,2,3,5,6,9
2	Negative twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
3	Positive twist accept				6	dB	2, 3, 6, 9
4	Frequency deviation accept		± 1.5% ± 2 Hz				2, 3, 5, 9
5	Frequency deviation reject		± 3.5%				2, 3, 5, 9
6	Third tone tolerance			-16		dB	2, 3, 4, 5, 9, 10
7	Noise tolerance			-12		dB	2, 3, 4, 5, 7, 9, 10
8	Dial tone tolerance			+22		dB	2, 3, 4, 5, 8, 9, 11

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

²NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL

ESt EARLY STEERING OUTPUT, INDICATES DETECTION OF VALID TONE FREQUENCIES.

St/GT STEERING INPUT/GUARD TIME OUTPUT, DRIVES EXTERNAL RC TIMING CIRCUIT.

Q_1-Q_4 4 BIT DECODED TONE OUTPUT

StD DELAYED STEERING OUTPUT, INDICATES THAT VALID FREQUENCIES HAVE BEEN PRESENT/ABSENT FOR THE REQUIRED GUARD TIME THUS CONSTITUTING A VALID SIGNAL

TOE TONE OUTPUT ENABLE (INPUT). A LOW LEVEL PLACES Q_1-Q_4 TO ITS HIGH IMPEDANCE STATE

t_{REC} MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECTED AS VALID

t_{REC} MINIMUM DTMF SIGNAL DURATION REQUIRED FOR VALID RECOGNITION.

t_{ID} MINIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS

t_{DO} MAXIMUM ALLOWABLE DROP OUT DURING VALID DTMF SIGNAL

t_{DP} TIME TO DETECT THE PRESENCE OF VALID DTMF SIGNALS

t_{DA} TIME TO DETECT THE ABSENCE OF VALID DTMF SIGNALS

t_{GT} GUARD TIME, TONE PRESENT.

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

The M18870C/M18870C-1 monolithic DTMF receiver offers small size, low power consumption and high performance. Its architecture consists of a bandsplit filter section, which separates the high and low group tones, followed by a digital counting section which verifies the frequency and duration of the received tones before passing the corresponding code to the output bus.

Filter Section

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

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while providing tolerance to small frequency deviation and variations. This averaging algorithm has been developed to ensure an optimum combination of immunity to talk-off and tolerance to the presence of interfering frequencies (third tones) and noise. When the detector recognizes the presence of two valid tones (this is referred to as the "signal condition" in some industry specifications) the "Early Steering" (ESt) output will go to an active state. Any subsequent loss of signal condition will cause ESt to assume an inactive state (see "Steering Circuit").

Steering Circuit

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

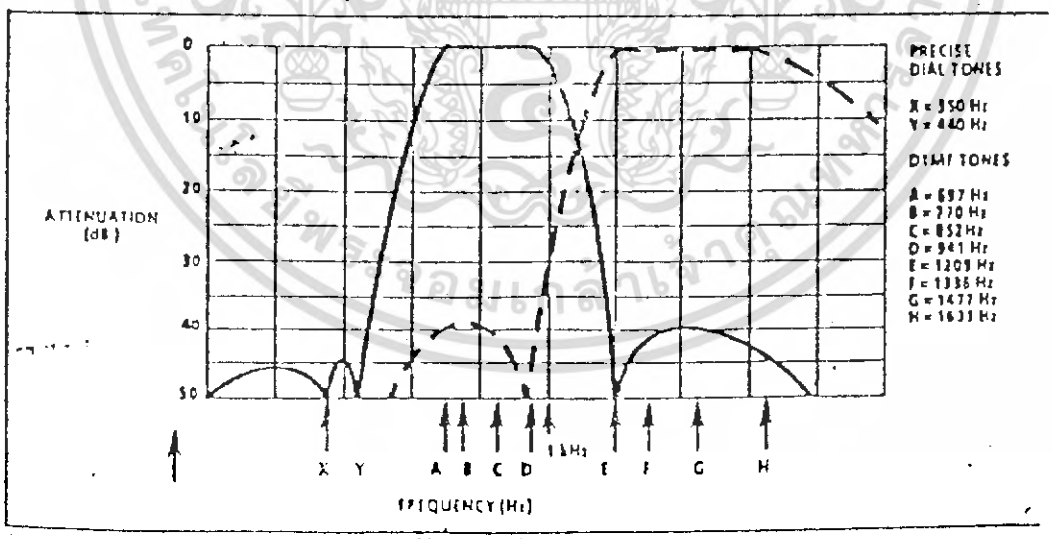


Figure 4. Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

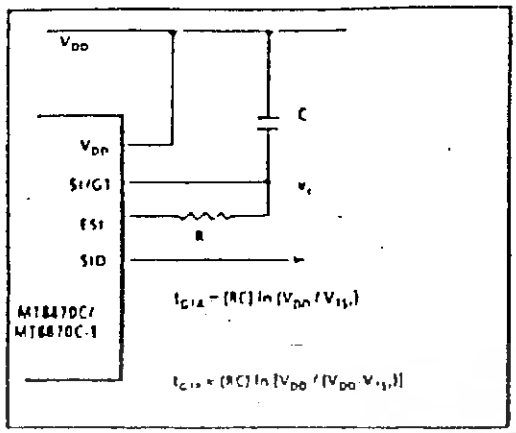


Figure 5. Basic Steering Circuit

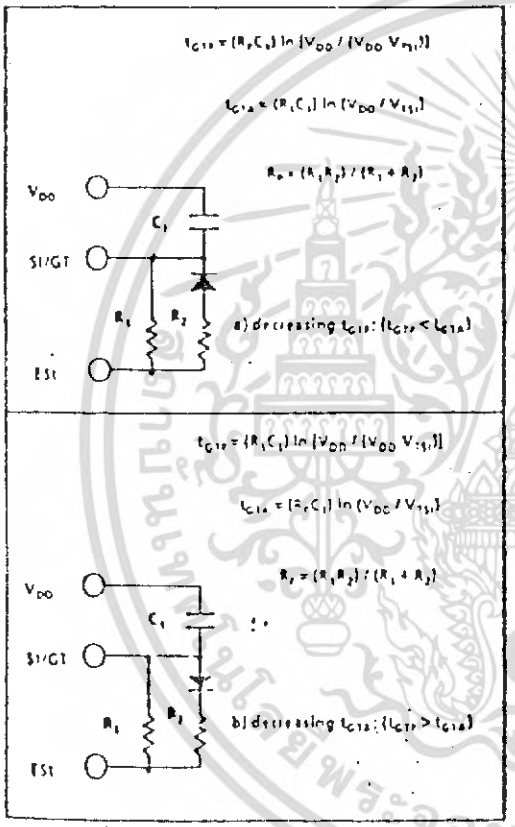


Figure 6. Guard Time Adjustment

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 2 (Single Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870C/MT8870C-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 8 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, ie; precision balancing capacitors are not required.

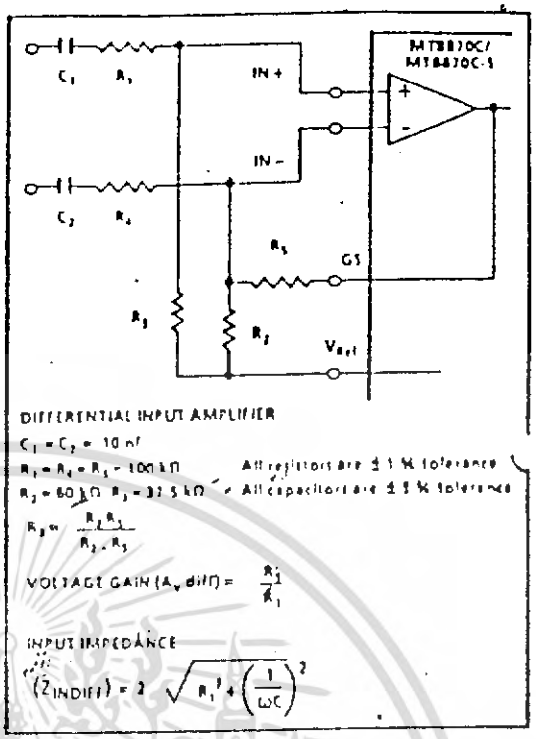


Figure 7. Differential Input Configuration

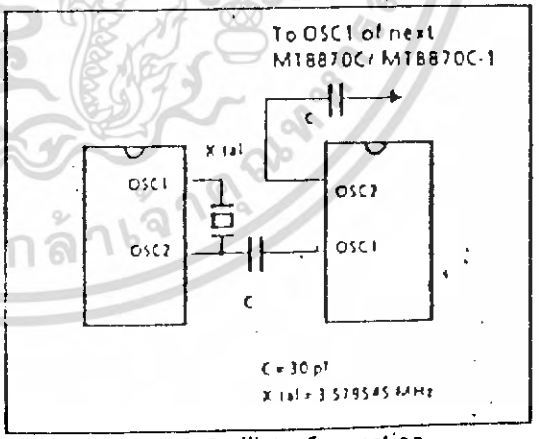


Figure 8. Oscillator Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC PCR 1151

The circuit shown in Fig. 10 illustrates the use of MT8870C-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870C-1. As shown in the diagram, the component values of R_1 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 9.

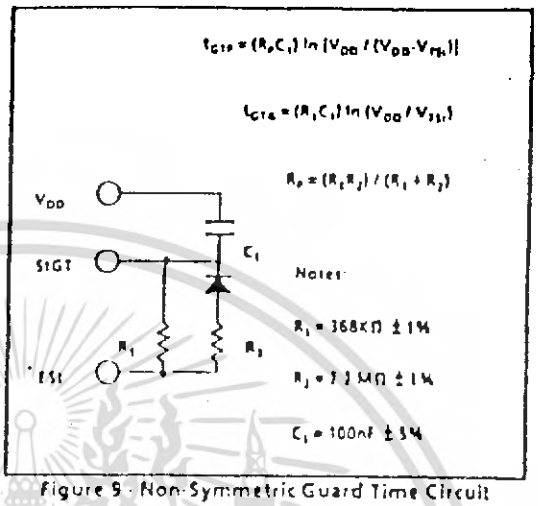


Figure 9 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

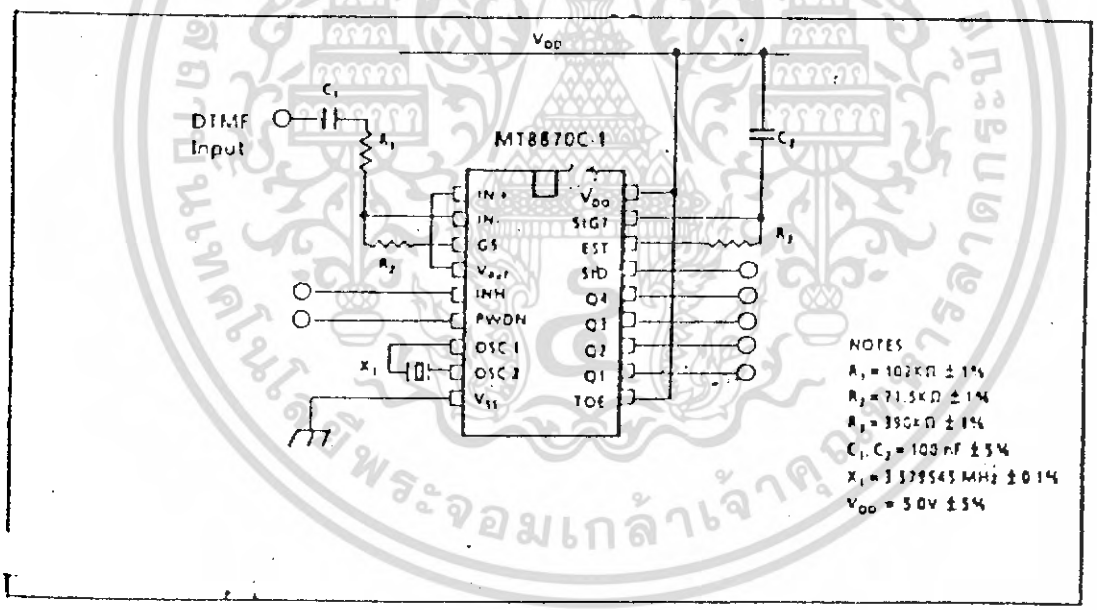


Figure 10 - Single Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

MC142100
MC145100

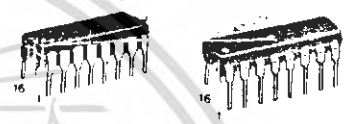
CMOS MSI
(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

4 × 4 CROSSPOINT SWITCH WITH CONTROL MEMORY

4 × 4 CROSSPOINT SWITCH WITH CONTROL MEMORY

The MC142100 and MC145100 consist of 16 crosspoint switches (analog transmission gates) organized in 4 rows and 4 columns. Both devices have 16 latches, each of which controls the state of a particular switch. Any of the 16 switches can be selected by applying its address to the device and a pulse to the strobe input. The selected crosspoint will turn on if during strobe, Data In was a one and will turn off if during strobe, Data In was a zero. In addition the MC145100 will reset all non-selected switches in the same row as the selected switch. Other switches are unaffected. In the MC145100, an internal power-on reset turns off all switches as power is applied.

- Internal Latches Control State of Switches
- Power-On Reset (MC145100 Only)
- Low On Resistance — Typically on 110 Ω @ 10 Vdc
- Large Analog Range ($V_{DD} - V_{SS}$)
- All Pins Are Diode Protected
- Matched Switch Characteristics
- High CMOS Noise Immunity
- MC142100 Pin-for-Pin Replacement for CD22100

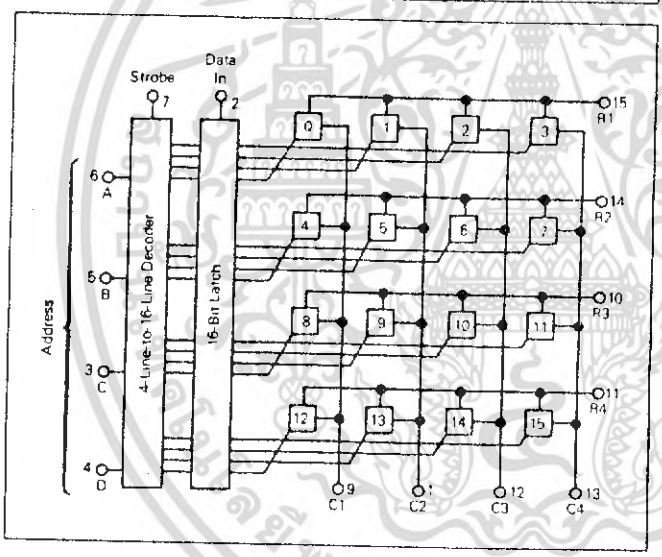


L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620

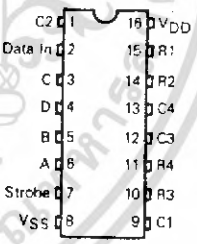
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

ORDERING INFORMATION

MC14XXXX — Suffix Denotes
- L — Ceramic Package
- P — Plastic Package
- A — Extended Operating Temperature Range
- C — Limited Operating Temperature Range



PIN ASSIGNMENTS



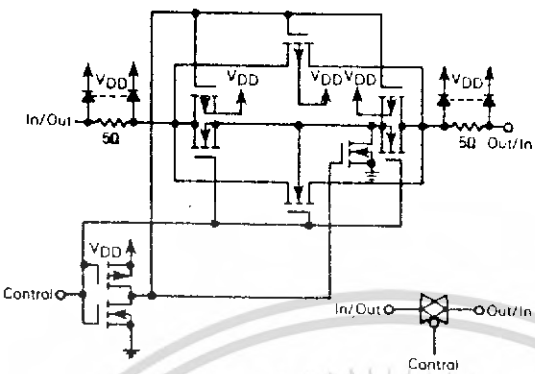
MAXIMUM RATINGS (Voltages referenced to V_{SS}, Pin 8)

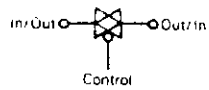
Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	−0.5 to +18	Vdc
Input Voltage, All Inputs	V_{in}	−0.5 to V_{DD} +0.5	Vdc
Through Current	I	25	mAdc
Operating Temperature Range AL Device CL/CP Device	T_A	 −55 to +125 −40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range $V_{SS} \le (V_{in}$ or $V_{out}) \le V_{DD}$.
Unused control inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANALOG TRANSMISSION GATE
(CROSSPOINT) SCHEMATIC





ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{SS} = 0 V)

Characteristic		Symbol	V_{DD} Vdc	T_{low}* Min	T_{low}* Max	25°C Min	25°C Typ	25°C Max	T_{high}* Min	T_{high}* Max	Unit
Operating Voltage	MC145100	V_{DD}	–	4.25	18	4.25	–	18	4.25	18	Vdc
	MC142100			3	18	3	–	18	3	18	
Input Voltage (Logic) "0" Level Control Input		V_{IL}	5	–	1.5	–	2.25	1.5	–	1.5	Vdc
			10	–	3.0	–	4.50	3.0	–	3.0	
			15	–	4.0	–	6.75	4.0	–	4.0	
"1" Level		V_{IH}	5	3.5	–	3.5	2.75	–	3.5	–	Vdc
			10	7.0	–	7.0	5.50	–	7.0	–	
See Figure 1			15	11.0	–	11.0	8.25	–	11.0	–	
Input Current	AL	I_{in}	15	–	±0.1	–	±0.00001	±0.1	–	±1.0	μA
Pins 2, 3, 4, 5, 6, 7	CL, CP	I_{in}	15	–	±0.3	–	±0.00001	±0.3	–	±1.0	
Input Capacitance (V_{in} = 0)		C_{in}									pF
Digital Inputs			10	–	–	–	7	15	–	–	
Switch Inputs/Outputs			10	–	–	–	50	75	–	–	
Feedthrough Capacitance		$C_{in/out}$	–	–	–	–	0.4	–	–	–	pF
Quiescent Current (AL)	MC145100	I_{DD}	5	–	200	–	55	110	–	70	μA
			10	–	400	–	115	230	–	100	
			15	–	600	–	170	340	–	200	
	MC142100	I_{DD}	5	–	5	–	0.003	5	–	150	μA
			10	–	10	–	0.004	10	–	300	
			15	–	20	–	0.006	20	–	600	
Quiescent Current (CL, CP Device)	MC145100	I_{DD}	5	–	250	–	55	150	–	80	μA
			10	–	500	–	115	300	–	150	
			15	–	800	–	170	600	–	300	
	MC142100	I_{DD}	5	–	5	–	0.003	5	–	150	μA
			10	–	10	–	0.004	10	–	300	
			15	–	20	–	0.006	20	–	600	
On-State Resistance See Figures 8-10		R_{on}	5	–	270	–	250	300	–	375	Ω
			10	–	140	–	110	170	–	230	
$V_{in} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$			15	–	90	–	85	115	–	145	
On-State Resistance Difference Between Any Two Switches		ΔR_{on}	5	–	–	–	25	30	–	–	Ω
			10	–	–	–	15	25	–	–	
$V_{in} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$ See Figure 6			15	–	–	–	15	20	–	–	
Input/Output Leakage Current, Switch Off	AL	$I_{in/out}$	15	–	±100	–	±0.4	±100	–	±1000	nA
	CL, CP		15	–	±300	–	±0.4	±300	–	±1000	

* T_{low} = −55°C for AL Device, −40°C for CL/CP Device
T_{high} = +125°C for AL Device, ±85°C for CL/CP Device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC142100, MC145100

SWITCHING CHARACTERISTICS (V_{SS} = 0, T_A = 25°C, C_L = 50 pF)

Characteristics		Symbol	V_{DD} Vdc	Min	Typ	Max	Unit
Propagation Delay Times	V_{SS} = 0 Vdc						
Input to Output		t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	30	80	ns
			10	–	15	30	
			15	–	10	20	
Strobe to Output							
Output "1" to High Impedance	MC142100	t_{PLZ}, t_{PHZ}	5	–	350	700	ns
Output "0" to High Impedance			10	–	175	350	
			15	–	125	250	
Output "1" to High Impedance	MC145100	t_{PLZ}, t_{PHZ}	5	–	520	1040	ns
Output "0" to High Impedance			10	–	215	430	
			15	–	140	280	
High Impedance to Output "1"	MC142100	t_{PZH}, t_{PZL}	5	–	300	600	ns
High Impedance to Output "0"			10	–	150	250	
			15	–	80	160	
High Impedance to Output "1"	MC145100	t_{PZH}, t_{PZL}	5	–	550	1100	ns
High Impedance to Output "0"			10	–	200	400	
			15	–	130	260	
Data In to Output	MC142100	t_{PZH}, t_{PHZ}	5	–	300	600	ns
		t_{PZL}, t_{PLZ}	10	–	110	220	
			15	–	75	150	
Data In to Output	MC145100	t_{PZH}, t_{PHZ}	5	–	500	1000	ns
		t_{PZL}, t_{PLZ}	10	–	200	400	
			15	–	120	240	
Address to Output	MC142100	t_{PZH}, t_{PHZ}	5	–	350	700	ns
		t_{PZL}, t_{PLZ}	10	–	135	270	
			15	–	90	180	
Address to Output	MC145100	t_{PZL}, t_{PLZ}	5	–	500	1000	ns
		t_{PZH}, t_{PHZ}	10	–	180	360	
See Figure 2			15	–	115	230	
Minimum Setup Time							
Data In to Strobe	MC142100	t_{su}	5	–	50	150	ns
			10	–	10	50	
			15	–	0	30	
Data In to Strobe	MC145100	t_{su}	5	–	100	200	ns
			10	–	40	80	
			15	–	25	50	
Minimum Hold Time							
Data In to Strobe	MC142100	t_h	5	–	50	250	ns
			10	–	20	150	
			15	–	10	50	
Data In to Strobe	MC145100	t_h	5	–	40	400	ns
			10	–	10	200	
			15	–	0	80	
Minimum Set Up Time	MC142100	t_{su}	5	–	0	180	ns
Address to Strobe	MC145100		10	–	0	50	
			15	–	0	30	ns
Minimum Hold Time	MC142100	t_h	5	–	0	110	ns
Address to Strobe	MC145100		10	–	0	45	
			15	–	0	30	
Minimum Strobe Pulse Width	MC142100	t_{WH}	5	–	150	320	ns
	MC145100		10	–	50	160	
			15	–	40	80	

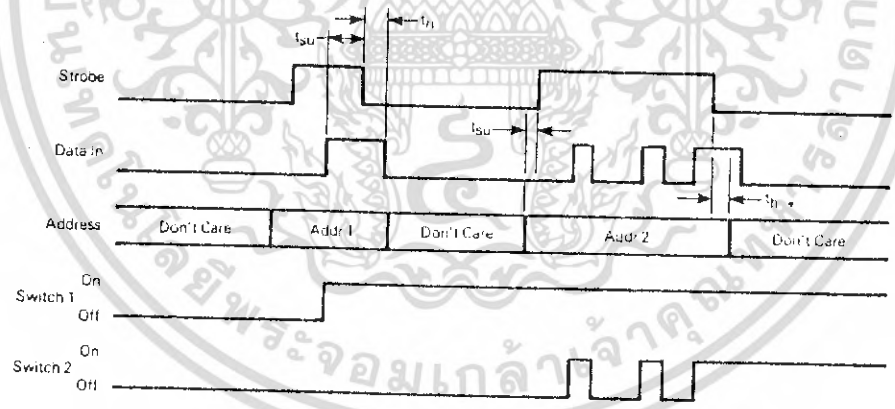
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (continued) (V_{SS} = 0, T_A = 25°C, C_L = 50 pF)

Characteristics		Symbol	V_{DD} Vdc	Min	Typ	Max	Unit
Sine Wave Distortion (R_L = 1 kΩ, f = 1 kHz)	See Figure 3	–	10	–	0.5	–	%
Frequency Response (Switch On) (R_L = 1kΩ, 20 Log_{10} V_{out}/V_{in} = – 3.0 dB)	See Figure 3	–	10	–	15	–	MHz
Feedthrough Attenuation (Switch Off) (V_{in} = 10 Vpp, F = 1.6 kHz, R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF)	See Figure 3	–	10	–	– 80	–	dB
Frequency for Signal Crosstalk (V_{in} = 10 Vpp, Switch A On, Switch B Off, R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF)	– 40 dB	–	10	–	1500	–	kHz
	– 110 dB See Figure 4	–	–	–	0.1	–	kHz
Crosstalk Controls to Output (R_L = 10 kΩ)	See Figure 5	–	10	–	70	–	mV

Address				Switch Selected		MC145100 Only Switches Cleared			Address				Switch Selected		MC145100 Only Switches Cleared		
A	B	C	D						A	B	C	D					
0	0	0	0	C1R1	0	1	2	3	0	0	0	1	C1R3	8	9	10	11
1	0	0	0	C2R1	1	0	2	3	1	0	0	1	C2R3	9	8	10	11
0	1	0	0	C3R1	2	0	1	3	0	1	0	1	C3R3	10	8	9	11
1	1	0	0	C4R1	3	0	1	2	1	1	0	1	C4R3	11	8	9	10
0	0	1	0	C1R2	4	5	6	7	0	0	1	1	C1R4	12	13	14	15
1	0	1	0	C2R2	5	4	6	7	1	0	1	1	C2R4	13	12	14	15
0	1	1	0	C3R2	6	4	5	7	0	1	1	1	C3R4	14	12	13	15
1	1	1	0	C4R2	7	4	5	6	1	1	1	1	C4R4	15	12	13	14

TIMING DIAGRAM
MC145100/MC142100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

FIGURE 1 — INPUT VOLTAGE

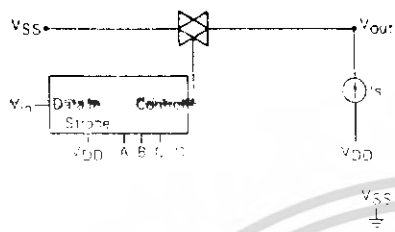


FIGURE 2 — PROPAGATION DELAY TIME

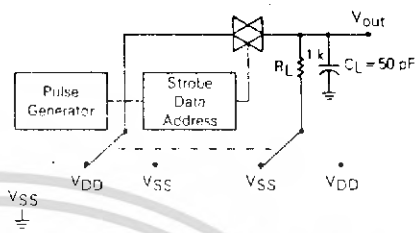


FIGURE 3 — BANDWIDTH AND FEEDTHROUGH ATTENUATION

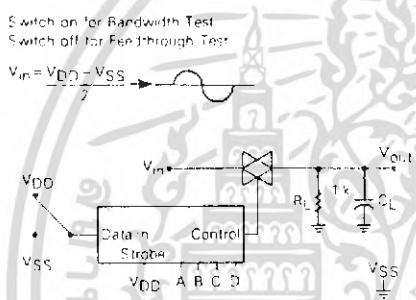


FIGURE 4 — CROSSTALK BETWEEN ANY TWO SWITCHES

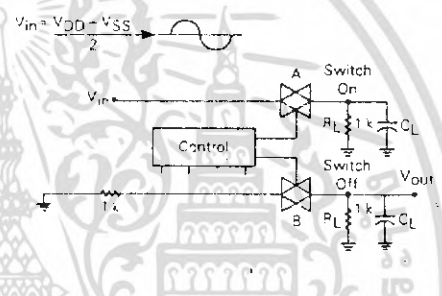
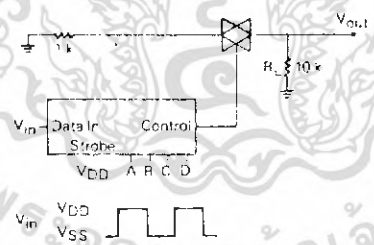
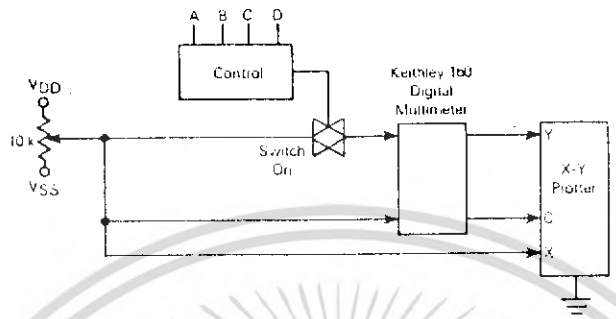


FIGURE 5 — CROSSTALK CONTROL TO OUTPUT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 6 – CHANNEL RESISTANCE (R_{ON}) TEST CIRCUIT



TYPICAL RESISTANCE CHARACTERISTICS

FIGURE 7 – COMPARISON AT 25°C

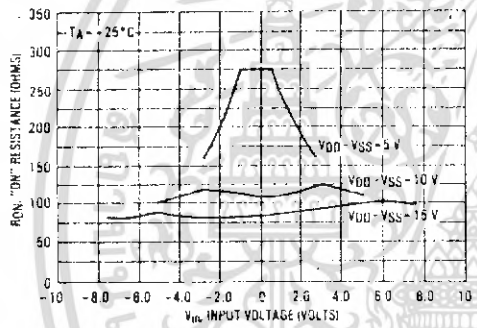


FIGURE 8 – V_{DD} = 2.5 V, V_{SS} = – 2.5 V

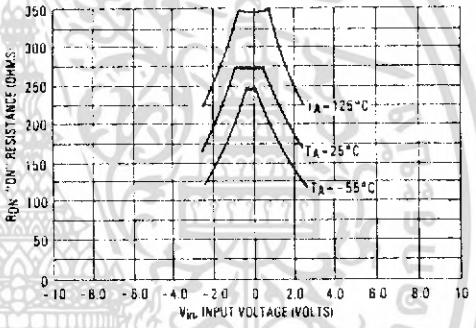


FIGURE 9 – V_{DD} = 5.0 V, V_{SS} = – 5.0 V

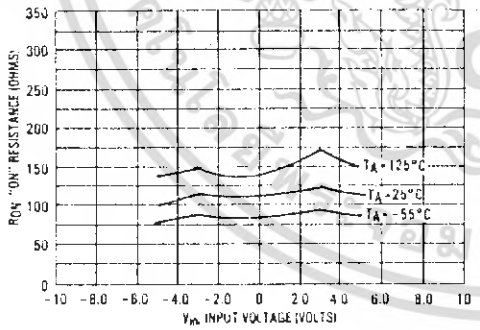
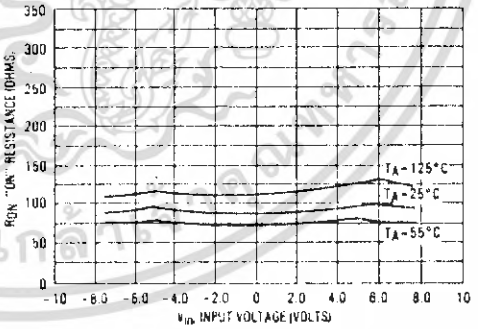


FIGURE 10 – V_{DD} = 7.5 V, V_{SS} = – 7.5 V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR
TECHNICAL DATA

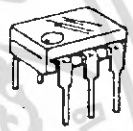
6-Pin DIP Optoisolators
Transistor Output

4N25
4N25A
4N26
4N27
4N28

6-PIN DIP
OPTOISOLATORS
TRANSISTOR OUTPUT

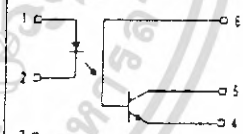
These devices consist of a gallium arsenide infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon phototransistor detector.

- Convenient Plastic Dual-in-Line Package
- Most Economical Optoisolator
- High Input-Output Isolation Guaranteed — 7500 Volts Peak
- Meets or Exceeds All JEDEC Registered Specifications
- UL Recognized, File Number E54915
- VDE approved per standard 0883/6.80 (Certificate number 41853), with additional approval to DIN IEC380/VDE0806, IEC435/VDE0805, IEC65/VDE0860, VDE110b, covering all other standards with equal or less stringent requirements, including IEC204/VDE0113, VDE0160, VDE0832, VDE0833, etc.
- Special lead form available (add suffix "T" to part number) which satisfies VDE0883/6.80 requirement for 8 mm minimum creepage distance between input and output solder pads.
- Various lead form options available. Consult "Optoisolator Lead Form Options" data sheet for details.



CASE 730A-02
PLASTIC

SCHEMATIC



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

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

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
LED Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Output Detector	P_D	120	mW
Derate above 25°C		1.41	mW/°C
OUTPUT TRANSISTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	Volts
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}	7	Volts
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	Volts
Collector Current — Continuous	I_C	150	mA
Detector Power Dissipation @ T_A = 25°C with Negligible Power in Input LED	P_D	150	mW
Derate above 25°C		1.76	mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 sec Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Device Power Dissipation @ T_A = 25°C	P_D	250	mW
Derate above 25°C		2.94	mW/°C
Ambient Operating Temperature Range	T_A	−55 to +100	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−55 to +150	°C
Soldering Temperature (10 sec, 1/16" from case)	T_{sol}	260	°C

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

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

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Forward Voltage (I_F = 10 mA)	T_A = 25°C T_A = −55°C T_A = 100°C	V_F	— — —	1.15 1.3 1.05	1.5 — —	Volts
Reverse Leakage Current (V_R = 3 V)		I_R	—	—	100	μA
Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_J	—	18	—	pF
OUTPUT TRANSISTOR						
Collector-Emitter Dark Current (V_{CE} = 10 V, T_A = 25°C	4N25,25A,26,27 4N28	I_{CEO}	— —	1 1	50 100	nA
(V_{CE} = 10 V, T_A = 100°C)	All Devices	I_{CEO}	—	1	—	μA
Collector-Base Dark Current (V_{CB} = 10 V)		I_{CBO}	—	0.2	—	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1 mA)		$V_{(BR)CEO}$	30	45	—	Volts
Collector-Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μA)		$V_{(BR)CBO}$	70	100	—	Volts
Emitter-Collector Breakdown Voltage (I_E = 100 μA)		$V_{(BR)ECO}$	7	7.8	—	Volts
DC Current Gain (I_C = 2 mA, V_{CE} = 5 V)		h_{FE}	—	500	—	—
Collector-Emitter Capacitance (f = 1 MHz, V_{CE} = 0)		C_{CE}	—	7	—	pF
Collector-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{CB} = 0)		C_{CB}	—	19	—	pF
Emitter-Base Capacitance (f = 1 MHz, V_{EB} = 0)		C_{EB}	—	9	—	pF
COUPLED						
Output Collector Current (I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V)	4N25,25A,26 4N27,28	I_C	2 1	7 5	— —	mA
Collector-Emitter Saturation Voltage (I_C = 2 mA, I_F = 50 mA)		$V_{CE(sat)}$	—	0.15	0.5	Volts
Turn-On Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_{on}	—	2.8	—	μs
Turn-Off Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_{off}	—	4.5	—	μs
Rise Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_r	—	1.2	—	μs
Fall Time (I_F = 10 mA, V_{CC} = 10 V, R_L = 100 Ω)		t_f	—	1.3	—	μs
Isolation Voltage (f = 60 Hz, t = 1 sec)		V_{ISO}	7500	—	—	Vac(pk)
Isolation Resistance (V = 500 V)		R_{ISO}	10^{11}	—	—	Ω
Isolation Capacitance (V = 0 V, f = 1 MHz)		C_{ISO}	—	0.2	—	pF

TYPICAL CHARACTERISTICS

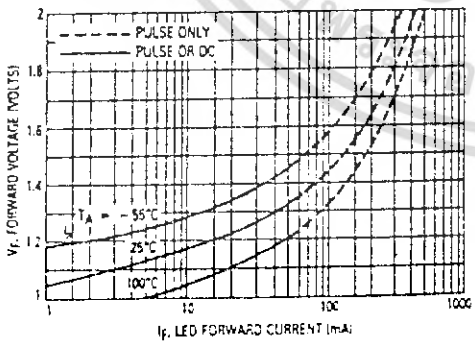


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

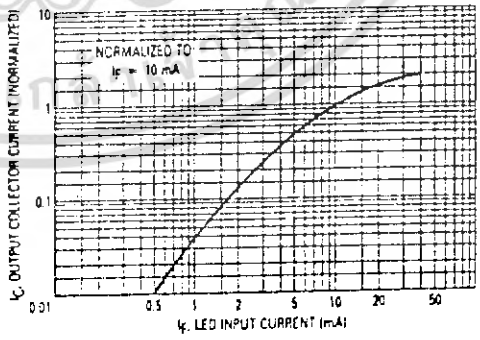


Figure 2. Output Current versus Input Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

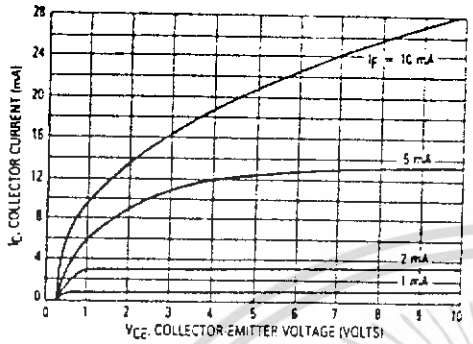


Figure 3. Collector Current versus Collector-Emitter Voltage

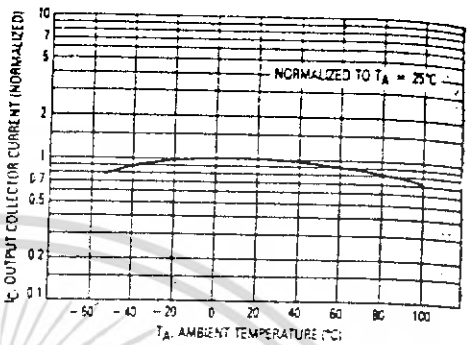


Figure 4. Output Current versus Ambient Temperature

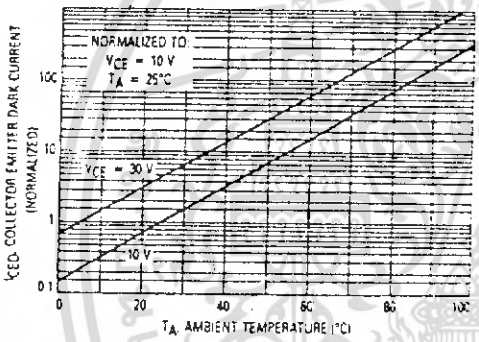


Figure 5. Dark Current versus Ambient Temperature

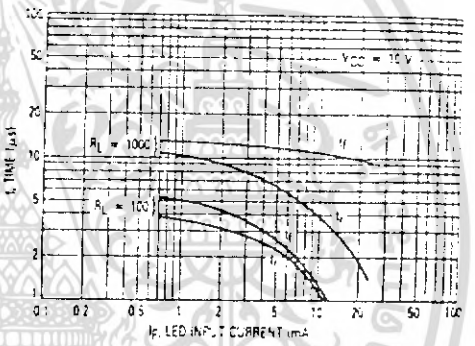


Figure 6. Rise and Fall Times

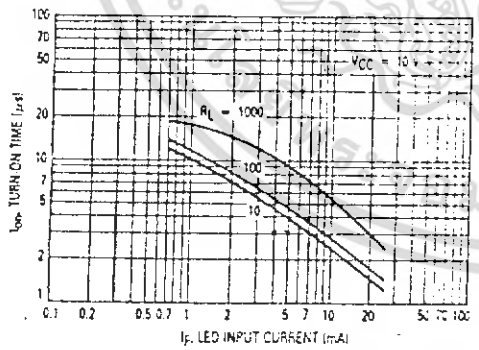


Figure 7. Turn-On Switching Times

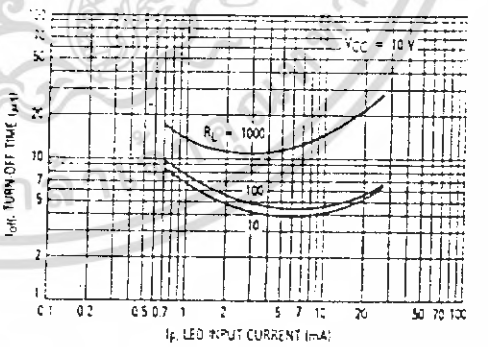


Figure 8. Turn-Off Switching Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4N25, 4N25A, 4N26, 4N27, 4N28

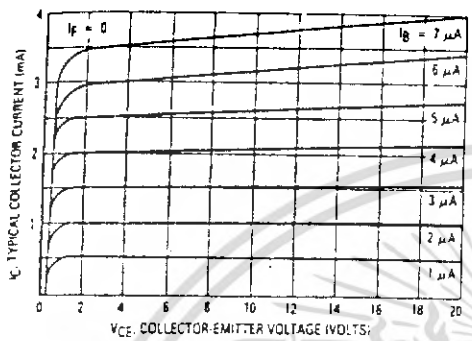


Figure 9. DC Current Gain (Detector Only)

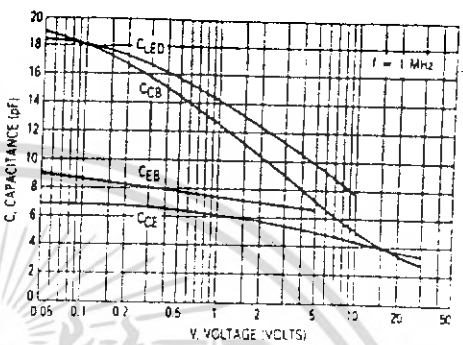


Figure 10. Capacitances versus Voltage

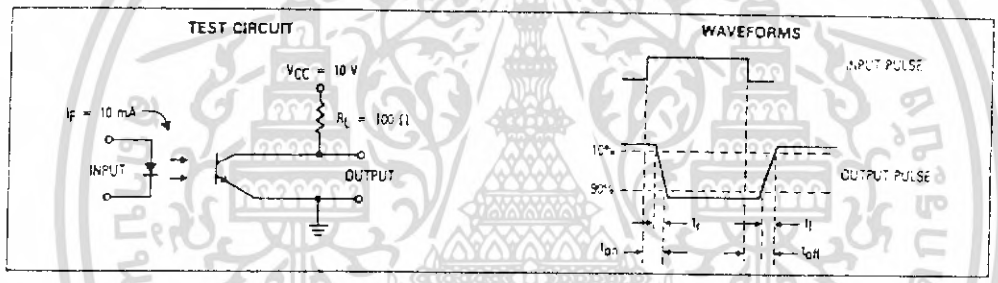
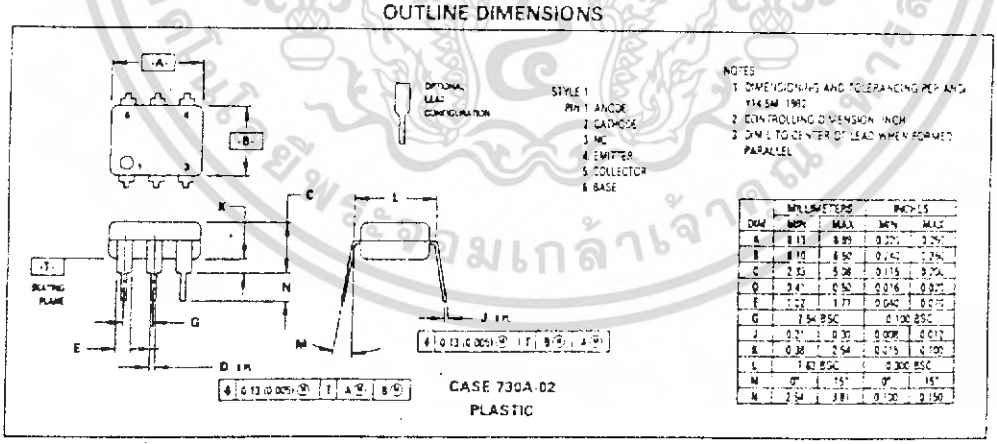


Figure 11. Switching Times

OUTLINE DIMENSIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4017AB

CMOS DECADE COUNTER/DIVIDER

FEATURES

- 10 Decoded Decimal Outputs
- Direct Reset
- Trigger from either Edge of Clock Input
- Carry Output for Cascading Stages
- Fully Static Operation - DC to 5MHz @ 10Vdc

DESCRIPTION

The SCL4017AB consists of a 5-stage Johnson Decade Counter and an Output Decoder. Inputs include Clock, Reset, and Clock Enable signals.

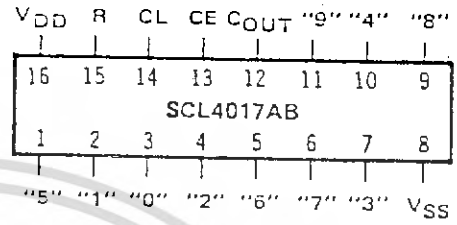
The counter has interchangeable Clock and Clock Enable lines for incrementing on either a positive-going or negative-going transition, respectively. A high Reset signal clears the counter to its zero count.

Use of the Johnson decade counter configuration permits high-speed operation, 2-input decode gating, and spike-free decoded outputs. Anti-lock gating is provided, thus assuring proper counting sequence. The 10 decoded outputs are normally low and go high only at their respective decoded time slot. Each decoded output remains high for one full clock cycle. A Carry-out (C_{OUT}) signal completes one cycle every 10 clock input cycles and is used to directly clock the succeeding counter in multi-stage applications.

This part can be used in frequency division circuits as well as decade counter or decimal decode display applications.

CONNECTION DIAGRAM

(all packages)



Add suffix for package:

C	16-pin Cerdip
D	16-pin Ceramic
E	16-pin Epoxy
F	16-pin Flat
H	Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

FUNCTIONAL TRUTH TABLE

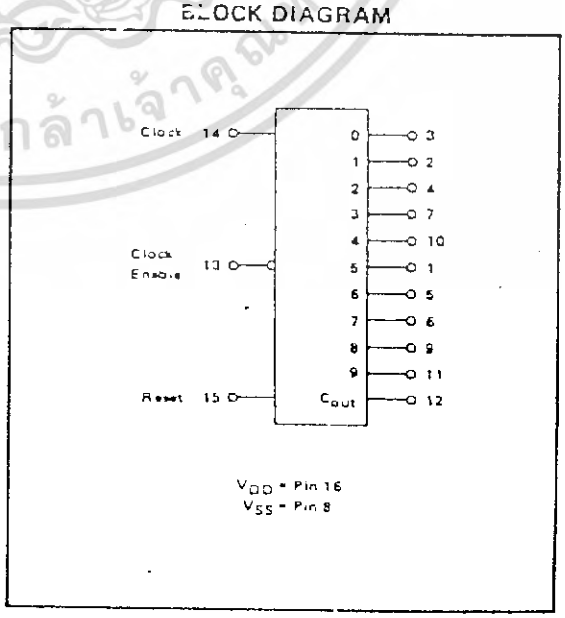
(Positive Logic)

Clock	Clock Enable	Reset	Decode Output = n
0	X	0	n
X	1	0	n
X	X	1	"0"
⌐	0	0	n + 1
¬	X	0	n
X	⌐	0	n
1	¬	0	n + 1

X = Don't Care

If n < 5 Carry = "1", Otherwise = "0"

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS [1]

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW} [2] Min.	T_{LOW} [2] Max.	+25°C Min.	+25°C Typ.	+25°C Max.	T_{HIGH} [2] Min.	T_{HIGH} [2] Max.	Units
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5	$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}	–	5	–	0.05	5	–	150	µAdc
		10	All valid input	–	10	–	0.1	10	–	300	
		15	combinations	–	20	–	0.2	20	–	600	
OUTPUT HIGH (SOURCE) CURRENT											
C, D, F, H device	I_{OH}										
Decoded Outputs		5	V_{OH} = 4.6V	-0.05	–	-0.04	-0.3	–	-0.028	–	mAdc
		10	V_{OH} = 9.5V	-0.125	–	-0.1	-0.75	–	-0.07	–	
		15	V_{OH} = 13.5V	-0.375	–	-0.3	-2.5	–	-0.21		
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
Carry Output		5	V_{OH} = 4.6V	-0.25	–	-0.2	-0.75	–	-0.14	–	mAdc
		10	V_{OH} = 9.5V	-0.62	–	-0.5	-1.1	–	-0.35	–	
		15	V_{OH} = 13.5V	-1.9	–	-1.5	-3.5	–	-1.1	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
E device	I_{OH}										
Decoded Outputs		5	V_{OH} = 4.6V	-0.048	–	-0.04	-0.3	–	-0.032	–	mAdc
		10	V_{OH} = 9.5V	-0.12	–	-0.1	-0.75	–	-0.08	–	
		15	V_{OH} = 13.5V	-0.36	–	-0.3	-2.5	–	-0.24	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
Carry Output		5	V_{OH} = 4.6V	-0.24	–	-0.2	-0.75	–	-0.16	–	mAdc
		10	V_{OH} = 9.5V	-0.6	–	-0.5	-1.1	–	-0.4	–	
		15	V_{OH} = 13.5V	-1.8	–	-1.5	-3.5	–	-1.2	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
OUTPUT LOW (SINK) CURRENT											
C, D, F, H device	I_{OL}										
Decoded Outputs		5	V_{OL} = 0.4V	0.05	–	0.04	0.4	–	0.028	–	mAdc
		10	V_{OL} = 0.5V	0.125	–	0.1	1.0	–	0.07	–	
		15	V_{OL} = 1.5V	0.375	–	0.3	3.0	–	0.21	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
Carry Output		5	V_{OL} = 0.4V	0.25	–	0.2	0.75	–	0.14	–	mAdc
		10	V_{OL} = 0.5V	0.62	–	0.5	1.3	–	0.35	–	
		15	V_{OL} = 1.5V	1.9	–	1.5	4.0	–	1.1	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
E device	I_{OL}										
Decoded Outputs		5	V_{OL} = 0.4V	0.048	–	0.04	0.4	–	0.032	–	mAdc
		10	V_{OL} = 0.5V	0.12	–	0.1	1.0	–	0.08	–	
		15	V_{OL} = 1.5V	0.36	–	0.3	3.0	–	0.24	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								
Carry Output		5	V_{OL} = 0.4V	0.24	–	0.2	0.75	–	0.16	–	mAdc
		10	V_{OL} = 0.5V	0.6	–	0.5	1.3	–	0.4	–	
		15	V_{OL} = 1.5V	1.8	–	1.5	4.0	–	1.2	–	
			$V_{IN}=V_{SS}$ or V_{DD}								

NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".

[2] T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4017AB

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

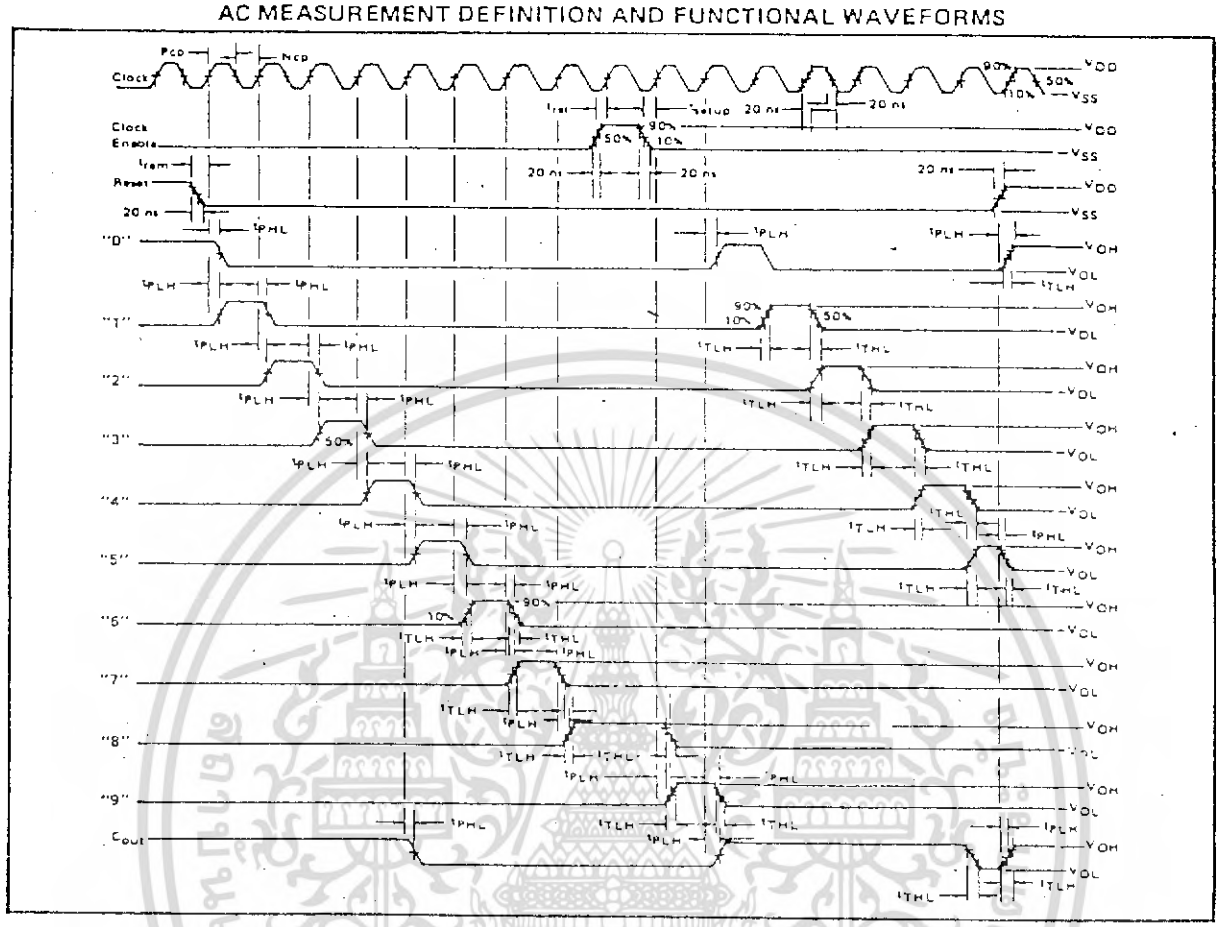
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME To Decoded Outputs	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	600	1200	ns
		10	–	240	480	
		15	–	180	360	
To Carry Output	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	500	1000	ns
		10	–	200	400	
		15	–	150	300	
OUTPUT TRANSITION TIME Decoded Outputs	t_{TLH}, t_{THL}	5	–	250	500	ns
		10	–	125	250	
		15	–	90	180	
Carry Output	t_{TLH}, t_{THL}	5	–	180	360	ns
		10	–	90	180	
		15	–	65	130	
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW_{CL}	5	–	200	400	ns
		10	–	100	200	
		15	–	80	160	
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f_{CL}	5	1.25	2.5	–	MHz
		10	2.5	5.0	–	
		15	3.0	6.0	–	
MAXIMUM CLOCK OR ENABLE RISE AND FALL TIME	t_{rCL}, t_{fCL}	5	15	–	–	μs
		10	15	–	–	
		15	5	–	–	
MINIMUM ENABLE SETUP TIME	t_{setup}	5	–	175	350	ns
		10	–	75	150	
		15	–	55	110	
MINIMUM ENABLE REMOVAL TIME	t_{rem}	5	–	250	500	ns
		10	–	100	200	
		15	–	75	150	
RESET OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME To Decoded Outputs	t_{PLH}, t_{PHL}	5	–	500	1000	ns
		10	–	200	400	
		15	–	140	280	
To Carry Output	t_{PLH}	5	–	400	800	ns
		10	–	150	300	
		15	–	110	220	
MINIMUM RESET PULSE WIDTH	PW_R	5	–	150	300	ns
		10	–	75	150	
		15	–	60	120	
RESET REMOVAL TIME	t_{rem}	5	–	250	500	ns
		10	–	100	200	
		15	–	80	160	

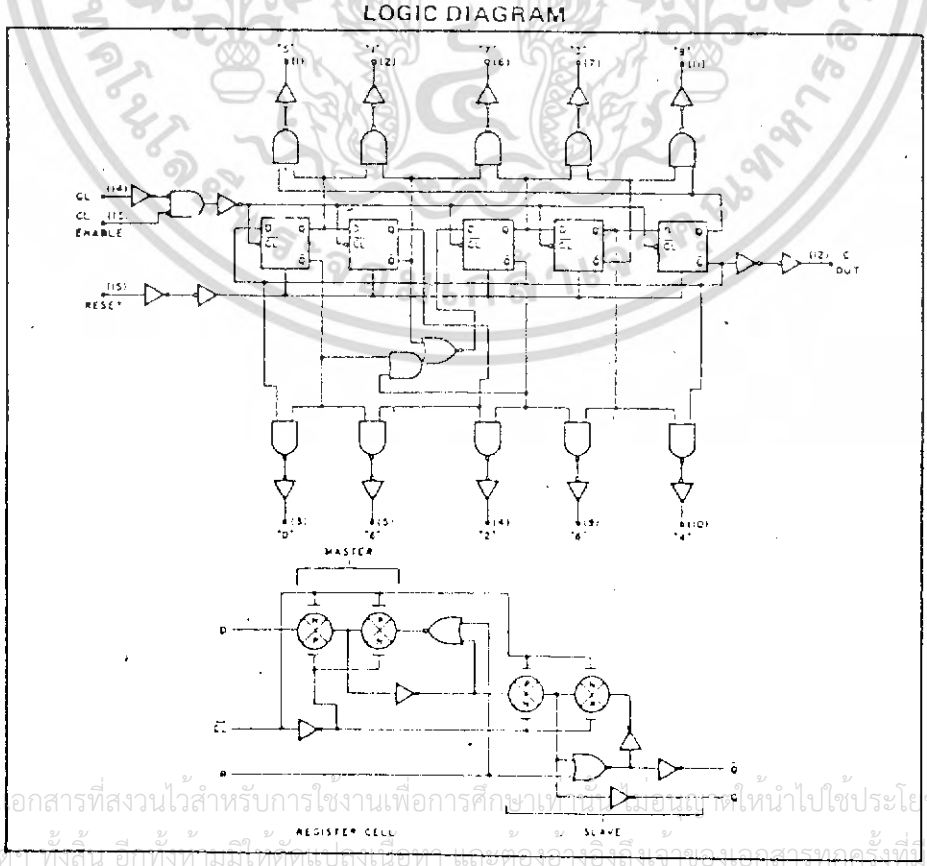
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4017AB

AC MEASUREMENT DEFINITION AND FUNCTIONAL WAVEFORMS



LOGIC DIAGRAM



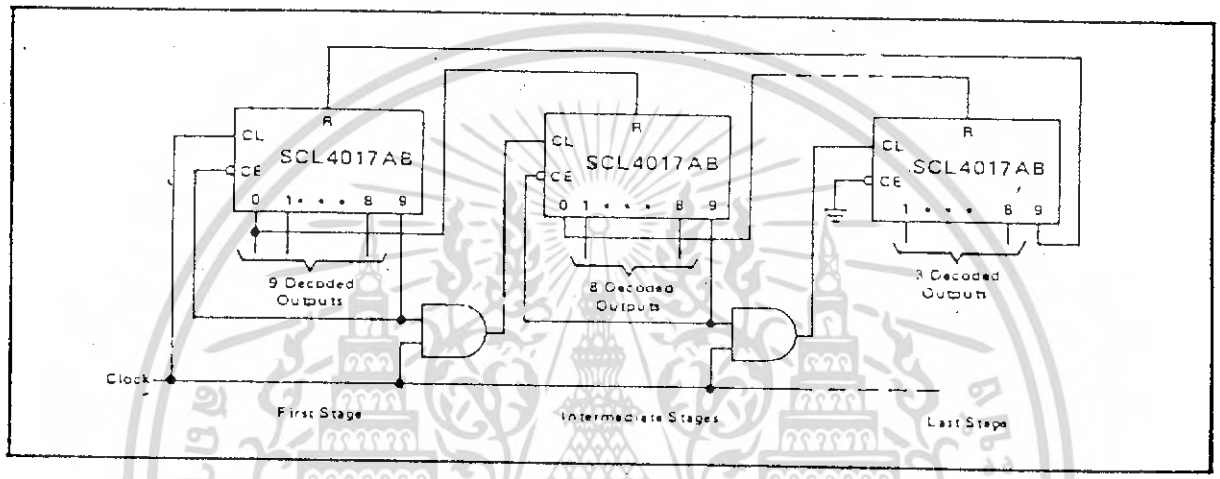
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4017AB

APPLICATIONS INFORMATION

COUNTER EXPANSION

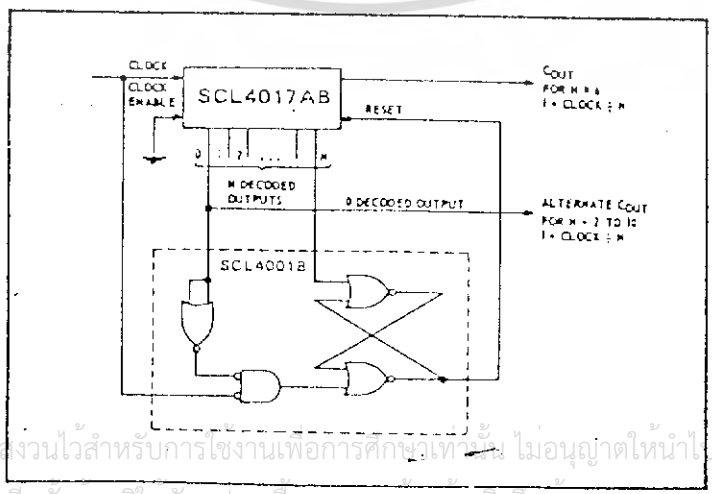
This figure shows a technique for extending the number of decoded output states for the SCL4017AB. Decoded outputs are sequential within each stage and from stage to stage, with no dead time (except propagation delay).



DIVIDE-BY-N COUNTER

When the Nth decoded output is reached (Nth clock pulse), the S-R flip-flop (constructed from the SCL4001B) generates a reset pulse which clears the SCL4017AB to its zero count. At this time, if the Nth decoded output is greater than or equal to 6, the C_{OUT} line goes high to clock the next counter section. The "0" decoded output also goes high at this time. Coincidence of the clock "low" and decoded "0" output "high" resets the S-R flip-flop to enable the SCL4017AB.

If the Nth decoded output is less than 6, the C_{OUT} line will not go high, and, therefore, cannot be used. In this case, the "0" decoded output may be used to perform the clock function for the next counter.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4528B

CMOS DUAL MONOSTABLE MULTIVIBRATOR

FEATURES

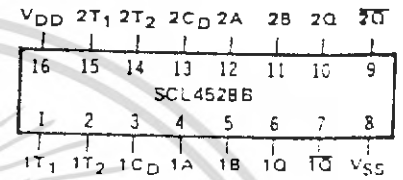
- Two Independent Multivibrators on One Chip
- Triggerable from Leading- or Trailing-Edge Pulse
- Retriggerable
- Resettable
- Q and $\overline{Q}$ Buffered Outputs Available
- Wide Range of Output Pulse Widths

DESCRIPTION

The SCL4528B Dual Multivibrator provides stable retriggerable/resettable one-shot operation for any fixed-voltage timing application. Timing for the circuit is controlled by an external resistor-capacitor combination (R_x-C_x). Adjustment of these components permits generation of output pulse widths from nanoseconds to minutes. Leading-edge and trailing-edge Trigger inputs are provided, and both positive-going and negative-going pulses are available from complementary outputs.

Timing pulses may be terminated at any time by applying a low logic level to the Reset input C_D.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

C	16-pin Cerdip
D	16-pin Ceramic
E	16-pin Epoxy
F	16-pin Flat
H	Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

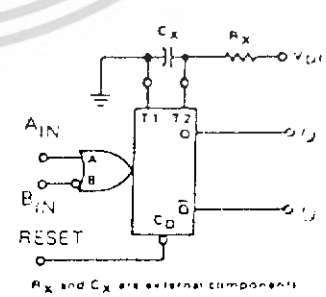
DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
C_D	A	B	Q	$\overline{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	↑	H	⎍	⎎
H	L	↓	⎍	⎎

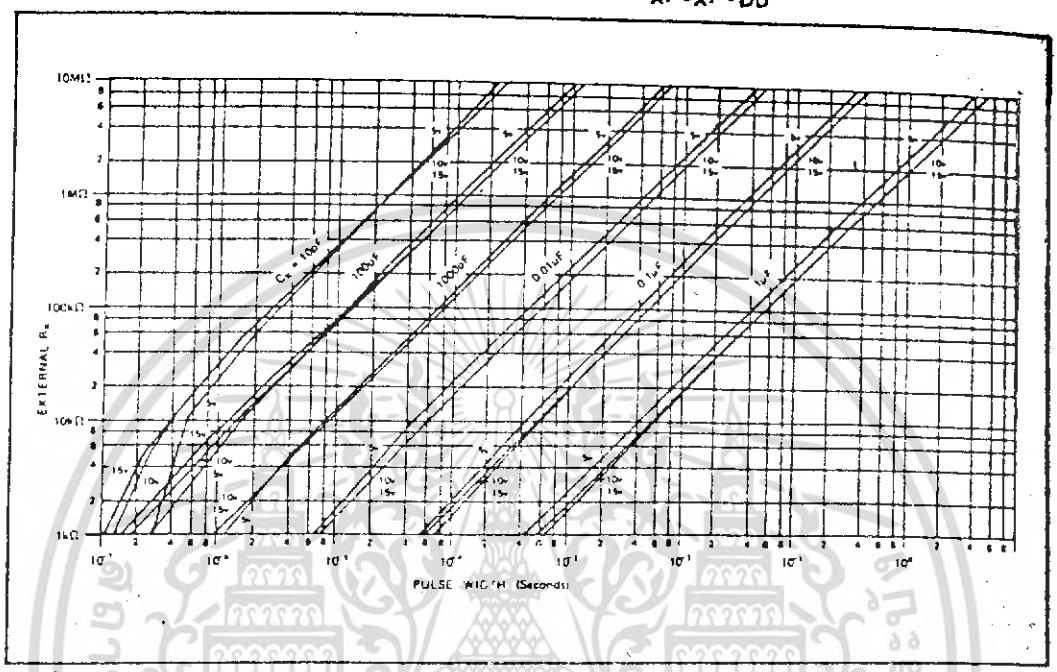
H = High Level (Steady State)
L = Low Level (Steady State)
↑ = Transition, Low-to-High
↓ = Transition, High-to-Low
X = Irrelevant (Inc. Transitions)
⎍ = One High-Level Pulse
⎎ = One Low-Level Pulse

BLOCK DIAGRAM
(one of two devices)

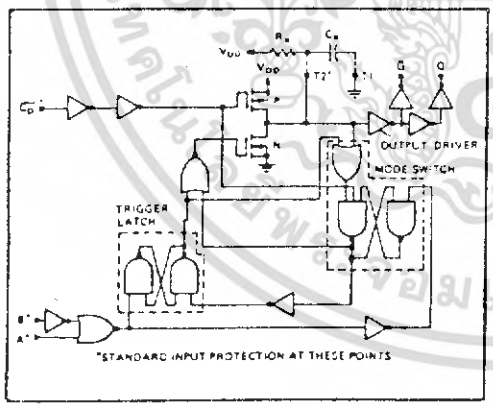


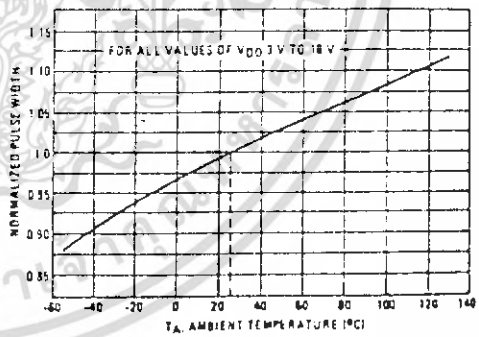
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4528B PULSE WIDTH VS. R_X, C_X, V_{DD}



LOGIC DIAGRAM





Normalized Pulse Width versus Temperature

Notes:

There is no effective maximum limit on R_X; recommended minimum value for R_x is 1KΩ. There are no restrictions on the value of C_x.

For proper operation all unused inputs should be tied to a logic level. The mode point (T2) of a unused half of device should be tied high through an external resistor to V_{DD}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

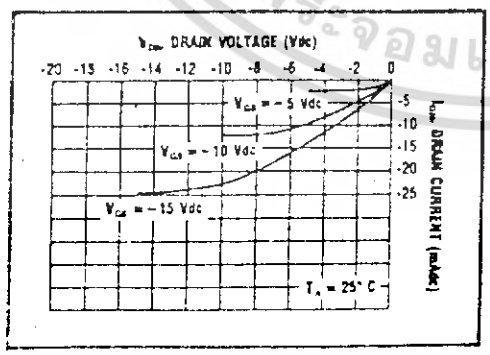
STATIC CHARACTERISTICS [1]

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T_{LOW} [2] Min.	T_{LOW} [2] Max.	+25°C Min.	+25°C Typ.	+25°C Max.	T_{HIGH} [2] Min.	T_{HIGH} [2] Max.	Units
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I_{DD}	5	$V_{IN} = V_{SS}$ or V_{DD}	–	5	–	0.05	5	–	150	μAdc
		10	All valid input	–	10	–	0.1	10	–	300	
		20	combinations	–	20	–	0.2	20	–	600	

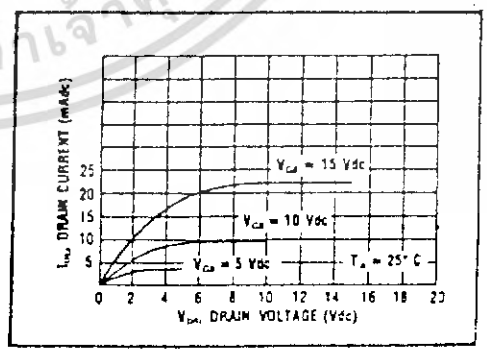
NOTES: [1] Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
[2] T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER		Cx (pF)	Rx (kΩ)	V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME	t_{PLH}, t_{PHL}							
From A or B		15	5	5	–	270	540	ns
				10	–	90	180	
				15	–	70	140	
		1000	10	5	–	510	1020	ns
				10	–	170	340	
				15	–	120	240	
From C_D		15	5	5	–	270	540	ns
				10	–	90	180	
				15	–	70	140	
		1000	10	5	–	550	1100	ns
				10	–	300	600	
				15	–	250	500	
OUTPUT TRANSITION TIME	t_{TLH}, t_{THL}							
		–	–	5	–	130	260	ns
				10	–	65	130	
				15	–	50	100	
* Note: Q Output	t_{TLH}	15	5	5	–	130	260	ns
				10	–	65	130	
				15	–	50	100	
		1000	10	5	–	270	540	ns
				10	–	240	480	
				15	–	220	440	
MINIMUM INPUT PULSE WIDTH A or B Input	PW_{in}	–	–	5	–	70	140	ns
				10	–	30	60	
				15	–	25	50	
OUTPUT PULSE WIDTH MATCH Same package	ΔPW_{out}	1000	10	5	–	± 7.5	±15	%
				10	–	±10	±20	
				15	–	±10	±20	
Different packages		1000	10	5	–	–	±50	%
				10	–	–	±50	
				15	–	–	±50	



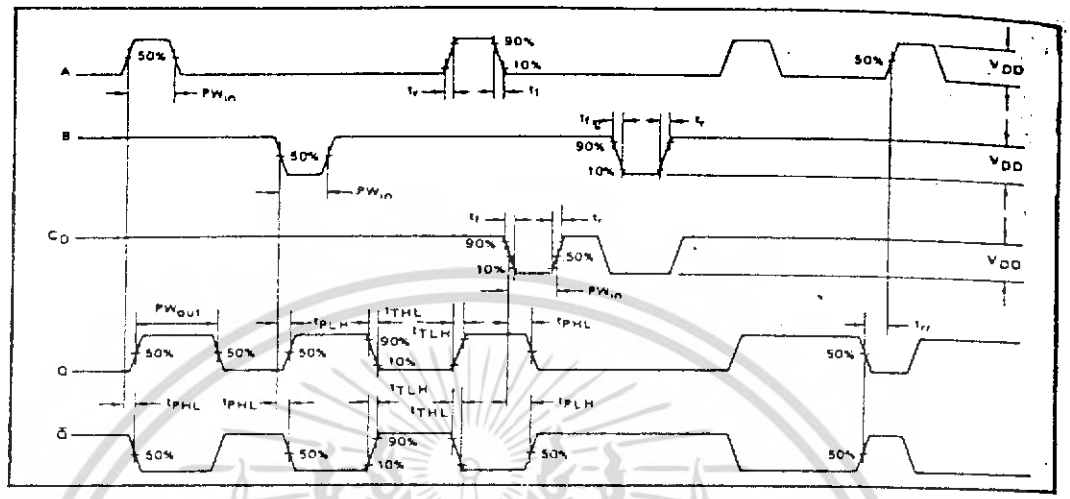
Typical P-Channel
Source Current Characteristics



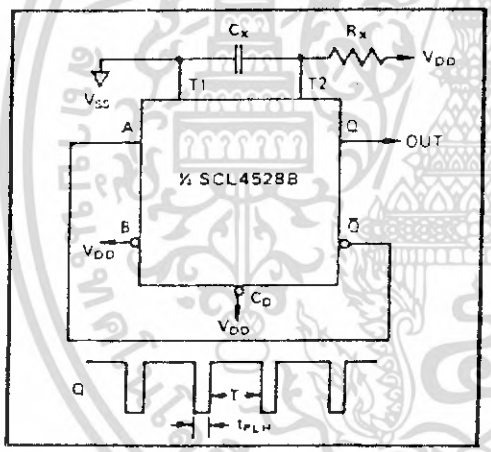
Typical N-Channel
Sink Current Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

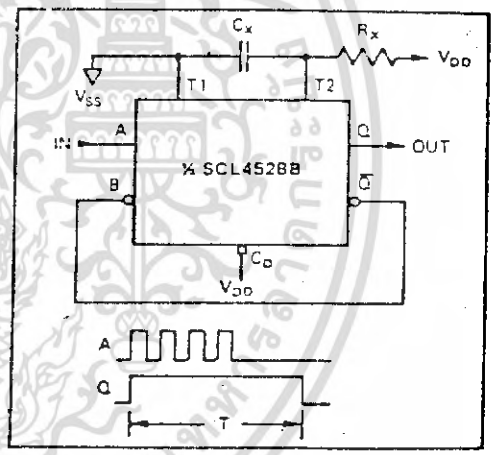
AC TEST WAVEFORMS



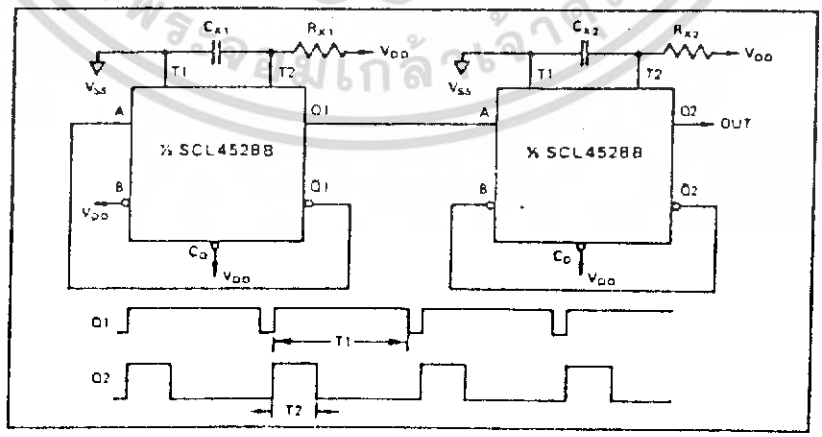
APPLICATIONS INFORMATION



Astable Operation



Connection for Non-Retriggerable Operation



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

intel

8255A/8255A-5
PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability
- Available in EXPRESS
  - —Standard Temperature Range
  - —Extended Temperature Range

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 5 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

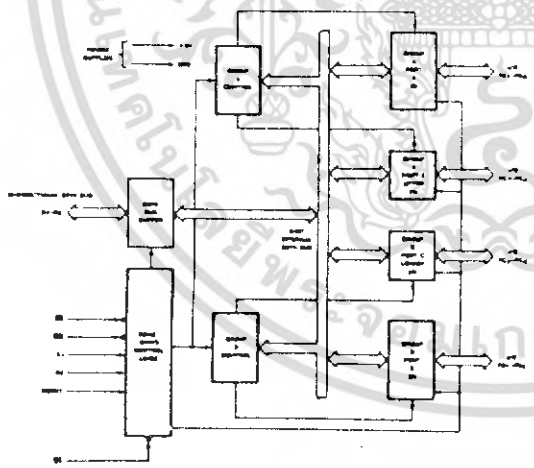


Figure 1. 8255A Block Diagram

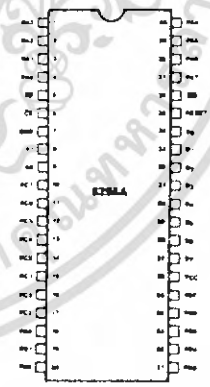


Figure 2. Pin Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255A FUNCTIONAL DESCRIPTION

General

The 8255A is a programmable peripheral interface (PPI) device designed for use in Intel® microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 8255A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 8255A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

($\overline{CS}$)

Chip Select. A "low" on this input pin enables the communiction between the 8255A and the CPU.

($\overline{RD}$)

Read. A "low" on this input pin enables the 8255A to send the data or status information to the CPU on the data bus. In essence, it allows the CPU to "read from" the 8255A.

($\overline{WR}$)

Write. A "low" on this input pin enables the CPU to write data or control words into the 8255A.

(A_0 and A_1)

Port Select 0 and Port Select 1. These input signals, in conjunction with the RD and WR inputs, control the selection of one of the three ports or the control word registers. They are normally connected to the least significant bits of the address bus (A_0 and A_1).

8255A BASIC OPERATION

A_1	A_0	$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	$\overline{CS}$	INPUT OPERATION (READ)
0	0	0	1	0	PORT A – DATA BUS
0	1	0	1	0	PORT B – DATA BUS
1	0	0	1	0	PORT C – DATA BUS
					OUTPUT OPERATION (WRITE)
0	0	1	0	0	DATA BUS – PORT A
0	1	1	0	0	DATA BUS – PORT B
1	0	1	0	0	DATA BUS – PORT C
1	1	1	0	0	DATA BUS – CONTROL
					DISABLE FUNCTION
X	X	X	X	1	DATA BUS – 3-STATE
1	1	0	1	0	ILLEGAL CONDITION
X	X	1	1	0	DATA BUS – 3-STATE

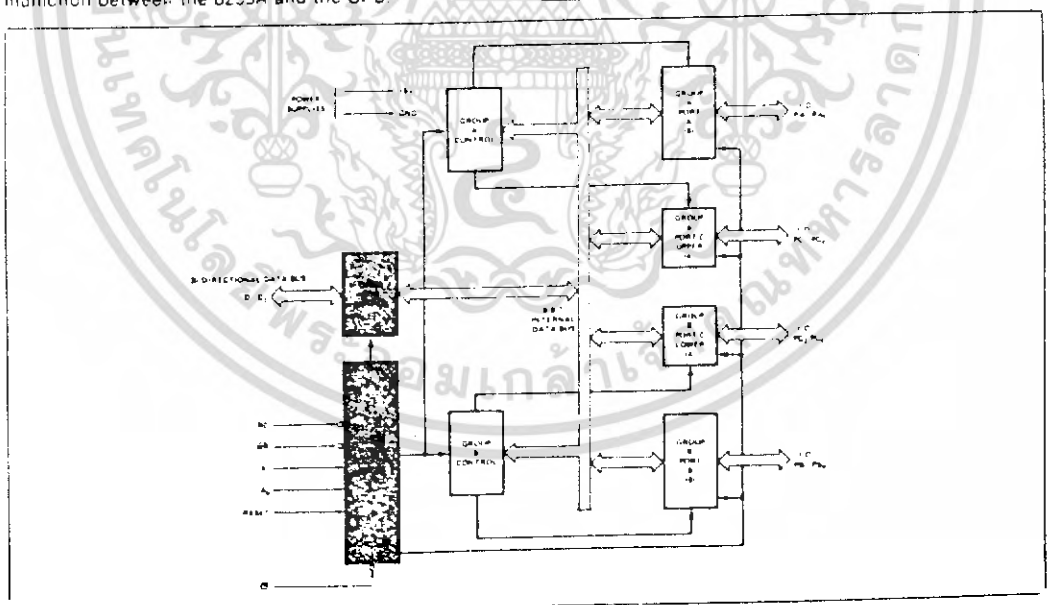


Figure 3. 8255A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions

231306-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(RESET)

Reset. A "high" on this input clears the control register and all ports (A, B, C) are set to the input mode

Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 8255A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 8255A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A – Port A and Port C upper (C7-C4)
Control Group B – Port B and Port C lower (C3-C0)

The Control Word Register can Only be written into. No Read operation of the Control Word Register is allowed.

Ports A, B, and C

The 8255A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 8255A.

Port A. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input latch.

Port B. One 8-bit data input/output latch/buffer and one 8-bit data input buffer.

Port C. One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B

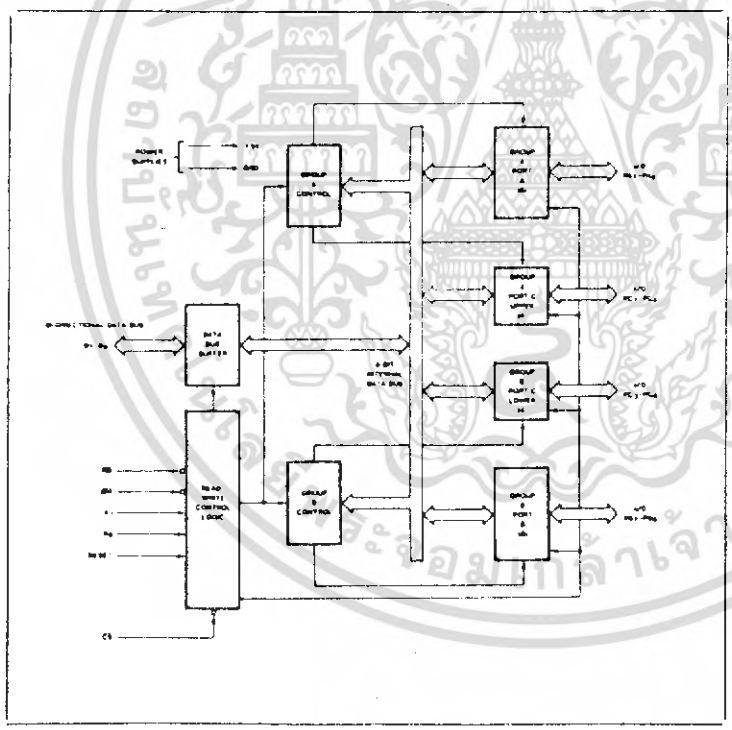


Figure 4. 8225A Block Diagram Showing Group A and Group B Control Functions

PIN CONFIGURATION

PIN NAMES

D_7-D_0	DATA BUS (BI-DIRECTIONAL)
RESET	RESET INPUT
$\overline{CS}$	CHIP SELECT
$\overline{RD}$	READ INPUT
$\overline{WR}$	WRITE INPUT
A0, A1	PORT ADDRESS
PA7-PA0	PORT A (BIT)
PB7-PB0	PORT B (BIT)
PC7-PC0	PORT C (BIT)
V_{CC}	+5 VOLTS
GND	0 VOLTS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255A OPERATIONAL DESCRIPTION

Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software

Mode 0 – Basic Input/Output
Mode 1 – Strobed Input/Output
Mode 2 – Bi-Directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode (i.e., all 24 lines will be in the high impedance state). After the reset is removed the 8255A can remain in the input mode with no additional initialization required. During the execution of the system program any of the other modes may be selected using a single output instruction. This allows a single 8255A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance, Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

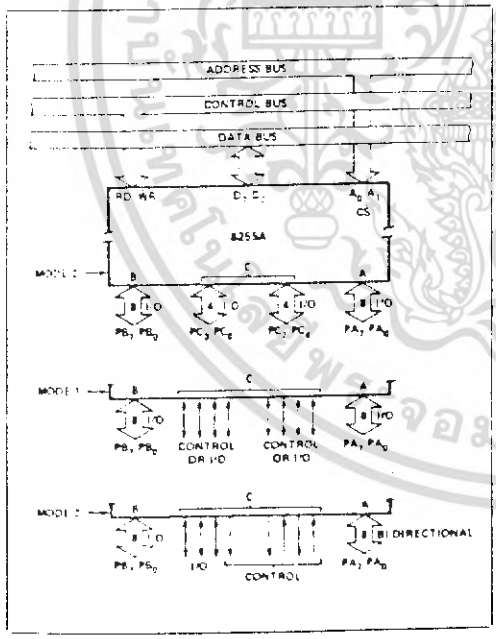


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

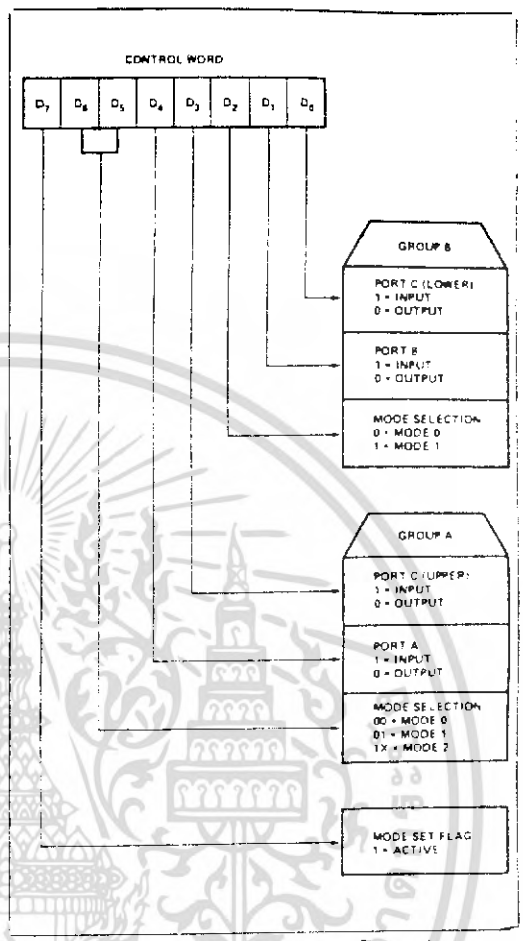


Figure 6. Mode Definition Format

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 8255A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs. PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTput instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

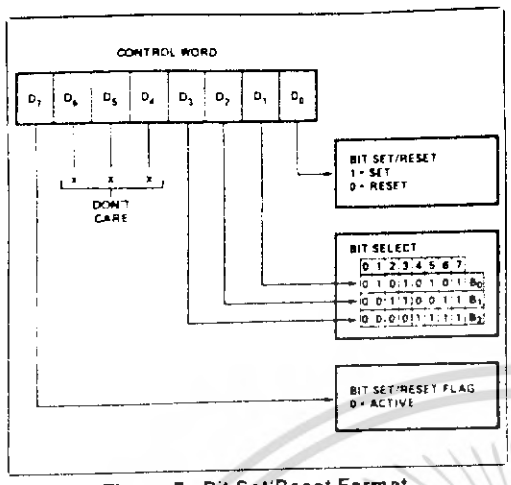


Figure 7. Bit Set/Reset Format

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

Interrupt Control Functions

When the 8255A is programmed to operate in mode 1 or mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the bit set/reset function of port C.

This function allows the Programmer to disallow or allow a specific I/O device to interrupt the CPU without affecting any other device in the interrupt structure.

INTE flip-flop definition:

(BIT-SET) — INTE is SET — Interrupt enable
(BIT-RESET) — INTE is RESET — Interrupt disable

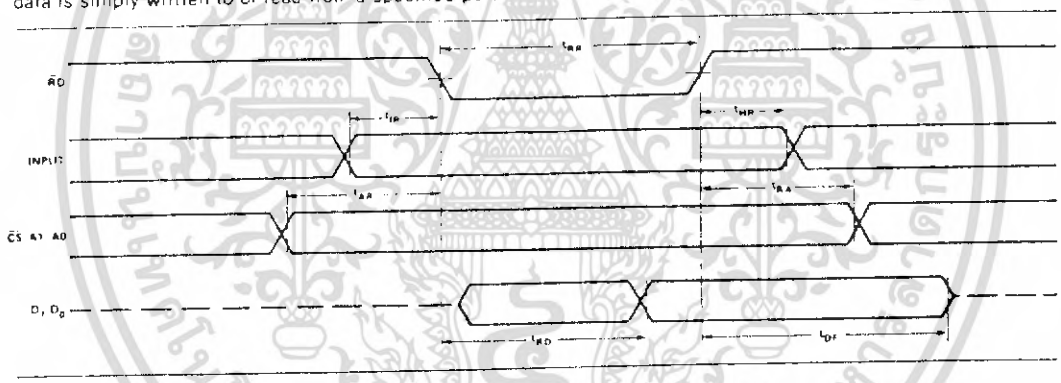
Note: All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.

Operating Modes

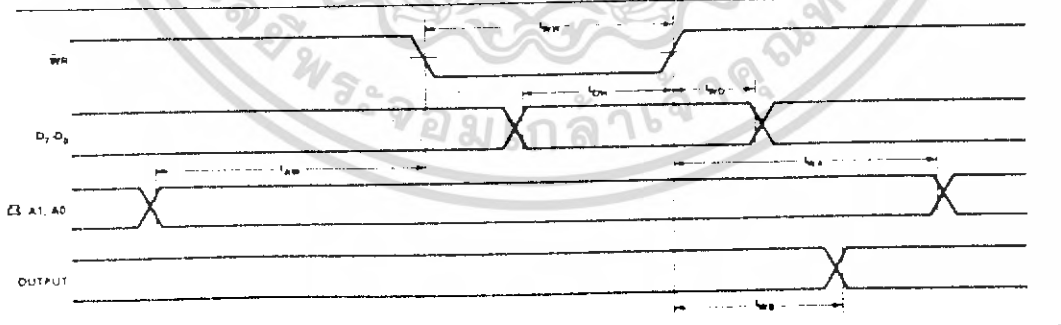
MODE 0 (Basic Input/Output). This functional configuration provides simple input and output operations for each of the three ports. No "handshaking" is required, data is simply written to or read from a specified port.

Mode 0 Basic Functional Definitions:

- Two 8-bit ports and two 4-bit ports
- Any port can be input or output
- Outputs are latched
- Inputs are not latched
- 16 different Input/Output configurations are possible in this Mode



MODE 0 (Basic Input)



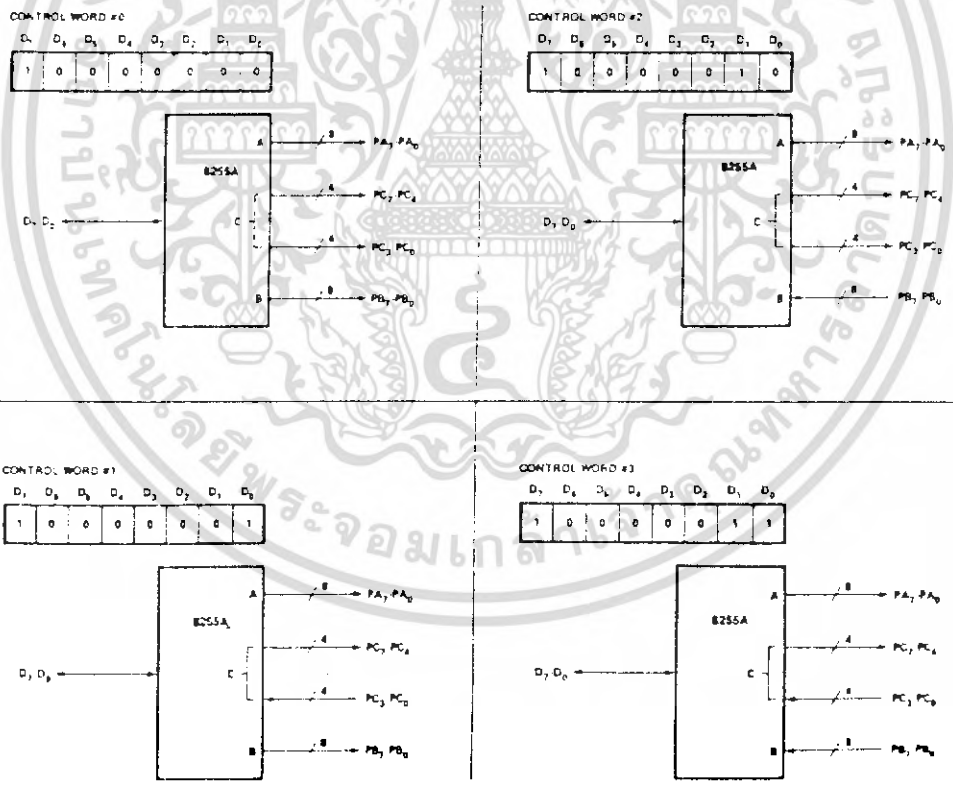
MODE 0 (Basic Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODE 0 Port Definition

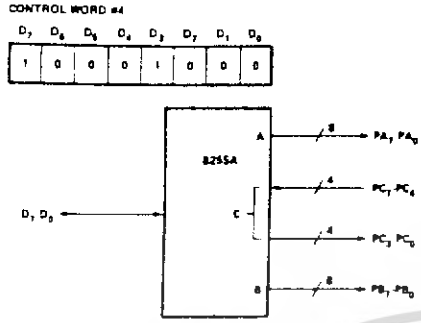
A		B		GROUP A			GROUP B	
D_4	D_3	D_1	D_0	PORT A	PORT C (UPPER)	#	PORT B	PORT C (LOWER)
0	0	0	0	OUTPUT	OUTPUT	0	OUTPUT	OUTPUT
0	0	0	1	OUTPUT	OUTPUT	1	OUTPUT	INPUT
0	0	1	0	OUTPUT	OUTPUT	2	INPUT	OUTPUT
0	0	1	1	OUTPUT	OUTPUT	3	INPUT	INPUT
0	1	0	0	OUTPUT	INPUT	4	OUTPUT	OUTPUT
0	1	0	1	OUTPUT	INPUT	5	OUTPUT	INPUT
0	1	1	0	OUTPUT	INPUT	6	INPUT	OUTPUT
0	1	1	1	OUTPUT	INPUT	7	INPUT	INPUT
1	0	0	0	INPUT	OUTPUT	8	OUTPUT	OUTPUT
1	0	0	1	INPUT	OUTPUT	9	OUTPUT	INPUT
1	0	1	0	INPUT	OUTPUT	10	INPUT	OUTPUT
1	0	1	1	INPUT	OUTPUT	11	INPUT	INPUT
1	1	0	0	INPUT	INPUT	12	OUTPUT	OUTPUT
1	1	0	1	INPUT	INPUT	13	OUTPUT	INPUT
1	1	1	0	INPUT	INPUT	14	INPUT	OUTPUT
1	1	1	1	INPUT	INPUT	15	INPUT	INPUT

MODE 0 Configurations

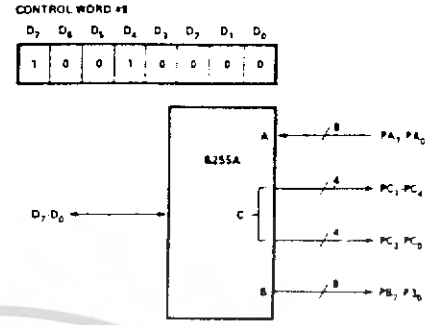


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

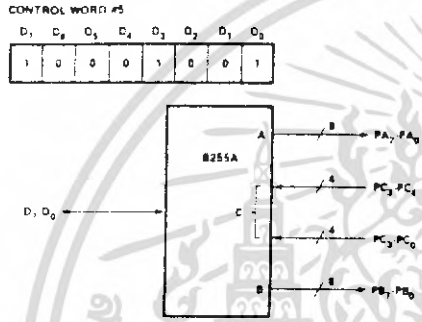
CONTROL WORD #4



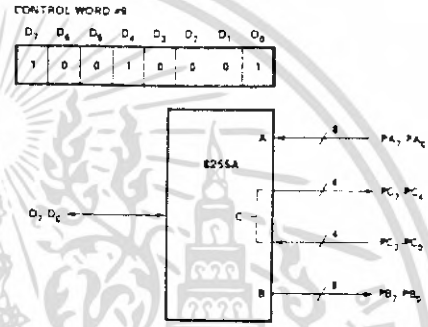
CONTROL WORD #1



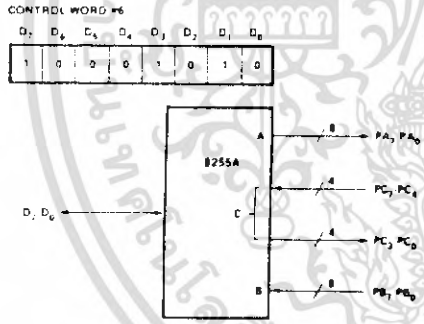
CONTROL WORD #5



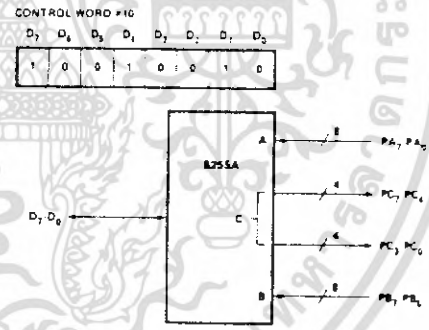
CONTROL WORD #9



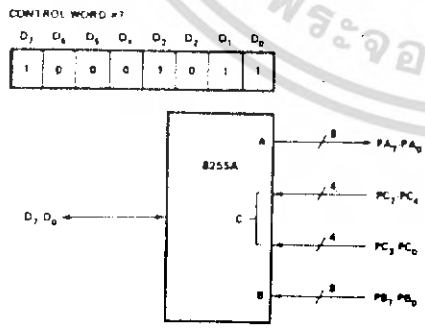
CONTROL WORD #6



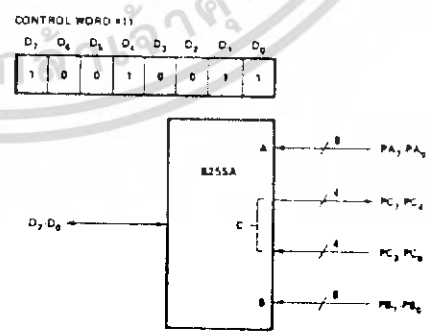
CONTROL WORD #10



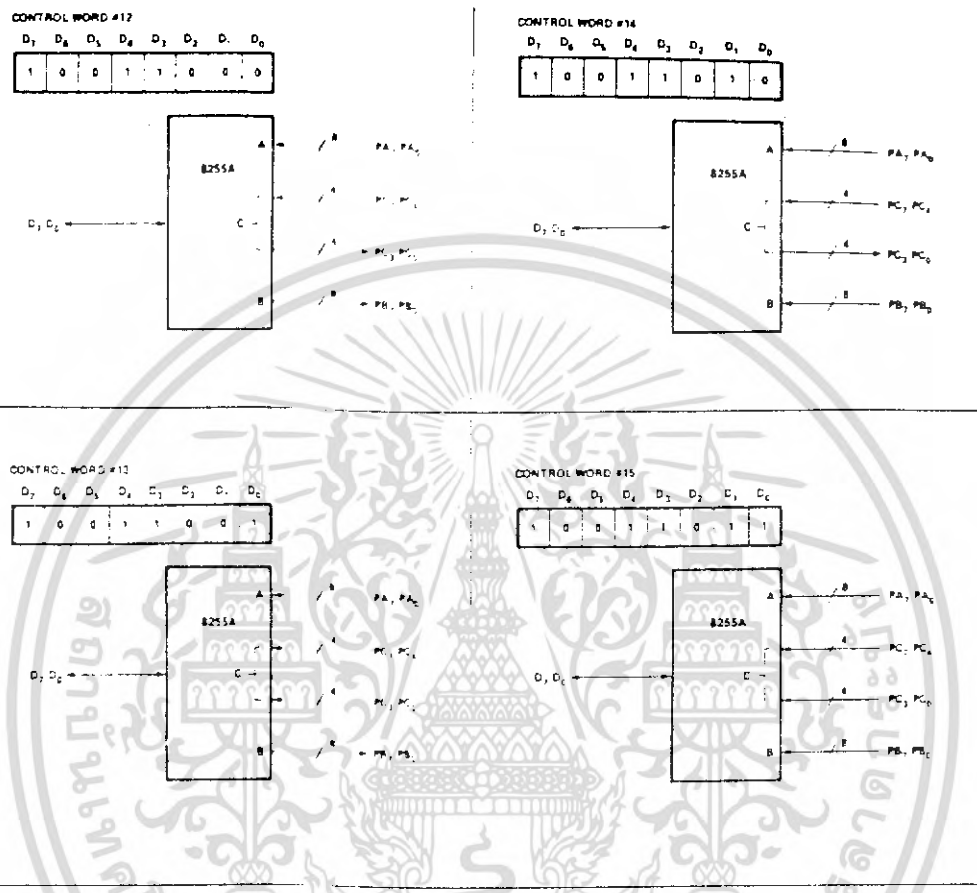
CONTROL WORD #7



CONTROL WORD #11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Operating Modes

MODE 1 (Strobed Input/Output). This functional configuration provides a means for transferring I/O data to or from a specified port in conjunction with strobes or "handshaking" signals. In mode 1, port A and Port B use the lines on port C to generate or accept these "handshaking" signals.

Mode 1 Basic Functional Definitions:

- Two Groups (Group A and Group B)
- Each group contains one 8-bit data port and one 4-bit control/data port.
- The 8-bit data port can be either input or output. Both inputs and outputs are latched.
- The 4-bit port is used for control and status of the 8-bit data port.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Input Control Signal Definition

$\overline{STB}$ (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F)

A "high" on this output indicates that the data has been loaded into the input latch; in essence, an acknowledgement. IBF is set by STB input being low and is reset by the rising edge of the RD input.

INTR (Interrupt Request)

A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an input device is requesting service. INTR is set by the $\overline{STB}$ is a "one", IBF is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{RD}$. This procedure allows an input device to request service from the CPU by simply strobing its data into the port.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC_4.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC_2.

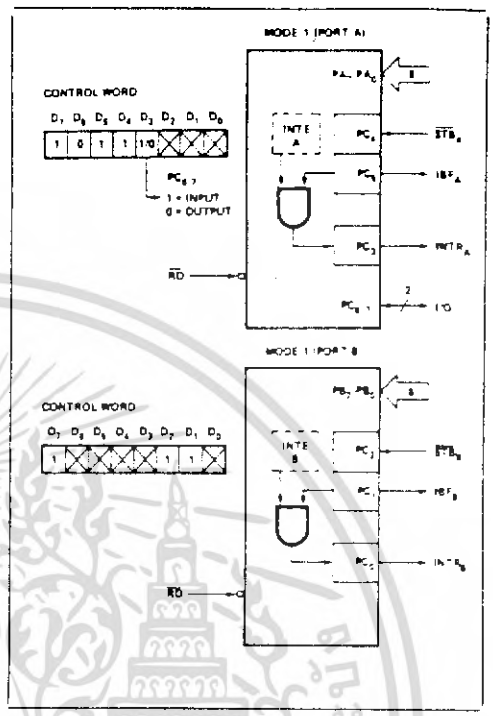


Figure 8. MODE 1 Input

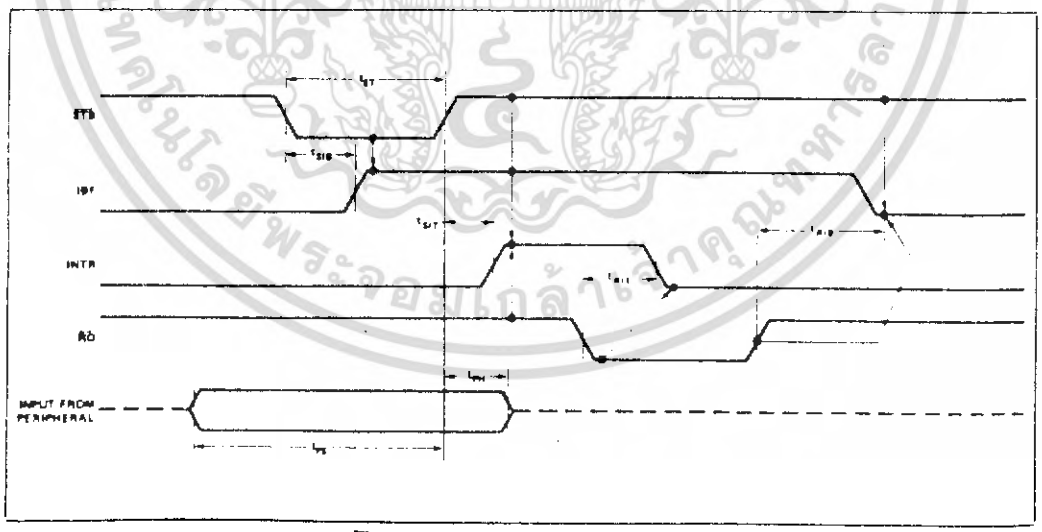


Figure 9. MODE 1 (Strobed Input)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Control Signal Definition

$\overline{OBF}$ (Output Buffer Full F/F). The $\overline{OBF}$ output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to the specified port. The $\overline{OBF}$ F/F will be set by the rising edge of the $\overline{WR}$ input and reset by $\overline{ACK}$ input being low.

$\overline{ACK}$ (Acknowledge Input). A "low" on this input informs the 8255A that the data from port A or port B has been accepted. In essence, a response from the peripheral device indicating that it has recieved the data output by the CPU.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when $\overline{ACK}$ is a "one", $\overline{OBF}$ is a "one", and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{WR}$.

INTR (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when $\overline{ACK}$ is a "one", $\overline{OBF}$ is a "one", and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of $\overline{WR}$.

INTE A

Controlled by bit set/reset of PC_6.

INTE B

Controlled by bit set/reset of PC_2.

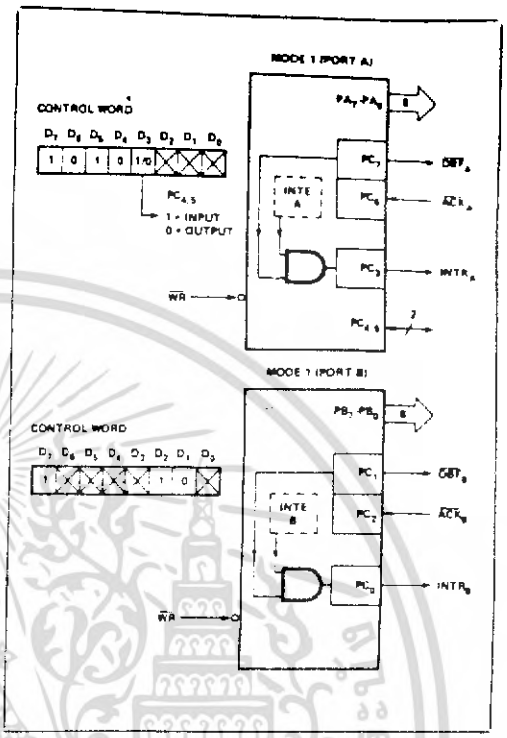


Figure 10. MODE 1 Output

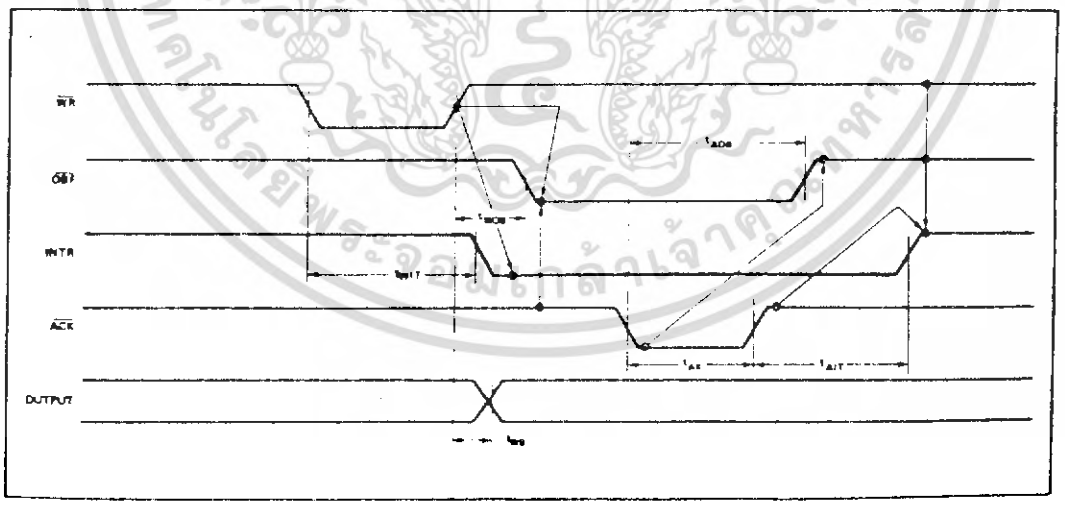


Figure 11. Mode 1 (Strobed Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Combinations of MODE 1

Port A and Port B can be individually defined as input or output in Mode 1 to support a wide variety of strobed I/O applications.

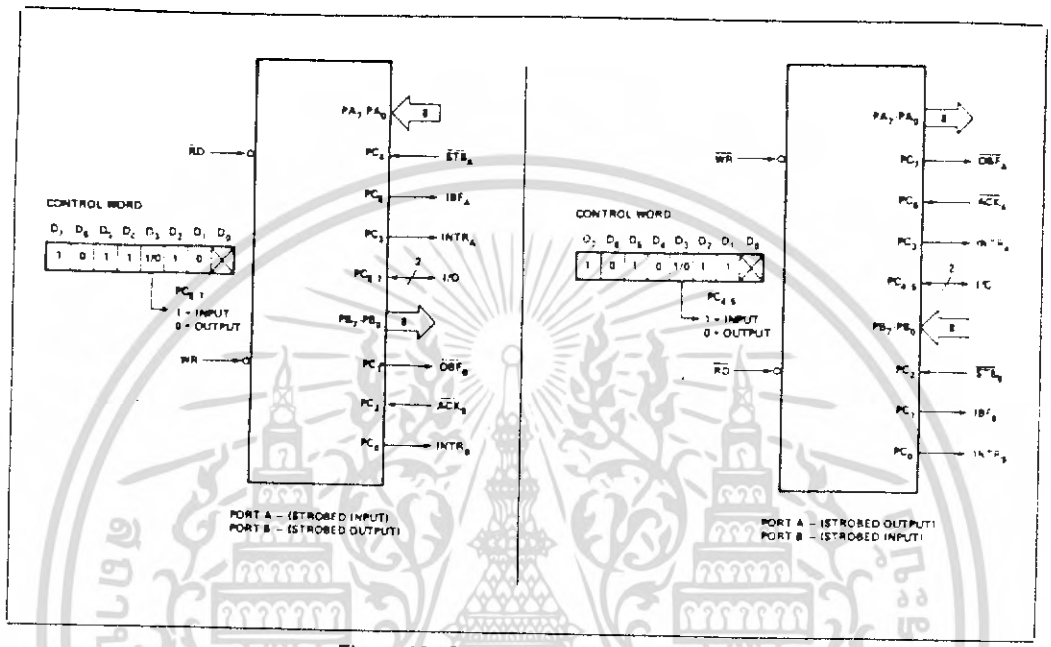


Figure 12. Combinations of MODE 1

Operating Modes

MODE 2 (Strobed Bidirectional Bus I/O). This functional configuration provides a means for communicating with a peripheral device or structure on a single 8-bit bus for both transmitting and receiving data (bidirectional bus I/O). "Handshaking" signals are provided to maintain proper bus flow discipline in a similar manner to MODE 1. Interrupt generation and enable/disable functions are also available.

MODE 2 Basic Functional Definitions:

- Used in Group A only.
- One 8-bit, bi-directional bus Port (Port A) and a 5-bit control Port (Port C).
- Both inputs and outputs are latched.
- The 5-bit control port (Port C) is used for control and status for the 8-bit, bi-directional bus port (Port A).

Bidirectional Bus I/O Control Signal Definition

INTR (Interrupt Request). A high on this output can be used to interrupt the CPU for both input or output operations.

Output Operations

$\overline{OBF}$ (Output Buffer Full). The $\overline{OBF}$ output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to port A.

$\overline{ACK}$ (Acknowledge). A "low" on this input enables the tri-state output buffer of port A to send out the data. Otherwise, the output buffer will be in the high impedance state.

INTE 1 (The INTE Flip-Flop Associated with OBF). Controlled by bit set/reset of PC_6.

Input Operations

$\overline{STB}$ (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F). A "high" on this output indicates that data has been loaded into the input latch.

INTE 2 (The INTE Flip-Flop Associated with IBF). Controlled by bit set/reset of PC_4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

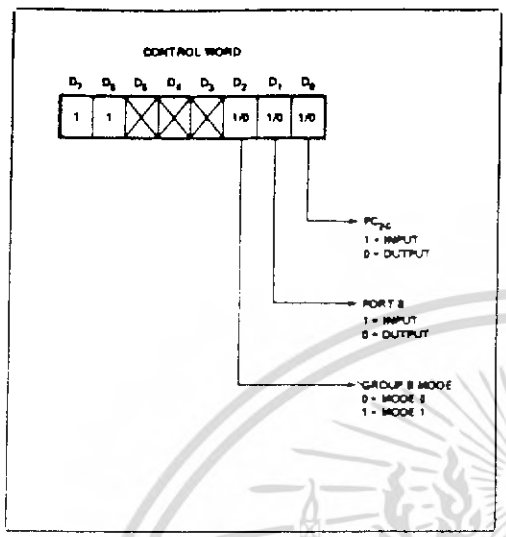


Figure 13. MODE Control Word

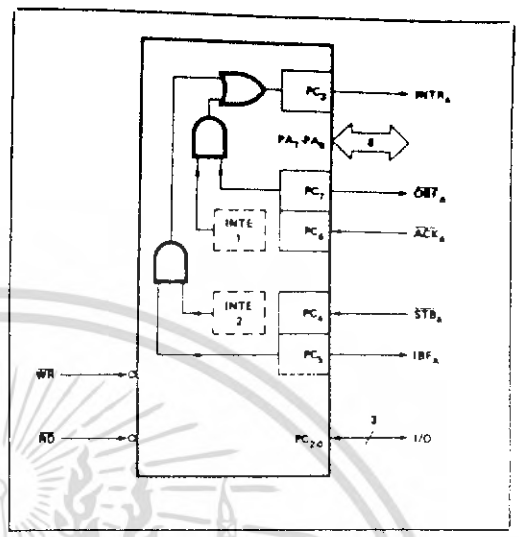


Figure 14. MODE 2

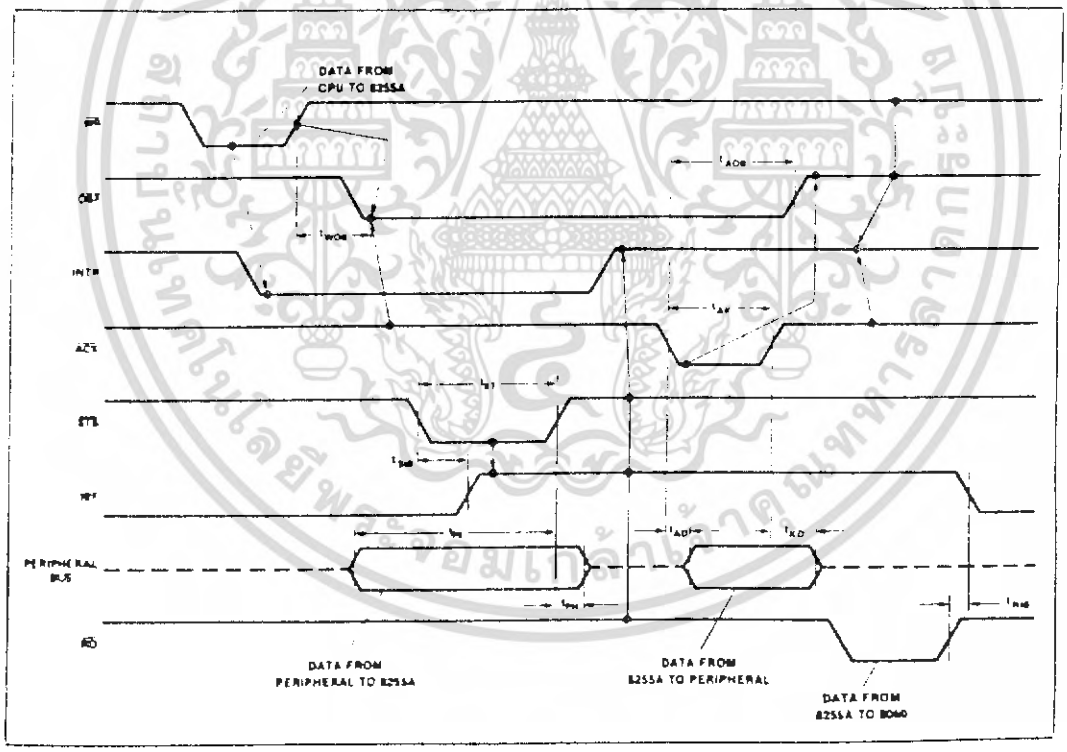


Figure 15. MODE 2 (Bidirectional)

NOTE Any sequence where $\overline{WR}$ occurs before $\overline{ACK}$ and $\overline{STB}$ occurs before $\overline{RD}$ is permissible
$(INTR = IBF \cdot \overline{MASK} \cdot \overline{STB} \cdot \overline{RD} + \overline{OBF} \cdot \overline{MASK} \cdot \overline{ACK} \cdot \overline{WR})$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

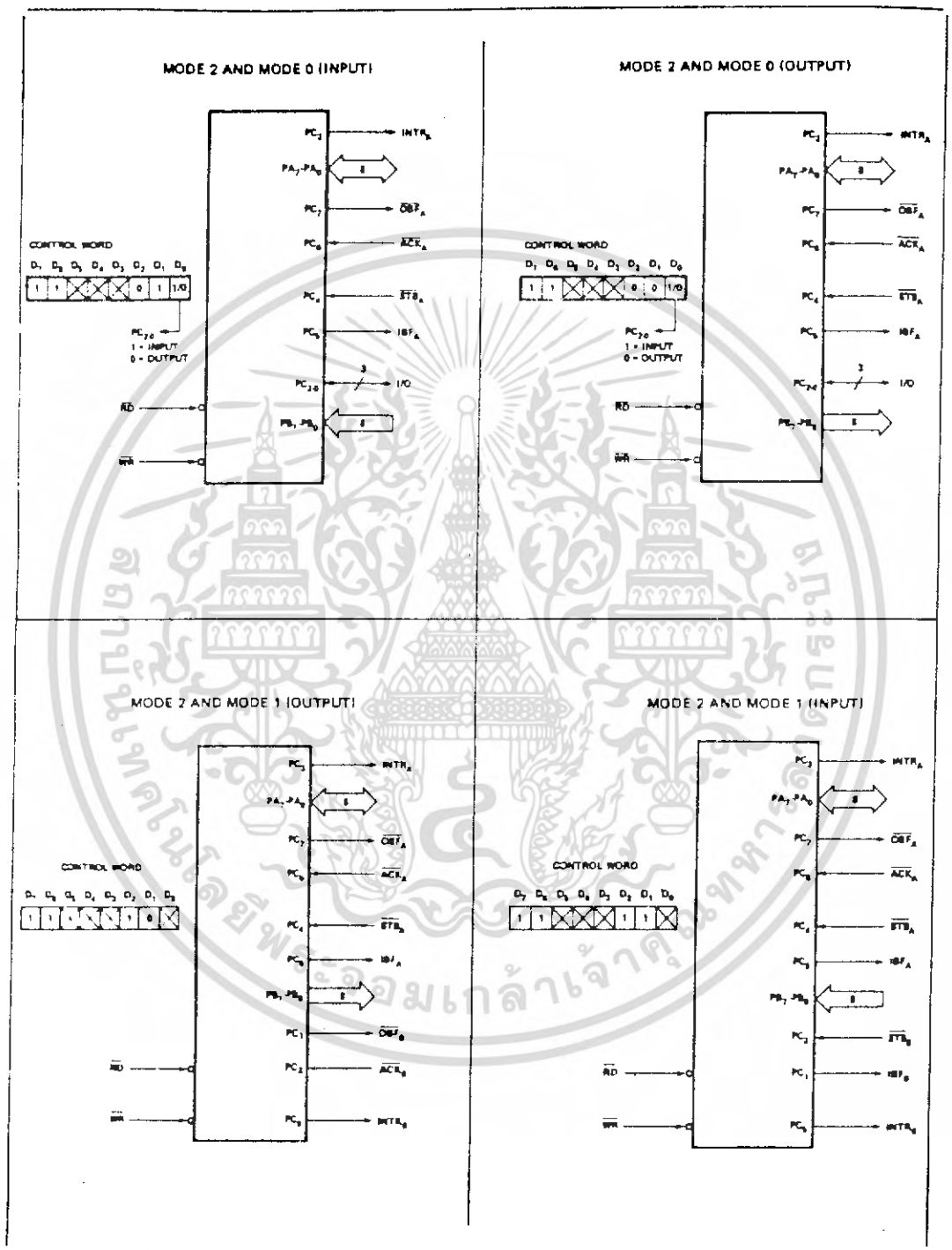


Figure 16. MODE ¼ Combinations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode Definition Summary

	MODE 0		MODE 1		MODE 2	
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY	
PA_0	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_1	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_2	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_3	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_4	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_5	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_6	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PA_7	IN	OUT	IN	OUT	◄►	
PB_0	IN	OUT	IN	OUT	—	MODE 0 OR MODE 1 ONLY
PB_1	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_2	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_3	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_4	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_5	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_6	IN	OUT	IN	OUT	—	
PB_7	IN	OUT	IN	OUT	—	
PC_0	IN	OUT	$INTR_B$	$INTR_B$	I/O	
PC_1	IN	OUT	IBF_B	$\overline{OBF}_B$	I/O	
PC_2	IN	OUT	$\overline{STB}_B$	$\overline{ACK}_B$	I/O	
PC_3	IN	OUT	$INTR_A$	$INTR_A$	$INTR_A$	
PC_4	IN	OUT	$\overline{STB}_A$	I/O	$\overline{STB}_A$	
PC_5	IN	OUT	IBF_A	I/O	IBF_A	
PC_6	IN	OUT	I/O	$\overline{ACK}_A$	$\overline{ACK}_A$	
PC_7	IN	OUT	I/O	$\overline{OBF}_A$	$\overline{OBF}_A$	

Special Mode-Combination Considerations

There are several combinations of modes when not all of the bits in Port C are used for control or status. The remaining bits can be used as follows:

If Programmed as Inputs –
All input lines can be accessed during a normal Port C read.

If Programmed as Outputs –
Bits in C upper (PC_7-PC_4) must be individually accessed using the bit set/reset function.

Bits in C lower (PC_3-PC_0) can be accessed using the bit set/reset function or accessed as a threesome by writing into Port C.

Source Current Capability on Port B and Port C

Any set of eight output buffers, selected randomly from Ports B and C can source 1mA at 1.5 volts. This feature allows the 8255 to directly drive Darlington type drivers and high-voltage displays that require such source current.

Reading Port C Status

In Mode 0, Port C transfers data to or from the peripheral device. When the 8255 is programmed to function in Modes 1 or 2, Port C generates or accepts "hand shaking" signals with the peripheral device. Reading the contents of Port C allows the programmer to test or verify the "status" of each peripheral device and change the program flow accordingly.

There is no special instruction to read the status information from Port C. A normal read operation of Port C is executed to perform this function.

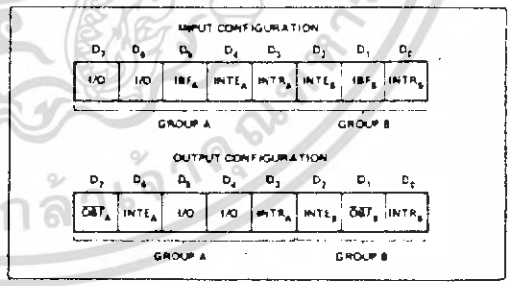


Figure 17. MODE 1 Status Word Format

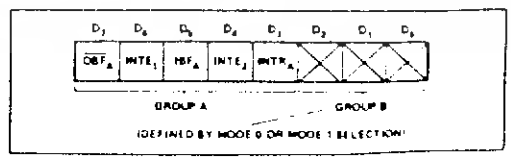


Figure 18. MODE 2 Status Word Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS OF THE 8255A

The 8255A is a very powerful tool for interfacing peripheral equipment to the microcomputer system. It represents the optimum use of available pins and is flexible enough to interface almost any I/O device without the need for additional external logic.

Each peripheral device in a microcomputer system usually has a "service routine" associated with it. The routine manages the software interface between the device and the CPU. The functional definition of the 8255A is programmed by the I/O service routine and becomes an extension of the system software. By examining the I/O devices interface characteristics for both data transfer and timing, and matching this information to the examples and tables in the detailed operational description, a control word can easily be developed to initialize the 8255A to exactly "fit" the application. Figures 19 through 25 present a few examples of typical applications of the 8255A.

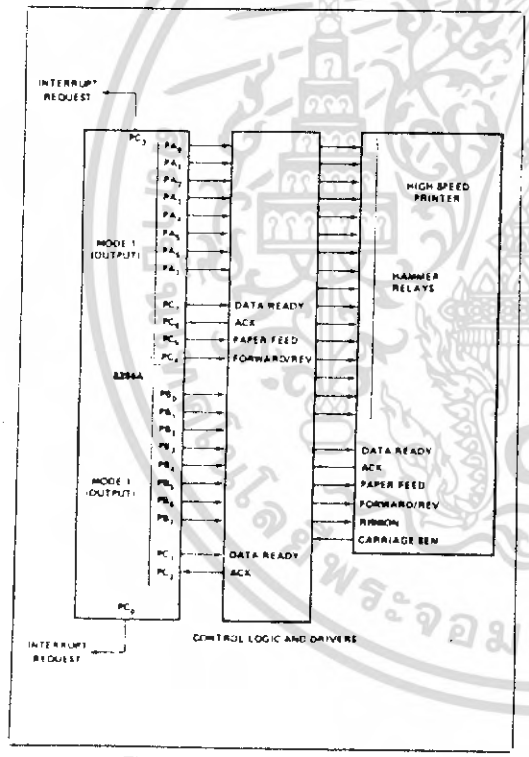


Figure 19. Printer Interface

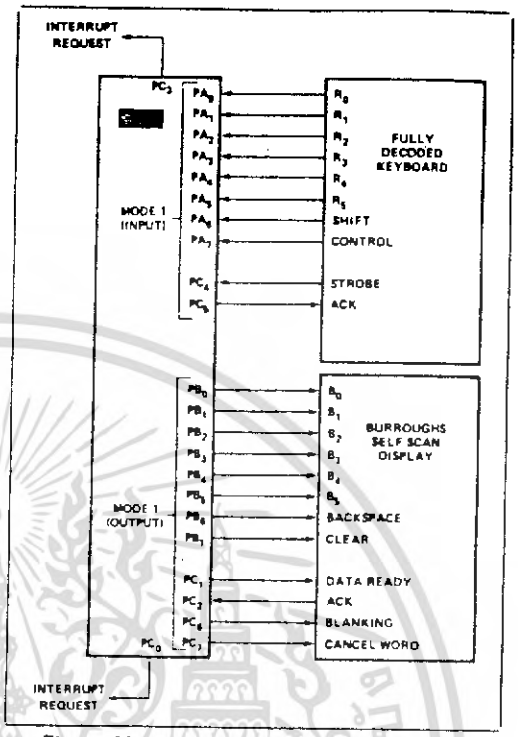


Figure 20. Keyboard and Display Interface

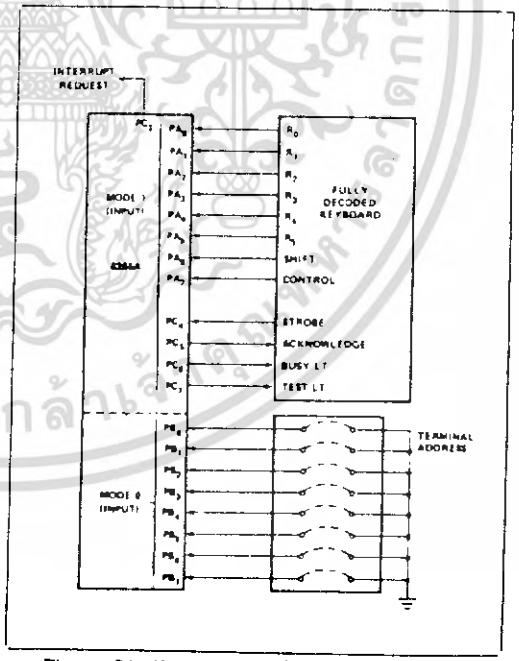


Figure 21. Keyboard and Terminal Address Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

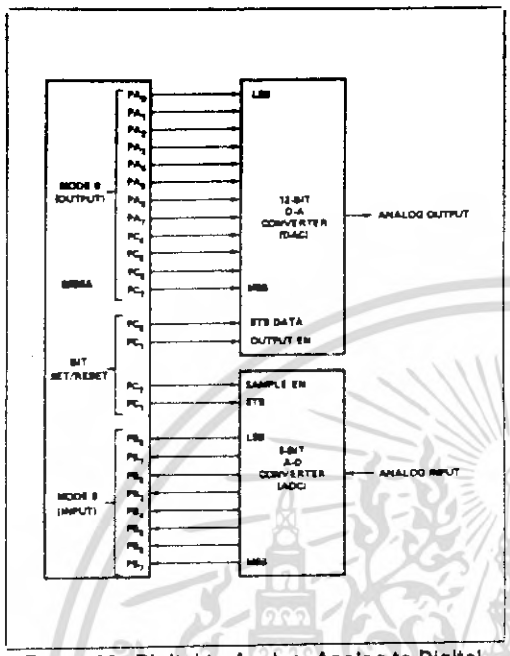


Figure 22. Digital to Analog, Analog to Digital

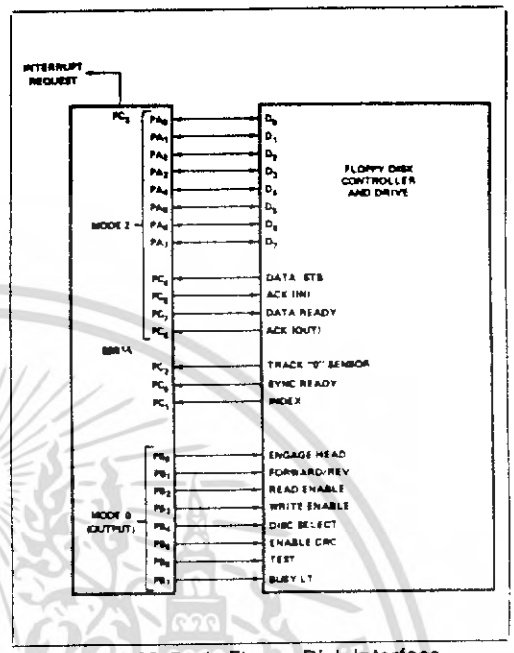


Figure 23. Basic Floppy Disk Interface

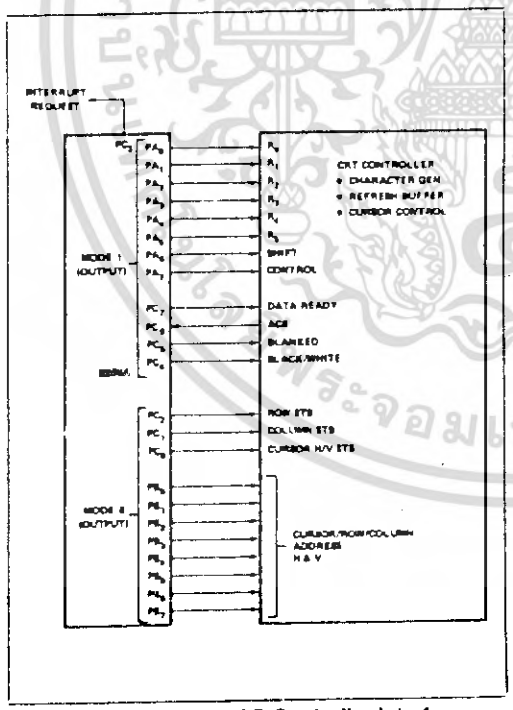


Figure 24. Basic CRT Controller Interface

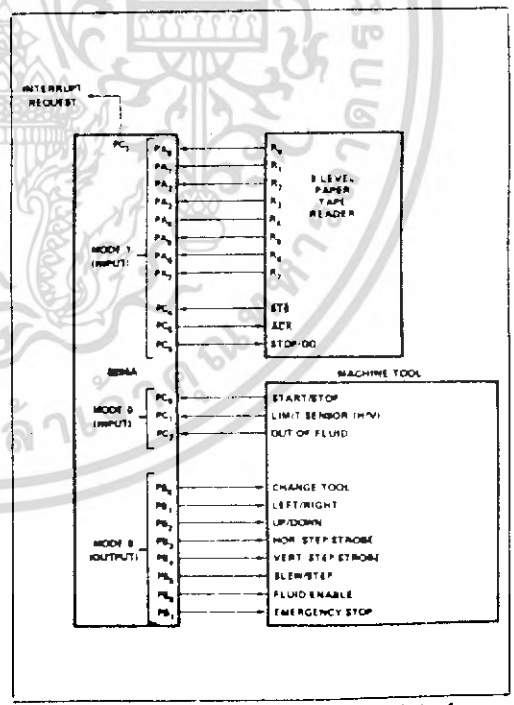


Figure 25. Machine Tool Controller Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias . . . . . 0°C to 70°C
Storage Temperature . . . . . −65°C to +150°C
Voltage on Any Pin
With Respect to Ground . . . . . −0.5V to +7V
Power Dissipation . . . . . 1 Watt

NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS (T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ± 10%, GND = 0V)*

Symbol	Parameter	Min.	Max.	Unit	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage	-0.5	0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0	V_{CC}	V	
V_{OL} (DB)	Output Low Voltage (Data Bus)		0.45*	V	I_{OL} = 2.5mA
V_{OL} (PER)	Output Low Voltage (Peripheral Port)		0.45*	V	I_{OL} = 1.7mA
V_{OH} (DB)	Output High Voltage (Data Bus)	2.4		V	I_{OH} = -400μA
V_{OH} (PER)	Output High Voltage (Peripheral Port)	2.4		V	I_{OH} = -200μA
I_{DAR}[1]	Darlington Drive Current	-1.0	-4.0	mA	R_{EXT} = 750Ω, V_{EXT} = 1.5V
I_{CC}	Power Supply Current		120	mA	
I_{IL}	Input Load Current		±10	μA	V_{IN} = V_{CC} to 0V
I_{OFL}	Output Float Leakage		±10	μA	V_{OUT} = V_{CC} to .45V

NOTE:
1. Available on any 8 pins from Port B and C.

CAPACITANCE (T_A = 25°C, V_{CC} = GND = 0V)

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
C_{IN}	Input Capacitance			10	pF	fc = 1MHz
$C_{I/O}$	I/O Capacitance			20	pF	Unmeasured pins returned to GND

A.C. CHARACTERISTICS (T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ± 10%, GND = 0V)*

Bus Parameters

READ

Symbol	Parameter	8255A		8255A-5		Unit
		Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{AR}	Address Stable Before READ	0		0		ns
t_{RA}	Address Stable After READ	0		0		ns
t_{RR}	READ Pulse Width	300		300		ns
t_{RD}	Data Valid From READ[1]		250		200	ns
t_{DF}	Data Float After READ	10	150	10	100	ns
t_{RV}	Time Between READs and/or WRITEs	850		850		ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A.C. CHARACTERISTICS (Continued)

WRITE

Symbol	Parameter	8255A		8255A-5		Unit
		Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{AW}	Address Stable Before WRITE	0		0		ns
t_{WA}	Address Stable After WRITE	20		20		ns
t_{WW}	WRITE Pulse Width	400		300		ns
t_{DW}	Data Valid to WRITE (T.E.)	100		100		ns
t_{WD}	Data Valid After WRITE	30		30		ns

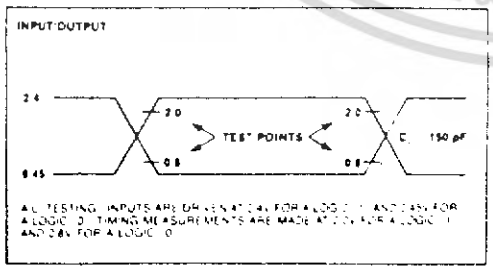
OTHER TIMINGS

Symbol	Parameter	8255A		8255A-5		Unit
		Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{WB}	WR = 1 to Output[1]		350		350	ns
t_{IR}	Peripheral Data Before RD	0		0		ns
t_{HR}	Peripheral Data After RD	0		0		ns
t_{AK}	ACK Pulse Width	300		300		ns
t_{ST}	STB Pulse Width	500		500		ns
t_{PS}	Per. Data Before T.E. of STB	0		0		ns
t_{PH}	Per. Data After T.E. of STB	180		180		ns
t_{AD}	ACK = 0 to Output[1]		300		300	ns
t_{KD}	ACK = 1 to Output Float	20	250	20	250	ns
t_{WOB}	WR = 1 to OBF = 0[1]		650		650	ns
t_{AOB}	ACK = 0 to OBF = 1[1]		350		350	ns
t_{SIB}	STB = 0 to IBF = 1[1]		300		300	ns
t_{RIB}	RD = 1 to IBF = 0[1]		300		300	ns
t_{RIT}	RD = 0 to INTR = 0[1]		400		400	ns
t_{SIT}	STB = 1 to INTR = 1[1]		300		300	ns
t_{AIT}	ACK = 1 to INTR = 1[1]		350		350	ns
t_{WIT}	WR = 0 to INTR = 0[1,3]		450		450	ns

NOTES:
1. Test Conditions: C_L = 150 pF
2. Period of Reset pulse must be at least 50μs during or after power on. Subsequent Reset pulse can be 500 ns min.
3. INTR↑ may occur as early as $\overline{WR}$↓.

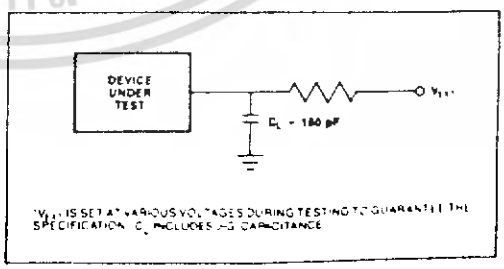
* For Extended Temperature EXPRESS, use M8255A electrical parameters.

A.C. TESTING INPUT, OUTPUT WAVEFORM



A.C. TESTING: INPUTS ARE DRIVEN AT 2.4V FOR A LOGIC "1" AND 0.45V FOR A LOGIC "0". TIMING MEASUREMENTS ARE MADE AT 2.0V FOR A LOGIC "1" AND 0.8V FOR A LOGIC "0".

A.C. TESTING LOAD CIRCUIT

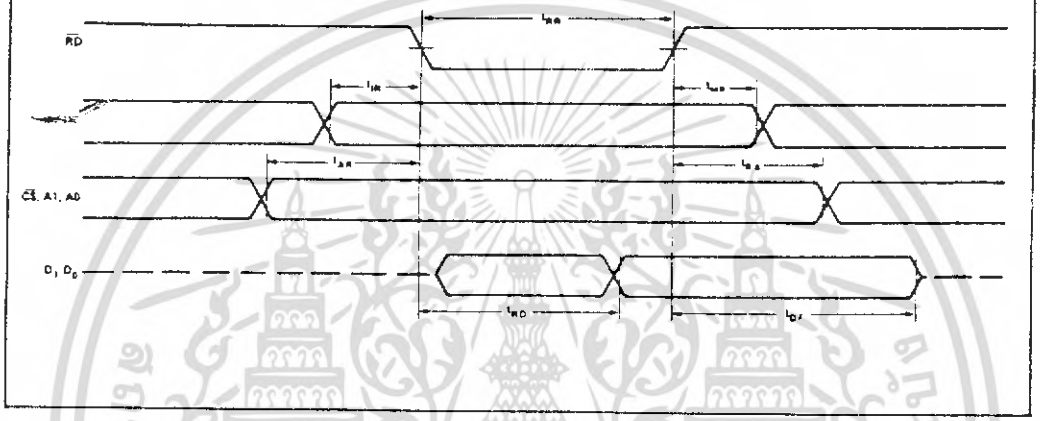


V_{11} IS SET AT VARIOUS VOLTAGES DURING TESTING TO GUARANTEE THE SPECIFICATION. C_L INCLUDES JIG CAPACITANCE.

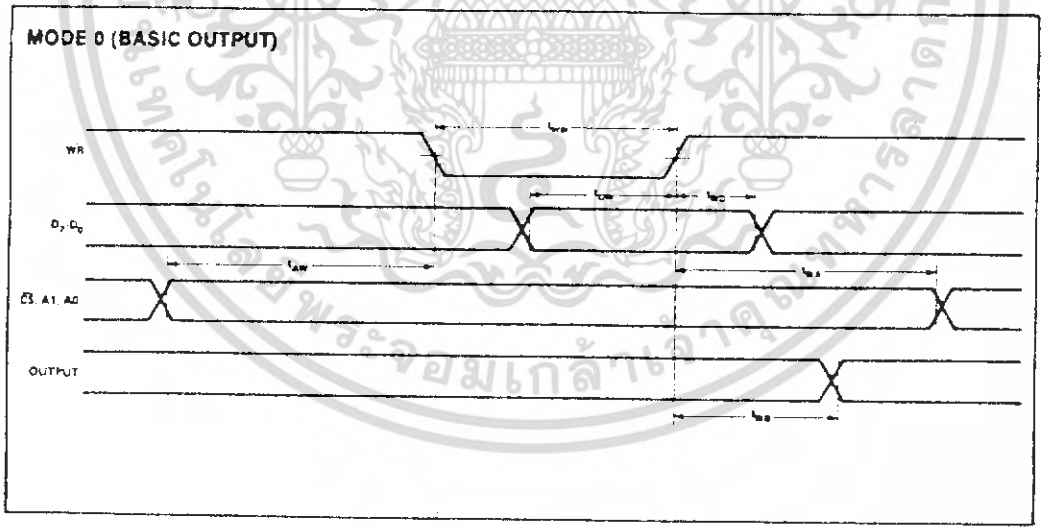
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WAVEFORMS

MODE 0 (BASIC INPUT)



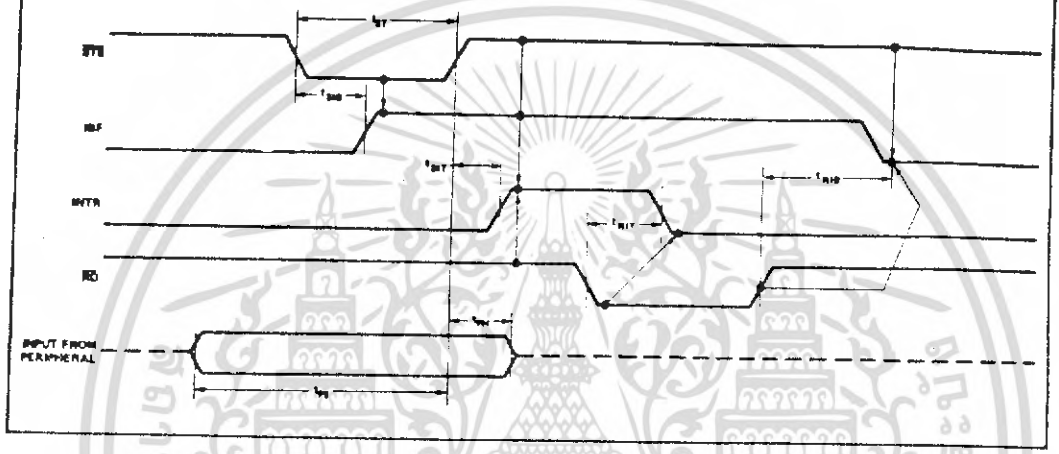
MODE 0 (BASIC OUTPUT)



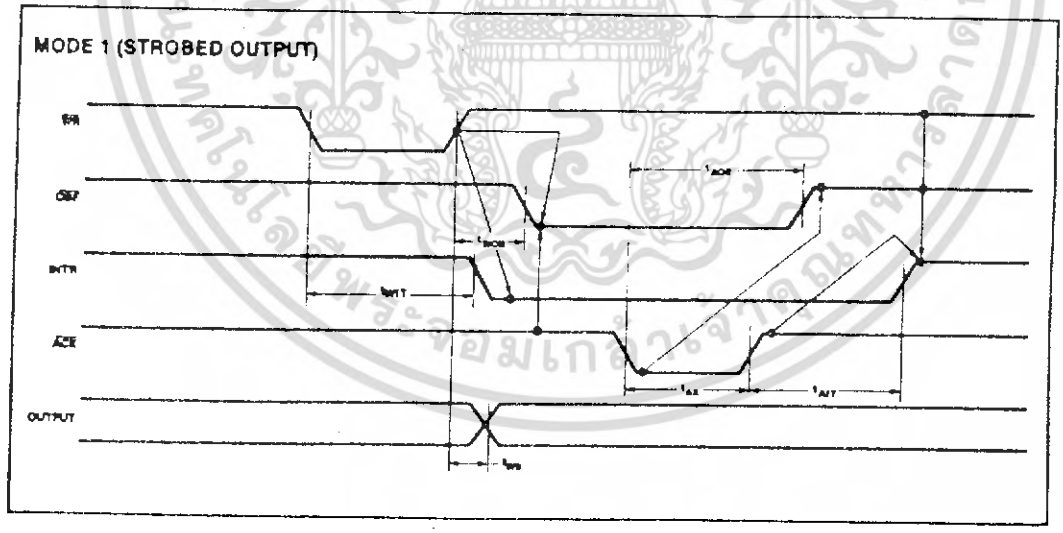
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WAVEFORMS (Continued)

MODE 1 (STROBED INPUT)



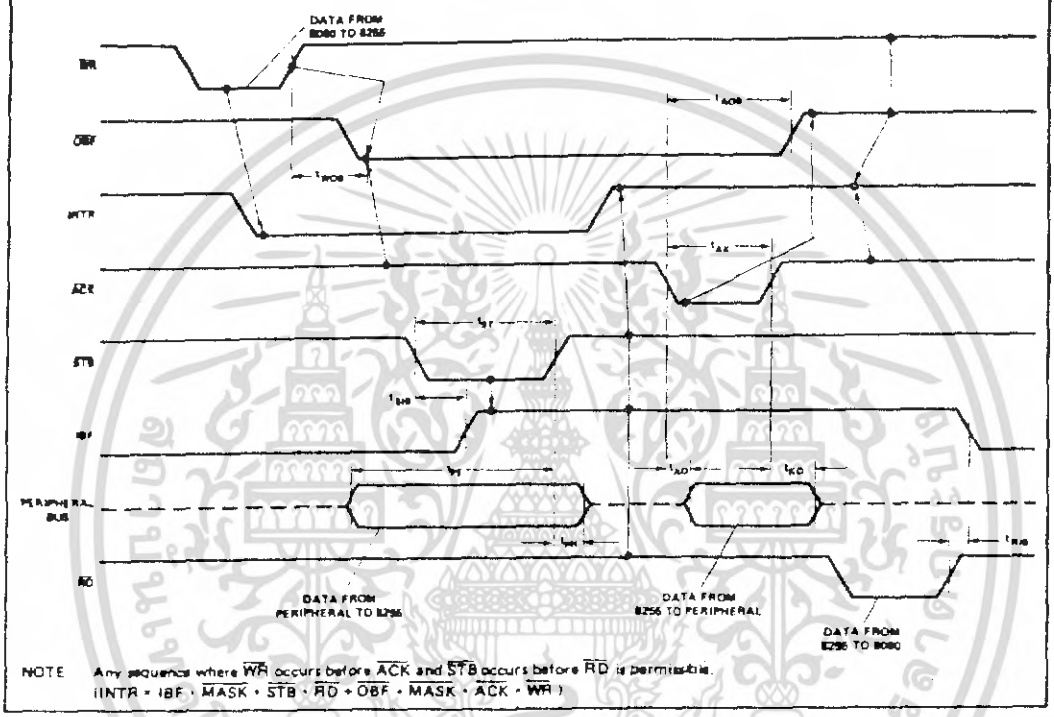
MODE 1 (STROBED OUTPUT)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

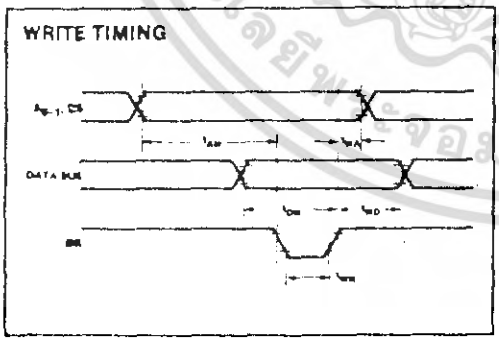
WAVEFORMS (Continued)

MODE 2 (BIDIRECTIONAL)

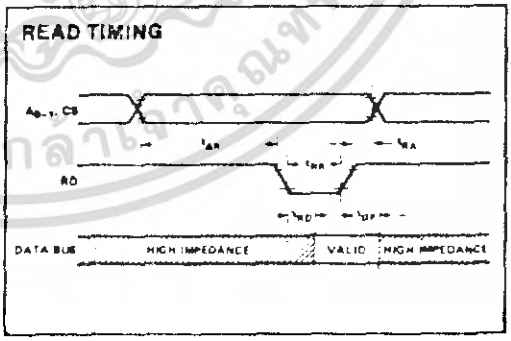


NOTE Any sequence where $\overline{WR}$ occurs before $\overline{ACK}$ and $\overline{STB}$ occurs before $\overline{RD}$ is permissible.
(INTR = IBF · $\overline{MASK}$ · $\overline{STB}$ · $\overline{RD}$ + OBF · $\overline{MASK}$ · $\overline{ACK}$ · $\overline{WR}$)

WRITE TIMING



READ TIMING



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ทางไมโครคอมพิวเตอร์ที่ปัจจุบันจะทวีความสำคัญและความนิยมในการนำไปประยุกต์ใช้งานมากขึ้นเนื่องจากมีความสามารถและความคล่องตัวในการทำงานสูง บางเบอร์สามารถที่จะทำงานควบคุมระบบได้ โดยที่ไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกทำให้สะดวกและประหยัดงบประมาณได้มาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลที่นิยมใช้กันมากในขณะนี้คือ ตระกูล MCS-51

สถาปัตยกรรม MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ได้รับการออกแบบให้ในตัวมันเองมีพอร์ตอินพุท พอร์ตเอาต์พุท หน่วยความจำ สายควบคุมต่าง ๆ และมีชุดคำสั่งมากเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลถึงระดับบิต ทั้งยังมีวงจรตั้งเวลา และวงจรนับอยู่ครบครัน ทำให้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวกมาก ลักษณะทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มีดังนี้

1. สร้างโดยใช้เทคโนโลยี CHMOS ใช้แรงดันไฟเลี้ยง 5 โวลต์
2. หน่วยประมวลผลกลางมีขนาด 8 บิต
3. มีวงจรออสซิลเลเตอร์ และวงจรนาฬิกาบนชิพ
4. มีชุดรีจิสเตอร์แบงค์ 4 ชุด
5. มีวงจรตั้งเวลานับขนาด 16 บิต 2 ชุด สำหรับเบอร์ 8032 และ 8052 จะมี 3 ชุด
6. มีอินพุต เอาต์พุทพอร์ต 2 ทิศทางแบบขนาน จำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต รวม 32 เส้น แต่เหลือเพียง 16 เส้นสำหรับเบอร์ 8031 เนื่องจากอีก 16 เส้นถูกใช้ในการเข้าถึงบัสตำแหน่ง และบัสข้อมูล
7. มีพอร์ตแบบอนุกรม ที่สามารถจะรับส่งโปรแกรม FULL DUPLEX ความเร็วสูง
8. หนึ่งวัฏจักรคำสั่งจะใช้เวลาเพียง 1ไมโครวินาทีด้วยคริสตอล 11.0592 MHZ
9. ติดต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10. ติดต่อน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
11. สามารถกำหนดตำแหน่งข้อมูลขนาดไบต์หรือบิตได้โดยตรง
12. ตัวโปรเซสเซอร์สามารถใช้งานแบบบูลลีนได้ จึงเหมาะที่จะใช้ในงานควบคุม
13. มีคำสั่งคูณและหารทางฮาร์ดแวร์ ซึ่งสามารถทำได้ในเวลา 4 ไมโครวินาที
14. สามารถรับการอินเตอร์รัพต์ได้ 5 ตำแหน่ง พร้อมสามารถจัดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพตีได้ 2 ระดับ
15. ตัวเลขทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ได้ทั้งฐานสองและฐานสิบ

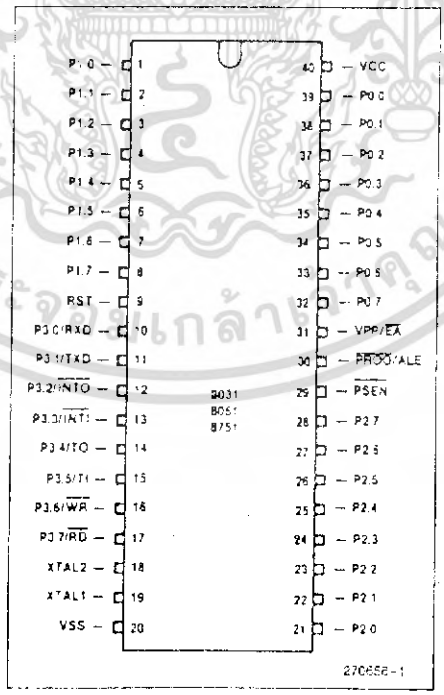
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จะมีทั้งแบบมีหน่วยความจำอยู่ภายในและไม่มีหน่วยความจำภายใน

การจัดลักษณะภายนอกของ MCS-51

รูปที่ 1 ก. แสดงการจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งมีลายละเอียด ดังนี้

- ขา Vss (ขา 20) เป็นขาสำหรับต่อลงกราวด์
- ขา Vss (ขา 40) เป็นขาสำหรับต่อไฟเลี้ยงขนาด 5 โวลต์
- ขา PORT0 (P0.0-P0.7/AD0-AD7 :ขา 32-39) เป็นพอร์ตอินพุต-เอาต์พุตหากเขียนค่า "1"ไปที่พอร์ตนี้จะกลายเป็นพอร์ตอินพุต สำหรับการใช้งานกับหน่วยความจำภายนอกจะทำงานมัลติเพล็กซ์ระหว่างสัญญาณตำแหน่งไบต์ต่ำกับบัสข้อมูลนอกจากนี้ยังเป็นพอร์ตส่งข้อมูลออกไปเมื่อใช้บริการด้านการตรวจสอบโปรแกรม ROM ภายในและการโปรแกรมตัว EPROM ภายในหากใช้งานลักษณะนี้ต้องต่อตัวต้านทานค่า 10 กิโลโอห์มพูลอัพภายนอก
- ขา PORT1 (P1.0-P1.7: ขา 1-8) เป็นพอร์ตอินพุต-เอาต์พุตขนาด 8 บิตพร้อมด้วยการพูลอัพภายใน สามารถขับโหลดที่ทีแอลตระกูลแอลเอสได้ 4 ตัว หากเขียนค่า"1" มาที่พอร์ตนี้จะกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต สำหรับเบอร์ 8052 ขา P0.1 และ P0.7 จะใช้งานเป็นอินพุตผ่านเข้าเวลาชุดที่สอง



รูปที่1ก. การจัดขาของ MCS-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต	หน้าที่
P3.0	RXD(อินพุตของพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์)
P3.1	TXD(เอาต์พุตของพอร์ตอนุกรมที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์)
P3.2	INTO(อินเตอร์รัพท์ภายนอก 0)
P3.3	INT1(อินเตอร์รัพท์ภายนอก 1)
P3.4	To(อินพุทจากภายนอกสำหรับวงจรตั้งเวลา 0)
P3.5	T1(อินพุทจากภายนอกสำหรับวงจรตั้งเวลา 1)
P3.6	WR(สโตรปสำหรับการเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)
P3.7	RD(สโตรปสำหรับการอ่านหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)

ตารางรายละเอียดของ PORT 3

- ขา PORT 2 (P2.0 - P2.7 \ AD8 - AD15 :ขา 21-28 เป็นพอร์ตอินพุท-เอาท์พุท แบบพูลอัพภายในเมื่อทำงานเป็นเอาท์พุทพอร์ตจะสามารถจ่ายโหลดทีทีแอลตระกูลแอลเอสได้ 4ตัว นอกจากนี้ยังใช้เป็นตัวลงบัสตำแหน่งในไบต์สูงด้วยเมื่อใช้งานกับหน่วยความจำภายนอกเพื่อให้ ทำงานได้ 16 บิต และยังใช้เป็นขาสำหรับควบคุมการใช้งานและเขียนโปรแกรมเบอร์ 8751 และตรวจสอบโปรแกรมภายในด้วย

- ขา PORT3 (P3.0 - P3.7 ขา 10-17) เป็นพอร์ตอินพุท-เอาท์พุทขนาด 8 บิท นอกจากจะใช้กับงานโหลดทีทีแอลได้แล้ว ยังสามารถทำหน้าที่พิเศษได้อีกดังแสดงในตารางที่ 2 การที่จะให้พอร์ตทำงานตามที่กำหนดในตาราง จะต้องเริ่มต้นด้วยการส่งค่า "1" ไปแลทช์ที่บิตของรีจิสเตอร์ควบคุมต่าง ๆ ไว้ก่อน ที่จะให้ทำงานตามตารางที่กำหนดมา

- ขา RST (ขา 9) เป็นขาสำหรับการรีเซ็ทตัวไมโครคอนโทรเลอร์โดยต่อตัวต้านทาน8.2 กิโลโอห์ม จากขา RST ลงกราวด์และตัวต่อเก็บประจุค่า 10 μf ระหว่างขา RST กับไฟเลี้ยง

- ขา ALE/PROG คือขาแอดเดรสแลทช์อินาเบิล เมื่อส่งพัลส์ออกมา จะใช้ในการแลทช์ค่าชี้ตำแหน่งไบต์ต่ำจาก PORTO ในระหว่างขาเข้าถึงข้อมูลจากภายใน

- ขา PSEN (ขา 29) คือขา Program Storage Enable เป็นสโตรปใช้อ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอก

- ขา EA/Vpp (ขา 31) เมื่อขานี้มีสถานะ"1" ชิพก็จะทำงานตามโปรแกรมที่มีอยู่ในหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำภายในหากขานี้มีสถานะ "0" จะเป็นการควบคุมให้ทำงานตามโปรแกรมในหน่วยความจำภายนอก

- ขา XTAL 1 (ขา 19) ใช้เป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา XTAL 2 (ขา 19) ใช้เป็นเอาท์พุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

การจัดโครงร้างภายในของ MCS-51

รูปที่ 2 ก แสดงบล็อกไดอะแกรมโครงสร้างภายในของ MCS-51ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหน่วยความจำทั้งแบบ RAM และ ROM หรือ EPROM พอร์ตอินพุท พอร์ตเอาท์พุทโหมดรีจิสเตอร์สถานะ แต่ละส่วนจะติดต่อกันบัสข้อมูลขนาด 8 บิท และจะมีบัฟเฟอร์สำหรับการติดต่อข้อมูลภายนอกผ่านพอร์ตอินพุท-เอาท์พุท เมื่อต้องการขยายหน่วยความจำและพอร์ต

การจัดหน่วยความจำ

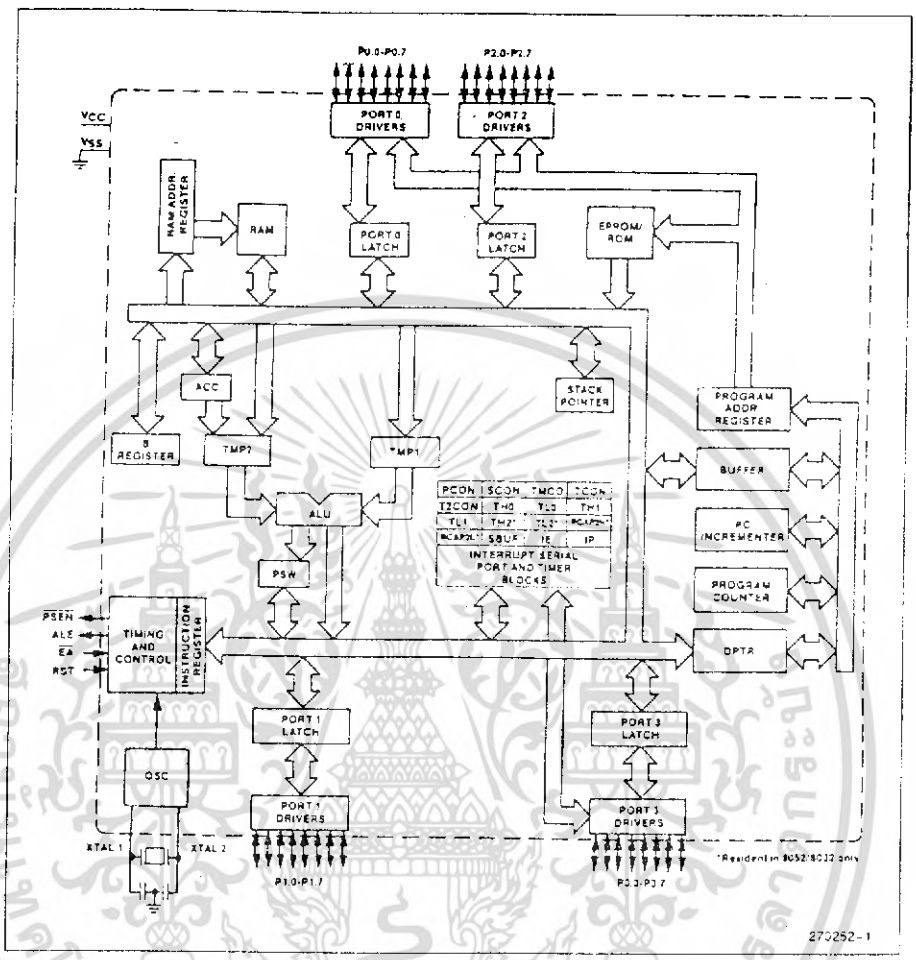
MCS-51 มีการจัดหน่วยความจำแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. หน่วยความจำโปรแกรม จำนวน 64 กิโลไบท์
2. หน่วยความจำข้อมูลภายนอก จำนวน 64 กิโลไบท์
3. หน่วยความจำข้อมูลภายใน จำนวน 256 ไบท์ :หากเป็นเบอร์ 8032และ 8052 จะมีขนาด 384 ไบท์

เนื้อที่หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

หน่วยความจำโปรแกรม มีได้ทั้งภายในและภายนอก หากที่ขา EA มีสถานะ "1" MCS-51 จะบริการหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ซึ่งจะต้องมีความยาวไม่เกิน 4 กิโลไบต์สำหรับ 8051 และไม่เกิน 8 กิโลไบต์ สำหรับเบอร์ 8052 หากที่ขา EA เป็น "0" MCS-51 จะบริการหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 ข แสดงโครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เนื้อที่หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

เช่นเดียวกับหน่วยความจำโปรแกรม หน่วยความจำข้อมูลก็แบ่งเป็นภายในและภายนอกหน่วยความจำข้อมูลภายในจะแบ่งตามลักษณะงานดังนี้คือ 128 ไบต์ของบริเวณตำแหน่งล่างในเนื้อที่ RAM ภายใน ที่บริเวณตำแหน่งบนในเนื้อที่ RAM ภายในอีก 128 ไบท์ ซึ่งในเนื้อที่หน่วยความจำในส่วนนี้จะมีเฉพาะในเบอร์ 8052 เท่านั้น และอีก 128 ไบท์จะใช้เป็นที่เก็บรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (Special Function Regitster : SFR) โดยมีการจัดแบ่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์	คำอธิบาย	ตำแหน่ง
*ACC	แอคคิวมูเลเตอร์	0E0H
*B	B รีจิสเตอร์	0F0H
*PSW	รีจิสเตอร์แสดงสถานะโปรแกรม	0D0H
SP	ตัวชี้สแตก	081H
DPTR	ตัวชี้ข้อมูล ไบต์สูง DPH	083H
	ตัวชี้ข้อมูล ไบต์ต่ำ DPL	082H
*P1	พอร์ต 0	080H
*P1	พอร์ต 1	090H
*P2	พอร์ต 2	0A0H
*P3	พอร์ต 3	0B0H
*IP	รีจิสเตอร์ควบคุมลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพต์	0B8H
*IE	รีจิสเตอร์การอินเตอร์รัพต์อีนาเบิล	0A8H
TMOD	รีจิสเตอร์ควบคุมโหมดตั้งเวลาและวงจรนับ	089H
#T2CON	รีจิสเตอร์ควบคุมโหมดตั้งเวลาและวงจรนับ 2	088H
TCON	รีจิสเตอร์ควบคุมโหมดตั้งเวลาและวงจรนับ	0C8H
TH0	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 0 ไบท์สูง	08CH
TL0	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 0 ไบท์ต่ำ	08AH
TH1	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 1 ไบท์สูง	08DH
TL1	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 1 ไบท์ต่ำ	08BH
#TH2	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 2 ไบท์สูง	0CDH
#TL2	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 2 ไบท์ต่ำ	0CCH
#RLDH	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติไบท์สูง	0CBH
#RLDL	รีจิสเตอร์ตัวตั้งเวลาและตัวนับ 2 ประจุใหม่อัตโนมัติไบท์ต่ำ	0CAH
*SCON	รีจิสเตอร์ควบคุมการส่งข้อมูลอนุกรม	098H
SBUF	บัฟเฟอร์ข้อมูลการส่งแบบอนุกรม	099H
PCON	รีจิสเตอร์ควบคุมพลังงาน	097H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องหมาย * หน้าตัวรีจิสเตอร์ หมายถึง รีจิสเตอร์ตัวนั้นสามารถที่จะเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบท์และบิท ส่วนเครื่องหมาย # หมายถึง รีจิสเตอร์ตัวนั้นจะมีเฉพาะในเบอร์8032 และ 8052 เท่านั้น

รีจิสเตอร์ใน MCS-51

แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator : ACC)

เป็นรีจิสเตอร์ที่คำสั่งส่วนใหญ่จะอ้างถึงใช้เป็นแหล่งกระทำหรือถูกกระทำในการทำงานทางลอจิกโดยจะถือค่าภายในรีจิสเตอร์นี้เป็นตัวตั้ง เมื่อ MCS-51 ทำงานในคำสั่งทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร ACC จะเป็นตัวเก็บค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการกระทำคำสั่ง และยังใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายเทข้อมูลเมื่อมีการติดต่อกลับอุปกรณ์หรือหน่วยความจำภายนอกรวมไปถึงการตรวจสอบตารางข้อมูลด้วย

รีจิสเตอร์ B

เป็นรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้งานสำหรับคำสั่งคูณและหาร โดยรีจิสเตอร์นี้ใช้เป็นที่เก็บตัวคูณและหาร และเป็นที่เก็บผลลัพธ์ตัวที่สองของการคูณแบบเศษที่ได้จากการหาร

รีจิสเตอร์แสดงสถานะโปรแกรม (Program status word : PSW)

เป็นรีจิสเตอร์ซึ่งใช้แสดงผลที่ได้หลังจากการใช้คำสั่งต่าง ๆ และเป็นตัวเลือกการทำงานของกลุ่ม รีจิสเตอร์ต่าง ๆ

รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register)

ประกอบด้วยกลุ่มรีจิสเตอร์ดังต่อไปนี้

1. รีจิสเตอร์ควบคุมโหมดตั้งเวลาและวงจรนับ (Timer/counter mode control : TMOD)
2. รีจิสเตอร์ควบคุมวงจรตั้งเวลาและวงจรนับ (Timer/counter mode control : TCON)
3. รีจิสเตอร์ควบคุมวงจรตั้งเวลาและวงจรนับ 2 (Timer/counter mode control 2 : T2CON)
4. รีจิสเตอร์ควบคุมพอร์ตอนุกรม (Serial port control register : SCON)
5. รีจิสเตอร์การอินเตอร์รัพท์อินาเบิล (Interrupt enable register : IE)
6. รีจิสเตอร์ควบคุมล่าดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt priority :IP)
7. รีจิสเตอร์ควบคุมพลังงาน (Power control register : PCON)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวชี้ข้อมูล (Data pointer : DPTR)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท สามารถเลือกแบบเป็นรีจิสเตอร์ 8 บิท 2 ตัวใช้งานอิสระต่อกันได้ใช้เป็นฐานของตำแหน่งในรีจิสเตอร์ เมื่อมีการกระโดดโดยทางอ้อมอันเป็นผลมาจากการใช้คำสั่งเกี่ยวกับตารางข้อมูล และชี้ตำแหน่งหน่วยความจำภายนอก

ตัวชี้สแตก (Stack pointer : SP)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท ที่ใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวหรือเก็บสถานะระหว่างการบริการอินเตอร์รัพท์จะเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนที่ข้อมูลจะถูกนำมาเก็บในหน่วยความจำระหว่างการใช้คำสั่ง PUSH และ CALLและจะลดค่าลงหลังจากที่สแตกถ่ายเทข้อมูลออกไปแล้วด้วยการใช้คำสั่ง POP และ RET

ใน MCS-51 สแตกมีเนื้อที่ 128 ไบท์ และเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 07H ดังนั้นสแตกจะแริ่มบรรจุข้อมูลเข้าที่ตำแหน่ง 08H นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงค่าในตัวรีจิสเตอร์ได้ ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของสแตกไยังที่ใด ๆ ของ RAM ภายในชิพ

บัฟเฟอร์ข้อมูลอนุกรม (Serialdata buffer : SBUF)

แบ่งเป็นรีจิสเตอร์ 2 ตัว ตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์การส่ง อีกตัวหนึ่งเป็นบัฟเฟอร์การรับ เมื่อข้อมูลถ่านเข้า SBUF จะเข้าไปยังบัฟเฟอร์ตัวส่ง ซึ่งถูกจัดเตรียมไว้สำหรับการส่งข้อมูลอนุกรม เมื่อข้อมูลจะออกจาก SBUF ก็จะเป็นการนำข้อมูลออกจากบัฟเฟอร์ตัวรับ

ชุดคำสั่งของ MCS-51

MCS-51 มีคำสั่งทั้งสิ้น 111 คำสั่งประกอบด้วยคำสั่ง 1ไบท์จำนวน 49 คำสั่งคำสั่ง2 ไบท์ จำนวน 45 คำสั่ง และอีก 17 คำสั่งมีความยาว 3 ไบท์ โดยแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มการโอนย้ายข้อมูล
2. กลุ่มคณิตศาสตร์
3. กลุ่มตรรกศาสตร์(Logic)
4. กลุ่มควบคุมการโอนย้ายข้อมูล

1.กลุ่การโอนย้ายข้อมูล ยังแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1.1 การโอนย้ายข้อมูลเพื่อจุดประสงค์ทั่วไปได้แก่ คำสั่ง MOV, PUSH และ POP

1.2 การโอนย้ายข้อมูลโดยใช้แอคคิวมูเลเตอร์ได้แก่คำสั่ง XCH, XCHD, MOVX และMOVC

1.3 การโอนย้ายข้อมูลกำหนดตำแหน่งข้อมูลรหัส ได้แก่คำสั่ง MOV DPRT, #DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.กลุ่มคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

2.1 คำสั่งการบวกกัน ได้แก่ INC, ADD, ADDC, DA

2.2 คำสั่งการลบกัน ได้แก่ DEC , SUBB

2.3 คำสั่งการคูณกัน ได้แก่ MUL

2.4 คำสั่งการหารกัน ได้แก่ DIV

3.กลุ่มตรรกศาสตร์ (Logic) แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

3.1 คำสั่งการทำงานโอเปอร์แรนด์ภายในตัวมันเอง ได้แก่ CLR,SETB,CPL,RL,RLC, RR, RRC, SWAP

3.2 คำสั่งการทำงานโอเปอร์แรนด์ร่วมระหว่าง 2 โอเปอร์แรนด์ ได้แก่ ANL,ORL,XRL

4.กลุ่มคำสั่งควบคุมการโอนย้ายข้อมูล แบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ

4.1 เรียกโปรแกรมย่อยโดยไม่ต้องตั้งข้อแม้แล้วกลับคืนมาที่โปรแกรมหลัก ได้แก่ ACALL, LCALL, RET, AJMP, JMP @ A+DPTR

4.2 การกระโดดแบบมีข้อแม้ ได้แก่ JZ, JNZ, JNC, JB, JNB, CJNZ, DJNZ

4.3 การกลับคืนจากการอินเตอร์รัพท์ ได้แก่ RET1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction set description

mnemonic		description	bytes/ cycles	opcode (hex)
Arithmetic operation				
ADD	A,Rr	Add register to A	1 1	2*
ADD	A,direct	Add direct byte to A	2 1	25
ADD	A,@Ri	Add indirect RAM to A	1 1	26,27
ADD	A,#data	Add immediate data to A	2 1	24
ADDC	A,Rr	Add register to A with carry flag	1 1	3*
ADDC	A,direct	Add direct byte to A with carry flag	2 1	35
ADDC	A,@Ri	Add indirect RAM to A with carry flag	1 1	36,37
ADDC	A,#data	Add immediate data tc A with carry flag	2 1	34
SUBB	A,Rr	Subtract register from A with borrow	1 1	9*
SUBB	A,direct	Subtract direct byte from A with	2 1	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mnemonic		description	bytes/ cycles	opcode (hex)
SUBB	A,@Ri	Subtract indirect RAM from A with borrow	1 1	96,97
SUBB	A,#data	Subtract immediate data from A borrow	2 1	94
INC	A	Increment A	1 1	04
INC	Rr	Increment register	1 1	0*
INC	direct	Increment direct byte	2 1	05
INC	@Ri	Increment indirect RAM	1 1	06,07
DEC	A	Decrement A	1 1	14
DEC	Rr	Decrement register	1 1	1*
DEC	direct	Decrement direct byte	2 1	15
DEC	@Ri	Decrement indirect RAM	1 1	16,17
INC	DPTR	Increment data pointer	1 2	A3
MUL	AB	Multiply A & B	1 4	A4
DIV	AB	Divide A & B	1 4	84
DA	A	Decimal adjust A	1 1	D4
Logic operations				
ANL	A,Rr	AND register to A	1 1	5*
ANL	A,direct	AND direct byte to A	2 1	55
ANL	A,@Ri	AND indirect RAM to A	1 1	56,57
ANL	A,#data	AND immediate data to A	2 1	54
ANL	direct,A	AND A to direct byte	2 1	52
ANL	direct,#data	AND immediate data to direct byte	3 2	53
ORL	A,Rr	OR register to A	1 1	4*
ORL	A,idrect	OR direct byte to A	2 1	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mnemonic		description	bytes/ cycles	opcode (hex)
ORL	A,@Ri	OR indirect RAM to A	1 1	46,47
ORL	A,#data	OR immediate data to A	2 1	44
ORL	direct,A	OR A to direct byte	2 1	42
ORL	direct,#data	OR immediate data to direct byte	3 2	43
XRL	A,Rr	Exclusive-OR register to A	1 1	6*
XRL	A,direct	Exclusive-OR direct byte to A	2 1	65
XRL	A,@Ri	Exclusive-OR indirect RAM to A	1 1	66,67
XRL	A,#data	Exclusive-OR immediate data to A	2 1	64
XRL	direct,A	Exclusive-OR to direct byte	2 1	62
XRL	direct,#data	Exclusive-OR immediate data to direct byte	3 2	63
CLR	A	Clear A	1 1	E4
CPL	A	Complement A	1 1	F4
RL	A	Rotate A left	1 1	23
RLC	A	Rotate A left through the carry flag	1 1	33
RR	A	Rotate A right	1 1	03
RRC	A	Rotate A right through the carry flag	1 1	13
SWAP	A	Swap nibbles within A	1 1	C4
Data transfer				
MOV	A,Rr	Move register to A	1 1	E*
MOV	A,direct**	Move direct byte to A	2 1	E5
MOV	A,@Ri	Move indirect RAM to A	1 1	E6,E7
MOV	A,#data	Move immediate data to A	2 1	74
MOV	Rr,A	Move A to register	1 1	F*
MOV	Rr,direct	Move direct byte to register	2 2	A*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mnemonic		description	bytes/ cycles	opcode (hex)
MOV	Rr,#data	Move immediate data to register	2 1	7*
MOV	direct,A	Move A to direct byte	2 1	F5
MOV	direct,Rr	Move register to direct byte	2 2	8*
MOV	direct,direct	MOVE direct byte to direct	3 2	85
MOV	direct,@Ri	Move indirect RAM to direct byte	2 2	86,87
MOV	direct,#data	Move immediate data to direct byte	3 2	75
Mov	@Ri,A	Move A to indirect RAM	1 1	F6,F7
MOV	@Ri,direct	Move direct byte to indirect RAM	2 2	A6,A7
MOV	@Ri,#data	Move immediate data to indirectRAM	2 1	76,77
MOV	DPTR,#data16	Load data pointer with a 16-bit constant	3 2	90
MOVC	A,@A+DPTR	Move code byte relative to DPTR to A	1 2	93
MOVC	A,@A+PC	Move code byte relative to PC to A	1 2	83
Movx	A,@Ri	Move external RAM (8-bit address) to A	1 2	E2,E3
MOVX	A,@DPTR	Move external RAM (16-bit address) to A	1 2	E0
MOVX	@Ri,A	Move A to external RAM (8-bit address)	1 2	F2,F3
MOVX	@DPTR,A	Move A to external RAM (16-bit address)	1 2	F0
PUSH	direct	Push direct byte onto stack	2 2	C0
POP	direct	POP direct byte from stack	2 2	D0
XCH	A,Rr	Exchange register with A	1 1	C*
XCH	A,direct	Exchange direct byte with A	2 1	C5
XCH	A,@Ri	Exchange indirect RAM with A	1 1	C6,C7
XCHD	A,@Ri	Exchange LOW-order digit indirect RAM with A	1 1	D6,D7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mnemonic	description	bytes/ cycles	opcode (hex)
Boolean variable manipulation			
CLR C	Clear carry flag	1 1	C3
CLR bit	Clear direct bit	2 1	C2
SETB C	Set carry flag	1 1	D3
SETB bit	Set direct bit	2 1	D2
CPL C	Complement carry flag	1 1	B3
CPL bit	Complement direct bit	2 1	B2
ANL C,bit	AND direct bit to carry flag	2 2	82
ANL C,/bit	AND compleement fo direct bit to carry flag	2 2	B0
ORL C,bit	OR direct bit to carry flag	2 2	72
ORL C,/bit	OR complement fo direct bit to carry flag	2 2	A0
MOV C,bit	Move direct bit to carry flag	2 1	A2
MOV bit,C	Move carry flag to direct bit	2 2	92
Program and machine control			
ACALL addr11	Absolute subroutine call	2 2	1addr
LCALL addr16	Long subroutine call	3 2	12
RET	Return from subroutine	1 2	22
RET1	Return from interrupt	1 2	32
AJMP addr11	Absolute jump	2 2	1addr
LJMP addr16	Long jump	3 2	02
SJMP rel	Short jump (relative address)	2 2	80
JMP @A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR	1 2	73
JZ rel	Jump if A is zero	2 2	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mnemonic	description	bytes/ cycles	opcode (hex)
JNZ rel	Jump if A is not zero	2 2	70
JC rel	Jump if carry flag is set	2 2	40
JNC rel	Jump if no carry flag	2 2	50
JB bit,rel	Jump if direct bit is set	3 2	20
JNB bit,rel	Jump if direct bit is not set	3 2	30
JBC bit,rel	Jump if direct bit is set and clear bit	3 2	10
CJNE A,direct,rel	Compare direct to A and jump if not equal	3 2	B5
CJNE A,#data,rel	Compare immediate to A and jump if not equal	3 2	B4
CJNE Rr,#data,rel	Compare immed. to reg. and jump if not equal	3 2	B*
CJNE @Ri,#data,rel	Compare immed. to ind. and jump if not equal	3 2	B6,B7
DJNZ Rr,rel	Decrement register and jump if not zero	2 2	D*
DJNZ direct,rel	Decrement direct and jump if not zero	3 2	D5
NOP	No operation	1 1	00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRELIMINARY

MHS

AUGUST 1988

DATA SHEET 80C51-L / 80C31-L

CMOS SINGLE-CHIP 8 BIT 3V-MICROCONTROLLER

- 80C51-L - CMOS SINGLE-SHIP 8-BIT MICROCONTROLLER with factory mask-programmable ROM
- 80C31-L - CMOS SINGLE-CHIP 8-BIT CONTROL-ORIENTED CPU with RAM and I/O
- 80C51-L/C31-L: 0 TO 6 MHz, VCC = 2.7V TO 6V

FEATURES

- POWER CONTROL MODES
- 128 x 8 BIT RAM
- 32 PROGRAMMABLE I/O LINES
- TWO 16-BIT TIMER/COUNTERS
- 64K PROGRAM MEMORY SPACE
- FULLY STATIC DESIGN
- HIGH PERFORMANCE SAJI VI CMOS PROCESS
- BOOLEAN PROCESSOR
- 5 INTERRUPT SOURCES
- PROGRAMMABLE SERIAL PORT
- 64K DATA MEMORY SPACE
- TEMPERATURE RANGE: 0 TO 70°C

DESCRIPTION

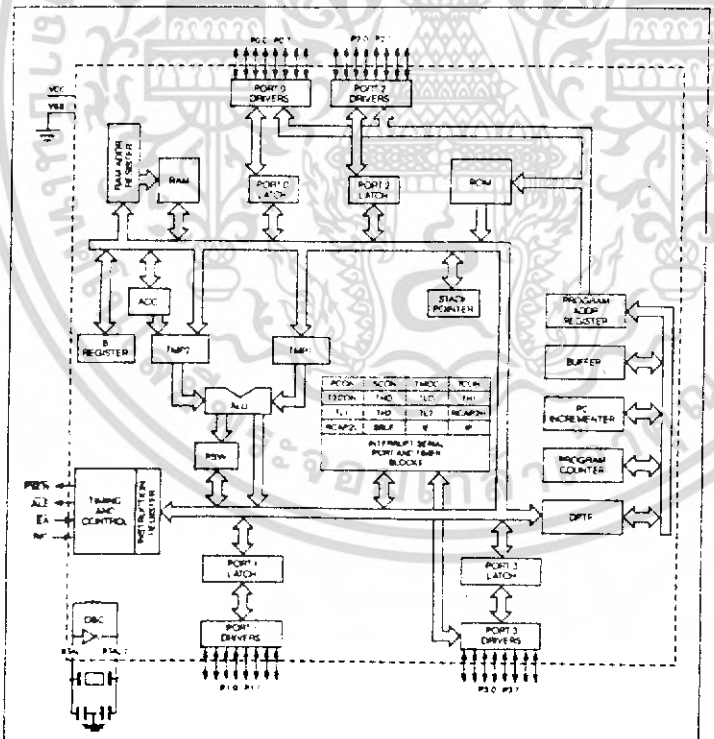


Figure 1. Block Diagram

MHS's 80C51 and 80C31 are high performance CMOS versions of the 8051/8031 NMOS single chip 8 bit μC and is manufactured using a self-aligned silicon gate CMOS process (SAJI VI).

The fully static design of the MHS 80C51/80C31 allows to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value, even DC, without loss of data.

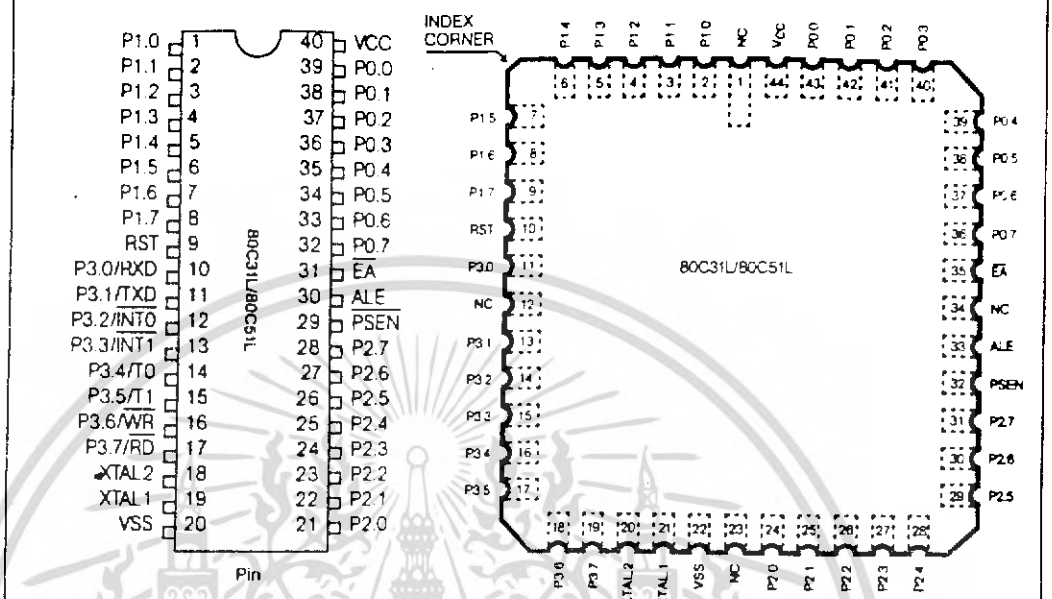
The 80C51 retains all the features of the 8051: 4K bytes of ROM; 128 bytes of RAM; 32 I/O lines; two 16 bit timers; a 5-source 2-level interrupt structure; a full duplex serial port; and on-chip oscillator and clock circuits.

In addition, the 80C51 has two software-selectable modes of reduced activity for further reduction in power consumption. In the Idle Mode the CPU is frozen while the RAM, the timers, the serial port, and the interrupt system continue to function. In the Power Down Mode the RAM is saved and all other functions are inoperative.

The 80C31 is identical to the 80C51 except that it has no on-chip ROM.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. Configurations



IDLE AND POWER DOWN OPERATION

Figure 3 shows the internal Idle and Power Down clock configuration. As illustrated, Power Down operation stops the oscillator. Idle mode operation allows the interrupt, serial port, and timer blocks to continue to function while the clock to the CPU is gated off.
These special modes are activated by software via the Special Function Register, Its hardware address is 87H. PCON is not bit addressable.

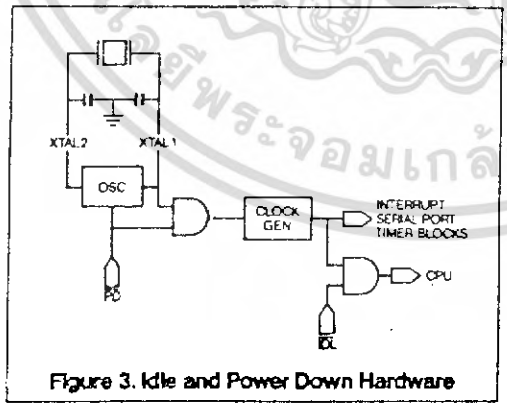


Figure 3. Idle and Power Down Hardware

PCON: Power Control Register

(MSB) (LSB)

SMOD	–	–	–	GF1	GF0	PD	IDL

Symbol	Position	Name and Function
SMOD	PCON.7	Double Baud rate bit. When set to a 1, the baud rate is doubled when the serial port is being used in either modes 1, 2 or 3.
–	PCON.6	(Reserved)
–	PCON.5	(Reserved)
–	PCON.4	(Reserved)
GF1	PCON.3	General-purpose flag bit.
GF0	PCON.2	General-purpose flag bit.
PD	PCON.1	Power Down bit. Setting this bit activates power down operation.
IDL	PCON.0	Idle mode bit. Setting this bit activates idle mode operation.

If 1's are written to PD and IDL at the same time, PD takes precedence. The reset value of PCON is (0XXX0000).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Status of the external pins during Idle and Power Down modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Port Data	Port Data	Port Data	Port Data
Idle	External	1	1	Floating	Port Data	Address	Port Data
Power Down	Internal	0	0	Port Data	Port Data	Port Data	Port Data
Power Down	External	0	0	Floating	Port Data	Port Data	Port Data

IDLE MODE

The instruction that sets PCON.0 is the last instruction executed before the Idle mode is activated. Once in the Idle mode the CPU status is preserved in its entirety: the Stack Pointer, Program Counter, Program Status Word, Accumulator, RAM, and all other registers maintain their data during Idle. *Table 1* describes the status of the external pins during Idle mode.

There are two ways to terminate the Idle mode. Activation of any enabled interrupt will cause PCON.0 to be cleared by hardware, terminating Idle mode. The interrupt is serviced, and following RETI, the next instruction to be executed will be the one following theinstruction that wrote a 1 to PCON.0.

The flag bits GF0 and GF1 may be used to determine whether the interrupt was received during normal execution or during the Idle mode. For example, the instruction that writes to PCON.0 can also set or clear one or both flag bits. When Idle mode is terminated by an enabled interrupt, the service routine can examine the status of the flag bits.

The second way of terminating the Idle mode is with a hardware reset. Since the oscillator is still running, the hardware reset needs to be active for only 2 machine cycles (24 oscillator periods) to complete the reset operation.

POWER DOWN MODE

The instruction that sets PCON.1 is the last executed prior to entering power down. Once in power down, the oscillator is stopped. The contents of the onchip RAM and the Special Function Register is saved during power down mode. A hardware reset is the only way of exiting the power down mode. The hardware reset initiates the Special Function Register *(see Table 1)*

In the Power Down mode. V_{CC} may be lowered to minimize circuit power consumption. Care must be taken to ensure the voltage is not reduced until the power down mode is entered, and that the voltage is restored before the hardware reset is applied which frees the oscillator. Reset should not be released until the oscillator has restarted and stabilized.

Table 1 describes the status of the external pins while in the power down mode. It should be noted that if the power down mode is activated while in external program memory, the port data that is held in the Special Function Register P2 is restored to Port 2. If the data is a 1, the port pin is held high during the power down mode by the strong pullup, T1, shown in *Figure 4*

STOP CLOCK MODE

Due to static design, the MHS 80C31/C51 clock speed can be reduced until 0 MHz without any data loss in memory or registers. This mode allows step by step utilization, and permits to reduce system power consumption by bringing the clock frequency down to any value. At 0 MHz, the power consumption is the same as in the Power Down Mode.

80C51 I/O PORTS

The I/O port drive of the 80C51 is similar to the 8051. The I/O buffers for Ports 1, 2, and 3 are implemented as shown in *figure 4*

When the port latch contains a 0, all pFETS in *figure 4* are off while the nFET is turned on. When the port latch makes a 0-to-1 transition, the nFET turns off. The strong pullup pFET, T1, turns on for two oscillator periods, pulling the output high very rapidly. As the output line is drawn high, pFET T3 turns on through the inverter to supply the I_{OH} source current. This inverter and T3 form a latch which holds the 1 and is supported by T2. When Port 2 is used as an address port, for access to external program of data memory, any address bit that contains a 1 will have his strong pullup turned on for the entire duration of the external memory access.

When an I/O pin on Ports 1, 2, or 3 is used as an input the user should be aware that the external circuit must sink current during the logical 1-to-0 transition. The maximum sink current is specified as I_{TL} under the D.C. Specifications. When the input goes below approximately 2V, T3 turns off to save ICC current. Note, when returning to a logical 1, T2 is the only internal pullup that is on. This will result in a slow rise time if the user's circuit does not force the input line high.

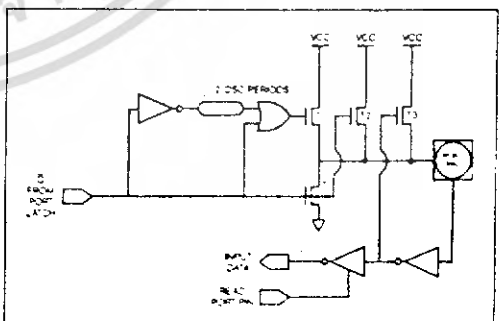


Fig. 4. I/O Buffers in the 80C51 (Ports 1, 2, 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OSCILLATOR CHARACTERISTICS

XTAL1 and XTAL2 are the input and output respectively, of an inverting amplifier which is configured for use as an on-chip oscillator, as shown in figure 5. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used.
To drive the device from an external clock source, XTAL1 should be driven while XTAL2 is left unconnected as shown in *figure* 6. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum high and low times specified on the Data Sheet must be observed.

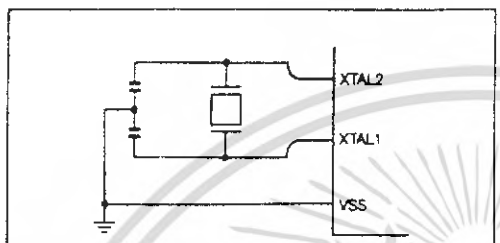


Figure 5. Crystal Oscillator

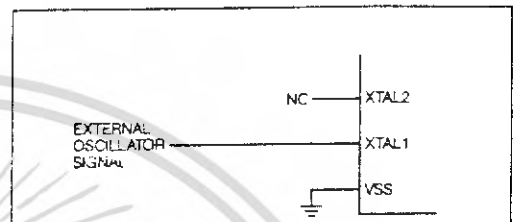


Figure 6. External Drive Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80C51 PIN DESCRIPTIONS

V_{SS}

Circuit ground potential

V_{CC}

Supply voltage during normal, Idle, and Power Down operation.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. Port 0 pins that have 1's written to them float, and in that state can be used as high-impedance inputs.

Port 0 is also the multiplexed low-order address and data bus during accesses to external Program and Data Memory. In this application it uses strong internal pullups when emitting 1's. Port 0 also outputs the code bytes during program verification in the 80C51. External pullups are required during program verification. Port 0 can sink eight LS TTL inputs.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 1 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}, on the data sheet) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during program verification. In the 80C51, Port 1 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 2 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}, on the data sheet) because of the internal pullups. Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external Program Memory and during accesses to external Data Memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1's. During accesses to external Data Memory that uses 8-bit addresses (MOVX @ Ri), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

It also receives the high-order address bits and control signals during progam verification in the 80C51. Port 2 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. Port 3 pins that have 1's written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}, on the data sheet) because of the pullups. It also serves the functions of various special features of the MCS-51 Family, as listed below:

Port Pin	Alternate Function
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external Data Memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external Data Memory read strobe)

Port 3 can sink/source three LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without external pullups.

RST

A high level on this for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. An internal pull-down resistor permits Power-On reset using only a capacitor connected to V_{CC}.

ALE

Address Latch Enable output for latching the low byte of the address during accesses to external memory. ALE is activated as though for this purpose at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency except during an external data memory access at which time one ALE pulse is skipped. ALE can sink/source 8 LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without an external pullup.

PSEN

Program Store Enable output is the read strobe to external Program Memory. PSEN is activated twice each machine cycle during fetches from external Program Memory. (However, when executing out of external Program Memory, two activations of PSEN are skipped during each access to external Data Memory). PSEN is not activated during fetches from internal Program Memory. PSEN can sink/source 8 LS TTL inputs. It can drive CMOS inputs without an external pullup.

EA

When EA is held high, the CPU executes out of internal Program Memory (unless the Program Counter exceeds OFFFFH). When EA is held low, the CPU executes only out of external Program Memory. EA must not be floated.

XTAL1

Input to the inverting amplifier that forms the oscillator. Receives the external oscillator signal when an external oscillator is used.

XTAL2

Output of the inverting amplifier that forms the oscillator, and input to the internal clock generator. This pin should be floated when an external oscillator is used.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias:
- Commercial ..... 0°C to 70°C
- Industrial ..... −40°C to 85°C

Storage Temperature ..... −65°C to +150°C
Voltage on V_{CC} to V_{SS} ..... −0.5V to +7V
Voltage on Any Pin to V_{SS} ..... −0.5V to V_{CC} + 0.5V
Power Dissipation 1W*

* This value is based on the maximum allowable die temperature and the thermal resistance of the package.

***NOTICE:**

Stresses at or above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions may affect device reliability.

DC CHARACTERISTICS

TA = −40°C to 85°C, VCc = 2.7V to 6V, VSS = 0V, F = 0 to 6 MHz

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Conditions
VIL	Input Low Voltage	−0.5	0.2 V_{CC} − 0.1	V	
VIH	Input High Voltage (Except XTALs and RST)	0.2 V_{CC} + 0.9	V_{CC} + 0.5	V	
VIH1	Input High Voltage to RST for Reset	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V	
VIH2	Input High Voltage To XTAL 1	0.7 V_{CC}	V_{CC} + 0.5	V	
VPD	Power Down Voltage To V_{CC} in PD Mode	2.0	6.0	V	
VOL	Output Low Voltage (Ports 1, 2, 3)		0.45	V	IOL = 1.6mA (note 1)
VOL1	Output Low Voltage Port 0, ALE, $\overline{PSEN}$		0.45	V	IOL = 3.2mA (note 1)
VOH	Output High Voltage Ports 1, 2, 3	0.9 V_{CC}		V	IOH = −10μa
		2.4		V	IOH = −60μA, V_{CC} = 5V ± 10%
VOH1	Output High Voltage (Port 0 in External in External Bus Mode), ALE, $\overline{PSEN}$	0.9 V_{CC}		V	IOH = −40μA
		2.4		V	IOH = −400μA, V_{CC} = 5V ± 10%
IIL	Logical 0 Input Current Ports 1,2,3		−50	μA	Vin = 0.45V
ILI	Input Leakage Current		± 10	μA	0.45 < Vin < V_{CC}
ITL	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 2, 3)		−500	μA	Vin = 2.0V
ICCPD	Power Supply Current (Power Down Mode)	50	10	μA	V_{CC} = 2.0V to 5.5V (note 2)
RRST	RST Pulldown Resistor	50	150	kΩ	
CIO	Capacitance of I/O Buffer		10	pF	f_C = 1MHz, T_A = 25°C

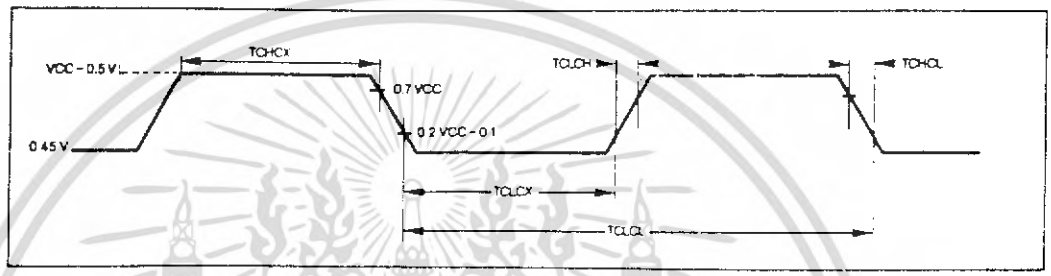
Note 1:

Capacitive loading on Ports 0 and 2 may cause spurious noise pulses to be superimposed on the V_{OL}S of ALE and Ports 1 and 3. The noise is due to external bus capacitance discharging into the Port 0 and Port 2 pins when these pins make 1-to-0 transitions during bus operations. In the worst cases (capacitive loading 100 pF), the noise pulse on the ALE line may exceed 0.45V with maxi V_{OL} peak 0.6V. A Schmitt Trigger use is not necessary.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTERNAL CLOCK DRIVE CHARACTERISTICS (XTAL 1)

Symbol	Parameter	Variable Clock freq = 0 to 6 MHz		Unit
		Min	Max	
TCLCL	Oscillator Period	166		ns
TCHCX	High Time	20		ns
TCLCX	Low Time	20		ns
TCLCH	Rise Time		20	ns
TCHCL	Fall Time		20	ns



AC CHARACTERISTICS

(T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.7V to 6V, V_{SS} = 0V)
(Load Capacitance for Port 0, ALE, and $\overline{PSEN}$ = 100pf; Load Capacitance for All Other Outputs = 80pf)

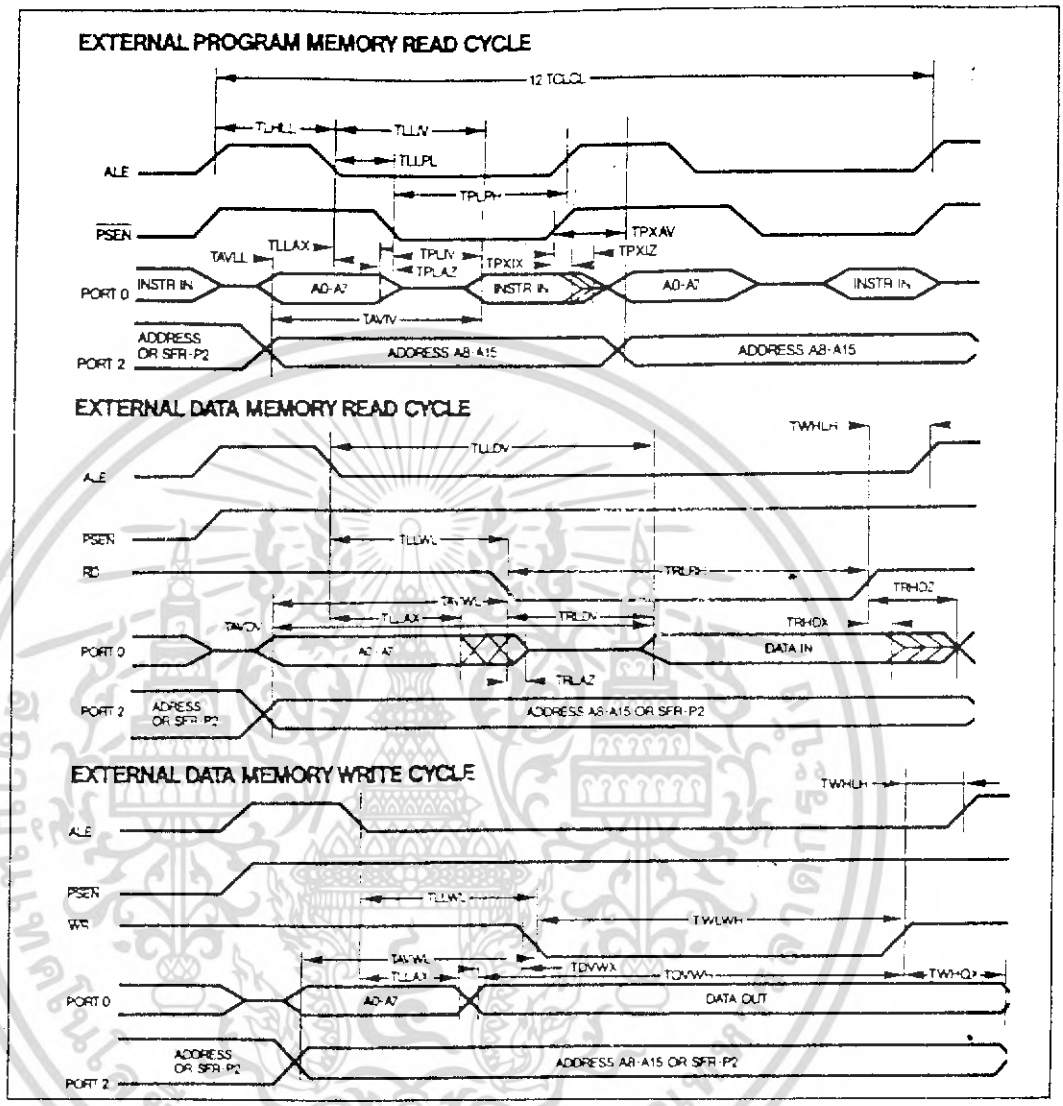
EXTERNAL PROGRAM MEMORY CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TLHLL	ALE Pulse Width	2TCLCL - 40		ns
TAVLL	Address Valid to ALE	TCLCL - 55		ns
TLLAX	Address Hold After ALE	TCLCL - 35		ns
TLLIV	ALE to Valid Instr In		4TCLCL - 170	ns
TLLPL	ALE to $\overline{PSEN}$	TCLCL - 25		ns
TPLPH	$\overline{PSEN}$ Pulse Width	3TCLCL - 35		ns
TPLIV	$\overline{PSEN}$ to Valid Instr In		3TCLCL - 220	ns
TPXIX	Input Instr Hold After $\overline{PSEN}$	0		ns
TPXIZ	Input Instr Float After $\overline{PSEN}$		TCLCL - 20	ns
TPXAV	$\overline{PSEN}$ to Address Valid	TCLCL - 8		ns
TAVIV	Address to Valid Instr In		5TCLCL - 220	ns
TPLAZ	$\overline{PSEN}$ Low to Address Float		0	ns

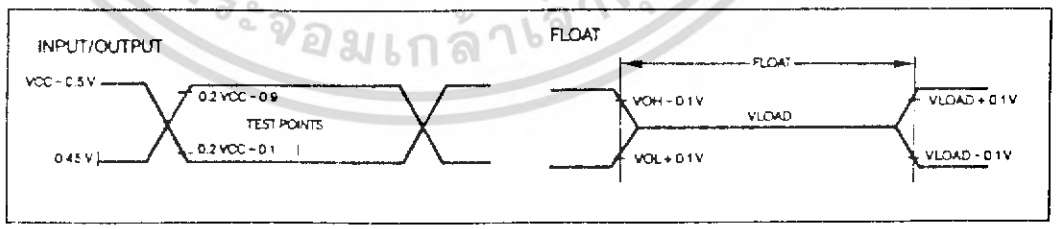
See next page for External Data Memory Characteristics.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC TIMING DIAGRAMS



AC TESTING INPUT/OUTPUT, FLOAT WAVEFORMS



AC inputs during testing are driven at V_{CC} – 0.5 for a logic "1" and 0.45 V for a logic "0". Timing measurements are made at VIH min for a logic "1" and VIL max for a logic "0". For timing purposes a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs and begins to float when a 100 mV change from the loaded VOH/VOL level occurs. IoI/IoH ≥ ± 20 Ma.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXTERNAL DATA MEMORY CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TRLRH	$\overline{RD}$ Pulse Width	6TCLCL – 100		ns
TWLWH	$\overline{WR}$ Pulse Width	6TCLCL – 100		ns
TLLAX	Data Address Hold After ALE	TCLCL – 35		ns
TRLDV	$\overline{RD}$ to Valid Data In		5TCLCL – 165	ns
TRHDX	Data Hold After $\overline{RD}$	0		ns
TRHDZ	Data Float After $\overline{RD}$		2TCLCL – 70	ns
TLLDV	ALE to Valid Data In		8TCLCL – 150	ns
TAVDV	Address to Valid Data In		9TCLCL – 165	ns
TLLWL	ALE to $\overline{WR}$ or $\overline{RD}$	3TCLCL – 50	3TCLCL + 50	ns
TAVWL	Address to $\overline{WR}$ or $\overline{RD}$	4TCLCL – 130		ns
TQVWX	Data Valid to $\overline{WR}$ Transition	TCLCL – 60		ns
TQVWH	Data Setup to $\overline{WR}$ High	7TCLCL – 150		ns
TWHQX	Data Hold After $\overline{WR}$	TCLCL – 50		ns
TRLAZ	$\overline{RD}$ Low to Address Float		0	ns
TWHLH	$\overline{RD}$ or $\overline{WR}$ High to ALE High	TCLCL – 40	TCLCL + 40	ns

MAXIMUM I_{CC} (mA)

	Operating (Note 3)			Idle (Note 4)		
Freq. V_{CC}	2.7V	5V	6V	2.7V	5V	6V
1 MHz	0.8 mA	1.5 mA	1.8 mA	400 µA	800 µA	1 mA
6 MHz	4 mA	8 mA	10 mA	1.2 mA	3.5 mA	3.8 mA

Note 2:

Power Down I_{CC} is measured with all output pins disconnected; EA = Port 0 = V_{CC}; XTAL2 N.C.; RST = V_{SS}.

Note 3:

I_{CC} is measured with all output pins disconnected; XTAL1 driven with TCLCH, TCHCL = 5 ns, V_{IL} = V_{SS} – 0.5V; V_{IH} = V_{CC} – 0.5V; XTAL2 N.C.; EA = RST = Port 0 = V_{CC}. I_{CC} would be slightly higher if a crystal oscillator used.

Note 4:

Idle I_{CC} is measured with all output pins disconnected; XTAL1 driven TCLCH, TCHCL = 5 ns, V_{IL} = V_{SS} – 0.5V; V_{IH} = V_{CC} – 0.5V; XTAL2 N.C.; Port 0 = V_{CC}; EA = RST = V_{SS}.

EXPLANATION OF THE AC SYMBOLS

Each timing symbol has 5 characters. The first character is always a 'T' (stands for time). The other characters, depending on their positions, stand for the name of a signal or the logical status of that signal. The following is a list all the characters and what they stand for.

EXAMPLE:

TAVLL = Time for Address Valid to ALE low.
TLLPL = Time for ALE low to $\overline{PSEN}$ low.

A: Address.
C: Clock.
D: Input data.
H: Logic level HIGH.
I: Instruction (program memory contents).
L: Logic level LOW, or ALE.
P: $\overline{PSEN}$.
Q: Output data.
R: READ signal.
T: Time.
V: Valid.
W: WRITE signal.
X: No longer a valid logic level.
Z: Float.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

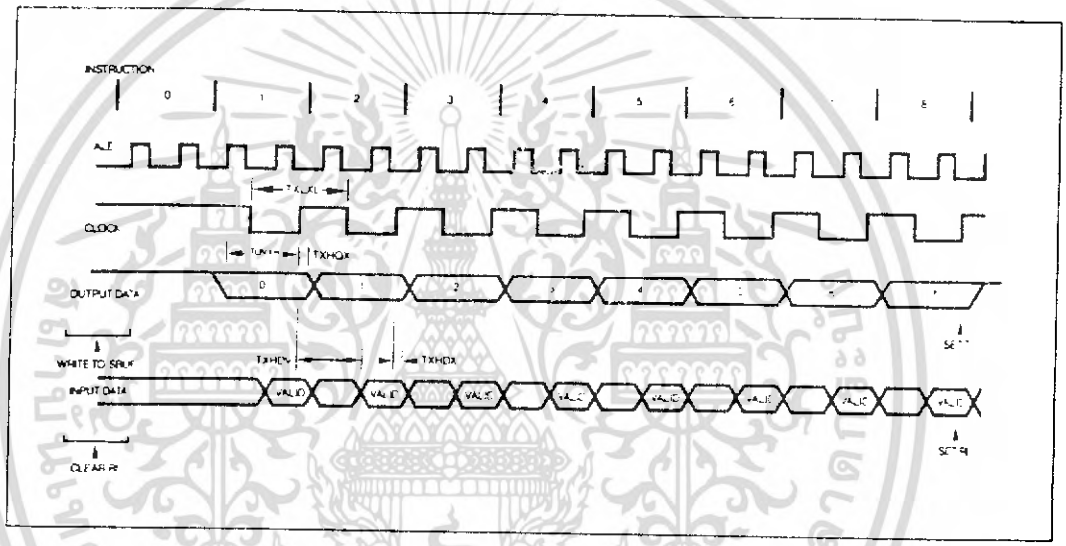
SERIAL PORT TIMING - SHIFT REGISTER MODE

A.C. CHARACTERISTICS:

(T_A = 0°C to 70°C; V_{SS} = 0V; V_{CC} = 2.7V to 6V; Load Capacitance = 80 pF)

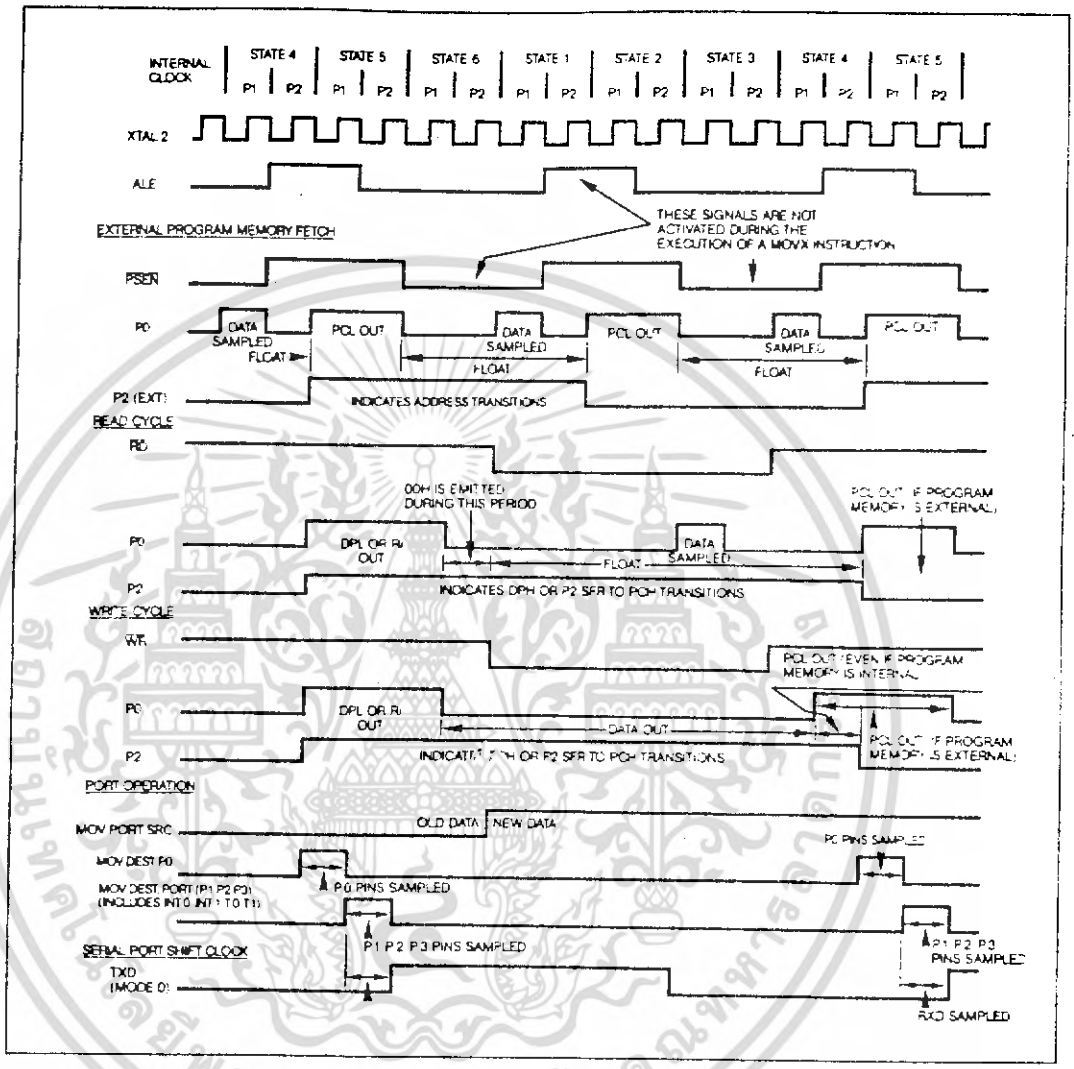
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
TXLXL	Serial Port Clock Cycle Time	12TCLCL		µS
TQVXH	Output Data Setup to Clock Rising Edge	10TCLCL-133		ns
TXHQX	Output Data Hold After Clock Rising Edge	2TCLCL-117		ns
TXHDX	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		ns
TXHDV	Clock Rising Edge to Input Data Valid		10TLCL-133	ns

SHIFT REGISTER TIMING WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK WAVEFORMS



This diagram indicates when signals are clocked internally. The time it takes the signals to propagate to the pins, however, ranges from 25 to 125 ns. This propagation delay is dependent on variables such as temperature and pin loading. Propagation also varies from output to output and component. Typically though ($T_A = 25°C$ fully loaded) RD and WR propagation delays are approximately 50 ns. The other signals are typically 85 ns. Propagation delays are incorporated in the AC specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้