เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

1 IN TO 8 OUT PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นางสาว ธัญญา โคศุภ รหัส 36014189

นางสาว โศภณา พรหมพิทักษ์ รหัส 36014445

นางสาว สุภรา แตงจวง รหัส 36014505

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. วิวัฒน์ กิรานนท์

วัน เดือน ปี 29 ก.ค. 2541

เลขทะเบียน 038105

เลขเรียกหนังสือ T39125 ส.116 ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

038105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นางสาวธัญญา โคศุภ 36014189
2. นางสาวโศภณา พรหมพิทักษ์ 36014445
3. นางสาวสุภรา แตงจวง 36014505

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์วิภา แสงพิสิทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

1 IN TO 8 OUT PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย นางสาวธัญญา โคศุภ
นางสาวโศภณา พรหมพิทักษ์
นางสาวสุภรา แตงจวง

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร. วิวัฒน์ กิรานนท์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติขนาดเล็ก ซึ่งเป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการขยายคู่สายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์ให้สามารถใช้งานได้มากขึ้น โดยสามารถขยายคู่สายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์ 1 คู่สาย เป็น 8 คู่สายภายใน เพื่อใช้ในการติดต่อประสานงานภายในบริษัท โรงงานขนาดเล็ก หรือภายในบ้าน ให้มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น โดยที่ผู้ใช้สามารถติดต่อโดยตรงกับโทรศัพท์ภายในเครื่องต่างๆได้ และจะมีเครื่องบันทึกเทปอัตโนมัติตอบรับแทนพนักงานต่องสาย ทำให้เกิดความสดวกรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงาน และสามารถทำงานได้ตลอดเวลา

ABSTRACT

This project is a Private Automatic Branch Exchange (PABX) that is an equipment for expanding the capability of telephone lines from the Telephone Organization of Thailand (TOT). It can expand 1 telephone line from TOT serve 8-internal-telephone lines so that it can be used in a small office, factory or house. The users can connect to the other internal terminals directly. The automatic recorders is used to answer automatically without operators. There are many advantages of PABX for example comfortable, improves speed of operators, reduces cost for employing operator, and can operate all times.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 การสื่อสารโทรศัพท์	3
2.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่	4
2.3 สัญญาณโทรศัพท์	5
2.4 ไอซีถอดรหัสความถี่ MT8870	6
2.5 อุปกรณ์บันทึกเสียง	11
บทที่ 3 การทำงานของวงจร	13
3.1 ภาค COL INTERFACE & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION	15
3.2 ภาค LINE INTERFACE & DC LOOP & NETWORK	15
3.3 ภาค BIDIRECTIONAL AMPLIFIER	17
3.4 ภาค RINGING SIGNAL DETECT	17
3.5 ภาค DTMF DECODER 1	18
3.6 ภาค AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT	19
3.7 ภาค CROSS POINT SWITCH	20
3.8 ภาค TONE GENERATOR CIRCUIT SECTION	21
3.9 ภาค DTMF DECODER 2	22
3.10 ภาค EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION	22
3.11 ภาค CONTROL RINGING	23
3.12 ภาค POWER SUPPLY	23
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	37
4.1 ผลการทดลองวงจรสร้างสัญญาณโทรศัพท์	37
4.2 ผลการทดลองวงจร DTMF	39
4.3 ผลการทดลองวงจรบันทึกเสียง	39
4.4 ผลการทดลองวงจร LINE INTERFACE & DC LOOP & NETWORK	40
4.5 ผลการทดลองวงจร BIDIRECTIONAL AMPLIFIER	40
4.6 ผลการทดลองวงจร RINGING SIGNAL DETECT	41
4.7 ผลการทดลองวงจร CONTROL RINGING CIRCUIT	42
4.8 ผลการทดลองวงจร CROSS POINT SWITCH	42
4.9 ผลการทดลองวงจร EXT INTERFACE	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 บทสรุป 44
5.1 การติดต่อภายนอก 44
5.2 การติดต่อภายใน 44
ภาคผนวก
กิตติกรรมประกาศ
บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 1.1	ส่วนประกอบของ PBAX	2
รูปที่ 2.1	บล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์	3
รูปที่ 2.2	(ก) วงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย	4
	(ข) ไดอะแกรมของเวลาคร่าวๆ ของสัญญาณที่เกิดจากการหมุน	4
รูปที่ 2.3	แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่แนวนอนและแนวตั้งของหมายเลข	5
รูปที่ 2.4	รายละเอียดขาของไอซี MT8870	7
รูปที่ 2.5	โครงสร้างภายในของ MT8870	7
รูปที่ 2.6	ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่	8
รูปที่ 2.7	วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและการกำหนดเวลาการ์ดไทม์	10
รูปที่ 2.8	การต่อวงจรภาคอินพุท	10
รูปที่ 2.9	การต่อวงจรผลิตความถี่	11
รูปที่ 2.10	บล็อคไดอะแกรมภายในของไอซี ISD1420	12
รูปที่ 3.1	บล็อคไดอะแกรมของ AUTOMATIC PABX 1 TO 8	14
รูปที่ 3.2	บล็อคไดอะแกรมของภาค COL INTERFACE & DC LOOP & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT	16
รูปที่ 3.3	วงจร LINE INTERFACE & DC LOOP & NETWORK	25
รูปที่ 3.4	วงจร BIDIRECTIONAL AMPLIFIER	26
รูปที่ 3.5	วงจร RINGING SIGNAL DETECT	27
รูปที่ 3.6	วงจร DTMF DECODER	28
รูปที่3.7	วงจร AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT	29
รูปที่ 3.8	วงจร CROSS POINT SWITCH	30
รูปที่ 3.9	วงจร TONE GENERATOR CIRCUIT	31
รูปที่ 3.10	วงจร EXT INTERFACE CIRCUIT	32
รูปที่ 3.11	วงจร CONTROL RINGING CIRCUIT	33
รูปที่ 3.12	วงจร RINGING TONE CIRCUIT	34
รูปที่ 3.13	วงจร POWER SUPPLY	35
รูปที่ 3.14	วงจร CONTROL	36
รูปที่ 4.1	DIAL TONE ที่ได้จากวงจร TONE GENERATOR	37
รูปที่ 4.2	BUSY TONE ที่ได้จากวงจร TONE GENERATOR	38
รูปที่ 4.3	RING BACK TONE ที่ได้จากวงจร TONE GENERATOR	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 ผลการทดลองวงจร Bi amp 40
รูปที่ 4.5 เอาท์พุทที่ขา 3 ของไอซี 555 41
รูปที่ 4.6 เอาท์พุทที่ขา 2 ของไอซี 4017 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 ตารางแสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ 9

ตาราง 3.1 ตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดแป้นหมายเลข 19

ตาราง 3.2 ตารางแสดงเอาท์พุทของวงจร CROSS POINT SWITH 20

ตาราง 4.1 ตารางผลการทดลองวงจรDTMF 39

ตาราง4.2 ตารางผลการทดลองวงจร EXT INTERFACE 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีทางด้านสื่อสารโทรคมนาคมได้เติบโตอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการอันไร้ขีดจำกัดของมนุษย์ในยุคข่าวสารข้อมูล (Information age) การพัฒนาเทคโนโลยีโทรคมนาคม ได้ผลักดันให้เกิดระบบและเครือข่ายโทรคมนาคมรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมากมายหลายหลาก ซึ่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมมนุษย์ การพัฒนารูปแบบใหม่ ๆ ของการให้บริการโทรคมนาคม ต่างก็เกิดขึ้นเพื่อรองรับการแสวงหาข่าวสารข้อมูลของมนุษย์ให้รวดเร็วทันใจและมีประสิทธิภาพที่สุดด้วยคุณภาพที่ดีขึ้นและค่าใช้จ่ายต่ำลงกว่าเดิม

โครงข่ายโทรคมนาคมที่มีการใช้งานอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานาน และเป็นโครงข่ายการสื่อสารที่สำคัญยิ่งต่อเศรษฐกิจโครงข่ายหนึ่ง ก็คือ โครงข่ายโทรศัพท์

หลักการของโครงข่ายโทรศัพท์ จะเป็นการเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์ในที่ต่าง ๆ ให้สามารถสื่อสารกันได้โดยผ่าน คู่สายโทรศัพท์, ชุมสายโทรศัพท์ และระบบสื่อสัญญาณ ซึ่งประกอบกันขึ้นเป็นโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน

ชุมสายโทรศัพท์ (Telephone Exchange) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่กำหนดเส้นทางในการสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ต้นทางกับเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง โดยใช้ข้อมูลที่รับมาจากเครื่องโทรศัพท์ต้นทางคือเลขหมายของเครื่องโทรศัพท์ปลายทาง ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ในชุมสายในการตัดสินใจ โดยส่วนควบคุมและประมวลผลภายในชุมสายจะเลือกเส้นทางที่เหมาะสมเพื่อเชื่อมต่อโทรศัพท์ต้นทางกับปลายทางเข้าด้วยกัน

ชุมสายโทรศัพท์แบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ชุมสายที่มีผู้เช่าต่อเข้าโดยตรง ได้แก่ ตู้สาขาและชุมสายท้องถิ่น และชุมสายซึ่งไม่มีผู้ต่อเข้า ได้แก่ ชุมสายต่อผ่าน

PABX เป็นคำย่อของ Private Automatic Branch Exchange หรือ ตู้โทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์โทรศัพท์ที่นิยมนำมาใช้กันมากในการสื่อสารภายในสำนักงานหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มีพนักงานที่ต้องปฏิบัติหน้าที่ร่วมกันเป็นจำนวนมาก รวมทั้งมีเขตพื้นที่ที่ต้องปฏิบัติงานร่วมกันเป็นอาณาบริเวณกว้างขวาง ไม่สะดวกที่จะติดต่อสื่อสารกันโดยตรง ตู้สาขาอัตโนมัติจะทำการติดต่อภายในโดยไม่ผ่านชุมสายท้องถิ่น และติดต่อภายนอกโดยผ่านชุมสายท้องถิ่น

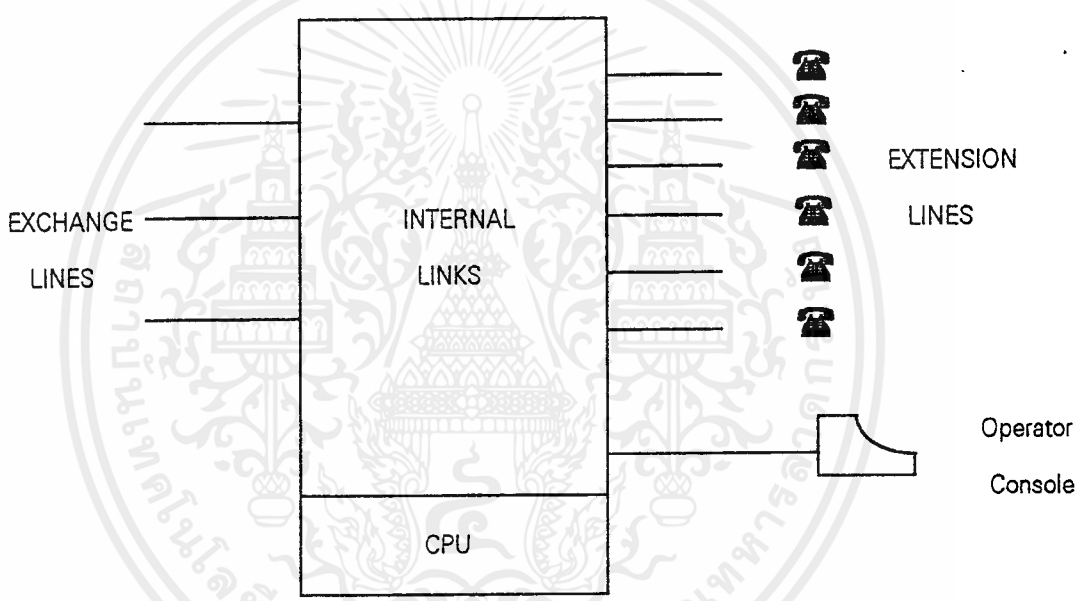
PABX มีส่วนประกอบหลักอยู่ 5 ส่วน คือ

1. ส่วนเชื่อมต่อกับสายและหมายเลขของโทรศัพท์ท้องถิ่น (Exchange Line)
2. ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์ภายใน บางทีเรียกว่าเครื่องโทรศัพท์สาขา (Extension Line)
3. ส่วนเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ภายในด้วยกันและระหว่างเครื่องโทรศัพท์สาขากับ Exchange Line (Internal Link)
4. แผงสวิตช์ควบคุมการติดต่อของพนักงานตู้สาขา (Operator Console)
5. ส่วนควบคุมการทำงานของตู้สาขาให้เป็นไปโดยอัตโนมัติ (Central Processing Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการติดต่อสื่อสารจากภายนอกเข้าไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายใน โดยปกติจะต้องต่อผ่านพนักงานตู้สาขา โดยแจ้งหมายเลขภายในให้ทราบ และพนักงานตู้สาขาจะโอนสายไปให้ตามความต้องการ แต่ในโครงงานนี้จะใช้ระบบตอบรับอัตโนมัติแทนการใช้พนักงานตู้สาขา เพื่อความสะดวกและความประหยัด

วิธีการเรียกจากผู้ใช้โทรศัพท์ภายในออกไปยังภายนอก ผู้ใช้สามารถดำเนินการด้วยตนเองโดยอัตโนมัติ โดยการกดเลขหมายที่กำหนดไว้ เช่น กด " 9 " เป็นต้น สำหรับการเรียกไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายในด้วยกัน ผู้ใช้ก็สามารถดำเนินการได้เองโดยอัตโนมัติเช่นกัน โดยการกดเลขหมายที่กำหนดไว้ เช่น กด " 0 "

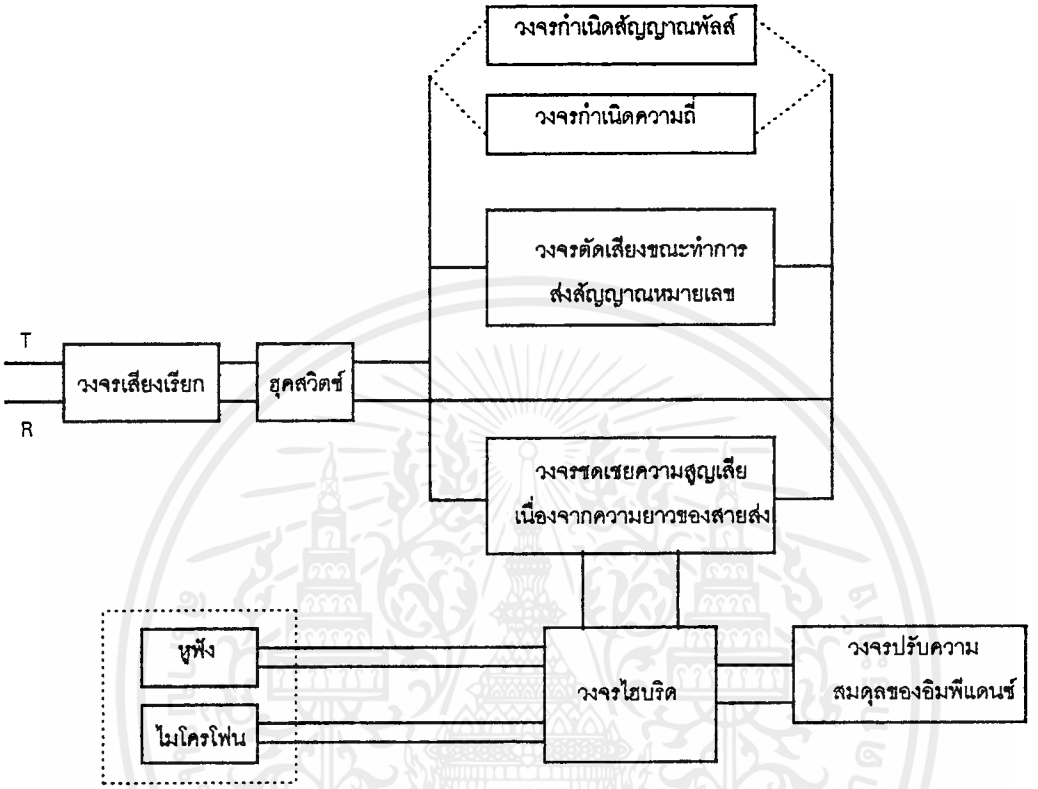


รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของ PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การสื่อสารโทรศัพท์



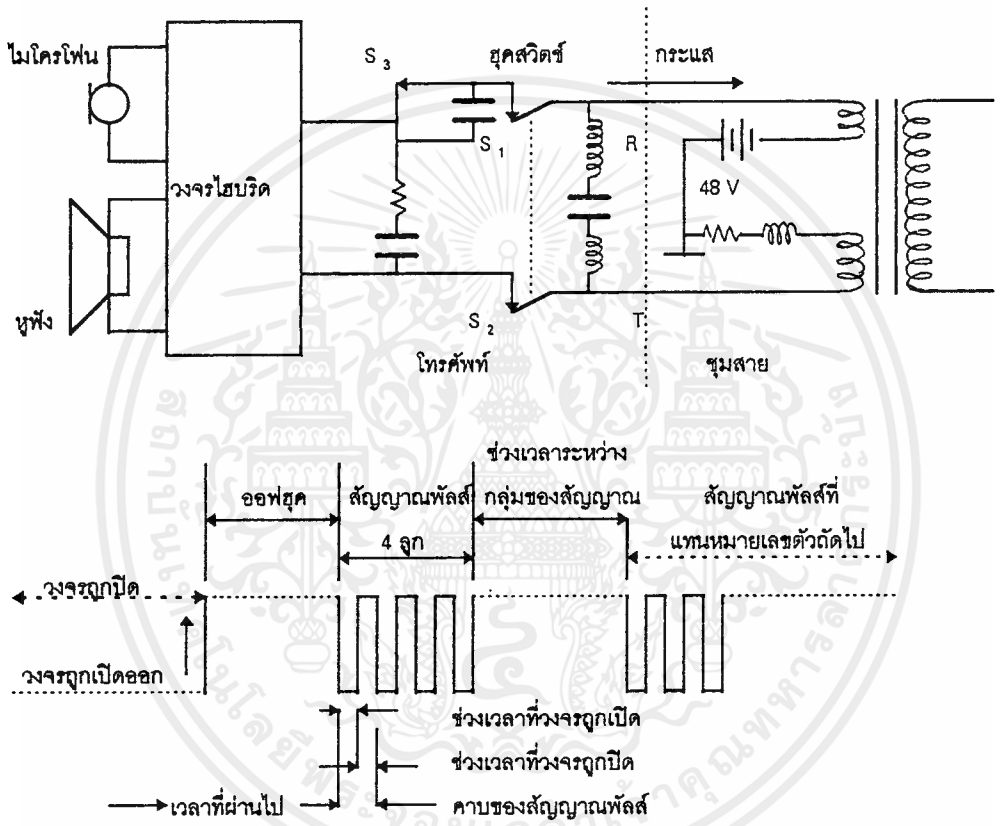
รูปที่ 2.1 บล็อคไดอะแกรมของโทรศัพท์

ในรูปที่ 2.1 เป็นบล็อคไดอะแกรมของส่วนต่างๆที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสายด้วยสาย T (tip) และสาย R (ring) วงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์กับอุปกรณ์ของชุมสายก็คือ วงจรกำเนิดเสียงเรียก (ringer) ซึ่งจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) เมื่อมีการติดต่อมาจากผู้อื่น เหตุผลประการสำคัญที่ต้องนำวงจรส่วนนี้มาเชื่อมต่อกับชุมสายโดยตรง ก็คือ เมื่อวางหูโทรศัพท์ไว้กับที่วางตามปกติ ฮุคสวิตช์ (switch hook) จะถูกเปิดวงจรออกทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสายผ่านไปยังวงจรส่วนที่อยู่หลังฮุคสวิตช์ได้ ดังนั้นถ้าวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกอยู่หลังจากฮุคสวิตช์ ก็จะไม่สามารถสร้างสัญญาณเรียกได้ในเวลาที่มีผู้ติดต่อเข้ามา

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น ฮุคสวิตช์ S_1 และ S_2 ในรูปที่ 2.2 ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องรับโทรศัพท์ได้ ในขณะเดียวกัน กระแสค่าเดียวกันนี้ก็จะไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ที่ชุมสายด้วย จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลง เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผู้นั้นส่งหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วยมายังชุมสาย หลังจากที่ชุมสายได้รับข้อมูลจากผู้เรียกแล้ว ก็จะแปลงสัญญาณที่รับมาสั่งให้อุปกรณ์สวิตชิ่งทำงานเพื่อทำการต่อสายให้กับผู้เรียก ถ้าปลายสายที่ต้องการติดต่อด้วยไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (busy tone)ไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ แต่ถ้าปลายสายว่างชุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal)ไปยังปลายสายและส่งสัญญาณเรียกกลับ (ringing tone)ไปยังผู้เรียก เพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการ



รูปที่ 2.2 (ก) วงจรหมุนหมายเลขแบบพัลส์อย่างง่าย

(ข) ไดอะแกรมของเวลาคร่าวๆของสัญญาณที่เกิดจากการหมุน " 4 "

การส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสายนั้น สามารถกระทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ที่แสดงถึงค่าของหมายเลขต่างๆ และอีกวิธีหนึ่งก็คือ การส่งสัญญาณเป็นความถี่ต่างๆกัน โดยค่าของตัวเลขจะถูกแทนด้วยค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกัน

2.2 ระบบโทรศัพท์แบบส่งสัญญาณความถี่คู่

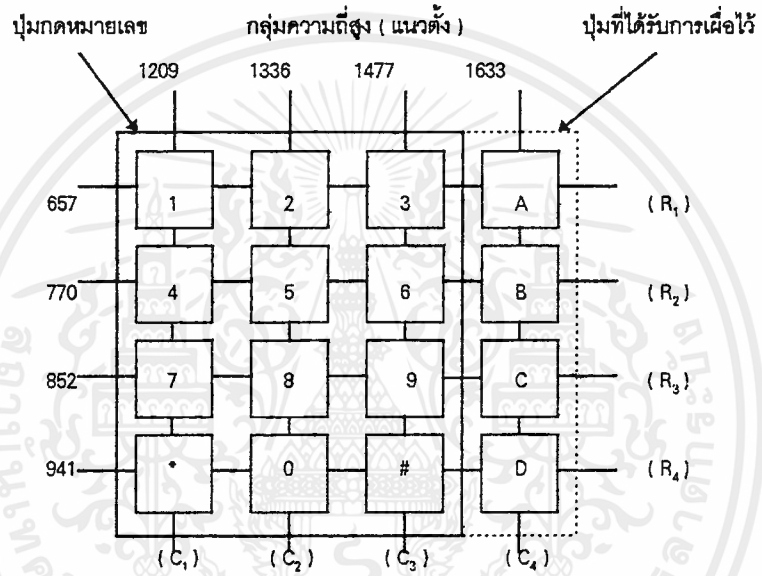
ระบบนี้เรียกชื่อย่อว่า DTMF มีวิธีการส่งหมายเลขของผู้ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยการส่งสัญญาณความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ความถี่ที่มอดูเลตกันไป เป็นตัวแทนของหมายเลขที่กด ซึ่งความถี่ที่ถูกส่งออกไปจะอยู่ในย่านความถี่ของเสียงพูด (0-4 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งค่าความถี่ที่ต่ำกว่าจะเป็นความถี่ที่แสดงในแนวนอน และอีกค่าหนึ่งก็จะเป็นความถี่ในแนวแกนตั้ง ซึ่งค่าต่างๆจะแสดงดังรูป 2.3

ข้อดีสำหรับระบบการส่งสัญญาณแบบ DTMF

- ลดระยะเวลาในการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังชุมสาย
- สามารถใช้วงจรที่ใช้อุปกรณ์โซลิดสเตตได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความประหยัดและสะดวก
- ลดอุปกรณ์จำพวกหน่วยความจำที่ใช้ภายในชุมสาย
- สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.3 แป้นกดหมายเลขและค่าความถี่ในแนวนอนและแนวตั้งของหมายเลข

2.3 สัญญาณโทรศัพท์

เป็นที่ทราบดีแล้วว่าโทรศัพท์มีสัญญาณต่าง ๆ หลายสัญญาณ สำหรับบอกผู้ใช้โทรศัพท์ ให้ทราบถึงสถานะการใช้โทรศัพท์ ด้วยเหตุนี้ ชุมสายโทรศัพท์ที่เราจัดทำขึ้นมา ก็จำเป็นต้องกำเนิดสัญญาณเหล่านี้ด้วย

1. สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE)

คือ สัญญาณที่ชุมสายบอกให้ทราบว่าพร้อมรับเลขหมายจากผู้ใช้ ซึ่งหมายถึง ผู้ใช้กดหมายเลขที่ต้องการได้ ความถี่ที่ใช้ประมาณ 400 Hz

2. สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

คือ สัญญาณที่ชุมสายบอกให้ผู้ใช้ทราบว่า ชุมสายยังไม่สามารถติดต่อเลขหมายปลายทางได้ ความถี่ที่ใช้ประมาณ 400 Hz ดัง 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

3. สัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ สัญญาณที่ชุมสายแจ้งให้ทราบว่า สามารถติดต่อกับเลขหมายปลายทางได้ แล้วรอจนกระทั่งผู้ใช้ปลายทางยกหูพูด ชุมสายก็จะต่อสวิตช์ให้สนทนากันได้ เป็นสัญญาณ 400 Hz ดัง 1 วินาที เงียบ 3 วินาที

4. สัญญาณเรียก (RINGING TONE)

คือ สัญญาณที่ชุมสายส่งมาเรียกผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วยเรียกเข้ามาเป็นสัญญาณ 50 Hz 100 โวลต์ ดัง 1 วินาที เงียบ 3 วินาที

2.4 ไอซีถอดรหัสความถี่ MT8870

คำว่ารหัสความถี่โทรศัพท์ หมายถึง การส่งสัญญาณความถี่ซึ่งเกิดจากการกดปุ่มตัวเลขของโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นระบบตัวเลขทางดิจิตอล ซึ่งไอซี MT8870 ใช้แปลงความถี่โทรศัพท์ให้เป็นเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิท

ในยุคก่อนการออกแบบวงจรถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์ มักใช้ไอซีจำพวกเฟสล็อกลูป ซึ่งสร้างปัญหาสารพัด ไม่ว่าเรื่องของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไป การปรับแต่งวงจร ขนาดของวงจรที่ใหญ่ เพราะต้องใช้ไอซีจำนวนมาก

2.4.1 คุณสมบัติของ MT8870

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF Receiver)
- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Gard Time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.4.2 การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อย หรือ PABX
- นำไปใช้งานด้านรีโมทคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

2.4.3 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วย วงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชั่นทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทาง

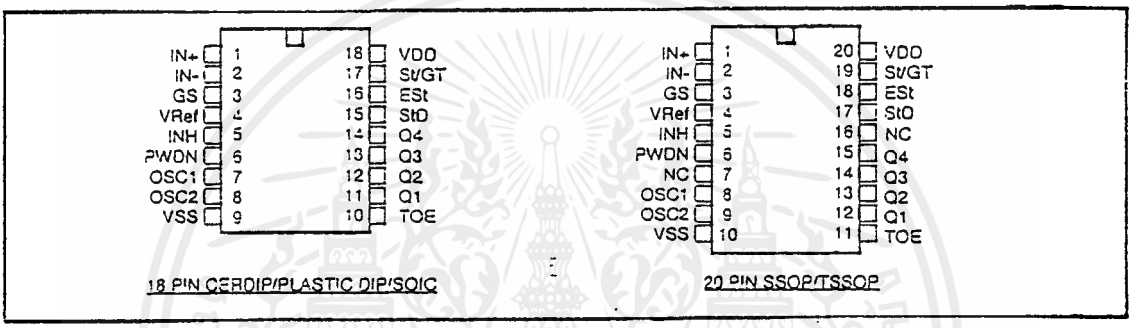
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่เป็นเลขฐาน 2 ขนาด 4 บิท และ เซ็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ รูปที่ 2.4 แสดงขาของ MT8870 รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

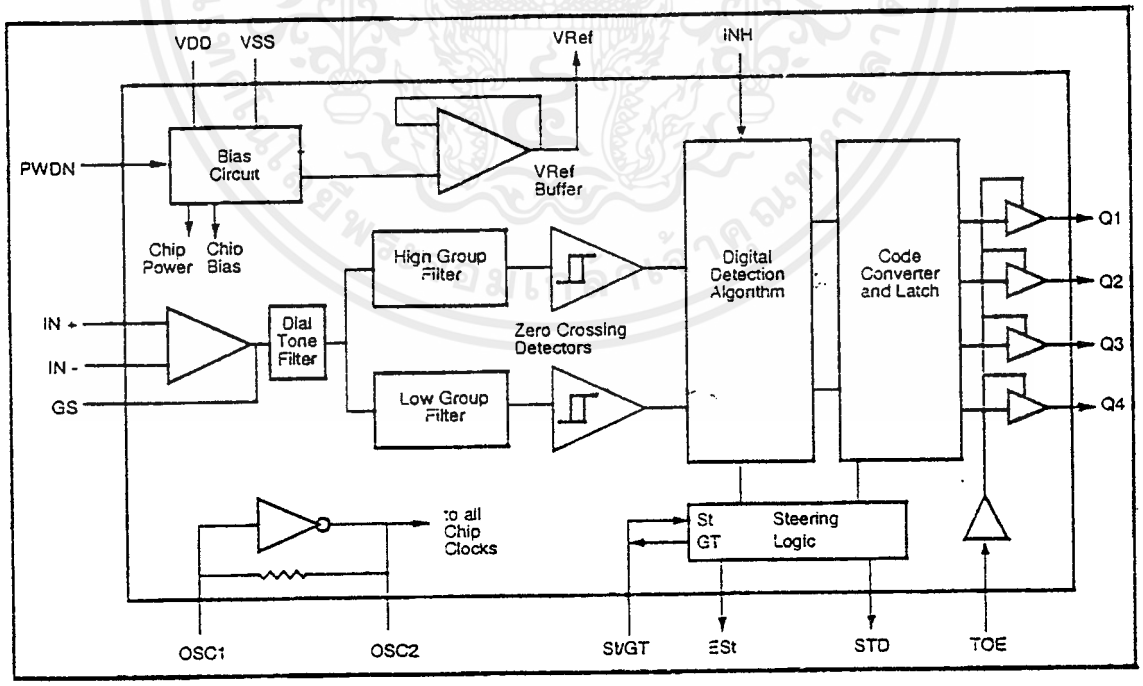
2.4.4 ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870

ภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

- ภาคกรองความถี่ (Filter Section)
- ภาคถอดรหัส (Decoder Section)
- ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering Circuit)
- ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential Input)
- ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)



รูปที่ 2.4 รายละเอียดขาของ MT8870

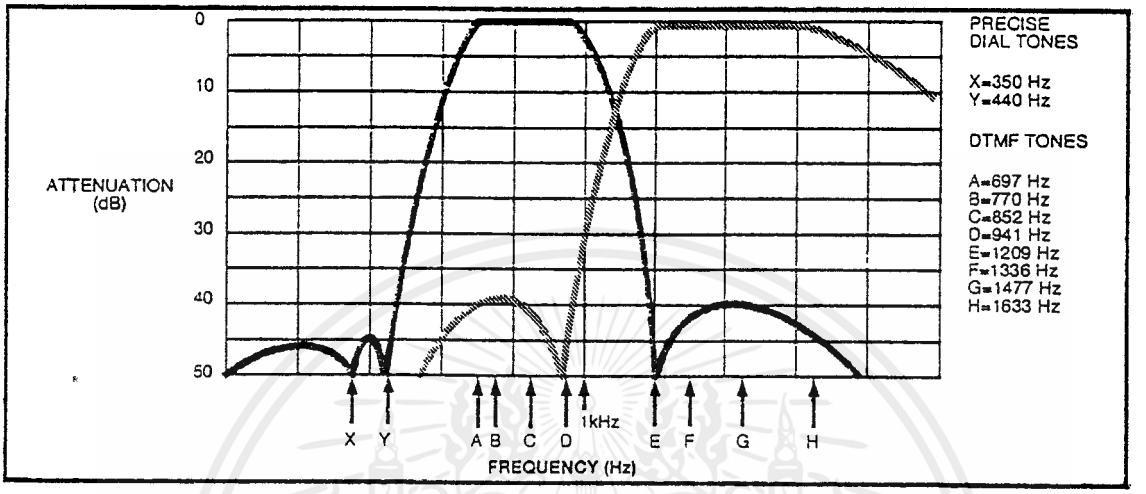


รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิดสวิตช์คาปาซิเตอร์ (Six-Order switched capacitor bandpass filter) ซึ่งความถี่ที่จะได้มี 2 ช่วงคือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

2.4.6 ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่ที่ได้มาว่าเป็นความถี่มาตราฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่นี้ถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (Early Steering) ก็จะ active สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ นั้น แสดงในตาราง 2.1

2.4.7 ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็น " High " นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา

จากรูป 2.6 เมื่อขา Est เป็น " High " ทำให้ V_C สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัสจึงจะถอดรหัสออกเป็นตัวเลขขนาด 4 บิต สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (gard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามานานเท่าหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้จึงจะสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณดูได้จากรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F_{LOW}	F_{HIGH}	NO	TOE	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

ตาราง 2.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

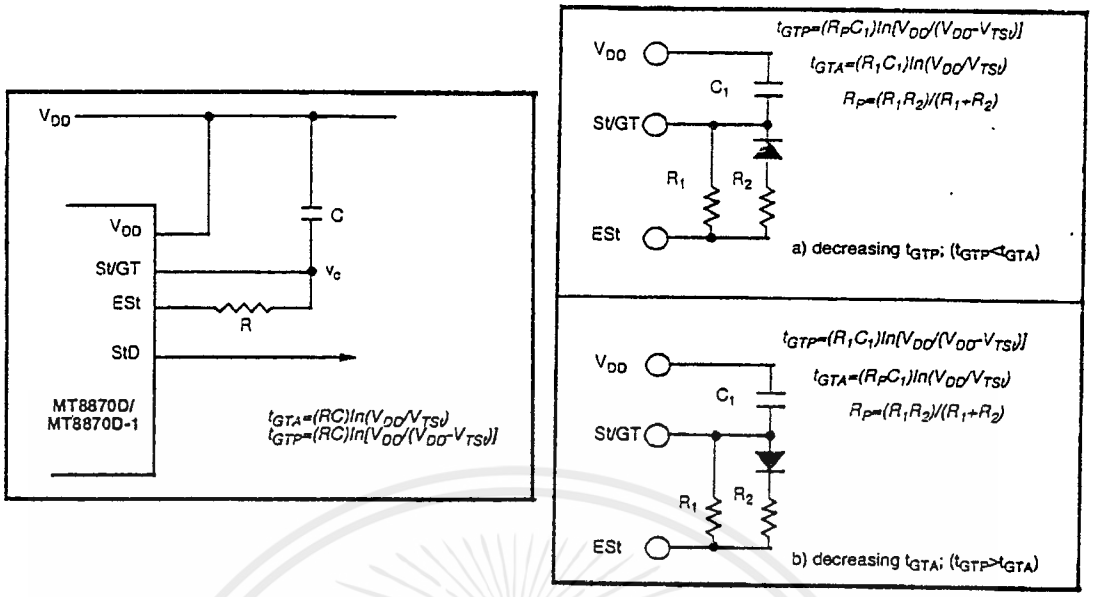
2.4.8 ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไป

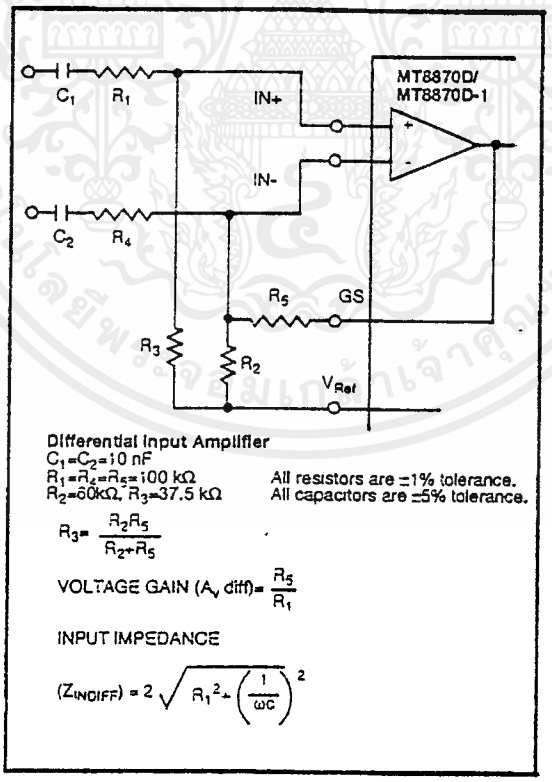
$$\text{อัตราขยาย } (A_v\text{diff}) = \frac{R_3}{R_1}$$

$$\text{อินพุตอิมพีแดนซ์ } (Z_{in}\text{diff}) = 2\sqrt{R_1^{\,2} + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ (gard time)

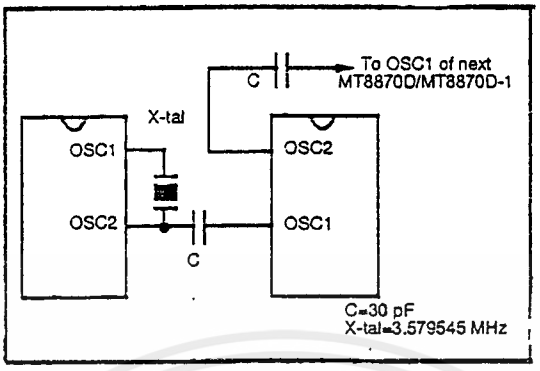


รูปที่ 2.8 การต่อวงจรภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.9 ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอล 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันที การต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การต่อวงจรผลิตความถี่

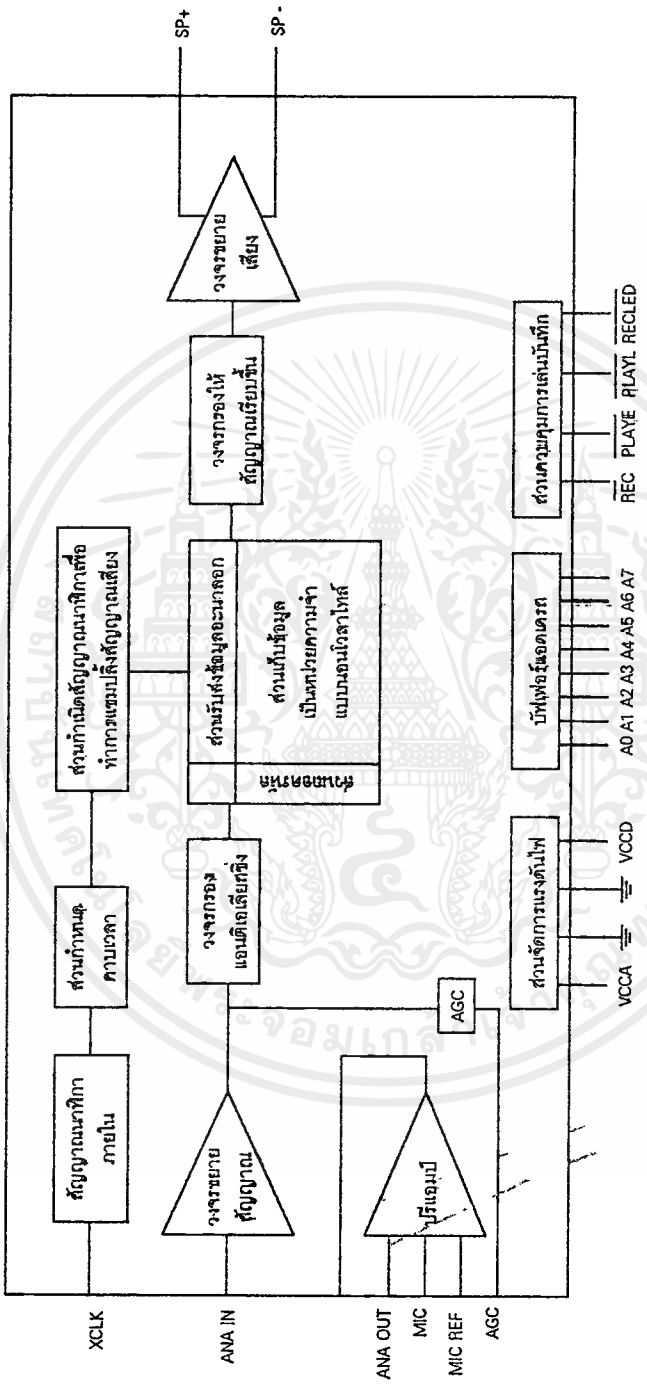
2.5 อุปกรณ์บันทึกเสียง

ในอดีต อุปกรณ์จำพวกไอซีบันทึกเสียงที่มีใช้งานกัน คือ ไอซีเบอร์ T6668 แต่ไอซีตัวนี้ยังจำเป็นต้องอาศัยหน่วยความจำ RAM ต่อร่วมภายนอก ซึ่งเวลาในการบันทึกเสียงจะขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำ RAM ที่ต่อเพิ่มเข้ามา อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานค่อนข้างลำบากเนื่องจากรูปร่างตัวถังของไอซีเป็นแบบยึดติดบนพื้นผิว (surfacemount devices) ต่อมาก็ได้มีอุปกรณ์บันทึกเสียงด้วยไอซีเพียงตัวเดียวกำเนิดขึ้นมาในตระกูลของ ISD16/1020 ซึ่งเป็นไอซีที่สามารถบันทึกเสียงเก็บไว้ในตัวได้เลย เนื่องจากมีหน่วยความจำสำรองภายในอยู่แล้วโดยเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องใช้ไฟเลี้ยงในการรักษาความจำ เป็นหน่วยความจำแบบนอนโวลาไทล์ - อีอีพรอม (nonvolatile EEPROM) หรือ NV EEPROM ซึ่งไม่ต้องการแบตเตอรี่สำรอง ตัวไอซีสามารถบันทึกเสียงได้นาน 16 วินาที และ 20 วินาที ตามลำดับ

ไอซีบันทึกเสียงในตระกูล ISD10XX ก็ยังมีข้อเสียอยู่หลายประการ ดังนั้น จึงเกิดอุปกรณ์บันทึกเสียงในตระกูลเดียวกันนี้ตัวใหม่คือ ISD1416 และ ISD1420 สำหรับไอซีเบอร์ ISD1420 นี้สามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 20 วินาที คุณสมบัติต่างๆ ของไอซีทั้งสองกลุ่มนี้มีความหมายคล้ายคลึงกันหลายประการเกือบเรียกได้ว่าเหมือนกัน แต่ ISD1420 ได้ปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้น คือมีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานให้กลับเข้าสู่โหมดสแตนด์บาย หรือปิดตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่ซึ่งใน ISD1016 และ ISD1020 ไม่มี อีกทั้งไอซีเบอร์นี้ต้องการอุปกรณ์ต่อร่วมภายนอกน้อยมาก

รูปที่ 2.10 เป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในของ ISD1420 สัญญาณอะนาล็อกที่ทำการบันทึกจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำขนาดความจุ 128,000 เซล การบันทึกไม่ได้ใช้หลักการทำงานแปลงสัญญาณจากอะนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D) หรือจากดิจิตอลเป็นอะนาลอก (D/A) แต่อย่างใด สามารถบันทึกสัญญาณอะนาล็อกเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำได้โดยตรงเลย โดยสัญญาณจะถูกเก็บอยู่ในรูปของแรงดันระดับต่างๆ ภายในเซล สัญญาณเอาต์พุตสามารถที่จะขับออกลำโพงขนาดเล็กได้โดยตรง หรือต่อเข้ากับวงจรขยายสัญญาณภายนอกก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 บล็อคไดอะแกรมภายในของไอซี ISD1420

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วงจรและการทำงานของวงจร

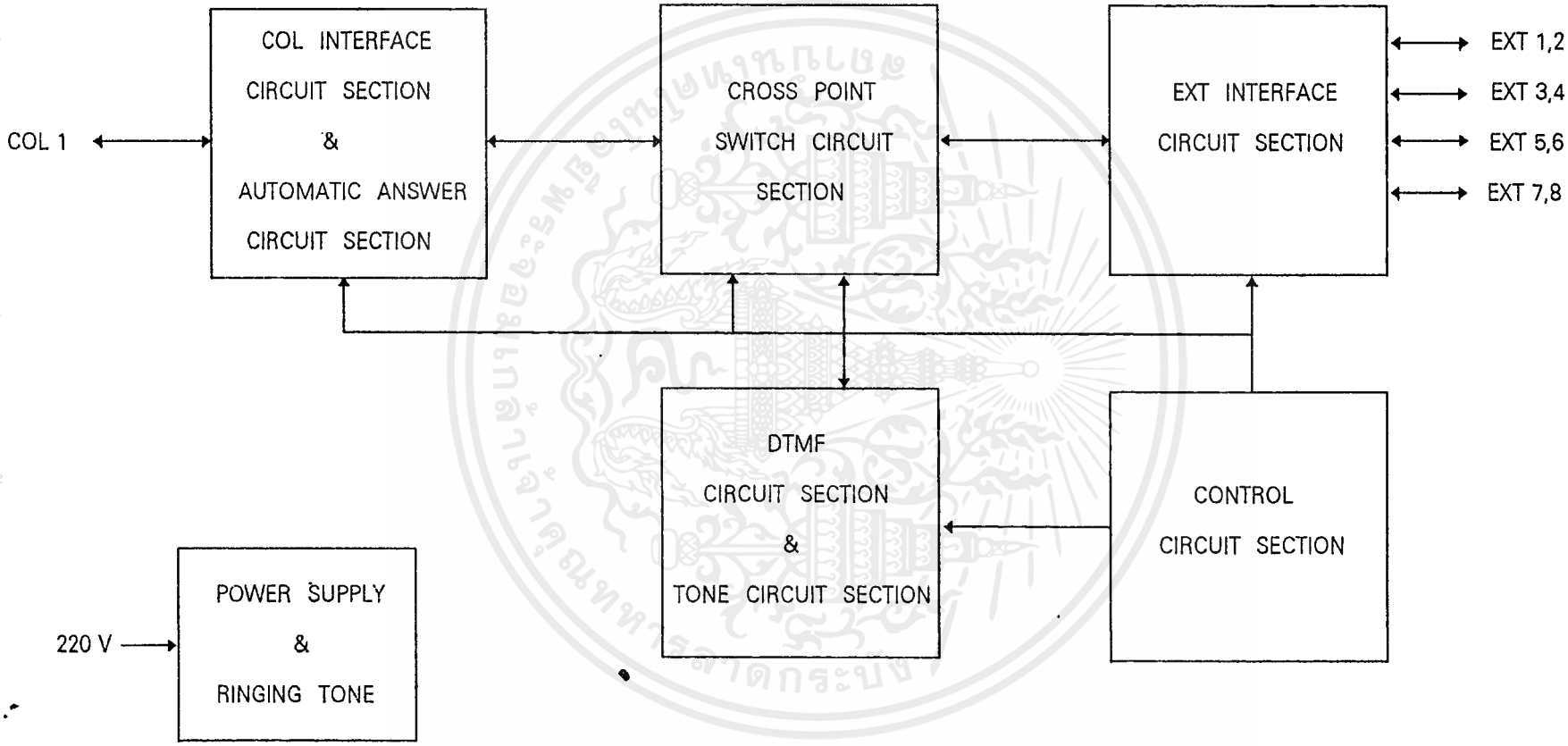
จากความคิดที่ต้องการให้องค์กรหรือสำนักงานขนาดเล็ก สามารถติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้โดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ และคู่สายภายในสามารถติดต่อกับชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์เพื่อที่จะต่อไปยังคู่สายภายนอกได้ โดยทั่วไปประกอบด้วยภาคต่าง ๆ แสดงด้วยบล็อคไดอะแกรม ดังรูป 3.1 สามารถแบ่งออกเป็น 6 ภาค คือ

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

ภาคต่างๆจะทำงานสัมพันธ์กันโดยสามารถอธิบายการทำงานรวมกันได้ดังนี้ การทำงานของวงจรทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ โหมดการติดต่อภายในกับโหมดการติดต่อภายนอก เมื่อมีผู้เรียกเข้ามาจากภายนอก ภาค COL INTERFACE CIRCUIT SECTION ซึ่งประกอบด้วยวงจรตรวจจับเสียงกระดิ่งจะส่งสัญญาณไปยังภาค CONTROL เพื่อให้ภาค CONTROL ส่งสัญญาณมาควบคุมภาค COL INTERFACE ทำการปรับอิมพีแดนซ์ของตัวเองให้เหลือค่าความต้านทาน 600 โอห์ม คือเป็นการรับสายนั่นเอง แล้วส่งสัญญาณเสียงจากภาค AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT ออกไปเพื่อให้ผู้ที่เรียกเข้ามาสามารถเลือกหมายเลขของคู่สายย่อย เมื่อผู้เรียกกดหมายเลขของคู่สาย สัญญาณ DTMF จะถูกส่งมายังภาค DTMF CIRCUIT SECTION และถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยังภาค CONTROL ภาค CONTROL จะรับรหัสที่ได้มาและตรวจดูว่าคู่สายย่อยที่ถูกเรียกว่างหรือไม่ ถ้าคู่สายย่อยที่ถูกเรียกไม่ว่าง ภาค CONTROL จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ส่งสัญญาณ BUSY TONE ไปยังผู้เรียกเข้ามา แต่ถ้าหากคู่สายที่ถูกเรียกว่างพร้อมที่จะใช้งาน ก็จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณ RING BACK TONE ไปยังผู้ที่เรียกเข้ามาพร้อมกับส่งสัญญาณ RINGING ไปยังคู่สายย่อยที่ถูกเรียก เมื่อได้ยินสัญญาณ RINGING แล้วมีการยกหู ภาคตรวจจับการยกหูซึ่งเป็นภาคย่อยของภาค EXTENSION CIRCUIT SECTION จะส่งสัญญาณมายังภาค CONTROL เพื่อสั่งให้ภาค CROSS POINT ทำการเชื่อมต่อคู่สายที่เรียกเข้ามากับคู่สายที่ถูกเรียก เมื่อฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดวางหูก็จะหมดช่วงของการสนทนา

ส่วนโหมดการติดต่อภายในนั้น เมื่อมีคู่สายใดคู่สายหนึ่งของคู่สายย่อยทำการยกหู ภาคตรวจจับการยกหูซึ่งเป็นภาคย่อยของภาค EXTENSION CIRCUIT SECTION จะตรวจจับ และส่งสัญญาณมายังภาค CONTROL หลังจากนั้นภาค CONTROL ก็พร้อมรับสัญญาณที่จะเข้ามาอีก และเมื่อผู้ยกหูกดหมายเลขสัญญาณ หมายเลขที่ถูกกดก็จะผ่านภาค DTMF CIRCUIT SECTION ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล และภาค CONTROL จะทำการวิเคราะห์คู่สายย่อยที่ถูกเรียก ถ้าหากไม่ว่างภาค CONTROL จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณ BUSY TONE ไปยังผู้เรียกเข้า ถ้าหากผู้ถูกเรียกว่าง ทางผู้ถูกเรียกจะได้ยินสัญญาณ RINGING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของ AUTOMATIC PABX 1 TO 8

ซึ่งถูกควบคุมการต่อจากภาค CONTROL และภาค CONTROL จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณ RING BACK TONE ไปยังผู้เรียก เมื่อผู้ถูกเรียกยกหูขึ้น ภาค CONTROL จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ต่อคู่สายของผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเข้าด้วยกัน ก็จะสามารถสนทนากันได้ การสนทนาจะหยุดลงเมื่อฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหู รายละเอียดและการออกแบบของแต่ละภาคจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

3.1 ภาค COL INTERFACE & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION

ภาคนี้ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อระบบการติดต่อกับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ โดยการปรับสภาพของวงจรให้มีสภาพเหมือนกับการยกหูและการวางหูนั่นเอง แต่เป็นการยกหูที่ไม่ใช้คนยกหู โดยใช้หลักการทางโทรศัพท์ คือในสภาวะสายว่าง โทรศัพท์จะมีแรงดันประมาณ 48 โวลต์ ซึ่งจ่ายมาจากชุมสายโทรศัพท์ และเมื่อมีผู้เรียกเข้ามา ชุมสายจะจ่ายสัญญาณกระดิ่งมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีแรงดันประมาณ 100 Vp-p เป็นเวลา 2 วินาที และหยุด 4 วินาทีเป็นจังหวะ ซึ่งแรงดันจะทำให้กระดิ่งภายในโทรศัพท์ทำงาน เมื่อทำการยกหู สวิตช์ภายในโทรศัพท์จะทำการต่อคู่สายเข้ากับวงจรภายในที่มีความต้านทานกระแสตรงต่ำ ทำให้เกิดการครบวงจรขึ้นและแรงดัน 48 โวลต์จะตกลงเหลือประมาณ 8 -10 โวลต์ ภาคนี้สามารถแบ่งย่อยลงได้อีก คือ

3.1.1 LINE INTERFACE ทำหน้าที่รักษาอิมพีแดนซ์ของระบบ ให้เท่ากับอิมพีแดนซ์ของคู่สายจากองค์การโทรศัพท์

3.1.2 DC LOOP ทำหน้าที่เป็นตัวยกหูอัตโนมัติและปรับระดับกระแสให้มีค่าคงที่ (25mA) เสมือนกับการยกหูโทรศัพท์ในการติดต่อ ทั้งโทรเข้าและโทรออก โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุม

3.1.3 NETWORK ใช้ทรานฟอร์เมอร์คับปลิ้งสัญญาณเพื่อรักษาอิมพีแดนซ์ให้เท่ากับ 600 โอห์ม

3.1.4 BIDIRECTIONAL AMP. ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณเสียงโทรศัพท์ให้มีความแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำการขยายทั้ง 2 ทิศทาง ทั้งทางขาเข้าและทางขาออก เพื่อปรับระดับสัญญาณเสียงให้เหมาะสม

3.1.5 DTMF DECODER ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ DTMF เป็นเลขฐานสอง (BCD)เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ในการติดต่อของสายนอกที่ต้องการติดต่อกับคู่สายภายใน

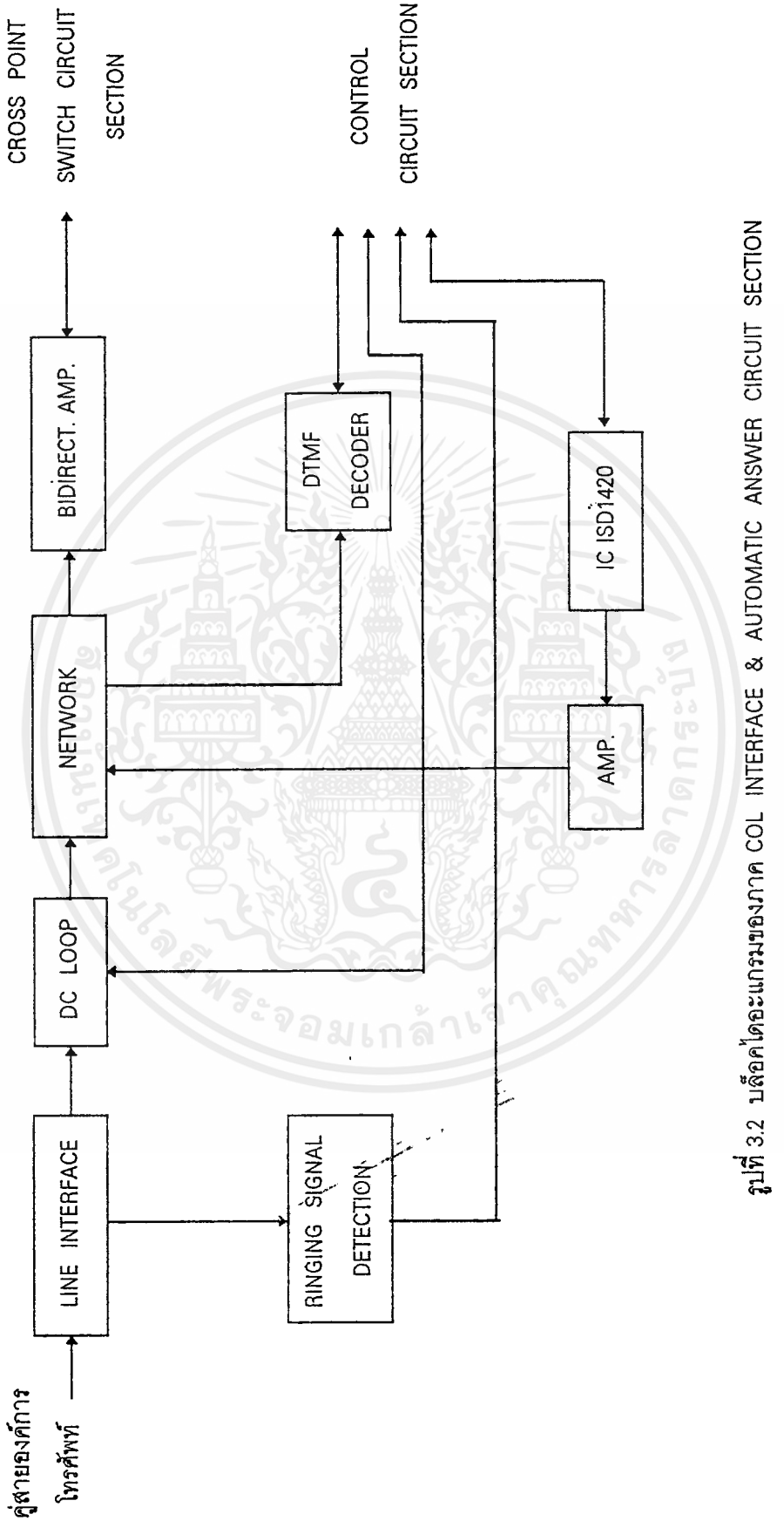
3.1.6 RINGING SIGNAL DETECTION ทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณ RINGING ที่ส่งเข้ามาเพื่อส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

ซึ่งภาคย่อยต่าง ๆ นี้ สามารถเขียนเป็นบล็อคดอะแกรมได้ ดังรูปที่ 3.2

3.2 ภาค LINE INTERFACE & DC LOOP & NETWORK

วงจรที่ใช้งานจริงแสดงดังรูป 3.3 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ JP100 จะต่ออยู่กับคู่สายขององค์การโทรศัพท์ผ่านมาที่ BD100 ซึ่งเป็นตัวสลับคู่สายที่ต่อเข้ามา ถ้าต่อผิดเมื่อมองเข้าไปข้างในของวงจรจะมีค่าอิมพีแดนซ์มากเปรียบได้กับการวางหู แต่เมื่อมีการยกหูเพื่อทำการรับหรือโทรออกก็ตาม ภาค CONTROL จะส่งสัญญาณพัลส์ " 1 " มาที่ขา 1 ของ U100 ทำให้ขา 4 และขา 5 ของ U100 นำกระแส ซึ่งเป็นการจัดไบแอสให้กับ Q100 ส่งผลให้ Q100 นำกระแส ค่าอิมพีแดนซ์ที่เคยสูงอยู่ก็จะลดลงมา เนื่องจากขา E และ C ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของภาค COL INTERFACE & AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT SECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q100 นำกระแส ทำให้อิมพีแดนซ์ของวงจรขณะนั้นเป็นอิมพีแดนซ์ของทรานฟอร์เมอร์ T100 คือ 600 โอห์ม ส่วน Q101 กับ U101 ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาพของวงจรว่าอยู่ในสภาวะวางหูหรือยกหู คือ ถ้าวงจรอยู่ในสภาวะวางหู Q100 และ Q101 จะไม่นำกระแส ส่งผลให้ที่ขาเอาท์พุทของ U101 ไม่นำกระแสด้วย ทำให้เกิดแรงดัน Vcc 5 โวลต์ ที่ขา 5 ของ U101 ซึ่งเป็นระดับแรงดันที่ส่งไปยังภาค CONTROL แต่ถ้าหากวงจรอยู่ในสภาวะยกหู ทั้ง Q100 และ Q101 จะอยู่ในสภาวะนำกระแส ทำให้ U101 นำกระแส ระดับแรงดันที่ขา 5 ของ U101 เท่ากับ 0 โวลต์จะถูกส่งไปยังภาค CONTROL ต่อไป

ส่วนที่ขาเอาท์พุทของ T100 นั้น เอาท์พุทชุดแรกจะนำไปเป็นอินพุทให้กับวงจร Bidirectional Amp. เพื่อขยายระดับสัญญาณให้เหมาะสม ส่วนเอาท์พุทอีกชุดหนึ่งจะต่อเข้ากับเอาท์พุทของวงจร Automatic Answer Circuit เพื่อส่งสัญญาณเสียงตอบรับไปยังผู้เรียก และต่อเข้ากับอินพุทของภาค DTMF DECODER เพื่อทำการ ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากเครื่องผู้เรียก

3.3 ภาค BIDIRECTIONAL AMPLIFIER

ภาค Bi - Amp เป็นภาคขยายเสียง 2 ทิศทางที่มีความพิเศษ คือ มีการใช้สายส่งสัญญาณเพียงคู่เดียวสามารถขยายสัญญาณได้ทั้งทางด้านรับและด้านส่ง แต่การขยายของวงจรไม่เหมาะสมที่จะใช้กับสายส่งสัญญาณที่มีระยะทางยาวมากเกินไป โดยทั่วไปแล้วสำหรับระยะทางที่ยาวมาก ๆ จะใช้วงจรไฮบริดจ์ แต่ในโครงงานนี้ใช้วงจร Bidirectional Amp. โดยใช้ op-amp ต่อรวมกัน 2 ตัวเป็นอุปกรณ์หลัก และมีอุปกรณ์ข้างเคียงคือความต้านทานค่าต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดอัตราการขยาย และทำให้เกิดการ matching กับภาคที่นำมาต่อด้วย วงจรที่ใช้งานจริงแสดงดังรูป 3.4

จากรูป 3.4 สามารถอธิบายได้ว่า สัญญาณที่ออกมาจากเอาท์พุทของภาค LINE INTERFACE จะผ่านเข้ามาเป็นอินพุทของ U102A เพื่อทำการขยายและส่งไปยังภาคต่อไป เป็นการขยายสัญญาณที่มาจากชุมสายโทรศัพท์นั่นเอง ส่วนสัญญาณที่มาจาก EXT INTERFACE นั้นจะป้อนเข้ามาเป็นอินพุทของ U102B เพื่อเป็นตัวขยายแล้วส่งไปยัง T100 ผ่านภาค LINE INTERFACE ไปยังชุมสายโทรศัพท์ต่อไป ในการออกแบบวงจรเพื่อให้เกิดการ matching ภาคตัวส่งกับตัวรับ จะกำหนดให้ความต้านทานด้านเอาท์พุทของ op-amp มีค่าเท่ากับ 600 โอห์ม ซึ่งจะมีค่าเท่ากับโหลดของโทรศัพท์ทั่ว ๆ ไป และกำหนดให้อัตราขยายเท่ากับ 2 ดังนั้นจะได้ค่าอุปกรณ์ ต่าง ๆ ดังแสดงในรูป 3.4

$$A = 1+R_2 / R_1$$

เลือก $R_2 = 100\ k$ จะได้ $R_1 = 100\ k$

3.4 ภาค RINGING SIGNAL DETECT

ภาคตรวจจับสัญญาณกระดิ่งที่ใช้งานจริงจะมีลักษณะวงจรดังรูป 3.5 (Ringing Signal Detect) ซึ่งสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการเรียกหมายเลขเข้ามา ชุมสายโทรศัพท์จะจ่ายสัญญาณกระดิ่งเข้ามายังชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่สร้างขึ้น เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 25 Hz 100 Vp-p ตัวตรวจจับสัญญาณกระดิ่ง คือ U103 และวงจรส่วนหน้าคือวงจรถ่ายทอดสัญญาณกระดิ่ง ประกอบด้วย C103 กับ C104 โดยยอมให้ไฟฟ้ากระแสสลับไหลผ่านได้เท่านั้น หลังจากนั้นจะเรคติฟายโดย BD102 แปลงเป็นสัญญาณพัลส์ 50 Hz และลดระดับด้วย R120 เพื่อให้มีแรงดันเหมาะสม จ่ายให้ขาอินพุทของ U103 ทำให้แรงดันที่ขา 5 ของ U103 เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นโดยแรงดันจะมีค่าลดต่ำลง ส่งผลให้อินพุทของ U104 เกิดการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

U104 (555 : Timer) เป็นวงจรกำเนิดความถี่แบบโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ความถี่จากขา 3 ของ U104 ถูกส่งไปยังขา 14 (CLK) ของ U105 ซึ่งเป็นตัวนับความถี่หรือหารความถี่ ในที่นี้เลือกขาที่หารด้วย 1 เพื่อเลือกให้นับเพียงครั้งเดียว ทำให้เป็นการประหยัดเวลา สัญญาณที่ได้จากขาเอาท์พุทจะส่งไปยังภาค CONTROL เพื่อให้ภาค CONTROL ส่งสัญญาณไปควบคุมการส่งสัญญาณเสียงจาก AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT ต่อไป

3.5 ภาค DTMF DECODER 1

เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวบนหน้าปัทม์โทรศัพท์ จะออกมาเป็นความถี่คลื่นรูปไซด์ ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ในการนำไปใช้งานจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนสัญญาณความถี่คลื่นรูปไซด์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อน โดยการผ่านสัญญาณเข้าไปยังภาค DTMF DECODER

เมื่อผู้เรียกทำการกดหมายเลขคู่สายย่อย สัญญาณที่ได้ออกมาเป็นสัญญาณ DTMF จะถูกนำมาผ่านภาค DTMF DECODER เพื่อแปลงสัญญาณคลื่นรูปไซด์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล และส่งให้ภาค CONTROL ทำการวิเคราะห์เพื่อทำการต่อคู่สายย่อยต่อไป ในวงจรใช้งานจริงจะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่มให้เป็นตัวเลข BCD ขนาด 4 บิท โดยใช้งานร่วมกับคริสตอล 3.579 MHz ซึ่งสามารถแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดหมายเลขแต่ละตัวดังตาราง3.1

จากวงจรในรูป 3.6 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เมื่อทำการยกหูโดยปรับอิมพีแดนซ์ให้เหลือ 600 โอห์ม สัญญาณ DTMF จะสามารถผ่าน T100 เข้ามายังขาอินพุทของ U106 แล้วออกที่ขาเอาท์พุท เพื่อส่งไปยังภาค CONTROL ต่อไป

การทำงานของไอซี MT8870 จะถูกควบคุมด้วยขา 10 (TOE) และขา 15 (STD) ส่วนขา Q1 - Q4 จะต่อกับพอร์ตของ CPU เพื่อส่งสัญญาณ BCD ให้ภาค CONTROL ทำการวิเคราะห์ โดยในตอนแรก ขา 10 (TOE) จะมีระดับแรงดันเป็นลอจิก " 0 " ทำให้เอาท์พุทของไอซี MT8870 (Q1 - Q4)เป็น high impedance แต่เมื่อมีอินพุทเข้ามาไอซี MT8870 จะทำการถอดรหัส แล้วเปลี่ยนสถานะทางลอจิกของขา 15(STD) จากลอจิก " 0 " เป็นลอจิก " 1 " เพื่อบอกให้ภาค CONTROL ทราบและส่งค่าลอจิก " 1 " ออกมาที่ขา 10 (TOE) เพื่อปรับสภาพอิมพีแดนซ์ของขาเอาท์พุท (Q1-Q4) ให้ต่ำลง ทำให้สามารถส่งข้อมูลไปยังภาค CONTROL ได้ ในขณะปกติ เอาท์พุทจะเป็น high impedance ซึ่งจะไม่มีผลต่อการกดคีย์บอร์ดของโทรศัพท์ เพราะข้อมูลส่งออกมาไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตาราง 3.1 ตารางแสดงค่า BCD ที่ได้จากการกดแป้นหมายเลข

3.6 ภาค AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT

ตู้สาขาที่ได้ทำการออกแบบนั้นจะเป็นแบบอัตโนมัติ จะไม่ใช้พนักงานคอยต่อไปยังคู่สายย่อยแต่จะอาศัยการกดหมายเลขของผู้เรียกเองว่าจะให้ต่อคู่สายใด จึงจำเป็นต้องมีระบบชุดบันทึกเสียงเข้าช่วย นั่นคือเมื่อมีการเรียกเข้ามายังหมายเลขตู้สาขา และตู้สาขาทำการรับสายอัตโนมัติแล้วก็จะส่งสัญญาณไปยังตัวประมวลผลกลาง(CPU) เพื่อให้ CPU ส่งสัญญาณไปควบคุมให้ชุดบันทึกเสียงเล่นกลับ พร้อมกับต่อสัญญาณเสียงที่ได้จากการเล่นกลับไปยังผู้ที่เรียกเข้ามาเพื่อให้ทำการกดหมายเลขคู่สายย่อยต่อไป

วงจรสมบูรณ์ของเครื่องบันทึกเสียงไร้เส้นเทปนี้ แสดงดังรูป 3.7 การทำงานเริ่มต้นเมื่อจ่ายไฟเลี้ยง 9 โวลต์ให้วงจร U200 ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลเพื่อทำการบันทึก โดยทำให้ขาที่ควบคุมการบันทึก ($\overline{\text{REC}}$) มีสถานะเป็น " 0 " ก็จะสามารถบันทึกเสียงเข้าไปใน U200 โดยมีคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน (MIC) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงและ R201 , R202 เป็นตัวจัดไบแอสให้กับไมค์ สัญญาณจะถูกคัปปลิ้งผ่าน C202 มาเข้าที่ขา 18 เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น สัญญาณที่ผ่านการขยายโดยวงจรปรีแอมป์ จะออกมาทางขา 21 เป็นสัญญาณอนาล็อกเอาท์พุท และคัปปลิ้งผ่าน R206 และ C206 เข้าขา 20 ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณภายในไอซีเช่นกัน สัญญาณที่ถูกขยายแล้วจะถูกบันทึกลงในหน่วยความจำภายในไอซีที่ขา 25 (RECLED) ซึ่งเป็นขาขับชุดแสดงสภาวะขณะทำการบันทึก แสดงผลโดย LED ที่ขา 19 มีตัวต้านทาน R207 และ C207 จัดเป็นวงจรรักษาระดับสัญญาณการบันทึกให้คงที่ หรือ AGC (Automatic Gain Control) เพื่อให้สัญญาณของการบันทึกมีความเหมาะสม เมื่อเล่นกลับสัญญาณจะไม่เกิดความผิดเพี้ยน

เมื่อทำการบันทึกไปจนครบเวลาที่กำหนดไว้คือ 20 วินาที วงจรบันทึกจะหยุดทำงานทันที หากต้องการเล่นกลับก็ต้องควบคุมที่ขา 23 ($\overline{\text{PLAYL}}$) ด้วยระดับลอจิก " 0 " กระบวนการเล่นกลับก็จะทำงานขึ้นภายในตัวไอซี และให้สัญญาณเอาท์พุทออกมาทางขา 14 ถึงแม้ว่าเอาท์พุทนี้จะสามารถขับลำโพงเล็ก ๆ ได้โดยตรง แต่อาจมีระดับความดังของเสียงค่อยไป ดังนั้นจึงเพิ่มภาคขยายเสียงเข้าไปอีก โดยสัญญาณจะถูกคัปปลิ้งผ่าน R205 และ C205 มาเข้า VR200 และส่งเข้าขา 3 ของ U201 ซึ่งเป็นไอซีขยายเสียง สัญญาณที่ผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038105

การขยายแล้วจะออกมาทางขา 5 ของ U201 ผ่าน C210 ขับออกสู่ลำโพง โดยมี C209 และ R208 ทำหน้าที่ชดเชยวงจรย่านความถี่สูง และป้องกันการออสซิลเลตทางเอาท์พุทของวงจรขยาย

3.7 ภาค CROSS POINT SWITCH

ภาค CROSS POINT SWITCH เป็นภาคที่ทำการเชื่อมต่อสัญญาณจากภาคต่าง ๆ เข้าไปยังคู่สายที่ต้องการ โดยใช้ IC MC145100 ทำหน้าที่เป็นอนาล็อกสวิตช์ โดยต่อกันเป็นลักษณะของเมตริกซ์

SWICH 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

ตาราง 3.2 ตารางแสดงเอาท์พุทของวงจร CROSS POINT SWITCH

อินพุทและเอาท์พุทของสวิตช์สามารถสลับที่กันได้ ทุก ๆ จุดจะสามารถต่อถึงกันโดยอาศัยการ control จากขา address ของ IC ว่าจะให้จุดไหนต่อถึงกันบ้าง ดังข้อมูลในตาราง 3.2 เมื่อทำการเลือก address ได้แล้ว ก็จะเปลี่ยนสภาวะของขา strobe จาก " 0 " เป็น " 1 " และขา data in จาก " 0 " เป็น " 1 " ทำให้ address ที่เลือกไว้ต่อถึงกัน เมื่อต้องการเลิกทำงานก็เลือก address แล้วทำการเปลี่ยนขา data in จาก " 1 " เป็น " 0 " โดยที่ขา strobe ไม่ต้องเปลี่ยนแปลง การเชื่อมต่อก็จะสิ้นสุดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานจริง IC MC145100 ตัวเดียวมีขนาดเล็กเกินไป จึงต่อรวมกัน 2 ตัว คือ U300 กับ U301 ตามรูป 3.8 ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนเอาท์พุทที่ต่อกับเครื่องโทรศัพท์ของคู่สายได้ครบ 8 เครื่องพอดี ทางด้านอินพุทที่เข้ามาที่คู่สายจะต่อเข้ากับขา 15 ส่วนเอาท์พุทขา 9 , 1 , 12 และ 13 ของ U300 จะต่อกับคู่สายย่อย 1 - 4 ตามลำดับ ส่วนเอาท์พุทขา 9 , 1 , 12 และ 13 ของ U301 จะต่อเข้ากับคู่สายย่อย 5 - 8 การที่จะให้คู่สายอินพุทต่อกับคู่สายเอาท์พุท (1 - 8) ใดนั้น ขึ้นอยู่กับการเลือก adress ของ crosspoint ซึ่งทำการเลือกโดยภาค CONTROL และสัมพันธ์กับการกดหมายเลขเพื่อต่อกับคู่สายย่อยของผู้เรียก เนื่องจากภาค CONTROL จะทำการวิเคราะห์หมายเลขที่ได้จากภาค DTMF หลังจากนั้นก็ทำการส่งสัญญาณเพื่อเลือก address ในการต่อคู่สายเข้าด้วยกัน นอกจากการต่อในลักษณะนี้แล้ว ยังประกอบด้วยการต่อ Tone signal ต่าง ๆ ผ่าน IC crosspoint นี้ด้วย

3.8 ภาค TONE GENERATOR CIRCUIT SECTION

เนื่องจาก PABX อัตโนมัติเป็นชุมสายขนาดเล็กที่สามารถทำการติดต่อภายในกันได้ โดยไม่ต้องผ่านชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ เมื่อมีการติดต่อภายใน PABX ก็จะทำหน้าที่เหมือนกับชุมสายโทรศัพท์ธรรมดาทั่วไปนั่นเอง ซึ่งประกอบไปด้วยสัญญาณต่าง ๆ เช่น สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) สัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE) สัญญาณเรียก (RINGING TONE) ภาค DTMF & TONE CIRCUIT SECTION เป็นภาคที่กำเนิดสัญญาณต่างๆเหล่านี้ มีวงจรที่ใช้งานแสดงดังรูป 3.9

ในวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) จะต่อ U400A ,U400B ร่วมกับ R400 , R401 และ C400 , C401 คาบเวลาของความถี่ที่ผลิต T = 1.4RC ความถี่ที่ได้คือ 1/1.4RC ประมาณ 400 Hz จากนั้นผ่าน U401 ซึ่งเป็น BUFFER โดยมี R402 เป็นตัวกำหนดขนาดกระแสเอาท์พุท

สำหรับวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE) ภาคกำเนิดความถี่ 400 Hz ก็จะใช้วงจรเดียวกับวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน ส่วนที่ควบคุมให้ดัง 2 วินาทีและหยุด 4 วินาทีนั้นใช้ IC555 เป็นตัวกำเนิดความถี่ในลักษณะของวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ ซึ่งสามารถคำนวณคาบเวลาของวงจรได้ดังนี้

$$T_{on} = 0.693 (R408 + 2R409)C$$

$$T_{off} = 0.693 (R408 + R409)C$$

ความถี่ที่ขา 3 ของ IC555 จะอยู่ในลักษณะลอจิก " 0 " 2 วินาที ลอจิก " 1 " 4 วินาที และจะรวมสัญญาณทั้งสองโดยผ่าน AND GATE ก็จะได้สัญญาณเรียกกลับที่ขาเอาท์พุทของ U408 หลังจากนั้นก็จะผ่านไปยัง BUFFER โดยมี R412 เป็นตัวกำหนดขนาดกระแส

วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างก็จะใช้วงจรกำเนิดความถี่ 400 Hz เดียวกับวงจรกำเนิดสัญญาณเรียกกลับ ตัวควบคุมให้ดัง 0.5 วินาทีและหยุด 0.5 วินาที ใช้ IC7404 จากนั้นนำเอาท์พุทของวงจรทั้งสองผ่าน AND GATE และส่งไปยัง BUFFER เพื่อทำการขยายกระแสให้สูงขึ้น โดยมี R407 เป็นตัวกำหนดขนาดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ภาค DTMF DECODER 2

ภาค DTMF DECODER 2 นี้ มีการทำงานของวงจรเหมือนกับภาค DTMF DECODER 1 ที่ได้เสนอไปแล้ว DTMF DECODER 1 นั้นจะทำการถอดรหัสเฉพาะในกรณีของสัญญาณ DTMF ที่เรียกเข้ามาเท่านั้น แต่ DTMF DECODER 2 จะทำการถอดรหัสสัญญาณ DTMF ของคู่สายย่อยภายใน เช่น ในกรณีที่คู่สายภายในยกหูขึ้นมา เมื่อภาคตรวจจับการยกหูตรวจสอบได้ว่ามีการยกหูที่คู่สายใด ภาค CONTROL ก็จะสั่งให้ภาค CROSS POINT ต่อสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) ไปยังคู่สายที่มีการยกหู เพื่อให้ผู้เรียกที่ยกหูทำการกดหมายเลขแล้วให้ภาค DTMF DECODER 2 ถอดรหัสออกมาว่าต้องการติดต่อภายในหรือภายนอก เช่น ถ้ากดหมายเลข " 9 " เป็นการติดต่อภายนอก ภาค CONTROL ก็จะส่งไปให้ภาค LINE INTERFACE CIRCUIT SECTION ทำการยกหู แล้วให้ผู้เรียกกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อต่อไป ส่วนในกรณีที่ผู้ยกหูโทรศัพท์กดหมายเลข " 0 " ซึ่งเป็นการติดต่อภายใน ภาค DTMF DECODER 2 จะทำการถอดรหัสแล้วส่งให้ภาค CONCROL จากนั้นภาค CONTROL ก็จะส่งสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) ไปยังคู่สายที่ยกหู เมื่อผู้ยกหูโทรศัพท์ทำการกดหมายเลขของคู่สายย่อยภายในที่ต้องการติดต่อ ภาค DTMF DECODER 2 จะทำการถอดรหัสที่ผู้เรียกกดมาเพื่อส่งให้ภาค CONTROL วิเคราะห์ต่อไป

ในวงจรใช้งานจริงประกอบด้วยไอซี MT8870 ด้านอินพุทของวงจรต่ออยู่กับภาค CROSS POINT เพื่อควบคุมให้คู่สายย่อยที่ทำการยกหูมาใช้บริการของภาค DTMF DECODER 2 แบบแบ่งเวลา ส่วนทางด้านเอาท์พุทของวงจรจะต่ออยู่กับภาค CONTROL เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามที่ได้ถอดรหัสออกมา

3.10 ภาค EXT INTERFACE CIRCUIT SECTION

ภาคนี้เป็นภาคที่ต่ออยู่กับเครื่องโทรศัพท์โดยตรง เพื่อทำการตรวจเช็คการยกหูโทรศัพท์อัตโนมัติ สัญญาณต่าง ๆ ที่จะผ่านเข้าเครื่องโทรศัพท์ต้องผ่านภาคนี้ก่อน วงจรที่ใช้งานจริงแสดงดังรูป 3.10

จากรูป 3.10 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับขาเอาท์พุทของหน้าสัมผัสรีเลย์ 601 จะต่ออยู่กับแหล่งจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ แต่เมื่อไฟฟ้าของระบบดับลง จะทำให้ไม่มีแรงดันไฟฟ้ามาเลี้ยงที่ขา Control ของรีเลย์ 601 หน้าสัมผัสที่ปกติเคยต่ออยู่ที่ขา B จะกลับมาต่ออยู่ที่ขา C ของรีเลย์ 601 ทำให้เครื่องโทรศัพท์ต่อกับคู่สายขององค์การโทรศัพท์โดยตรง แต่ในกรณีที่มีไฟเลี้ยงให้กับระบบ ขา C ของรีเลย์ 601 จะต่ออยู่กับขา B ซึ่งต่ออยู่กับชุดหน้าสัมผัสขา C ของรีเลย์ 600 ขา C ของรีเลย์ 600 ต่ออยู่กับขา M ของรีเลย์ 600 โดยที่ขา M ของรีเลย์ 600 ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟ 24 โวลต์ ตลอดเวลา

เนื่องจากคู่สายของทางองค์การโทรศัพท์ที่เข้ามามีเพียง 1 คู่สาย เพราะฉะนั้นคู่สายย่อยเพียง 1 คู่สายเท่านั้นที่สามารถติดต่อใช้งานได้ในกรณีที่ไฟฟ้าดับ ส่วนที่เหลืออีก 7 เครื่องก็ไม่สามารถใช้งานได้

ในสภาวะที่ยังไม่ยกหูโทรศัพท์ ถ้ามีการเรียกเข้ามาจากข้างนอกจะมีเสียงกระดิ่งดังเข้ามา โดยที่ภาค CONTROL จะส่งสัญญาณมาควบคุมสัญญาณกระดิ่งที่ขา BELL โดยนำสัญญาณนี้มา AND กับสัญญาณที่ขา HK ซึ่งมีค่าเป็น ลอจิก " 1 " อยู่ เนื่องจาก U600 ยังไม่นำกระแส แรงดันที่ขาเอาท์พุทจึงเท่ากับ 5 โวลต์ ทำให้ขาเอาท์พุทของ AND GATE มีสัญญาณเหมือนกับสัญญาณที่เข้าที่ขา Bell สัญญาณจากขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาท์พุทของ AND GATE นี้จะส่งมายังขา B ของทรานซิสเตอร์ Q600 เพื่อเป็นสวิตชิ่งให้กับขา Control ของรีเลย์ 600 นั่นคือ ที่ขา B ของ Q600 จะมีค่าเป็นลอจิก " 1 " ตัวมันจะนำกระแส จึงทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ 600 คือ ขา C มาต่อกับขา B และเกิดเสียงกระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ แต่เมื่อสัญญาณ Bell เข้ามาเป็นลอจิก " 0 " Q600 จะอยู่ในช่วง cut off ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ 600 คือ ขา C ต่อกับขา M ทำให้ไม่มีสัญญาณกระดิ่งปรากฏที่เครื่องโทรศัพท์

เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ แรงดันที่ปลายสาย 24 โวลต์จะลดลง เนื่องจากขณะที่ยกหูโทรศัพท์ความต้านทานที่เครื่องโทรศัพท์ลดลง ทำให้ U600 นำกระแส Q600 จะไม่ทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์ 600 จะต่ออยู่กับขา M ทำให้สัญญาณ กระดิ่งไม่สามารถเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์ได้ สัญญาณของคู่สนทนาจึงผ่านภาค CROSS POINT เข้ามายัง T600 โดยมี ZD600 กับ ZD601 เป็นตัวจำกัดกระแสที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำข้ามมายังขดเอาท์พุท ผ่าน C600 ซึ่งเป็นตัวคับปลิ้ง มายังขา M ของรีเลย์ 600 แล้วผ่านมายังเครื่องโทรศัพท์

ส่วนในกรณีที่มีการเรียกออก สัญญาณต่าง ๆ ที่เข้ามาโดยการ Control การสวิตช์จากภาค CROSS POINT ก็จะผ่านมาทาง T600 เช่นกัน

3.11 ภาค CONTROL RINGING

วงจรควบคุมเสียงกระดิ่ง จะทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณเรียก คือ จะเป็นตัวให้จังหวะในการตัดและต่อวงจรโดยมีสัญญาณกระดิ่งถึง 2 วินาที และ หยุด 4 วินาที ซึ่งสามารถแสดงวงจการทำงานได้ ดังรูป 3.11

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

3.12 ภาค POWER SUPPLY

ภาคนี้จะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบเฟส 220 โวลต์ 50 Hz เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาดต่าง ๆ ตามความต้องการของวงจรดังนี้ +5V , +9V , +12V และ +24V จากขนาดแรงดันเอาท์พุทที่ต้องการทั้งหมด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ ด้วยกัน คือ

3.12.1 แบบที่ต้องการจ่ายกระแสสูง จะใช้ไอซี L200 (Regulator) เป็นตัวทำให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ ได้แก่ แหล่งจ่ายชุด +5V , +12V และ +24V ซึ่งจะสามารถจ่ายกระแสได้สูงถึง 4.5 A โดยจะมี Q600 เป็นตัวกำหนดกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_o \equiv V5.2 / R25$$

$$\equiv 0.45 / 0.1$$

$$\equiv 4.5\ A$$

วงจรที่ใช้งานจริงแสดงดังรูป 3.13 จากรูปแรงดันไฟฟ้า Vac ที่ผ่านเอาท์พุทของหม้อแปลง จะผ่านชุดของ Diode Bridge เพื่อแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแบบ Full wave โดยที่มี C700 เป็นตัว Filter ให้แรงดันเรียบมากยิ่งขึ้น และผ่านเข้าไปยังอินพุทของไอซี L200 ส่วนค่าแรงดันเอาท์พุทจะขึ้นอยู่กับค่า R ในวงจร

ที่แรงดัน +5V R701 820 โอห์ม R702 680 โอห์ม

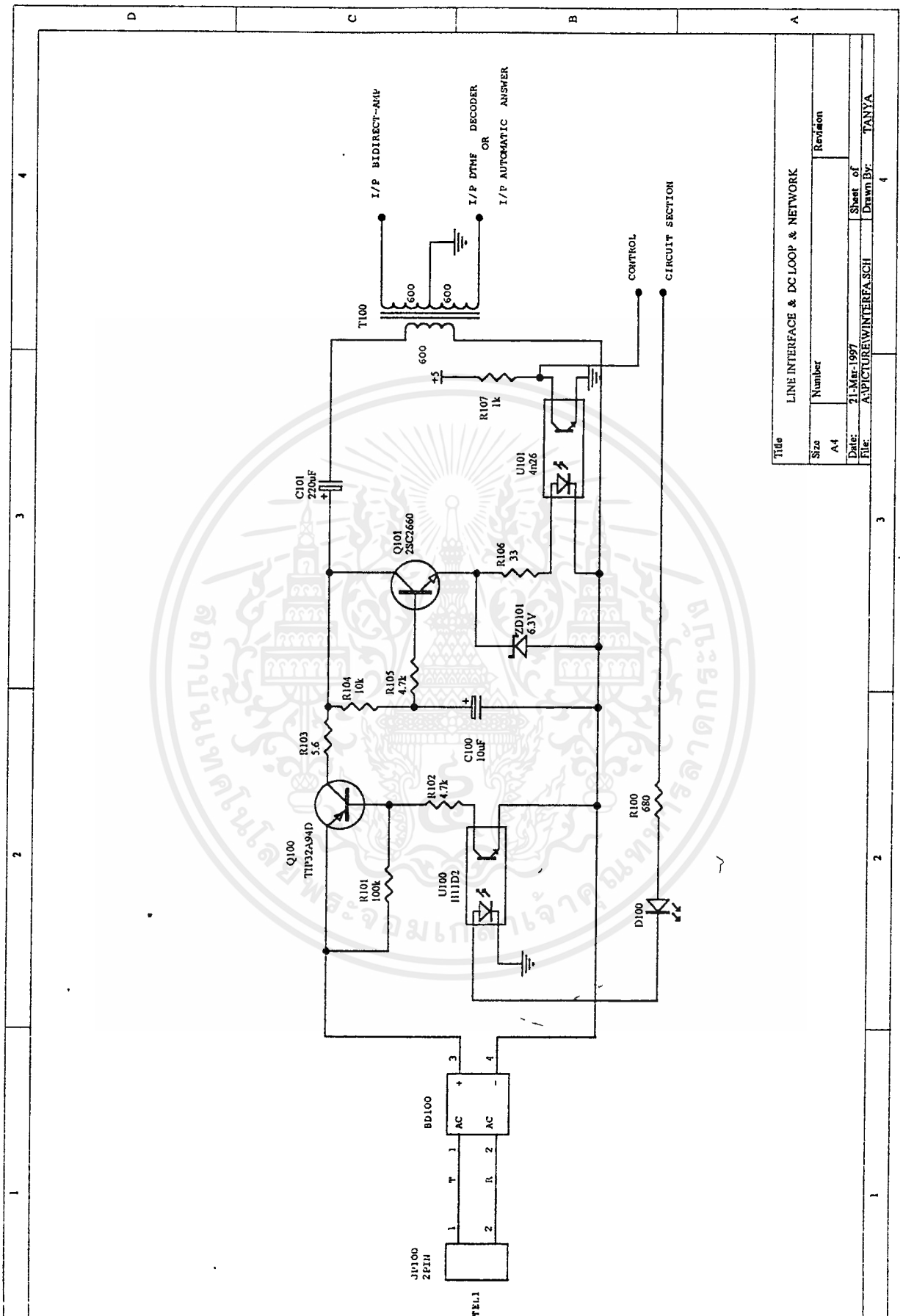
ที่แรงดัน +12V R706 820 โอห์ม R707 2.7 กิโลโอห์ม

ที่แรงดัน +24V R711 820 โอห์ม R712 6.28 กิโลโอห์ม

3.12.2 แบบจ่ายกระแสต่ำ จะใช้ไอซีตระกูล LM78xx และ LM79xx เป็นตัวทำให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ ได้แก่ แหล่งจ่ายชุด +9V และ +12V

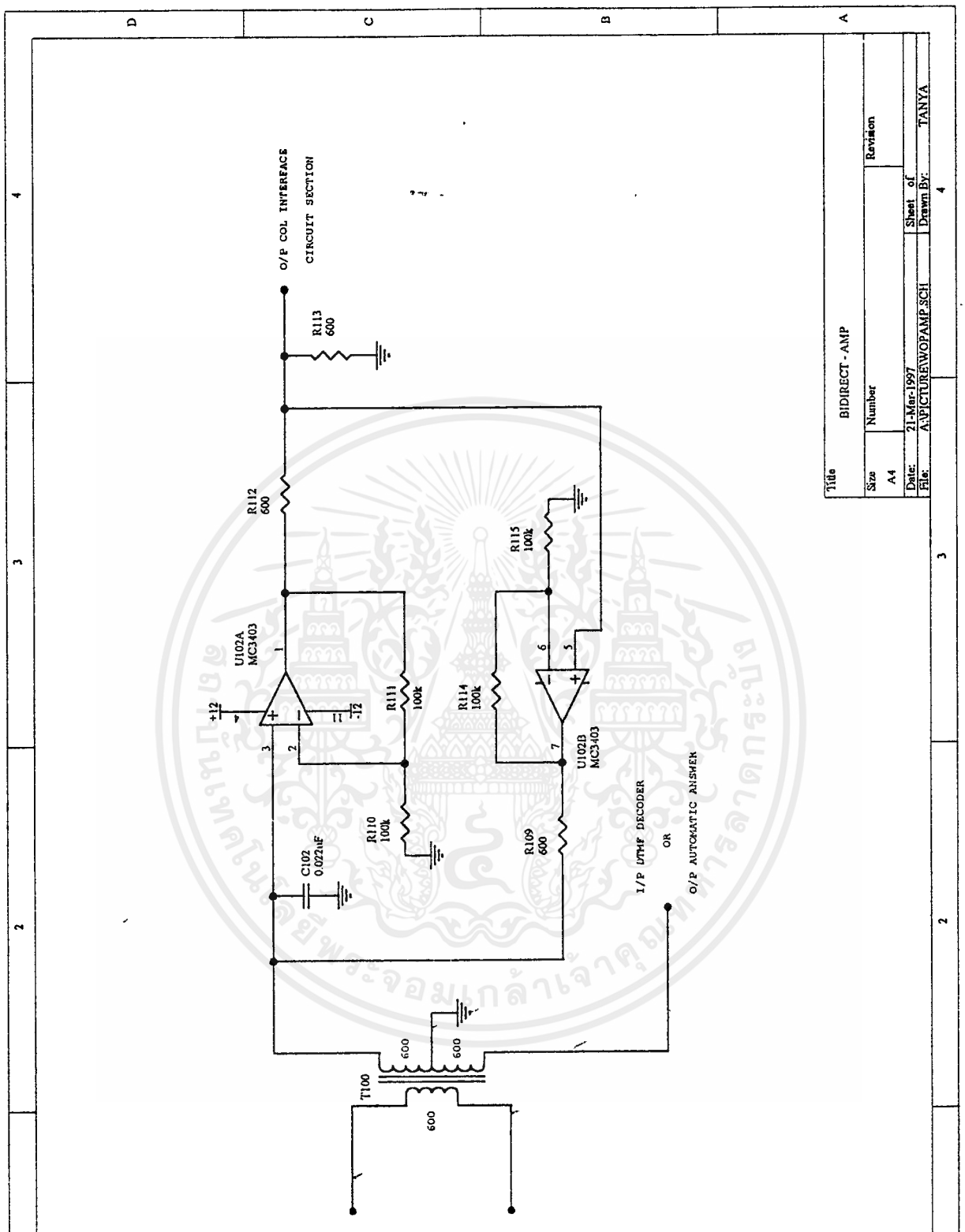
ที่แรงดัน +9V จะนำไอซี LM 7809 2 ตัวมาต่อขนานกัน เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสได้สูงขึ้นและ เกิดความร้อนน้อยลง โดยมี C703 เป็นตัว Filter ส่วนที่แรงดัน +12V จะนำไอซี LM7812 2 ตัวมาต่อขนานกัน ทำให้แรงดันคงที่ทางด้านไฟบวก และจะมี C704 เป็นตัว Filter ส่วนทางด้านไฟลบจะใช้ไอซี LM7912 เป็นตัวทำให้แรงดันเอาท์พุทคงที่ (Regulator) โดยจะมี C705 เป็นตัว Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



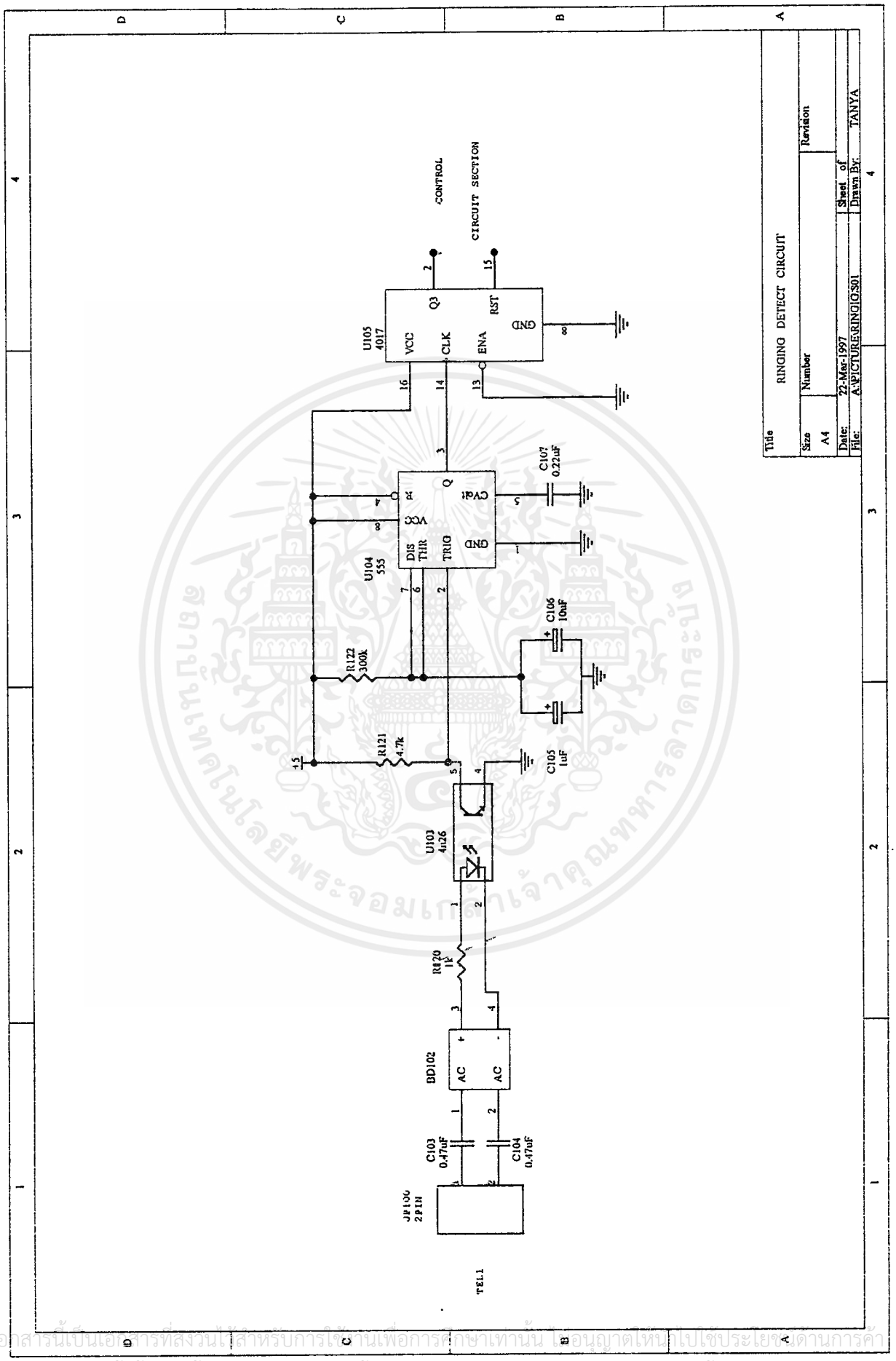
รูปที่ 3.3 วงจร LINE INTERFACE & DC LOOP & NETWORK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



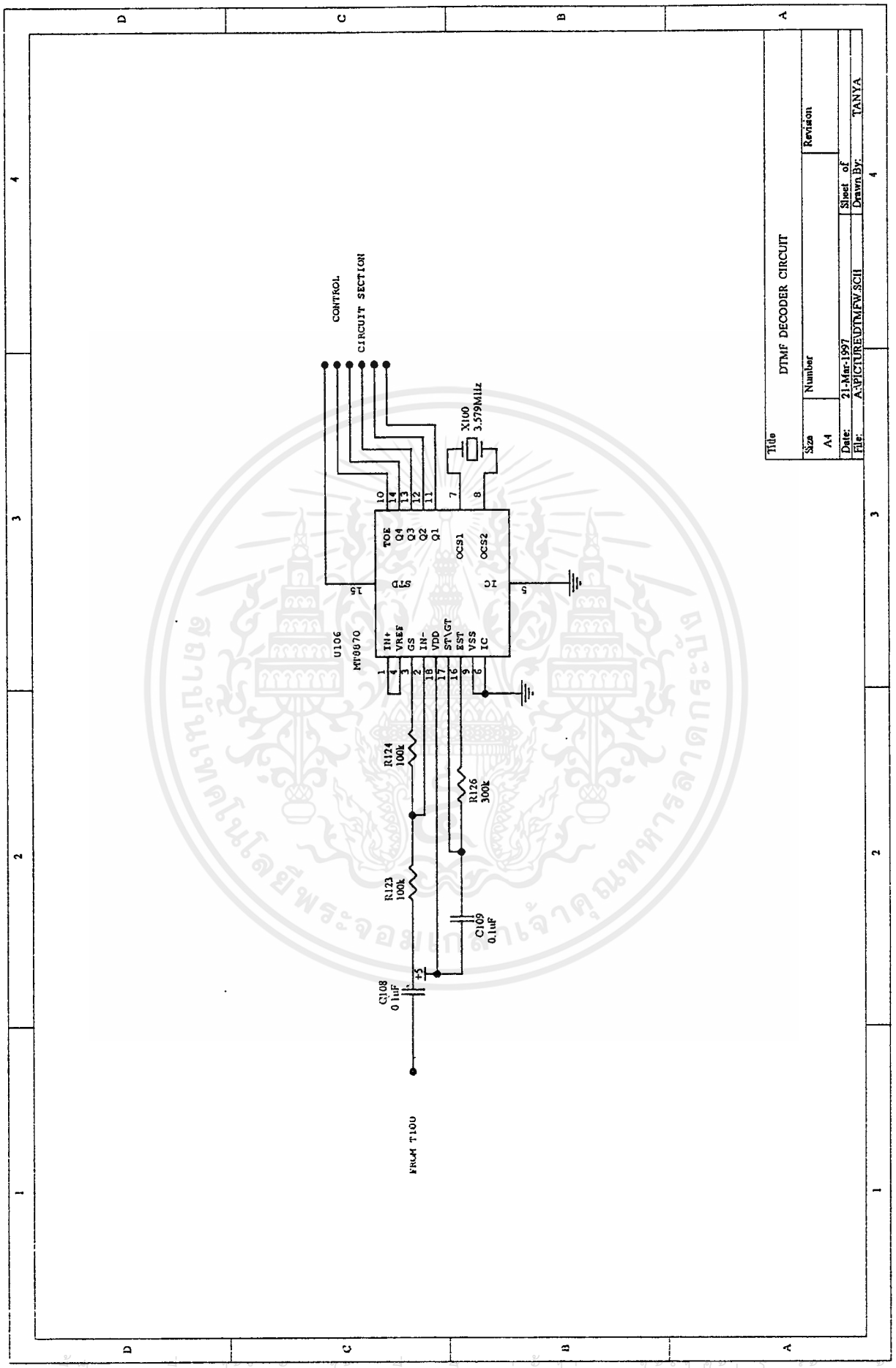
รูปที่ 3.4 วงจร BIDIRECTIONAL AMPLIFIER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



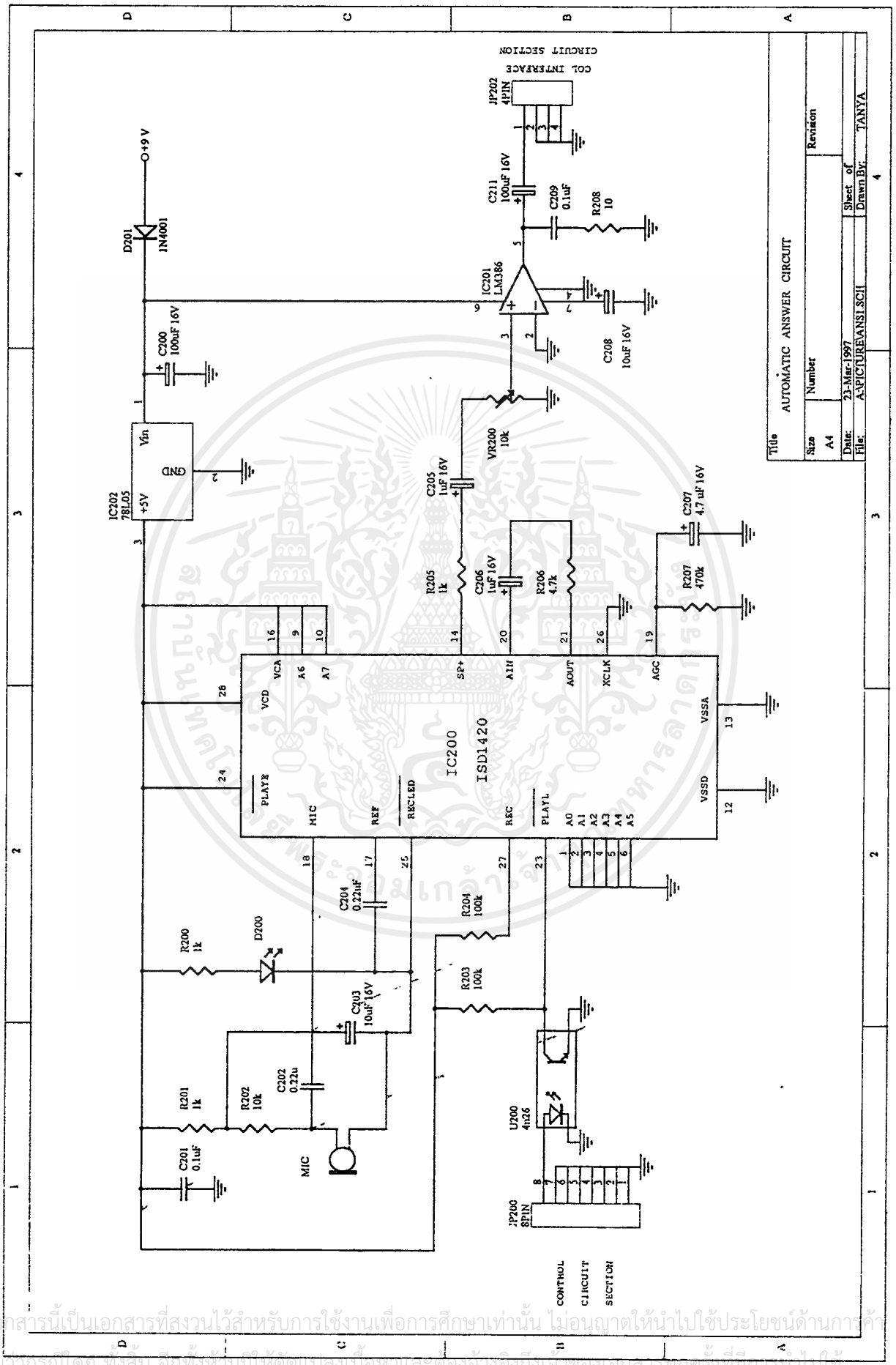
รูปที่ 3.5 วงจร RINGING SIGNAL DETECT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



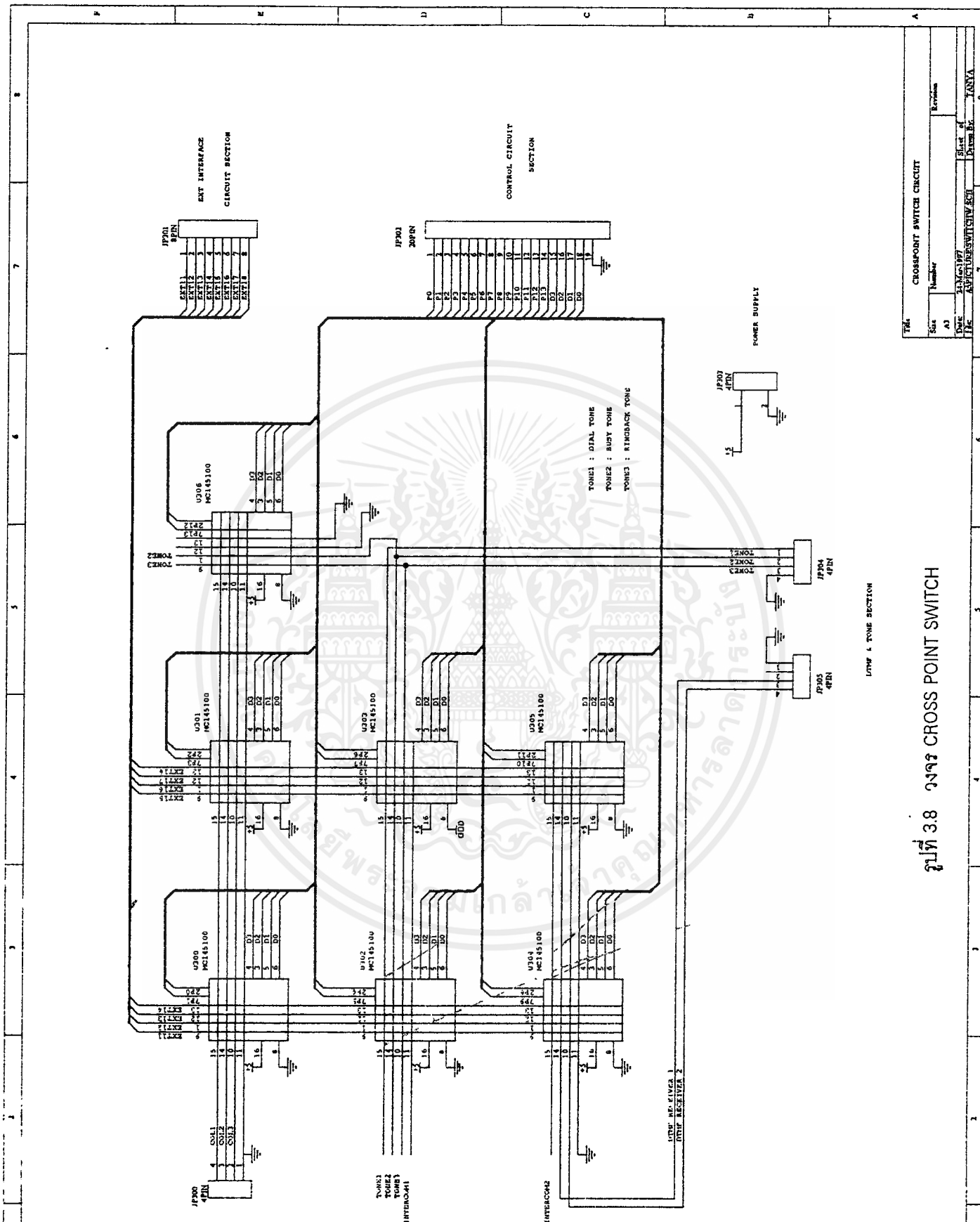
รูปที่ 3.6 วงจร DTMF DECODER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



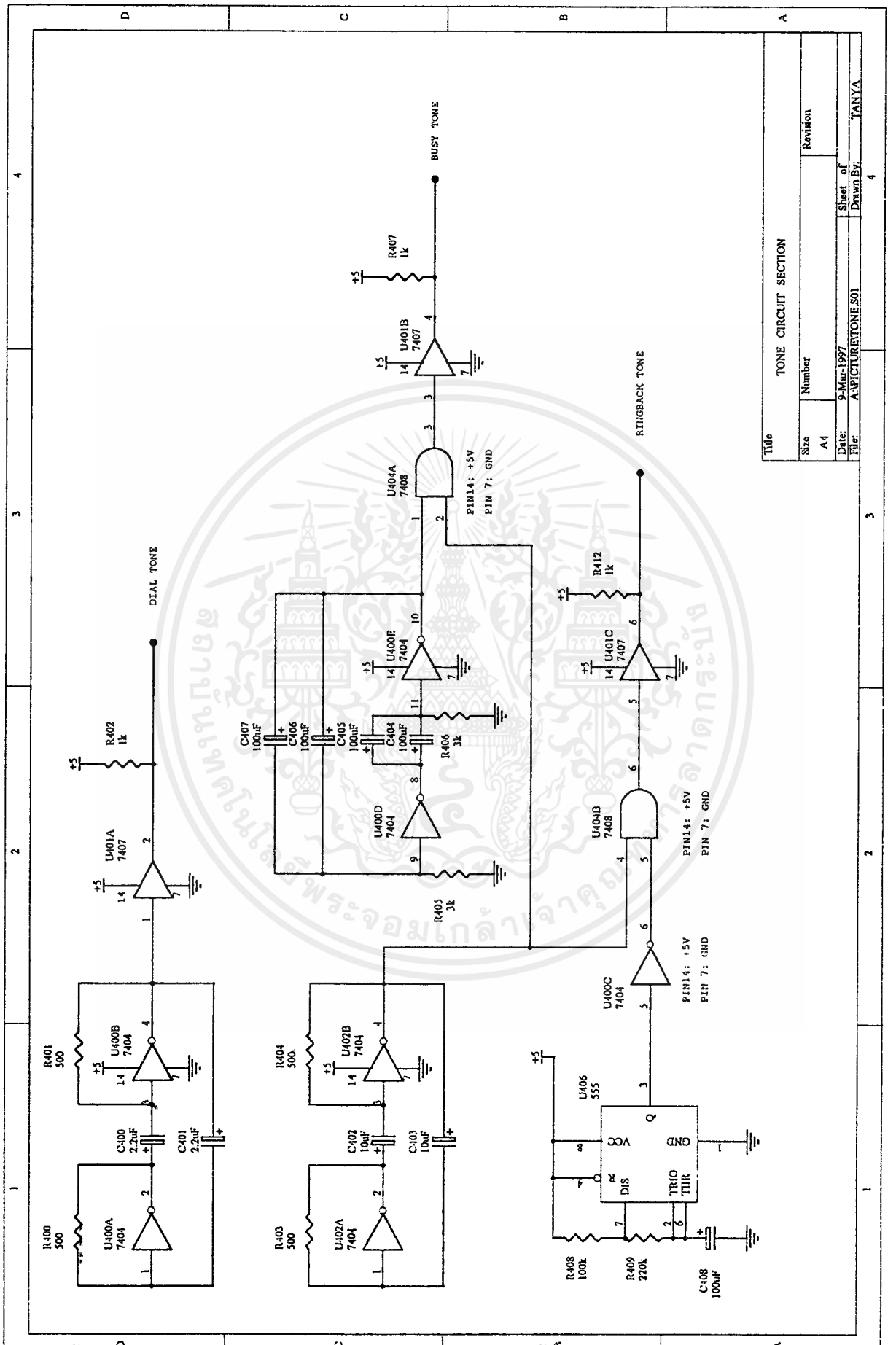
รูปที่ 3.7 วงจร AUTOMATIC ANSWER CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



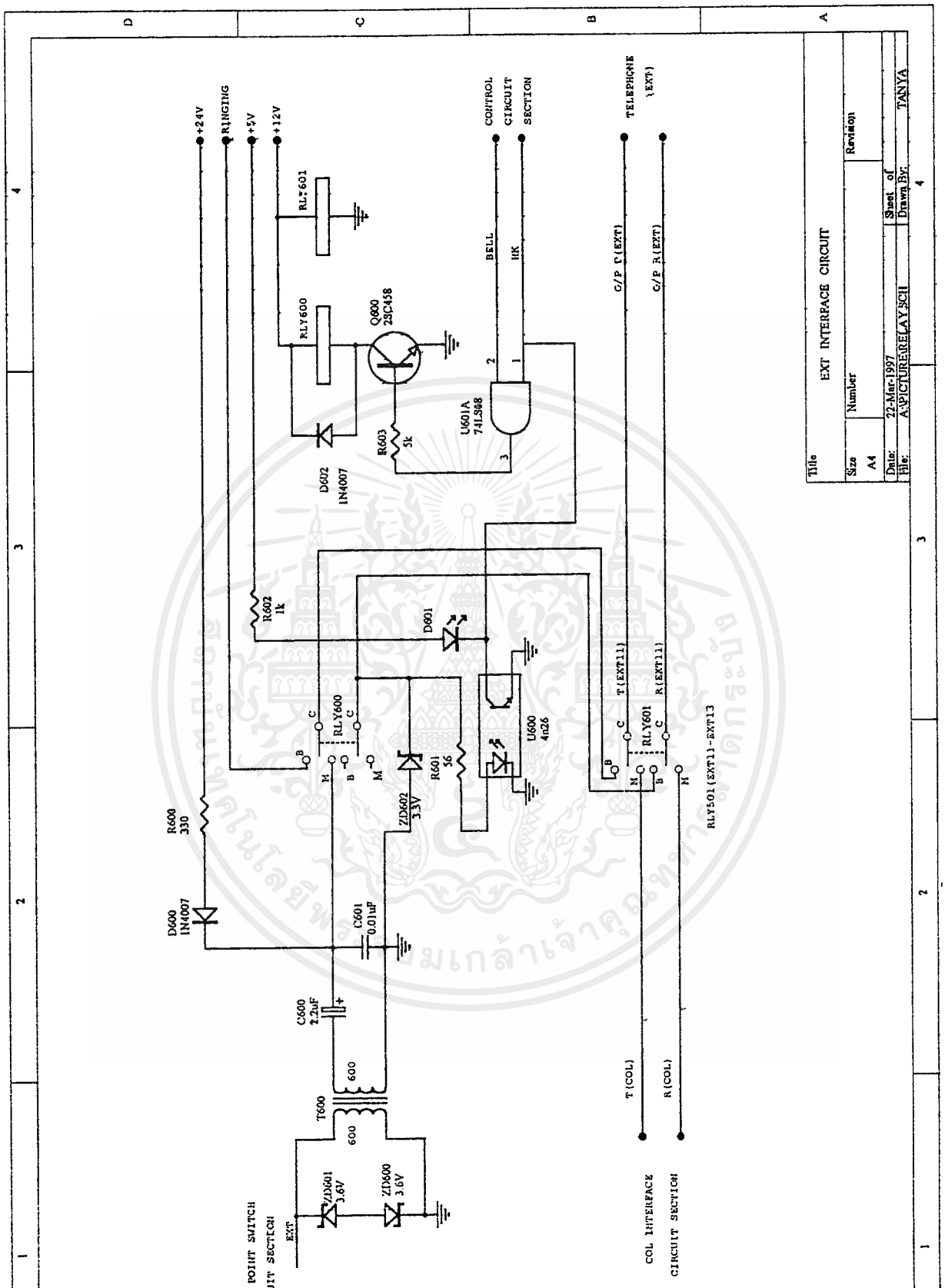
รูปที่ 3.8 วงจร CROSS POINT SWITCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



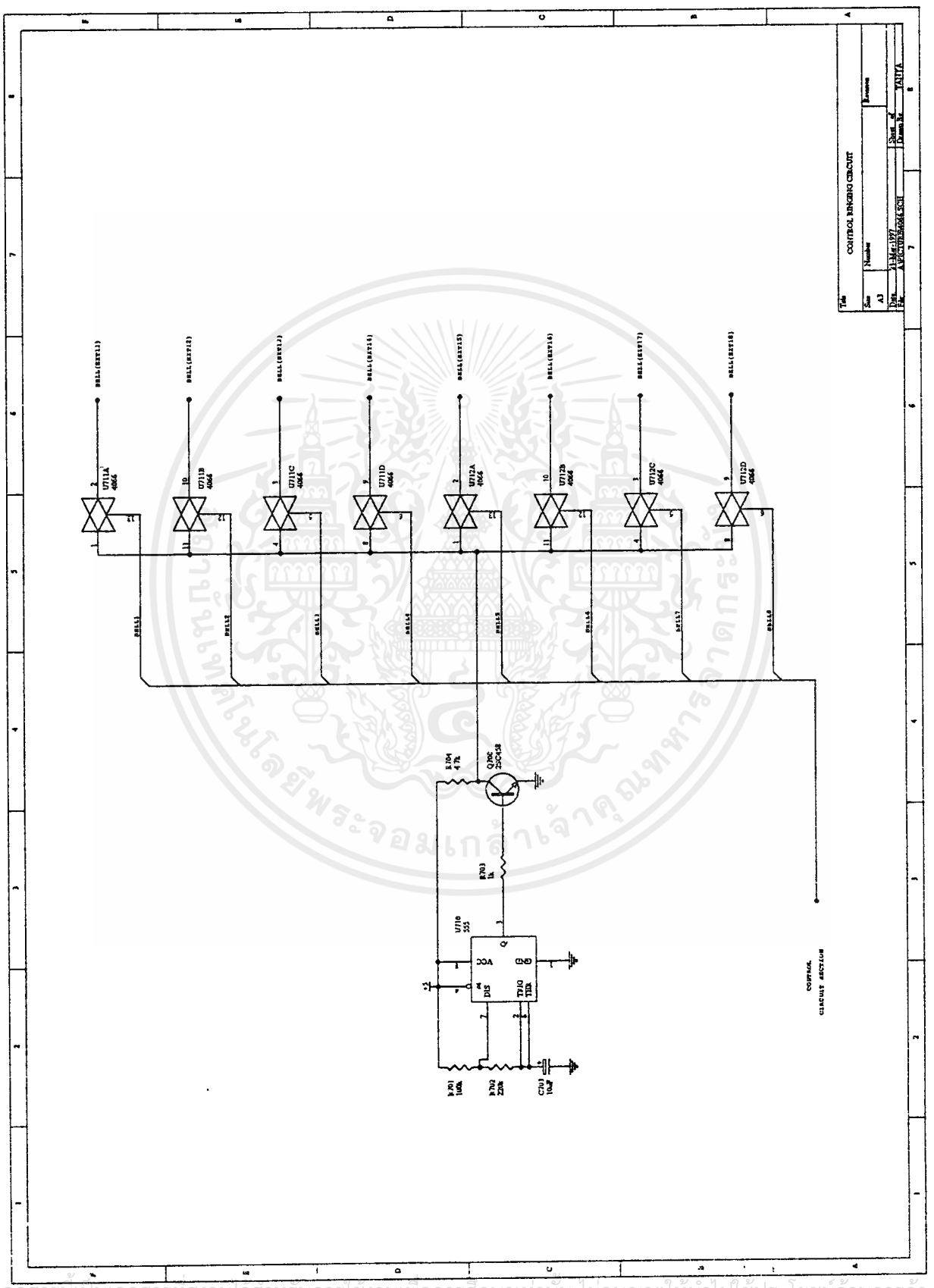
รูปที่ 3.9 วงจร TONE GENERATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



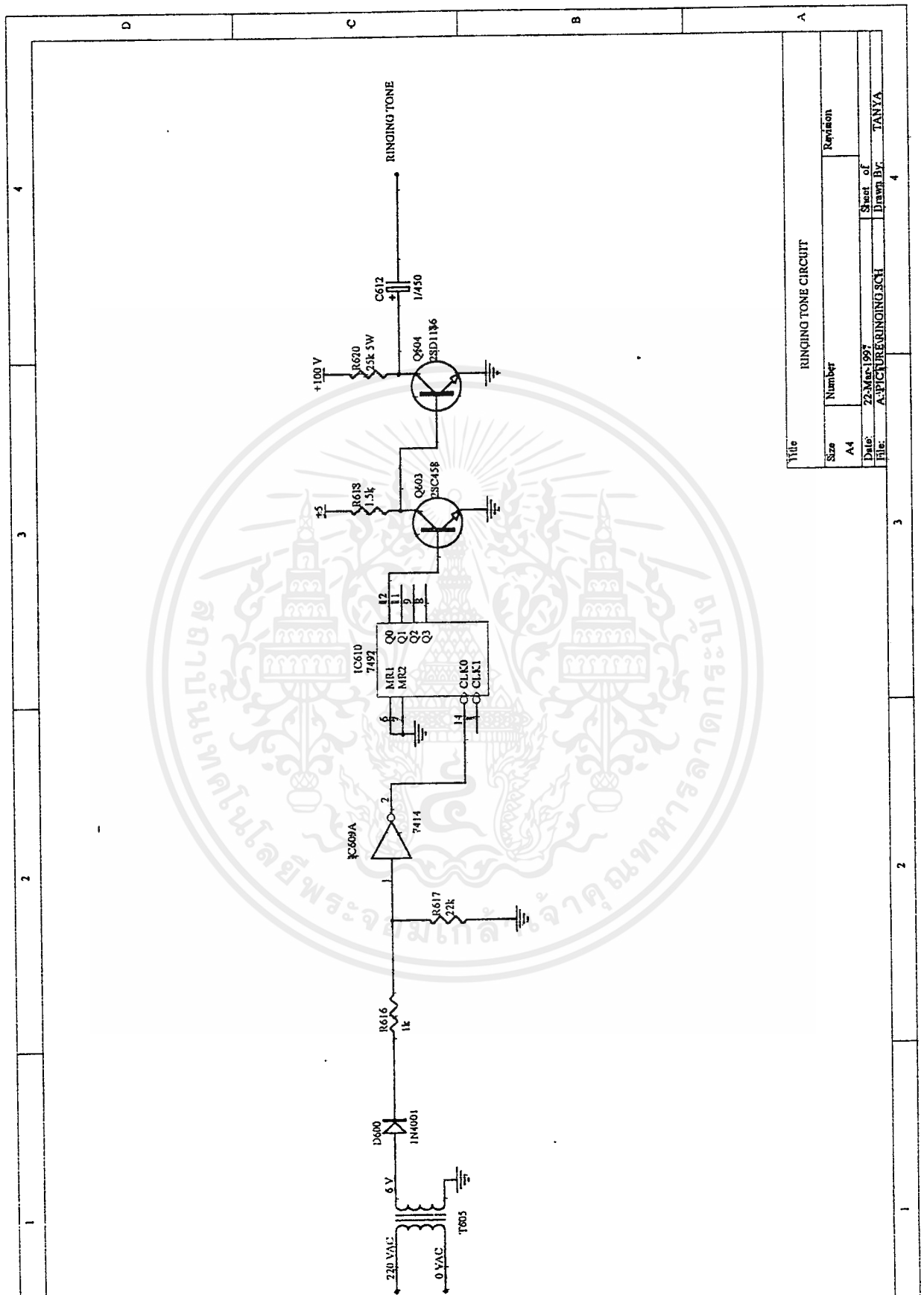
รูปที่ 3.10 วงจร EXIT INTERFACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



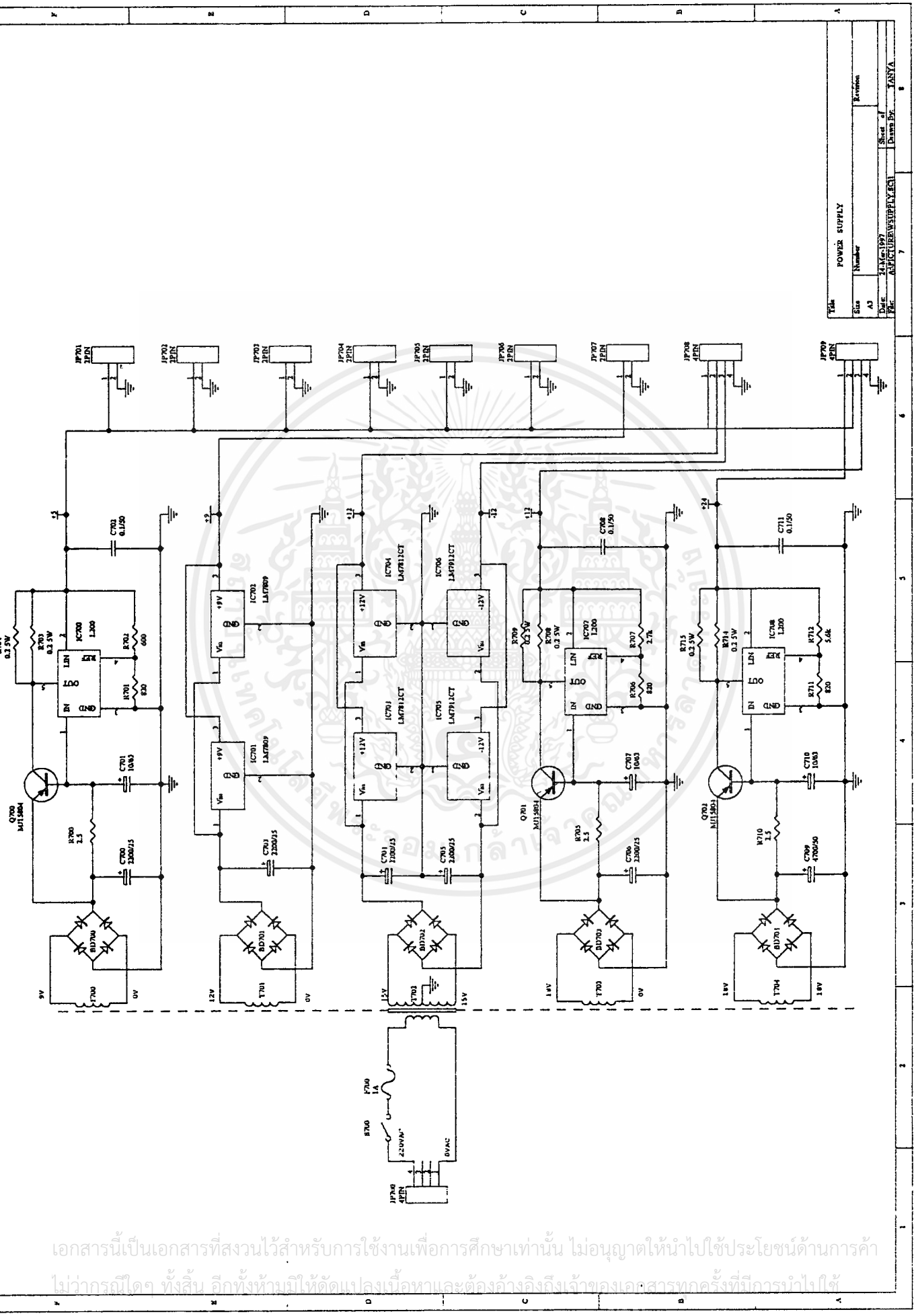
รูปที่ 3.11 วงจร CONTROL RINGING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

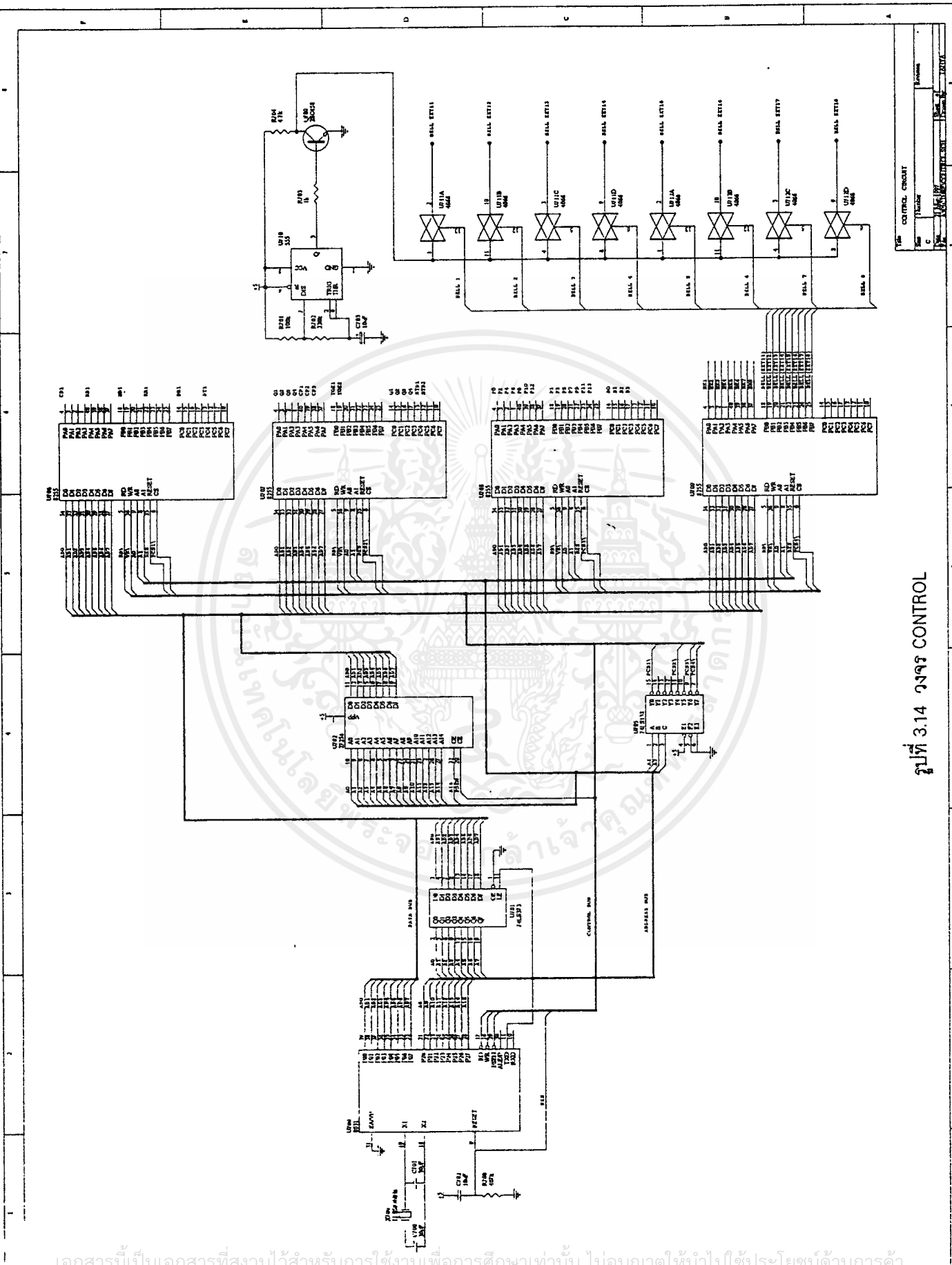


รูปที่ 3.12 วงจร RINGING TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 วงจร CONTROL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

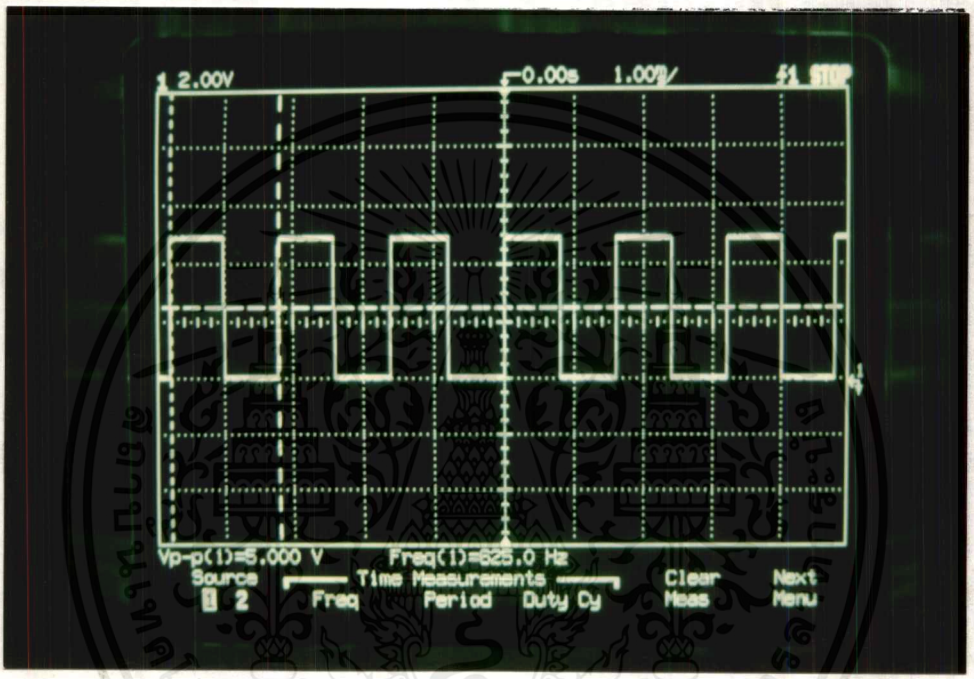
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองวงจรสร้างสัญญาณโทรศัพท์ (TONE GENERATOR)

เมื่อทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.9 และทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขาต่าง ๆ จะปรากฏผลดังนี้

4.1.1 สัญญาณให้หมุน (DIAL TONE)

เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 2 ของ IC7407 จะได้สัญญาณดังรูป 4.1

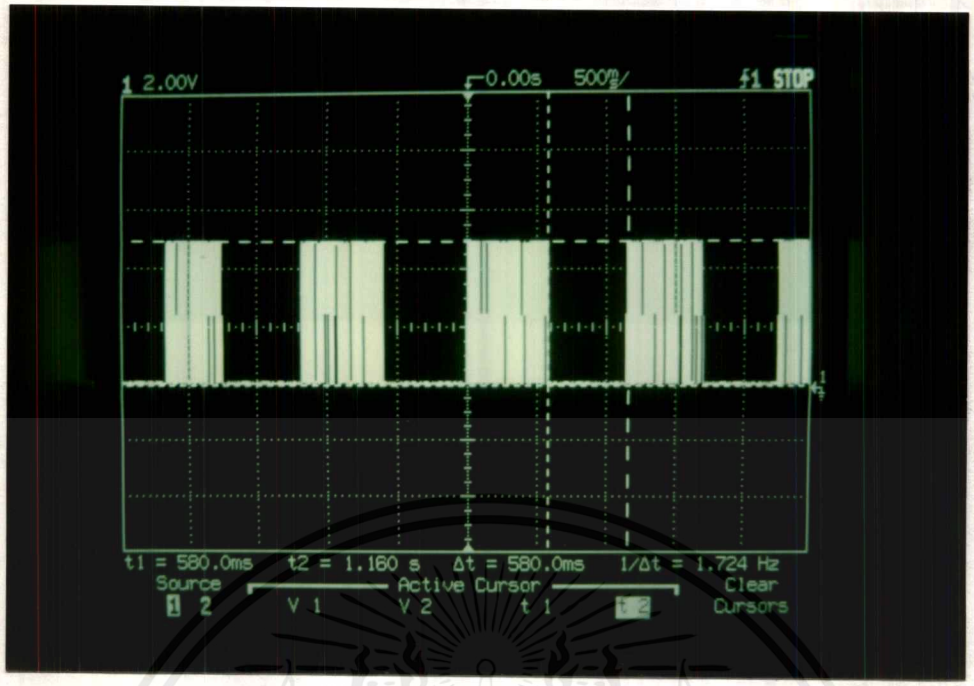


รูปที่ 4.1 DIAL TONE ที่ได้จากวงจร TONE GENERATOR

4.1.2 สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 4 ของ IC7407 จะได้สัญญาณดังรูป 4.2

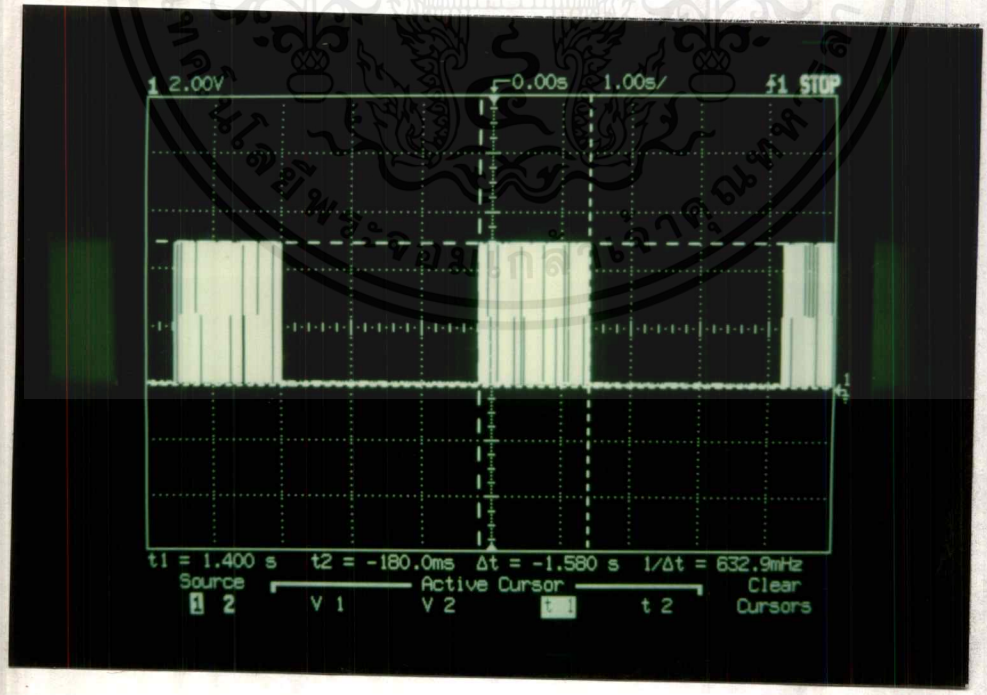
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 BUSY TONE ที่ได้จากวงจร TONE GENERATOR

4.1.3 สัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE)

เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 6 ของ IC7407 จะได้สัญญาณดังรูป 4.3



รูปที่ 4.3 RING BACK TONE ที่วัดได้จากวงจร TONE GENERATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองวงจร DTMF

ต่อวงจรดังรูป 3.6 แล้วนำ LED มาต่อที่ขา 11-14 ของไอซี MT8870 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุทและป้อนไฟเลี้ยงที่ขา 10 (TOE) เพื่อให้มีสภาวะลอจิกเป็น " 1 " นำเครื่องโทรศัพท์มาต่อเข้ากับด้านอินพุท เมื่อกดปุ่มหมายเลขต่างๆบนแป้นโทรศัพท์ จะได้ผลดังตาราง 4.1

ปุ่มหมายเลข บนแป้น โทรศัพท์	สภาวะลอจิก			
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4
	(ขา 14)	(ขา 13)	(ขา 12)	(ขา 11)
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0
*	1	0	1	1
#	1	1	0	0

ตาราง 4.1 ผลการทดลองของวงจร DTMF

4.3 ผลการทดลองวงจรบันทึกเสียง

ต่อวงจรดังรูป 3.7 และนำสวิตช์มาต่อที่ขา 23 และขา 27 จะได้ผลการทดลองดังนี้

4.3.1 การบันทึกเสียง

ทำการกดสวิตช์เพื่อทำให้สภาวะที่ขา 23 เป็น " 0 "และทำการบันทึกเสียง LED จะสว่างเป็นระยะเวลา 20 วินาทีแล้วดับ จากการทดลองจะสามารถบันทึกเสียงได้ภายในช่วงเวลาที่ LED สว่างเท่านั้น

4.3.2 การเล่นกลับ

ทำการกดสวิตช์เพื่อทำให้สภาวะที่ขา 27 เป็น " 0 " วงจรบันทึกเสียงจะทำการเล่นกลับเสียงที่บันทึกไว้เป็นระยะเวลาเท่ากับที่ได้ทำการบันทึก หลังจากนั้นสภาวะลอจิกที่ขา LED จะกลายเป็น " 0 "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าสภาวะที่ขา 27 เปลี่ยนเป็น " 1 "ก่อนที่จะครบระยะเวลาที่บันทึกเสียงไว้ เสียงก็จะเงียบหายไป วงจรจะเริ่มทำการเล่นกลับเสียงที่บันทึกไว้จากจุดเริ่มต้น เมื่อสภาวะลอจิกที่ขา 27 กลายเป็น " 0 "อีกครั้ง

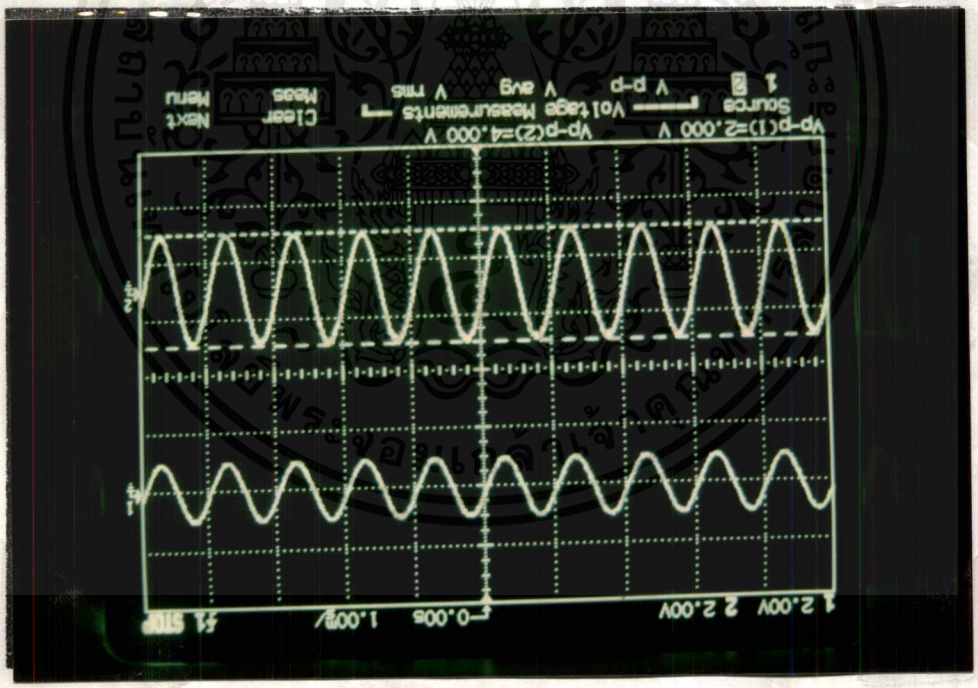
4.4 ผลการทดลองวงจร LINE INTERFACE & DC LOOP & NETWORK

ต่อวงจรดังรูป 3.3 และต่อคู่สายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์เข้าเป็นอินพุท ทำการวัดสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี 4N26 ในขณะที่ขา 1 ของไอซี H11D2 มีสภาวะลอจิก เป็น " 0 " จะได้สัญญาณที่มีสภาวะลอจิกเป็น " 1 " ซึ่งเสมือนกับว่าวงจรวางหูโทรศัพท์อยู่

จากนั้น ทำให้ขา 1 ของไอซี H11D2 มีสภาวะลอจิกเป็น " 1 " เสมือนกับว่าภาค CONTROL ได้ส่งสัญญาณให้วงจร Line interface & DC loop & Network ทำการยกหู และทำการวัดสัญญาณที่ขา 5 ของไอซี 4N26 จะได้สัญญาณที่มีสภาวะลอจิกเป็น " 0 " ซึ่งเสมือน กับว่าวงจรได้ทำการยกหูโทรศัพท์แล้ว

4.5 ผลการทดลองวงจร BIDIRECTIONAL AMPLIFIER

ต่อวงจรดังรูป 3.4 ทำการป้อนสัญญาณ Sine wave 2 Vp-p 1 KHz เข้าที่ขา 3 ของ Op-amp ตัวบน



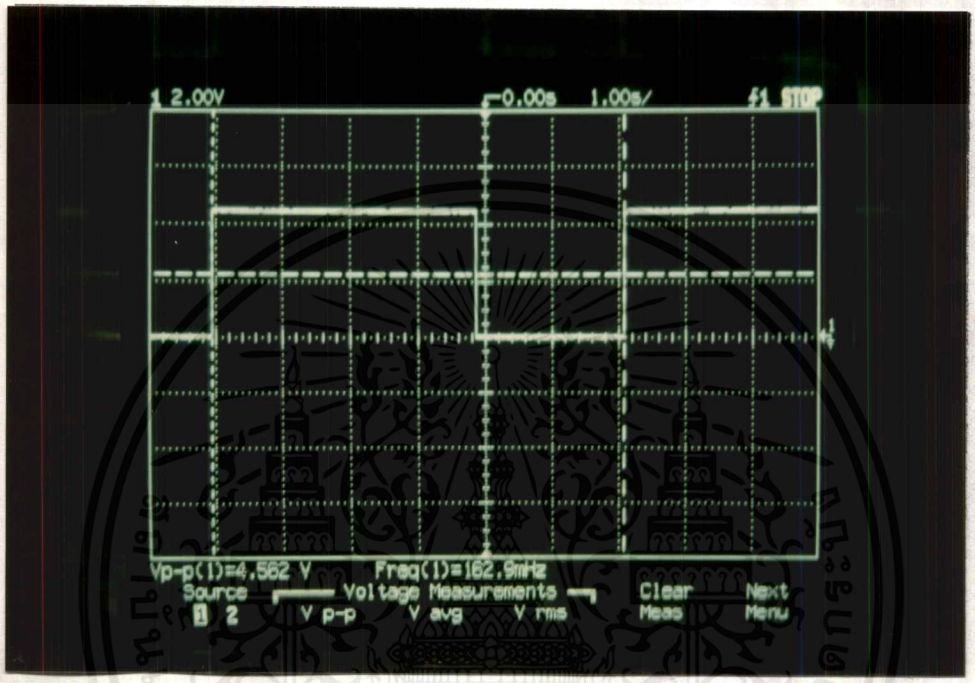
รูปที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรBi-amp

ได้สัญญาณเอาท์พุทที่ขา 1 มีขนาดเป็น 2 เท่าของสัญญาณอินพุท และในทำนองเดียวกัน เมื่อป้อนสัญญาณเข้าที่ขา 5 ของ Op-amp ตัวล่าง สัญญาณเอาท์พุทที่ขา 7 ก็จะมีขนาดเป็น 2 เท่าของสัญญาณอิทพุท ดังรูป 4.4

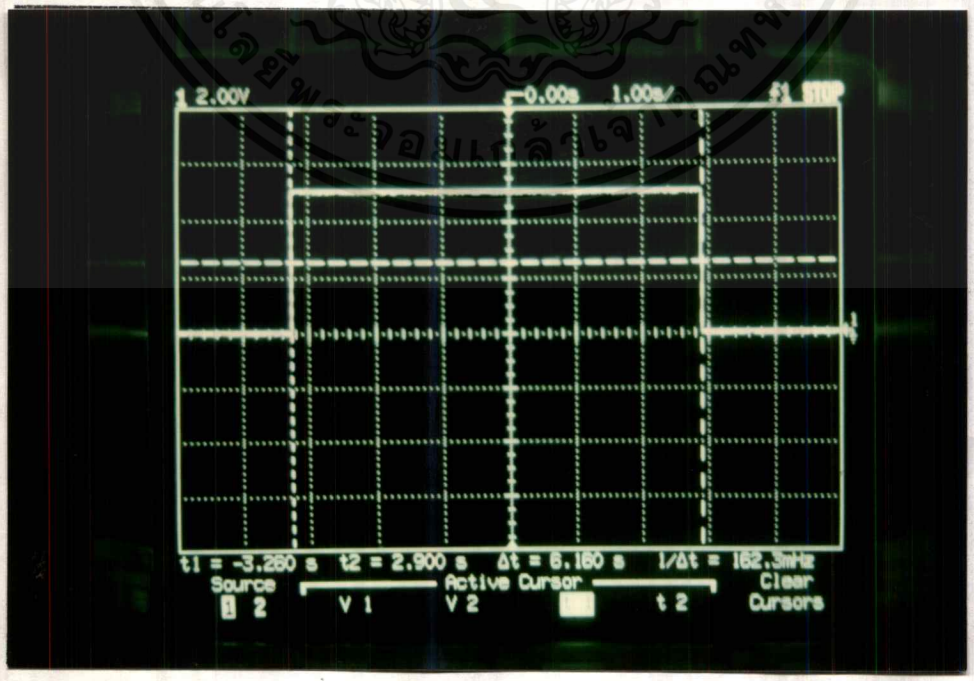
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ผลการทดลองวงจร RINGING SIGNAL DETECT

ต่อวงจรดังรูป 3.5 เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งจากคู่สายขององค์การโทรศัพท์เข้าเป็นอินพุทของ 4n26 เอาท์พุทที่ได้มีสถานะเป็นลอจิก " 0 " ซึ่งจะเป็นสัญญาณที่ไป tirg ให้ IC555 ทำงาน เมื่อทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC555 สัญญาณที่ได้จะมีสถานะ " 1 " 4 วินาที สถานะ " 0 " 2.2 วินาที ดังรูป 4.5 และป้อนเป็น CLOCK ให้ IC4017



รูป 4.5 เอาท์พุทที่ขา 3 ของไอซี 555



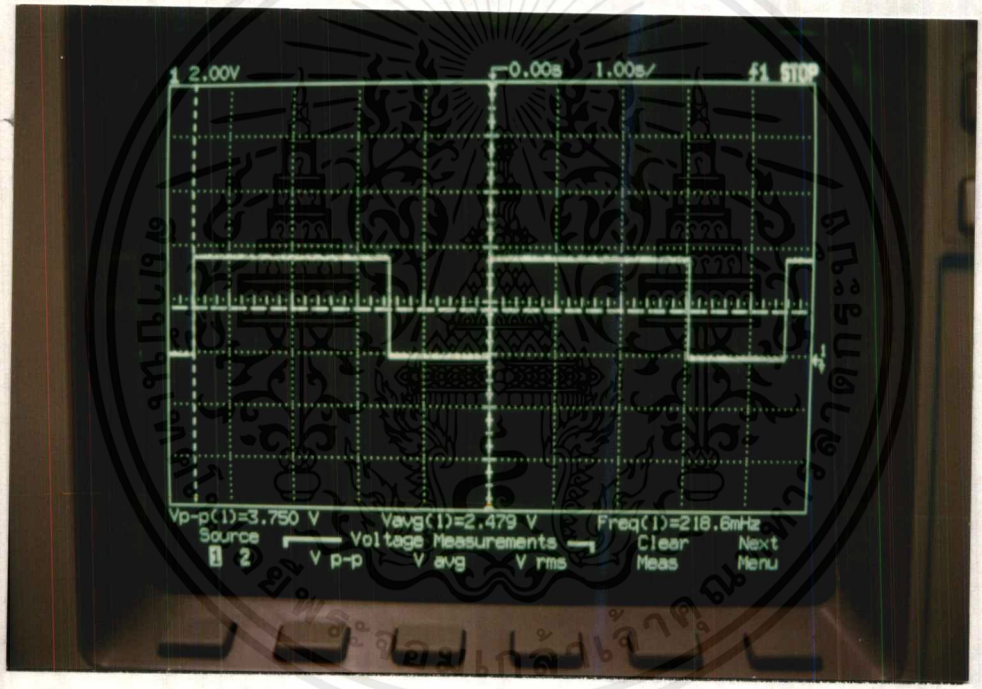
รูปที่ 4.6 เอาท์พุทขา 2 ของไอซี 4017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการวัดเอาท์พุทที่ขา 2 ของ IC4017 โดยให้ขา 13 (Clock enable) และขา 15 (Reset) มีสถานะเป็น " 0 " สัญญาณเอาท์พุทจะเปลี่ยนสถานะจาก " 0 " เป็น " 1 " ที่ขอบขาขึ้นของ CLOCK ลูกแรกและเปลี่ยนสถานะจาก " 1 " เป็น " 0 " ที่ขอบขาขึ้นของ CLOCK ลูกที่ 2 ดังรูป 4.6

4.7 ผลการทดลองวงจร CONTROL RINGING

ต่อวงจรดังรูป 3.11 สัญญาณเอาท์พุทที่ขา 3 ของ IC555 จะเป็นสถานะ " 0 " 1.5 วินาที และสถานะ " 1 " 3 วินาที ดังรูป 4.7 นำสัญญาณนี้ไปเป็นสัญญาณอินพุทให้ Analog Switch ทั้ง 8 ตัว เมื่อขา Control ของ Analog Switch ตัวใดมีสถานะเป็น " 1 " จะทำให้สัญญาณจาก IC555 สามารถผ่าน Analog Switch ตัวนั้นออกไปได้



รูปที่ 4.7 เอาท์พุทที่ขา 3 ของไอซี 555ในวงจร Control Ringing

4.8 ผลการทดลองวงจร CROSSPOINT SWITCH

ต่อวงจรดังรูป 3.8 ทำการเลือกแอดเดรสขา A,B,C,D ของไอซี MC145100จาก 0000 จนถึง 1111 ไปทีละแอดเดรส แล้วทำการเปลี่ยนสถานะขา Strobe ให้เป็น " 1 " และเปลี่ยนสถานะขา Data-in ให้เป็น " 1 " อินพุทและเอาท์พุทของแอดเดรสที่ถูกเลือกก็จะต่อถึงกัน โดยการเชื่อมต่อจะเปลี่ยนแปลงตามสถานะของขา Data-in ในขณะที่ขา Strobe มีสถานะเป็น " 1 " แต่เมื่อขา Strobe มีการเปลี่ยนสถานะเป็น " 0 " การเชื่อมต่อจะขึ้นอยู่กับสถานะสุดท้ายของขา Data-in

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 ผลการทดลองวงจร EXT INTERFACE

เมื่อต่อวงจรดังรูป 3.10จะได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.7.1 ป้อนขา 2 (Bell) ของ And Gate ด้วยสถานะ " 1 "

	สภาวะวางหู	สภาวะยกหู
Volt ขา 1 ของ Opto-coupler	0.3 V	1.34 V
Volt ขา 5 ของ Opto-coupler	2.75 V	0.2 V
Volt ขา 3 ของ And Gate	2.9 V	0.3 V
หน้าสัมผัสของ รีเลย์ 600	ขา C ต่อกับขา B	ขา C ต่อกับขา M

4.7.1 ป้อนขา 2 (Bell) ของ And Gate ด้วยสถานะ " 0 "

	สภาวะวางหู	สภาวะยกหู
Volt ขา 1 ของ Opto-coupler	0.89 V	1.31 V
Volt ขา 5 ของ Opto-coupler	3.51 V	0.2 V
Volt ขา 3 ของ And Gate	0.3 V	0.2 V
หน้าสัมผัส ของรีเลย์ 600	ขา C ต่อกับขา M	ขา C ต่อกับขา M

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและบทวิจารณ์

บทสรุป

5.1 การติดต่อภายนอก

วงจร Ringing Signal Detect ที่สร้างขึ้น สามารถทำงานโดยการตรวจจับสัญญาณเรียกที่เข้ามาได้ เมื่อวงจรตรวจจับสัญญาณได้ ก็จะส่งสถานะ "1" ไปยังภาค Control เพื่อให้ส่งสัญญาณไปควบคุมวงจร Line Interface & dc loop & network ต่อไป

เมื่อได้รับสถานะ " 1 " จากภาค Control วงจร Line Interface & dc loop & network จะทำการยกหู. เครื่องชุมสายโทรศัพท์ และส่งสถานะกลับไปให้ภาค Control เพื่อให้ส่งสัญญาณไปควบคุมวงจร Automatic answer circuit ต่อไป

เมื่อได้รับสถานะ " 1 " จากภาค Control วงจร Automatic answer circuit จะทำการเล่นกลับเสียงพูดที่ได้บันทึกไว้ภายในเวลา 20 วินาที หลังจากนั้น ภาค Control จะทำการเคลียร์ค่าสถานะเดิมนั้นไป

จากนั้น วงจร DTMF Decoder จะทำการถอดรหัสสัญญาณจากการกดแป้นโทรศัพท์ของผู้ใช้ให้เป็นรหัสข้อมูล BCD 4 บิต และส่งไปให้ภาค Control ทำการวิเคราะห์เลือกคู่สายภายในที่ต้องการติดต่อ โดยส่งค่าแอดเดรสไปยังวงจร Cross point switch

เมื่อได้รับค่าแอดเดรสจากภาค Control วงจร Cross point switch จะทำการเชื่อมต่อคู่สายภายนอกกับเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ต้องการติดต่อ และเชื่อมต่อสัญญาณเสียงชนิดต่าง ๆ จากวงจร Tone Generator ไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ต้องการติดต่อ และคู่สายภายนอกที่เรียกเข้ามา

วงจร Tone Generator ที่สร้างขึ้น สามารถสร้างสัญญาณสำหรับบอกสถานะของโทรศัพท์ชนิดต่าง ๆ คือ สัญญาณเรียก (Ringing Tone), สัญญาณให้หมุน (Dial Tone), สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) และสัญญาณไม่ว่าง(Busy Tone) เพื่อนำมาใช้งานได้

เมื่อผู้รับทำการยกหูเครื่องโทรศัพท์ภายใน ก็จะสามารถสนทนากันได้ โดยสัญญาณเสียงจะส่งผ่านวงจร Bidirectional Amplifier เพื่อทำการขยายสัญญาณให้เหมาะสม

5.2 การติดต่อภายใน

วงจร Ext interface circuit ที่สร้างขึ้น สามารถตรวจจับการยกหูของเครื่องโทรศัพท์ภายในได้ และส่งสถานะไปบอกภาค Control เพื่อให้ส่งค่าแอดเดรสให้วงจร Cross point switch ทำการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงจากวงจร Tone Generator ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่ทำการยกหู

เมื่อผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์ภายในกดหมายเลข " 0 " ซึ่งเป็นการติดต่อภายใน วงจร DTMF decoder จะทำการถอดรหัสสัญญาณจากการกดแป้นโทรศัพท์ของผู้ใช้ให้เป็นรหัสข้อมูล BCD 4 บิต เพื่อส่งไปให้ภาค Control ทำการวิเคราะห์เลือกคู่สายภายในที่ต้องการติดต่อ และส่งค่าแอดเดรสไปยังวงจร Cross point switch

เมื่อได้รับค่าแอดเดรสจากภาค Control วงจร Cross point switch จะทำการเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์ภายในที่เรียกเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ต้องการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเครื่องที่ถูกเรียกมีสภาวะว่าง วงจร Ext interface circuit จะเชื่อมต่อสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ถูกเรียก เมื่อเครื่องภายในที่ถูกเรียกทำการยกหู วงจร Ext interface circuit จะสามารถตรวจจับได้และส่งสถานะไปให้ภาค Control ต่อไป การติดต่อสนทนาจะเริ่มขึ้น โดยสัญญาณเสียงจะถูกส่งผ่านวงจร Bidirectlional Amplifier เพื่อทำการขยายให้เหมาะสม

บทวิจารณ์

เมื่อนำวงจรมาเชื่อมต่อกันหลายวงจรจะเกิดสัญญาณรบกวนขึ้น เป็นผลให้สัญญาณเอาท์พุทที่ได้ไม่สมบูรณ์ สัญญาณเสียงที่ได้จะไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

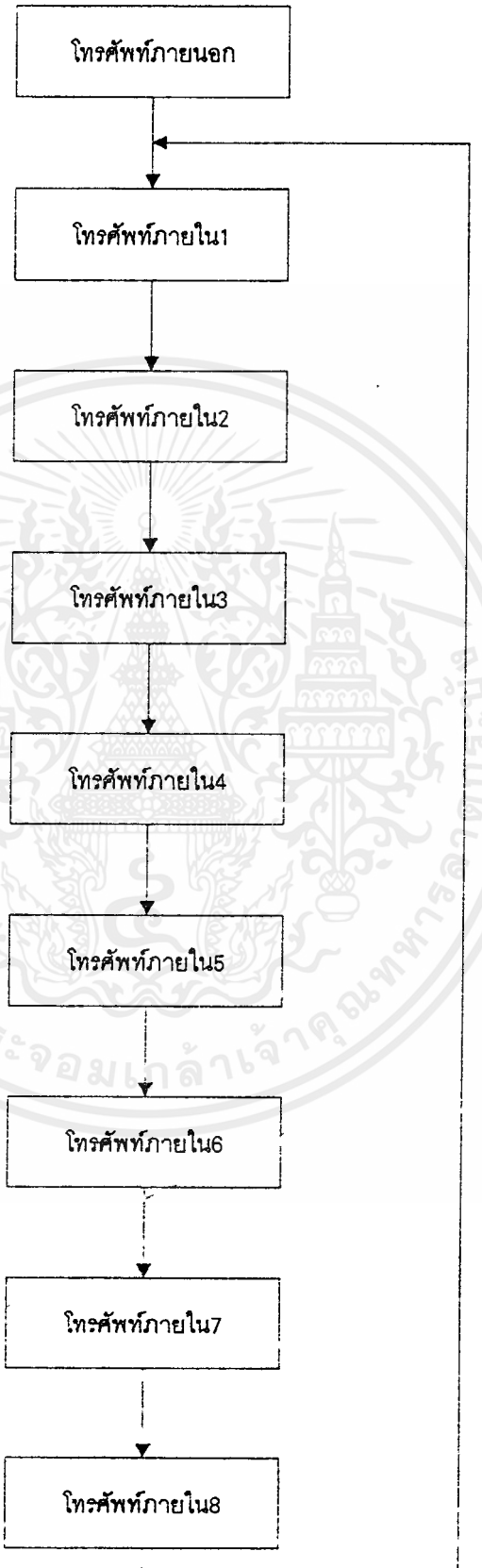
การใช้ Cross point switch ซึ่งเป็น Analog switch ทำให้ยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

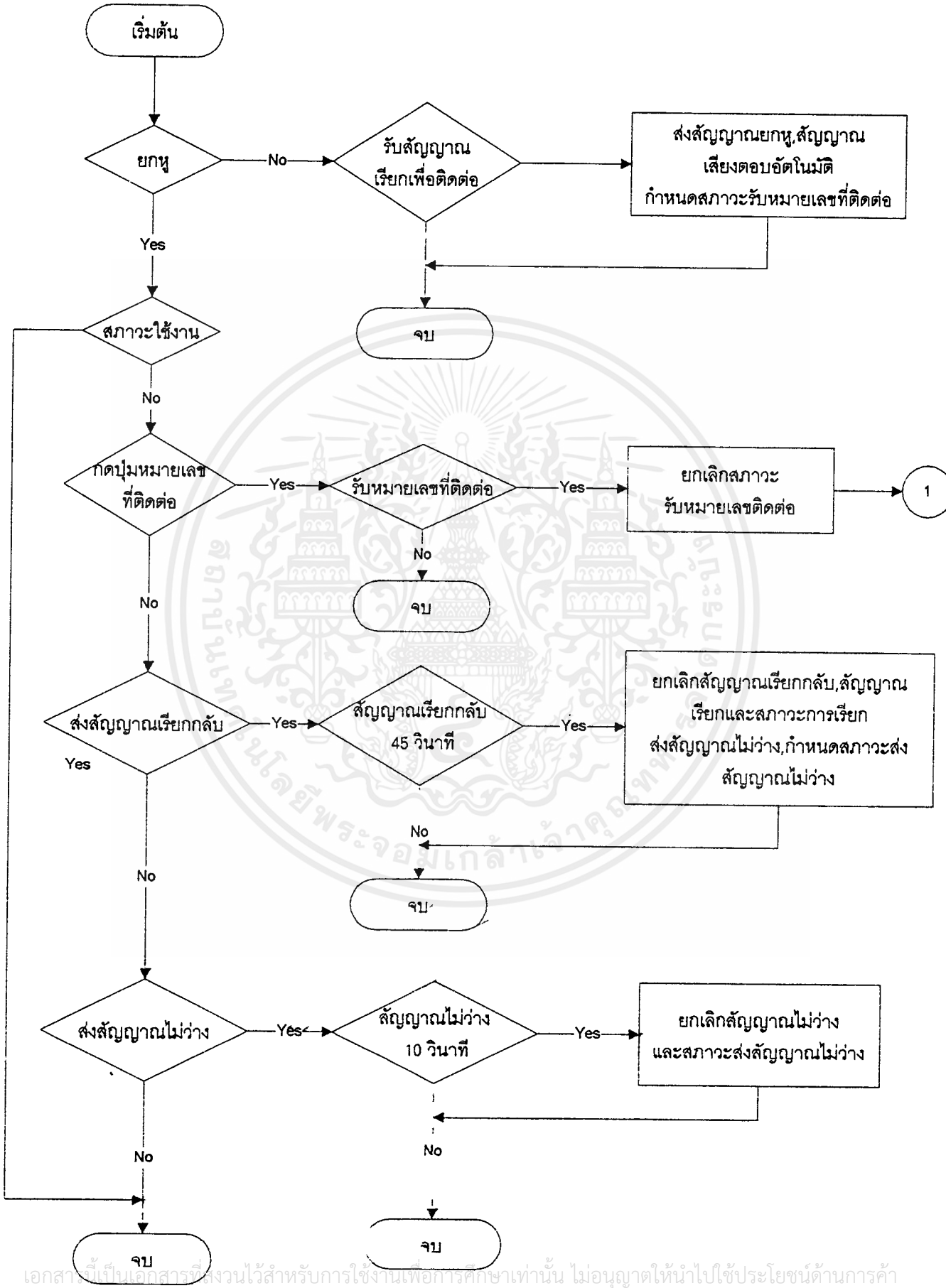
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังระบบโปรแกรมของ AUTOMATICS PABX 3 TO 8

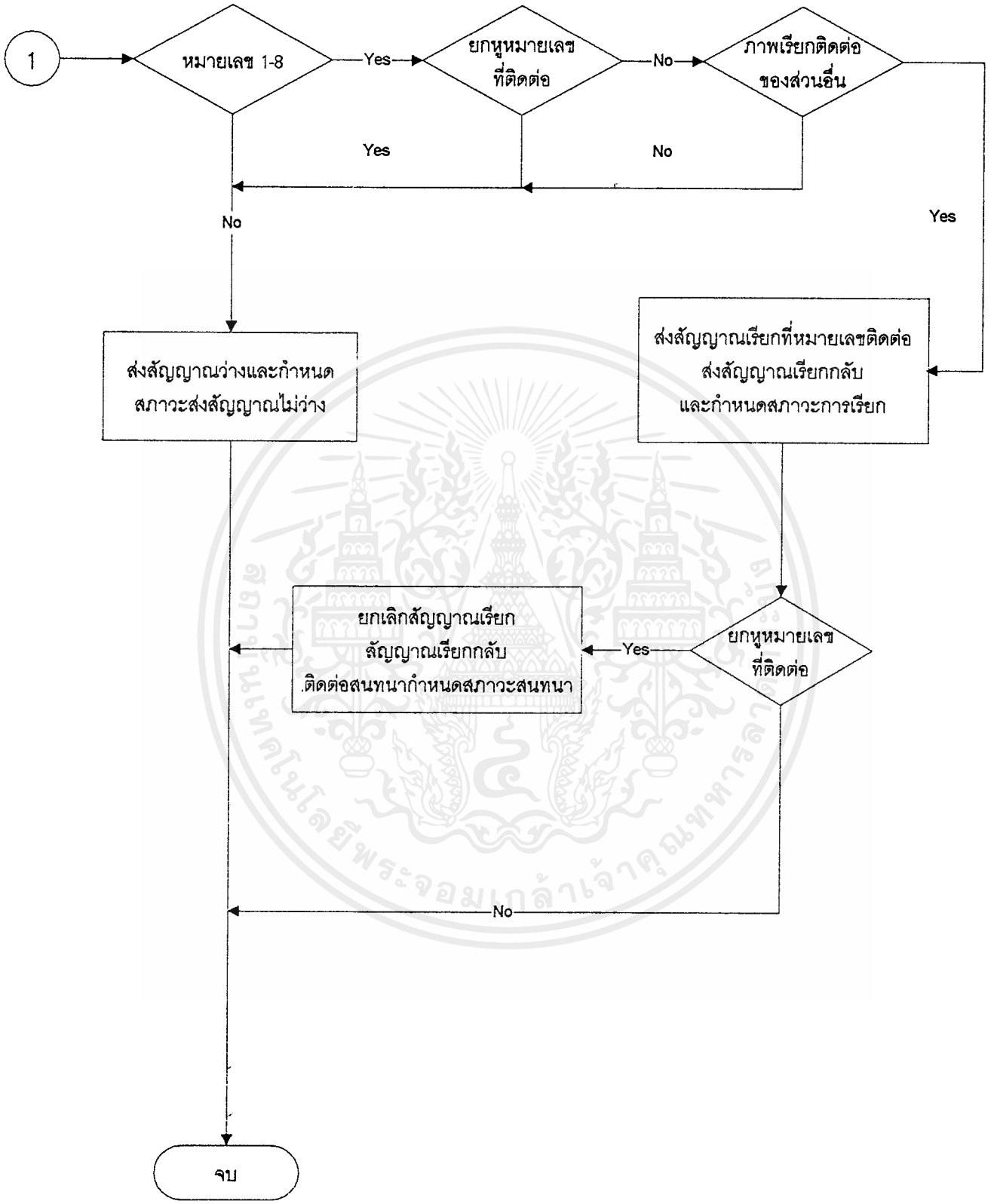


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังระบบโปรแกรมของส่วนโทรศัพท์ภายนอก

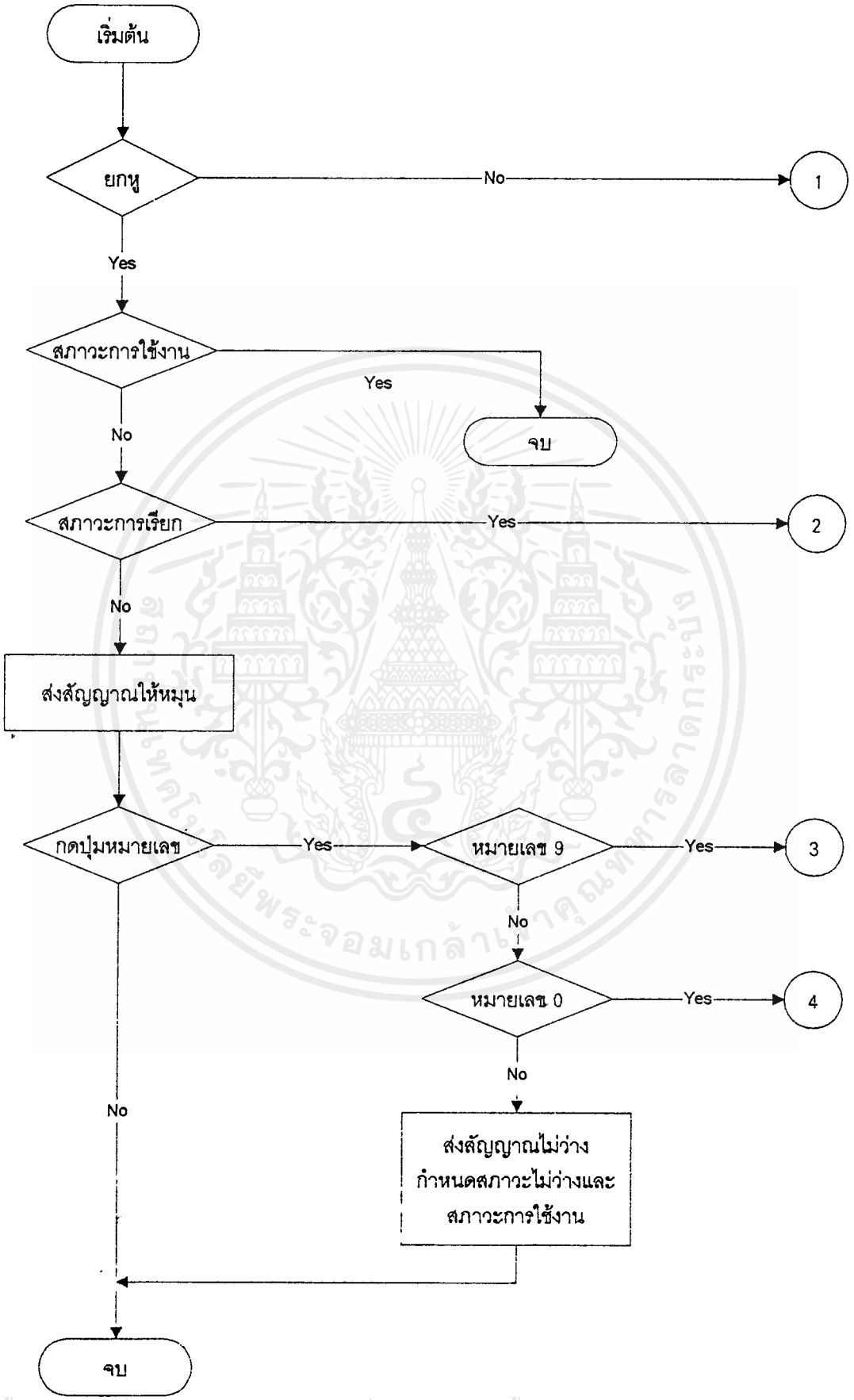


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

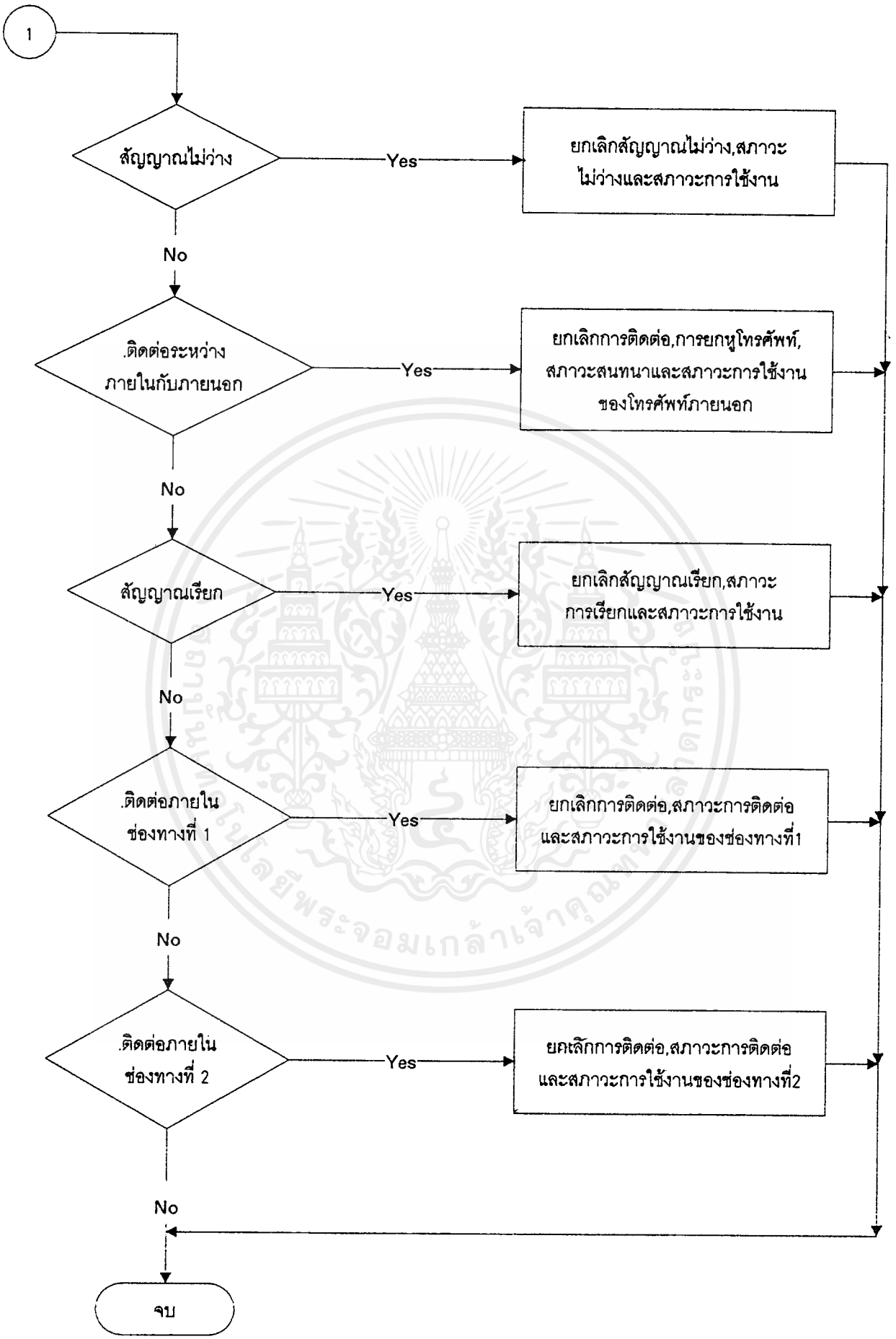


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

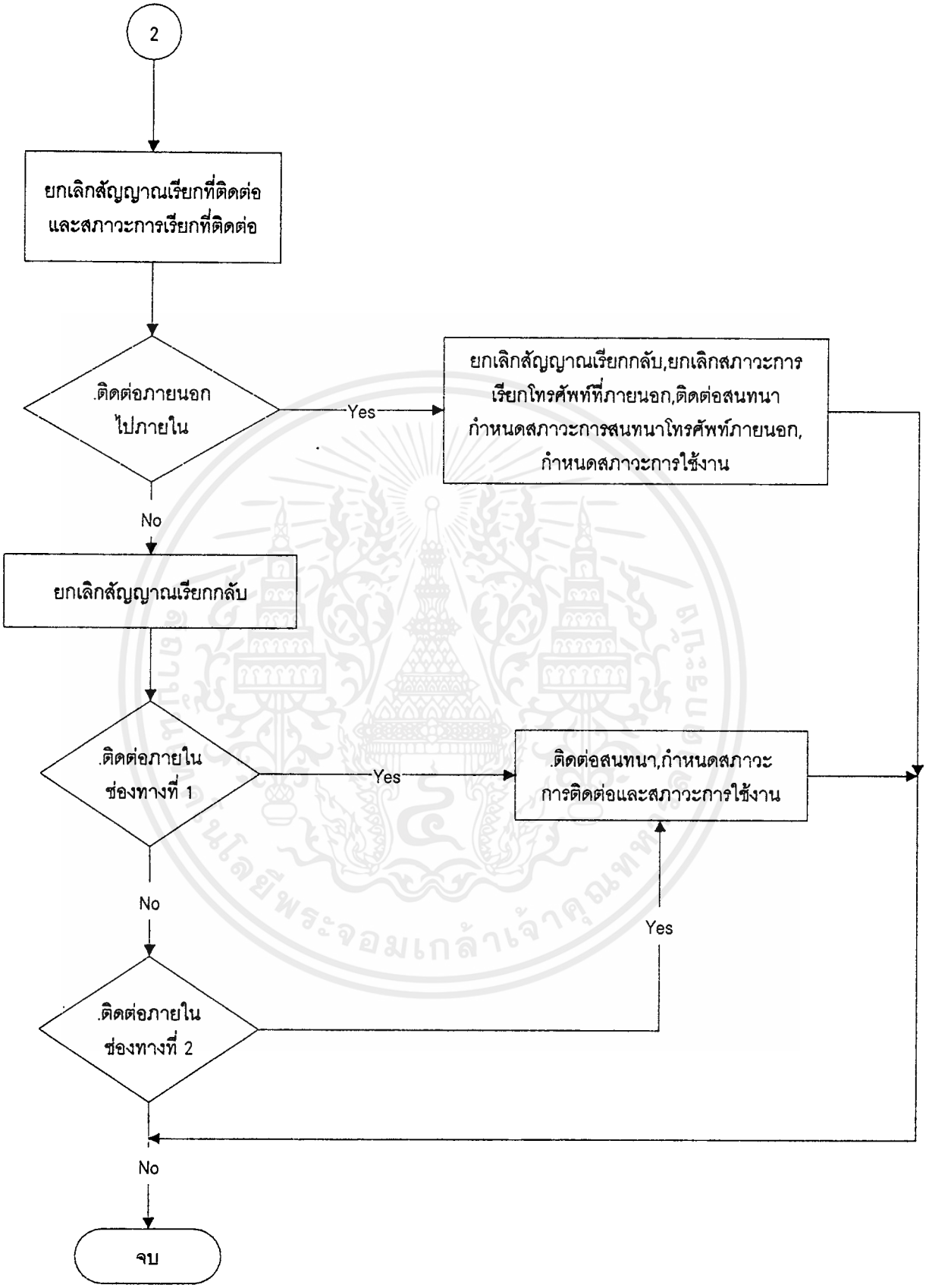
แผนผังระบบโปรแกรมของส่วนโทรศัพท์ภายใน



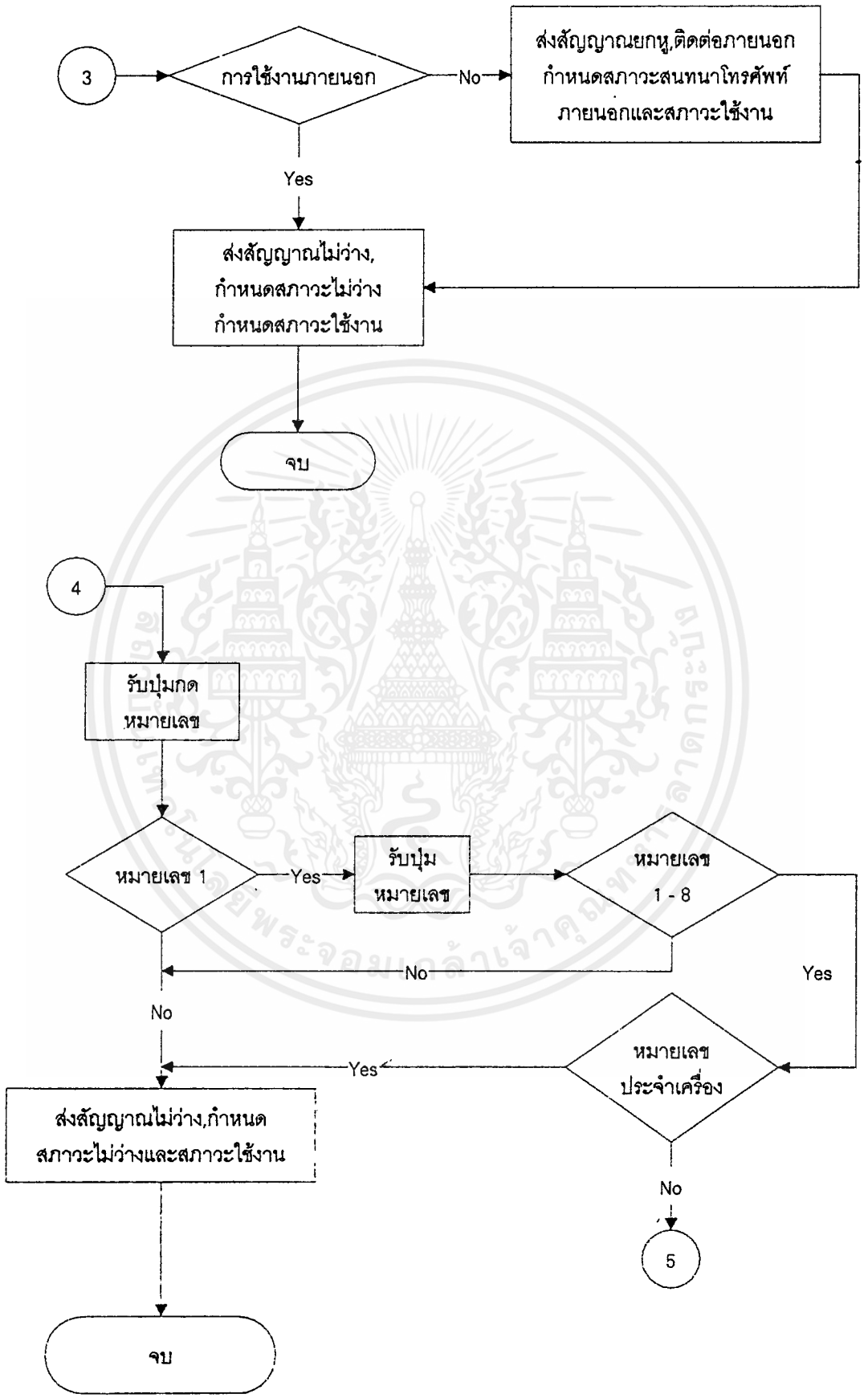
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



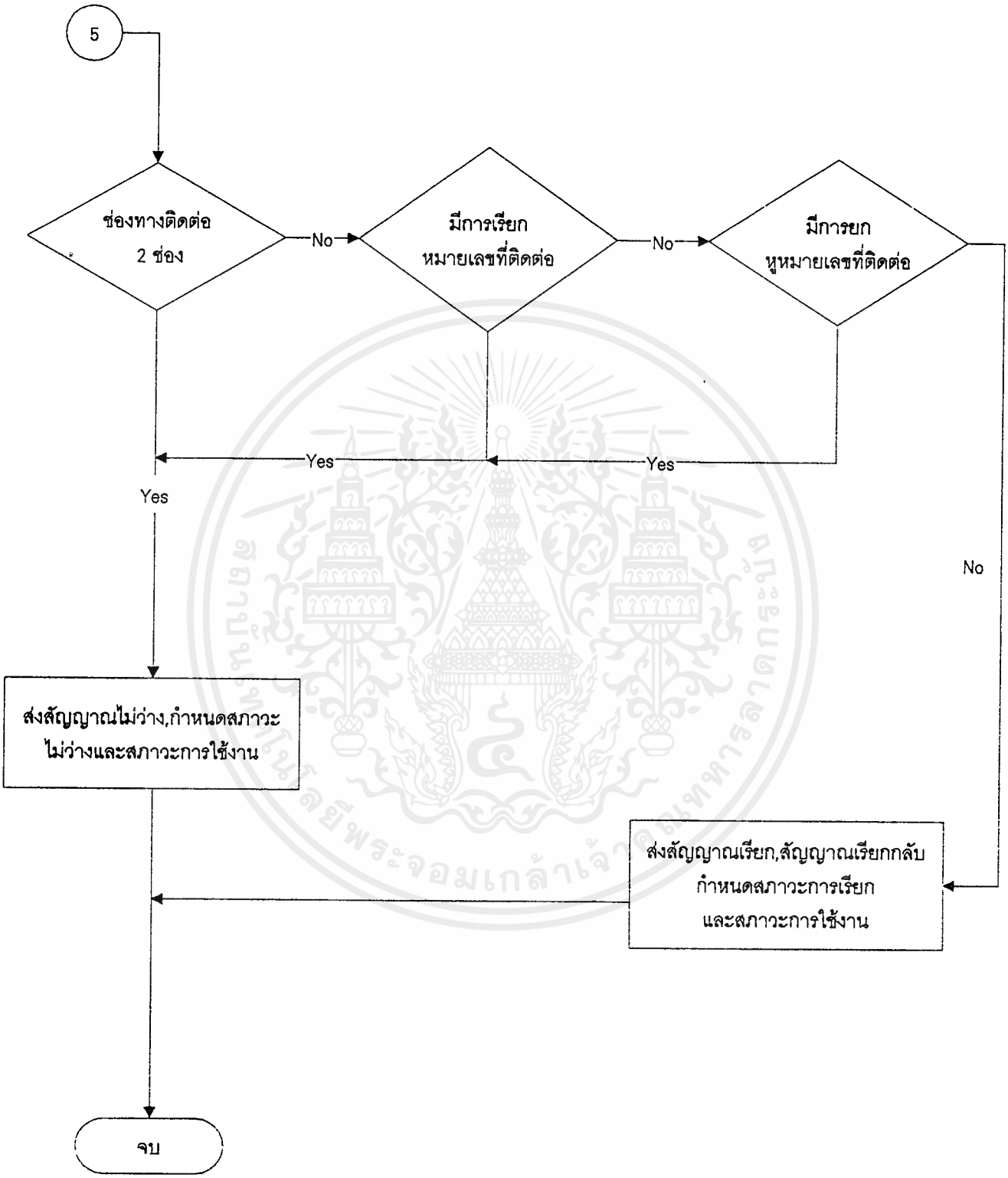
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;PABX.ASM
;DESCRIPTION    CONTROL PABX
;ASSEMBLER      SXA51

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

                            ORG 0000H

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

;********** INTERNAL 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_RING1       EQU     28H
COLBUSY_S       EQU     2BH
COLREAD_S       EQU     2CH
COL_ON_S        EQU     2DH
COLRING_S       EQU     2EH
COL_RING        EQU     2FH
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_S       EQU     3AH
EXTREAD_S       EQU     3BH
EXTRING_S       EQU     3CH
EXT_RING        EQU     3DH
EXTCALLNUM      EQU     3EH
EXTCALL_B1      EQU     3FH
EXTCALL_B2      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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

COLDIS_P        EQU     0B000H          ;8255 NO.1
COLHOOK_P       EQU     0B001H
COLDTMF_P       EQU     0B002H
WORDCTL1_P      EQU     0B003H
COLANS_P        EQU     0C000H          ;8255 NO.2
TOE_P           EQU     0C001H
DATA_STD_P      EQU     0C002H
WORDCTL2_P      EQU     0C003H
DATAIN_P        EQU     0E000H          ;8255 NO.3
STROBE_P        EQU     0E001H
SPEECH_P        EQU     0E002H
WORDCTL3_P      EQU     0E003H
EXTHOOK_P       EQU     0F000H          ;8255 NO.4
EXTBELL_P       EQU     0F001H
WORDCTL4_P      EQU     0F003H
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_D:   MOV     R0,#20H
POWER2_D:   MOV     R1,#80H
POWER3_D:   DJNZ    R1,POWER3_D
            DJNZ    R0,POWER2_D
            DJNZ     B,POWER1_D

;*********** 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_RING1,#0FFH

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

            MOV     DPTR,#WORDCTL1_P
            MOV     A,#WORD1_CTL
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#WORDCTL2_P
            MOV     A,#WORD3_CTL
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#WORDCTL3_P
            MOV     A,#WORD4_CTL
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#WORDCTL4_P
            MOV     A,#WORD2_CTL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A

;****************** CLEAR PORT **************

                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#DATAIN_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#STROBE_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#EXTBELL_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#COLHOOK_P
                MOVX    @DPTR,A
LOOP1:          MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                PUSH    ACC
                MOV     A,#0FFH
                MOV     DPTR,#STROBE_P
                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
                LCALL   FUNC_A
                MOV     A,#00H
LOOP_B:         MOV     EXT_NUM,A
                PUSH    ACC
                LCALL   FUNC_B
                POP     ACC
                INC     A
                CJNE    A,#08H,LOOP_B
                LJMP    MAIN_LOOP

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

FUNC_A:         MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#COLMARK_TB
                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 COLREAD STATUS
                ANL     A,COLREAD_S
                JNZ     READ_A
                MOV     A,MARK_COL          ;CHECK COL ON STATUS
                ANL     A,COL_ON_S
                JNZ     COL_ON_A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,MARK_COL      ;CHECK COL RINGBACK STATUS
                ANL     A,COLRING_S
                JNZ     COL_RBT_C1
                MOV     A,MARK_COL      ;CHECK COL BUSY STATUS
                ANL     A,COLBUSY_S
                JNZ     COL_BST_C1
READ_A:         RET

COL_ON_A:       LJMP    COL_ON_B
NOHOOK_A:       MOV     COL_NUM
                MOV     DPTR,#COLRING_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     R0,A
                MOV     DPTR,#COLDIS_P
                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
                ORL     A,#10H
                MOV     DPTR,#COLHOOK_P
                MOVX    @DPTR,A
                ANL     A,#0EFH
                MOV     DPTR,#COLHOOK_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#ANSWER_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#COLANS_P
                MOV     A,MARK_COL      ;SET COL ON STATUS
                ORL     A,COL_ON_S
                MOV     COL_ON_S,A
                RET

COL_RBT_C1:     MOV     A,COL_CNT1      ;CHECK COL COUNTER = FFH
                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_C2
                RET

COL_RBT_C2:     LCALL   ST_RBT_COL      ;STOP COL RING BACK TONE
                MOV     A,#COL_RING1    ;STOP EXT RINGING TONE
                MOV     R1,A
                MOV     A,@R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     @R1,#0FFH       ;CLEAR COL RING = FFH
                MOV     DPTR,#EXTMARK_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,EXTRING_S
                MOV     DPTR,#EXTBELL_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     EXTRING_S,A     ;CLEAR EXTRING
                MOV     @R0,#00H        ;SET COL COUNTER = 00H
                MOV     A,MARK_COL      ;CLEAR COL RING STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COLRING_S
                MOV     COLRING_S,A
                LCALL   BUSY_COL        ;SEND COL BUSY TONE
                RET

COL_BST_C1:     MOV     A,COL_CNT4      ;CHECK COL COUNTER = 90H
                MOV     R0,A
                INC     @R0
                MOV     A,#90H
                XRL     A,@R0
                JZ      COL_BST_C2
                RET

COL_BST_C2:     LCALL   ST_BUSYCOL      ;STOP COL BUSY TONE
                MOV     A,MARK_COL      ;STOP COL HOOK
                CPL     A
                ANL     A,COL_HOOK
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#COLHOOK_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     @R0,#00H        ;SET COL COUNTER = 00H
                MOV     A,MARK_COL      ;CLEAR COL BUSY
                CPL     A
                ANL     A,COLBUSY_S
                MOV     COLBUSY_S,A
                RET

COL_ON_B:       MOV     DPTR,#COLDTMF_P ;CHECK COL DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                MOV     R2,A
                MOV     R1,#10H
DELAY2:         DJNZ    R1,DELAY2
                MOV     DPTR,#COLDTMF_P
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#01H
                ANL     A,R2
                JNZ     COL_EXT3
                RET

COL_EXT3:       MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#TOE_TB1   ;SEND COL TOE DTMF
                MOVC    A,@A+DPTR
                ORL     A,COL_HOOK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#COLDTMF_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     COL_DATA,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#TOE_TB1       ;STOP COL TOE DTMF
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,COL_HOOK
                MOV     DPTR,#COLDTMF_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     A,MARK_COL          ;CLEAR COL ON STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COL_ON_S
                MOV     COL_ON_S,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 HOOK STATUS
                ANL     A,EXT_HOOK
                JNZ     COL_EXT5
                LCALL   BUSY_COL            ;SEND COL BUSY TONE
                RET

COL_EXT5:       MOV     A,COL_RING          ;CHECK EXT RINGING
                ANL     A,EXTRING_S
                JZ      COL_EXT6
                LCALL   BUSY_COL            ;SEND COL BUSY TONE
                RET

COL_EXT6:       LCALL   RBT_COL             ;SEND RING BACK TONE
                MOV     A,COL_RING          ;SEND EXT RINGING TONE
                ORL     A,EXTRING_S
                MOV     EXTRING_S,A         ;SET EXT RING STATUS
                MOV     DPTR,#EXTBELL_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R0,#COL_DATA
                DEC     @R0
                MOV     A,#COL_RING1
                MOV     R1,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     @R1,COL_DATA
                MOV     A,MARK_COL          ;SET COL RING STATUS
                ORL     A,COLRING_S
                MOV     COLRING_S,A
                RET

FUNC_B:         MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#EXTMARK_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     MARK_EXT,A
EXT_HOOK1:      MOV     DPTR,#EXTHOOK_P     ;COMPARE EXTHOOK
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R0,A
                MOV     R1,#0AH
HOOKDELAY1:     MOV     R2,#0FFH            ;DELAY 5 MS
HOOKDELAY2:     DJNZ    R2,HOOKDELAY2
                DJNZ    R1,HOOKDELAY1
                MOV     DPTR,#EXTHOOK_P
                MOVX    A,@DPTR
                XRL     A,R0
                JNZ     EXT_HOOK1
                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_S
                JNZ     READ_B
                MOV     A,MARK_EXT          ;CHECK EXTRING STATUS
                ANL     A,EXTRING_S
                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_S
                JNZ     EXTBUSY_C
                MOV     A,EXT_NUM           ;CHECK EXT TO COL
                XRL     A,COL_HOOK1
                JZ      COL_CLR10
                MOV     A,MARK_EXT          ;CHECK EXTRING STATUS
                ANL     A,EXTRING_S
                JNZ     EXTRING_C
                MOV     A,EXT_NUM           ;CHECK EXT TO EXT CH 1
                XRL     A,EXTCALL_B1
                JZ      EXT_CLR1
                MOV     A,EXT_NUM           ;CHECK EXT TO EXT CH 2
                XRL     A,EXTCALL_B2
                JZ      EXT_CLR2
READ1:          RET

EXTBUSY_C:      LCALL   STOP_BUSY           ;STOP EXT BUSY TONE
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,MARK_EXT          ;CLEAR BUSY STATUS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CPL     A
                ANL     A,EXTBUSY_S
                MOV     EXTBUSY_S,A
                MOV     A,MARK_EXT          ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET

COL_CLR10:      LJMP    COL_CLR1
EXTRING_C:      LJMP    EXTRING_C1
EXT_CLR1:       LJMP    EXT_CLR_A
EXT_CLR2:       LJMP    EXT_CLR_B

COL_CLR1:       MOV     A,EXT_NUM           ;STOP EXT_COL
                MOV     DPTR,#COLMARKTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,#01H              ;STOP COL HOOK
                CPL     A
                ANL     A,COL_HOOK
                MOV     COL_HOOK,A
                MOV     DPTR,#COLHOOK_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H              ;CLEAR COL READ STATUS
                ANL     A,COLREAD_S
                MOV     COLREAD_S,A
                MOV     COL_HOOK1,#0FFH     ;STOP EXT TO COL
                MOV     A,MARK_EXT          ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET

EXTRING_C1:     MOV     A,COL_RING1         ;CHECK COL 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_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                ANL     A,EXT_HOOK
                JNZ     ST_EXTRING
READ2:          RET

ST_EXTRING:     MOV     A,MARK_EXT          ;STOP EXT RINGING TONE
                CPL     A
                ANL     A,EXTRING_S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#EXTBELL_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     EXTRING_S,A          ;CLEAR EXTRING
                MOV     A,#EXT1_CALL         ;STOP EXT RING BACK
                ADD     A,EXT_NUM
                MOV     R0,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,R0                 ;CLEAR EXTREAD STATUS
                MOV     DPTR,#EXTMARK_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,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,#INMARK_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,#01H               ;CLEAR EXT CALL NUMBER
                CPL     A
                ANL     A,EXTCALLNUM
                MOV     EXTCALLNUM,A
                MOV     EXTCALL_B1,#0FFH     ;CLEAR EXT CALL BUFFER1
                MOV     A,MARK_EXT           ;CLEAR EXT READ STATUS
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#EXTMARK_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                CPL     A
                ANL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
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,#INMARK_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#SPEECH_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#INCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,#02H              ;CLEAR EXT CALL NUMBER
            CPL     A
            ANL     A,EXTCALLNUM
            MOV     EXTCALLNUM,A
            MOV     EXTCALL_B2,#0FFH    ;CLEAR EXT CALL BUFFER2
            MOV     A,MARK_EXT          ;CLEAR EXT READ STATUS
            CPL     A
            ANL     A,EXTREAD_S
            MOV     EXTREAD_S,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#EXTMARK_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            CPL     A
            ANL     A,EXTREAD_S
            MOV     EXTREAD_S,A
            RET

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

EXTRING2:   MOV     A,MARK_EXT          ;STOP EXT RINGING TONE
            CPL     A
            ANL     A,EXTRING_S
            MOV     DPTR,#EXTBELL_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     EXTRING_S,A         ;CLEAR EXTRING
            MOV     A,COL_RING1         ;COL TO EXT
            XRL     A,EXT_NUM
            JZ      COL_CH10
            MOV     A,#EXT1_CALL        ;STOP EXT RING BACK TONE
            ADD     A,EXT_NUM
            MOV     R0,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#SPEECH_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,@R0
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   STOP_CROSS
            MOV     A,EXTCALLNUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ANL     A,#01H
                JZ      EXT_CH10            ;EXT TO EXT CHANNEL1
                MOV     A,EXTCALLNUM
                ANL     A,#02H
                JZ      EXT_CH20            ;EXT TO EXT CHANNEL2
                RET

COL_CH10:       LJMP    COL_CH11
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 RING STATUS
                CPL     A
                ANL     A,COLRING_S
                MOV     COLRING_S,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#RBTMARKTB1    ;STOP COL RING BACK TONE
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,EXT_NUM           ;SEND COL_EXT CHANNEL
                MOV     DPTR,#COLMARKTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#COLCTL_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,#01H              ;SET COL READ STATUS
                ORL     A,COLREAD_S
                MOV     COLREAD_S,A
                MOV     COL_HOOK1,EXT_NUM   ;SET EXT TO COL
                MOV     A,MARK_EXT          ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET

EXT_CH11:       LCALL   INTER1              ;INTERCOM1
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INMARK_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,EXTCALLNUM            ;SAVE EXT CALL NUMBER
                ORL     A,#01H
                MOV     EXTCALLNUM,A
                MOV     EXTCALL_B1,EXT_NUM
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET

EXT_CH21:       LCALL   INTER2                  ;INTERCOM2
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INMARK_TB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,@R0
                MOV     DPTR,#INCTL_TB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,EXTCALLNUM            ;SAVE EXT CALL NUMBER
                ORL     A,#02H
                MOV     EXTCALLNUM,A
                MOV     EXTCALL_B2,EXT_NUM
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET

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

NO_EXTRING:     MOV     A,EXT_NUM               ;SEND EXT DIAL TONE
                MOV     DPTR,#DIALMARKTB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#DIALCTL_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     B,#0CH
DIALDELAY1:     MOV     R0,#0F0H
DIALDELAY2:     MOV     R1,#0F0H
DIALDELAY3:     DJNZ    R1,DIALDELAY3
                DJNZ    R0,DIALDELAY2
                DJNZ    B,DIALDELAY1
                MOV     A,EXT_NUM               ;STOP EXT DIAL TONE
                MOV     DPTR,#DIALMARKTB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#DIALCTL_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   STOP_CROSS
                MOV     A,EXT_NUM           ;SEND EXT DTMF
                MOV     DPTR,#DTMFMARKTB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#DTMFCTL_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                LCALL   ST_TOEDTMF          ;STOP EXT TOE DTMF
                MOV     B,#04H
DTMFDELAY1:     MOV     R0,#0FFH
DTMFDELAY2:     MOV     R1,#0FFH
DTMFDELAY3:     DJNZ    R1,DTMFDELAY3
                DJNZ    R0,DTMFDELAY2
                DJNZ     B,DTMFDELAY1
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P    ;CHECK EXT DTMF STATUS
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#30H
                MOV     R2,A
                MOV     R1,#10H
DELAY3:         DJNZ    R1,DELAY3
                MOV     DPTR,#DATA_STD_P
                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_P    ;DATA DTMF TO EXT
                MOVX    A,@DPTR
                ANL     A,#0FH
                MOV     R0,A
                LCALL   ST_TOEDTMF          ;STOP EXT TOE DTMF
                MOV     A,R0                ;CHECK KEY 9
                XRL     A,#09H
                JZ      EXT_COL1
                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
                ANL     A,#01H
                JZ      EXT_COL2
                LCALL   BUSY_EXT            ;SEND EXT BUSY TONE
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EXT_COL2:   MOV     A,EXT_NUM           ;SEND EXT_COL CHANNEL
            MOV     DPTR,#COLMARKTB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#SPEECH_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,EXT_NUM
            MOV     DPTR,#COLCTL_TB
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            MOV     A,#01H              ;SEND COL 1 HOOK
            ORL     A,COL_HOOK
            MOV     COL_HOOK,A
            MOV     DPTR,#COLHOOK_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#01H              ;SET COL READ STATUS
            ORL     A,COLREAD_S
            MOV     COLREAD_S,A
            MOV     COL_HOOK1,EXT_NUM   ;SET EXT TO COL 1
            MOV     A,MARK_EXT          ;SET EXT READ STATUS
            ORL     A,EXTREAD_S
            MOV     EXTREAD_S,A
            RET

EXT_EXT1:   MOV     B,#04H              ;EXT TO EXT
EXT1DELAY1: MOV     R0,#0FFH
EXT1DELAY2: MOV     R1,#0FFH
EXT1DELAY3: DJNZ    R1,EXT1DELAY3
            DJNZ    R0,EXT1DELAY2
            DJNZ    B,EXT1DELAY1
EXT_EXT2:   MOV     DPTR,#DATA_STD_P    ;CHECK EXT DTMF STATUS
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R1,#10H
DELAY4:     DJNZ    R1,DELAY4
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            JZ      EXT_EXT2
            LCALL   TOE_DTMF            ;SEND EXT TOE DTMF
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#0FH
            MOV     R0,A
            LCALL   ST_TOEDTMF          ;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
EXT2DELAY1: MOV     R0,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
EXT2DELAY2: MOV     R1,#0FFH
EXT2DELAY3: DJNZ    R1,EXT2DELAY3
            DJNZ    R0,EXT2DELAY2
            DJNZ    B,EXT2DELAY1
EXT_EXT4:   MOV     DPTR,#DATA_STD_P    ;CHECK EXT DTMF STATUS
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            MOV     R2,A
            MOV     R1,#10H
DELAY5:     DJNZ    R1,DELAY5
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,#30H
            ANL     A,R2
            JZ      EXT_EXT4
            LCALL   TOE_DTMF            ;SEND EXT TOE DTME
            MOV     DPTR,#DATA_STD_P    ;8255 NO.2 (PORT C IN)
            MOVX    A,@DPTR
            ANL     A,0FH
            MOV     EXT_DATA,A
            LCALL   ST_TOEDTMF          ;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
            MOVC    A,@A+DPTR
            XRL     A,EXT_DATA
            JNZ     EXT_EXT6
            LCALL   BUSY_EXT            ;SEND EXT BUSY TONE
            RET
EXT_EXT6:   MOV     A,EXTCALLNUM        ;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_S
            JZ      EXT_EXT8
            LCALL   BUSY_EXT            ;SEND EXT BUSY TONE
            RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
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
            MOV     @R0,EXT_NUM
            MOV     A,EXT_NUM           ;SEND EXT RING BACK TONE
            MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#SPEECH_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,EXT_NUM
            MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            LCALL   CROSS_CTL1
            MOV     A,EXT_RING          ;SEND EXT RINGING TONE
            ORL     A,EXTRING_S
            MOV     EXTRING_S,A
            MOV     DPTR,#EXTBELL_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,MARK_EXT          ;SET EXT READ STATUS
            ORL     A,EXTREAD_S
            MOV     EXTREAD_S,A
            RET

INTER1:     MOV     A,EXT_NUM           ;INTERCOM1
            MOV     DPTR,#INMARK_TB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#SPEECH_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,EXT_NUM
            MOV     DPTR,#INCTL_TB1
            MOVC    A,@A+DPTR
            RET

INTER2:     MOV     A,EXT_NUM           ;INTERCOM2
            MOV     DPTR,#INMARK_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            MOV     DPTR,#SPEECH_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,EXT_NUM
            MOV     DPTR,#INCTL_TB2
            MOVC    A,@A+DPTR
            RET

CROSS_CTL1: MOV     DPTR,#STROBE_P      ;SET CROSSPOINT
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     DPTR,#DATAIN_P
            MOVX    @DPTR,A
            MOV     A,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#STROBE_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DATAIN_P
                MOVX    @DPTR,A
                RET

STOP_CROSS:     PUSH    ACC             ;STOP CROSSPOINT
                MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#STROBE_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DATAIN_P
                MOVX    @DPTR,A
                POP     ACC
                MOV     DPTR,#STROBE_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
STOP_DTMF:      MOV     A,EXT_NUM       ;STOP EXT DTMF
                MOV     DPTR,#DTMFMARKTB
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#DTMFCTL_TB
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

TOE_DTMF:       MOV     A,EXT_NUM       ;SEND EXT TOE DTMF
                MOV     DPTR,#TOE_TB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#TOE_P
                MOVX    @DPTR,A
                RET

ST_TOEDTMF:     MOV     A,#00H
                MOV     DPTR,#TOE_P
                MOVX    @DPTR,A
                RET

BUSY_COL:       MOV     B,#01H          ;SEND COL BUSY TONE
BUSYDELAY1:     MOV     R0,#0AH
BUSYDELAY2:     MOV     R1,#0FFH
BUSYDELAY3:     DJNZ    R1,BUSYDELAY3
                DJNZ    R0,BUSYDELAY2
                DJNZ    B,BUSYDELAY1
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYMRKTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYCTLTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,MARK_COL          ;SET COL BUSY
                ORL     A,COLBUSY_S
                MOV     COLBUSY_S,A
                RET

ST_BUSYCOL:     MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYMRKTB1    ;STOP COL BUSY TONE
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYCTLTB1
                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,#RBTMARKTB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                RET

ST_RBT_COL:     MOV     COL_NUM
                MOV     DPTR,#RBTMARKTB1    ;STOP COL RING BACK
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,COL_NUM
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB1
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   STOP_CROSS
                RET

BUSY_EXT:       MOV     B,#01H              ;SEND EXT BUSY TONE
BUSYDELAY4:     MOV     R0,#0A0H
BUSYDELAY5:     MOV     R1,#0FFH
BUSYDELAY6:     DJNZ    R1,BUSYDELAY6
                DJNZ    R0,BUSYDELAY5
                DJNZ    B,BUSYDELAY4
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYMRKTB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#BUSYCTLTB2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVC    A,@A+DPTR
                LCALL   CROSS_CTL1
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT BUSY
                ORL     A,EXTBUSY_S
                MOV     EXTBUSY_S,A
                MOV     A,MARK_EXT              ;SET EXT READ STATUS
                ORL     A,EXTREAD_S
                MOV     EXTREAD_S,A
                RET

STOP_BUSY:      MOV     A,EXT_NUM               ;STOP EXT BUSY
                MOV     DPTR,#BUSYMRKTB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

STOP_RBT:       MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#RBTMARKTB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     DPTR,#SPEECH_P
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,EXT_NUM
                MOV     DPTR,#RBTCTL_TB2
                MOVC    A,@A+DPTR
                RET

COLMARK_TB:     DB      01H     ;COL MARK
COLRING_TB:     DB      10H     ;COL RINGING
ANSWER_TB:      DB      10H     ;COL ANSWER
TOE_TB1:        DB      10H     ;COL
BUSYMRKTB1:     DB      01H     ;COL
BUSYCTLTB1:     DB      40H     ;COL
RBTMARKTB1:     DB      00H     ;COL
RBTCTL_TB1:     DB      40H     ;COL

EXTMARK_TB:     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

DIALMARKTB:     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
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DB      03H     ;EXT 18

DIALCTL_TB:     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

DTMFMARKTB:     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_TB:     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

TOE_TB2:        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

COLMARKTB1:     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

COLMARKTB2:     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
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
COLMARKTB3:     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

COLCTL_TB:      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

BUSYMRKTB2:     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

BUSYCTLTB2:     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

RBTMARKTB2:     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_TB2:     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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
INMARK_TB1:     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

INMARK_TB2:     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

INCTL_TB1:      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

INCTL_TB2:      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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือและกำลังใจจากบุคคลหลายท่าน คือ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. วิวัฒน์ กิรานนท์ , อาจารย์วิภา แสงพิศิษฏ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ คุณศุกร์สวัสดิ์ ว่องวราวาณิชย์ ที่ช่วยถ่ายภาพ , คุณเฉลิมวุฒิ ฉัตรดอกไม้ไพร เอื้อเฟื้อเครื่องพิมพ์ , คุณวีรพันธ์ กุนฑโชติ เอื้อเฟื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ , คุณไพฑูรย์ รองโสภา , คุณรุ่งศักดิ์ เหลืองศิริธรรม , คุณจารุวัณณี จิรัฐติกาล สำหรับความช่วยเหลือต่างๆ และเพื่อน ๆ ผู้เป็นกำลังใจทุกคน คณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกๆท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] สุทธินันท์ พรศิริกุล , " ลึกอีกนิดกับโทรศัพท์ ตอนที่ 1 - 5 ", เซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ , กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชัน , ฉบับที่ 120 - 124 กันยายน 2534 - กุมภาพันธ์ 2535.

[2] กองบรรณาธิการวารสาร ," ไอซีน่าสน MT8870 " , เซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ , กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชัน , ฉบับที่ 88 กันยายน - ตุลาคม 2531.

[3] จิรศักดิ์ อินทร์พวงศ์ , เจริญ อ่อนทอง และ อุดมชัย สุขสุธีพสุ , " Automatic PABX 3 to 8 " ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2537 ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] Motorola Technical Information Center, " Motorola Telecommunication Device Data " , Motorola U.S.A. , 1989.

[5] คู่มือไอซีดิจิตอล , กฤษดา วิศวธีรานนท์ , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 3 May 1995

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

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

Ordering Information

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

-40 °C to +85 °C

Description

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

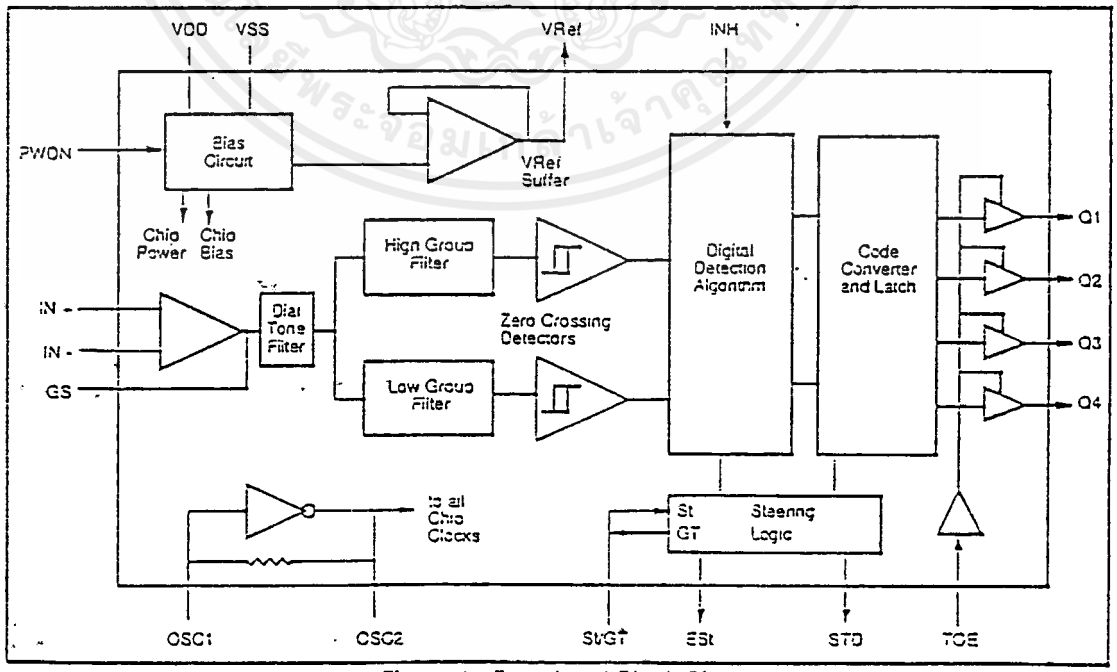


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

Separation of the low-group and high group tones is achieved by applying the DTMF signal to the inputs of two sixth-order switched capacitor bandpass filters, the bandwidths of which correspond to the low and high group frequencies. The filter section also incorporates notches at 350 and 440, Hz for exceptional dial tone rejection (see Figure 3). Each filter output is followed by a single order switched capacitor filter section which smooths the signals prior to limiting. Limiting is performed by high-gain comparators which are provided with hysteresis to prevent detection of unwanted low-level signals. The outputs of the comparators provide full rail logic swings at the frequencies of the incoming DTMF signals.

Decoder Section

Following the filter section is a decoder employing digital counting techniques to determine the frequencies of the incoming tones and to verify that they correspond to standard DTMF frequencies. A complex averaging algorithm protects against tone simulation by extraneous signals such as voice while

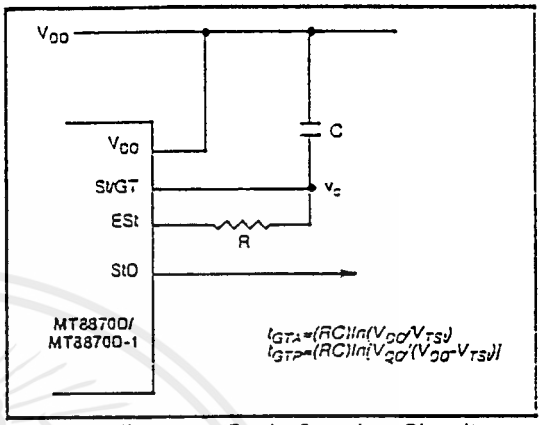


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

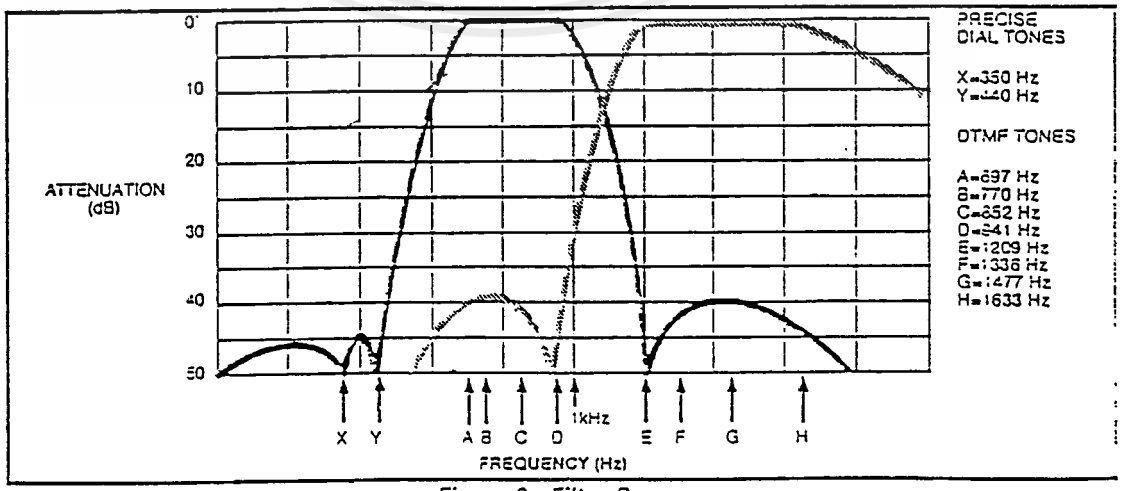


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

condition is maintained (ESt remains high) for the validation period (t_{GTP}). v_c reaches the threshold (V_{TSt}) of the steering logic to register the tone pair, latching its corresponding 4-bit code (see Table 1) into the output latch. At this point the GT output is activated and drives v_c to V_{DD}. GT continues to drive high as long as ESt remains high. Finally, after a short delay to allow the output latch to settle, the delayed steering output flag (StO) goes high, signalling that a received tone pair has been registered. The contents of the output latch are made available on the 4-bit output bus by raising the three state control input (TOE) to a logic high. The steering circuit works in reverse to validate the interdigit pause between signals. Thus, as well as rejecting signals too short to be considered valid, the receiver will tolerate signal interruptions (dropout) too short to be considered a valid pause. This facility, together with the capability of selecting the steering time constants externally, allows the designer to tailor performance to meet a wide variety of system requirements.

Guard Time Adjustment

In many situations not requiring selection of tone duration and interdigital pause, the simple steering circuit shown in Figure 4 is applicable. Component values are chosen according to the formula:

$$t_{REC} = t_{DP} - t_{GTP}$$
$$t_{ID} = t_{DA} + t_{GTA}$$

The value of t_{DP} is a device parameter (see Figure 11) and t_{REC} is the minimum signal duration to be recognized by the receiver. A value for C of 0.1 µF is recommended for most applications, leaving R to be selected by the designer.

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

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

Different steering arrangements may be used to select independently the guard times for tone present (t_{GTP}) and tone absent (t_{GTA}). This may be necessary to meet system specifications which place both accept and reject limits on both tone duration and interdigital pause. Guard time adjustment also allows the designer to tailor system parameters such as talk off and noise immunity. Increasing t_{REC} improves talk-off performance since it reduces the probability that tones simulated by speech will maintain signal condition long enough to be registered. Alternatively, a relatively short t_{REC} with a long t_{DO} would be appropriate for extremely noisy environments where fast acquisition time and immunity to tone drop-outs are required. Design information for guard time adjustment is shown in Figure 5.

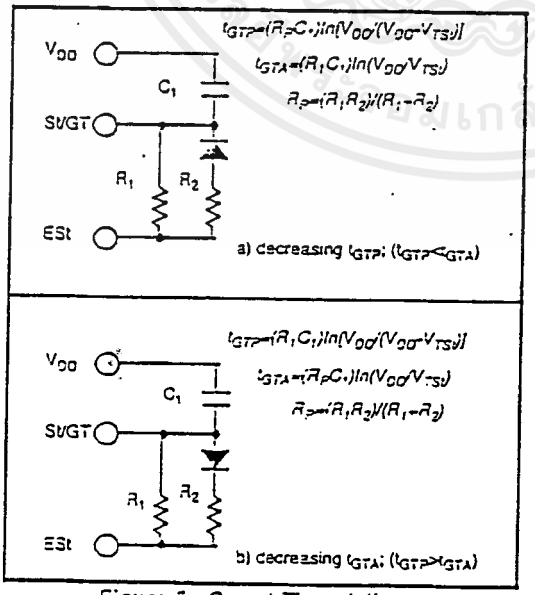


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

The input arrangement of the MT8870D/MT8870D-1 provides a differential-input operational amplifier as well as a bias source (V_{Ref}) which is used to bias the inputs at mid-rail. Provision is made for connection of a feedback resistor to the op-amp output (GS) for adjustment of gain. In a single-ended configuration, the input pins are connected as shown in Figure 10 with the op-amp connected for unity gain and V_{Ref} biasing the input at $^1/_2V_{DD}$. Figure 6 shows the differential configuration, which permits the adjustment of gain with the feedback resistor R_5.

Crystal Oscillator

The internal clock circuit is completed with the addition of an external 3.579545 MHz crystal and is normally connected as shown in Figure 10 (Single-Ended Input Configuration). However, it is possible to configure several MT8870D/MT8870D-1 devices employing only a single oscillator crystal. The oscillator output of the first device in the chain is coupled through a 30 pF capacitor to the oscillator input (OSC1) of the next device. Subsequent devices are connected in a similar fashion. Refer to Figure 7 for details. The problems associated with unbalanced loading are not a concern with the arrangement shown, i.e., precision balancing capacitors are not required.

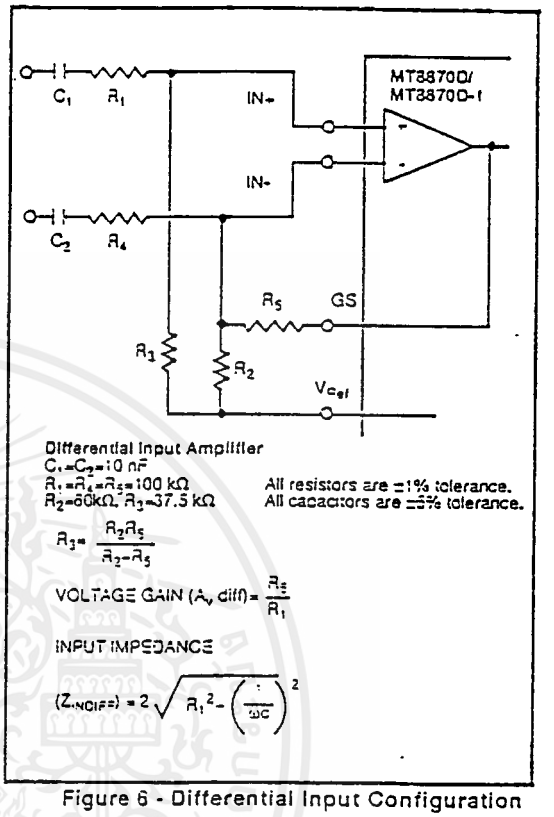


Figure 6 - Differential Input Configuration

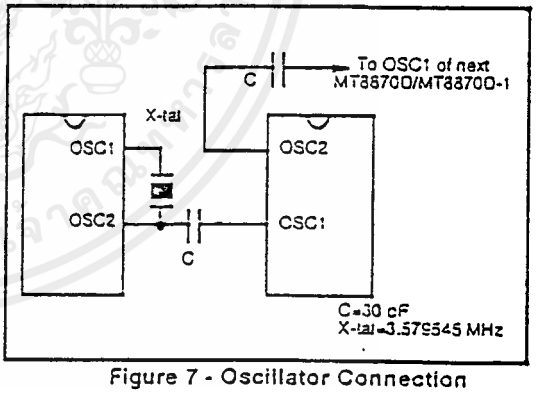


Figure 7 - Oscillator Connection

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

The circuit shown in Fig. 9 illustrates the use of MT8870D-1 device in a typical receiver system. BT Spec defines the input signals less than -34 dBm as the non-operate level. This condition can be attained by choosing a suitable values of R_1 and R_2 to provide 3 dB attenuation, such that -34 dBm input signal will correspond to -37 dBm at the gain setting pin GS of MT8870D-1. As shown in the diagram, the component values of R_3 and C_2 are the guard time requirements when the total component tolerance is 6%. For better performance, it is recommended to use the non-symmetric guard time circuit in Fig. 8.

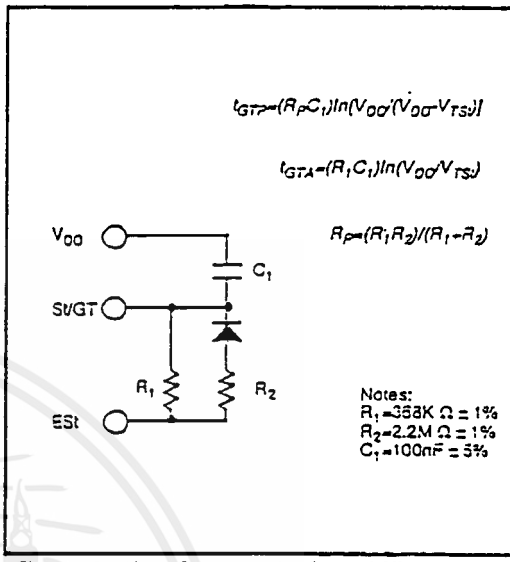


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circu

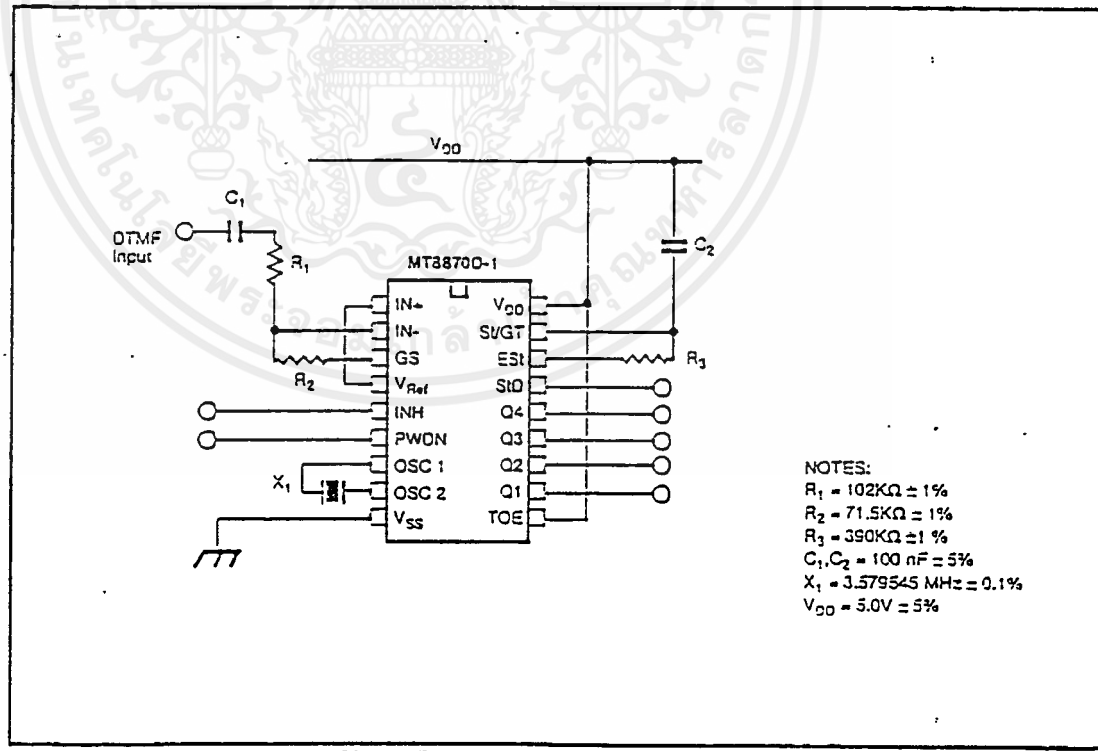


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

*NOTES

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

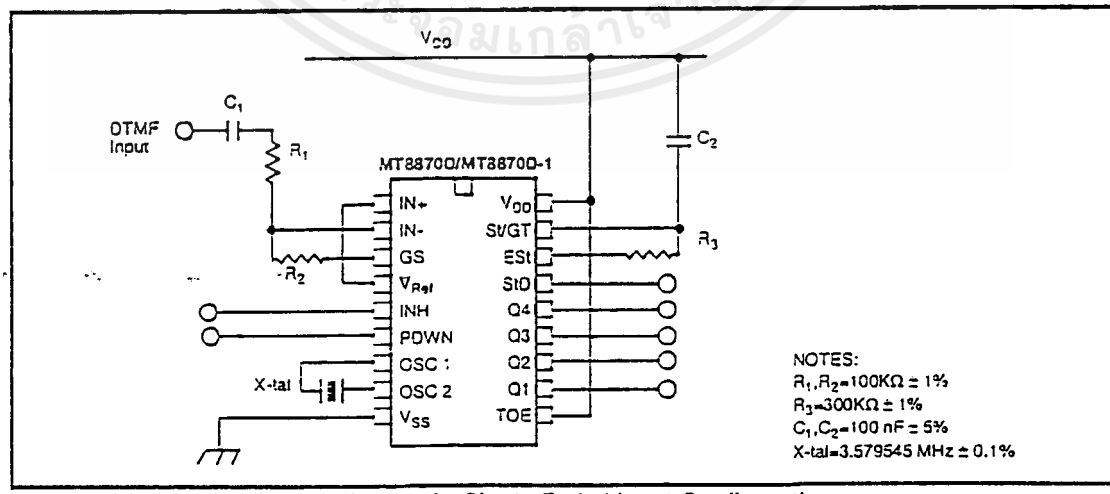
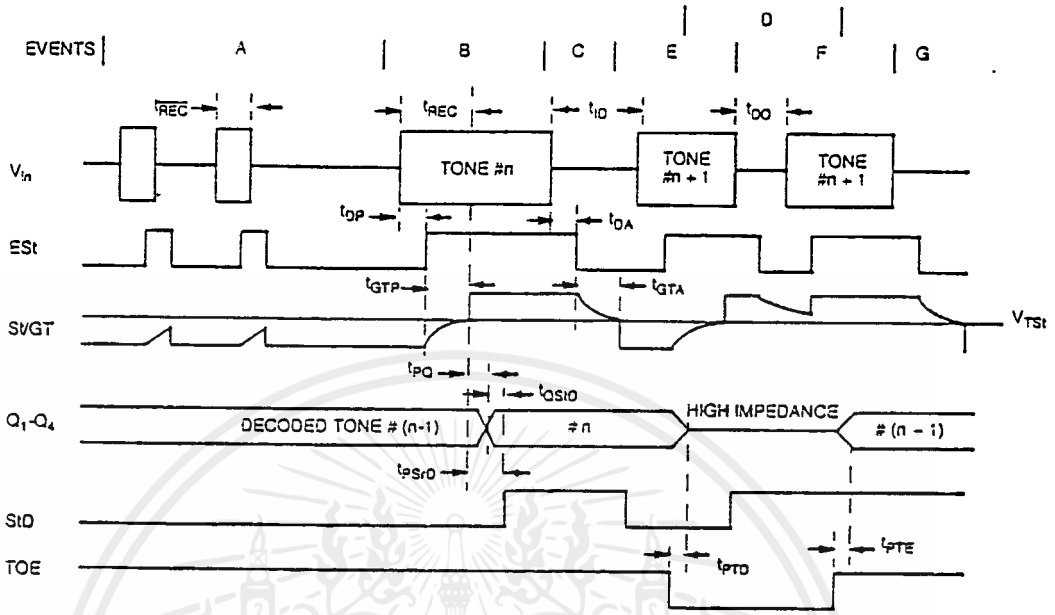


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

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

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC142100
MC145100

4 × 4 CROSSPOINT SWITCH WITH CONTROL MEMORY

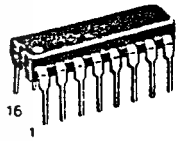
The MC142100 and MC145100 consist of 16 crosspoint switches (analog transmission gates) organized in 4 rows and 4 columns. Both devices have 16 latches, each of which controls the state of a particular switch. Any of the 16 switches can be selected by applying its address to the device and a pulse to 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

CMOS MSI
(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

4 × 4 CROSSPOINT SWITCH WITH CONTROL MEMORY

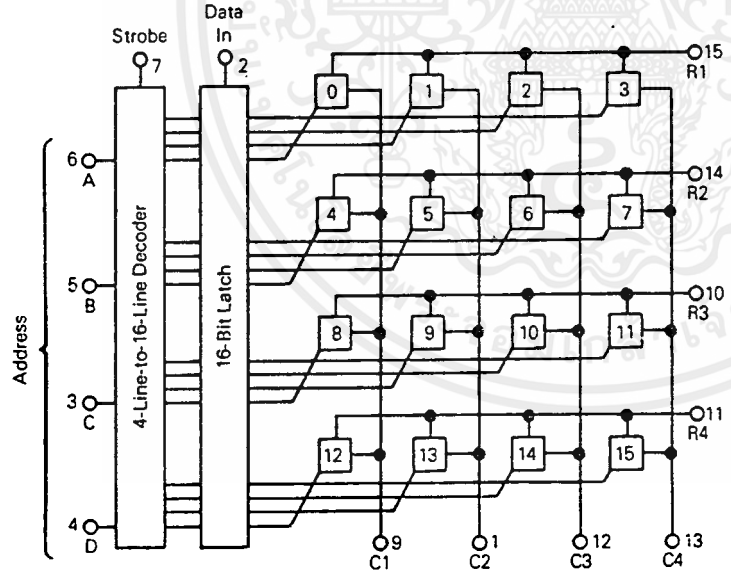
L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 620



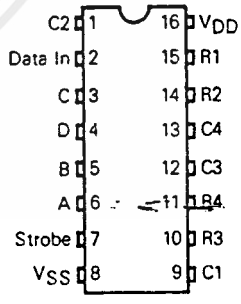
P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648

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)

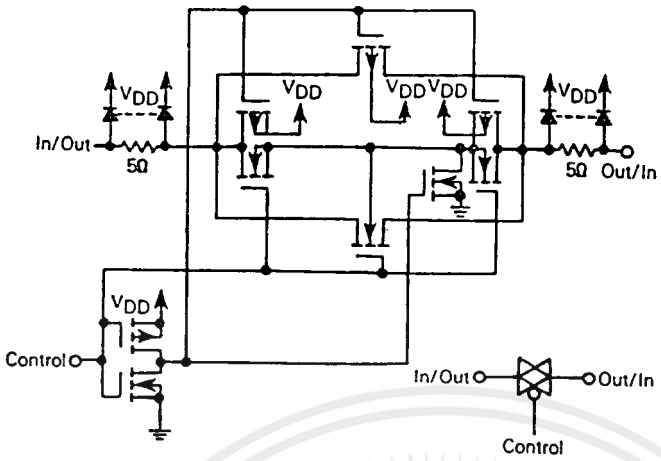
Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V_{DD}	−0.5 to +18	Vdc
Input Voltage, All Inputs	V_{in}	−0.5 to V_{DD}+0.5	Vdc
Through Current	I	25	mAdc
Operating Temperature Range AL Device CL/CP Device	T_A	 −55 to +125 −40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C

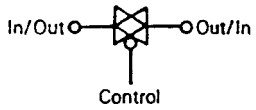
This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is 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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) Control Input	"0" Level	V_{IL}									Vdc
			5	–	1.5	–	2.25	1.5	–	1.5	
			10	–	3.0	–	4.50	3.0	–	3.0	
			15	–	4.0	–	6.75	4.0	–	4.0	
	"1" Level	V_{IH}									Vdc
			5	3.5	–	3.5	2.75	–	3.5	–	
			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}									μA
			5	–	200	–	55	110	–	70	
			10	–	400	–	115	230	–	100	
			15	–	600	–	170	340	–	200	
	MC142100	I_{DD}									μA
			5	–	5	–	0.003	5	–	150	
			10	–	10	–	0.004	10	–	300	
			15	–	20	–	0.005	20	–	600	
Quiescent Current (CL, CP Device)	MC145100	IDD									μA
			5	–	250	–	55	150	–	80	
			10	–	500	–	115	300	–	150	
			15	–	800	–	170	600	–	300	
	MC142100	I_{DD}									μA
			5	–	5	–	0.003	5	–	150	
			10	–	10	–	0.004	10	–	300	
			15	–	20	–	0.005	20	–	600	
On-State Resistance $V_{in} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$	See Figures 6-10	R_{on}									Ω
			5	–	270	–	250	300	–	375	
			10	–	140	–	110	170	–	230	
			15	–	90	–	85	115	–	145	
On-State Resistance Difference Between Any Two Switches $V_{in} = \frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$	See Figure 6	ΔR_{on}									Ω
			5	–	–	–	25	30	–	–	
			10	–	–	–	15	25	–	–	
			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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Input to Output	V_{SS} = 0 Vdc	t_{PLH}, t_{PHL}	5 10 15	– – –	30 15 10	60 30 20	ns
Strobe to Output Output "1" to High Impedance Output "0" to High Impedance	MC142100	t_{PLZ}, t_{PHZ}	5 10 15	– – –	350 175 125	700 350 250	ns
Output "1" to High Impedance Output "0" to High Impedance	MC145100	t_{PLZ}, t_{PHZ}	5 10 15	– – –	520 215 140	1040 430 280	ns
High Impedance to Output "1" High Impedance to Output "0"	MC142100	t_{PZH}, t_{PZL}	5 10 15	– – –	300 150 80	600 250 160	ns
High Impedance to Output "1" High Impedance to Output "0"	MC145100	t_{PZH}, t_{PZL}	5 10 15	– – –	550 200 130	1100 400 260	ns
Data In to Output	MC142100	t_{PZH}, t_{PHZ} t_{PZL}, t_{PLZ}	5 10 15	– – –	300 110 75	600 220 150	ns
Data In to Output	MC145100	t_{PZH}, t_{PHZ} t_{PZL}, t_{PLZ}	5 10 15	– – –	500 200 120	1000 400 240	ns
Address to Output	MC142100	t_{PZH}, t_{PHZ} t_{PZL}, t_{PLZ}	5 10 15	– – –	350 135 90	700 270 180	ns
Address to Output See Figure 2	MC145100	t_{PZL}, t_{PLZ} t_{PZH}, t_{PHZ}	5 10 15	– – –	500 180 115	1000 360 230	ns
Minimum Setup Time Data In to Strobe	MC142100	t_{su}	5 10 15	– – –	50 10 0	190 50 30	ns
Data In to Strobe	MC145100	t_{su}	5 10 15	– – –	-100 40 25	200 80 50	ns
Minimum Hold Time Data In to Strobe	MC142100	t_h	5 10 15	– – –	50 20 10	250 150 50	ns
Data In to Strobe	MC145100	t_h	5 10 15	– – –	40 10 0	400 200 80	ns
Minimum Set Up Time Address to Strobe	MC142100 MC145100	t_{su}	5 10 15	– – –	0 0 0	180 50 30	ns ns
Minimum Hold Time Address to Strobe	MC142100 MC145100	t_h	5 10 15	– – –	0 0 0	110 45 30	ns
Minimum Strobe Pulse Width	MC142100 MC145100	t_{WH}	5 10 15	– – –	150 50 40	320 160 80	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

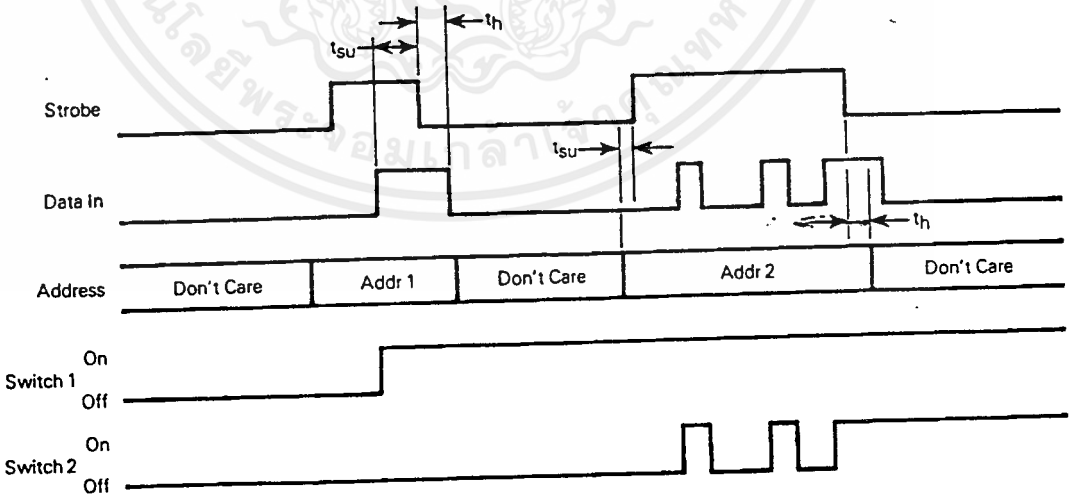
SWITCHING CHARACTERISTICS (continued) (V_{SS} = 0, T_A = 25°C, C_L = 50 pF)

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 V_{PP}, 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 V_{PP}, 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		
A	B	C	D					
0	0	0	0	C1R1	0	1	2	3
1	0	0	0	C2R1	1	0	2	3
0	1	0	0	C3R1	2	0	1	3
1	1	0	0	C4R1	3	0	1	2
0	0	1	0	C1R2	4	5	6	7
1	0	1	0	C2R2	5	4	6	7
0	1	1	0	C3R2	6	4	5	7
1	1	1	0	C4R2	7	4	5	6

Address				Switch Selected		MC145100 Only Switches Cleared		
A	B	C	D					
0	0	0	1	C1R3	8	9	10	11
1	0	0	1	C2R3	9	8	10	11
0	1	0	1	C3R3	10	8	9	11
1	1	0	1	C4R3	11	8	9	10
0	0	1	1	C1R4	12	13	14	15
1	0	1	1	C2R4	13	12	14	15
0	1	1	1	C3R4	14	12	13	15
1	1	1	1	C4R4	15	12	13	14

TIMING DIAGRAM
MC145100/MC142100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

FIGURE 1 — INPUT VOLTAGE

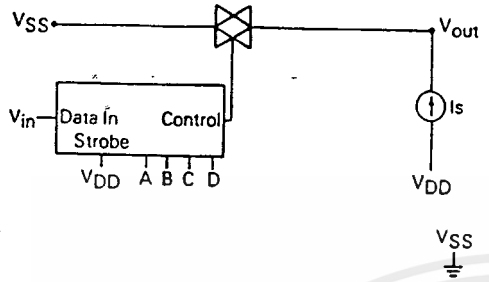


FIGURE 2 — PROPAGATION DELAY TIME

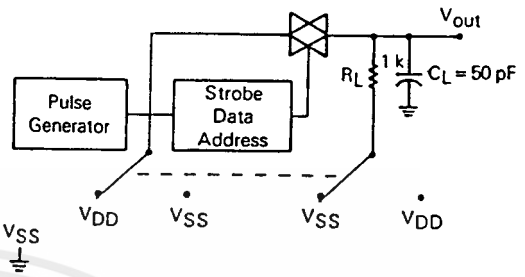


FIGURE 3 — BANDWIDTH AND FEEDTHROUGH ATTENUATION

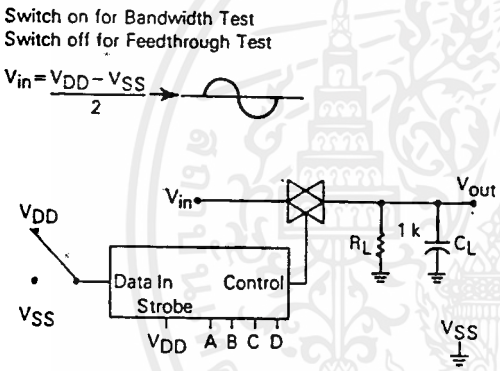


FIGURE 4 — CROSSTALK BETWEEN ANY TWO SWITCHES

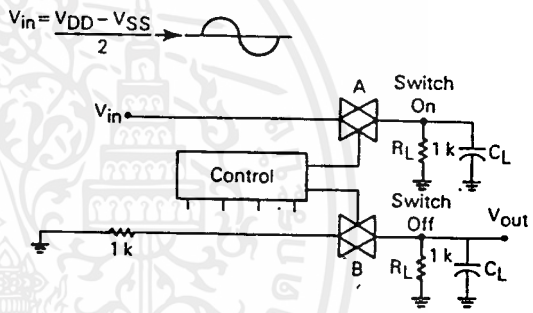
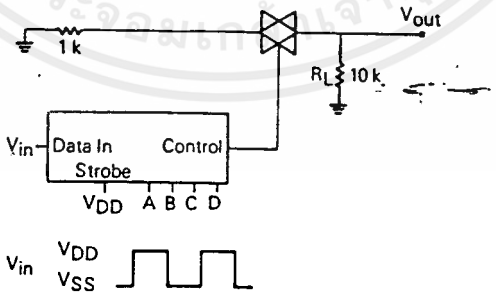
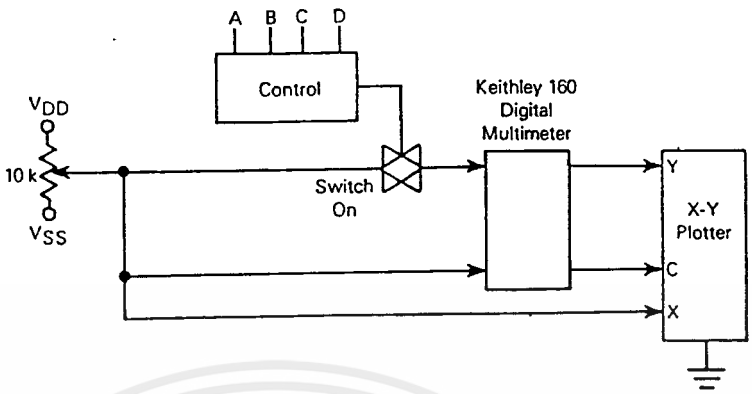


FIGURE 5 — CROSSTALK CONTROL TO OUTPUT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



2

TYPICAL RESISTANCE CHARACTERISTICS

FIGURE 7 — COMPARISON AT 25°C

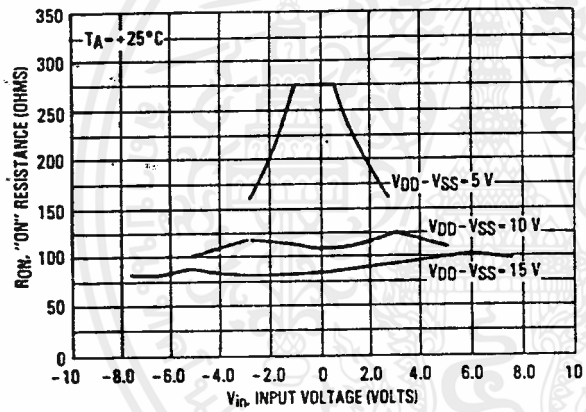


FIGURE 8 — V_{DD} = 2.5 V, V_{SS} = −2.5 V

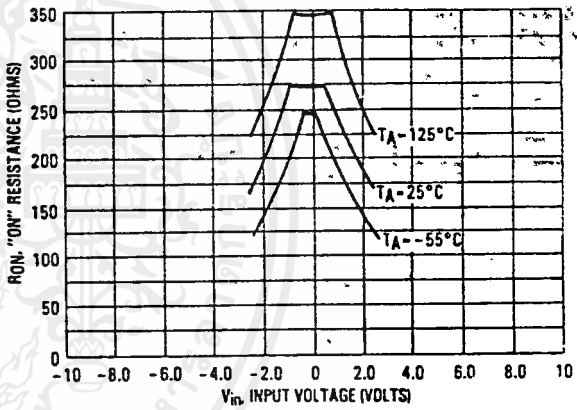


FIGURE 9 — V_{DD} = 5.0 V, V_{SS} = −5.0 V

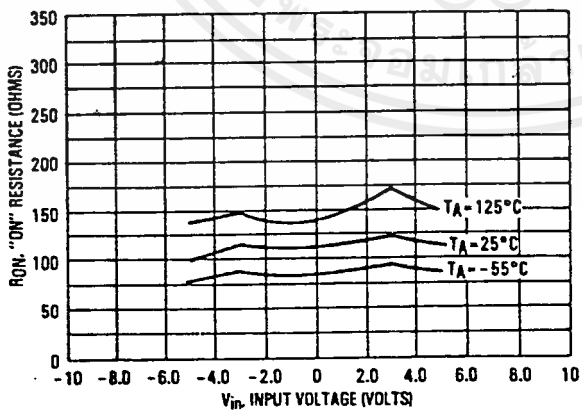
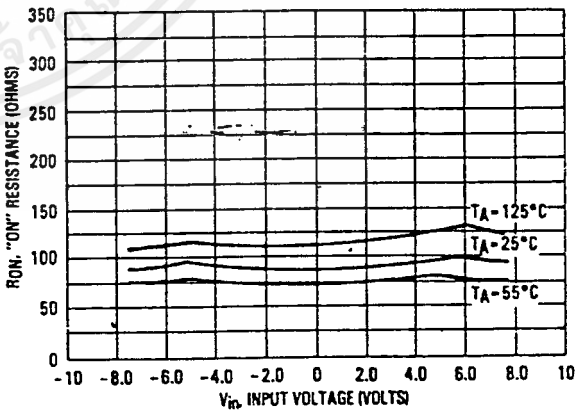


FIGURE 10 — V_{DD} = 7.5 V, V_{SS} = −7.5 V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้