เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นางสาวนุสรา เดชตระกูลวงศ์

นางสาวพรทิพย์ ศิรินานันท์

นางสาวอุไรวรรณ ขันติศิริ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นางสาวนุสรา เดชตระกูลวงศ์ 34104185

นางสาวพรทิพย์ ศิรินานันท์ 34104228

นางสาวอุไรวรรณ ขันติศิริ 34109518

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. สมยศ จุณณะปิยะ

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2537

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ

1. นส. นุสรา เดชตระกูลวงศ์ 34104185
2. นส. พรทิพย์ ศิรินานันท์ 34104228
3. นส. อุไรวรรณ ขันติศิริ 34109518

----------อาจารย์ที่ปรึกษา

(----------)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHA (PABX)

โดย นส. นุสรา เดชตระกูลวงศ์
นส. พรทิพย์ ศิรินานันท์
นส. อุไรวรรณ ขันติศิริ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. สมยศ จุณณะปิยะ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการพัฒนาเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติขนาดเล็ก ที่สามารถขยายระบบจากโทรศัพท์สายนอก 1 คู่สาย ออกเป็น 4 คู่สายในเพื่อใช้ในสำนักงาน ทำให้เป็นการประหยัดค่าเช่าคู่สายโทรศัพท์ โดยที่ผู้ใช้โทรศัพท์สามารถติดต่อโดยตรงกับโทรศัพท์เครื่องต่างๆ ได้โดยไม่ต้องผ่านพนักงานต่อสาย (OPERATOR) และยังสามารถติดต่อกันเองระหว่างเครื่องโทรศัพท์สายในด้วยกัน การควบคุมการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์นี้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MICROCONTROLLER) มาควบคุมการทำงาน และใช้ไอซี (IC) ในระบบโทรศัพท์มาประยุกต์เข้าด้วยกัน ทำให้ควบคุมการทำงานได้ถูกต้องรวดเร็วและสามารถพัฒนาฟังก์ชั่นการใช้งานต่าง ๆได้โดยง่าย โดยอาศัยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ABSTRACT

This thesis is study about the small "Private Automatic Branch Excahnge " (PABX) that can extend from one line to four lines for use indoor. By using PABX, it can decrease the costsuch as the installation. The user will have direct contact to other users without an operator and contact one-by-one the internal line .

The PABX is controlled by microcontroller (MCS-51) and IC. Thus, it will operate rapidly and can be developed easily. The usefunctions can be applied by developing operation-controlled programs .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญรูป	II
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องชุมสายอัตโนมัติ	2
บทที่ 3 การคำนวนและการสร้างและการทำงานของวงจร	15
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	19
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	30
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติคือเครื่องมือที่ใช้สำหรับขยายคู่สายองค์การโทรศัพท์จากภายนอกให้สามารถนำมาใช้ภายในได้มากขึ้นและเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งานจึงใช้ระบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องผ่านพนักงานต่อสายคือให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทั้งภายในและภายนอกเป็นผู้แจ้งให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์หมายเลขใดเท่านั้น หลังจากนั้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ จะทำหน้าที่ตัดต่อสายให้เอง

1.1 คุณสมบัติของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

1. ขยายคู่สายโทรศัพท์ของเลขหมายโทรศัพท์เดิม 1 คู่สายให้ผู้เช่าสามารถใช้ได้ถึง 4 เครื่องลูก

2. สามารถใช้กับเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ซึ่งให้กำเนิดสัญญาณ แบบ DTMF โดยไม่ต้องดัดแปลงเครื่องโทรศัพท์แต่อย่างใด

3. สามารถติดต่อเข้ามาจากสายนอก โดยกดหมายเลขเดิม 7 ตัวแล้วจะมีสัญญาณให้กดเลขหมายเพิ่ม ต่อจากนั้นให้กดหมายเลขเพิ่มอีก 2 ตัว คือ 01 ถึง 04 เพื่อต่อเข้ายังเครื่องลูกหมายเลขที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ

4. เครื่องลูกสามารถต่อออกสายนอกได้โดยกดหมายเลข 0 เพื่อทำการโอนสายนอกขององค์การโทรศัพท์ต่อเข้ากับเครื่องลูกโดยตรง

5. กรณีที่ต้องการต่อออกสายนอก แต่สายนอกไม่ว่าง เครื่องลูกจะสามารถทำการจองสายนอกได้ และจะมีสัญญาณบอกให้ผู้ที่กำลังใช้สายนอกทราบด้วย

6. ถ้าการกดปุ่มเพื่อติดต่อเข้ามายังเครื่องลูกเกิดผิดพลาดขึ้น จะมีสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นที่เครื่องหมายเลข 1 แทน

7. เครื่องลูกสามารถติดต่อกันเองภายในได้ โดยกดหมายเลข 1 ถึง 4 เพื่อติดต่อไปยังเครื่องหมายเลข 1 ถึง 4 ตามลำดับ

8. เครื่องลูกเครื่องอื่นที่ไม่ใช่คู่สนทนา จะไม่สามารถดักฟังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

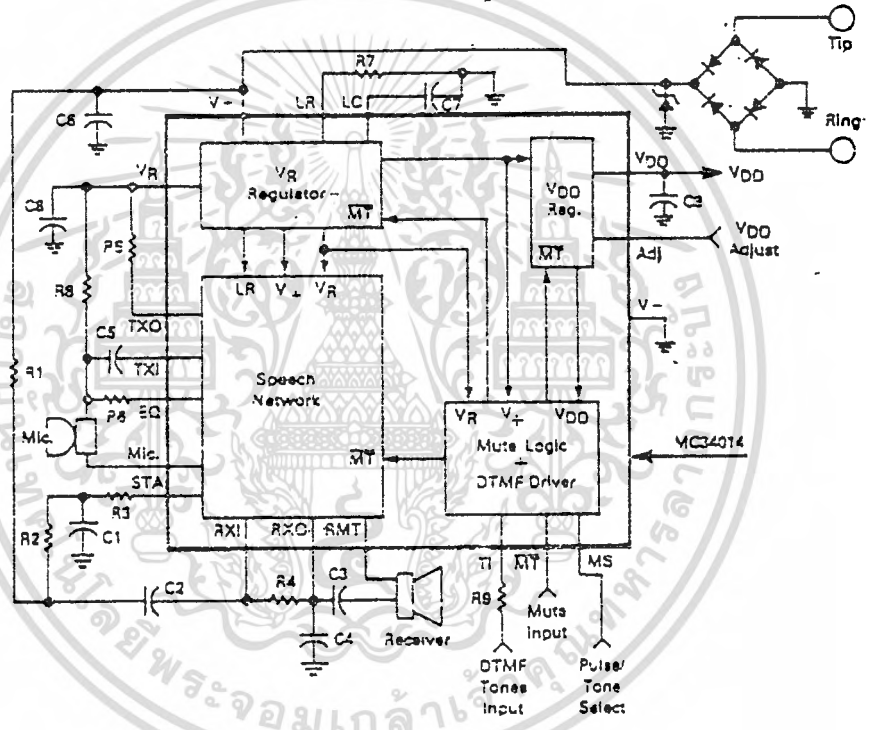
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

2.1 หลักการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ ที่พัฒนาขึ้นมีโครงสร้างหลายส่วนซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ต่อไปนี้

2.1.1 ส่วนเชื่อมต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายนอกใช้ไอซีเทเลโฟน สปีช เนทเวอร์ค (TELEPHONE SPEECH NETWORK) เบอร์ MC 34014 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากคู่สายขององค์การโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณรับ-ส่งแยกจากกัน (2 Wires-to-4-wires) ดังรูปที่ 2.1 วงจรทั่วไปเป็นดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงวงจรเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอก

2.1.2ส่วนเชื่อมต่อของคู่สายโทรศัพท์ภายในใช้ไอซี ซับสไคร์เบอร์ ลูป อินเตอร์เฟส เซอร์กิต (SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT หรือ SLIC) เป็นไอซีเบอร์ MC 3419-1L ทำหน้าที่จ่ายไฟเลี้ยงดีซีให้กับเครื่องโทรศัพท์ภายใน แปลงสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ภายในให้เป็นสัญญาณรับ-ส่งที่แยกกัน แสดงสถานะการยกหูและควบคุมการส่งสัญญาณเรียกวงจร ซับสไคร์เบอร์ ลูป อินเตอร์เฟส เซอร์กิต

หน้าที่ของชุมสายโทรศัพท์ในเทคโนโลยีปัจจุบัน นอกจากจะทำหน้าที่ที่สำคัญในการตัดต่อวงจรโทรศัพท์ตามความต้องการของผู้ใช้แล้ว ยังเป็นการสร้างสัญญาณต่าง ๆ และยัง เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่โทรศัพท์ของผู้ใช้ และเนื่องจากการที่มีการเดินสายโทรศัพท์ที่ไกล ๆ จากชุมสายโทรศัพท์ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณมีการลดทอน จึงมีความจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณพูดที่ชุมสายโทรศัพท์ เพื่อส่งต่อสัญญาณที่ขยายแล้วไปยังผู้รับปลายทาง

ปัจจุบันนี้ได้มี ไอซีสำเร็จรูปเข้ามาทำหน้าที่อย่างเช่น ไอซีเบอร์ MC3419-1Lซึ่งได้นำมาใช้ในโครงงาน(PROJECT)นี้ โดยทำหน้าที่

1. จ่ายกระแสไฟให้แก่โทรศัพท์

2. แยกสัญญาณจาก 2 สาย (TWO DIFFERENTIAL) ให้เป็น 4 สาย (FOUR WIRES SINGLE END)

3. ตรวจสอบสถานะ การวางหู - ยกหูโทรศัพท์ หรือเรียกอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ว่า ซับสไคร์เบอร์ ลูป อินเตอร์เฟส เซอร์กิต ซึ่งจะเข้ามาทำหน้าที่แทนวงจรไฮบริด ทรานสฟอร์เมอร์ (HYBRID TRANFORMER) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนการส่งสัญญาณแบบ 2 สายให้เป็น 4 สาย

2.1.3 ความหมายของการส่งสัญญาณแบบ 2 สาย

การที่สัญญาณที่ส่งและรับ รวมกันอยู่ในคู่สายเดียวกันมีการใช้อยู่โดยทั่วไป เนื่องจากประหยัดสายที่ใช้ แต่มีความยุ่งยากในการออกแบบวงจรขยาย ส่วนการส่งสัญญาณ แบบ 4 สาย มีความสะดวกและออกแบบวงจรขยายง่าย

การส่งสัญญาณที่รับและส่งแยกทิศทางกัน ทำให้สะดวกในการประมวลผล (PROCESS) สัญญาณ เช่นการขยายสัญญาณ การแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เป็นต้น

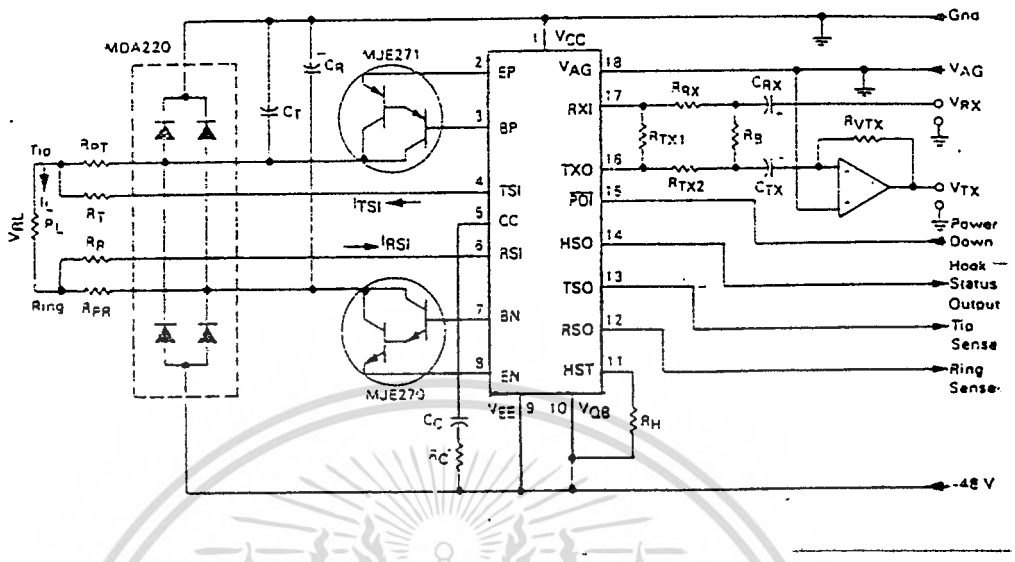
วงจรตัวอย่างแสดงการต่อวงจร ซับสไคร์เบอร์ ลูป อินเตอร์เฟส เซอร์กิต เป็นดังรูปที่ 2.2

2.1.4 ส่วนสวิตช์ควบคุมการติดต่อ ใช้ไอซี อนาลอกสวิทช์ (ANALOG SWITCH) 4066 ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณเสียง โดยทำการตัดต่อระหว่างสัญญาณรับ-ส่งของคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อกัน ซึ่งส่วนสวิช์นี้จะถูกควบคุมโดยส่วนไมโครคอลโทรลเลอร์

ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก (DETECT RINGING) ใช้ไอซี โมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบเตอร์ (MONOSTABLE MULTIVIBRATER) มาต่อวงจรร่วมกับออปโต ไอโซเลเตอร์ (OPTO ISOLATOR) เป็นวงจร ตรวจสอบสัญญาณเรียก ทำหน้าที่ในการตรวจสอบว่ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกหรือไม่ ถ้ามีสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกก็จะ ส่งสัญญาณแสดงสถานะ สูง (HIGH) ให้ไมโครคอนโทรนเลอร์ทราบเพื่อให้ CPU ส่งสัญญาณ HOLD ON มาทริกรีเลย์ (RELAY) เพื่อเชื่อมสายนอกเข้ากับส่วนเชื่อมต่อคู่สายโทรศัพท์ภายนอก (วงจร MC 34014) ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 7 — BASIC SLIC CIRCUIT

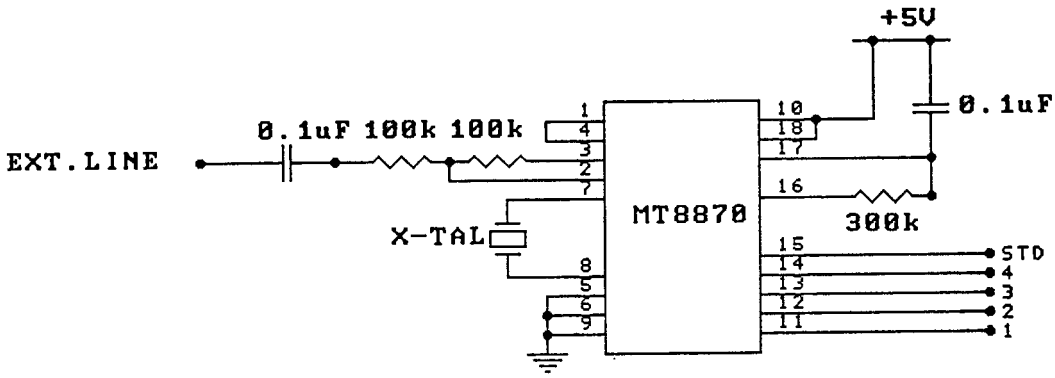


รูปที่ 2.2 แสดงวงจรตัวอย่างของส่วนเชื่อมต่อสายโทรศัพท์

2.1.5 ส่วนตรวจสอบสัญญาณพัลซ์ (PULSE DECODER) และตรวจสอบการกดปุ่ม (DTMF DECODER) โทรศัพท์จะทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณพัลซ์และความถี่ที่เกิดจากการหมุนหรือกดปุ่มของเครื่องโทรศัพท์จากคู่สายภายนอก หรือภายในที่ถูกกำหนดด้วย สวิทช์ให้เป็นไบนารี โค๊ด เดซิมอล (BCD) แล้วแจ้งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบถึงหมายเลขที่หมุนหรือกด

ส่วนนี้ใช้ ไอซี MT 8870 ถอดรหัสสัญญาณ DTMF จากคู่สายภายนอกให้อยู่ในรูปที่ CPU เข้าใจ สัญญาณ DTMF ที่เข้ามาจะถูกแปลงเป็นสัญญาณลอจิก (LOGIC) เลขไบนารี (BINARY) 4 บิท (BIT)ทาง Q1-Q4 ตามหมายเลขที่ส่งมา หลังจากที่ Q1-Q4 เปลี่ยนสถานะตามหมายเลขที่กดจะมีสัญญาณ STD ตามมา สัญญาณนี้จะต่อไปยังขาอินเตอร์รัพท์ (INTERRUPT) ของ CPU เพื่อให้ CPU กระโดดไปทำงานยังโปรแกรมจัดการเกี่ยวกับสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



a)

No.	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
1	H	0	0	0	1
2	H	0	0	1	0
3	H	0	0	1	1
4	H	0	1	0	0
5	H	0	1	0	1
6	H	0	1	1	0
7	H	0	1	1	1
8	H	1	0	0	0
9	H	1	0	0	1
0	H	1	0	1	0
*	H	1	0	1	1
#	H	1	1	0	0
ANY	L	Z	Z	Z	Z

b)

รูปที่ 2.3 a) วงจรตรวจสอบและถอดรหัสสัญญาณ DTMF

b) แสดงสถานะของ MT 8870 ที่ถอดรหัสได้ เมื่อกดปุ่มหมายเลข

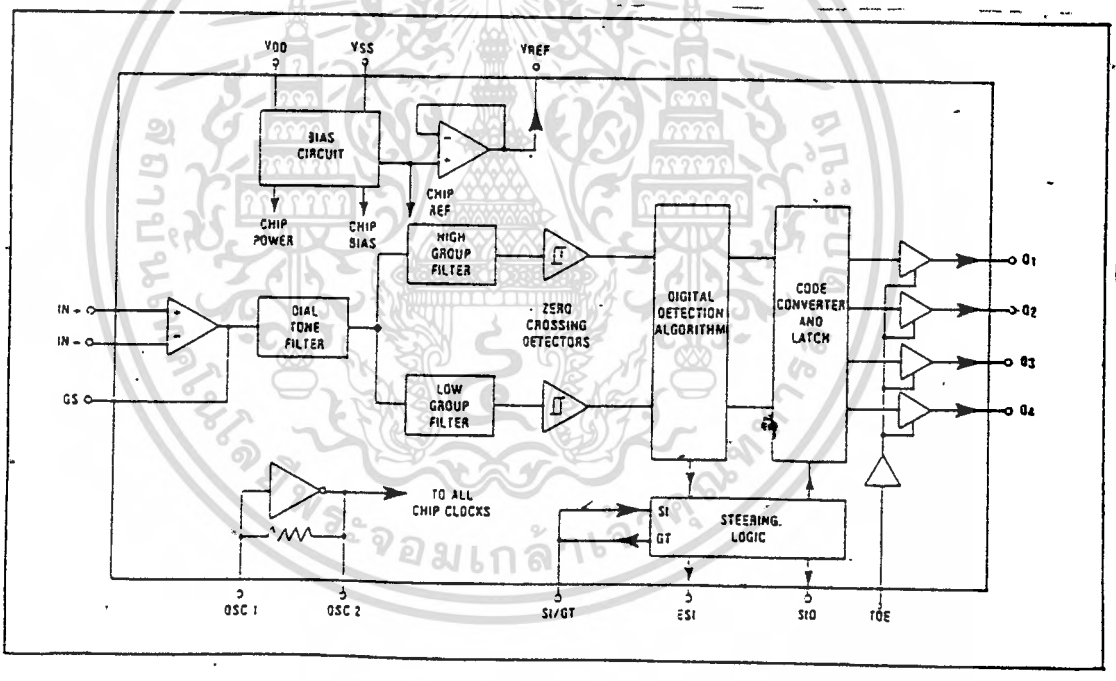
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การถอดรหัสความถี่จากโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม

ในการถอดรหัสความถี่จากโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม เพื่อส่งไปส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบนั้นเราใช้ไอซีเบอร์ MT 8870ในการแปลงจากการกดปุ่มโทรศัพท์ให้เป็นเลขฐานสองจำนวน 4 บิท ตามหมายเลขที่กดโดยความถี่จากโทรศัพท์แต่ละเครื่องป้อนให้กับเบอร์ MT 8870

โครงสร้างไอซี เบอร์ MT 8870

ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่โดยใช้เทคนิคของสวิทช์ คาปาซิเตอร์ ฟิลเตอร์ (SWITCH CAPACITOR FILTER) สำหรับการกรองความถี่ต่ำและสูง และใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอล(DIGITAL) เพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสอง 4 บิทและเช็คช่วงเวลาที่ความถี่เข้ามาส่วนอินพุท (INPUT) เป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้ โดยอุปกรณ์ข้างนอก และเอาท์พุท (OUTPUT) เป็นวงจรแลทช์ (LATCH) 3 สถานะ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายใน IC เบอร์ MT 8870

ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT 8870 ประกอบด้วย 5 ส่วนสำคัญ คือ

(1) ภาคถอดความถี่ (FILTER SECTION)

(2) ภาคถอดรหัส (DECODER SECTION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

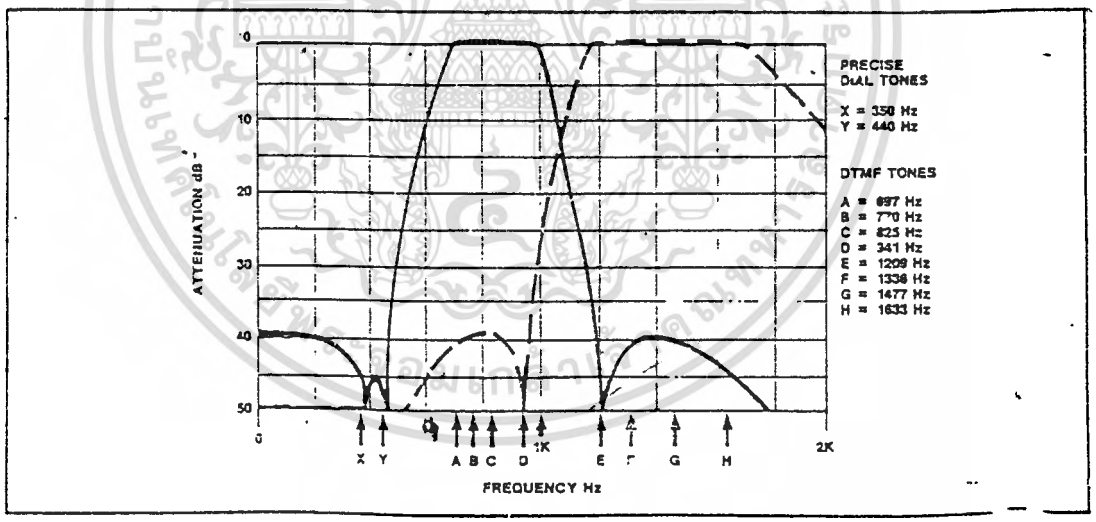
(3) ภาคตรวจสอบสัญญาณ (STEERING CIRCUIT)

(4) ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (DIFFERENTIAL INPUT)

(5) ภาคกำเนิดความถี่ (OSCILLATOR)

1. ภาคถอดความถี่

ในส่วนนี้จะแยกความถี่ทางโทรศัพท์ (DTMF) ที่เข้ามาออกเป็น 2 กลุ่ม คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองความถี่อันดับ 6 คาปาซิเตอร์(SIX - ORDER SWITCH CAPACITOR BAND PASS FILTER) ซึ่งสามารถแยกความถี่ได้เป็น 2 ช่วง คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่2.5แสดงความถี่ที่ได้จากวงจรกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาคถอดรหัส

ความถี่ทางโทรศัพท์ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้ว จะถูกผ่านเข้ามาในวงจรถอดรหัสความถี่ เพื่อถอดรหัสออกเป็นตัวเลขโดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอลและมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่มาตราฐานหรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสม เมื่อตรวจสอบว่าความถี่ถูกต้อง สัญญาณที่ขา EST (EARLY STEERING) ก็จะทำงาน (ACTIVE) สำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่นั้นแสดงดังรูป

F_{low}	F_{high}	KEY	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

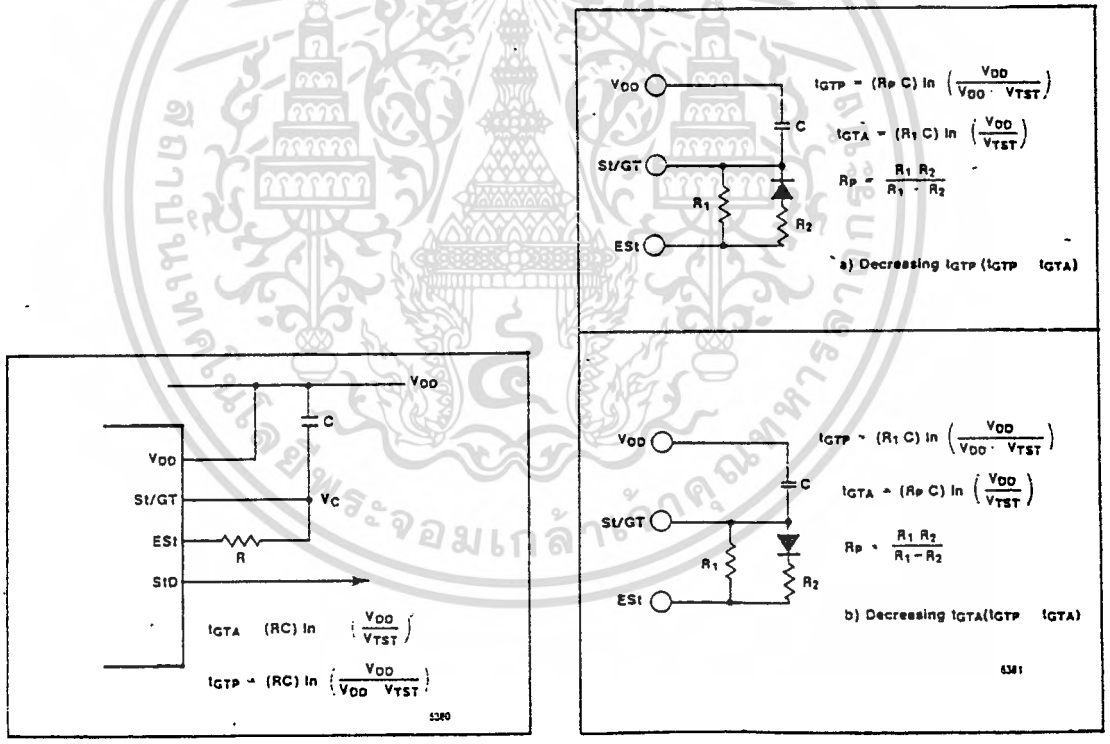
L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE

รูปที่ 2.6 ตารางแสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาคตรวจสอบรหัสสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ซึ่งต้องกดปุ่มให้ความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควร มิฉะนั้นวงจรจะไม่รับโดยจะถือว่าสัญญาณนั้น ยังไม่ถูกต้องซึ่งช่วงเวลาจะนานเท่าใดสามารถตั้งได้โดยใช้ค่าความต้านทาน และค่าตัวเก็บประจุภายนอก สัญญาณที่ขา EST จะเป็นระดับสัญญาณสูงนาน ใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ความถี่ทางโทรศัพท์เข้ามาจากรูปเมื่อขา EST เป็นระดับสูงทำให้ค่าแรงดัน VCสูงขึ้นตัวเก็บประจุจะคายประจุถอดรหัสออกมาเป็นเลขฐานสอง 4 บิท



รูปที่2.7แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

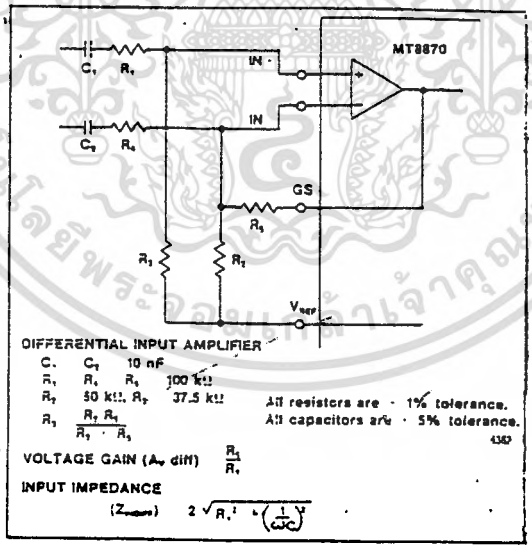
วงจรอินพุท ของ MT 8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยเพิ่มวงจรภายนอกเข้าไปอีก ดังรูป และการคำนวณอัตราการขยาย ความแตกต่างของอินพุท และความต้านทาน (MPEDANCE) ทำได้ดังนี้

อัตราการขยาย (AV DIFF) = R1 / R2

อินพุทอิมพีแดนซ์ (Zin IFF) = $2\,[R1^2 + (1/WC)^2]$ 1/2

5. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซี มีวงจรสร้างสัญญาณเวลาอยู่ภายในแล้วเพียงแต่ต่อตัว CRYSTAL ขนาด 3.579 MHz ก็จะใช้งานได้ทันที



รูปที่ 2.8 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสร้างสัญญาณต่างๆ เช่นสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) สัญญาณไม่ว่าง(BUSYTONE) สัญญาณเรียกกลับ(RINGBACK) จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณเสียงเพื่อให้โทรศัพท์ภายนอก และเครื่องลูกทราบว่าขณะนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมที่จะรับสัญญาณจากการหมุน หรือ กดหมายเลข หรือเมื่อต้องการสร้างสัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับ

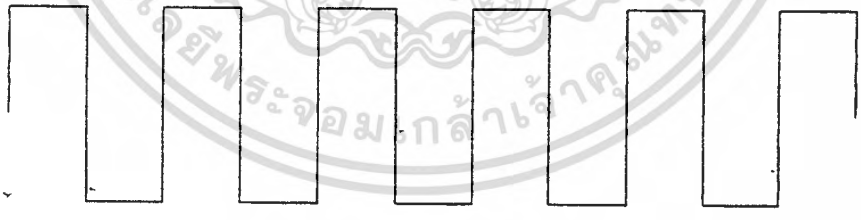
ส่วนสร้างสัญญาณเรียก (RINGING GENERATOR) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณเรียกซึ่งควบคุม การปิด-เปิดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อส่งสัญญาณเรียกให้กับโทรศัพท์เครื่องลูกทราบว่ามีคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อด้วย

2.3 การสร้างสัญญาณโทรศัพท์

เป็นที่ทราบดีแล้วว่าโทรศัพท์มีสัญญาณต่าง ๆ มากจุดประสงค์เพื่อต้องการบอกผู้ใช้โทรศัพท์ ให้ทราบสถานะการใช้โทรศัพท์ ด้วยเหตุนี้ชุมสายโทรศัพท์ที่เราจัดทำขึ้นมา ก็จำเป็นต้องกำเนิดสัญญาณเหล่านี้ด้วย โดยหัวใจสำคัญของวงจรสร้างสัญญาณเหล่านี้คือไอซี ไทม์เมอร์ (TIMER) เบอร์ 555 ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดของวงจรต่าง ๆ ที่ใช้ในโทรศัพท์รวมทั้ง รูปวงจร การคำนวณต่าง ๆ ต่อไป

1. สัญญาณให้หมุน

คือสัญญาณที่ชุมสายบอกให้ทราบว่าพร้อมรับเลขหมายจากผู้ใช้ ซึ่งหมายถึงผู้ใช้กดหมายเลขที่ต้องการได้ ความถี่ที่ใช้ประมาณ 400 เฮริทซ์ (Hz)

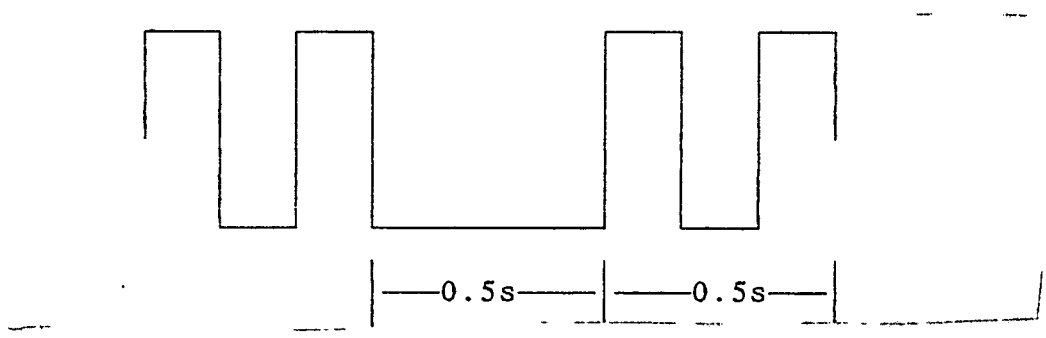


รูปที่ 2.9 สัญญาณให้หมุน

2. สัญญาณไม่ว่าง

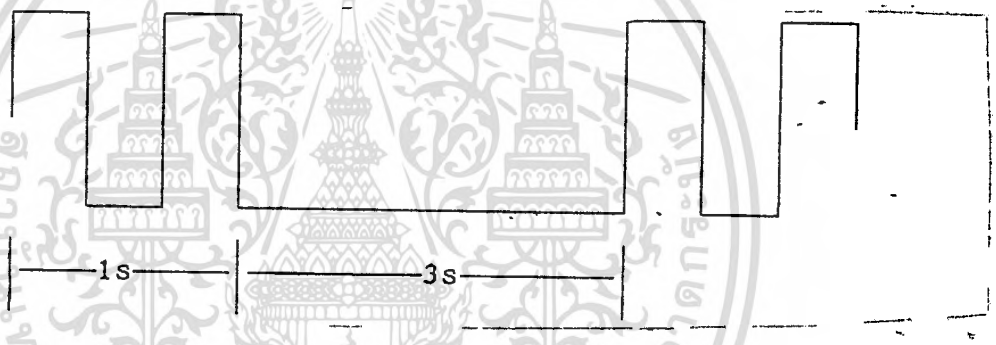
คือ สัญญาณที่ชุมสายบอกให้ผู้ใช้ทราบว่า ชุมสายยังไม่สามารถติดต่อเลขหมายปลายทางได้ ความถี่ที่ใช้ประมาณ 400 เฮริทซ์ ดัง 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 สัญญาณไม่ว่าง

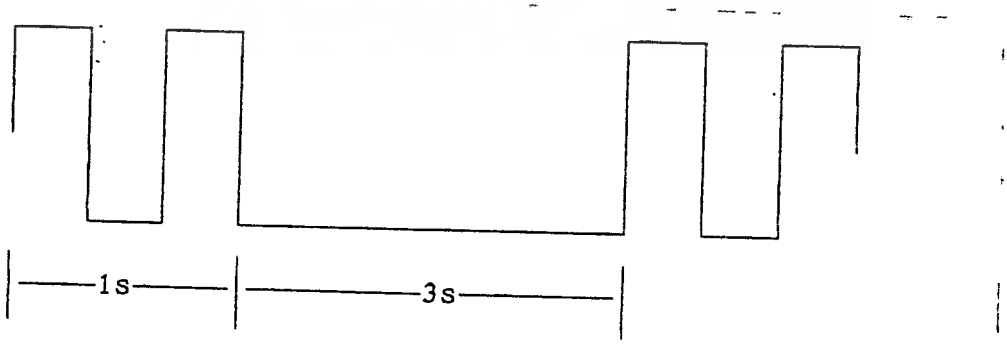
3. สัญญาณเรียกกลับ เป็นสัญญาณที่ชุมสายแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่า สามารถติดต่อกับเลขหมายปลายทางได้แล้วรอจนกระทั่งผู้ใช้ปลายทางยกหูพูดชุมสายก็จะต่อสวิทช์ให้สนทนากันได้ เป็นสัญญาณ 400 เฮริทซ์ ดัง 1 วินาที เงียบ 3 วินาที



รูปที่ 2.11 สัญญาณเรียกกลับ

4. สัญญาณเรียก(RINGING TONE)

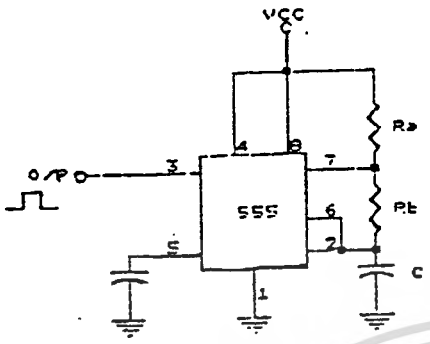
เป็นสัญญาณที่ชุมสายส่งมาเรียกผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วยเรียกเข้ามาเป็นสัญญาณ 50 เฮริทซ์ 100 โวลต์ ดัง 1 วินาที เงียบ 3 วินาที



รูปที่ 2.12 สัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณ 555 อะสเตเบิ้ล (ASTABLE)



1. F = ?

   หา C จากตาราง (table)

2. หา Ra + 2Rb

3. D = ?

   Rb = D(Ra+ 2Rb)

   หา Rb = ?

4. หาคำตอบจาก

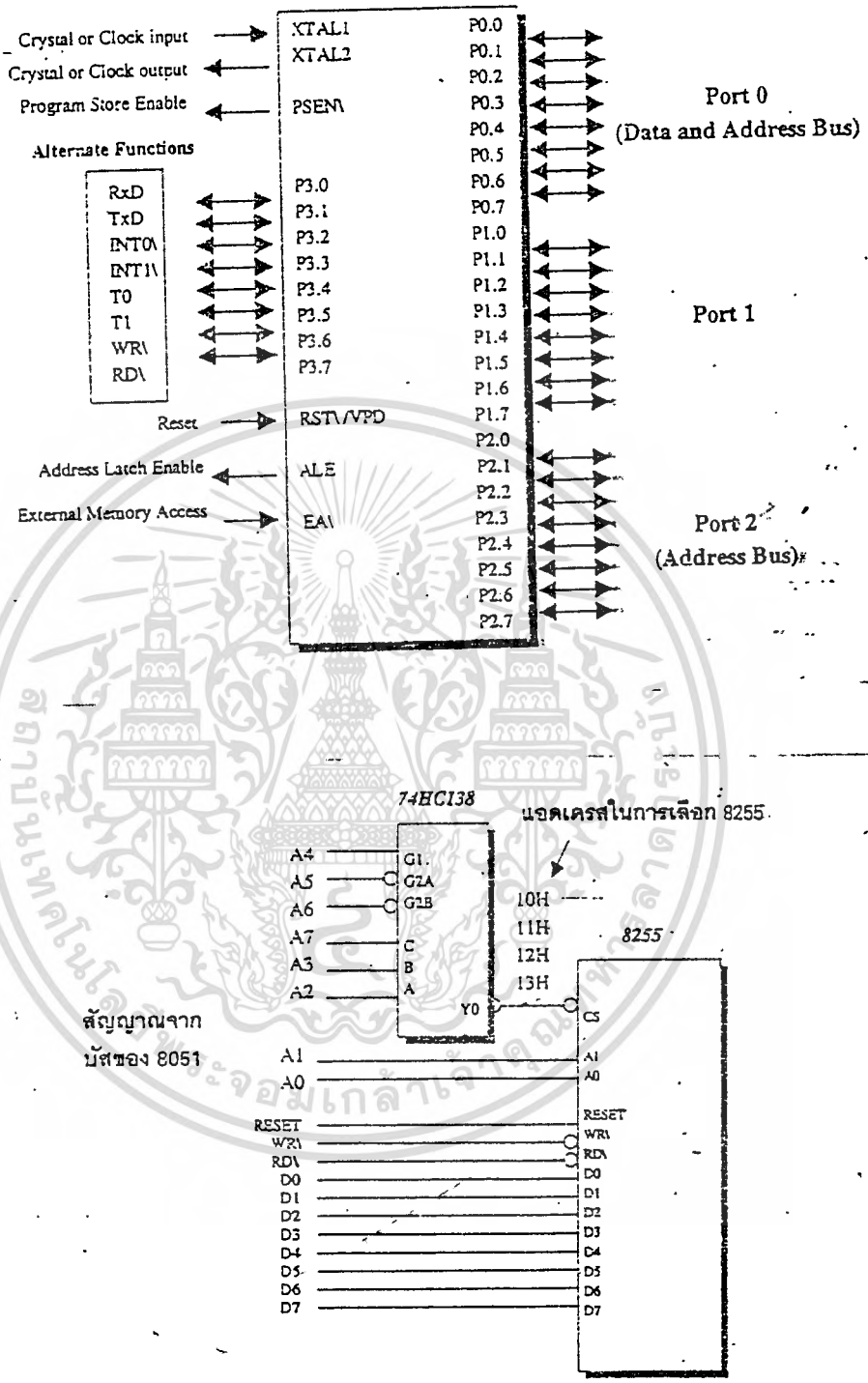
   t1=0.693 (Ra+Rb)

   t2=0.693(Rb)C

รูปที่ 2.13 วงจรสร้างเสียงโดยใช้ ไอซี 555

ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งวงจรส่วนนี้เป็นหัวใจของการทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ จะใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ เช่น ลักษณะการตัดต่อสายใน สายนอกและเช็คการทำงานของส่วนต่าง ๆ และใช้ไอซีเบอร์ 8255 มาเป็นพอร์ท อินพุท - เอาท์พุท (PORT INPUT / OUTPUT)เพื่อรับ-ส่งสัญญาณควบคุมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงขาต่าง ๆ ของ MCS-51 เบอร์ 8031 และ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณ การทำงาน และการทำงานของวงจร

จากหลักการแต่ละส่วนที่กล่าวมาในบทที่ 2 สามารถประกอบกันเป็นเครื่อชุมสายโทรศัพท์ตามบล็อค ไดอะแกรม (BLOCK DIAGRAM) ด้านท้ายของรายงานนี้

การทำงานของชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ

3.1 การขอบริการสายใน

จะเริ่มจาก CPU จะทราบสัญญาณการขอใช้โทรศัพท์จากการยกหูเครื่องโทรศัพท์โดยสัญญาณการยกหู (HOOK) จะถูกส่งเข้ามาทางพอร์ทอินพุท- เอาท์พุท จากนั้น CPU ก็จะทำการต่อช่องสัญญาณให้หมุน เข้ากับส่วนเครื่องรับ (RECEIVER) ของชุมสายและต่อส่วนของวงจรถอดรหัสเข้ากับส่วนเครื่องส่ง (TRANSMITER) เพื่อรับหมายเลขเครื่องที่จะทำการติดต่อ จากนั้น CPU ก็จะอ่านหมายเลขเครื่องที่จะทำการติดต่อผ่านทางพอร์ทอินพุท-เอาท์พุท จากนั้นก็จะทำการส่งสัญญาณเรียกไปยังเครื่องที่ถูกเรียก จากนั้นก็รอการยกหูของเครื่องรับหลังจากนั้นก็ทำการต่อส่วนเครื่องรับเข้ากับส่วนเครื่องส่งของเครื่องโทรศัพท์ทั้ง 2 เครื่อง

3.2 การขอบริการสายนอก

เริ่มจากการที่ CPU จะได้รับสัญญาณจากส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียกผ่านทางส่วนพอร์อินพุท-เอาท์พุท จากนั้น CPU ก็จะทำการโฮลด์ (HOLD) สายนอกโดยการส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์ให้โฮลด์ จากนั้นก็จะต่อสปีช พาท (SPEECH PATH) ของเครื่องส่ง เข้ากับส่วนถอดรหัสเพื่อทำการอ่านหมายเลขที่ทำการติดต่อ และดำเนินการต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ภายในต่อไป

3.3 การโทรออกสายนอก

CPU จะทำการตรวจสอบ ว่าคู่สายภายใน มีการขอใช้สายนอกหรือไม่ จากการกดคีย์(KEY) 0 จากนั้น CPU จะตรวจสอบว่าสายนอกว่างหรือไม่ ถ้าว่างก็จะทำการโฮลด์ ออน (HOLD ON) สายนอกและต่อเครื่องรับกับเครื่องส่งเข้าด้วยกัน ซึ่งการกดคีย์ของสายในนี้จะถูกส่งผ่านในส่วนของ เครื่องส่งของสายในเข้ากับ ส่วนเครื่องรับของสายนอกเพื่อส่งให้ชุมสายภายนอกถอดรหัสต่อไป

3.4 **ส่วนรายละเอียดเกี่ยวกับการตัดต่อสปีช พาท** และการทำงานจะกล่าวอย่างละเอียดต่อไป

ส่วนของสปีช พาท

หลักการทำงานของสปีช พาท มีการทำงานโดยละเอียด ดังนี้

ในการใช้งานโทรศัพท์มีจำนวนเครื่องลูกโทรศัพท์มากๆ นั้น เราจำเป็นจะต้องมีสวิทช์ (SWITCH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำการเชื่อมต่อส่วนรับและส่งของเครื่องลูกทั้งหมดเข้ากับพาท (PATH) เพื่อที่เครื่องลูกจะได้สามารถเลือกคู่สายที่ต้องการติดต่อได้ทั้งหมดซึ่งจะเห็นว่าถ้ามีการติดต่อของโทรศัพท์ 1 คู่ในพาท นั้นจะทำให้โทรศัพท์เครื่องอื่นไม่สามารถใช้พาท นั้นได้ ในกรณีที่เราให้การเชื่อมต่อของสวิทช์ นั้นต่ออยู่ตลอดเวลาของการสนทนา ซึ่งถ้าเราต้องการให้มีการติดต่อระหว่างเครื่องลูกเพิ่มขึ้น อีกหนึ่งคู่ เราก็ต้องเพิ่ม จำนวนพาท ขึ้นมาอีกหนึ่งพาท ซึ่งพาท ที่เพิ่มขึ้นนี้ก็จะต้องสวิทช์ เข้ากับเครื่องโทรศัพท์ทั้งหมด

ตัวอย่าง เรามีโทรศัพท์ n เครื่องและจำนวนพาท ที่สามารถใช้งานได้พร้อมกันหรือจำนวนคู่สายที่สามารถใช้งานได้พร้อมกัน m คู่สายจะเห็นได้ว่าเราต้องการใช้สวิทช์ ในการติดต่อทั้งหมด n คูณ m สวิทช์ ซึ่งหลักการนี้ก็คือ ชุมสายโทรศัพท์แบบเมทริกซ์ สวิทช์ (MATRIX SWITCH)นั่นเอง

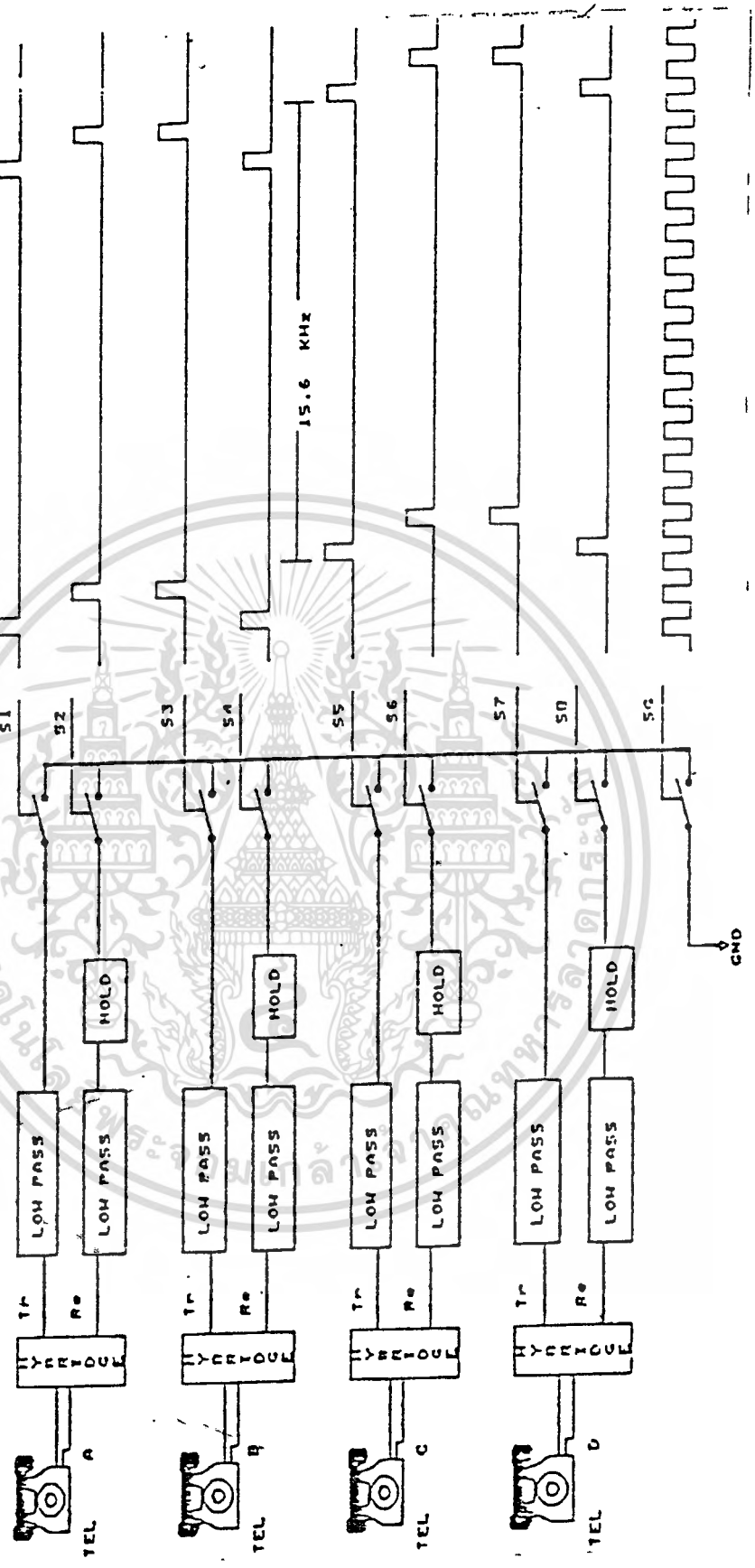
ดังนั้นถ้าเราต้องการใช้คู่สายจำนวนมาก ๆ ในเวลาเดียวกันระบบเมทริก สวิทช์ ก็จะไม่เหมาะสมเพราะถ้าเราต้องการใช้คู่สายจำนวนมาก ๆก็จะยิ่งเป็นการสิ้นเปลืองสวิทช์ การเชื่อมต่อในโครงงานนี้ ได้มีการนำส่วนของสปีช พาท โดยใช้พาท เดียวแต่แบ่งเวลาการใช้คือ ระบบการส่งสัญญาณแบบแบ่งช่วงเวลา (TIME DIVITION MULTIPLEX หรือTDM) ซึ่งสัญญาณที่ผ่านพาทจะเป็นสัญญาณพัลซ์ แอมปลิจูดมอดูเลชัน(PULSE AMPLITUDE MODULATION) ซึ่งก็คือการสวิทช์ สัญญาณรับและส่งผ่านพาทเดียวกันในช่วงเวลาสั้น ๆ

การทำงานโดยสังเขปจะพิจารณาจากการสมมติว่ามีการติดต่อจาก A ไป B และ C ไป D ดังรูป ซึ่งเริ่มจาก A จะถูกแยกออกโดยวงจรไฮบริดจ์ (HYBRIDGE) ออกเป็นสัญญาณส่งและสัญญาณรับ โดยสัญญาณส่งของ A จะถูกส่งผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ (LOW PASS FILTER) เข้าส่วนของสปีช พาท และผ่านสวิทช์ SW1 จากนั้นก็จะผ่าน SW4 เข้ามาผ่านวงจรโฮลด์ เพื่อโฮลด์ สัญญาณเอาไว้ชั่วคราว ผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำ เข้ามา สู่ส่วนเครื่องส่ง ของ B จากนั้นเราก็จะทำการเคลียร์ พาท (clear path) เนื่องจากคุณสมบัติอนาลอก สวิทช์ ที่ใช้นั้นจะมีการเกิดแรงดันตกค้างอยู่ที่พาท ดังนั้นเราจึงจำเป็นจะต้องกำจัดโวลเตท (Voltage) ที่เหลือนี้ทิ้งไป โดยการสวิทช์ พาท (Switch Path) ผ่านSGลงกราวด์(GND) จากนั้นก็จะทำการ SW3 และ SW2 เพื่อทำการส่งสัญญาณจาก B ไป A จากนั้นก็จะทำการเคลียร์ พาท และทำการ SW5 กับ SW8 เพื่อส่งสัญญาณจาก C ไป D จากนั้นก็จะทำการเคลียร์ พาท และทำการเชื่อม SW7 เข้ากับ SW6 เพื่อทำการส่งสัญญาณจาก D ไปยัง C ต่อไปซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการนี้เราสามารถใช้พาท ร่วมกันได้ และจำนวนคู่สายที่ใช้พร้อมกันสูงสุด ขึ้นอยู่กับความถี่ที่เราใช้ในการแซมปลิ้ง(Sampling) สัญญาณและช่วงเวลาในการสวิทช์ ซึ่งจะเห็นว่าในการติดต่อ 1 คู่สาย เราจะต้องใช้ช่วงเวลาในการสวิทช์ อนาลอก สวิทช์ เท่ากับพัลซ์ (Pulse) 4 ลูกดังนั้นถ้าเราให้ความถี่แซมปลิ้งเท่ากับ 15 กิโลเฮริทช์ (KHz) พัลซ์ จะมีความกว้าง 0.25 ไมโครเซคัน (MICROSECOND) ดังนั้นในการติดต่อ 1 คู่สายจะใช้เวลาเท่ากับ 0.25*4 ไมโครเซคัน ฉะนั้นจำนวนคู่สายที่ใช้ได้พร้อมกันเท่ากับ 1/(15 KHz*0.25*4 ไมโครเซคัน) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 66 คู่สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานจริงเราจะให้เอาท์พุท ของแรม (RAM) ในการควบคุมการสวิทช์ โดยหลังจาก CPU ติดต่อกับพอร์ท อินพุท-เอาท์พุท แล้ว CPU ก็จะรู้ว่าจะต้องเชื่อมต่อส่วนใดเข้าด้วยกันจากนั้น CPU ก็จะทำการเขียนแรม ที่ทำหน้าที่ควบคุมอนาลอก สวิทช์ หลังจากเขียนเสร็จก็จะปล่อยให้เคาน์เตอร์ (Counter) นับแอดเดรส (Address)ให้กับแรม โดยดาต้า (DATA) ที่ออกจากแรม ก็จะควบคุมการตัดต่อของอนาลอก สวิทช์ ต่อไปซึ่งในโครงงานนี้ใช้คล็อก (CLOCK) ป้อนให้เคาน์เตอร์ ด้วยความถี่ 2 เมกะเฮริทช์ (MHz)โดยที่ A0 ของเคาน์เตอร์ จะมีความถี่ 2เมกะเฮริทช์ ดังนั้นเมื่อเรานำมาป้อนให้กับแรม ก็จะได้ดาต้า ที่มีเอาท์พุท ไปควบคุมอนาลอก สวิทช์ ที่มีความกว้างของพัลซ์ เท่ากับ 0.25 ไมโครเซคัน เนื่องจากเคาน์เตอร์ ที่เราใช้กับแรม มีจำนวนแอดเดรส 8 เส้น คือ A0-A7ดังนั้น จำนวนไบท์ (Byte)ที่ใช้ในการนับ (COUNT) ออกมาจะเท่ากับ 255 ไบท์ ในการควบคุม 1 คู่สายจะต้องใช้พัลซ์ 4 ลูก หรือความยาวข้อมูล 4 ไบท์ ดังนั้นก็จะได้จำนวนคู่สายสูงสุดที่สามารถใช้ได้พร้อมกันเท่ากับ 256/4 = 64 คู่สาย ความถี่ที่ใช้ในการแซมปลิ้ง หาได้ดังนี้ = 1/(256*0.25) คือ 15.6 กิโลเฮริทช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 SPEECH PATH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

1. ส่วนสร้างสัญญาณโทรศัพท์ ดังรูปที่ 4.1

ส่วนนี้เราใช้ไอซีไทม์ เบอร์ 555 สร้างเป็นออสซิเลเตอร์ กำเนิดสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 เฮิร์ทซ์ โดยความถี่ของสัญญาณ คำนวนจาก

f = 1.44/(R1+2R2)C

= 1.44/(1K+(2*3.3K)*0.47 micro

= 403เฮริทซ์

สัญญาณ 400 เฮริทซ์ นี้เรานำมาสร้างเป็น สัญญาณให้หมุน

ส่วนสัญญาณไม่ว่าง เราสร้างได้จากการนำสัญญาณ 400 เฮริทซ์ มาทำการควบคุมการปิด-เปิดสลับกันทุก ๆ 0.5 วินาที โดยสร้างวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบเตอร์จากไอซีไทม์ 555 ซึ่งสามารถคำนวนหาคาบเวลาได้ดังนี้

t1 = 0.693(Ra+Rb)C

t2 = 0.693(Rb)C

สัญญาณเรียกกลับ ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกันกับกรณีข้างบน เพียงแต่เราเปลี่ยนการปิด-เปิดของสัญญาณเป็นดัง 1 วินาที และ เงียบ 3 วินาทีแทน

สัญญาณเรียก นั้นเราสร้างได้โดยสร้างสัญญาณ ความถี่ 50เฮริทซ์ ขึ้นมาก่อนจึงนำมาควบคุมการปิด-เปิดด้วยวงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบเตอร์ โดยให้สัญญาณดังทุก 1 วินาทีและดับทุก 3 วินาที สัญญาณเรียกนี้จะเป็นสัญญาณ 100 โวลต์

แต่จากการทดลองเนื่องจากสัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณสี่เหลี่ยม จึงให้เสียงไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นเราจึงนำสัญญาณทั้งหมดที่ได้ มาทำการผ่าน ACTIVE LOW PASS FILTER เสียก่อน แล้วจึงนำสัญญาณไปใช้ ซึ่งจะให้เสียงที่มีคุณภาพดีกว่า

2.ส่วนถอดรหัสความถี่

เมื่อเราป้อนสัญญาณ DTMF จากโทรศัพท์เข้าที่ขาอินพุท ของวงจรถอดรหัสความถี่ เราสามารถวัดเอาท์พุทได้ที่ขา 11,12,13 และ 14 และเพื่อความสะดวกเราจะใช้ LED เป็นตัวแสดงผล สัญญาณที่ถอดรหัสได้นั้นจะแสดงเป็นรหัสไบนารี โดยรหัสไบนารีที่ได้นี้เราจะนำไปต่อเข้ากับส่วนของ CPU อีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายโทรศัพท์ภายนอก ดังรูปที่ 4.2

จากวงจรดังรูป สัญญาณจากคู่สายภายนอก จะถูกเรียงทิศทางกระแสโดย บริดจ์เรคติไฟเออร์ (BRIDGE RECTIFIER) และมีรีเลย์ เป็นตัวตัดต่อการยกหูไอซี MC -34014 จะทำการแปลงสัญญาณจากคู่สายให้เป็นสัญญาณรับส่งที่แยกจากกันและสามารถปรับอัตราขยายของสัญญาณรับ

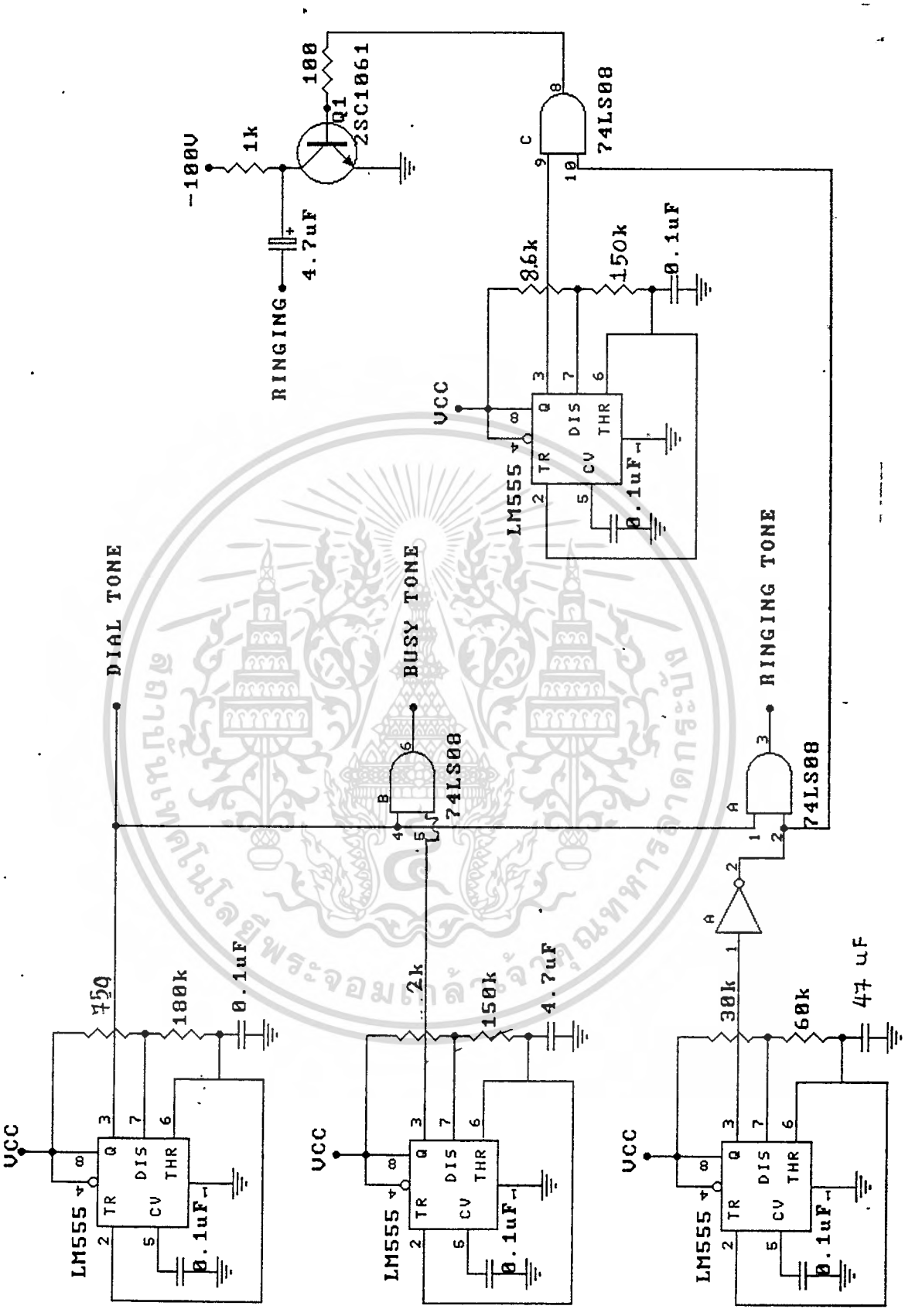
ผลที่ได้จากการทดลองนั้น สัญญาณที่ป้อนเข้าที่ Tip และ Ring นั้น เมื่อวัดเอาท์พุทออกที่ขา TE สัญญาณจะมีขนาดลดลงเป็นอย่างมาก และยังมีเอาท์พุทออกมาที่ขา RE ด้วยเช่นกันซึ่งเป็นสัญญาณรบกวน ในส่วนนี้กำลังทำการพัฒนาอยู่เพื่อให้เอาท์พุทที่ได้มีขนาดแรงขึ้นกว่าเดิม

4.ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก ดังรูปที่ 4.3

หน้าที่ของส่วนนี้ คือจะตรวจสอบสัญญาณเรียกจากคู่สายโทรศัพท์ภายนอกแล้วส่งเป็นพัลซ์ ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รู้ว่า มีการเรียกเข้ามาจากคู่สายภายนอก

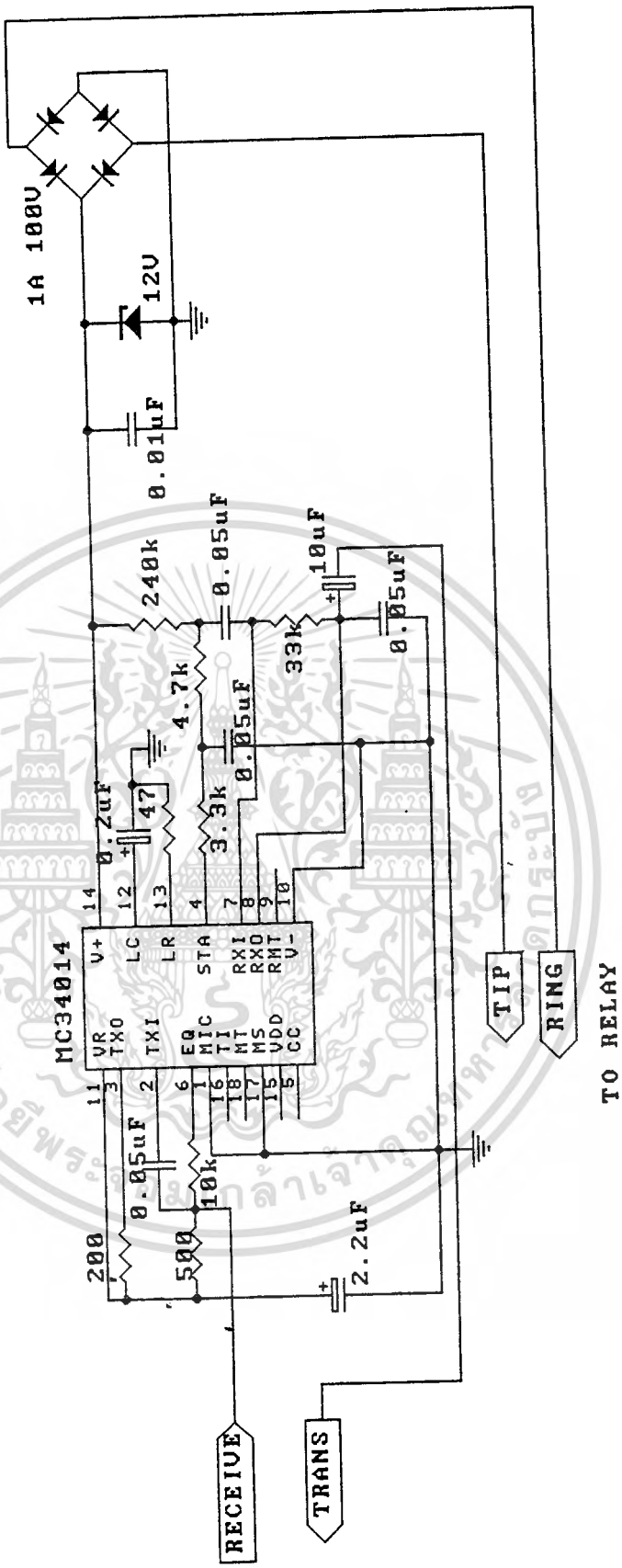
วงจรส่วนนี้เราใช้ ออปโต้ ไอโซเลท ต่อกับไอซีเบอร์ 4528 ซึ่งเมื่อมีสัญญาณเรียกเข้ามา ทำให้ออปโต้ เบอร์ 4N26 ทำงาน จะทำให้มีอินพุท เข้าที่ขา A,Bของไอซี 4528 และเอาท์พุท ที่ต้องการที่ขา Q ซึ่งเป็นโมโนสเตเบิ้ล มัลติไวเบเตอร์ โดยเราสามารถตั้งคาบเวลาของพัลซ์ได้จากการปรับค่าของ Rx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



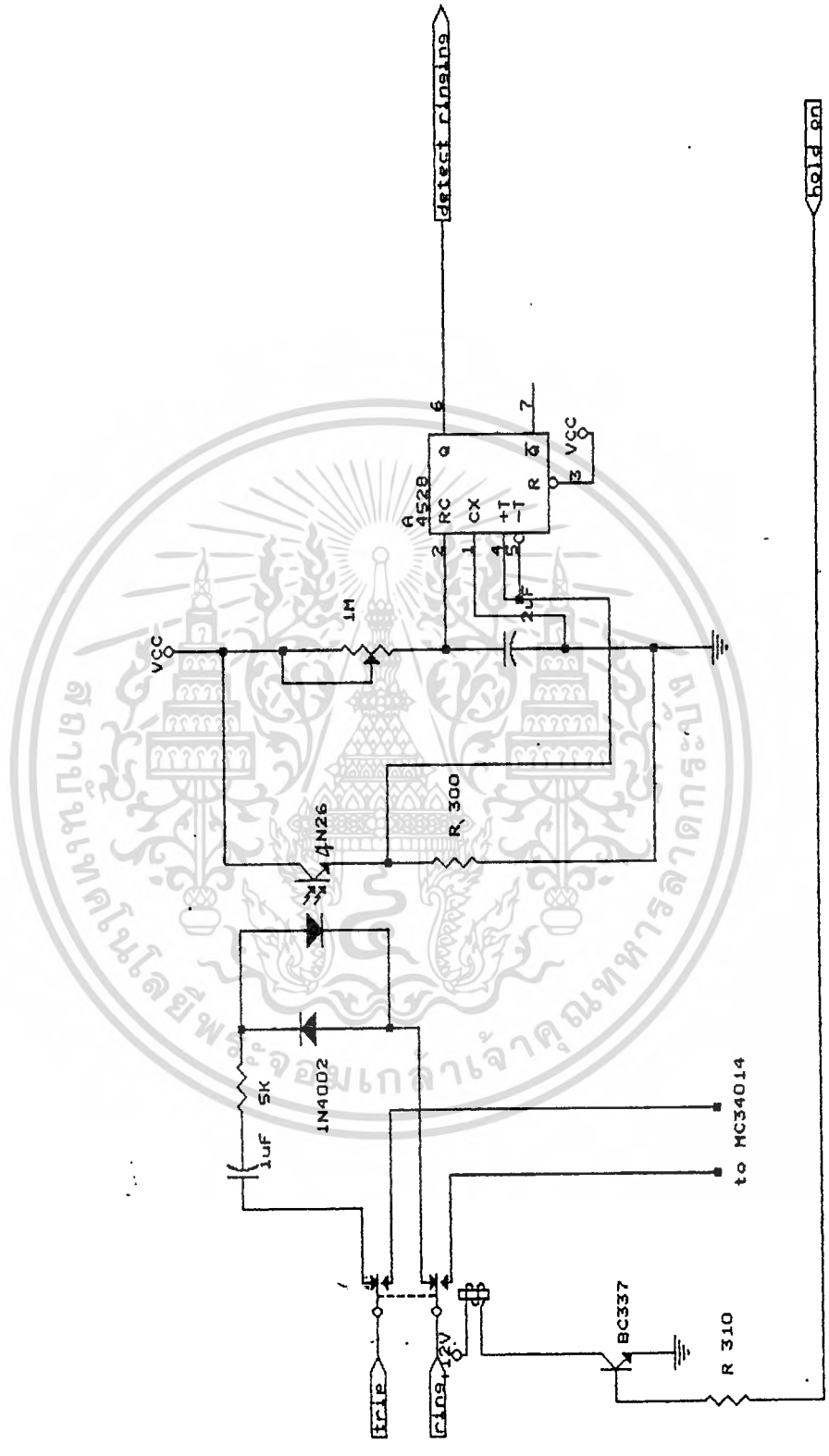
รูปที่ 4.1 TONE GENERATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



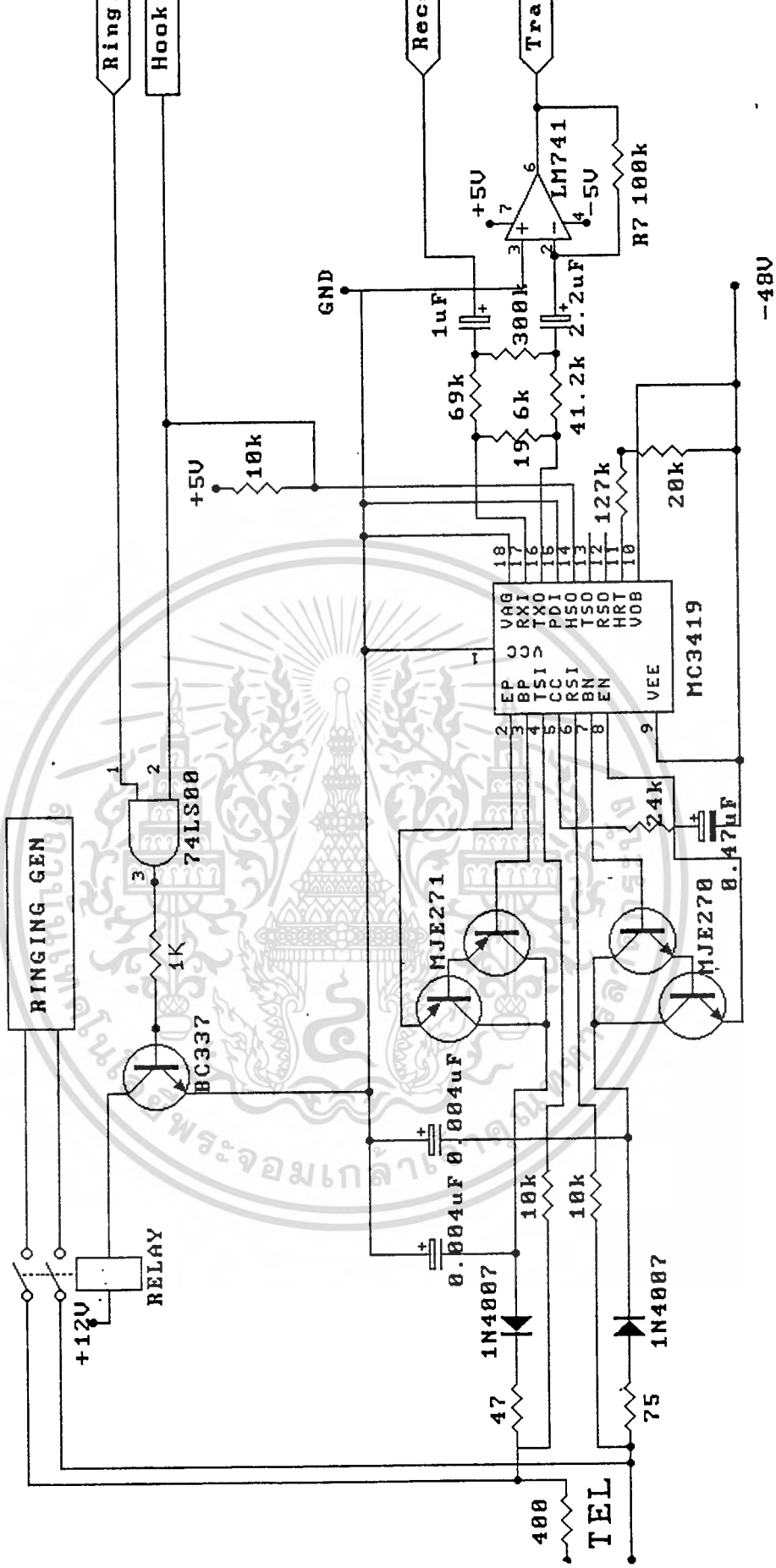
รูปที่ 4.2 EXTERNAL INTERFACE CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



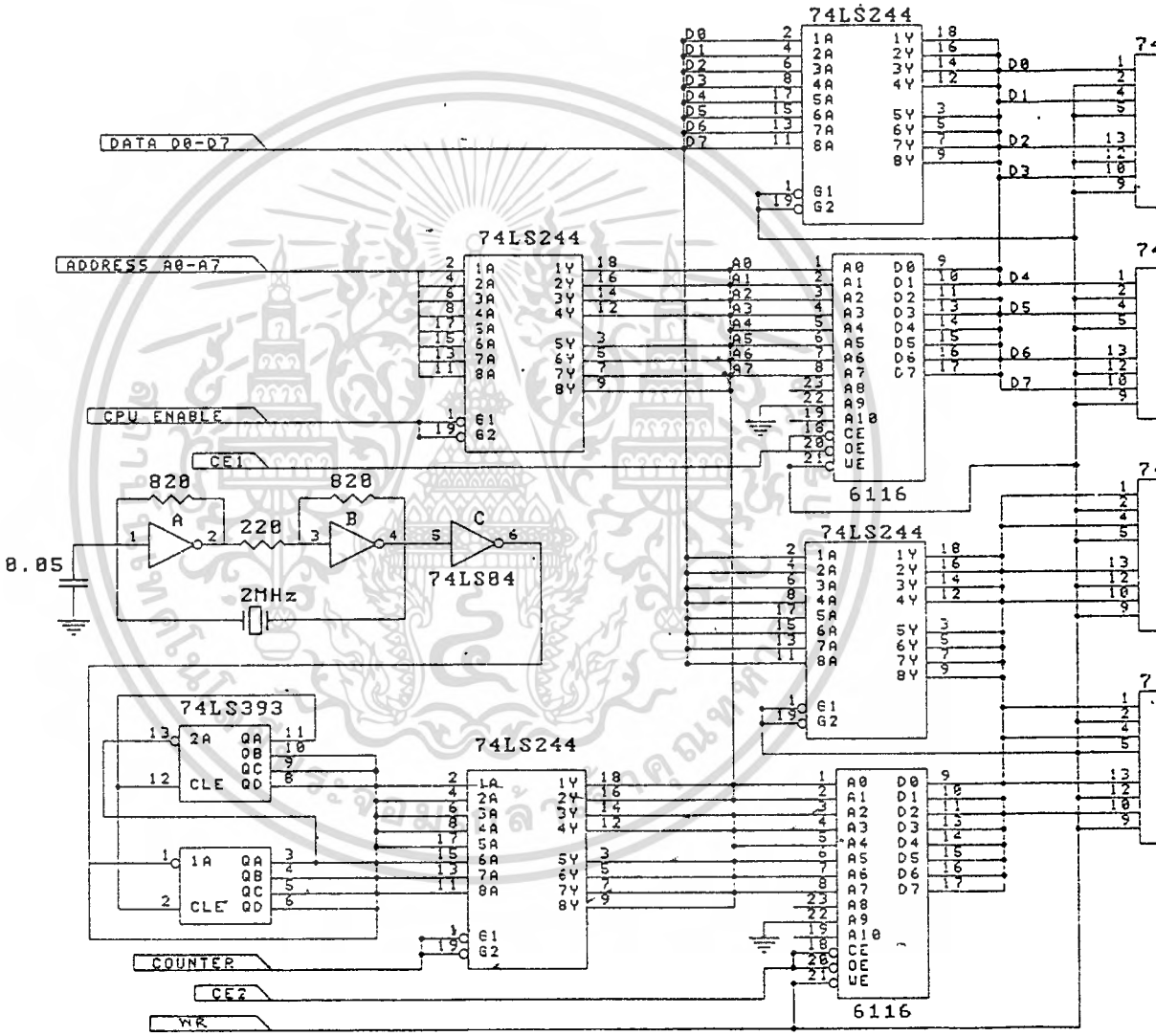
รูปที่ 4.3 DETECT RINGING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT (SLIC)

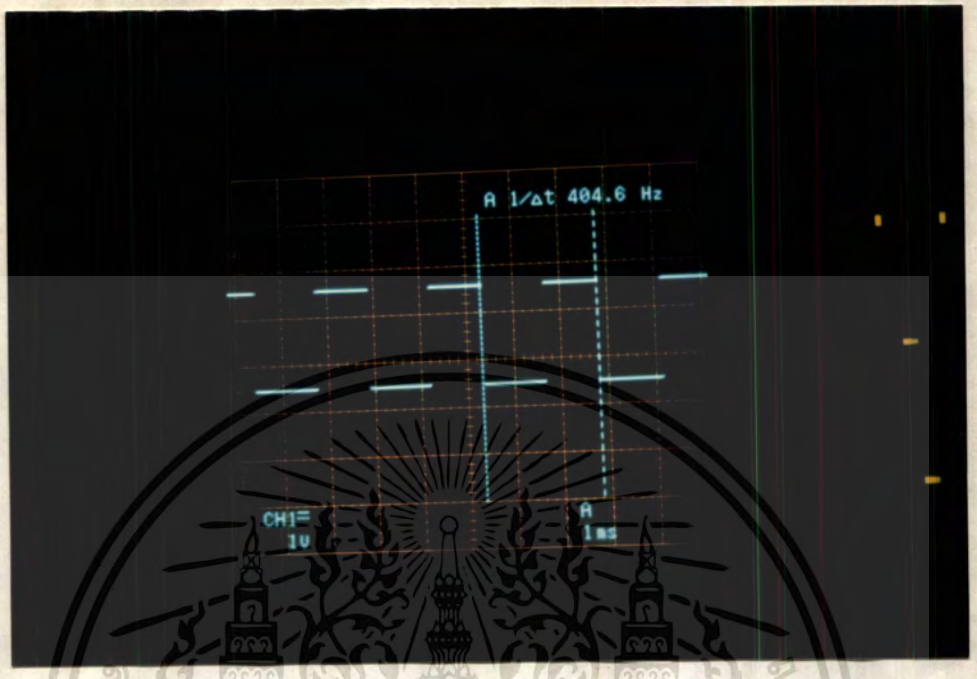
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจร SWICHING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

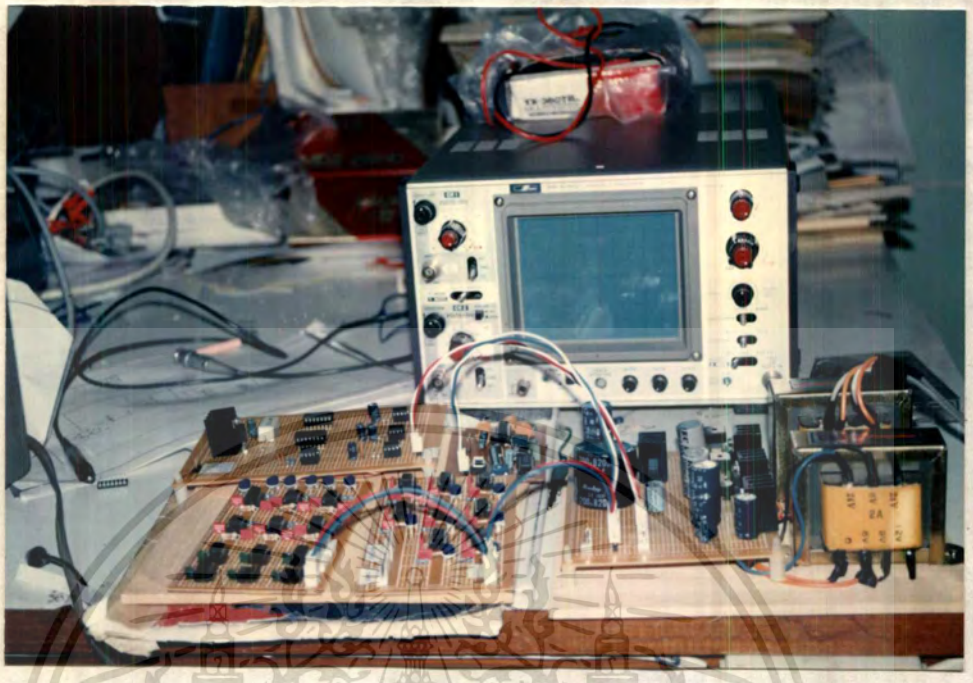
ผลการทดลอง



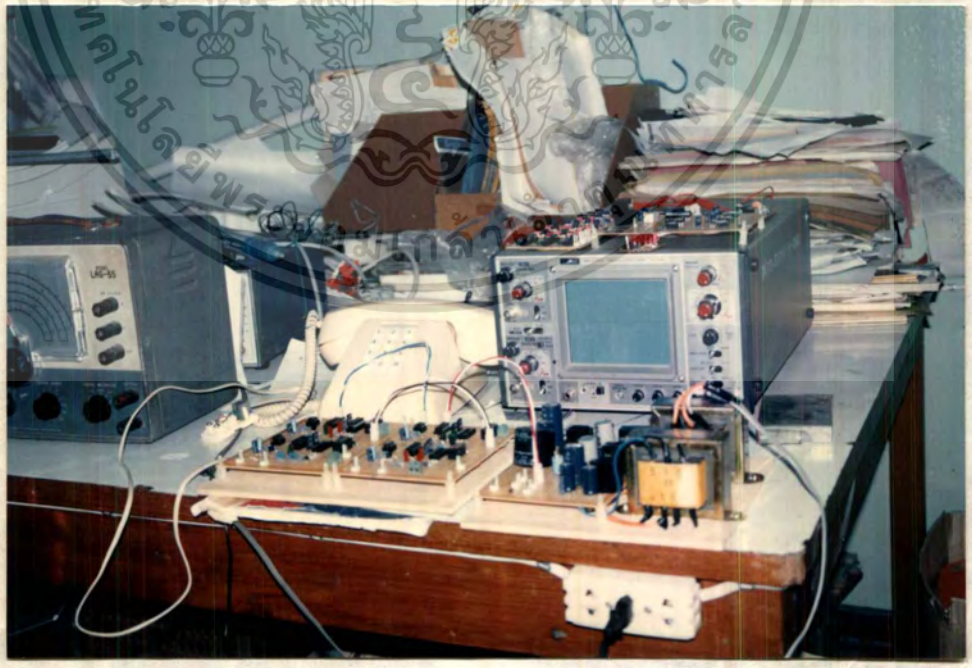
รูปที่ 4.6 สัญญาณให้หมุน

รูปที่ 4.7 สัญญาณ DTMF จากการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

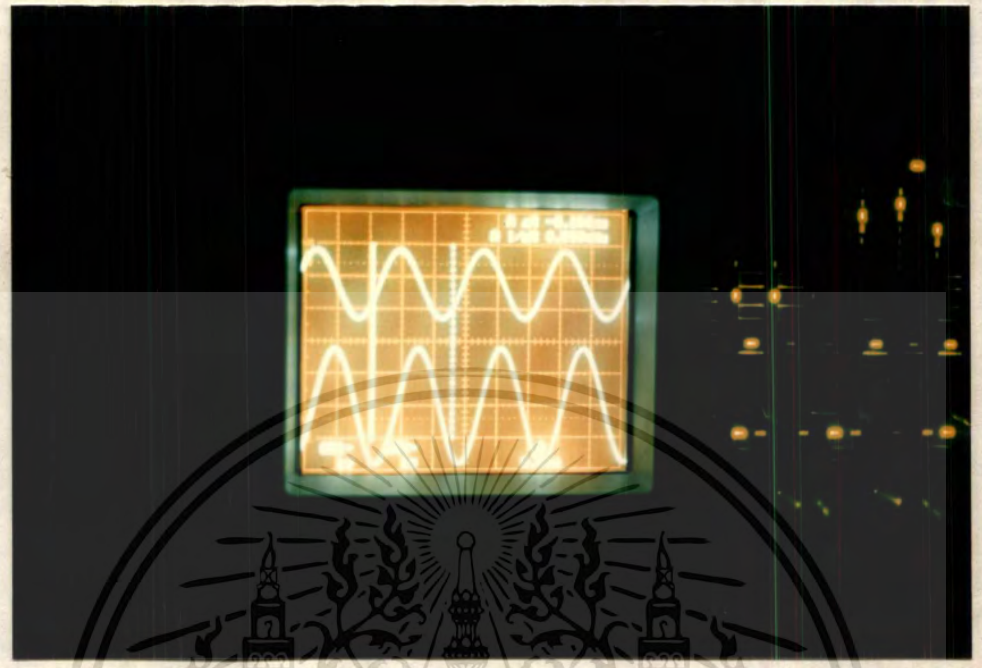


รูปที่ 4.8 วงจรส่วน TONE GENERATOR , LOW PASS FILTER EXTERNAL INTERFACE และ POWER SUPPLY

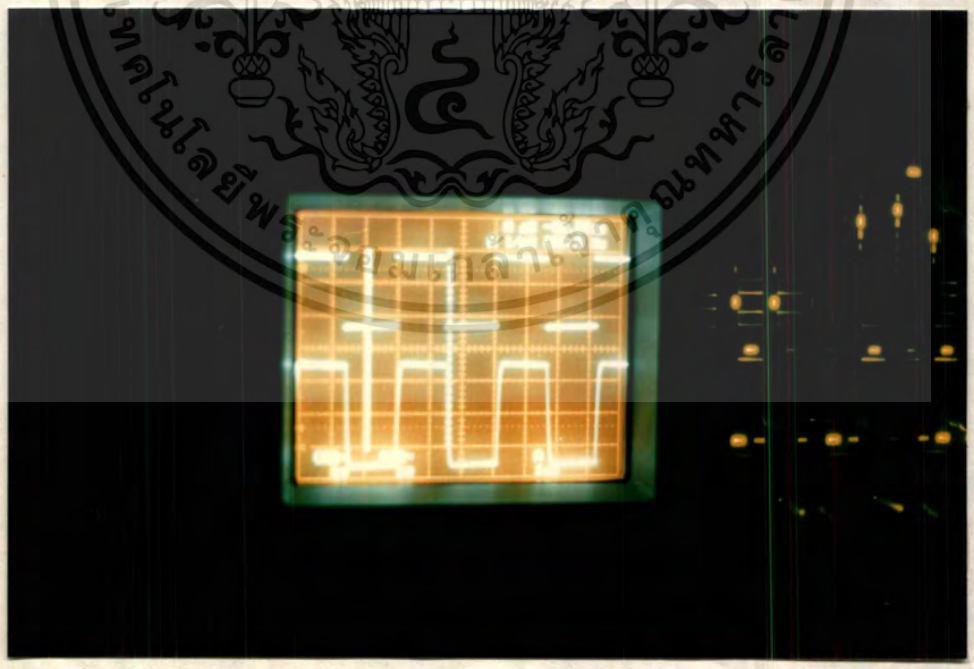


รูปที่ 4.9 วงจร SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT (SLIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

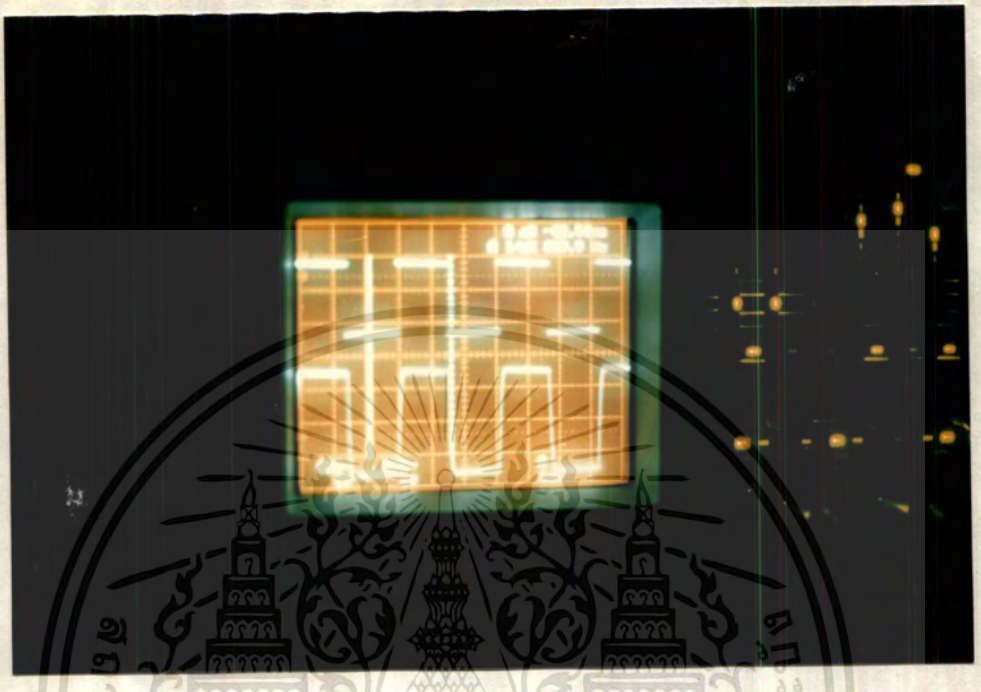


รูปที่ 4.10 สัญญาณเสียงผ่าน วงจร LOW PASS FILTER



รูปที่ 4.11 สัญญาณ TONE GENERATOR ผ่าน LOW PASS FILTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 สัญญาณ TONE GENERATOR ผ่าน วงจร HOLD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

เครื่องชุมสายสาขาอัตโนมัติที่ได้สร้างขึ้นนี้ ใช้ทางผ่านของสัญญาณเสียง (SPEECH PATH) แบบที่ใช้การมัลติเพลกซ์แบ่งช่วงเวลาการทำงานกัน (TIME DIVITION MULTIPLEX) คือใช้ช่องสัญญาณร่วมกันแต่แบ่งเวลาการใช้โดยมีคล็อก (CLOCK) เป็นสัญญาณแซมปลิ้ง (SAMPLING) ให้กับระบบ

สำหรับเครื่องชุมสายโทรศัพท์เครื่องนี้สามารถทำงานได้ตามต้องการ แต่เกิดปัญหาต่าง ๆ มาก ดังนี้

1. เสียงพูดที่ได้ยังเบาและมีสัญญาณรบกวน
2. เนื่องจากใช้ระบบ TDM การทำงานของซอฟแวร์และฮาร์แวร์ยังทำงานตขคู่กันได้ไม่ดีจึงมีสัญญาณอื่นที่ไม่ต้องการแทรกอยู่ตลอดเวลา
3. การทำงานของส่วนอนาล็อกสวิทช์มีการตัดต่อไม่ดีพอ ทำให้เกิดการแทรกช่องสัญญาณกันได้
4. ส่วนของวงจร ซับสไคร์เบอร์ ลูป อินเตอร์เฟส เซอร์กิต ตัวไอซีมีปัญหาเมื่อป้อนสัญญาณเรียกให้ ทำให้ฮุก (HOOK)ไม่ทำงานจึงต้องทำการแก้ไขในส่วนของการเขียนโปรแกรมแทน

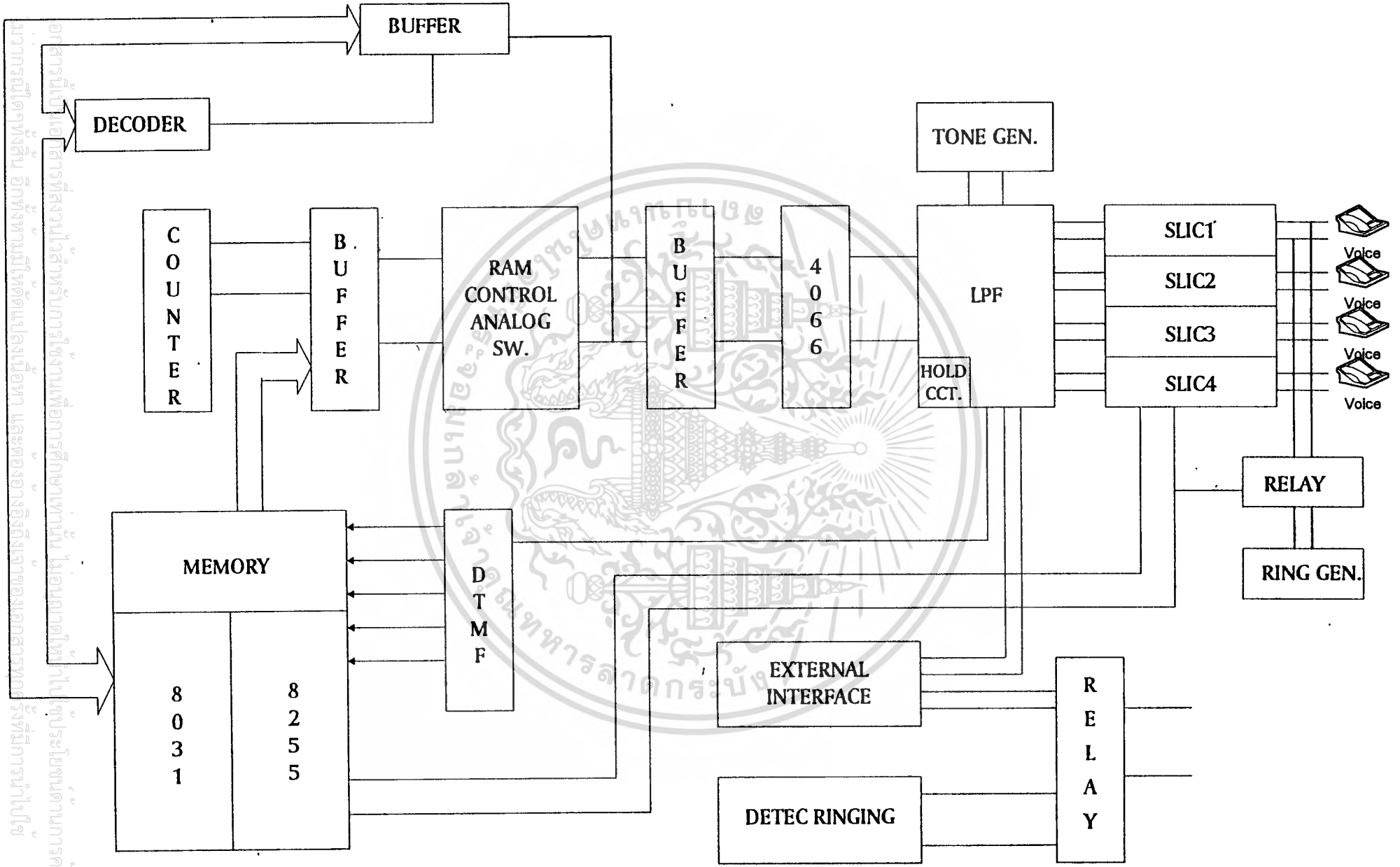
แนงทางการพัฒนา

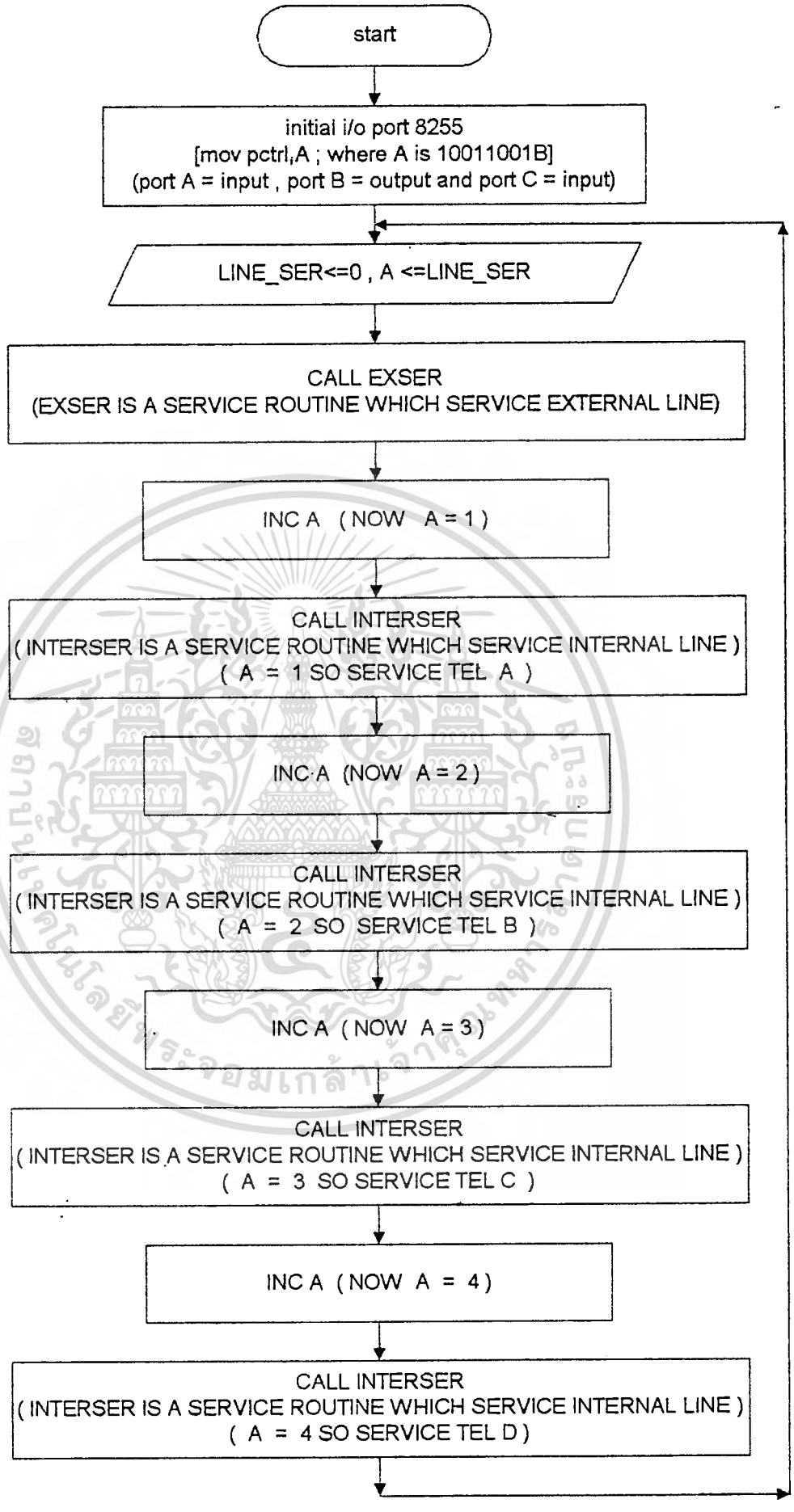
1. ส่วนของแหล่งจ่ายไฟเป็นส่วนที่กินเนื้อที่และมีน้ำหนักมาก ควรเปลี่ยนเป็น SUPPLY แบบ SWICHING จัช่วยลดขนาดและน้ำหนักลงได้มาก
2. ส่วนของการมัลติเพลกซ์ควรใช้สัญญาณคล็อกที่แน่นอนขึ้นและใช้สวิทช์ที่มีคุณภาพดีกว่าไอซีเบอร์ 4066 เพื่อทำให้ไม่มีการรบกวนกันระหว่างช่องสัญญาณ
3. ส่วนของสปีชพาร์ทควรเป็นแบบดิจิตอลเพื่อง่ายต่อการขยายช่องสัญญาณให้มากขึ้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

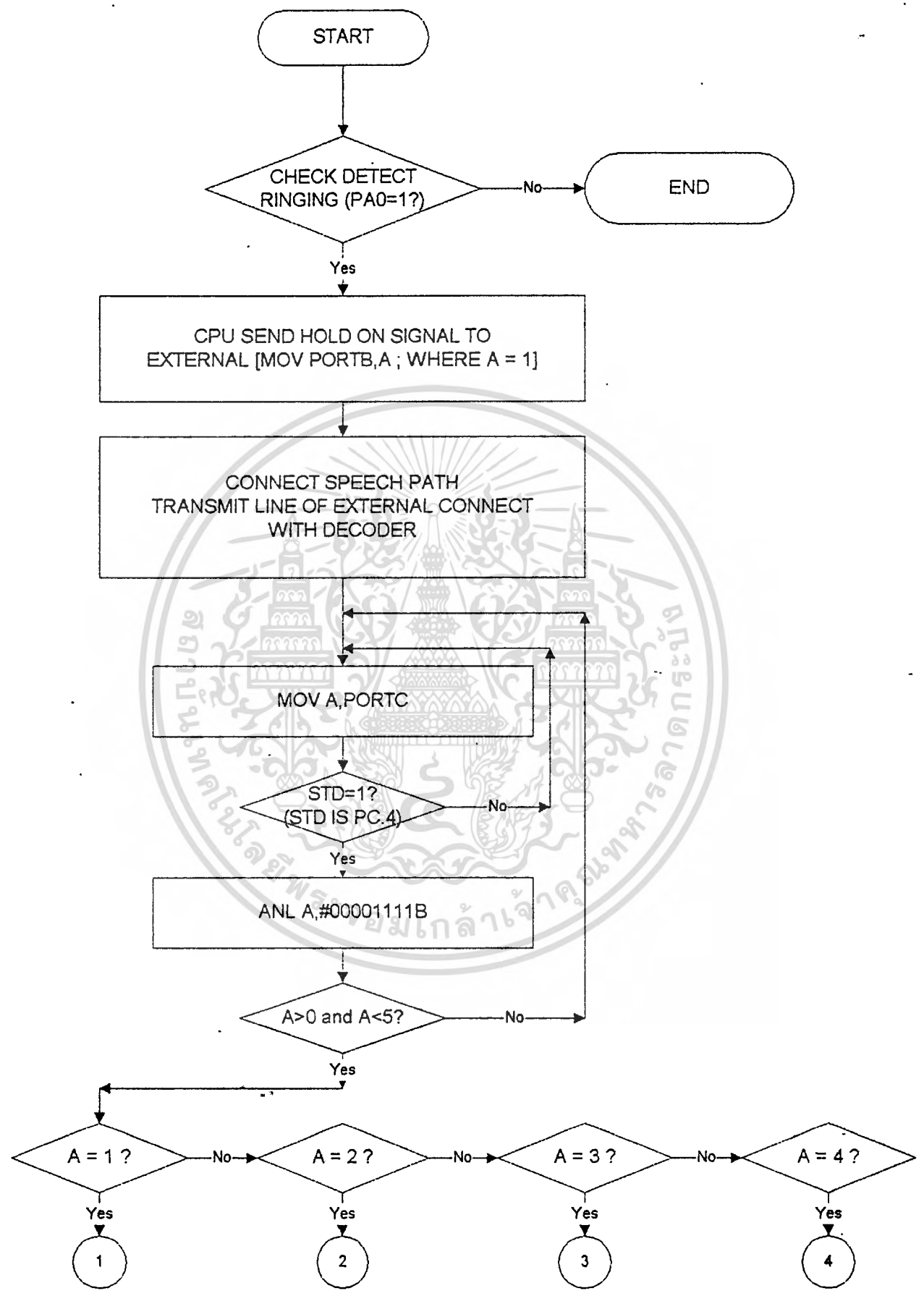
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


BUFFER
DECODER
TONE GEN.
COUNTER
B. UFFER
RAM CONTROL ANALOG SW.
BUFFER
4066
LPF
HOLD CCT.
SLIC1
SLIC2
SLIC3
SLIC4
Voice
Voice
Voice
Voice
RELAY
RING GEN.
MEMORY
8031
8255
DTMF
EXTERNAL INTERFACE
DETEC RINGING
RELAY



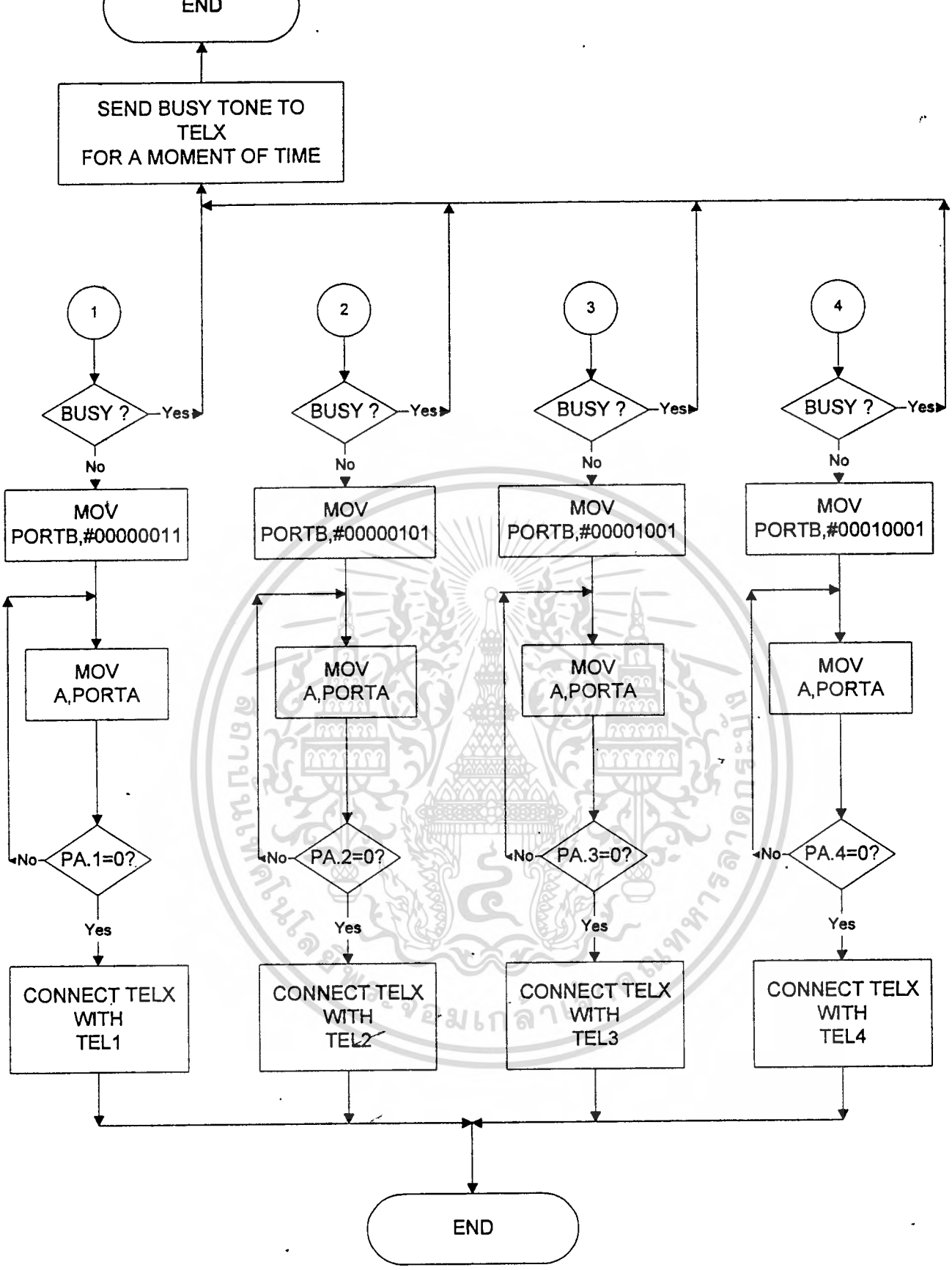
ผังงาน MAIN PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



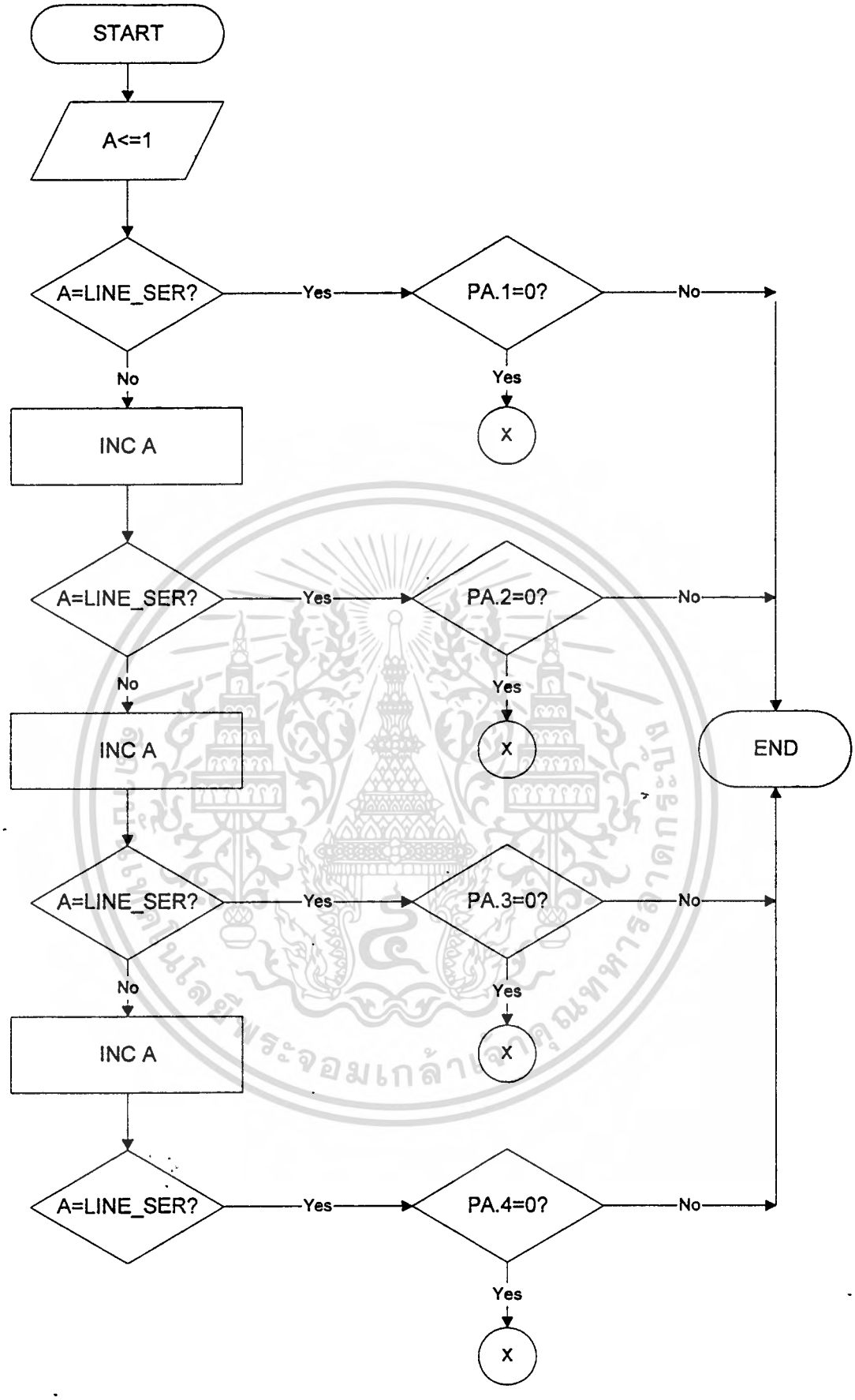
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยให้บริการสายนอก



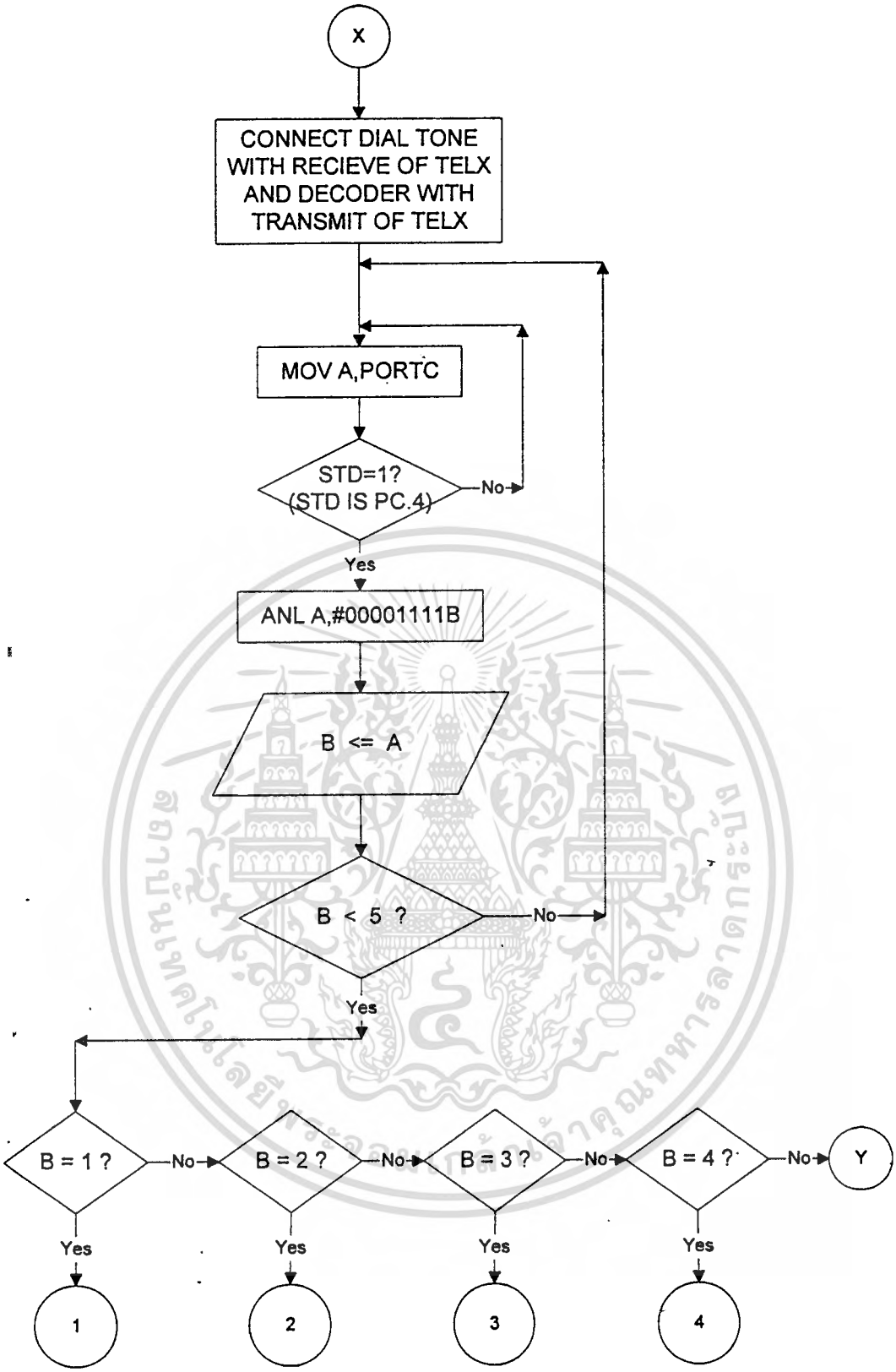
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยให้บริการสายนอก



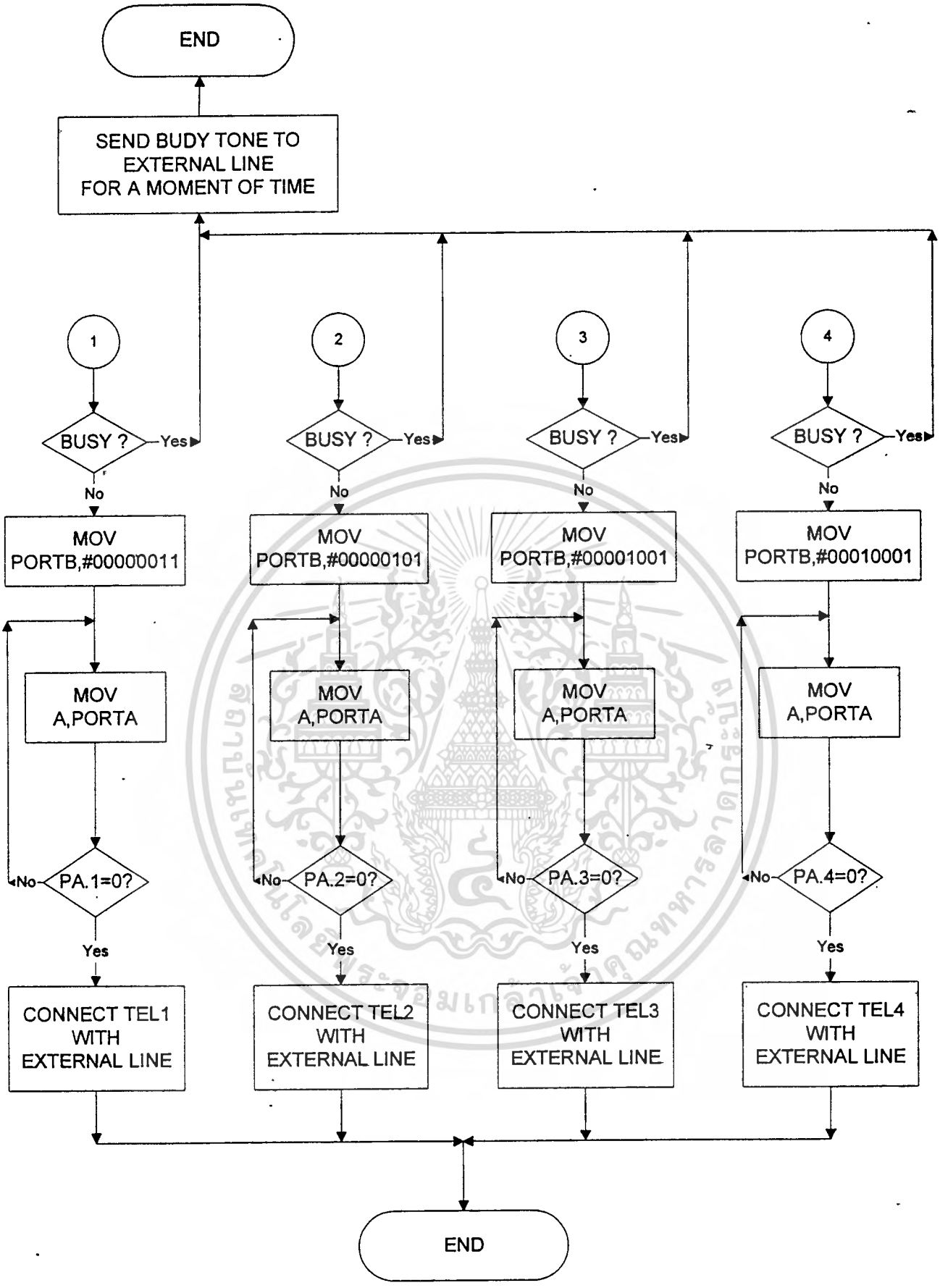
โปรแกรมย่อยให้บริการสายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



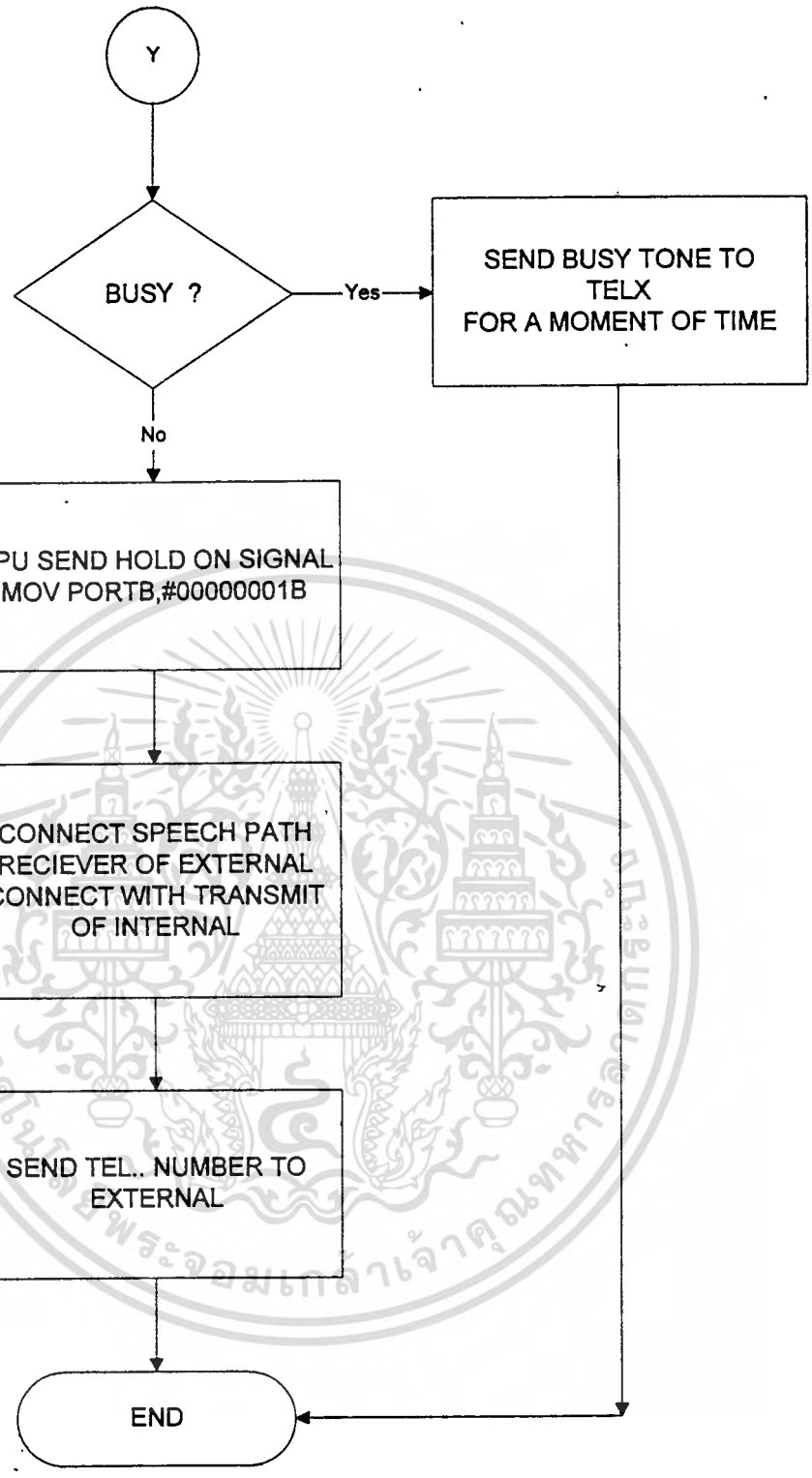
โปรแกรมย่อยให้บริการสายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมย่อยให้บริการสายใน



โปรแกรมย่อยให้บริการสายในกรณีที่สายในต้องการโทรออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;                *******  PROGRAM FOR PABX CONTROL  *******
                              ORG     0000H
                 LJMP         START
                              ORG     8000H
STRAT:
;                   *******   SET VALUE OF PARAMETER  *******
;BUFFER MEMORY IN CPU MODULE (6264)
BUFFER           EQU          0F000H
USED_BIT         EQU          0F002H
USED_CH          EQU          0F007H
DTMF_BUF         EQU          0F00CH
LINE_SER         EQU          0F00DH
E_CH             EQU          0F00EH
DES_NUM          EQU          0F00FH
OP_BUFF          EQU          0F011H
CH1_AVCH         EQU          0F000H
CH2_AVCH         EQU          0F001H

;

;PORT ADDRESS
PORTA            EQU          0FC00H
PORTB            EQU          0FC01H
PORTC            EQU          0FC02H
PCTRL            EQU          0FC03H

;

;SWITCHING MEMORY
CH_TX            EQU          0C000H
CH_RX            EQU          0C100H

;

DIAL_TX1         EQU          0C000H
DIAL_TX2         EQU          0C002H
DIAL_RX1         EQU          0C100H
DIAL_RX2         EQU          0C102H

;

BUSY_TX1         EQU          0C008H
BUSY_TX2         EQU          0C00AH
BUSY_RX1         EQU          0C108H
BUSY_RX2         EQU          0C10AH

;

RB_TX1           EQU          0C010H
RB_TX2           EQU          0C012H
RB_RX1           EQU          0C110H
RB_RX2           EQU          0C112H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;

DTMF_TX1        EQU         0C018H
DTMF_TX2        EQU         0C01AH
DTMF_RX1        EQU         0C118H
DTMF_RX2        EQU         0C11AH

;

CH1_TX1         EQU         0C020H
CH1_TX2         EQU         0C022H
CH1_RX1         EQU         0C120H
CH1_RX2         EQU         0C122H

;

CH2_TX1         EQU         0C028H
CH2_TX2         EQU         0C02AH
CH2_RX1         EQU         0C128H
CH2_RX2         EQU         0C12AH

;

;LINE ASSIGN
EX_LINE         EQU          01H
A_LINE          EQU          02H
B_LINE          EQU          04H
C_LINE          EQU          08H
D_LINE          EQU          10H

;

;TIME PRESET
T10S            EQU         0004H
T30S            EQU         0008H
T60S            EQU         0009H
;
;
;                  *******  START MAIN PROGRAM  *******

START:          NOP
                NOP
                NOP
                LCALL   DELAY10S
                LCALL   INITIAL
                LCALL   READY
;
LOOPSYS:        MOV     DPTR,#LINE_SER
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   EXSER
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   INCLINE
                LCALL   INTERSER        ;A INTERNAL SERVICE
;
                LCALL   INCLINE
                LCALL   INTERSER        ;B INTERNAL SERVICE
;
                LCALL   INCLINE
                LCALL   INTERSER        ;C INTERNAL SERVICE
;
                LCALL   INCLINE
                LCALL   INTERSER        ;D INTERNAL SERVICE
                SJMP    LOOPSYS         ;SCAN SERVICE
;                   *******  END OF MAIN PROGRAM  *******
;
;
;
;
;                   *********    READY SUB    *********
READY:          MOV     A,#80H
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY10S
                LCALL   DELAY10S
                CLR     A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;                  *********   INCLINE SUB   *********
INCLINE:        MOV     DPTR,#LINE_SER
                MOVX    A,@DPTR
                INC     A
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;                       ******   POWER SUB   ******
POWER:          MOV     R0,#0FFH
;
DELAY:          NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R0,DELAY
                RET
;
;                      ******   INITIAL SUB   ******
INITIAL:        MOV     A,#10011101B    ;CONFIGURATE PORT 8255
                MOV     DPTR,#PCTRL
                MOVX    @DPTR,A         ;PORT A = I/P
                                        ;PORT B = O/P
                                        ;PORT C = I/P
                LCALL   DELAY10S        ;DELAY  FOR 8255
                CLR     A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     DPTR,#PORTB     ;CLEAR O/P PORT
                MOVX    @DPTR,A
;
                MOV     DPTR,#BUFFER
                LCALL   CLEAR           ;CLEAR BUFFER
;
                MOV     DPTR,#CH_TX
                LCALL   CLEAR           ;CLEAR TX_SWITCHING
                                        ;MEMORY
                MOV     DPTR,#CH_RX
                LCALL   CLEAR           ;CLEAR RX_SWITCHING
                                        ;MEMORY
;
                MOV     DPTR,#0C0FFH
                LCALL   FILL_GND
                                        ;FILL GROUNDING MEMO
                                        ;TO SWITCHING MEMORY
                RET
;
;                   *******   CLEAR SUB   *******
CLEAR:          CLR     A
                MOV     R0,#00H
CLR:            MOVX    @DPTR,A
                INC     DPTR
                DJNZ    R0,CLR
                RET
;
;                   *******   FILL_GND SUB   *******
FILL_GND:       MOV     R1,#00H
                MOV     A,#11000000B
;
LOOPFG:         INC     DPTR
                INC     DPTR
                MOVX    @DPTR,A
                DJNZ    R1,LOOPFG
                RET
;
;
;
;                   ******   INTERSER SUBOUTINE   *******
INTERSER:       LCALL   RET_E
                LCALL   HOOK_DET        ;CHECK OF HOOKSWITCH
                JNB     ACC.1,CLR_TALK
                LCALL   RET_E
                LCALL   USED_CHK
                LCALL   RET_E
                LCALL   DIAL
                LJMP    DD
;
CLR_TALK:       LCALL   RET_E
                LCALL   USED_CHK
                LCALL   CLR_PATH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LJMP    ENDINT
;
;                   ******   RET_E SUB   ******
RET_E:          MOV     DPTR,#LINE_SER
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A
                RET
;
;                   ******   USED_CHK   ******
USED_CHK:       MOV     DPTR,#USED_CHK
                MOV     A,DPL
                ADD     A,R4
                MOV     DPL,A           ;DPTR = USED_BIT+R4
                MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                RET
;
;                   ******   HOOK_DET SUB   ******
HOOK_DET:       MOV     DPTR,#PORTA
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R3,A
                MOV     A,#01H          ;CHECK HOOKSWITCH OF A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      HA
                MOV     A,#01H
                MOV     PSW,R6
                INC     A               ;CHECK HOOKSWITCH OF B
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      HB
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     A               ;CHECK HOOKSWITCH OF C
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      HC
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
;
HD:             MOV     A,R3            ;CHECK HOOKSWITCH OF D
                CPL     ACC.4
                RR      A
                RR      A
                RR      A
                SJMP    ENDH
;
HC:             MOV     A,R3
                CPL     ACC.3
                RR      A
                RR      A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    ENDH
;
HB:             MOV     A,R3
                CPL     ACC.2
                RR      A
                SJMP    ENDH
;
HA:             MOV     A,R3
                CPL     ACC.1
;
ENDH:           RET
;
;                   ******   CLR_PATH SUB  ******
;           ***   CLEAR PATH SPEECH IN SWITCHING MEMORY    ***
CLR_PATH:       LCALL   RET_E
                LCALL   CLR_USED  ;CLEAR USED_BIT OF LINESER
                LCALL   RET_E
                LCALL   CLR_CHUS        ;CLEAR USED_CHANNEL OF E
                MOV     DPTR,#E_CH
                MOV     A,R3
                MOVX    @DPTR,A         ;D=USED_CH OF OLD E
                MOV     A,#01H
                CJNE    R3,#01H,CC2
;
CC1:            MOV     DPTR,#CH1_TX1   ;CLEAR SWITCHING MEMORY
                                        ;CHANNEL ONE
                CLR     A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH1_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH1_RX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH1_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH1_AVCH  ;CLEAR AVAILABLE CHANNEL
                                        ;ONE
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    RET_D
;
CC2:            MOV     DPTR,#CH2_TX1   ;CLEAR SWITCHING MEMORY
                                        ;CHANNEL TWO
                CLR     A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH2_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH2_RX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH2_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH2_AVCH    ;CLAER AVAILABLE
                                          ; CHANNEL TWO
                MOVX    @DPTR,A
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;
RET_D:          MOV     DPTR,#E_CH      ;CLEAR USED_BIT AND USE
                MOVX    A,@DPTR         ;CHANNEL OF PAIRED LINE
                MOV     DPTR,#USED_CH
                MOV     R0,#80H
                MOV     R1,#02H
;
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                MOV     R7,A
                SUBB    A,R5
                JZ      HOLD_OFF
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     R1              ;A
                INC     DPTR
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                MOV     A,R7
                SUBB    A,R5
                JZ      PAIR_CLR
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     R1              ;B
                INC     DPTR
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                MOV     A,R7
                SUBB    A,R5
                JZ      PAIR_CLR
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     R1              ;C
                INC     DPTR
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R5,A
                MOV     A,R7
                SUBB    A,R5
                JZ      PAIR_CLR
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     R1
                INC     DPTR
                SJMP    PAIR_CLR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
HOLD_OFF:       CLR     A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
;
                PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    @DPTR,A
                POP     DPH
                POP     DPL
                SJMP    PAIR_CLR
;
PAIR_CLR:       CLR     A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R2,DPL
                MOV     R3,DPH
                MOV     DPL,R0
                MOV     DPH,R1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPL,R2
                MOV     DPH,R3
;
ENDC_PAT:       RET
;
;               *****   CLR_USED SUB    *****
CLR_USED:       MOV     DPTR,#USED_BIT  ;CLEAR USED_BIT OF R4
                MOV     A,DPL
                ADD     A,R4
                MOV     DPL,A
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               *****   CLR_CHUS SUB    *****
CLR_CHUS:       MOV     DPTR,#USED_CH   ;CLEAR CHANNEL OF R4
                MOV     A,DPL
                ADD     A,R4
                MOV     DPL,A
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R3,A
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               *****   DIAL SUB    *****
DIAL:           MOV     R2,#20H
                MOV     DPTR,#DIAL_TX1
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DIAL_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     A               ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SUBB    A,R4
                JZ      DIAL_EX
                MOV     PSW,R6
                CLR     A
                INC     A               ;A = 01H
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DIAL_A
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     A               ;A = 02H
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DIAL_B
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
                INC     A               ;A = 03H
                MOV     R7,A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DIAL_C
                MOV     A,R7
                MOV     PSW,R6
;
DIAL_D:         MOV     R2,#D_LINE
                SJMP    ENDSD
;
DIAL_C:         MOV     R2,#C_LINE
                SJMP    ENDSD
;
DIAL_B:         MOV     R2,#B_LINE
                SJMP    ENDSD
;
DIAL_A:         MOV     R2,#A_LINE
                SJMP    ENDSD
;
DIAL_EX:        MOV     R2,#EX_LINE
;
ENDSD:          MOV     DPTR,#DIAL_RX1
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DIAL_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               *******   DD   *******
DD:             LCALL   RET_E
                LCALL   DTMF_IN
;
DHLD:           MOV     DPTR,#T30S
                DEC     DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,DPL
                CJNE    A,#0FFH,DBCD
                DEC     DPH
;
DBCD:           MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH
                DEC     R1
                CJNE    R1,#0FFH,CONT
                DEC     R0
;
CONT:           MOV     DPTR,#PORTC
                MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.4
                JNB     ACC.4,EE
                PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   RET_E
                LCALL   HOOK_DET
                POP     DPH
                POP     DPL
                JNB     ACC.1,FXF
                MOV     A,B
                ORL     A,R1
                JNZ     DBCD
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLD
                LJMP    FF
;               *******   DTMF_IN   *******
DTMF_IN:        MOV     R1,#20H
                MOV     DPTR,#DTMF_RX1
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DTMF_RX2
                CLR     A                   ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DTMF_EX
                CLR     A
                MOV     R6,PSW
                INC     A                   ;A = 01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DTMF_A
                MOV     A,#01H
                MOV     PSW,R6
                INC     A                   ;A = 02H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DTMF_B
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#02H
                INC     A                   ;A = 03H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      DTMF_C
                MOV     A,#03H
                MOV     PSW,R6
;
DTMF_D:         MOV     R1,D_LINE
                SJMP    END_DTMF
;
DTMF_C:         MOV     R1,C_LINE
                SJMP    END_DTMF
;
DTMF_B:         MOV     R1,B_LINE
                SJMP    END_DTMF
;
DTMF_A:         MOV     R1,A_LINE
                SJMP    END_DTMF
;
DTMF_EX:        MOV     R1,EX_LINE
;
END_DTMF:       MOV     DPTR,#DTMF_TX1
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DTMF_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET

;
;               ******   FXF   ******
FXF:            LCALL   STOPDIAL
                LCALL   STOPDTMF
                LJMP    ENDINT
;
;               *******   EE   *******
EE:             LCALL   STOPDTMF
                LCALL   STOPDIAL
                MOV     DPTR,#PORTC
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     B,#00001111B
                ANL     A,B
                MOV     DPTR,#DTMF_BUF  ;TAKE NUMBER TO BUFFER
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     B,#0AH
                MOV     R6,A
                SUBB    A,B
                SJMP    GG              ;CHECK INPUT NUMBER FOR 0
;
;               ******   STOPDTMF SUB   ******
STOPDTMF:       CLR     A
                MOV     DPTR,#DTMF_TX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DTMF_TX2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DTMF_RX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DTMF_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               ******   STOPDIAL SUB   ******
STOPDIAL:       CLR     A
                MOV     DPTR,#DIAL_TX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DIAL_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DIAL_RX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#DIAL_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               ******   FF   ******
FF:             LCALL   STOPDIAL
                LCALL   STOPDTMF
                SJMP    II
;
;               ******   GG   ******
GG:             JZ      HH
                MOV     A,R6
                MOV     DPTR,#DTMF_BUF
                MOV     A,B
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     B,A             ;B = DTMF
                MOV     A,#4            ;A IS ASSIGNED TO BE = 4
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,B
                JC      II
                MOV     A,#4
                MOV     PSW,R6
                MOV     DPTR,#DTMF_BUF
                MOVX    A,@DPTR
                LCALL   RET_E
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                MOV     PSW,R6
                LJMP    JJ
;
;               ******   HH   ******
HH:             MOV     R4,#00H
                LCALL   USED_CHK
                JNZ     II
                LJMP    LL
;
;               ******   II   ******
II:             LCALL   RET_E
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL   BUSY
                MOV     DPTR,#T30S
;
DHLI:           DEC     DPL
                MOV     A,DPL
                CJNE    A,#0FFH,CONT1
                DEC     DPH
;
CONT1:          MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH
;
DBCI:           DEC     R1
                CJNE    R1,#0FFH,CONT2
                DEC     R0
CONT2:          PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   RET_E
                LCALL   HOOK_DET
                POP     DPH
                POP     DPL
                JNZ     ST_BUSY
                MOV     A,B
                ORL     A,R1
                JNZ     DBCI
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLI
;
ST_BUSY:        LCALL   STOPBUSY
                LJMP    ENDINT          ;END OF PATH II
;
;               ******   STOPBUSY SUB   ******
STOPBUSY:       MOV     DPTR,#BUSY_TX1
                CLR     A
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#BUSY_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#BUSY_RX1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#BUSY_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               ******   BUSY SUB   ******
BUSY:           MOV     R1,#01000000B
                MOV     DPTR,#BUSY_TX1
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#BUSY_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     A
                MOV     R1,PSW
                SUBB    A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JZ      BUSY_EX
                CLR     A
                MOV     PSW,R6
                INC     A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      BUSY_A
                MOV     A,#01H
                MOV     PSW,R6
                INC     A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      BUSY_B
                MOV     A,#02H
                MOV     PSW,R6
                INC     A
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      BUSY_C
                MOV     A,#03H
                MOV     PSW,R6
;
BUSY_D:         MOV     R1,D_LINE
                SJMP    ENDBUSY
;
BUSY_C:         MOV     R1,C_LINE
                SJMP    ENDBUSY
;
BUSY_B:         MOV     R1,B_LINE
                SJMP    ENDBUSY
;
BUSY_A:         MOV     R1,A_LINE
                SJMP    ENDBUSY
;
BUSY_EX:        MOV     R1,EX_LINE
;
ENDBUSY:        MOV     DPTR,#BUSY_RX1
                MOV     A,R1
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#BUSY_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               ******   JJ   ******
JJ:             JZ        TO_II
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   HOOK_DET
                JB        ACC.1,TO_II
                SJMP    KK

TO_II:          AJMP    II
;
;               ******   KK   ******
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KK:             LCALL   RET_DTMF
                LCALL   RING
                LCALL   RET_E
                LCALL   RINGBACK
                MOV     DPTR,#T60S
;
DHLK:           DEC     DPL
                MOV     A,DPL
                CJNE    A,#0FFH,CONT6
                DEC     DPH
CONT6:          MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH
;
DBCK:           DEC     R1
                CJNE    R1,#0FFH,CONT7
                DEC     R0
CONT7:          PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   RET_E
                LCALL   HOOK_DET
                POP     DPH
                POP     DPL
                JNZ     SR
                PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   HOOK_DET
                POP     DPH
                POP     DPL
                JZ      ST_RING
                MOV     A,B
                ORL     A,R1
                JNZ     DBCK
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLK
SR:             LCALL   STOPRING
                LCALL   STOPRB
                LJMP    ENDINT
;
ST_RING:        LCALL   STOPRING
                LCALL   STOPRB
                LJMP    MM
;
;               ******   RET_DTMF   ******
RET_DTMF:       MOV     DPTR,#DTMF_BUF
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R4,A
                RET
;
;               ******   RING SUB   ******
RING:           MOV     A,#01H
                SUBB    A,R4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JZ      RING_A
                MOV     A,#01H
                INC     A
                SUBB    A,R4
                JZ      RING_B
                MOV     A,#02H
                INC     A
                SUBB    A,R4
                JZ      RING_C
                MOV     A,#03H
;
RING_D:         MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOV     A,R6
                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.4
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    ENDRING
;
RING_C:         MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.3
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    ENDRING
;
RING_B:         MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.2
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    ENDRING
;
RING_A:         MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    A,@DPTR
                SETB    ACC.1
                MOVX    @DPTR,A
;
ENDRING:        MOVX    A,@DPTR
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   DELAY10S            ;DELAY 10 SEC
                RET
;
;
;               ******   RINGBACK SUB  ******
RINGBACK:       MOV     R2,#10000000B
                MOV     DPTR,#RB_TX1
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#RB_TX2
                MOVX    @DPTR,A
                CLR     A                   ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      RB_EX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     PSW,R6
                CLR     A
                INC     A               ;A = 01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      RB_A
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#01H
                INC     A               ;A = 02H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      RB_B
                MOV     A,#02H
                MOV     PSW,R6
                INC     A               ;A = 03H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      RB_C
                MOV     R6,PSW
                MOV     A,#03H
;
RB_D:           MOV     R2,D_LINE
                SJMP    ENDRB
;
RB_C:           MOV     R2,C_LINE
                SJMP    ENDRB
;
RB_B:           MOV     R2,B_LINE
                SJMP    ENDRB
;
RB_A:           MOV     R2,A_LINE
                SJMP    ENDRB
;
RB_EX:          MOV     R2,EX_LINE
;
ENDRB:          MOV     DPTR,#RB_RX1
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#RB_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               ******  STOPRING SUB    ******
STOPRING:       MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     R7,A
                MOV     A,#00000001B
                ANL     A,R7
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
;                ******   STOPRB SUB    ******
;            ******   STOKP SENDING RING BACK   ******
STOPRB:          CLR     A
                 MOV     DPTR,#RB_TX1
                 MOVX    @DPTR,A
                 MOV     DPTR,#RB_TX2
                 MOVX    @DPTR,A
                 MOV     DPTR,#RB_RX1
                 MOVX    @DPTR,A
                 MOV     DPTR,#RB_RX2
                 MOVX    @DPTR,A
                 RET
;
;                ******   LL    ******
LL:              MOV     DPTR,#DTMF_BUF
                 MOV     A,#00H
                 MOVX    @DPTR,A
                 LCALL   SET_PATH
                 LJMP    ENDINT
;
;                ******   SET_PATH SUB    ******
SET_PATH:        MOV     DPTR,#CH1_AVCH
                 MOV     R6,PSW
                 MOVX    A,@DPTR
                 MOV     R7,A
                 CLR     A
                 SUBB    A,R7
                 JNZ     CH2
                 CLR     A
                 MOV     PSW,R6
;
CH1:             MOV     A,#01H
                 MOVX    @DPTR,A          ;SET FOR USING CH1
                 MOV     B,#01H
                 SJMP    NEXT
;
CH2:             INC     DPTR             ;SET FOR USING CH2
                 MOV     A,#01H
                 MOVX    @DPTR,A
                 MOV     B,#02H
;
NEXT:            LCALL   RET_E            ;SET USE BIT OF E AND X
                 LCALL   SET_USED
                 LCALL   RET_DTMF
                 LCALL   SET_USED
;
                 LCALL   RET_E         ;SET USE CHANNEL OF E AND X
                 LCALL   SETCHUSE
                 LCALL   RET_DTMF
                 LCALL   SETCHUSE
;
                 MOV     A,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,B
                JNZ     C2
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#01H
;
C1:             LCALL   RET_E
                CLR     A               ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_EX
                MOV     PSW,R6
                CLR     A
                INC     A               ;A = 01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_A
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#01H
                INC     A               ;A = 02H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_B
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#02H
                INC     A               ;A = 03H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_C
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#03H
;
SW1_D:          MOV     R2,D_LINE
                SJMP    SW1_E
;
SW1_C:          MOV     R2,C_LINE
                SJMP    SW1_E
;
SW1_B:          MOV     R2,B_LINE
                SJMP    SW1_E
;
SW1_A:          MOV     R2,A_LINE
                SJMP    SW1_E
;
SW1_EX:         MOV     R2,EX_LINE
;
SW1_E:          MOV     DPTR,#CH1_TX1
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH1_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    PAUSE1
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
C2:             LCALL   RET_E
                CLR     A               ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_EX
                MOV     PSW,R6
                CLR     A
                INC     A               ;A = 01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_A
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#01H
                INC     A               ;A = 02H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_B
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#02H
                INC     A               ;A = 03H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_C
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#03H
;
SW2_D:          MOV     R2,D_LINE
                SJMP    SW2_E
;
SW2_C:          MOV     R2,C_LINE
                SJMP    SW2_E
;
SW2_B:          MOV     R2,B_LINE
                SJMP    SW2_E
;
SW2_A:          MOV     C,A_LINE
                SJMP    SW2_E
;
SW2_EX:         MOV     R2,EX_LINE
;
SW2_E:          MOV     DPTR,#CH2_TX1
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH2_RX2
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    PAUSE2
;
PAUSE1:         LCALL   RET_DTMF
                CLR     A               ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_X_EX
                MOV     PSW,R6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     A
                INC     A               ;A = 01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_X_A
                MOV     PSW,R6
                CLR     A
                MOV     A,#01H
                INC     A               ;A = 02H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_X_B
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#02H
                INC     A               ;A = 03H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW1_X_C
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#03H
;
SW1_X_D:        MOV     R2,D_LINE
                SJMP    SW1X
;
SW1_X_C:        MOV     R2,C_LINE
                SJMP    SW1X
;
SW1_X_B:        MOV     R2,B_LINE
                SJMP    SW1X
;
SW1_X_A:        MOV     R2,A_LINE
                SJMP    SW1X
;
SW1_X_EX:       MOV     R2,EX_LINE
                MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOV     A,#00000001B
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
;
SW1X:           MOV     DPTR,#CH1_TX2
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH1_RX1
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    END_SWIT
;
PAUSE2:         LCALL   RET_DTMF
                CLR     A               ;A = 00H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_X_EX
                MOV     PSW,R6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     A
                INC     A               ;A = 01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_X_A
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#01H
                INC     A               ;A = 02H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_X_B
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#02H
                INC     A               ;A = 03H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JZ      SW2_X_C
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#03H
;
SW2_X_D:        MOV     R2,D_LINE
                SJMP    SW2X
;
SW2_X_C:        MOV     R2,C_LINE
                SJMP    SW2X
;
SW2_X_B:        MOV     R2,B_LINE
                SJMP    SW2X
;
SW2_X_A:        MOV     R2,A_LINE
                SJMP    SW2X
;
SW2_X_EX:       MOV     R2,EX_LINE
                MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOV     A,#00000001B
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
;
SW2X:           MOV     DPTR,#CH2_TX2
                MOV     A,R2
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#CH2_RX1
                MOVX    @DPTR,A
;
END_SWIT:       RET
;
;               ******   SET_USED SUB   ******
SET_USED:       MOV     DPTR,#USED_BIT
                MOV     A,DPL
                ADD     A,R4
                MOV     DPL,A
                MOV     A,#01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOVX    @DPTR,A
                RET
;
;               ******   SETCHUSE SUB    ******
SETCHUSE:       MOV     DPTR,#USED_CH
                MOV     A,DPL
                ADD     A,R4
                MOV     DPL,A
                MOV     A,B
                MOVX    @DPTR,A          ;B IS CHANNEL
                RET
;
;               *******   MM    *******
MM:             LCALL   SET_PATH
;
ENDINT:         RET
;
;         ****   EXTERNAL SERVICE SUBROUTINE    ****
;               *******   EXSER SUB    *******
EXSER:          MOV     DPTR,#USED_BIT
                MOV     R7,A
                MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                JNB     ACC.0,TO_ENDEXSER
                MOV     DPTR,#PORTA
                MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                JB      ACC.0,TO_ENDEXSER
                MOV     DPTR,#CH1_AVCH
                MOV     A,R7
                MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                JB      ACC.0,TALK
TO_ENDEXSER:    LJMP    ENDEXSER
;
END_TALK:       LCALL   DELAY10S
                SJMP    OO
;
TALK:           LCALL   DELAY10S
                SJMP    PP
;
;               ****   DELAY10S   ****
DELAY10S:       MOV     DPTR,#04H

DHLN:           DEC     DPL
                MOV     A,DPL
                CJNE    A,#0FFH,CONT5
                DEC     DPH

CONT5:          MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH

DBCN:           DEC     R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    R1,#0FFH,TO_ORL
                DEC     R0

TO_ORL:         MOV     A,R0
                ORL     A,R1
                JNZ     DBCN
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLN
                RET
;               *******   OO   *******
OO:             MOV     A,#00000001B    ;DELAY 10 SEC
                MOV     DPTR,#OP_BUFF   ;AND THEN HOLD LINE
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   RET_E
                LCALL   BUSY
                LCALL   DELAY10S
                LCALL   STOPBUSY
                CLR     A
                MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                LJMP    ENDEXSER
;
;               *******   PP   *******
PP:             MOV     A,#00000001B    ;HOLD LINE
                MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                LCALL   RET_E
                LCALL   DTMF_IN         ;RECIEVE  DTMF FROM EX_LINE
                LJMP    RR
;
;               *******   QQ   *******
QQ:             MOV     DPTR,#DES_NUM   ;ASSIGN DES_NUM = 00H
                MOV     A,#00H
                MOVX    @DPTR,A
;
FIND_EX:        LCALL   CHECK_UN    ;CHECK UNUSED INTERNAL LINE
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   HOOK_DET
                JB      ACC.1,TO_TT
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   RING
                MOV     DPTR,#T60S
TO_TT:          LJMP    TT
;
DHLQ:           DEC     DPL
                MOV     A,DPL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#0FFH,CONT3
                DEC     DPH
CONT3:          MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH
;
DBCQ:           DEC     R1
                CJNE    R1,#0FFH,CONT4
                DEC     R0
CONT4:          PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   HOOK_DET
                POP     DPH
                POP     DPL
                JB      ACC.1,TO_YY
                MOV     A,B
                ORL     A,B
                JNZ     DBCQ
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLQ
                LJMP    TT
TO_YY:          LJMP    YY
;
;               *****   CHECK_UN SUB    *****
CHECK_UN:       MOV     DPTR,#DES_NUM
                MOVX     A,@DPTR
                MOV     R4,A
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     DPTR,#USED_BIT
                INC     DPTR
                MOV     A,#01H
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JNZ     CHE_A
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#01H
                SJMP    NOT_A
;
CHE_A:          MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                JNB     ACC.0,NOT_A
                MOV     R4,A
                SJMP    ASS_DTMF
;
NOT_A:          MOV     A,#01H
                INC     A
                INC     DPTR
                MOV     R6,PSW
                SUBB    A,R4
                JNZ     CHE_B
                MOV     A,#02H
                MOV     PSW,R6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    NOT_B
;
CHE_B:          MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                JNB     ACC.0,NOT_B
                SJMP    ASS_DTMF
;
NOT_B:          MOV     A,#02H
                INC     A
                INC     DPTR
                MOV     R7,PSW
                SUBB    A,R4
                JNZ     CHE_C
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#03H
                SJMP    NOT_C
;
CHE_C:          MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.0
                JNB     ACC.0,NOT_C
                MOV     R4,A
                SJMP    ASS_DTMF
;
NOT_C:          MOV     R4,#04H
;
ASS_DTMF:       MOV     DPTR,#DTMF_BUF
                MOV     R6,A
                MOV     A,R4
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,R6
                RET
;
;               ******   RR    ******
RR:             MOV     DPTR,#T30S
;
DHLR:           DEC     DPL
                MOV     A,DPL
                CJNE    A,#0FFH,CONT8
                DEC     DPH
;
CONT8:          MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH
;
DBCR:           DEC     R1
                CJNE    R1,#0FFH,CONT9
                DEC     R0
;
CONT9:          MOV     DPTR,#PORTC
                MOVX    A,@DPTR
                CPL     ACC.4
                JNB     ACC.4,SS
                MOV     A,R0
                ORL     A,R1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JNZ     DBCR
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLR
                LCALL   STOPDTMF
                MOV     R4,#00H
                LCALL   RINGBACK
                LJMP    QQ
;
;                  ******   SS   ******
SS:             LCALL   STOPDTMF
                MOV     DPTR,#PORTC
                MOVX    A,@DPTR
                MOV     B,#00001111B
                ANL     A,B
                MOV     DPTR,#DTMF_BUF  ;GET NUMBER
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     R4,#00H  ;SEND RINGBACK TO EXTERNAL LINE
                LCALL   RINGBACK
                MOV     DPTR,#DTMF_BUF
                MOVX    A,@DPTR ;CHECK IF THIS NUMBER LESS THAN 5
                MOV     B,A
                MOV     A,#4
                MOV     R7,PSW
                SUBB    A,B
                JC      TO_QQ
                MOV     PSW,R6
                MOV     A,#4
                SJMP    UU
TO_QQ:          LJMP    QQ
;
;                  ******   TT   ******
TT:             LCALL   RET_DTMF
                LCALL   STOPRING
                MOV     R4,#00H
                CLR     A
                MOV     DPTR,#PORTB
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     DPTR,#OP_BUFF
                MOVX    @DPTR,A
                SJMP    ENDEXSER
;
;                  ******   UU   ******
UU:             LCALL   RET_DTMF
                LCALL   USED_CHK
                JNB     ACC.0,TELL_DES
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   HOOK_DET
                JB      ACC.1,TELL_DES
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   RING
                SJMP    WW
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TELL_DES:       LCALL   RET_DTMF
                MOV     DPTR,#DES_NUM
                MOV     R6,A
                MOV     A,R4
                MOVX    @DPTR,A
                MOV     A,R6
                LJMP    FIND_EX
;
;               ******   VV   ******
VV:             LCALL   STOPRING
                LCALL   STOPRB
                LCALL   SET_PATH
                SJMP    ENDEXSER
;
;               ******   WW   ******
WW:             MOV     DPTR,#T60S
;
DHLW:           DEC     DPL
                MOV     A,DPL
                CJNE    A,#0FFH,CONT10
                DEC     DPH
;
CONT10:         MOV     R0,#0FFH
                MOV     R1,#0FFH
;
DBCW:           DEC     R1
                CJNE    R1,#0FFH,CONT11
                DEC     R0
;
CONT11:         PUSH    DPL
                PUSH    DPH
                LCALL   RET_DTMF
                LCALL   HOOK_DET
                POP     DPH
                POP     DPL
                JZ      VV
                MOV     A,B
                ORL     A,R2
                JNZ     DBCW
                MOV     A,DPH
                ORL     A,DPL
                JNZ     DHLW
                SJMP    TT
;
;               ******   YY   ******
YY:             LCALL   STOPRING
                LCALL   STOPRB
                LCALL   SET_PATH
;
ENDEXSER:       RET             ;END OF EXTERNAL SERVICE END
;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC34014

Product Preview

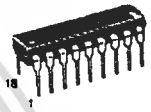
TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

The MC34014 is a Telephone Speech Network integrated circuit which incorporates adjustable transmit, receive, and sidetone functions, line interface circuit, dialer interface, and a regulated output voltage for a dialer circuit. It includes an equalization circuit to compensate for various line lengths and the conversion from 2-to-4 wire is accomplished with line voltages as low as 1.4 volts. It is packaged in a standard 18-pin (0.3" wide) plastic DIP.

- Adjustable Transmit, Receive and Sidetone Gains
- Loop Length Equalization for Transmit and Receive
- Compatible with 150–300 Ohm Receivers
- Operates Down to 1.4 Volts (V+) in Speech Mode
- Operates Down to 8.0 mA Loop Current in DTMF Mode
- Provides Adjustable, Regulated Voltage for CMOS Dialers
- Speech Amplifiers Muted During Dialing (Tone or Pulse)
- DTMF Output Level Adjustable with a Single Resistor
- Compatible with 2-Terminal Electret Microphones

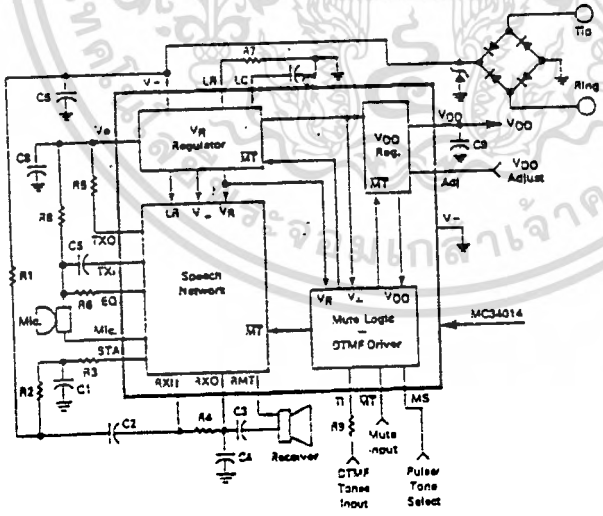
TELEPHONE SPEECH NETWORK WITH DIALER INTERFACE

SILICON MONOLITHIC INTEGRATED CIRCUIT



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707-02

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



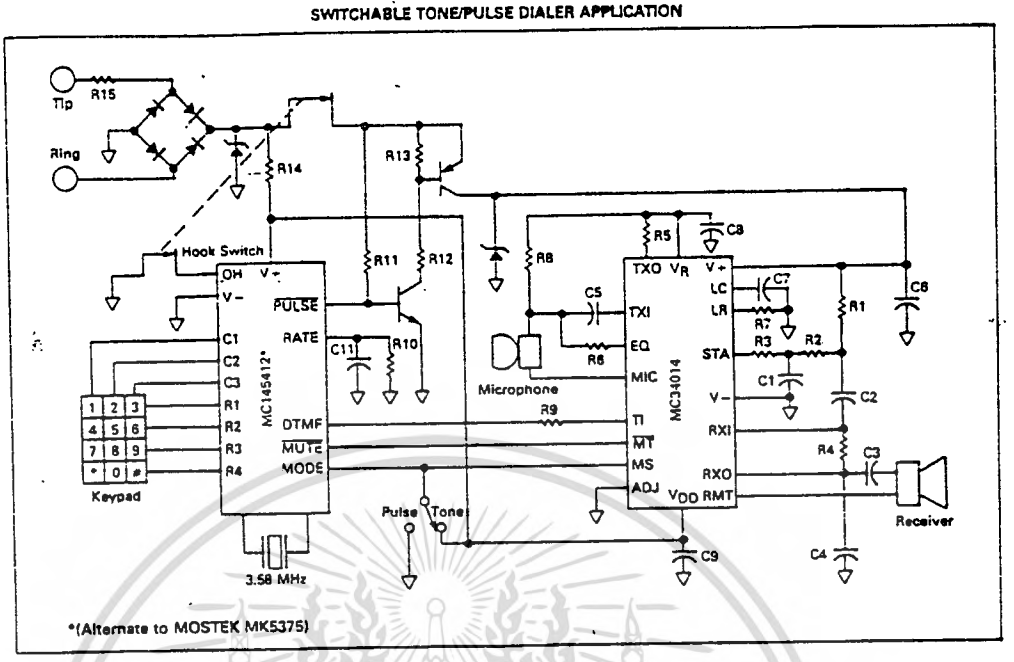
PIN DESCRIPTION

V+	— Voltage input from the Tip and Ring lines.
Vr	— 1.2 volt regulated output for the speech network.
TXO	— Transmit amplifier output.
TXI	— Transmit amplifier input.
EQ	— Transmit/Receive equalization pin.
MIC	— Microphone mute/activate control pin.
STA	— Sidetone output.
RXI	— Receive amplifier input.
RXO	— Receive amplifier output.
RMT	— Receiver mute/activate control pin.
TI	— Tone (DTMF) input.
MT	— Speech mute control pin.
MS	— Mode select — pulse or tone dialing.
Vdd	— 3.0/2.5 volts regulated output voltage.
ADJ	— Selects Vdd output level.
LR	— Load resistor — sets DC loop resistance.
LC	— DC load capacitor
V–	— Most negative (reference) pin.

This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHABLE TONE/PULSE DIALER APPLICATION



*(Alternate to MOSTEK MK5375)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MC3419-1L
MC3419A-1L
MC3419C-1L

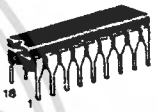
SUBSCRIBER LOOP INTERFACE CIRCUIT (SLIC)

BIPOLAR LASER-TRIMMED INTEGRATED CIRCUIT

TELEPHONE LINE-FEED CIRCUIT

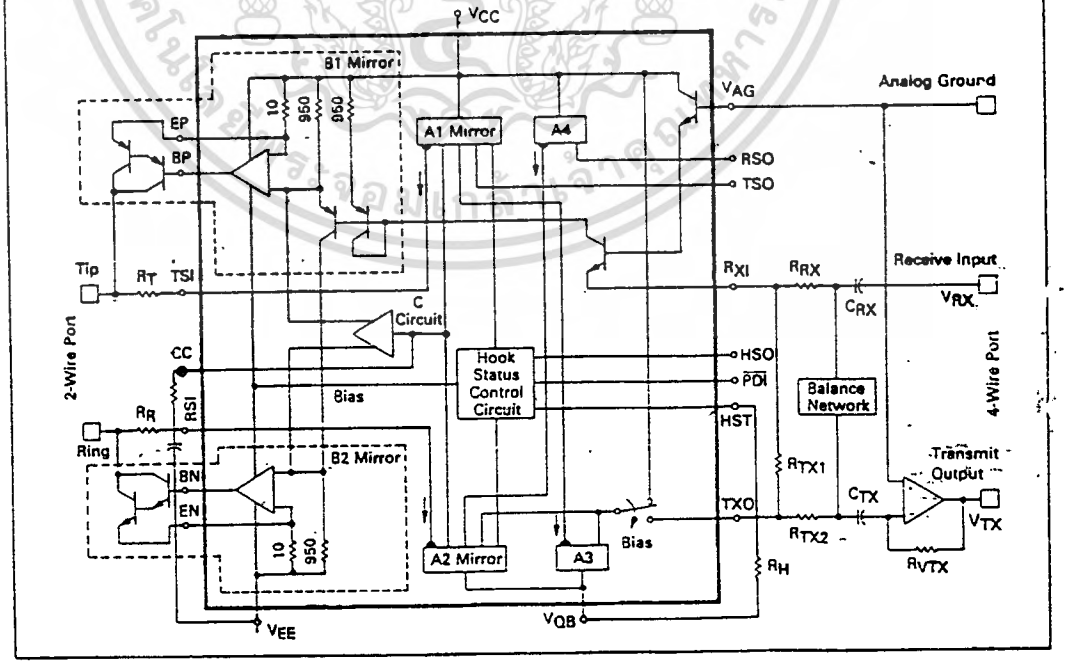
. . . designed as the heart of a circuit to provide BORSHT functions for telephone service in Central Office, PABX, and Subscriber Carrier equipment. This circuit provides dc power for the telephone (Battery), Overvoltage protection, Supervision features such as hook status and dial pulsing, two-wire differential to four-wire single-ended conversions and suppression of longitudinal signals at the two-wire input (Hybrid), and facilitates ringing insertion, Ring trip detection and Testing.

- Totally Upward Compatible with the MC3419
- All Key Parameters Externally Programmable
- Current Sensing Outputs Monitor Status of Both Tip and Ring Leads for Auxiliary Functions such as: Ground Key, Ring Trip, Message Waiting Lamp, etc.
- On-Hook Power Below 5.0 mW
- Digital Hook Status Output
- Powerdown Input
- Ground Fault Protection
- Operates from Single −20 V to −56 V Power Source
- Size and Weight Reduction Over Conventional Approaches
- The sale of this product is licensed under Patent No. 4,004,109. All royalties related to this patent are included in the unit price.



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 726

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

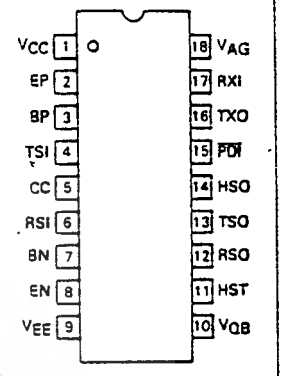
MAXIMUM RATINGS (Voltages Referenced to V_{CC}.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Voltage	V_{EE} V_{QB}	−60 V_{EE} −1.0 V	Vdc
Powerdown Input Voltage Range	$V_{\overline{PDI}}$	−15 to −15	Vdc
Sense Current Steady State Pulse — Figure 4	I_{TSI}, I_{RSI}	 100 200	mAdc
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to −150	°C
Operating Junction Temperature (θ_{JA} = 100°C/W Typ)	T_J	150	°C

OPERATING CONDITIONS (Voltages Referenced to V_{CC}.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Operating Ambient Temperature Range	T_A	0 to +70	°C
Loop Current	I_L	10 to 120	mA
Voltage	V_{EE} V_{QB}	−20 to −56 −20 to V_{EE}	Vdc
Analog Ground (I_L = 0 to 60 mA) (I_L = 0 to 120 mA)	V_{AG}	 0 to −12 −2.5 to −12	Vdc
Supervisory Output Voltage Compliance Range	V_{RSO}, V_{TSO}	−2.0 to −20	Vdc
Hook Status Output	V_{HSO}	−15 to −20	Vdc
Loop Resistance	R_L	0 to 2500	Ω

PIN CONNECTIONS



TRANSMISSION CHARACTERISTICS (R_L = 600 Ω unless otherwise noted.)

Characteristic	Figure	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Transmit and Receive Gain Variation (Insertion Loss) (1.0 kHz @ 0 dBm Input) MC3419-1 MC3419A-1 MC3419C-1	1	V_{TX}/V_L, V_L/V_{RX}	 −0.3 −0.15 −0.4	 0 0 0	 −0.3 −0.15 −0.4	dB
Transhybrid Rejection (Input — 1 kHz @ 0 dBm) Fixed (1%) Resistor Balance Network MC3419-1, MC3419C-1 MC3419A-1 Trimmed Balance Network All Types	1	V_{TX}/V_{RX}	 −23 −33 —	 −35 −40 −55	 — — —	dB
Level Linearity (−48 to +3.0 dBm, referenced to 0 dBm @ 1 kHz) Transmission Reception	1	V_{TX}/V_L V_L/V_{RX}	−0.1 −0.1	0 0	+0.1 +0.1	dB
Frequency Response (200–3400 Hz referenced to 1.0 kHz @ 0 dBm) Transmission Reception	1	V_{TX}/V_L V_L/V_{RX}	−0.1 −0.1	0 0	−0.1 +0.1	dB
Total Distortion @ 1.0 kHz, 0 dBm (C-Message-Filtered)	1	V_L/V_{RX} V_{TX}/V_L	— —	−60 −60	— —	dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSMISSION CHARACTERISTICS (continued) (R_L = 600 Ω unless otherwise noted.)

Characteristic	Figure	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Idle Channel Noise (V_{RX} = 0 V)	1	V_{TX}, V_L				dBrnC
MC3419-1, MC3419A-1			—	3.0	10	
MC3419C-1			—	4.0	13	
Return Loss (referenced to 600 ohms) @ 1.0 kHz, 0 dBm	1	$20 \log \left\lvert \frac{R_0 - 600}{R_0 + 600} \right\rvert$				
MC3419A-1			36	—	—	dB
MC3419-1, MC3419C-1			30	—	—	dB
Longitudinal Induction (60 Hz) (I_{LON} = 35 mA RMS)	2	V_{TX}	—	5.0	—	dBrnC
Longitudinal Balance	2	V_{TX}/V_{LON}, V_L/V_{LON}				dB
MC3419-1 (200–3000 Hz)			−45	—	—	
MC3419A-1 (200–1000 Hz)			−50	—	—	
MC3419A-1 (3000 Hz)			−48	—	—	
MC3419C-1 (200–3000 Hz)			−40	—	—	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{EE} = −48 V, V_{QB} = V_{EE}, V_{AG} = 0 V, R_L = 600 Ω, T_A = 25°C unless otherwise noted.)

Characteristic	Figure	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Propagation Delay	1	T_P, V_{RX} to V_L	—	750	—	ns
		V_{RX} to I_{TX}	—	1.2	—	μs
Supply Current — On-Hook (V_{EE} = V_{QB} = 56 V, R_L > 100 MΩ)	3	I_{VCC}				μA
MC3419-1, MC3419A-1			—	40	200	
MC3419C-1			—	100	500	
On-Hook Power Dissipation (R_L > 100 MΩ)	3	P_D				mW
MC3419-1, MC3419A-1			—	1.0	—	
MC3419C-1			—	2.5	—	
Power Supply Noise Rejection (1.0 kHz @ 1.0 V_{RMS})	3	V_{TX}/V_{se}				dB
MC3419-1, MC3419A-1			−40	—	—	
MC3419C-1			−30	—	—	
Quiet Battery Noise Rejection (1.0 kHz @ 1.0 V_{RMS})	3	V_{TX}/V_{qb}	--	−6.0	—	dB
Sense Current	4					mA/mA
Tip		I_{TSO}/I_{TSI}	0.15	0.17	0.19	
Ring		I_{RSO}/I_{RSI}	0.15	0.17	0.19	
Fault Currents	1					mA
Tip to V_{CC}		I_{Tip}	—	0	—	
Ring to V_{CC}		I_{Ring}	—	2.5	—	
Tip to Ring		I_{Loop}	—	120	—	
Tip and Ring to V_{CC}		I_{Tip} and I_{Ring}	—	2.5	—	
Analog Ground Current	1	I_{VAG}	—	0.1	2.0	μA
Powerdown Logic Levels		$I_{\overline{PDI}}$	—	−1.0	−10	μA
		V_{IH}	−1.2	—	—	Vdc
		V_{IL}	—	—	−4.0	Vdc
Hook Status Output Current	1	I_{HSO}				
(R_L < 2.5 kΩ, V_{HSO} = +0.4 Vdc)			+1.0	+3.0	—	mA
V_{HSO} = −0.4 Vdc)			−0.4	−1.5	—	mA
(R_L > 10 kΩ, V_{HSO} = +12 Vdc)			—	0	−50	μA
V_{HSO} = −12 Vdc)			—	0	−2.0	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

FIGURE 1 — AC TEST CIRCUIT

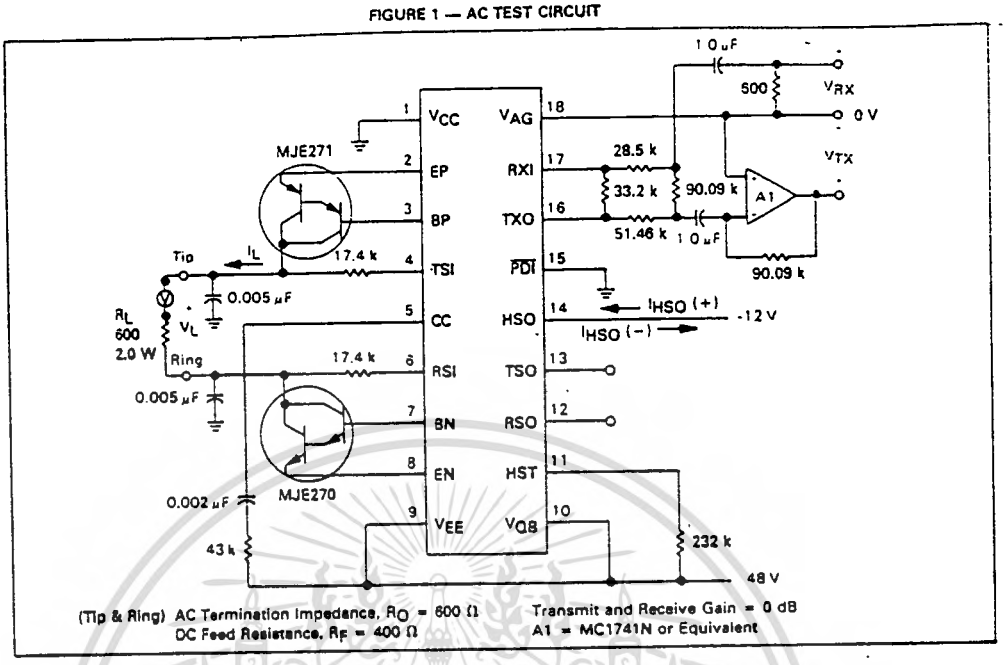
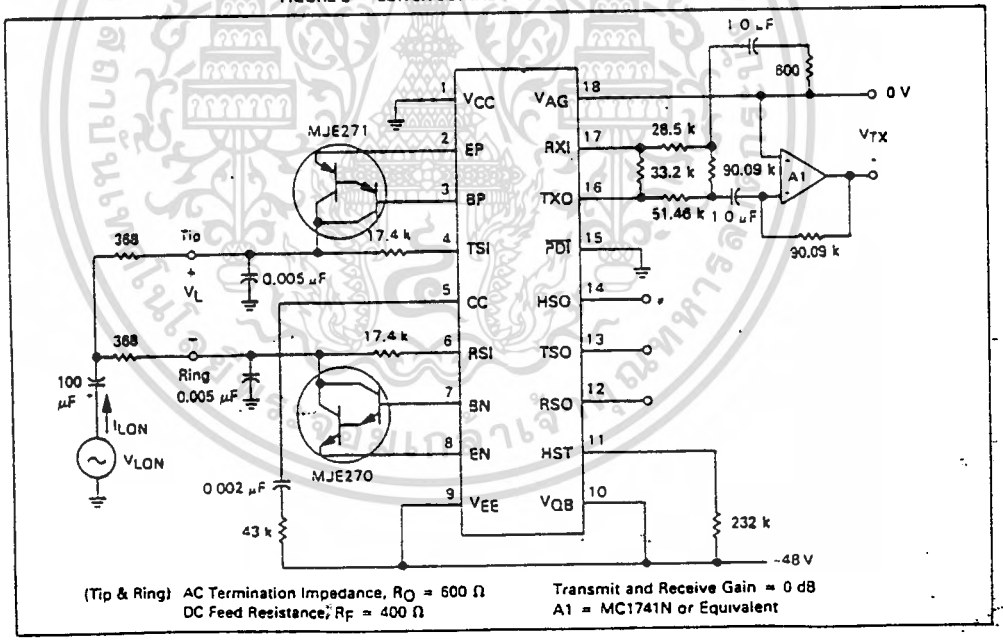


FIGURE 2 — LONGITUDINAL BALANCE TEST CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 3 — SUPPLY NOISE REJECTION TEST CIRCUIT

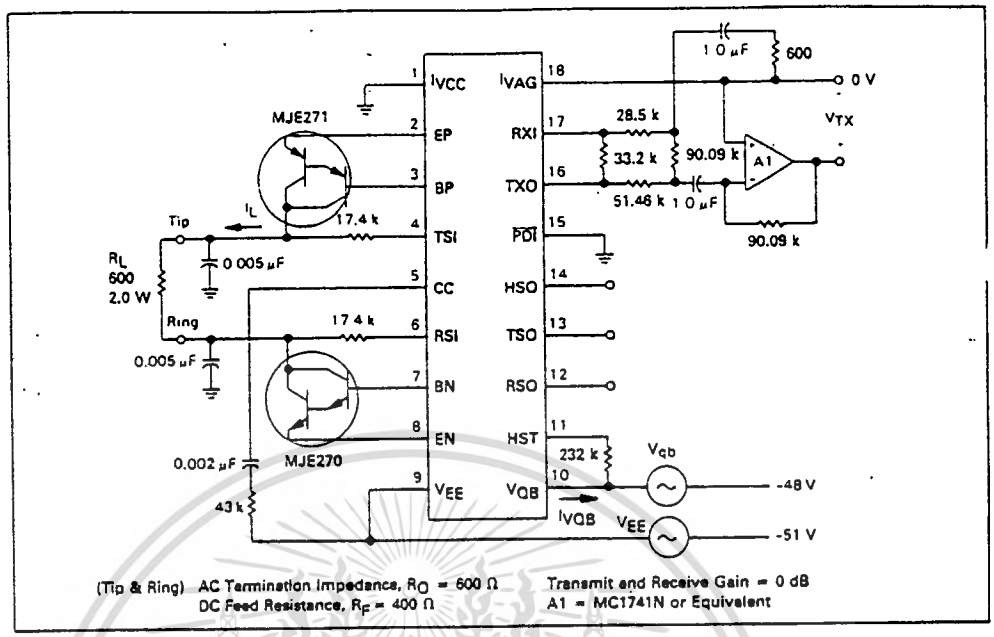
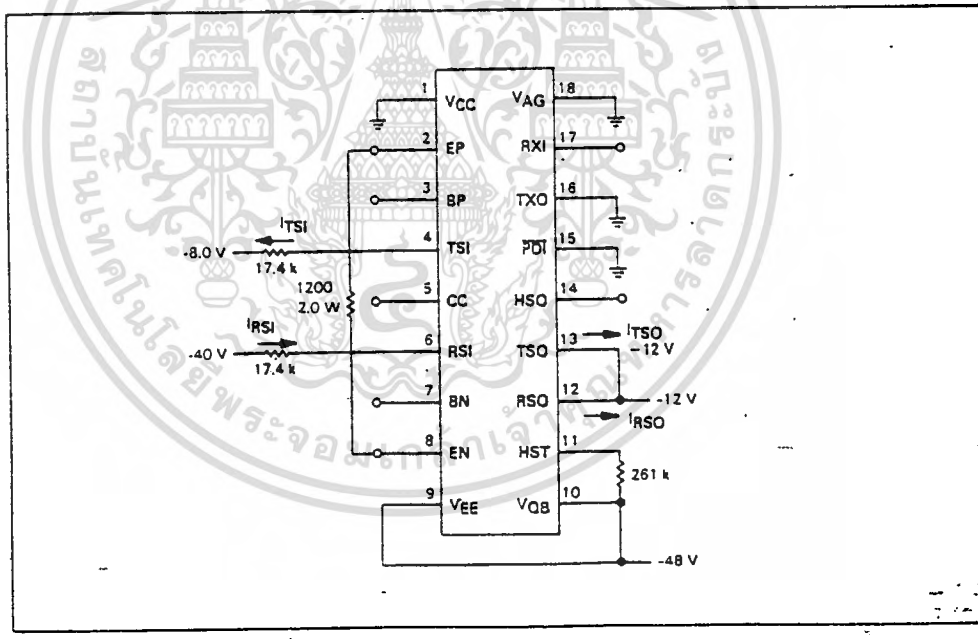


FIGURE 4 — TSO AND RSO SUPERVISORY OUTPUT TEST CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 5 — QUIET BATTERY CURRENT I_{VQB} versus LOOP CURRENT I_L

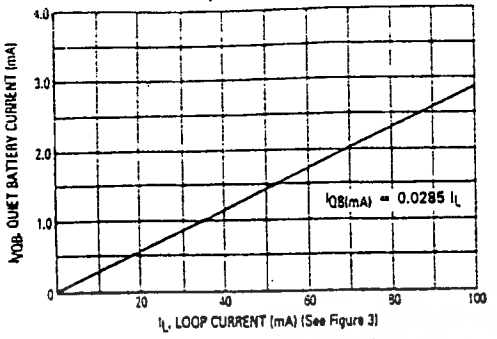
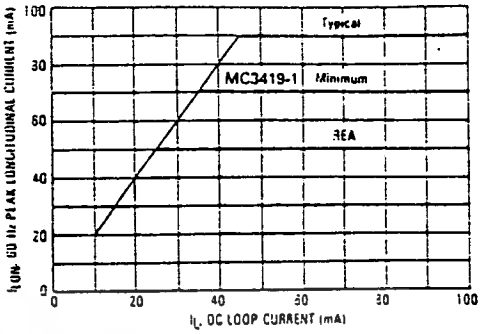


FIGURE 6 — LONGITUDINAL CAPACITY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTIONS

Pin	Name	Function
1	V_{CC}	The positive supply voltage. This point is ground in typical applications.
2, 8	EP & EN	Loop current sensing inputs. These are connected to the emitters of the PNP and NPN Darlington transistors. They are tied through 10 Ω resistors to V_{CC} and V_{EE}, respectively. The maximum continuous current through these inputs is 240 mA.
3, 7	BP & BN	Base drive outputs. These pins drive the bases of the PNP and NPN transistors and are able to sink or source, respectively, up to 5.0 mA.
4, 6	TSI & RSI	Tip and Ring voltage Sensing Inputs. They are low impedance inputs (approximately 600 Ω each i.e., 400 Ω + 3 diodes) that translate the voltages on Tip and Ring to a current through resistors R_T and R_R. TSI is referenced to V_{CC} and RSI is referenced to V_{QB}. These pins have 6.0 V zener diodes (to their respective reference) for protection against overvoltage line surges.
5	CC	Compensation Capacitor pin. This pin is used to stabilize the longitudinal or common mode circuitry.
9	V_{EE}	Negative supply voltage. This pin ties to the chip substrate. Its operating voltage range is −20 V to −56 V. It can withstand −60 V without damage and can sustain a voltage surge to −75 V for less than 4.0 ms without significant degradation of performance. Most of the loop current and bias currents flow through this pin.
10	V_{QB}	Quiet Battery Voltage reference. This is the voltage reference for the RSI pin. Its voltage must not go more negative than V_{EE}. The current through this pin, while powered up, is proportional to the loop current, allowing it to be used for loop current limiting. The voltage on this pin, less 4 volts, is the "effective battery feed voltage for the 2-wire lines even though most of the power comes from the V_{EE} supply.
11	HST	Hook Status Threshold programming resistor input. R_H determines the value of loop resistance at which on-hook and off-hook status is switched.
12	RSO	Ring Sense current Output. This output reflects the voltage status of the Ring terminal for voltages more positive than V_{QB}. The current is sourced from this output, it is one-sixth I_{RSI}, its voltage range is 0 to −20 V and its saturation voltage is approximately −2.0 V.
13	TSO	Tip Sense current Output. This output reflects the voltage status of the Tip terminal for voltages more negative than V_{CC}. The current is sourced from this output, it is one-sixth I_{TSI}, its voltage range is 0 V to −20 V and its saturation voltage is approximately −2.0 V.
14	HSO/$\overline{\text{HSO}}$	Hook Status Output. This is a digital output that reflects the condition of the loop resistance. If loop resistance is less than a predetermined value established by R_H, usually $R_L < 2.5$ kΩ, the HSO pin will be active, i.e., with positive voltage logic (a resistor tied from a +5.0 V or +12 V supply to HSO), this pin will sink current to V_{CC} ($V_{HSO} \approx 0$ V); with negative voltage logic (a resistor tied from a −12 V supply to HSO), this pin will source current from V_{CC} ($V_{HSO} \approx 0$ V). If loop resistance is greater than a predetermined value again established by the same resistor R_H, usually $R_L > 10$ kΩ, the HSO pin is inactive, i.e., V_{HSO} = logic supply voltage.
15	$\overline{\text{PDI}}$	Powerdown Input pin. This pin is used to deny service to the subscriber. A logic level "0" ($V_{IL} <$ −4.0 V) powers down the MC3419-1 except for HSO, TSO and RSO. The voltage range of this high impedance input pin is ±15 V.
16	TXO	Transmit current Output. This output sinks current to V_{QB} and is proportional to $I_{TSI} + I_{RSI}$ by a ratio of K1 where: K1 = 1.02. Its saturation voltage is V_{QB} + 2.5 V typ. (+3.5 V over the temperature range). This pin is only active during the off-hook power-up condition.
17	RXI	Receive Input. This input sums ac currents from TXO and the receive voltage input (V_{RX}) and sources all the dc current to TXO. It has a low input impedance (15 Ω) typically biased 4.5 V below the V_{AG} pin voltage during off-hook power-up conditions. During powerdown conditions, the voltages on RXI and TXO can drift up to V_{AG}.
18	V_{AG}	Analog Ground Voltage reference input. The input impedance of this pin is much greater than 1.0 MΩ. It should be ac coupled to system ground and could be direct coupled if system ground is between 0 V and −12 V. AC coupling requires 300 kΩ to V_{CC} and 0.1 μF to system ground. If V_{CC} and system ground are common, tie V_{AG} directly to V_{CC}. If dc loop currents are allowed to go higher than 60 mA, V_{AG} should be biased from −2.5 V to −12 V to avoid problems at high ambient temperatures.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTIONAL DESCRIPTION

Referring to the functional block diagram on page 1, line sensing resistors (R_R and R_T) at the TSI and RSI pins convert voltages at the Tip and Ring terminals into currents which are fed into current mirrors* A1 and A2. An output of A1 is mirrored by A3 and summed together with an output of A2 at the TXO terminal. Thus, a differential to single-ended conversion is performed from the ac line signals to the TXO output.

All the dc current at the TXO output is fed back through the RXI terminals to the B1 mirror input. The inputs to B1 and B2 are made equal by mirroring the B1 input current to the B2 input through a unity gain output of the B1 mirror. Both B1 and B2 mirrors have high gain outputs (x95) which drive the subscriber lines with balanced currents that are equal in amplitude and 180° out of phase. The feedback from the TXO output, through the B-Circuit mirrors, to the subscriber line produces a dc feed resistance significantly less, but proportional to the loop sensing resistors.

In most line-interface systems, the ac termination impedance is desired to be greater than the dc feed impedance. A differential ac generator on the subscriber loop would be terminated by the dc feed impedance if the total ac current at the TXO output were returned to the B1 input along with the dc current. Instead, the MC3419-1 system diverts part of the ac current from the B-Circuit mirrors. This decreases the ac feedback current, causing the ac termination impedance at the line interface to be greater than the dc feed impedance.

The ac current that is diverted from the B1 mirror input is coupled to a current-to-voltage converter circuit that has a low input impedance. This circuit consists of an op amp (external to the MC3419-1) and a feedback resistor which produces the transmit output voltage (V_{TX}) at the 4-wire interface. Transmission gain is programmed by the op amp feedback resistor (R_{VTX}).

Reception gain is realized by converting the ac coupled receive input voltage (V_{RX}) to a current through an external resistor (R_{RX}) at the low impedance RXI terminal. This current is summed at RXI with the dc and ac feedback current from the A-Circuit mirrors and drives the B1 mirror input. The B-Circuit mirror outputs drive the 2-wire port with balanced ac current proportional to the receive input voltage. Reception gain is programmed by the R_{RX} resistor.

Since receive input signals are transmitted through the MC3419-1 to the 2-wire port, and the 2-wire port signals are returned to the 4-wire transmit output, a means of cancellation must be provided to maintain 4-wire signal separation (transhybrid rejection). Cancellation is complicated because the gain from the receive port to the transmit port depends on the impedance of the subscriber loop. A passive "balance network" is used to achieve transhybrid rejection by cancelling, at the low impedance input to the transmit op amp, the current reflected by the loop impedance to the 4-wire transmit output. For a resistive loop impedance, a single resistor provides the cancellation. For reactive loops, the balance network should be reactive.

Longitudinal (common-mode) currents that may be present on the subscriber lines are suppressed in the MC3419-1 by two methods. The first is inherent in the mirror configuration. Positive-going longitudinal currents into Tip and Ring create common-mode voltages that cause a decreasing current through the Tip Sensing resistor and an increasing current through the Ring Sensing resistor. When these equal and opposite signal currents are reflected through the A-Circuit mirrors and summed together at TXO, the total current at TXO remains unchanged. Therefore, the ac currents due to the common-mode signal are cancelled before reaching the transmit output.

The second longitudinal suppression method is more dominant, since it limits the amplitude of common-mode voltages that appear at the Tip and Ring terminals.

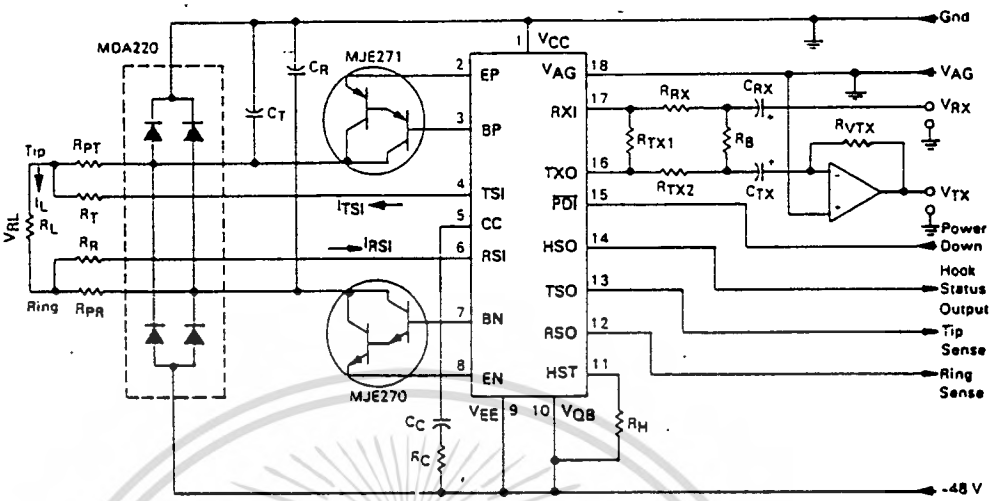
A common-mode suppression circuit detects common-mode inputs and drives the loop with balanced currents to reduce the input amplitude. Subtracting currents from outputs of the A1 and A2 mirrors produces a signal current at the CC terminal in response to the common-mode voltage at Tip and Ring. A transconductance amplifier (C-Circuit) generates a current proportional to the CC terminal voltage which is summed with the current from the RXI terminal at the inputs of current mirrors B1 and B2. The weighting and polarity of the summing networks produce common-mode B1 and B2 mirror output currents at the 2-wire port. The common-mode input impedance is inversely proportional to the gain of the longitudinal suppression circuit. R_C and C_C compensate the common-mode feedback loop. At 60 Hz with typical component values, the 2-wire common-mode impedance is less than 5 Ω.

The longitudinal suppression circuit output currents are generated by modulating dc current fed to the loop by the B1 and B2 current mirrors. This configuration avoids the increased power dissipation attributed to current mode loop drive because dc and longitudinal currents are not cumulatively sourced to the loop. However, driving common-mode currents through the B-circuit current mirrors in this manner limits the longitudinal suppression capability. The suppression circuit is unable to reverse 2-wire current polarities to maintain a low-impedance termination when longitudinal currents exceed the dc loop current. At low dc loop currents, the common-mode signal capability, known as longitudinal capacity, is limited by the loop current (Figure 6). At high-loop currents, longitudinal capacity is limited by the maximum voltage swing of the CC terminal and is therefore independent of dc loop current.

*A current mirror is a circuit which behaves as a current controlled current source. It has a single low-impedance inout terminal with respect to a reference point and one or more high impedance outputs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 7 — BASIC SLIC CIRCUIT



The hook status control circuit supplies the bias currents to activate the B-Circuit op amps and other sections of the MC3419-1. To activate the bias currents, the control circuit compares the current through the sense resistors, R_R and R_T, and the load resistance R_L with the current through the hook status threshold programming resistor, R_H, by using outputs from both A1 and A2 mirrors. The A1 mirror output sources current to the R_H resistor. (This reduces all internal currents to near zero during the on-hook state in order to eliminate unnecessary power consumption.) If this current is large enough the voltage on the HST pin will trip an internal comparator, then another circuit compares the current from the A1 output with that of an A2 output. These currents must match within ±15%. If so, HSO will be activated and the bias circuits will turn on provided the voltage on $\overline{PDI}$ is greater than −1.2 V. The HSO pin can have either a pull-up resistor or a pull-down resistor and when activated it will switch to V_{CC} (0 volts).

Once the MC3419-1 is powered up, a circuit with a gain of 20 feeds current to the R_H resistor in order to keep the bias circuitry active. (The sense resistors are paralleled with the Darlington transistors which reduces the sense input currents.) Should the sense input currents drop below one-twentieth of the required power-up current, the bias currents will be removed, forcing a power-down condition.

Current mode analog signal processing is critically dependent on voltage to current conversion at the 2-wire and 4-wire inputs. Precise, low-noise voltage sensing through resistors R_T, R_R and R_{RX} requires quiet, low impedance terminations at terminals TSI, RSI and RXI respectively. For 2-wire signals, terminal V_{QB} isolates the loop-sensing resistors and current mirrors from noise at the high-current V_{EE} terminal. External filtering from V_{CC} to V_{QB} ("quiet battery" terminal) ensures loop voltages are sensed without interference from system supply noise. V_{EE} noise rejection at audio frequencies is typically 60 dB or greater.

Receive input terminal RXI is referenced to the V_{AG} terminal which references the 4-wire input to the "analog ground" of the 4-wire signal source, thus isolating the input from power ground voltage transients. This isolation offers 70 dB of noise rejection at audio frequencies.

SYSTEM EQUATIONS

K1 — The current gain from I_{TSI} + I_{RSI} to TXO only during an off-hook power-up condition. K1 = 1.02 ± 1%.

K2 — The current gain from RXI to the collectors of the off-chip Darlington transistors only during an off-hook power-up condition. K2 = 95 ± 1%.

For simplicity, the following equations do not include K1 or K2. Instead the actual numerical value is used, for instance (1 + K1K2) = 1 + 1.02 x 95 = 97.9 is approximately 98.

R_L — Loop resistance. This is a load resistance from Tip to Ring and can be either ac or dc depending on context.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOOP CURRENT REGULATIONS

FIGURE 8(a)

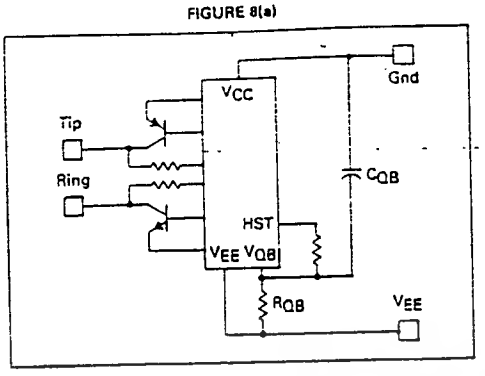


FIGURE 9(a)

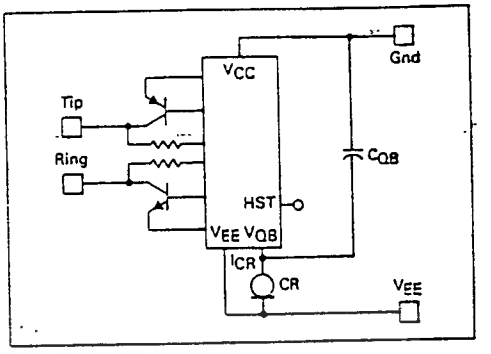


FIGURE 8(b)

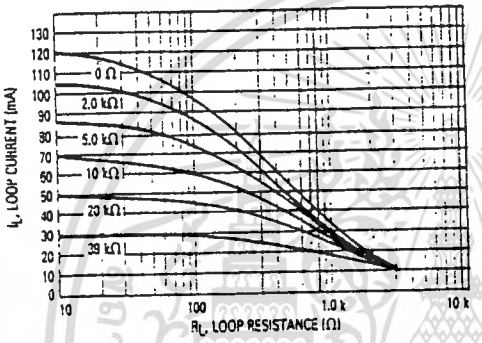
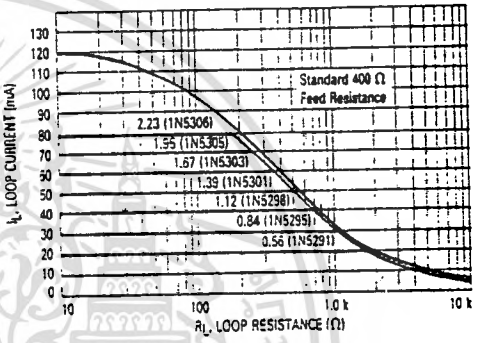


FIGURE 9(b)



SYSTEM EQUATIONS (continued)

Z_L — Loop impedance. This is used only to connote a complex impedance loading on Tip and Ring.

I_L — Loop current. The dc current flow through R_L.

R_F — Dc feed resistance. The synthesized resistance from which battery (V_{CC} and V_{EE}) current is fed to R_L. The battery feed resistance is balanced differential feed. See Figure 7. (This assumes $V_{QB} = V_{EE}$.) The first order equation is:

$$R_F = \frac{R_R + R_T + 1200\ \Omega}{98} \qquad (1)$$

Because of the diode voltage drops on TSI and RSI, the actual dc feed resistance is higher. The second order equation is:

$$R_F = \frac{|V_{QB}|(98\ R_L + R_R + R_T + 1200\ \Omega)}{98\ (|V_{QB}| - 4.0\ V)} - R_L \qquad (2)$$

ignoring the effects of R_L

$$R_F = \frac{|V_{QB}|(R_R + R_T + 1200\ \Omega)}{98\ (|V_{QB}| - 4.0\ V)} \qquad (3)$$

So:

$$R_R = R_T = \frac{49R_F\ (|V_{QB}| - 4.0\ V)}{|V_{QB}|} - 600 \qquad (4)$$

The minimum value for R_R and R_T is 5.0 kΩ.

The first order value of R_F can not be greater than the desired value of the termination impedance (usually 600 Ω or 900 Ω). To achieve dc feed resistances that are greater, a resistor can be placed between V_{QB} and V_{EE} along with a filter capacitor C_{QB} which restores the desired termination impedance and filters power supply noise. A diode should also be placed between V_{QB} and V_{EE} to prevent damage in case a catastrophic power supply failure occurs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I_{VQB} — This is the current that is sourced from the V_{QB} pin and is proportional to the currents into and out of RSI and TSI. When the SLIC is in the off-hook power-up mode, I_{VQB} is also proportional to I_L.

$$I_{VQB} = 2.15\, I_{RSI} + 0.7\, I_{TSI} \quad (5)$$

$$I_{VQB} = 0.029\, I_L \quad (6)$$

R_{FQ} — Dc feed resistance. The synthesized resistance from which battery current is fed to R_L, see Figure 8. (This assumes V_{QB} is tied to V_{EE} through a resistor R_{QB}.) R_{QB} synthesizes additional dc feed resistance to the R_F value previously stated.

When using R_{QB}, the dc feed is effectively balance fed from V_{CC} and V_{QB} instead of V_{EE}. The sense resistors (R_R and R_T) should be selected to make R_F (first order) less than the termination impedance.

$$R_{FQ} = \frac{|V_{EE}|(98R_L + R_R + R_T + 1200 + 2.85R_{QB})}{98(|V_{EE}| - 4.0\ V)} - R_L \quad (7)$$

Ignoring R_L, this simplifies to:

$$R_{FQ} = \frac{|V_{EE}|(R_R + R_T + 1200 + 2.85R_{QB})}{98(|V_{EE}| - 4.0\ V)} \quad (8)$$

Therefore:

$$R_{QB} = \frac{98R_{FQ}(|V_{EE}| - 4.0\ V) - |V_{EE}|(R_R + R_T + 1200\ \Omega)}{2.85|V_{EE}|} \quad (9)$$

C_{QB} — Power supply noise filter capacitor.

$$C_{QB} = \frac{2.85\, R_{QB} + R_R + R_T + 1200\ \Omega}{2\pi f\, R_{QB}\,(R_R + R_T + 1200\ \Omega)} \quad (10)$$

Figure 9B shows R_{QB} replaced with a current regulating device such as Motorola's 1N5283 family.

I_{CRQB} — The current that is sourced to a current regulating device from the V_{QB} pin. When this current reaches the regulated value, the voltage differential between V_{EE} and V_{QB} increases causing the effective battery voltage to decrease which limits I_L to a maximum value as determined below:

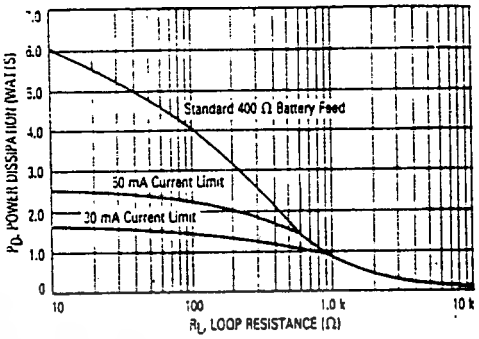
$$I_L = 34.5\, I_{CRQB} \quad (11)$$

The graph, Figure 9B, shows loop current versus loop resistance using several values of I_{CRQB}. The closest current regulating diode part number to that value is also shown. A typical value for C_{QB} in this case is 10 μF, 60 Vdc.

Figure 10 shows how power can be conserved on the shorter loop lengths by utilizing current limiting techniques.

Overvoltage protection on the 2-wire port is achieved with the MDA220 diode bridge and the protection resistors R_{PR} and R_{PT}. Whenever the voltage on the 2-wire port exceeds the power supply rails (V_{CC} and V_{EE}), the MDA220 diodes will forward bias and "clamp" to the rail voltage. The current is limited by the protection resistors. These resistors should be as large in value as possible. However, if they are too large, they will interfere with the performance of the SLIC under worst case conditions.

FIGURE 10 — TOTAL SLIC POWER DISSIPATION versus LOOP RESISTANCE



$$R_{PT} < R_T/196 - 15 \quad (12)$$

Using the voltage of V_{QB} when I_L is at its minimum off-hook value (Typ. 20 mA):

$$R_{PR} < R_R/196 + 25|V_{EE} - V_{QB}| - 15 \quad (13)$$

The tolerance of these resistors is not critical due to placement inside a closed loop. Positive temperature co-efficient resistors (PTC) may be considered here. Consult resistor manufacturers for component selections that will meet the surge current and peak voltage requirements.

Because the MC3419-1 is a broadband device it requires compensation components to keep its circuits stable.

C_R & C_T — Compensates the longitudinal gain of the A and the B circuit mirrors. Their values range from 2000 pF to 5000 pF.

R_C & C_C — Compensates the longitudinal "C" circuitry. Their values can be ratioed according to:

$$R_C \times C_C = R_T \times C_T. \quad (14)$$

Two off-chip power Darlington transistors are used with the MC3419-1. These transistors reduce any temperature gradiant problems with the precision matched devices on-chip and they alleviate thermal stress conditions that could occur for every on-hook and off-hook transition. The power dissipation in these devices is:

$$P_{QT} = I_L{}^2(R_T/98 - R_{PT} - 4) + (2.0\ V)I_L \quad (15)$$

$$P_{QR} = I_L\,[|V_{EE}| - 2 - I_L(R_T/98 + R_L + R_{PR} + 16)] \quad (16)$$

where $I_L = |V_{EE}|/R_{FQ}$ or $I_L(max)$ in current limited designs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM EQUATIONS (continued)

R_H — The resistor that determines the hook status threshold values of R_L. R_H is selected from a graph of the following two equations:

Off-hook threshold

$$R_H = 6(R_L + R_R + R_T) \quad (17)$$

On-hook threshold

$$R_H = 27.25\,[R_L + 0.01(R_R + R_T)] \quad (18)$$

FIGURE 11 — HOOK STATUS DETECTION

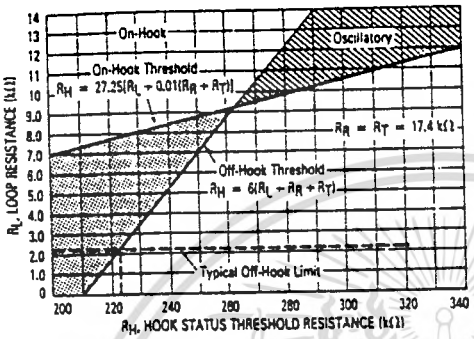


Figure 11 shows such a graph using 17.4 kΩ as the values for R_R and R_T. Note the oscillatory condition to the right of the crossing point. Selection of R_H in this region is usually not a problem since the majority of telephone lines do not fall into this resistance range. R_H always ties to V_{QB} and HST and will give reliable hook status information regardless of power supply voltages and $\overline{PDI}$.

R_O — Termination impedance of the 2-wire port. This impedance is greater than the dc feed resistance R_F because of a current splitting network in the feedback loop, R_{TX1} and R_{TX2}.

K3 — A constant, formed by R_{TX1} and R_{TX2}, between 0 and 1, which determines the ratio of the first order value of R_F to R_O.

$$R_O = \frac{R_R + R_T + 1200\ \Omega}{1 + 97K3} \quad (19)$$

So:

$$K3 = \frac{R_R + R_T + 1200\ \Omega - R_O}{97R_O} \quad (20)$$

and

$$K3 = \frac{R_{TX2} + Z_{in}}{R_{TX1} + R_{TX2} + Z_{in}} \quad (21)$$

Z_{in} — The input impedance of the current to voltage converter op amp. This impedance is usually negligible, it can be used to sway the selection of a 1% component value.

$$Z_{in} = \frac{(R_R + R_T + 1200\ \Omega)\,G_{TX}}{1020\,(1 - K3)} = \frac{R_{VTX}}{1000} \quad (22)$$

R_{TX1} — Feeds most of the TXO dc current to the RXI pin. To keep TXO from saturation the maximum value of R_{TX1} is as follows:

$$R_{TX1} < \frac{(R_R + R_T + 1200\ \Omega)\,(|V_{QB}|min - |V_{AG}|max - 6.5\ V)}{|V_{QB}|min - 5.4\ V} \quad (23)$$

Where:

$$|V_{QB}|min = \frac{(R_R + R_T + 1200\ \Omega)\,(|V_{EE}|min - 4)}{(R_R + R_T + 1200\ \Omega + 2.8\,R_{QB})} \quad (24)$$

or if a current regulator diode is used:

$$R_{TX1} < \frac{0.01\ I_L(max)\,(R_R + R_T + 600\ \Omega) - |V_{AG}|max - 3.9\ V}{0.01\ I_L(max)} \quad (25)$$

It is beneficial to make R_{TX1} as large as possible. Typical values range from 15 k to 24 kΩ.

$$R_{TX2} = \frac{K3\,R_{TX1}}{1 - K3} - Z_{in} \quad (26)$$

$$C_{TX} = \frac{R_R + R_T + 1200\ \Omega}{7R_{TX2}} \quad \text{The result is in } \mu F. \quad (27)$$

G_{TX} — The voltage gain from the 2-wire port to V_{TX} which is adjustable by R_{VTX}.

$$G_{TX} = \frac{1.02\,(1 - K3)\,R_{VTX}}{R_R + R_T + 1200\ \Omega} \quad (28)$$

$$R_{VTX} = \frac{G_{TX}(R_R + R_T + 1200\ \Omega)}{1.02\,(1 - K3)} \quad (29)$$

G_{RX} — The voltage gain from the V_{RX} input to the 2-wire port which is adjustable by R_{RX}.

$$G_{RX} = \frac{-95\,R_L\,(R_R + R_T + 1200\ \Omega)}{R_{RX}\,[(R_R + R_T - 1200\ \Omega) + R_L(1 + 97K3)]} \quad (30)$$

$$G_{RX} = \frac{-95\,R_L\,R_O}{R_{RX}(R_L + R_O)} \quad (31)$$

$$R_{RX} = \frac{95\,R_L\,R_O}{G_{RX}(R_L + R_O)} \quad (32)$$

$$C_{RX} > \frac{R_{RX} + R_B}{2\pi\,f\,R_{RX}R_B} \quad (33)$$

Where f is the minimum passband frequency, usually 200 Hz.

Transhybrid Rejection — The voltage gain from V_{RX} to V_{TX}. It is expressed in dB, the number should be negative and the larger the value the better. Transhybrid rejection is achieved by summing a current from the V_{RX} input (R_B) with the TXO current that flows to the current to voltage converter. R_B balances a resistive load, R_L.

$$R_B = \frac{R_{RX}(1 + 97K3)\,(R_O + R_L)}{97R_L\,(1 - K3)} \quad (34)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 12 — BALANCE NETWORK FOR CAPACITIVE LINES

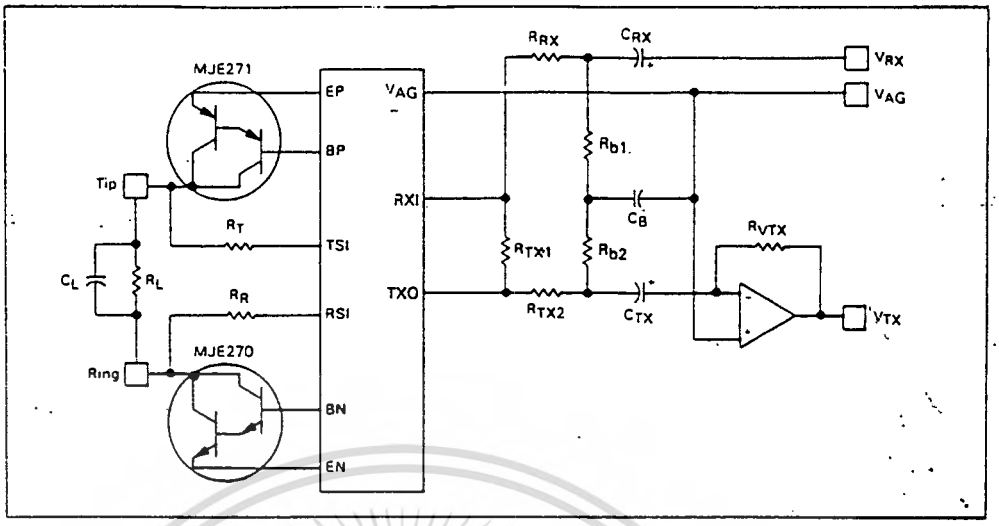
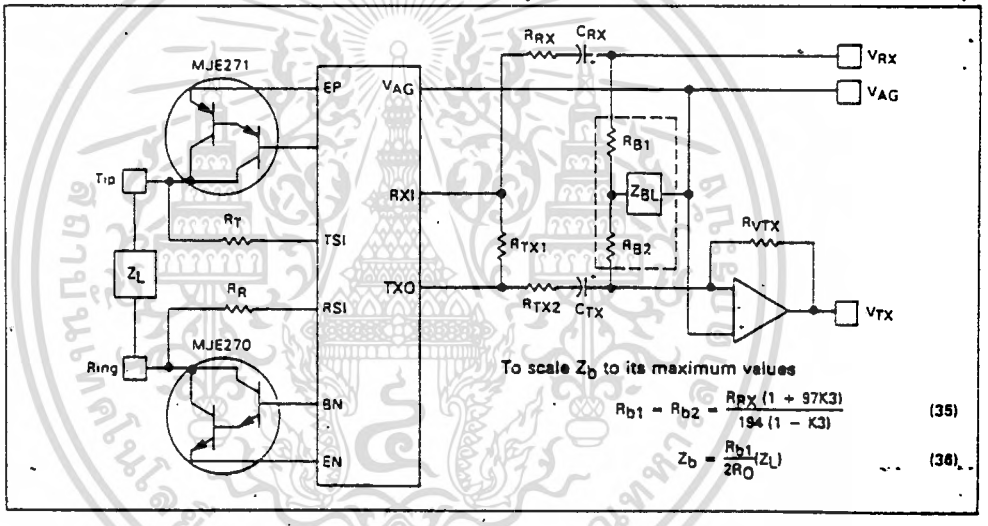


FIGURE 13 — BALANCE NETWORK FOR COMPLEX LOAD IMPEDANCES



To scale Z_b to its maximum values

$$R_{b1} = R_{b2} = \frac{R_{RX}(1 + 97K3)}{194(1 - K3)} \quad (35)$$

$$Z_b = \frac{R_{b1}}{2R_O}(Z_L) \quad (36)$$

When the 2-wire port has a parallel R and C load, then (see Figure 12):

$$R_{b1} = \frac{R_{RX}(R_R + R_T - 1200\ \Omega)}{97R_L(1 - K3)} \quad (37)$$

$$R_{b2} = \frac{R_{RX}(R_R + R_T - 1200\ \Omega)}{97R_O(1 - K3)} \quad (38)$$

$$C_b = \frac{R_L C_L}{R_{b2}} \quad (39)$$

When it is desirable to balance complex load impedances using component values that are equal to the load values (see Figure 13) then:

$$R_{b1} = \frac{R_{RX}(1 + 97K3)}{194(1 - K3)} + \sqrt{\left[\frac{R_{RX}(1 + 97K3)}{194(1 - K3)}\right]^2 - \frac{R_O R_{RX}(1 + 97K3)}{97(1 - K3)}} \quad (40)$$

$$R_{b2} = \frac{R_{RX}(1 - 97K3)}{97(1 - K3)} - R_{b1} \quad (41)$$

$$Z_b = Z_L \quad (42)$$

R_{b1} and R_{b2} values are interchangeable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM EQUATIONS (continued)

The Tip and Ring Sense Output currents are proportional to the currents out of and into TSI and RSI, respectively.

$$I_{TSO} = \frac{I_{TSI}}{\delta} \quad (43)$$

$$I_{RSO} = \frac{I_{RSI}}{\delta} \quad (44)$$

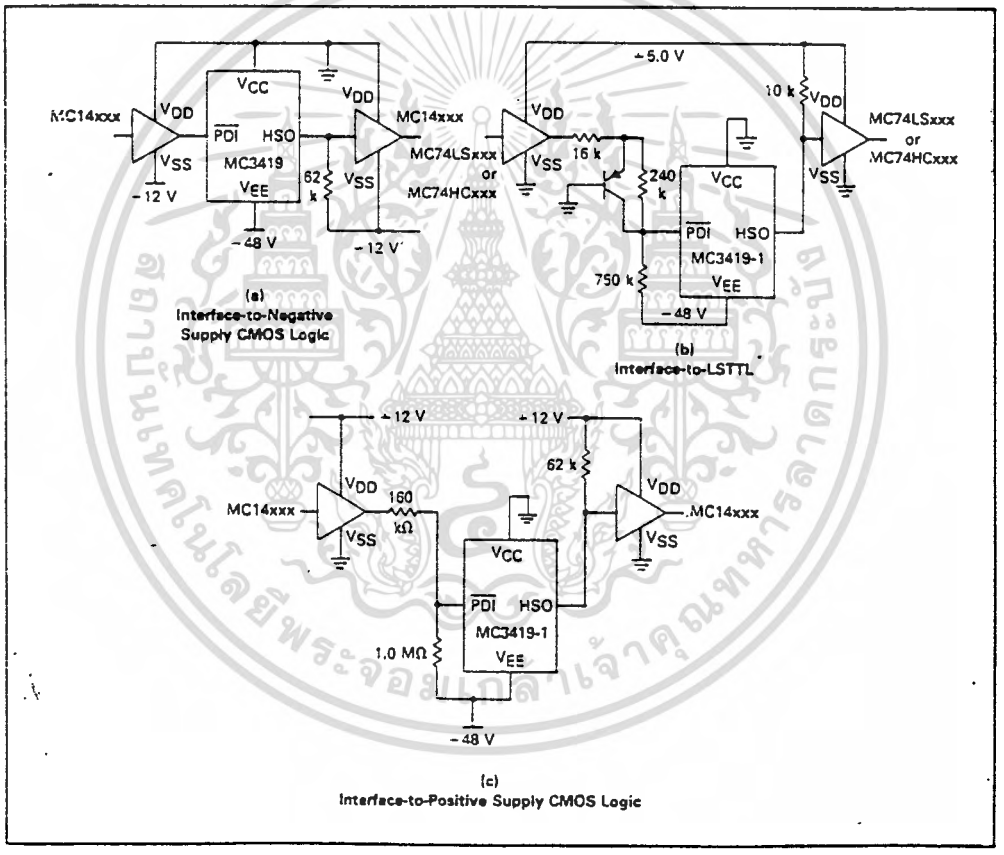
$$I_{TSO} = \frac{V_{Tip} - V_{CC} - 2.0\ V}{6\ (R_T + 600\ \Omega)} \text{ for } V_{Tip} < V_{CC} \quad (45)$$

$$I_{RSO} = \frac{V_{Ring} - V_{QB} - 2.0\ V}{6(R_R + 600\ \Omega)} \text{ for } V_{Ring} > V_{QB} \quad (46)$$

Digital interfacing to the MC3419-1 $\overline{PDI}$ pin and the HSO pin is shown in Figures 14a, 14b and 14c. If the $\overline{PDI}$ pin is not used it should be terminated to V_{CC} and if HSO is not used, it can be left open.

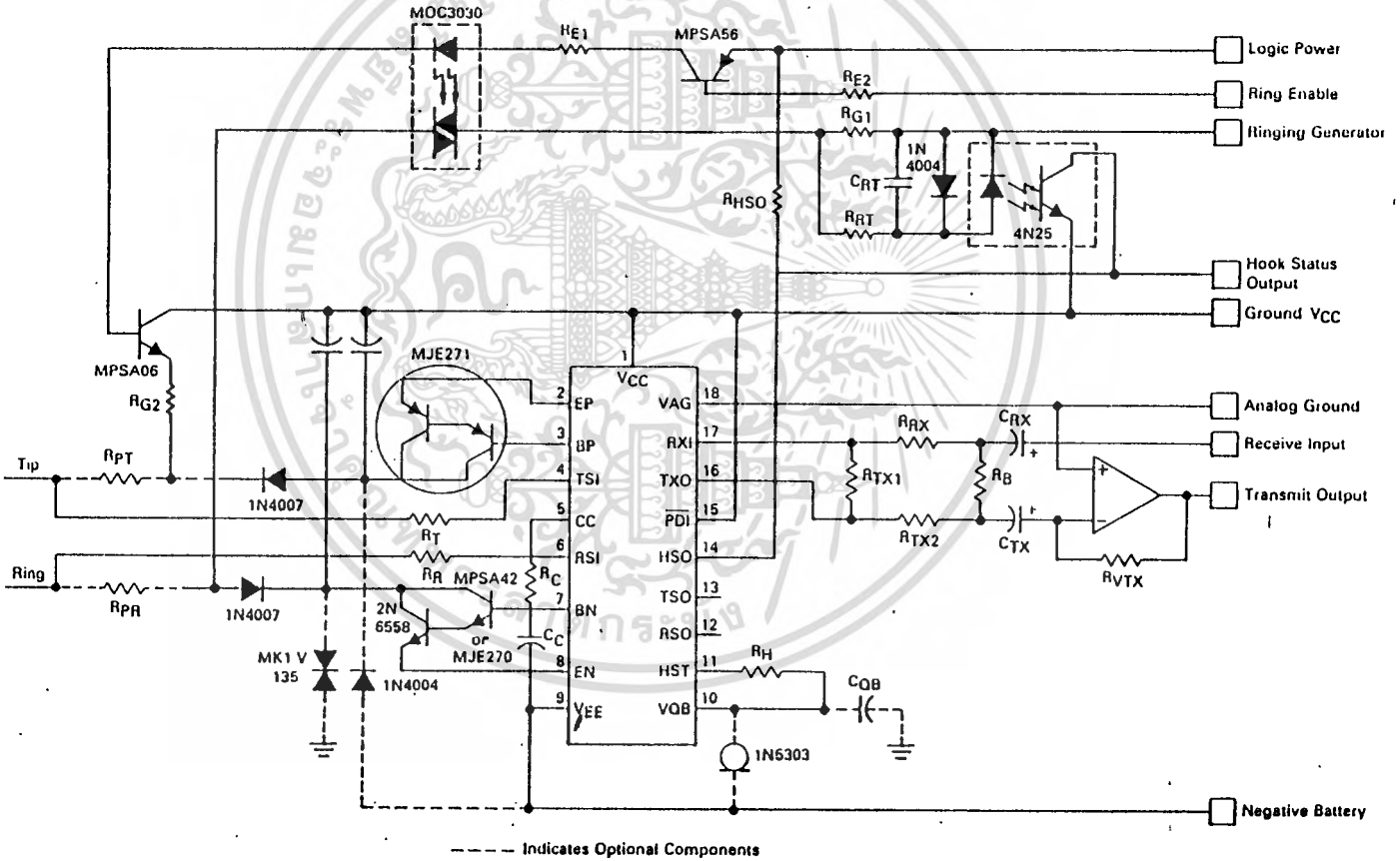
Figure 15 is an application circuit showing solid state ringing insertion using an MOC3030 zero-crossing detector optocoupled triac to replace the conventional electromechanical relay. This device inserts the ringing signal on a zero voltage crossing which eliminates noise in adjacent cable pairs and removes the signal on a zero current crossing which eliminates inductive voltage spikes that commonly destroy relay contacts. The ringing generator provides a continuous 40 V to 120 V RMS signal from 15 to 66 Hz superimposed upon −48 Vdc. Ringing cadencing is inserted with the Ring Enable Input. The 2N6558 and MPSA42 replace the MJE270 for systems that use ringing generator voltages greater than 70 V_{RMS}. The MDA220 diode bridge is replaced with a series 1N4007 on the Tip lead and a shunting 1N4004 to V_{EE} and to allow ringing voltage

FIGURE 14 — INTERFACE-TO-DIGITAL LOGIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 15 — PBX LINE CIRCUIT



SYSTEM EQUATIONS (continued)

on the Ring lead to exceed the power supply voltages, a 1N4007 and an MK1V-135 (Sidac) are used for protection. The forward voltage drop across the 1N4007, during normal operation, will not affect the parametric characteristics of the MC3419-1 since it is "inside" a feedback circuit. If the MJE270 is used, the MK1V-135 should be replaced with a lower voltage Sidac or MoSorb transient suppressor.

An optocoupled transistor circuit is used for ring trip detection on long lines. It samples only the ac and dc ringing signal current and uses a simple one pole filter to eliminate the low level ac signal. Under worst case conditions this circuit will ring trip in 1½ to 4 cycles. In systems serving only short loops (<700 Ω), if R_{G1} and R_{G2} are 620 Ω or greater, the optotransistor circuit is not needed, the Hook Status Output will perform ring trip on a Zero Crossing. The Ring Enable input and the Hook Status Output interface with standard CMOS and TTL logic.

The op amp in this circuit is an integral part of the following codecs, filters or combos:

MC3417/8 — MC145414
MC14404/6/7 — MC14413/4
MC14401/2/3/5

For further applications information such as:

— 24 volt PBX circuit
— 2-wire differential to 2-wire unbalanced SLIC
— Constant current battery feed
— Per line ringing cadencing circuit
— Message waiting lamp
— Transfer button detection
— etc.

Please contact your local Motorola sales office.

LONG LINES OFF-PREMISE LINES

Specifications

R_F	— 200 Ω	R_O	— 600 Ω
I_L(max)	— 60 mA	R_X Gain	— 0 dB 200–3400 Hz
R_L(max)	— 1900 Ω	T_X Gain	— 0 dB 200–3400 Hz

Off-Hook	— <2500 Ω	V_{Logic}	— +5.0 V
On-Hook	— >10 kΩ	V_{EE}	— −42 to −58 Volts
Protection	— 1000 V	$V_{Ringing}$	— (40 V to 120 V_{RMS}) + V_{EE}
Ringer Equivalent	— 5		

Parts List

MPSA56	R_R	— 9.09 k	1%	Matched
2N3905	R_T	— 9.09 k	1%	if desired
2N6558	R_{PT}	— 47 Ω	5%	
MPSA42	R_{PR}	— 75 Ω	5%	
MJE271	R_{G1}	— 620 Ω	5%	
1N4007	R_{G2}	— 100 Ω	5%	
MK1V135	R_{E1}	— 91 Ω	5%	
1N4007	R_{E2}	— 3.0 k	5%	
1N4007	R_{RT}	— 20 k	5%	
1N5303	R_C	— 24 k	5%	
1N4004	R_H	— 127 k	1–3%	
MC3419-1	R_{HSO}	— 10 k	5%	

MOC3030
4N25

R_{TX1}	—	12.1 k	1%
R_{TS2}	—	5.76 k	1%
R_{RX}	—	28.7 k	1%
R_B	—	28.0 k	1%
R_{VTX}	—	28.6 k	1%
C_T		0.004 µF	
C_R	—	0.004 µF	
C_C	—	0.001 µF	
C_{RX}	—	1.0 µF/20 V	
C_{TX}	—	2.0 µF/40 V	
C_{RT}	—	20 µF/5.0 V	
C_{QB}	—	10 µF/60 V	

SHORT LINES ON-PREMISE LINES

Specifications

R_F	—	500 Ω	
R_L(max)	—	700 Ω	
Ring Trip	—	<50 ms	
Ringer Equivalent	—	2.5	
R_O	—	600 Ω	

R_X Gain	—	−5.0 dB	
T_X Gain	—	0 dB	
V_{Logic}	—	+5.0 Volts	
V_{EE}	—	−20 to −56 Volts	
$V_{Ringing}$	—	(40 V to 70 V_{RMS}) + V_{EE}	

Parts List

MJE271	R_R	— 19.6 k	1%	
MJE270	R_T	— 19.6 k	1%	
MPSA56	R_{G1}	— 620 Ω	5%	
2N3906	R_{G2}	— 620 Ω	5%	
1N4007	R_{E1}	— 91 Ω	5%	
1N4007	R_{E2}	— 3.0 k	5%	
MC3419C-1	R_H	— 330 k	5%	

MOC3030

C_T	—	0.004 µF	
C_R	—	0.004 µF	
C_C	—	0.004 µF	
C_{RX}	—	0.1 µF	
C_{TX}	—	0.5 µF	

R_{HSO}	—	10 k	5%
R_{TX1}	—	19.6 k	1%
R_{TX2}	—	42.2 k	1%
R_{RX}	—	69.8 k	1%
R_B	—	301 k	1%
R_{VTX}	—	127 k	1%
R_C	—	56 k	5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์สมยศ จุณณะปิยะที่ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่ให้การช่วยเหลือ

ทางผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณท่านทั้งหลายมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. "TELECOMMUNICATION DEVICE DATA " , MOTOROLA INC. ,1987 หน้า 2-45 ถึง2-60 , หน้า 2-239 ถึง 2-240

2. "บันทึก 380 วงจรไอซี " หน้า 78 , 96

3. สมศักดิ์ อมรวิกรัยสรวง ,"เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ" , วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พศ.2532

4. ชัยชาญ สว่างนาน ,"เครื่องชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ระบบ PAM (Pulse Amplitude Modulation)", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,พศ.2535

5."คู่มือ ไอซี CMOS 4000 SERIES "

6. ปรีชา เลาวาณิชกุล , "เครื่องชุมสายโทรศัพท์สาขาอัตโนมัติ " วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้