สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อการประยุกต์ใช้งานระบบโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย IP

COMPUTER - TELEPHONE INTERFACE CONTROL BOARD FOR TELEPHONE SYSTEM APPLICATION ON IP NETWORK

T 054943

โดย

นายอัศจรรย์ พิลาภ

นายอำนาจ บาวมรดก

นายอุดมศักดิ์ ชัยแสงจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 54943
วัน,เดือน,ปี - 1 มิ.ย. 2548

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

บอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อการประยุกต์ใช้งานระบบโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย IP

COMPUTER - TELEPHONE INTERFACE CONTROL BOARD FOR TELEPHONE SYSTEM APPLICATION ON IP NETWORK

โดย

นายอัศวรรย์ พิลาภ 43010540

นายอำนาจ ขาวมรดก 43010545

นายอุดมศักดิ์ ชัยแสงจันทร์ 43010549

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

อาจารย์ สมปอง วิเศษพาณิชกิจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **บอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อการประยุกต์ใช้งานระบบโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย IP**

COMPUTER - TELEPHONE INTERFACE CONTROL BOARD FOR TELEPHONE SYSTEM APPLICATION ON IP NETWORK

ผู้จัดทำ

1. นายอัศจรรย์ พิลาภ 43010540
2. นายอำนาจ ขาวมรดก 43010545
3. นายอุดมศักดิ์ ชัยแสงจันทร์ 43010549

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.กอบชัย เดชหาญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สมปอง วิเศษพาณิชกิจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อการประยุกต์ใช้งานระบบโทรศัพท์ผ่านโครงข่าย IP

COMPUTER - TELEPHONE INTERFACE CONTROL BOARD FOR TELEPHONE SYSTEM APPLICATION ON IP NETWORK

โดย นายอัศจรรย์ พิลาภ 43010540

นายอำนาจ ขาวมรดก 43010545

นายอุดมศักดิ์ ชัยแสงจันทร์ 43010549

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ

อาจารย์ สมปอง วิเศษพาณิชกิจ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบบอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อ ระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ในการหลีกเลี่ยงการใช้งาน โครงข่ายโทรศัพท์ (Telephone Network) ดังเช่น ระบบโทรศัพท์แบบธรรมดา แต่จะประยุกต์ใช้โครงข่าย IP (IP Network) ในการออกแบบ โดยในการสนทนากันของระบบโทรศัพท์ธรรมดานั้นจะส่งสัญญาณผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ ซึ่งจะต้องมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นในการใช้งาน แต่สำหรับระบบที่ออกแบบนั้น สัญญาณจะส่งผ่าน IP Network ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ ส่วนสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นในการใช้งานของโทรศัพท์ จะได้มาจากบอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อที่ได้ออกแบบขึ้น โครงสร้างของบอร์ดจะประกอบไปด้วย ส่วนเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์ (Telephone Interface) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์โดยตรง ส่วนเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (Serial Interface) ซึ่งเป็นส่วนที่ส่งสัญญาณในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ และส่วนควบคุมกลาง (Main Control) ซึ่งจะเป็นส่วนหลักของบอร์ดเพื่อควบคุมการสั่งการในการตัดต่อสัญญาณต่าง ๆ

Abstract

This project presents a design of computer and telephone interface control board for telephone system on IP network, also telephone network not necessary. Normally, signaling in telephone system will be transmitted on telephone network. Therefore, it must be paid for using this network. But the proposed system will use IP network for cost reduction and the signaling for telephone system can be generated from designed control board. The structure of control board consists of telephone interface part which directly connects to the telephone. Serial interface part interfaces with computer and uses. Main control part that is a major part of board for controls overail signaling on board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญรูปภาพ

สารบัญตาราง

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของหัวข้อปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ 2

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ 4

2.1 ระบบโทรศัพท์ 4

2.1.1 สัญญาณที่ส่งในคู่สายโทรศัพท์ 4

2.1.2 สัญญาณควบคุม 4

2.1.3 หลักการเบื้องต้นของระบบโทรศัพท์ 5

2.2 ระบบเน็ตเวิร์คคอมพิวเตอร์ 6

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบเน็ตเวิร์ค 7

2.2.2 ประเภทของระบบเน็ตเวิร์ค 7

2.2.3 ประโยชน์ของเน็ตเวิร์ค 8

2.2.4 OSI โมเดล 9

2.2.5 การติดต่อสื่อสารระหว่างเวิร์คสเตชั่น 11

2.2.6 Bandwidth, Baseband และ Broadband 11

2.2.7 รูปแบบของ LAN ชนิดต่างๆ 12

2.2.8 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบ LAN 12

2.3 โพรโตคอล ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) 16

2.3.1 ความหมายของ TCP/IP 16

2.3.2 ส่วนประกอบของ TCP/IP 17

2.3.3 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับเส้นทางการสื่อสารระหว่างเครือข่าย 18

2.3.4 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับการบริการผู้ใช้ 19

2.3.5 สถาปัตยกรรม TCP/IP 20

2.3.6 โครงสร้างของชุด TCP/IP 21

2.3.7 ข้อแตกต่างระหว่างชุด TCP/IP 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.8 ลักษณะของการติดต่อ 24
2.3.9 ความสัมพันธ์ของ TCP และ UDP กับอินเตอร์เน็ต 25
2.3.10 พอร์ต และซ็อกเก็ต 25
2.3.11 ข้อกำหนดรูปแบบ IP 26
2.3.12 ข้อกำหนดรูปแบบ ICMP 26
2.3.13 TCP/IP Client Server 27
2.4 ไอพีแอดเดรส 28
2.4.1 การกำหนดหมายเลข ไอพีแอดเดรส 28
2.4.2 โดเมน 30
2.5 พื้นฐานวีโอไอพี 31
2.5.1 รูปการใช้งานของวีโอไอพี 31
2.5.2 ประโยชน์ของวีโอไอพี 33
2.6 พื้นฐานแพ็กเก็ตเสียง 34
2.6.1 กระบวนการในการแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล 34
2.6.2 เซอร์กิตสวิตช์ และแพ็กเก็ตสวิตช์ 35
2.6.3 เทคนิคการบีบอัดข้อมูลได้รับการพัฒนา 38
2.7 โพรโตคอล H.323 39
2.7.1 โครงสร้างของโพรโตคอล H.323 39
2.7.2 โพรโตคอลสแตคของโพรโตคอล H.323 39
2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 40
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง 42
3.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ 42
3.1.1 ส่วนระบบโทรศัพท์ 43
3.1.2 ส่วนควบคุมกลาง 49
3.1.3 ส่วน Serial 51
3.2 การออกแบบในส่วนของซอฟท์แวร์ 53
3.2.1 การออกแบบโปรแกรมที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 53
3.2.2 การออกแบบโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์หรือเซิร์ฟเวอร์ 57
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 60
4.1 การทดลองตรวจสอบวงจร DTMF 60
4.2 การทดลองตรวจสอบวงจรกำเนิดสัญญาณ Dial Tone 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 การทดลองตรวจสอบวงจรวงจรวงจร Ringing และ Hook Status 63

4.4 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมการตั้งค่า 64

4.5 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมการใช้งาน 65

4.6 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ 66

4.7 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์ 67

4.8 แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 1 68

4.9 แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 2 68

4.10 แสดงสัญญาณเมื่อมีการตอบรับการรับสาย 69

4.11 แสดงสัญญาณการยกเลิกการติดต่อ 69

4.12 แสดงสัญญาณร้องขอการติดต่อ 70

บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป 71

ภาคผนวก

กิตติกรรมประกาศ

บรรณานุกรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1	Block diagram การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน IP network	2
รูปที่ 1.2	Block diagram การทำงานอย่างง่าย ของระบบโทรศัพท์	2
รูปที่ 1.3	Block diagram การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน Wireless LAN	3
รูปที่ 2.1	แสดงการกระจายพลังงานของสัญญาณเสียง	4
รูปที่ 2.2	แสดงสัญญาณพื้นฐานของระบบโทรศัพท์	6
รูปที่ 2.3	แสดงการครอบคลุมของเน็ตเวิร์คแต่ละขนาด	8
รูปที่ 2.4	OSI Model	10
รูปที่ 2.5	การเชื่อมต่อโดยตรง	12
รูปที่ 2.6	การเชื่อมต่อ แบบดาว	13
รูปที่ 2.7	การเชื่อมต่อ แบบบัส	14
รูปที่ 2.8	การเชื่อมต่อ แบบวงแหวน	15
รูปที่ 2.9	การเชื่อมต่อ แบบตาข่าย	16
รูปที่ 2.10	โพรโตคอลสแตค TCP/IP	22
รูปที่ 2.11	การห่อหุ้มข้อมูลตามลำดับโพรโตคอลสแตค	23
รูปที่ 2.12	FTP Client – Server	27
รูปที่ 2.13	ตัวอย่างแบบจำลอง FTP Client – Server	28
รูปที่ 2.14	แสดงคลาสของ IP Address	29
รูปที่ 2.15	โครงสร้างลำดับขั้นของระบบโดเมน	31
รูปที่ 2.16	แสดงลักษณะการติดต่อระหว่างพีซีกับพีซี	31
รูปที่ 2.17	แสดงลักษณะการติดต่อระหว่างซีพีกับเครื่องโทรศัพท์	32
รูปที่ 2.18	แสดงลักษณะการติดต่อระหว่างโทรศัพท์กับโทรศัพท์	33
รูปที่ 2.19	รูปแบบการต่อของ Circuit Switch	36
รูปที่ 2.20(a)	TDM : 64 Kb/s for A-C and B-D	37
รูปที่ 2.20(b)	Static TDM : 12864 Kb/s for A-C and B-D	37
รูปที่ 2.21	โครงสร้างของโพรโตคอล H.323	39
รูปที่ 2.22	โพรโตคอลสแตคของโพรโตคอล H.323	39
รูปที่ 2.23	แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	41
รูปที่ 3.1	การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน IP network	42
รูปที่ 3.2	การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน Wireless LAN	42
รูปที่ 3.3	การทำงานอย่างง่าย ของระบบโทรศัพท์	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.4	ภายใน Computer - Telephone Interface control Board	43
รูปที่ 3.5	Block Diagram ของ CTICB	43
รูปที่ 3.6	วงจรในการออกแบบส่วน SLIC	44
รูปที่ 3.7	วงจรด้านความปลอดภัย	45
รูปที่ 3.8	วงจร Impedance Matching กับระบบโทรศัพท์	45
รูปที่ 3.9	วงจรส่วน DTMF	47
รูปที่ 3.10	ส่วนขยายสัญญาณ Dial Tone	48
รูปที่ 3.11	ส่วนสัญญาณ Ringing และ Hook Status	49
รูปที่ 3.12	ส่วนควบคุมกลาง	50
รูปที่ 3.13	วงจรส่วน Serial	52
รูปที่ 3.14	ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก	53
รูปที่ 3.15	ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรศัพท์เข้า	55
รูปที่ 3.16	ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรศัพท์ออก	56
รูปที่ 3.17	ผังการทำงานของโปรแกรมไคลเอ็นท์	58
รูปที่ 3.18	ผังการทำงานของโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์	59
รูปที่ 4.1	วงจร DTMF	60
รูปที่ 4.2	วงจรขยายสัญญาณ Dial Tone	62
รูปที่ 4.3	แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจรขยายสัญญาณ Dial Tone	62
รูปที่ 4.4	วงจรสัญญาณ Ringing และ Hook Status	63
รูปที่ 4.5	แสดงลักษณะของสัญญาณที่ได้จากวงจร Ringing และ Hook Status	63
รูปที่ 4.6	รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมการตั้งค่าเซิร์ฟเวอร์	64
รูปที่ 4.7	รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมการใช้งาน	65
รูปที่ 4.8	รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์	66
รูปที่ 4.9	รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์	67
รูปที่ 4.10	แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 1	68
รูปที่ 4.11	แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 2	68
รูปที่ 4.12	แสดงสัญญาณเมื่อมีการตอบรับการรับสาย	69
รูปที่ 4.13	แสดงสัญญาณการยกเลิกการติดต่อ	69
รูปที่ 4.14	แสดงสัญญาณร้องขอการติดต่อ	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่	2.1	แสดงสถาปัตยกรรมของ TCP/IP	20
ตารางที่	2.2	โครงสร้างของชุดโพรโตคอล TCP/IP เปรียบเทียบกับแบบจำลอง OSI model	22
ตารางที่	2.3	หมายเลขพอร์ตที่ให้บริการต่างๆ	23
ตารางที่	2.4	แสดงการเปรียบเทียบการใช้เน็ตเวิร์คของเซอร์กิตสวิตซ์และแพ็กเก็ตสวิตซ์	35
ตารางที่	2.5	แสดงการบีบอัดข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ	38
ตารางที่	4.1	แสดงผลการกดโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ซึ่งวัดสัญญาณจาก LED	61
ตารางที่	4.2	แสดงค่าที่ถอดรหัสจาก MT8870	61

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของหัวข้อปริญญานิพนธ์

"การสื่อสารไร้พรมแดน" หรือที่เราเรียกกันว่า ยุคโลกาภิวัฒน์ (Globalization) คำกล่าวนี้แสดงถึงมุมมองของโลกในยุคปัจจุบัน การสื่อสารข้อมูลเป็นหัวใจหลักของธุรกิจในยุคนี้เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ที่รวดเร็ว และฉับไว สาเหตุก็เนื่องจากธุรกิจในปัจจุบันมีการแข่งขันกันมาก ผู้ที่มีความชำนาญและผู้ที่มีข้อมูลอยู่จำนวนมากย่อมได้เปรียบ แต่การมีข้อมูลจำนวนมากซึ่งถ้าเป็นข้อมูลดิบไม่ได้เป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมความก้าวหน้าขององค์กร การปรับตัวขององค์กรเพื่อนำข้อมูลที่มีมาใช้ให้ได้มากที่สุดจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง และการแลกเปลี่ยนข้อมูลในหน่วยงานต่างๆ ขององค์กรจะช่วยเพื่อศักยภาพทางธุรกิจเป็นอย่างดี ดังนั้นเพื่อตอบสนองความต้องการทางธุรกิจ เทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารจึงได้มีการพัฒนารูปแบบต่างๆ เช่น การสื่อสารผ่านระบบดาวเทียม การสื่อสารผ่านระบบใยแก้วนำแสง เป็นต้น และได้มีการผนวกการสื่อสารเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ ที่เรียกว่า "ไอที" (IT : Information Technology) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากในสังคมปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

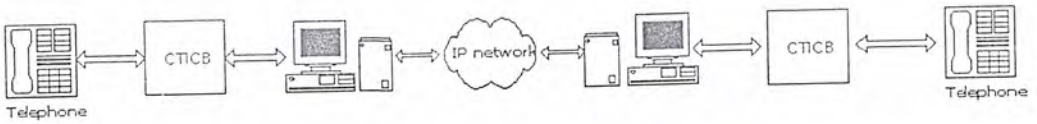
สำหรับปริญญานิพนธ์นี้ นำเสนอการออกแบบบอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างระบบ โทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ในการหลีกเลี่ยงการใช้งาน โครงข่ายโทรศัพท์ (Telephone Network) ดังเช่น ระบบโทรศัพท์แบบ ธรรมดา แต่จะประยุกต์ใช้โครงข่าย IP (IP Network) ส่วนสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นในการใช้งานของโทรศัพท์ จะได้มาจากบอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อที่ได้ออกแบบขึ้น โครงสร้างของบอร์ดจะประกอบไปด้วย ส่วนเชื่อมต่อกับระบบโทรศัพท์ (Telephone Interface) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์โดยตรง ตรวจสอบสัญญาณ DTMF กำเนิดสัญญาณ Dial Tone, Busy Tone และ Ringing รวมทั้งการตัดต่อวงจร ส่วนเชื่อมต่ออนุกรมกับคอมพิวเตอร์ (Serial Interface) ซึ่งเป็นส่วนที่ส่งสัญญาณในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้งานร่วมกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อรับสัญญาณจากส่วนนี้ แล้วนำไปประมวลผล เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับส่วนของ IP Network อีกที่หนึ่ง และส่วนควบคุมกลาง (Main Control) ซึ่งจะเป็นส่วนหลักของบอร์ดเพื่อควบคุมการสั่งการตัดต่อสัญญาณต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์นี้จะนำเสนอการออกแบบบอร์ดควบคุม Interface ระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของขั้นตอนหลักๆ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือชุดที่นำเสนอการออกแบบทางด้าน Hardware และอีก 1 ชุดจะเป็นการออกแบบทางด้าน Software

ในส่วนของ Hardware เพื่อให้ง่ายในการนำเสนอจึงขอเรียกบอร์ดนี้ว่า บอร์ด CTICB (Computer - Telephone Interface Control board) ซึ่งจะมีรูปแบบการใช้งานบอร์ด CTICB ดังแสดงในลักษณะของ Block diagram ดังรูปที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 Block diagram การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน IP network

การนำบอร์ดควบคุม Interface ระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์ มาใช้งานนั้น ในขั้นต้นจะนำมาทดสอบการใช้งานโดยทำให้โทรศัพท์เครื่องที่ 1 และโทรศัพท์อีกเครื่องสามารถพูดคุยกันได้ โดยมีสัญญาณต่างๆ เหมือนการโทรด้วยระบบโทรศัพท์ธรรมดา โดยปกติระบบโทรศัพท์ธรรมดานั้นจะมี Block diagram อย่างง่ายดังรูปที่ 1.2

รูปที่ 1.2 Block diagram การทำงานอย่างง่าย ของระบบโทรศัพท์

ส่วนในด้าน Software นั้น เป็นการใช้งานโดยในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งใช้เป็นภาษา Assembly สำหรับ Microcontroller ตระกูล MCS-51 ในด้านที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดนี้ และคอมพิวเตอร์ และส่วนที่เป็นการออกทางระบบ TCP/IP นั้น เราใช้โปรแกรม Visual C++ ในการโปรแกรมการทำงาน

โดยขั้นตอนการลงมือทำนั้น ทางผู้จัดทำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนแรกเป็นของภาคเรียนที่ 1 เริ่มตั้งแต่การทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ทฤษฎีและหลักการทำงาน จนถึงการออกแบบ หาวงจรและลงมือทำในด้านฮาร์ดแวร์ ในส่วนที่ 2 เป็นของภาคเรียนที่ 2 จะเกี่ยวข้องกับการโปรแกรมการทำงานของวงจรทั้งหมด

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

โดยปกตินั้น ในการคุยกันของโทรศัพท์ธรรมดานั้นจะส่งสัญญาณผ่าน Telephone network โดยจะรับสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นจาก Telephone network และมีค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายในการใช้ระบบ Telephone network แต่สำหรับระบบที่ออกแบบนั้น สัญญาณอาจจะเดินทางไปบน IP Network หรือ เดินทางไปบน Wireless LAN ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายได้ และสำหรับระบบที่แต่เดิมต้องรับสัญญาณต่างๆที่จำเป็นจาก Telephone network นั้น ก็จะได้มาจาก Computer - Telephone Interface Control board แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งนอกจากใช้งานโทรศัพท์บนระบบ IP แล้วบอร์ดนี้ ยังนำไปใช้งานในระบบ Wireless LAN โดย ลักษณะการทำงานจะคล้ายกับการทำงานของ Block diagram รูปที่ 1.1 แต่แทนที่จะส่งข้อมูลผ่านระบบ IP network นั้น จะใช้อุปกรณ์ Wireless LAN มาเชื่อมต่อกับ USB Port ของคอมพิวเตอร์ แล้วส่งข้อมูลผ่านระบบ Wireless ซึ่งเหมาะกับการใช้งานในหมู่บ้านที่ห่างไกล และไม่คุ้มค่าในการลากสายระบบโทรศัพท์ จะมี Block diagram รูปแบบการทำงานดังรูปที่ 1.3

รูปที่ 1.3 Block diagram การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน Wireless LAN

1.5 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์

บทที่ 1 กล่าวถึงบทนำ อันประกอบไปด้วย ความเป็นมาของปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ ส่วนเนื้อหาโดยรวม และ ประโยชน์ที่จะได้รับ

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการ

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการคำนวณ และการออกแบบในการทำการทดลองโดยบอกถึงขั้นตอนการทำงานของแต่ละส่วน รวมถึงการออกแบบการทำงานในส่วนของโปรแกรมด้วย

บทที่ 4 กล่าวถึงผลที่ได้จากการทำการทดลองการทำงาน

บทที่ 5 กล่าวถึงการบทวิจารณ์การทดลอง และทำการบทสรุปการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

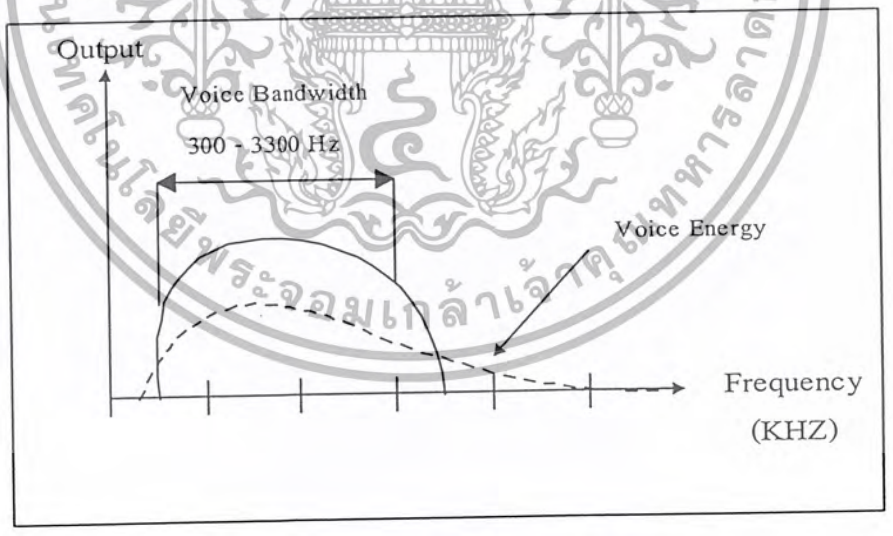
ในการสื่อสารข้อมูลในระบบ IP Telephone นั้น ตัวหลักการในมุมมองทางด้านการสื่อสาร จะใช้ทฤษฎีทางด้านระบบโครงข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน (PSTN) ผนวกเข้ากับตัวระบบเครือข่ายของคอมพิวเตอร์ (Computer Network) ซึ่งจะเชื่อมต่อกันโดยผ่าน IP gateway ที่เราใช้ทำบอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อขึ้นมา

2.1 ระบบโทรศัพท์

ในการสื่อสารในระบบโทรศัพท์จะเป็นการเปลี่ยนจากสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยผ่านตัวกลางที่เป็นสายนำสัญญาณในการติดต่อซึ่งในปัจจุบันตัวกลางติดต่อสามารถใช้ได้หลายทาง เช่น ผ่านระบบไมโครเวฟ ผ่านระบบดาวเทียม หรือผ่านระบบใยแก้วนำแสง เป็นต้น โดยแบนวิทด์ของสัญญาณเสียงที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ อยู่ในช่วง 300-4,000 Hz โดยมีสัญญาณต่างๆ ที่คอยควบคุมการทำงานและแสดงสถานะระหว่างชุมสายกับโทรศัพท์ของผู้ใช้ (Subscriber) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 สัญญาณที่ส่งในคู่สายโทรศัพท์

สัญญาณเสียงในการสนทนาสัญญาณความถี่เสียงมีช่วงความถี่ในช่วง 20-20,000 Hz แต่พลังงานส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 100-4,000 Hz ซึ่งเป็นความถี่ของช่วงพลังงานของเสียงพูดของมนุษย์ คือประมาณ 300-4,000 Hz โดยมีลักษณะการกระจายพลังงานเสียง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงการกระจายพลังงานของสัญญาณเสียง

2.1.2 สัญญาณควบคุม

เป็นสัญญาณลูกข่าย (Subscriber Signal) ที่เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะแจ้งสถานะโดยส่งสัญญาณไปที่ลูกข่าย (Subscriber) เพื่อให้ผู้ใช้ทราบสถานะของการติดต่อและขั้นตอนในการทำงานต่อไป ซึ่งจะประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณ Dial Tone เป็นสัญญาณที่แสดงให้ลูกข่ายรู้ว่าทางชุมสายพร้อมให้บริการ โดยให้ผู้ใช้สามารถกดหมายเลขที่ต้องการติดต่อ โดยสัญญาณ Dial Tone จะเป็นสัญญาณไซน์ (Sine Wave) 400 Hz ที่มอดูเลทกับความถี่ 50 Hz แบบแอมปลิจูดมอดูเลชั่น (AM)

2. สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณแสดงสถานะเพื่อบอกว่าปลายทาง ไม่ว่าง หรือชุมสายปลายทาง ไม่สามารถติดต่อได้ โดยสัญญาณ Busy Tone จะเป็นสัญญาณไซน์ (Sine Wave) 400 Hz ส่งเป็นช่วงๆ โดยที่เวลาในการส่ง 0.5 วินาที และหยุด 0.5 วินาที สลับกันไป

3. สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) เป็นสัญญาณที่บอกผู้เรียกว่า การติดต่อกับเครื่องปลายทางประสบความสำเร็จ และกำลังรอปลายทางรับสาย

4. สัญญาณกระดิ่งเรียก (Ringing Tone) ใช้ส่งให้ปลายทางเพื่อให้เครื่องโทรศัพท์ใช้สร้างกระดิ่งเรียกผู้รับสาย เมื่อการติดต่อสำเร็จสัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณไซน์ (Sine Wave) ความถี่เท่ากับ 25 Hz ระดับแรงดันประมาณ 75-100 โวลต์ ช่วงเวลาในการส่งเหมือนกับสัญญาณเรียกกลับ

2.1.3 หลักการเบื้องต้นของระบบโทรศัพท์

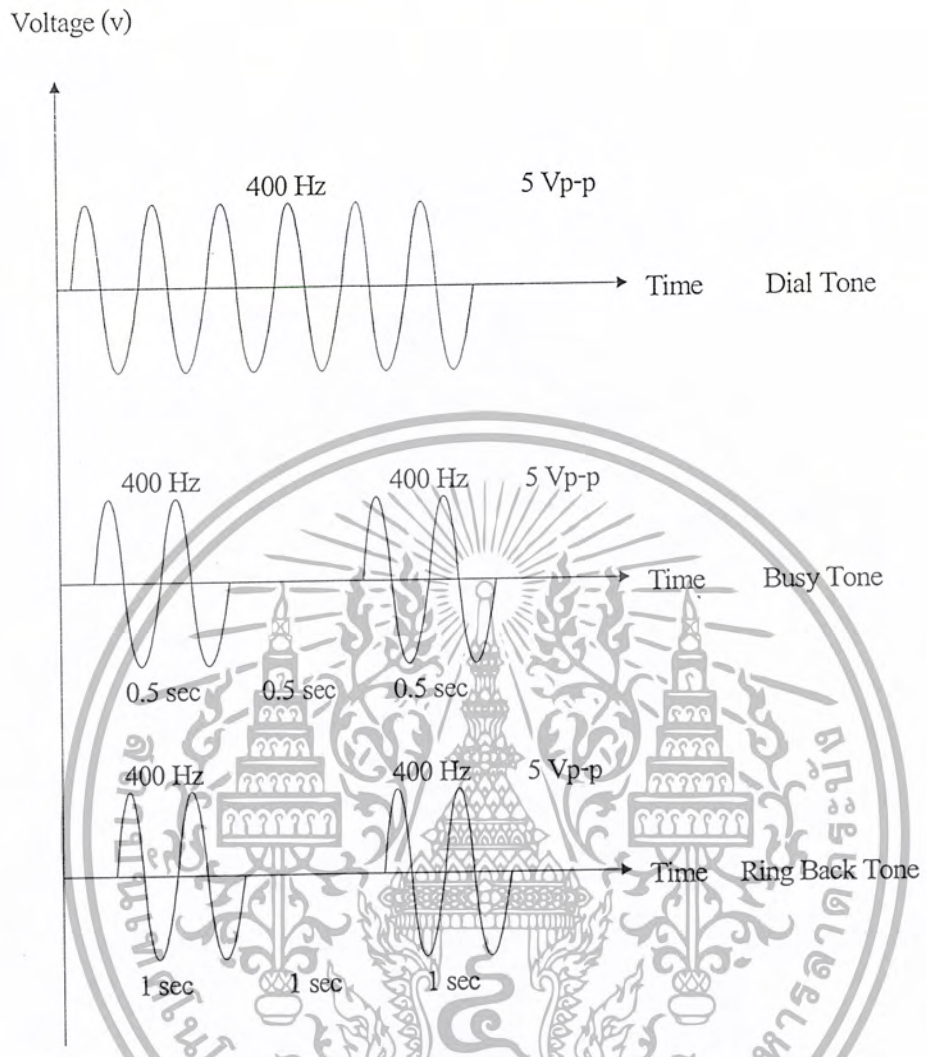
เมื่อเริ่มต้นโทรศัพท์ว่างหูอยู่เรียกว่าอยู่ในสภาวะวางหู (On Hook) วงจรระหว่างชุมสายหลักและโทรศัพท์เป็นวงจรเปิด ยกเว้นวงจรสัญญาณเรียก (Ring Circuit) ซึ่งจะต่ออยู่กับชุมสายหลักตลอดเวลา โดยมีคาปาซิเตอร์ (Capacitor) ทำหน้าที่กันไฟตรงไม่ให้ผ่าน และให้ผ่านได้โดยเฉพาะสัญญาณเรียกซึ่งเห็นไฟฟ้ากระแสสลับ

เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้น เรียกว่าอยู่ในสภาวะยกหู (Off Hook) จะทำให้ระดับไฟตรง (DC Voltage) ที่คู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ ชุมสายโทรศัพท์จะรู้ว่าเริ่มต้นการเรียก ก็จะทำการติดต่อระหว่างผู้เรียกกับชุมสาย โดยชุมสายจะส่งสัญญาณหมุน (Dial Tone) ในกรณีที่ชุมสายพร้อมที่จะรับหมายเลข หรือส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ในกรณีที่ชุมสายมีปัญหาหรือเกิดข้อผิดพลาดบางอย่าง เพื่อให้ผู้เรียกวางสายแล้วค่อยยกหูใหม่

เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะกดหมายเลขโทรศัพท์ของปลายทาง เมื่อชุมสายได้รับสัญญาณการกดเลขหมายตัวแรกก็จะหยุดส่งสัญญาณให้หมุน และทำการถอดรหัส เมื่อได้หมายเลขครบตามต้องการ ชุมสายจะทำการตรวจสอบว่ามีปลายทาง และปลายทางว่างอยู่หรือไม่ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณเรียก (Ring Tone) ไปยังปลายทางและจะส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) มายังผู้เรียก แต่ถ้าปลายทางไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) กลับมายังผู้เรียก

ถ้าการติดต่อสำเร็จ คือ ปลายทางว่าง และมีผู้รับสาย ชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณเรียก และเรียกกลับ พร้อมทำการสร้างเส้นทางในการติดต่อ ระหว่างผู้เรียกและผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณพื้นฐานของระบบโทรศัพท์

2.2 ระบบเน็ตเวิร์คคอมพิวเตอร์

การใช้งานเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน มีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ Stand Alone และ ระบบ LAN (Local Area Network) ซึ่งงานในแบบ Stand Alone เพียงเครื่องเดียวเหมาะสำหรับนักเรียน หรือนักธุรกิจขนาดเล็กๆ ไม่ใหญ่มาก แต่ถ้าในบริษัทที่มีธุรกิจในระดับกลางขึ้นไปดูจะไม่เหมาะสม ซึ่งการต้องการใช้ทรัพยากรร่วมกันปรับปรุงข้อมูลให้ใหม่ และถูกต้องเสมอตลอดจนระบบรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เน็ตเวิร์คคงจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ระบบเน็ตเวิร์ค จะหมายถึงการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปมาเชื่อมต่อกัน เพื่อทำการแบ่งข้อมูลและใช้ทรัพยากรร่วมกันเช่น ไฟล์ข้อมูล และเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบเน็ตเวิร์ค

ระบบเน็ตเวิร์คสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) ประกอบไปด้วย
   - Server คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เก็บข้อมูล เรียกว่า File Server มีอยู่ด้วยกันหลายขนาด
   - Network Communication System คือระบบสื่อสารภายในของเน็ตเวิร์ค ประกอบไปด้วย LAN Card, Modem และ Cable
   - Workstation คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปที่นำมาเชื่อมต่อกันเพื่อประโยชน์ในการ Share File และการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน
2. ส่วนที่เป็นด้วนซอฟต์แวร์ (Software) เป็นส่วนของ NOS (Network Operating System) เป็นระบบปฏิบัติการที่ควบคุมการทำงานของระบบ LANให้ทำงานเป็นระบบ

จากทั้ง 2 ส่วน อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อ (Media) ระหว่างคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ได้แก่ การ์ด เคเบิล และคอนเนคเตอร์ เป็นต้น การ์ดจะมีลักษณะเป็นวงจรไฟฟ้า ที่ใส่เข้ามาในสล๊อตที่อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการ์ดเหล่านี้จะเป็นตัวกลางให้ข้อมูลต่างๆ ที่ต้องติดต่อกับเครื่องอื่นๆ ผ่านทางเคเบิลมาเข้ากับการ์ด และการ์ดจะทำการผ่านข้อมูลนั้นมาให้คอมพิวเตอร์ประมวลผล หรือถ้าเป็นการส่งข้อมูล ข้อมูลก็จะถูกส่งออกไปโดยผ่านการ์ดนี้ ออกไปทางสายที่เชื่อมต่อกันอยู่ในระบบ แล้วข้อมูลนั้นจะถูกส่งผ่านการ์ดของเครื่องที่ต้องการรับข้อมูล แล้วส่งผ่านสู่เครื่องคอมพิวเตอร์และทำการประมวลผลต่อไป สำหรับสายเคเบิลที่ใช้อาจจะเป็นสายตีเกลียว (Twist Pairs) สายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) เส้นใยนำแสง (Optical Fiber Cable) นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อระหว่างสายเคเบิลและการ์ดอีกเรียกว่าคอนเนคเตอร์ (Connector) ซึ่งคอนเนคเตอร์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่การใช้งานแตกต่างกันไป ส่วนของซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมระบบปฏิบัติการของเน็ตเวิร์ค (Network Operating System) ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานการติดต่อสื่อสารกัน และการเข้าใช้อุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

2.2.2 ประเภทของระบบเน็ตเวิร์ค

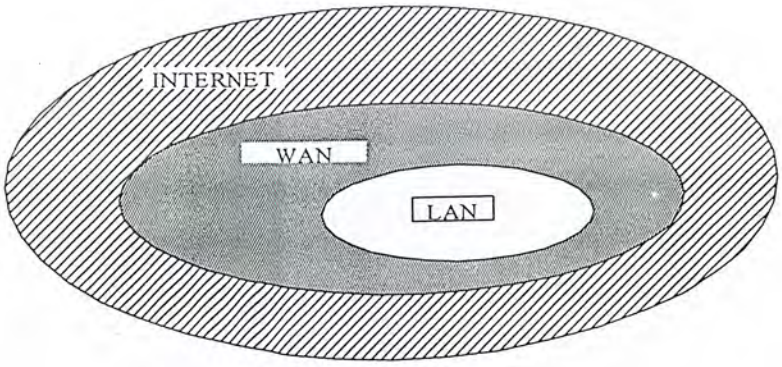
เราสามารถแบ่งประเภทของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ออกได้เป็น 3 ประเภทตามขนาดดังนี้

1. LAN (Local Area Network) ระบบเครือข่ายระดับท้องถิ่น เป็นเน็ตเวิร์คในระยะไม่เกิน 10 กิโลเมตร ไม่ต้องใช้โครงข่ายการสื่อสารขององค์การโทรศัพท์ คือจะเป็นระบบเน็ตเวิร์คที่อยู่ภายในอาคารเดียวกัน หรือต่างอาคารกันในระยะใกล้ๆ

2. WAN (Wide Area Network) เป็นเครือข่ายระดับเมือง เป็นเน็ตเวิร์คที่ต้องใช้การสื่อสารขององค์การโทรศัพท์ หรือการสื่อสารแห่งประเทศไทย เพราะเป็นการติดต่อกันในเมือง เช่นมีเครื่องเวิร์คสเตชั่นอยู่ที่บางนา มีการติดต่อสื่อสารกับเวิร์คเตชั่นอยู่ที่ดอนเมือง

3. Internet เป็นระบบเครือข่ายระดับกว้างไกลหรือเรียกได้ว่าเป็น World Wide ของระบบเน็ตเวิร์ค โดยจะเป็นการติดต่อสื่อสารกันในระดับประเทศ ข้ามทวีป จะต้องใช้มีเดีย (Media) ในการสื่อสารขององค์การโทรศัพท์หรือการสื่อสารแห่งประเทศไทย (คู่สายโทรศัพท์ dial-up line/ คู่สายเช่า leased line/ ISDN: Integrated Service Digital Network) สามารถส่งได้ทั้งข้อมูลเสียงและภาพในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการครอบคลุมของเน็ตเวิร์คแต่ละขนาด

2.2.3 ประโยชน์ของเน็ตเวิร์ก

ระบบเน็ตเวิร์คเป็นระบบที่มีการใช้ทรัพยากรและข้อมูลร่วมกัน สามารถแบ่งประโยชน์ออกเป็น 5 ข้อ คือ

1. การใช้ทรัพยากรทางฮาร์ดแวร์ร่วมกัน เนื่องจากอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์แต่ละชนิดมีราคาค่อนข้างสูง เพื่อให้ใช้ทรัพยากรเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการนำเอาอุปกรณ์เหล่านั้นมาใช้งานร่วมกันเป็นส่วนกลาง เช่น เครื่องพิมพ์, พลอตเตอร์, ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น

2. การใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกัน การใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกันในระบบจะทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ สามารถใช้ร่วมกันได้อีก และยังสามารถดูแลรักษาได้ง่าย เช่น เมื่อเราต้องการอัพเกรดซอฟต์แวร์ใด ก็ทำการอัพเกรดที่เดียว แต่จะมีผลถึงผู้ใช้ซอฟต์แวร์นั้นๆ ทั้งระบบ เป็นต้น

3. การใช้ข้อมูลร่วมกัน ถ้าแต่ละหน่วยงานมีข้อมูลที่ต้องใช้งานร่วมกัน ซึ่งถ้าต้องการทำการคัดลอกข้อมูลไปไว้ในแต่ละเครื่องคงจะเป็นเรื่องยุ่งยาก และสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลมากทีเดียว การใช้ข้อมูลร่วมกันยังทำให้สะดวกเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะมีผลกระทบไปทั้งระบบ และยังสามารถกำหนดได้ว่าจะให้ผู้ใด สามารถใช้ข้อมูลได้ ซึ่งเป็นการรักษาความปลอดภัยสำหรับข้อมูลซึ่งอาจจะเป็นความลับ และง่ายต่อการสำรองข้อมูล

4. การติดต่อระหว่างผู้ใช้ และคน มีความสะดวกสบายขึ้นหากผู้ใช้งานอยู่ห่างกันมาก การติดต่ออาจจะไม่สะดวก ระบบ LAN มีบทบาทในการเป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานแต่ละคน ซึ่งอาจเป็นการติดต่อในลักษณะที่ผู้ใช้ที่ต้องติดต่อด้วยไม่อยู่ ก็อาจฝากข้อความเอาไว้ในระบบ เมื่อผู้ใช้คนนั้นเข้ามาใช้ในระบบ จะมีการแจ้งข่าวสารนั้นทันที

นอกจากนั้นอาจมีการกระจายการประมวลผล (Distributed Processing) และการติดต่อสื่อสารแบบรวดเร็ว (Rapid Communication) เพิ่มมาด้วย

การใช้โปรแกรม ข้อมูลร่วมกัน สามารถจะทำให้ผู้ใช้งานหลายๆ คนใช้โปรแกรมข้อมูลร่วมกันได้ และเป็นการประหยัดเวลาในการติดตั้งโปรแกรม โดยทำการติดตั้งโปรแกรมการใช้งานไว้ที่ไฟล์เซิร์ฟเวอร์ (Server File) และเก็บข้อมูลไว้ที่ ไฟล์เซิร์ฟเวอร์เช่นเดียวกัน เพียงตัวเดียว เครื่องเวิร์คสเตชั่นไม่จำเป็นที่จะต้องมีดิสก์ไดร์ฟ หรือฮาร์ดดิสก์ ก็สามารถใช้งานโปรแกรมและข้อมูลจากเครื่องไฟล์เซิร์ฟเวอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ฮาร์ดแวร์ร่วมกัน ระบบเน็ตเวิร์กเป็นระบบที่สามารถจะใช้อุปกรณ์จากฮาร์ดแวร์ร่วมกันได้ดี เช่นระบบเน็ตเวิร์คของท่านมีเวิร์คสเตชั่น อยู่ 12 เครื่อง แต่ละเครื่องมีงานที่ต้องพิมพ์บนเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ถ้าไม่มีระบบเน็ตเวิร์ค จะต้องใช้งบประมาณในการซื้อเครื่องพิมพ์หลายๆ เครื่องอย่างน้อย 4-6 เครื่อง หรือเสียเวลาในการบันทึกลงในแผ่นดิสก์ แล้วนำไปพิมพ์ในเครื่องที่มีเครื่องพิมพ์ แต่สำหรับเน็ตเวิร์คแล้ว สามารถใช้เครื่องพิมพ์เพียง 1 หรือ 2 เครื่อง โดยการทำเป็น Print server คอยรับงานพิมพ์จากเครื่องทั้ง 12 เครื่อง นอกจากนี้ยังใช้งานโมเด็ม และฮาร์ดดิสก์ร่วมกันได้อีกด้วย

การกระจายการประมวลผล เป็นที่ทราบแล้วว่าโปรแกรมใช้งานต่างๆ เช่น Excel, Word, Data Base เป็นต้น ได้ถูกติดตั้งในฮาร์ดดิสก์ของเครื่องไฟล์เซิร์ฟเวอร์ ส่วนเครื่องเวิร์คสเตชั่นจะเป็นเพียงจอภาพ ซีพียู และคีย์บอร์ด สำหรับเมื่อผู้ใช้งานของเวิร์คสเตชั่นเครื่องหนึ่งต้องการใช้งานโปรแกรม Word เครื่องไฟล์เซิร์ฟเวอร์ จะทำการ Copy โปรแกรม Word จากฮาร์ดดิสก์ของเครื่องไฟล์เซิร์ฟเวอร์มาไว้ยังหน่วยความจำ Ram ของเครื่องที่ต้องการใช้งานในเวิร์คสเตชั่นเครื่องนั้นต่อจากนี้เป็นหน้าที่ของซีพียูภายในเวิร์คสเตชั่นทำงาน โปรแกรม Word ต่อไปเป็นการกระจายการประมวลผลอย่างมีประสิทธิภาพ

การติดต่อสื่อสารแบบรวดเร็ว ด้วยมาตรฐาน IEEE 802.3 สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราเร็ว 10 เมกะบิตต่อวินาที (ใช้หลักการส่งข้อมูลแบบ Baseband) ในความเร็วระดับนี้จะทำให้การปรับปรุง (Update) ข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการนำจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) มาใช้บนระบบเน็ตเวิร์ค ปัจจุบันมีระบบ Ethernet สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 10 จิกกะบิตต่อวินาที และนอกจากนั้นยังมีการใช้งานในระบบ ATM (Asynchronous Transfer Mode) เข้ามาใช้งานในเวิร์คสเตชันอีกด้วย

2.2.4 OSI โมเดล

องค์กรมาตรฐานสากล ISO (International Organization for Standardization) ได้กำหนดมาตรฐานของเครือข่าย โดยจัดแบ่งกิจกรรมของเครือข่าย ออกเป็นงานย่อยๆ และกำหนดโมเดลออกเป็นขั้นๆ ตามลำดับเรียกว่ามาตรฐาน OSI (Open System Interconnection) โดยที่จะแบ่งกิจกรรมที่ซับซ้อนในเครือข่ายออกเป็นงานย่อยๆ ก็จะช่วยในการออกแบบ และการใช้งานเครือข่ายรวมถึงการเชื่อมโยงกันเป็นไปด้วยความสะดวก และมีวิธีการทำงานอยู่ในกรอบเดียวกัน

ในแต่ละขั้นของ OSI โมเดล จะมีการติดต่อสื่อสารกันเป็นชั้นๆ ตามลำดับลงมาเช่น Application Layer ก็จะติดต่อสื่อสารกับ Presentation Layer ตามลำดับไปจนถึงขั้นแรกสุดคือ Physical Layer

Application Layer เป็นชั้นบนสุดของโมเดล เป็นส่วนที่จะทำให้การติดต่อระหว่างเครือข่าย กับผู้ใช้เป็นไปตามต้องการ ตัวอย่างการประยุกต์ของเครือข่ายเช่น ระบบ E-mail การโอนถ่ายข้อมูล (File Transfer) การขอเข้าใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย เป็นต้น

Presentation Layer เป็นขั้นที่จัดการในเรื่อง การคอยรวบรวมข้อความ และแปลงรหัส หรือแปลงรูปแบบของข้อมูลที่รับมาจากชั้น Application Layer ซึ่งทำให้การสื่อสารเป็นไปในแนวเดียวกัน เพื่อที่จะช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ใช้งานในระบบ

Session Layer เป็นขั้นที่จัดการในเรื่อง "การติดต่อแต่ละครั้ง" หรือ Session ในระบบคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ฝั่ง โดยทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มการติดต่อ ดูแลในการส่งผ่านข้อมูล ให้ในการติดต่อในครั้งนั้นๆ เป็นไปได้โดยไม่มีปัญหาจนถึงเลิกการติดต่อเมื่อเสร็จงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transport Layer ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและรายละเอียดวิธีการรับ ส่งข้อมูล ให้เป็นไปตามกำหนดที่ตั้งไว้ และจัดการในการเชื่อมโยงเครือข่ายเป็นไปด้วยความราบรื่น Transport Layer จะเป็นชั้นสุดท้าย ที่จัดการเรื่องเส้นทางในการส่งข้อมูล และจัดการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ซึ่งส่วนของ TCP (Transmission Control Protocol) ในโพรโตคอล TCP/IP ทำงานที่ระดับนี้

Network Layer ทำหน้าที่ควบคุมวิธีการส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่ายให้ถูกต้อง และเป็นไปตามเส้นทางที่กำหนด โดยจะจัดการส่งผ่าน Packet ข้อมูลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ไปยังเครือข่ายย่อยได้อย่างถูกต้องตามต้องการ นอกจากนี้ยังจัดการดูแลเส้นทางในการส่งข้อมูล (Routing Table) และกั้น หรือกรอง Packet ข้อมูลที่ส่งไปยังเครือข่ายเดียวกันไม่ให้ข้ามไปยังเครือข่ายอื่น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณข้อมูลที่จะวิ่งบนเครือข่ายได้ส่วนหนึ่ง โพรโตคอล IP, TCP/IP และ IPX เป็นโพรโตคอลที่ทำงานอยู่ใน Layer นี้

Data Link Layer ทำหน้าที่เรียกใช้หรือกำหนดช่องทาง ในการส่งข้อมูลที่ถูกต้อง เช่น Ethernet, Token Ring หรือ FDDI เป็นต้น รวมถึงลำดับและอัตราการรับส่งข้อมูลหรือ Flow Control และสถานที่ ที่จะส่งข้อมูลไป (Address) ทั้งนี้ Data Link Layer จะเป็นชั้นแรกที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลจาก Bit ให้เป็น Packet โดยจะมีการเพิ่มข้อมูลเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ในกรณีที่ส่งข้อมูลออกไป หรือในกรณีที่อ่านข้อมูลที่เข้ามาเป็นการตรวจสอบผ่าน Checksum เพื่อดูว่าข้อมูลที่ได้รับมา ถูกต้องครบถ้วน และถ้าได้รับ Packet ข้อมูลที่ไม่ถูกต้องก็จะไม่นำเอาข้อมูลนั้นไปใช้งาน และจะบอกให้ต้นทางส่งข้อมูลนั้นมาใหม่

Physical Layer รับผิดชอบดูแลในรายละเอียดในการส่งข้อมูลในด้าน Hardware เช่นการควบคุม Network Interface Card การส่งสัญญาณผ่านสายสัญญาณแบบต่างๆ การเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายแบบต่างๆ โดยใช้ Physical Layer จะจัดสร้างสัญญาณทางไฟฟ้า สัญญาณเสียง หรือสัญญาณที่จำเป็นในการสื่อสารโดยตรงเนื่องจาก Network Layer เป็นชั้นที่โพรโตคอล IP, TCP/IP ทำงานอยู่จะกล่าวโดยละเอียดต่อไป

ระดับชั้น	ชื่อระดับชั้น	ระดับหน้าที่
7	Application	Upper Layers
6	Presentation	
5	Session	
4	Transport	Lower Layers
3	Network	
2	Data Link	
1	Physical	

รูปที่ 2.4 OSI Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 การติดต่อสื่อสารระหว่างเวิร์คสเตชั่น

Peer To Peer เป็นระบบที่เครื่องเวิร์คสเตชั่นทุกเครื่องบนระบบเน็ตเวิร์คมีฐานะเท่าเทียมกันคือ ทุกเครื่องสามารถใช้ไฟล์ในเครื่องอื่นได้ และสามารถใช้หรือให้เครื่องอื่นมาใช้งานไฟล์ของตนเองได้เช่นกัน ระบบ Peer To Peer มีลักษณะการทำงานแบบ Distributed System โดยการกระจายทรัพยากรต่างๆ ไปสู่เวิร์คสเตชั่นอื่นๆ แต่จะมีปัญหาเรื่องการรักษาความปลอดภัย เพราะบางทีข้อมูลที่เป็นความลับอาจจะถูกส่งออกไปสู่เวิร์คสเตชั่นอื่นๆ

โปรแกรมที่มีความสามารถทาง Peer To Peer และเป็นที่รู้จักกันคือ Windows for Workgroup และ Personal NetWare

Client/Server เป็นการทำงานแบบ Distributed System หรือการประมวลผลแบบกระจาย โดยจะแบ่งกันประมวลผลระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ กับระบบเวิร์คสเตชั่นด้วย และเมื่อใดที่เครื่องเวิร์คสเตชั่นต้องการผลลัพธ์ของข้อมูลบางส่วน จะมีการเรียกใช้ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ นำเฉพาะข้อมูลบางส่วนเท่านั้นส่งกลับมาให้เวิร์คสเตชั่นเพื่อทำการคำนวณข้อมูลต่อไป

2.2.6 Bandwidth, Baseband และ Broadband

1. Bandwidth เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ เสียง แสง และทุกๆสิ่งที่เกี่ยวเนื่องกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักสำคัญของระบบเน็ตเวิร์คและการสื่อสารคอมพิวเตอร์ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ Baseband (บางทีเรียก Narrowband) กับ Broadband (บางทีเรียก Wideband) ซึ่งมีผลต่อความเร็วของเน็ตเวิร์ค แต่เมื่อทำงานจริงแล้ว ยังมีปัจจัยอีกหลายอย่างที่จะมีผลต่อความเร็วของเน็ตเวิร์ค เช่น ความคับคั่งของข้อมูล และอื่นๆ ที่จะส่งผลกระทบต่อความสามารถรวมของระบบเน็ตเวิร์ค หรือที่เรียกว่า Throughput

2. Baseband ระบบนี้ Bandwidth ทั้งหมดจะถูกใช้งานไปกับช่องสัญญาณเพียงช่องสัญญาณเดียว คือ รับส่งข้อมูลทีละชุดเท่านั้น ไม่ว่าสัญญาณนั้นจะอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า หรือสัญญาณแสง ซึ่งสัญญาณดังกล่าวจะเดินทางได้ 2 ทิศทางคือ ไปจากตัวลูกข่ายหาตัวแม่ข่าย และจากตัวแม่ข่ายไปหาตัวลูกข่าย การส่งข้อมูลนั้นจะทำได้โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นท่อนเล็กๆ เรียกว่า Packet ในรูปของสัญญาณดิจิตอลคือ 0 และ 1 เท่านั้น Baseband จะสามารถส่งข้อมูลได้ทีละ Packet เท่านั้น ซึ่งแต่ละ Node ที่ต้องการส่งสัญญาณจะต้องรอไปจนกว่าช่องสัญญาณจะว่าง จึงจะสามารถทำงานได้ แต่ด้วยเทคนิคที่เรียกว่า Multiplexing เน็ตเวิร์ค Baseband จะสามารถนำส่งข้อมูลไปได้ทีละหลายๆ Packet โดยช่องสัญญาณที่มีเพียงช่องเดียวนี้ จะถูกแบ่งเวลาใช้งานออกเป็นส่วนย่อยๆ เรียกว่า Time Slice ซึ่งในแต่ละ Time Slice จะต้องยาวนานพอที่จะสามารถบรรจุข้อมูลได้ 1 Packet ไม่ว่าแต่ละ Packet นั้นจะถูกส่งมาจาก Node เดียวกันหรือเป็นขอมูลชุดเดียวกันหรือไม่ก็ตามส่วนในการรับข้อมูลนั้นเราจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Demultiplexer ซึ่งจะนำข้อมูลแต่ละ Packet ที่ได้รับมาประกอบกลับให้ได้รูปแบบเดิมทั้งหมด

3. Broadband เป็นเทคโนโลยีที่ใหม่กว่าและเร็วกว่า จะแบ่งความถี่ออกเป็นหลายๆ ช่วงสำหรับช่องสัญญาณหลายๆ ช่อง ซึ่งความถี่แต่ละช่วงที่อยู่ติดกัน จะถูกคั่นด้วยช่วงความถี่พิเศษแคบๆ ซึ่งปกติจะถูกเว้นว่างไว้ไม่ได้ใช้งานอะไร เรียกว่า Guard Band จะทำการจัดช่องสัญญาณไว้สำหรับส่งข้อมูลเข้าและออกจากแต่ละเครื่อง โดยที่สัญญาณไฟฟ้าจะเดินทางในรูปแบบของสัญญาณอนาล็อก เน็ตเวิร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Broadband จะทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่นกว่า แต่มีราคาสูงกว่า Baseband เพราะเน็ตเวิร์ค แบบ Broadband นั้น Bandwidth ทั้งหมดจะถูกแบ่งออกเป็นหลายๆ ช่องสัญญาณ จะสามารถส่งหรือรับข้อมูลได้ทีละหลายๆ ชนิด เช่น เสียง วีดีโอ และข้อมูลสำหรับคอมพิวเตอร์ไปพร้อมๆ กัน

2.2.7 รูปแบบของ LAN ชนิดต่างๆ

1. ARCnet (Attached Resource Computer Network) เป็นระบบเน็ตเวิร์ค แบบ Baseband ที่ใช้วิธีการ Token Passing คือแต่ละโหนดสามารถใช้งานเน็ตเวิร์คได้ก็ต่อเมื่อได้รับ Token ซึ่งส่งมาจากโหนดอื่น ARCnet เป็นเน็ตเวิร์คที่มีค่าใช้จ่ายไม่สูง อาจเป็นเพราะว่ามันสามารถรองรับโหนดได้จำกัดเพียง 255 โหนด ซึ่งค่อนข้างเหมาะสมสำหรับระบบ LAN ที่มีขนาดเล็ก ARCnet สามารถใช้การเดินสายหรือ Topology ได้ทั้งแบบบัสและแบบสตาร์ ARCnet สอดคล้องกับมาตรฐาน IEEE 802.4 แต่ทว่าไม่เหมือนกันทีเดียวนัก

2. Ethernet เป็นเน็ตเวิร์คแบบที่ใช้งานมากที่สุดในปัจจุบันนี้ ซึ่งมีหลายรูปแบบให้เลือกใช้ โดยอาศัยการผ่านสัญญาณแบบ Baseband เป็นหลัก สำหรับการเชื่อมต่อ จะมี Topology ทั้งแบบบัสที่ต่อกันแนวตรง และแบบสตาร์ ที่แต่ละโหนดจะเชื่อมต่อกับ Hub ซึ่งอยู่ตรงกลางและสามารถเชื่อมต่อกันเองได้อีก แต่ทุกๆ แบบของ Ethernet นี้จะอาศัยกลไกการควบคุมการจราจรและการเข้าใช้งานเน็ตเวิร์คที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier-Sense Multiple Access [with] Collision Detection) ที่จะสอดคล้องกับมาตรฐาน IEEE 802.3

3. Token Ringแต่ละโหนดในเน็ตเวิร์ค จะใช้ Packet ของข้อมูลที่เรียกว่า Token ในการตัดสินใจว่าโหนดใดจะได้รับสิทธิ์ในการส่งข้อมูล ในระบบ LAN ที่ใช้เครื่อง PC เป็นหลัก จะมีการใช้งาน Token Ring มากที่สุดในระบบ เพื่อให้เครื่อง PC สามารถเชื่อมต่อกับระบบเมนเฟรมหรือมินิคอมพิวเตอร์ได้ สถาปัตยกรรม Token Ring นี้จะเป็นต้นแบบของมาตรฐาน IEEE 802.5

4. ATM (Asynchronous Transfer Mode) เป็นรูปแบบของ LAN รูปแบบใหม่ที่ยังได้รับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานกับระบบ Ethernet อย่างกว้างขวาง ว่ารูปแบบใดดีกว่ากัน ซึ่งทั้งนี้ทั้งนั้นก็ขึ้นกับการใช้งาน

2.2.8 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบ LAN (Topology)

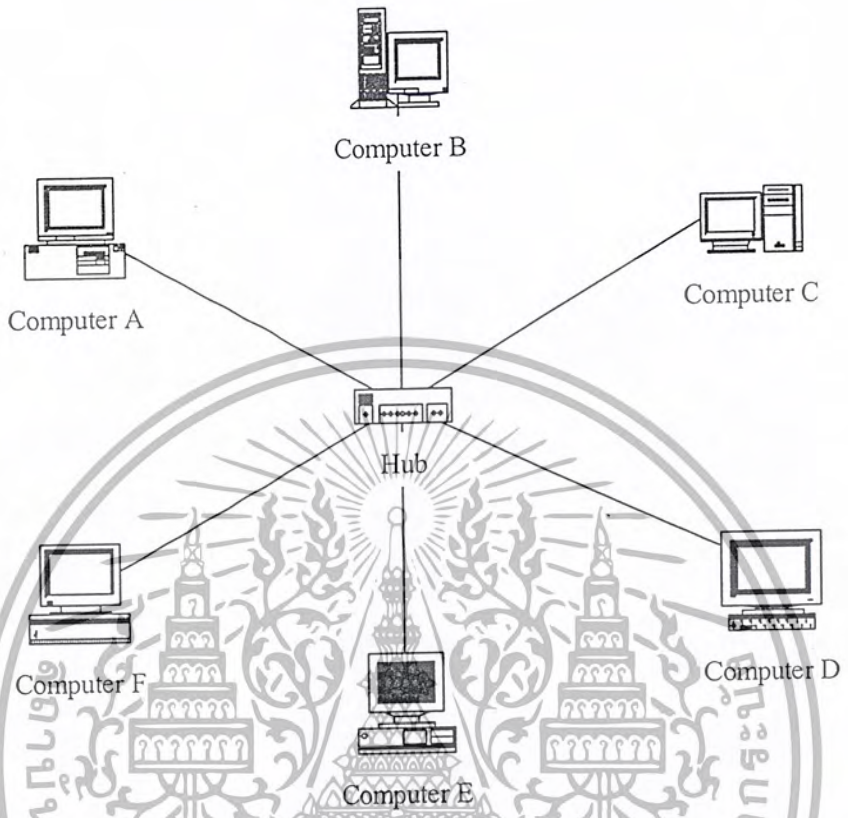
การเชื่อมทางกายภาพหรือที่เรียกว่า โทโพโลยี (Topology) เป็นการเชื่อมต่อที่ได้จากการเชื่อมต่อจริง มองเห็นได้ ไม่ได้เกี่ยวกับการตั้งค่าทางด้านต่างๆ ของระบบเน็ตเวิร์ค หรือการติดต่อกันของข้อมูล หรืออาจพูดได้ว่าไม่ได้ดูการติดต่อกันของข้อมูลแต่ดูการต่อกันของสายสัญญาณ แบ่งได้ออกเป็นดังนี้

1. การเชื่อมต่อโดยตรง (Direct) เป็นการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องเข้าด้วยกันโดยผ่านพอร์ตสัญญาณอนุกรม ดังรูป 2.5

รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อโดยตรง (Direct)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเชื่อมต่อแบบดาว (Star) เป็นการเชื่อมต่อที่มีคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งเป็นศูนย์กลางและให้บริการ (Server) กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ในเครือข่าย ดังรูป 2.6



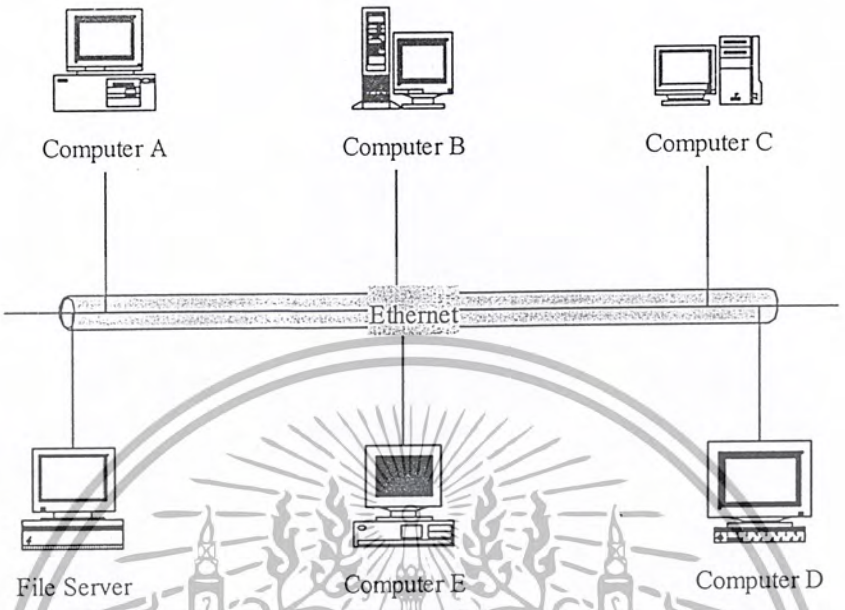
รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อแบบดาว (Star)

เครื่อง A จะเป็นตัวบริการให้กับตัวอื่นๆ หรือเรียกว่า Server ในการติดต่อกันของคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย จะต้องผ่านเครื่อง A เสมอ เช่น ถ้าเครื่อง B ต้องการติดต่อกับเครื่อง C เส้นทางการเดินของข้อมูลจะเป็นดังนี้ B -> A -> C เครื่อง D ต้องการติดต่อกับเครื่อง E เส้นทางการเดินของข้อมูลจะเป็นดังนี้ D -> A -> E ทุกการเชื่อมต่อจะต้องผ่านเครื่อง A เสมอ ฉะนั้นจะเห็นว่าเครื่อง A จะต้องทำงานหนัก และถ้าเครื่อง A มีปัญหาเกิดขึ้น ระบบก็จะไม่สามารถทำงานได้ ฉะนั้นเครื่อง A จะต้องเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงมาก

แต่ในกรณีที่เป็นระบบเล็กๆ ไม่ใหญ่มากเท่าไรนัก อาจไม่จำเป็นต้องมีเครื่อง Server ก็ได้ มีเพียง Hub ตัวเดียวที่เป็นตัวหรือเชื่อมต่อกันของคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในระบบ ซึ่ง Hub ตัวเดียวกันนั้นเองอาจจะเป็นตัวที่ทำการเชื่อมต่อระบบกลุ่มนั้นกับกลุ่มอื่นข้างนอกได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บัส (Bus)การเชื่อมต่อแบบบัสจะเป็นระบบที่สามารถแก้ปัญหาการเชื่อมต่อแบบดาว ได้คือไม่ต้องมีคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งต้องทำงานหนักมากเกินไป การเชื่อมต่อจะเป็นดังรูป 2.7

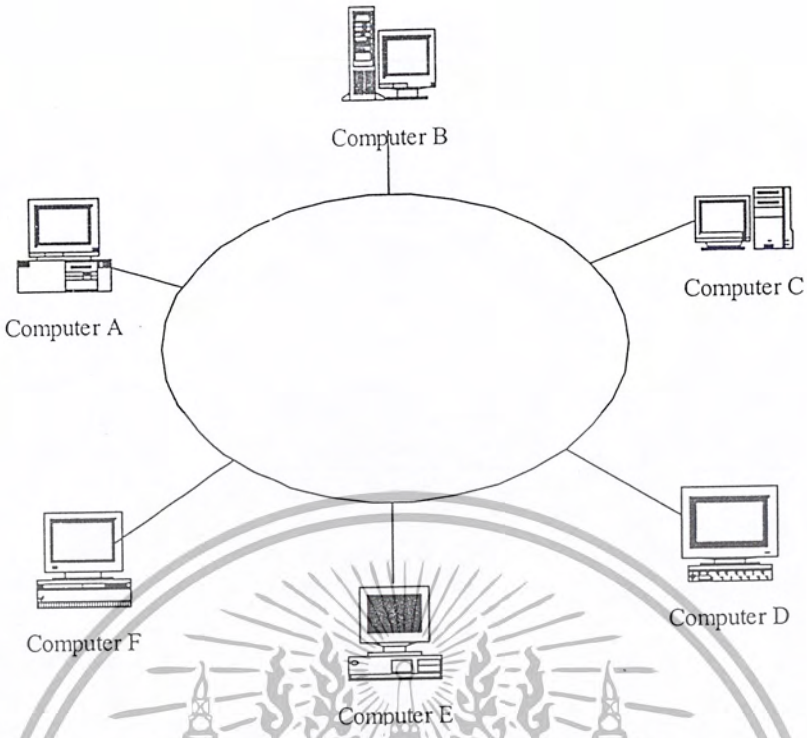


รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อแบบบัส (Bus)

ในกรณีนี้ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องการที่จะติดต่อถึงกัน ก็สามารถที่จะติดต่อถึงกันได้โดยตรงเลย เช่น เครื่อง A ต้องการติดต่อกับเครื่อง B เส้นทางจะเป็น A -> B เครื่อง E ต้องการติดต่อกับเครื่อง F เส้นทางจะเป็น E -> F แต่ถ้าระหว่างเส้นทางมีจุดใดจุดหนึ่งขาด ทั้งระบบจะไม่สามารถทำงานได้เลย เช่นถ้าเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ D กับ E ขาด จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ D และ A ไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอื่นๆ ได้

4. วงแหวน (Ring) เป็นการเชื่อมต่อในลักษณะที่คอมพิวเตอร์ เชื่อมต่อถึงกัน เป็นรูปวงกลม เพื่อที่จะแก้ปัญหาของระบบบัส ที่ถ้ามีจุดใดจุดหนึ่งขาดทั้งระบบจะไม่สามารถใช้งานได้ การเชื่อมต่อกันเป็นดังรูป 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อแบบวงแหวน (Ring)

การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง สามารถติดต่อได้ 2 ทิศทาง เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ A ต้องการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ B เส้นทางสามารถเป็น 2 เส้นทาง ดังนี้

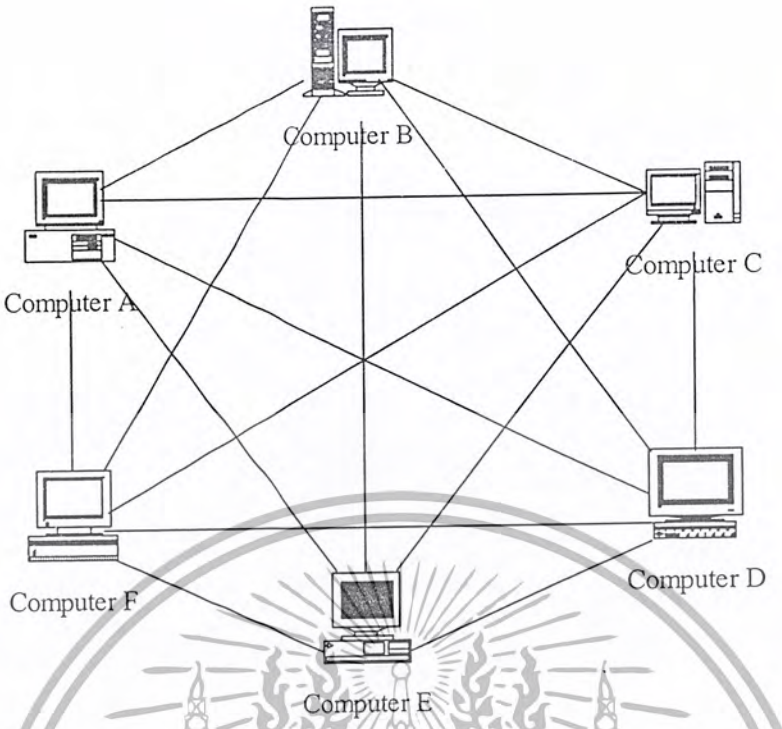
1) A -> B

2) A -> H -> G -> F -> E ->D -> C -> B

ถ้าเส้นทางใดมีปัญหาก็จะเลือกเส้นทางอื่นแทน

5. ตาข่าย (Mesh) เป็นการเชื่อมต่อที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง เชื่อมต่อถึงกัน ซึ่งการเชื่อมต่อแบบนี้ จะสิ้นเปลืองมาก มักใช้ในระบบที่ต้องการความเชื่อถือสูง เช่นใช้ในเครือข่ายทางการทหารเป็นต้น การเชื่อมต่อจะมีลักษณะเป็นดังรูป 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อแบบตาข่าย (Mesh)

จากรูปจะเห็นว่า การเชื่อมต่อจะใช้สายสัญญาณตัวกลางเยอะมาก ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ จำนวนสายสัญญาณ = N x (N-1) เมื่อ N คือจำนวนคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย

2.3 โพรโตคอล ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP)

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงลักษณะการทำงานของอินเตอร์เน็ต ซึ่งประกอบไปด้วยเรื่องเกี่ยวกับ TCP/IP, การกำหนดชื่อ และเลข IP อินเตอร์เน็ต นับได้ว่าเป็นเครือข่ายบนเครือข่าย ที่เปิดโอกาสให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่นๆ เชื่อมโยงเข้ามาใช้งาน หรือเป็นศูนย์กลางเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่นๆ อีก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันคือ แต่ละเครือข่ายใช้คอมพิวเตอร์ต่างชนิดกัน ต่างยี่ห้อ และต่างระบบปฏิบัติการ มาตรฐานของ TCP/IP จึงถูกใช้เป็นกุญแจสำคัญในการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยจะกลายเป็นระบบเปิดที่สมบูรณ์แบบ ที่มีการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ได้ตั้งแต่ พีซีจนกระทั่งเมนเฟรม และไม่จำกัดระบบปฏิบัติการที่ใช้ TCP/IP จึงเป็นมาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ และมีอุปกรณ์ซอฟต์แวร์ผลิตออกมาสนับสนุน TCP/IP มากมายดังนั้นจึงนับได้ว่า TCP/IP เป็นหัวใจของอินเตอร์เน็ตเลยทีเดียว

2.3.1 ความหมายของ TCP/IP

TCP/IP คือหัวข้อที่กำหนดเกี่ยวกับรูปแบบการเชื่อมโยงในเครือข่าย (Networking Protocol) จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นกฎเกณฑ์ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานร่วมกัน ในลักษณะระบบเปิด (Open System) คือไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ชนิดใด หรือระบบใดก็ตาม จะสามารถติดต่อสื่อสาร และแลกเปลี่ยนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กันได้ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ ของ Digital Equipment ซึ่งเป็นระบบ Mini ติดต่อสื่อสารกับ Compaq ซึ่งเป็นเครื่อง PC ได้เมื่อดำเนินการด้วย TCP/IP

TCP/IP เป็นการกำหนดรูปแบบการสื่อสารระหว่างซอฟต์แวร์ โดยจัดการโอนย้ายข้อมูล การแสดงสถานะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่าย ตลอดจนกฎระเบียบต่างๆ ที่กำหนดให้ทำเมื่อเกิดความผิดพลาด หรือต้องทำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาด

TCP/IP เกิดจากการนำเอาข้อมูลของรูปแบบต่างๆ มาใช้ร่วมกัน TCP และ IP ต่างก็เป็นรูปแบบหนึ่งของชุดข้อกำหนดนี้ (แต่เรียกชุดข้อกำหนดของรูปแบบนี้ว่า TCP/IP) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้รับส่งหรือโอนย้ายข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนระบบเครือข่ายเดียวกัน หรือต่างเครือข่ายกันก็ได้ และมีการจัดเตรียมข้อมูลสถานะของเครือข่ายขึ้นได้ภายในตัวข้อกำหนดเอง ในการสร้างซอฟต์แวร์ของระบบเครือข่ายจะใช้ TCP/IP เป็นส่วนสนับสนุนได้ทั้งระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (Local Area Network) ไม่ได้ใช้งานเฉพาะกับอินเตอร์เน็ตเท่านั้น

2.3.2 ส่วนประกอบของ TCP/IP

TCP/IP ประกอบไปด้วยชุดกำหนดรูปแบบต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบการส่ง

ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง แบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

- TCP (Transmission Control Protocol) เป็นการบริการแบบ Connection Based Service ซึ่งคอมพิวเตอร์ด้านผู้รับและผู้ส่ง ต้องต่อถึงกันอยู่ตลอดเวลาในระหว่างการสื่อสาร ถ้าเปรียบเทียบก็คล้ายกับระบบโทรศัพท์ ที่ต้องติดต่อกันให้ได้ก่อนที่จะมีการพูดคุย หรืออาจจะกล่าวได้ว่าทีซีพี ทำหน้าที่นำส่งข้อมูลโดยรับประกันความเชื่อถือ ทีซีพีด้านส่งจะต้องส่งแพ็กเก็ตซ้ำใหม่หากมีการสูญหาย ส่วนทางด้านรับจะจัดแพ็กเก็ตให้ถูกต้องตามลำดับ และคำจัดแพ็กเก็ตซ้ำซ้อน ทีซีพีเป็นโพรโตคอลแบบ Connection Oriented คือต้องสถาปนาการเชื่อมต่อระหว่างสถานีทางด้านส่งและปลายทางสถานีทางด้านรับก่อนการส่งข้อมูล ทีซีพีทางต้นทางจะจัดแบบข้อมูลเพื่อส่งให้ไอพีดำเนินการ ส่วนปลายทางจะรับแพ็กเก็ตจากไอพี และส่งให้โพรโตคอลประยุกต์ ซึ่งโพรโตคอลประยุกต์ที่ใช้บริการผ่านทีซีพี ได้แก่ Telnet, SMTP และ FTP เป็นต้น

- UDP (User Datagram Protocol) เป็นการให้บริการแบบที่คอมพิวเตอร์ด้านผู้ส่งไม่จำเป็นต้องติดต่อกับคอมพิวเตอร์ด้านผู้รับก่อน เพียงรู้ที่อยู่ของด้านผู้รับ และใส่ที่อยู่นั้นไปกับข้อมูลที่ส่งออก ข้อมูลจะเดินทางไปตามเส้นทางต่างๆ เพื่อไปถึงปลายทางตามที่อยู่ คล้ายกับการส่งจดหมายที่ไปรษณีย์ จะส่งให้ตามที่อยู่ที่จ่าหน้าตามซองจดหมาย โดยผู้ส่งและผู้รับไม่จำต้องติดต่อกัน หรืออาจจะกล่าวได้อีกทางว่า เป็นโพรโตคอลแบบ Connectionless ไม่มีกลไกการรับประกันความน่าเชื่อถือในการขนถ่ายข้อมลหากมีการสูญหาย ซ้ำซ้อน หรือลำดับไม่ถูกต้อง ยูพีดีจะปล่อยให้โพรโตคอลที่เรียกใช้งานดำเนินการกับปัญหาเหล่านั้นเอง ลักษณะเด่นที่แตกต่างกว่าทีซีพีคือ ใช้การประมวลผลต่ำกว่าทีซีพี เนื่องจากเฮดเดอร์มีขนาดเล็กและไม่ต้องสถาปนาการเชื่อมต่อ แอปพลิเคชั่นที่ทำงานโดยการรับส่งคำถามคำตอบเป็นรายการ (Transaction) เช่น DNS หรือ TFTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54943

2. กลุ่มข้อกำหนดเกี่ยวกับรูปแบบเส้นทาง (Routing Protocol)

ทำหน้าที่พิจารณาเส้นทางที่ดีที่สุด ที่ใช้ส่งข้อมูล และถ้ามีข้อมูลเป็นจำนวนมากหรือมีขนาดใหญ่ กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบนี้จะทำการแบ่งย่อยข้อมูลให้มีขนาดเหมาะสม แล้วค่อยส่งออกไป เมื่อถึงผู้รับปลายทาง กลุ่มข้อกำหนดนี้จะทำหน้าตรงข้าม คือรวบรวมข้อมูลย่อยให้ถูกต้องก่อนการแสดงผล กลุ่มข้อมูล รูปแบบกลุ่มนี้ประกอบด้วย

- IP (Internet Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูล หรือเป็นโพรโตคอลแกนของ TCP/IP ทำหน้าที่กำหนดรูปแบบของแอดเดรสประจำเครื่อง เพื่อใช้สำหรับการลำเลียงข้อมูลจากเครื่องต้นทางไปยังเครื่องปลายทาง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เลือกเส้นทางส่งข้อมูลตลอดจนแบ่งขนาดข้อมูลให้เหมาะสมกับฮาร์ดแวร์ระดับล่าง
- ICMP (Internet Control Message Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบของข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสถานะของ IP เช่นข่าวสารความผิดพลาด และผลกระทบต่อเส้นทางเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ในเครือข่าย
- RIP (Routing Information Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับทำการพิจารณา วิธีการเลือกเส้นทางเพื่อให้ได้เส้นทางที่ดีที่สุด เหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด
- OSPF (Open Shortest Path First) เป็นข้อกำหนดรูปแบบหนึ่งที่ใช้ตัดสินเลือกเส้นทาง โดยพิจารณาจากเส้นทางที่สั้นที่สุดก่อน

3. กลุ่มข้อกำหนดเกี่ยวกับที่อยู่เครือข่าย (Network Address)

ทำหน้าพิจารณาที่อยู่ของเครือข่าย และเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะตัวเลขหรือชื่อก็ตาม เพื่อความถูกต้องของข้อมูลที่จะไปยังผู้รับปลายทาง โดยที่ไม่ว่าเครือข่ายจะใหญ่โตเพียงใดหรือมีคอมพิวเตอร์จำนวนมากก็ตาม ที่อยู่จะต้องไม่ซ้ำกัน กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบกลุ่มนี้มีดังนี้

- ARP (Address Resolution Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่พิจารณาตัวเลขที่อยู่ เพื่อไม่ให้ที่อยู่เกิดซ้ำกัน
- DNS (Domain Name System) เป็นข้อกำหนดรูปแบบหนึ่งที่พิจารณาตัวเลขที่อยู่เมื่อรู้ชื่อของเครือข่าย หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะในการใช้งานจริงนั้นใช้เพียงที่อยู่ที่เป็นตัวเลข แต่ระบบชื่อจัดทำขึ้นเพื่อความสะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน หรือกล่าวอีกอย่างว่า เป็นโพรโตคอลที่ให้บริการสอบถามไอพีแอดเดรส หรือชื่อโดเมน ก่อนการติดต่อไปยังโฮสต์ ใดๆ ชื่อโฮสต์จะถูกส่งไปสอบถามผ่านเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการดีเอ็นเอสเพื่อขอไอพีแอดเดรสกลับมา นอกจากนี้ยังให้บริการเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลประจำเครื่อง
- RARP (Reverse Address Resolution Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบหนึ่งที่พิจารณาตัวเลขที่อยู่เช่นเดียวกับ ARP แต่จะตรงกันข้ามกับ ARP

2.3.3 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับเส้นทางการสื่อสารระหว่างเครือข่าย (Gateway Protocols) เป็นส่วนที่สนับสนุนข้อมูลสถานะเพื่อนำไปใช้เลือกเส้นทางที่เหมาะสม ข้อกำหนดรูปแบบเหล่านี้ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. EGP (Exterior Gateway Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบนี้จะทำการถ่ายโอนข้อมูลเส้นทางระหว่าง Gateway กับเครือข่ายภายนอกเพื่อทำการสื่อสาร

2. GGP (Gateway to Gateway Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบนี้จะทำการถ่ายโอนข้อมูลเส้นทางระหว่าง Gateway กับ Gateway

3. IGP (Interior to Gateway Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบนี้จะทำการถ่ายโอนข้อมูลเส้นทางกันภายในเครือข่ายเดียวกัน

Gateway เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่เสมือนประตูสื่อสาร เป็นช่องสัญญาณเข้าหรือออกไปยังระบบสื่อสารอื่น หรือภายในเครือข่ายเดียวกัน ติดต่อถึงกัน

2.3.4 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับการบริการผู้ใช้ (User Services)

ผู้ใช้สามารถใช้ข้อกำหนดรูปแบบได้โดยตรง ข้อกำหนดรูปแบบนี้ประกอบด้วย

1. BOOTP (BOOT Protocol) เมื่อผู้ใช้งานเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายให้เริ่มทำงาน ข้อกำหนดรูปแบบนี้จะอ่านโปรแกรมควบคุม การทำงานจากคอมพิวเตอร์ให้บริการ (Server Computer) มาให้

2. FTP (File Transfer Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบนี้ ให้บริการถ่ายโอน ไฟล์ข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่บนเครือข่ายเดียวกัน หรือต่างเครือข่ายกันก็ได้ เอฟทีพีช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงโฮสต์ และจำกัดขอบเขตการทำงานเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับแฟ้มข้อมูล สำเนาแฟ้ม ลบแฟ้ม หรือสร้างไดเรกทอรี่

3. TELNET เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการเกี่ยวกับการควบคุมการติดต่อระยะทางไกล หรือเรียกว่า รีโมท ล็อกอิน (Remote Login) เทลเน็ตให้บริการเข้าใช้คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายโดยเสมือนกับกำลังทำงานอยู่ที่เทอมินัลของคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น เทลเน็ตเซิร์ฟเวอร์ที่คอมพิวเตอร์ปลายทางจะรอรับการขอบริการจากเทลเน็ตไคลเอ็นท์ ผู้ขอใช้เทลเน็ตจะต้องมีบัญชีประจำเครื่องที่ให้บริการเทลเน็ต

กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบอื่นนอกเหนือจากที่กลุ่มที่จัดไว้และบริการที่สำคัญๆ จัดทำไว้บนระบบเครือข่ายที่น่าสนใจมีดังนี้

- NFS (Network File System) เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งสามารถเข้าไปดูไฟล์ข้อมูล และใช้งานไฟล์ข้อมูล ซึ่งอยู่ในคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้ เสมือนหนึ่งว่าเป็นไฟล์ที่อยู่ในดิสก์ของเครื่องนั้นเอง พัฒนาโดยบริษัท ซันไมโครซีสเต็ม
- NIS (Network Information Services) เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการกับ User Accounts ข้ามเครือข่าย เช่น Login และ Password
- RPC (Remote Procedure Cell) ข้อกำหนดรูปแบบที่อำนวยความสะดวกให้กับโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานกับการควบคุมระยะไกล
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการถ่ายโอนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail)ระหว่างคอมพิวเตอร์
- SNMP (Simple Network Management Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการข่าวสารต่างๆ ที่แสดงสถานะของเครือข่าย และอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- TFTP (Trivial Transfer Protocol) ทำหน้าที่ในการถ่ายโอนแฟ้มเช่นเดียวกับ เอฟทีพี แต่ ทีเอฟทีพีมีการบริการผ่านยูดีพี ประโยชน์หนึ่งของการใช้ทีเอฟทีพีได้แก่ การใช้ในสถานีไร้ดิสก์ (Diskless Workstation) ซึ่งไม่มีดิสก์ประจำตัว สถานีแบบนี้จะบูตระบบด้วยโพรโตคอลบูตพี และใช้ทีเอฟทีพีเพื่อถ่ายโอนระบบปฏิบัติการ จากทีเอฟทีพีเซิร์ฟเวอร์
- NNTP (Network News Transfer Protocol) เป็นโพรโตคอลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข่าวสารตามบริการยูสเน็ต คอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ให้บริการข่าวจะใช้เอ็นเอ็นทีพีแลกเปลี่ยนข่าวระหว่างกัน ส่วนคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจะใช้เอ็นเอ็นทีพีในการอ่านและส่งข่าวกับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย
- HTTP (Hypertext Transfer Protocol) เป็นโพรโตคอลในการส่งข้อมูลระหว่างบราวเซอร์ และเว็บเซิร์ฟเวอร์ในระบบเว็บ และจัดเป็นโพรโตคอลหนึ่งที่ใช้แพร่หลายในอินเตอร์เน็ต
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) เป็นการบริการติดตั้งค่าแบบไดนามิกให้โฮสต์ในเครือข่าย การทำงานของดีเอชซีพีเป็นแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ ดีเอชซีพีเซิร์ฟเวอร์จะให้ค่าแบบไม่ตายตัวกับไคลเอนต์ที่ขอบริการเช่น การให้ไอพีแอดเดรส หรือค่าอื่นประจำไคลเอนต์

2.3.5 สถาปัตยกรรม TCP/IP

TCP/IP ออกแบบเป็นชุดกำหนดรูปแบบ แบ่งการบริหารออกเป็นกลุ่มๆ ภายในชุดข้อกำหนดรูปแบบ เช่น กลุ่มบริการผู้ใช้ กลุ่มการขนส่ง และกลุ่มเกี่ยวกับเครือข่าย ดังกล่าวมาแล้วจากกลุ่มต่างๆ ที่แบ่งไว้นำไปพัฒนาเป็นสถาปัตยกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นระดับชั้น (Layer) ตามกลุ่มการบริการ

สถาปัตยกรรมแบบระดับชั้น มีข้อดีอยู่หลายประการ แต่ละชั้นมีอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ทำให้การเปลี่ยนแปลงการบริการของชั้นใดๆ ไม่ก่อปัญหากับการบริการของระดับชั้นอื่นๆ การเพิ่มเติมการบริการใหม่ ทำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมระบบเดิม และสิ่งสำคัญก็คือ การทำระดับชั้นนั้น ทำให้ตัวโปรแกรมมีขนาดเล็ก สามารถระบุส่วนที่จะต้องปรับปรุงได้แน่นอน ไม่ต้องวิตกกังวลถึงโปรแกรมส่วนอื่น ทำให้การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบได้ง่าย และดียิ่งขึ้น

ตาราง 2.1 แสดงสถาปัตยกรรมของ TCP/IP

Application	
TCP/IP	User Interface (Windows, X, etc)
Operating System	
Hardware	

ชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP เมื่อนำไปใช้งานจะอยู่ระหว่างระดับชั้น ฮาร์ดแวร์ กับระดับชั้นซอฟต์แวร์อื่น เมื่อติดตั้งกับบางระบบ

TCP/IP เมื่อนำไปใช้งานกับระบบ Windows ต้องเพิ่ม Drivers พิเศษเข้าไปเพื่อให้ Windows รู้จักข่าวสารที่เป็นแพ็กเก็ต (Packet) และส่ง แพ็กเก็ตเข้าสู่ระบบเครือข่ายได้ แต่ถ้าเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP อยู่แล้ว ข่าวสารจากโปรแกรมประยุกต์จะผ่านมายังระดับขั้น TCP/IP ทำการประมวลส่งเข้าเครือข่ายโดยให้ระบบปฏิบัติการทำการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 โครงสร้างของชุด TCP/IP

1. แบบอ้างอิง TCP/IP

ระบบการสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยทั้งส่วนฮาร์ดแวร์ และส่วนของซอฟต์แวร์ที่สลับซับซ้อน การมองภาพของระบบโดยรวมทั้งหมดเป็นหน่วยใหญ่ย่อมยากต่อการทำความเข้าใจ การใช้แบบอ้างอิงที่แบ่งระบบออกเป็นส่วนย่อยจะช่วยลดความซับซ้อน และทำให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

เครือข่ายคอมพิวเตอร์มีแบบอ้างอิงที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ แบบอ้างอิงโอเอสไอ (OSI : Open Systems Interconnection Reference Model) ในขณะที่ TCP/IP เป็นโพรโตคอลที่กำเนิดก่อน OSI และมีการอ้างอิงเฉพาะตามตามตาราง 2.2 แบบอ้างอิง TCP/IP มีลักษณะสมบัติประจำชั้นต่างๆ ดังนี้

- Network Interface Physical Layer ในชั้นนี้เป็นชั้นของการกำหนดคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ เช่นคุณสมบัติทางกล (หัวต่อ และชนิดสายสื่อสาร) คุณสมบัติทางไฟฟ้า (ลักษณะสัญญาณ และอัตราเร็ว) กล่าวโดยรวมแล้วระดับชั้นนี้ คือทำการกำหนดวิธีการถ่ายโอนข้อมูลในระดับบิต หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ทำหน้าที่ควบคุมตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสาร และรูปแบบการเชื่อมต่อทางกายภาพ ชั้นนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เรียกว่า เฟรม หรือ แพ็กเก็ต และส่งข้อมูลที่ได้ไปยังปลายทางที่เชื่อมต่อกันอยู่บนเครือข่ายเดียวกัน ตัวอย่างของการเชื่อมโยงที่ตรงกับระดับชั้นนี้ได้แก่ RS232 และ X.21 เป็นต้น
- Internet Layer หรือเรียกว่า Network Layer ในชั้นนี้มีการกำหนดดาต้าแกรม (Datagram) และทำการหาเส้นทางการส่ง การทำงานในชั้นนี้จะเป็นแบบ Connectioniess เนื่องจากไม่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างต้นทางกับปลายทางก่อนดาต้าแกรมแต่ละตัวสามารถเลือกเส้นทางไปโดยอิสระ และไม่มีการรับประกันความถูกต้องของข้อมูลหรือลำดับการส่ง
- Transport Layer ในชั้นนี้เป็นชั้นที่ให้การส่งข้อมูลจากจุดปลาย โดยโพรโตคอล TCP/IP มีซ็อกเก็ต (Socket) เป็นจุดปลาย (End Point) ในการสื่อสารซึ่งซ็อกเก็ตนี้ประกอบไปด้วยหมายเลขของคอมพิวเตอร์และหมายเลขพอร์ต (Port) ของเครื่องที่ต้องการส่งข้อมูลไปถึงในชั้นนี้มีการรับรองให้ถึงที่หมายและลำดับข้อมูลที่ส่งโดยปราศจากข้อมูลซ้ำซ้อน โดยในชั้นนี้มีโพรโตคอลหลัก 2 ตัวคือ TCP และ UDP
- Application Layer ในชั้นนี้ ประกอบไปด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในเครือข่าย เช่น โปรแกรมถ่ายส่งข้อมูล (File-Transfer Program) และอาจจะกล่าวได้ว่า TCP/IP ก็คือโพรโตคอลในชั้นแอปพลิเคชั่นรวมกับชั้นพรีเซนเตชั่นของ OSI โมเดลนั่นเอง

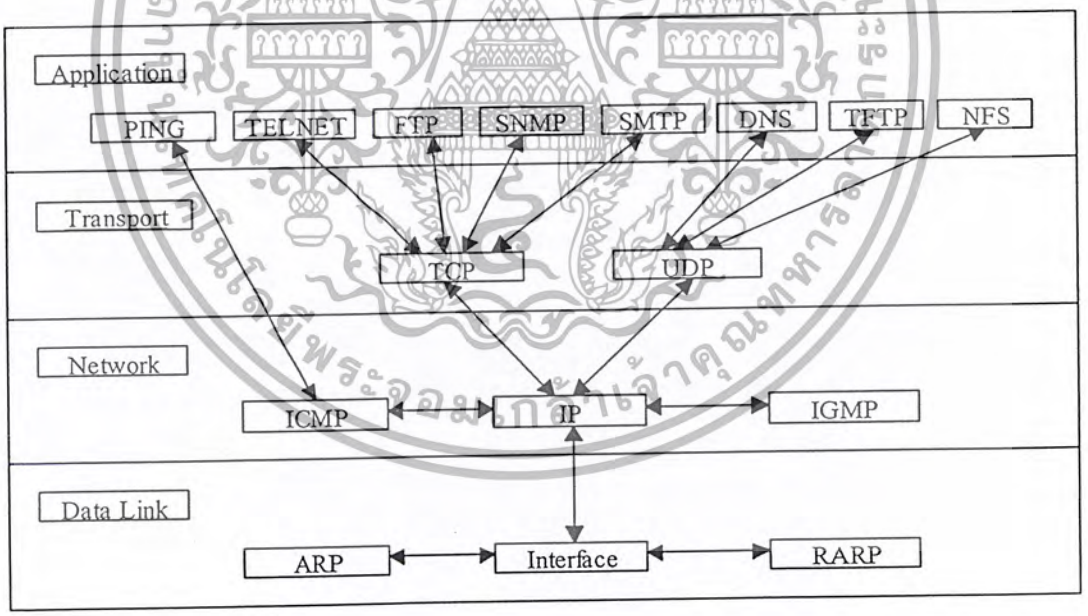
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.2 โครงสร้างของชุดโพรโตคอล TCP/IP เปรียบเทียบกับแบบจำลอง OSI model

OSI Model	TCP/IP (Internet)
Application	Application
Presentation	
Session	
Transport	Transport
Network	Internet
Data Link	Network Interface
Physical	Physical

2. โพรโตคอลสแตค

การทำงานตามโปรแกรมประยุกต์หนึ่งๆ ไม่ได้ใช้โพรโตคอลพร้อมกันทั้งชุด หากแต่ใช้เพียงโพรโตคอลที่สัมพันธ์กันไปในแต่ละชั้นของแบบอ้างอิง ตัวอย่างเช่นโปรแกรม Telnet จะอาศัย TCP/IP ตามลำดับการซ้อนทับกันของโพรโตคอลจากระดับชั้นบนไปยังชั้นล่าง เรียกว่า โพรโตคอลสแตค (Protocol Stack)



รูป 2.10 โพรโตคอลสแตค TCP/IP

IP ซึ่งอยู่ในชั้น Network Layer หรือ Internet Layer ดังรูปข้างต้น เป็นแกนสำคัญของโพรโตคอลสแตค เนื่องจากทั้ง TCP และ UDP ต้องใช้ IP เพื่อเลือกเส้นทางการส่งแพ็กเก็ตในระดับ Network Layer ยังมี ICMP สนับสนุนการทำงานของ IP เพื่อรายงานข้อผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการส่งแพ็กเก็ต และมี IGMP ดูแลการจัดกลุ่มโฮสต์ในเครือข่ายมัลติคาสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

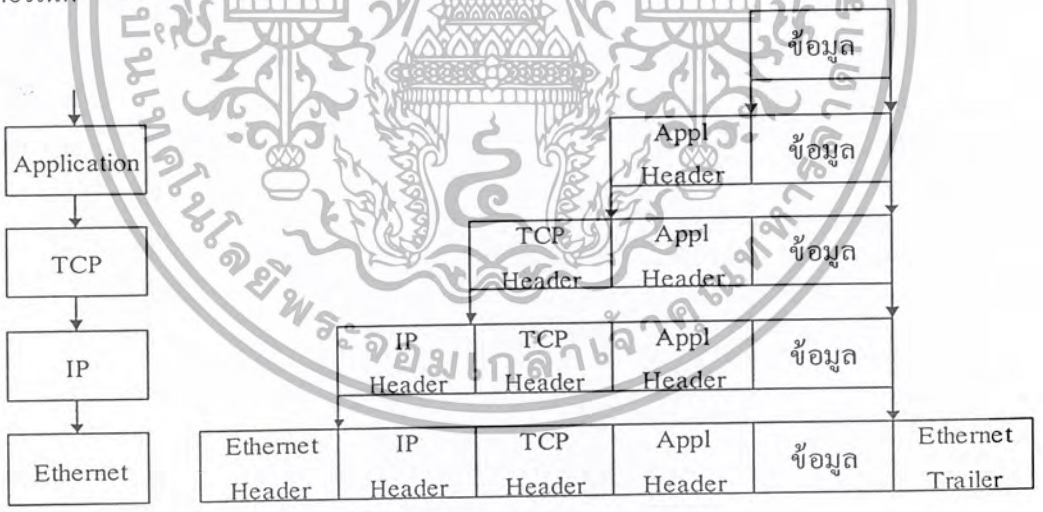
ระดับชั้น Transport Layer มีสองโพรโตคอลที่สำคัญคือ TCP และ UPD แอปพลิเคชั่นจะเลือกใช้อันไหนตามลักษณะงาน

โพรโตคอลระดับล่างถัดจาก IP ได้แก่ โพรโตคอลระดับ Datalink ซึ่งกำหนดหารทำงานตามเทคโนโลยีเครือข่ายที่ใช้งาน เช่น โพรโตคอล CSMA/CD ตามมาตรฐานอีเทอร์เน็ต ในระดับชั้นนี้มีโพรโตคอลในชุดของ TCP/IP ทำหน้าที่สนับสนุนการทำงานอยู่สองโพรโตคอลคือ ARP และ RARP ทั้งสองโพรโตคอลทำหน้าที่แปลงค่าระหว่าง IP Address กับ Hardware Address

3. การส่งถ่ายข้อมูลระหว่างชั้น

โพรโตคอลในแต่ละชั้น ล้วนมีหน้าที่เกี่ยวข้องในการส่งผ่านข้อมูลจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทาง ข้อมูลจะถูกส่งผ่านโพรโตคอลระดับบนสุดจากสถานีต้นทางไปยัง ระดับล่างจนกระทั่งข้อมูลถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า แล้วเดินทางผ่านสถานีเครือข่ายไปยังสถานีปลายทาง โพรโตคอลระดับล่างสุดที่สถานีปลายทางจะรับสัญญาณแล้วส่งผ่านขึ้นไปยังโพรโตคอลระดับบนต่อไป

เมื่อข้อมูลผ่านแต่ละระดับชั้น โพรโตคอลในชั้นนั้นจะผนวกข่าวสารกำกับการทำงานประจำโพรโตคอลซึ่งเรียกว่า โพรโตคอลเฮดเดอร์ (Protocol Header) เข้ากับข้อมูลเฮดดอร์ และตัวข้อมูลจากระดับบนจะถูกส่งผ่านไปยังระดับล่าง โพรโตคอลระดับล่างจะมองเฮดเดอร์ และตัวข้อมูลรวมเป็นเสมือนข้อมูล และเพิ่มเฮดเดอร์ประจำชั้นเข้าไป ข้อมูลเดิมจึงมีแค่เฮดเดอร์หุ้มเป็นชั้นๆ กระบวนการนี้เรียกว่า การเอ็นแคปซูเลชั่น (Encapsulation) ตัวอย่างดังรูปที่ 2.11 แสดงการเอ็นซูเลตแพ็กเก็ต TCP/IP ในอีเทอร์เน็ต



รูป 2.11 การห่อหุ้มข้อมูลตามลำดับโพรโตคอลสแตค

เมื่อสถานีปลายทางได้รับแพ็กเก็ตก็ดำเนินการส่งไปตามลำดับชั้น โพรโตคอลประจำจะทำการถอดเฮดเดอร์ออก และส่งส่วนที่เหลือไปยังชั้นถัดไป เฮดเดอร์จะถูกถอดออกเหลือเฉพาะข้อมูลเมื่อถึงชั้นบนสุด กระบวนการนี้เรียกว่า การดีแคปซูเลชั่น (Decapsulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 ข้อแตกต่างระหว่างชุด TCP/IP

1. ลำดับการติดต่อสื่อสารของชั้นเลเยอร์ ในรูปแบบ OSI นั้นจะลำดับการสื่อสารที่เป็นลำดับขั้นตอนที่แน่นอน โดยเฉพาะการอินเตอร์เฟส ระหว่างชั้นเลเยอร์ซึ่งทำให้รูปแบบ OSI สามารถเป็นระบบเปิดสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพราะไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงโพรโตคอลในเลเยอร์ในชั้นใดก็ตามจะไม่มีผลกระทบต่อการสื่อสารเลเยอร์ชั้นถัดไป ในขณะที่ชุดโพรโตคอล TCP/IP จะไม่มีการกำหนดรูปแบบการติดต่อที่ตายตัว เพื่อให้ผู้ออกแบบเครือข่ายมีอิสระสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเครือข่ายได้ง่ายขึ้น

2. การติดต่อสื่อสารระหว่างเครือข่าย หรือการติดต่อผ่านอินเตอร์เน็ต คือการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ 2 ระบบที่ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยผ่านทางเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลเพียงเครือข่ายเดียวได้ต้องอาศัยเครือข่ายตั้งแต่ 2 เครือข่ายขึ้นไป ในการติดต่อสื่อสารกันและเครือข่ายเหล่านี้อาจจะมีลักษณะของเครือข่ายที่ต่างกันก็ได้

ความแตกต่างในเรื่องของอินเตอร์เน็ตระหว่างชุดโพรโตคอล TCP/IP กับรูปแบบ OSI ก็คือ ในชุดโพรโตคอล TCP/IP จะใช้โพรโตคอลสำหรับอินเตอร์เน็ตที่เรียกว่า IP (Internet Protocol) ซึ่งในรูปแบบ OSI จะเรียกโพรโตคอลสำหรับอินเตอร์เน็ตนี้ว่า โพรโตคอลเน็ตเวิร์ค

3. การบริการการเชื่อมต่อการสื่อสาร (Connection Service) ในชุดโพรโตคอล TCP/IP นั้นจะมีการบริการการเชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทาง 2 แบบ คือการบริการแบบ Connectionless และแบบ Connection-Oriented ส่วนในรูปแบบ OSI จะให้ความสำคัญเฉพาะกับการบริการแบบ Connection-Oriented เท่านั้น

4. โพรโตคอลควบคุมการจัดการสื่อสาร ในชุดโพรโตคอล TCP/IP จะใช้โพรโตคอล TCP เป็นโพรโตคอลสำหรับการควบคุมสื่อสาร กำหนดตำแหน่งต้นทางและปลายทาง และอื่นๆ กับข้อมูล ซึ่งในรูปแบบ OSI นั้นจะถูกแบ่งแยกการควบคุมการสื่อสารออกจากกันโดยใช้โพรโตคอลเซสชั่นและโพรโตคอลทรานสปอร์ต ตามลำดับ

2.3.8 ลักษณะของการติดต่อ

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. Connection-Oriented คือการติดต่อที่ต้องการเชื่อมกระบวนการ (Process) ที่จะมีการส่งหรือรับข้อมูล ซึ่งใช้คำว่าวงจรเสมือน (Virtual Circuit) เพราะว่าจะทำงานเสมือนมีวงจรต่ออยู่ระหว่างกระบวนการ ถึงแม้ว่าข้อมูลนี้อาจจะจ่าย Packet-Switching Network บริการนี้ส่วนมากจะใช้ในกรณีที่ข่าวสารต้องการมากกว่าหนึ่งข่าวสาร ดังนั้นสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น

- ขั้นการติดต่อ (Connection Establishment)
- ขั้นการส่งผ่านข้อมูล (Data Transfer)
- ขั้นการยกเลิกการติดต่อ (Connection Termination)

2. Connectionless หรือ ดาต้าแกรม คือจะไม่มีขั้นการสร้างการติดต่อและขั้นการยกเลิกการติดต่อ แต่จะมีขั้นส่งผ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว โดยข้อมูลซึ่งเรียกว่าดาต้าแกรมจะถูกส่งจากระบบหนึ่งไปสู่ระบบหนึ่งอย่างเป็นอิสระ โดยไม่ขึ้นอยู่กับดาต้าแกรมอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.9 ความสัมพันธ์ของ TCP และ UDP กับอินเตอร์เน็ต

ตามสถาปัตยกรรมของชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP ระดับชั้นทรานสปอร์ต จะมีบริการส่งข้อมูลอยู่ 2 ประเภท คือ TCP และ UDP

ความแตกต่างระหว่าง TCP กับ UDP อยู่ที่วิธีการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่อง TCP ต้องสร้างการติดต่อให้ได้ก่อนแล้วจึงส่งข้อมูลและยกเลิกเส้นทางที่ต่อกันเมื่อจบการส่งข้อมูล ส่วน UDP จะไม่มีการสร้างการติดต่อ แต่จะใช้ IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางใส่รวมกับข้อมูลแล้วส่งออกไป ข้อมูลจะเดินตาม IP Address ด้วยเส้นทางที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมจนกว่าจะถึงคอมพิวเตอร์ปลายทาง

TCP เป็นการสื่อสารที่มีความน่าเชื่อถือมากกว่า UDP ทั้งการส่ง และการตอบรับข่าวสาร วิธีของ UDP จะไม่มีการรับประกันว่าข่าวสารจะไปถึงผู้รับ แต่ UDP มีวิธีการที่จะตรวจสอบ โดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางส่งข่าวสารการตอบรับกลับมา เมื่อได้รับข่าวสารที่ส่งไปให้ ทางด้านผู้ส่งจะตั้งเวลาว่านานเท่าใดควรมีการตอบรับกลับมา ถ้าเกินเวลา (Time Out) แล้วยังไม่มีการตอบรับกลับมา ก็สันนิฐานได้ว่าข่าวสารสูญหาย UDP ก็จะทำการส่งข่าวสารเดิมให้ใหม่

เครือข่ายขนาดใหญ่เช่นอินเตอร์เน็ต ซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายเป็นจำนวนมาก การใช้งาน TCP ที่ต้องการสร้างการติดต่อ และยกเลิกการติดต่ออยู่บ่อยๆ จึงเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นอินเตอร์เน็ตจึงใช้การส่งข่าวสารด้วย UDP แทน

การบริการที่ดำเนินการด้วยชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP ต้องออกแบบการให้บริการเป็น TCP หรือ UDP อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น การบริการอย่างเดียวจะให้การบริการทั้งสองประเภทไม่ได้ เช่น การ Login จากระยะไกล (Telnet) และการโอนย้ายไฟล์ข้อมูล FTP ใช้การให้บริการแบบ TCP ส่วน TFTP (Trivial File Transfer Protocol) ใช้การให้บริการแบบ UDP

2.3.10 พอร์ต และซ็อกเก็ต (TCP Port and Socket)

การใช้บริการของ TCP ทำโดยผ่านทางพอร์ต โดยมีการกำหนดหมายเลขให้กับการบริการต่างๆ การบริการที่ต่างกันจะมีหมายเลขพอร์ตไม่เหมือนกัน พอร์ตถูกกำหนดตามชนิดของการบริการ เช่น ต้องการสื่อสารกันด้วย Telnet เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะส่งข้อความออกทางพอร์ตหมายเลข 23 ที่จัดไว้สำหรับการบริการ Telnet ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการติดต่อด้วย ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางยอมรับการติดต่อ การสื่อสาร Telnet ก็จะเริ่มขึ้น ในช่วงนี้ถ้ามีความต้องการที่จะสื่อสารกันด้วย Telnet จากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นเข้ามา จะไม่สามารถทำการติดต่อได้เนื่องจากพอร์ตหมายเลข 23 สำหรับการบริการ Telnet ถูกใช้งานอยู่ TCP พอร์ต เป็นพอร์ตทาง Logical ไม่ใช่พอร์ตที่อยู่ด้านหลังของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมต่อบน Back Bone เพื่อให้สามารถบริการสื่อสารหลายประเทได้พร้อมๆ กัน

ซ็อกเก็ตในหมายเลขกำหนดวงจรซึ่งทางเข้า-ออก ของระดับชั้น TCP ของเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย หมายเลขซ็อกเก็ตประกอบด้วย เลข IP Address กับหมายเลขพอร์ตรวมกัน หมายเลขซ็อกเก็ตที่ใช้กับการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ต่างเครือข่ายได้เนื่องจาก IP Address ของเครือข่ายไม่ซ้ำกัน ถึงแม้ว่าหมายเลขพอร์ตจะซ้ำกันก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายจะสร้างตารางพอร์ตขึ้นมาเก็บรายการพอร์ตที่มีอยู่ เพื่อใช้ตรวจสอบว่าจะใช้พอร์ตที่ต้องการได้หรือไม่ และพอร์ตมีสถานะเป็นอย่างไร การที่พอร์ตอยู่ในรายการพอร์ตของแต่ละเครื่อง ร้องขอการสื่อสารซึ่งกันและกันเรียกว่า 'Binding' ของพอร์ตและวิธีที่ทำให้พอร์ตที่ถูกใช้สามารถสื่อสารได้อีกจากการขอใช้บริการเดียวกันเรียกว่า 'Multiplexing'

ตาราง 2.3 หมายเลขพอร์ตที่ให้บริการต่างๆ

TCP พอร์ต	บริการ
20	FTP Data
21	FTP Control
23	Telnet
25	Simple Mail Transfer Protocol
53	Domain Name Server
69	Trivial File Transfer Protocol
79	Finger

2.3.11 ข้อกำหนดรูปแบบ IP (Internet Protocol)

IP เป็นข้อกำหนดรูปแบบหนึ่ง ในชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP ลักษณะการให้บริการเป็นแบบ Connectionless เช่นเดียวกับ UDP มีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการจัดการดาต้าแกรมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ที่อยู่ปลายทาง วิธีหาเส้นทางที่ดีที่สุดที่จะไปถึงปลายทาง และจัดเตรียมวิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในกรณีต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีหน้าที่แบ่งย่อยดาต้าแกรมที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ IP Message กำหนดไว้ (ประมาณ 64 กิโลไบต์) และรวบรวมดาต้าแกรมย่อยๆ ให้กลับมาเป็น Message ให้เหมือนเดิมที่เครื่องปลายทาง การแบ่งย่อยและรวบรวมดาต้าแกรมมีอยู่ 4 วิธีคือ

1. Segmentation วิธีการแบ่งดาต้าแกรมขนาดใหญ่ให้เป็นดาต้าแกรมขนาดย่อย
2. Reassemble วิธีการรวบรวมดาต้าแกรมย่อยๆ ให้กลับอยู่ในสภาพเดิม
3. Concatenation วิธีรวมดาต้าแกรมให้เป็นบล็อก
4. Separation วิธีการแบ่งบล็อกให้เป็นดาต้าแกรม

2.3.12 รูปแบบ ICMP (Internet Control Message Protocol)

ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นได้ง่ายกับดาต้าแกรมก็คือ ดาต้าแกรมเดินทางผิดเส้นทาง ทำให้สูญหายหรือบางส่วนของข่าวสารเสียหาย เครื่องคอมพิวเตอร์ด้านส่งต้องรู้เงื่อนไขที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดต่างๆ บนเครือข่าย ให้ดาต้าแกรมถูกส่งออกไปยังเครือข่ายอย่างถูกต้อง

ICMP จะรายงานความผิดพลาดของระบบให้กับ IP พิเศษ ICMP มี Header เหมือนกับข่าวสาร IP อื่นๆ โดยจะถูกส่งรวมไปกับข่าวสารอื่นสู่เครื่องปลายทาง ซึ่งปลายทางจะส่งรายงานความผิดพลาดกลับไปให้เครื่องด้านส่งได้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นบ้างในการเดินทาง ซึ่งข้อมูลในรายงานจะถูกส่งกลับไปใช้แก้ปัญหาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

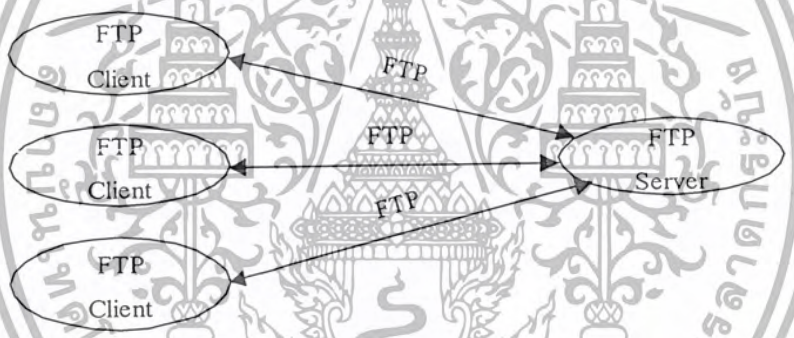
2.3.13 TCP/IP Client Server

โพรโตคอล TCP/IP อาศัยหลักการทำงานตามแบบ Client-Server มีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ

1. Process Client ซึ่งทำหน้าที่ขอบริการ
2. Process Server ซึ่งทำหน้าที่ให้บริการ
3. โพรโตคอลที่ใช้สื่อสารระหว่างไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์

รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมโยงระหว่างไคลเอนต์ 3 โปรเซส ซึ่งขอบริการถ่ายโอนแฟ้มจากเซิร์ฟเวอร์ผ่านเอฟทีพี โปรเซสไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ไม่จำเป็นต้องอยู่ต่างเครื่องกัน เนื่องจากระบบปฏิบัติการส่วนใหญ่ ใช้ TCP/IP มักทำงานแบบผู้ใช้หลายคน และพร้อมกันหลายงาน แต่ละไคลเอนต์จึงอาจเป็นโปรเซสของผู้ใช้ต่างบุคคลที่ทำงานภายในเครื่องเดียวกัน และขอบริการไปยังเซิร์ฟเวอร์ต่างเครื่อง หรือเครื่องเดียวกันกับไคลเอนต์ก็ได้

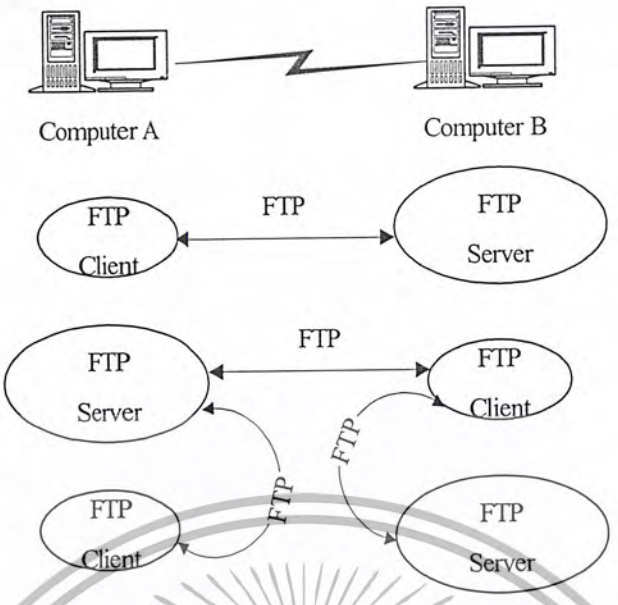
แบบจำลองของไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ใน TCP/IP นี้ แตกต่างจากหลักการไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ในบางระบบปฏิบัติการ เครือข่ายซึ่งกำหนดหน้าที่การทำงานของคอมพิวเตอร์อย่างเจาะจงว่า เครื่องใดเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเครื่องใดเป็นไคลเอนต์โดยสลับหน้าที่กันไม่ได้



รูป 2.12 FTP Client – Server

ในขณะที่แต่ละเครื่องตามแบบของ TCP/IP สามารถทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์เพื่อขอบริการจากเครื่องอื่น หรือทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้บริการกับเครื่องอื่น ได้พร้อมกันดังรูป 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.13 ตัวอย่างแบบจำลอง FTP Client – Server

2.4 ไอพีแอดเดรส (IP Address)

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมกับอินเตอร์เน็ต เครือข่ายที่ใช้ TCP/IP มีอยู่จำนวนมาก เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องต้องสามารถระบุ หรืออ้างอิงได้โดยไม่เกิดความซ้ำซ้อนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น มิฉะนั้นข่าวสาร หรือเครือข่ายรับมาจะไม่สามารถส่งไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการข่าวสารนั้นได้ จึงต้องมีการจัดระบบที่ดี เครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรือเครือข่ายที่ใช้ TCP/IP ได้ออกแบบการจัดการระบบตรงส่วนนี้ไว้แล้ว เครือข่ายอินเตอร์เน็ตใช้รหัสหมายเลขมากำหนดให้แต่ละเครือข่าย และคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายที่เชื่อมโยง เรียกรหัสหมายเลขเหล่านี้ว่า อินเตอร์เน็ตแอดเดรส (Internet Address)

2.4.1 การกำหนดหมายเลข ไอพีแอดเดรส

ไอพีแอดเดรส ประกอบด้วยตัวเลขฐานสองจำนวน 32 บิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนมี 8 บิต เมื่อดูเฉพาะแต่ละส่วนเป็นเลขฐานสิบได้เลขจำนวน 256 ค่าไม่ซ้ำกัน (0-255) ไอพีแอดเดรส จะนำเอาหมายเลขทั้ง 4 ส่วนนี้มารวมกัน โดยคั่นแยกแต่ละส่วนด้วยจุด ดังนั้นมีหมายเลขที่เป็นไปได้โดยไม่ซ้ำกัน คือ 256^4 หรือ 4,294,967,296 จำนวน จากหมายเลข 000.000.000.000 จนถึง 255.255.255.255 หมายเลขเหล่านี้เองที่อินเตอร์เน็ตใช้กำหนดให้กับเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้อ้างอิงถึง

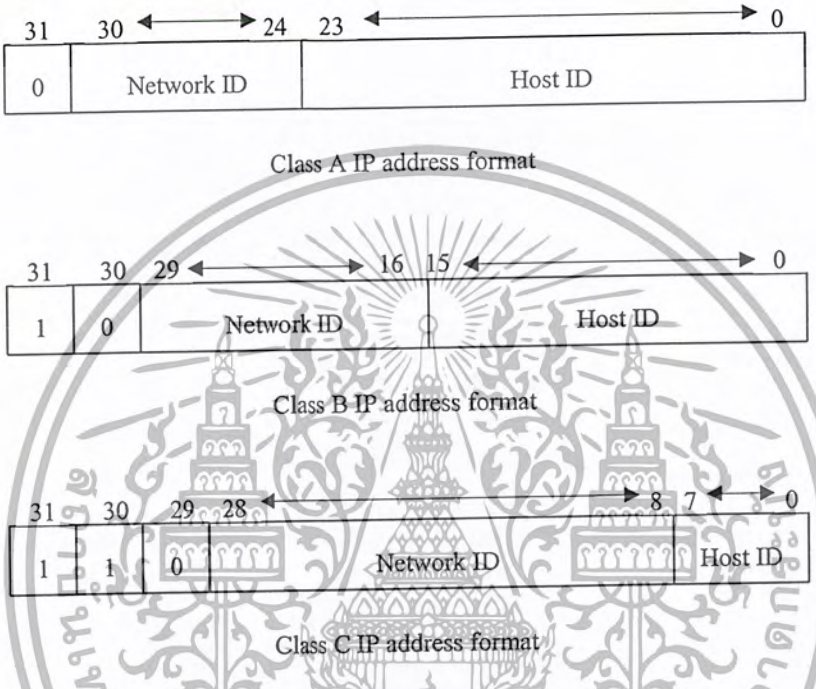
ไอพีแอดเดรสบางส่วนถูกสงวนไว้ใช้ด้วยเป้าหมายกรณีพิเศษ ทำให้ไอพีแอดเดรสที่ใช้งานโดยทั่วไปลดลงจากจำนวนที่เป็นไปได้ ความหมายของไอพีแอดเดรสจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้เป็นรหัสประจำเครือข่าย
2. กลุ่มที่ใช้เป็นรหัสประจำตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่อยู่ภายในเครือข่าย (Host Computers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไอพีแอดเดรสในกลุ่มรหัสประจำตัวเครือคอมพิวเตอร์สามารถซ้ำกันได้ แต่รหัสประจำตัวเครือข่ายจะซ้ำกันไม่ได้ ดังนั้นรหัสเครื่องซ้ำกันจึงไม่มีผลต่อการอ้างอิง

นอกจากนี้เพื่อความเหมาะสมในการกำหนดไอพีแอดเดรสให้กับผู้ขอ ทางผู้บริหารอินเตอร์เน็ตแบ่งคลาสของผู้ขอไอพีแอดเดรสตามขนาดของเครือข่ายเพื่อให้ทรัพยากรส่วนนี้ถูกใช้อย่างคุ้มค่าที่สุด องค์กรขนาดใหญ่ก็จะจัดให้อยู่ในคลาสที่สามารถกำหนดไอพีแอดเดรสให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายได้มาก การแบ่งคลาสจะแบ่งได้ดังนี้



รูป 2.14 แสดงคลาสของ IP Address

การกำหนดหมายเลขของเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากจะแบ่งไอพีแอดเดรสได้เป็นคลาสทั้ง 5 ประเภท แล้วยังมีข้อกำหนดปลีกย่อยอีกหลายประการที่ผู้วางระบบต้องรู้ไว้ เพื่อที่จะกำหนดแอดเดรสได้อย่างถูกต้องไม่ผิดพลาด ได้แก่ ไอพีแอดเดรสที่เป็น '0' ทุกบิต จะไม่ใช้งานทั่วไป แต่นำไปใช้กับอุปกรณ์หาเส้นทาง (Route) เพื่อกำหนด 'Default Route'

1. ไอพีแอดเดรสในแต่ละส่วนคือ ส่วนหมายเลขเครือข่าย และส่วนหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็น '0' หรือ '1' ทุกบิตไม่ได้
   - ถ้าส่วนของหมายเลขประจำเครื่องเป็น '0' ทุกบิต หมายถึงหมายเลขเครือข่ายนั้นใช้งานร่วมกับอุปกรณ์หาเส้นทาง หรือเพื่อบอกให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้ว่าตัวเองอยู่ในเครือข่ายใด
   - ถ้าส่วนของหมายเลขประจำเครื่องเป็น '1' ทุกบิต หมายถึงเลขเครือข่ายนั้นใช้สำหรับการกระจายข่าวในเครือข่าย (Broadcast Address)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถ้าไอพีแอดเดรสทั้งสองส่วนเป็น '1' ทุกบิต หมายถึงแอดเดรสที่ใช้กระจายข่าวหรืออีกนัยหนึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ส่งแอดเดรสนี้เข้าสู่ระบบไม่ทราบว่าตนเองอยู่ในเครือข่ายใด

3. ไอพีแอดเดรสของคลาส A หมายถึง 127.0.0.0 จะสงวนไว้สำหรับใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น IPC (Internet - Process Communication)

จากรูป 2.2 จะแสดงประเภทของไอพีแอดเดรส และข้อกำหนดปลีกย่อยต่างๆ เราสามารถทราบได้ว่าเครือข่ายขององค์กรถูกจัดอยู่ในคลาสใด โดยดูจากค่าหมายเลขของ 8 บิตแรกซ้ายมือสุดดังนี้

Class A: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 1 ถึง 126

Class B: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 128 ถึง 191

Class C: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 192 ถึง 233

ตัวอย่างเช่น IP 161.246.37.11 หมายถึงเครือข่ายนี้อยู่ในประเภทคลาส B มีหมายเลขประจำเครือข่ายเป็น 161.246 และมีหมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายเป็น 37.11 ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย 161.246 จะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ 37.11 ได้เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น

2.4.2 โดเมน

1. ระบบชื่อโดเมน

การใช้ชื่อไอพีแอดเดรสไม่สะดวกต่อการจดจำ อินเตอร์เน็ตจึงใช้การตั้งชื่อ และมีระบบ ดีเอ็นเอส (DNS: Domain Name System) เช่น www.kmitl.ac.th เป็นชื่อที่แทนเครื่องที่มีหมายเลขไอพีแอดเดรส 161.246.10.21

ชื่อโดเมนหรือที่เรียกว่า FQDN (Fully-qualified Domain Name) มีวิธีเขียนเป็นมาตรฐานและสื่อความหมายได้เช่น library.kmitl.ac.th เป็นชื่อเครื่อง library ที่ลาดกระบัง หรือ telecom.kmitl.ac.th เป็นชื่อเครื่อง telecom ในลาดกระบัง ชื่อจะคั่นด้วยจุดเพื่อบอกถึงองค์กรที่สังกัดเป็นลำดับ ตัวอักษรตัวเล็กหรือตัวใหญ่ในชื่อไม่แตกต่างกัน

การตั้งชื่อในอินเตอร์เน็ตมีหลักการสากลที่เรียกว่า ระบบชื่อโดเมน ซึ่งเป็นระบบจัดแบ่งเครือข่ายเป็นลำดับขั้น เช่นภายในบริษัทอาจจะแบ่งออกเป็นแผนกย่อยๆ แต่ละแผนกอาจจะแบ่งย่อยเป็นแต่ละฝ่าย แต่ละส่วนย่อยนี้เรียกว่า โดเมนย่อย (Sub-Domain)

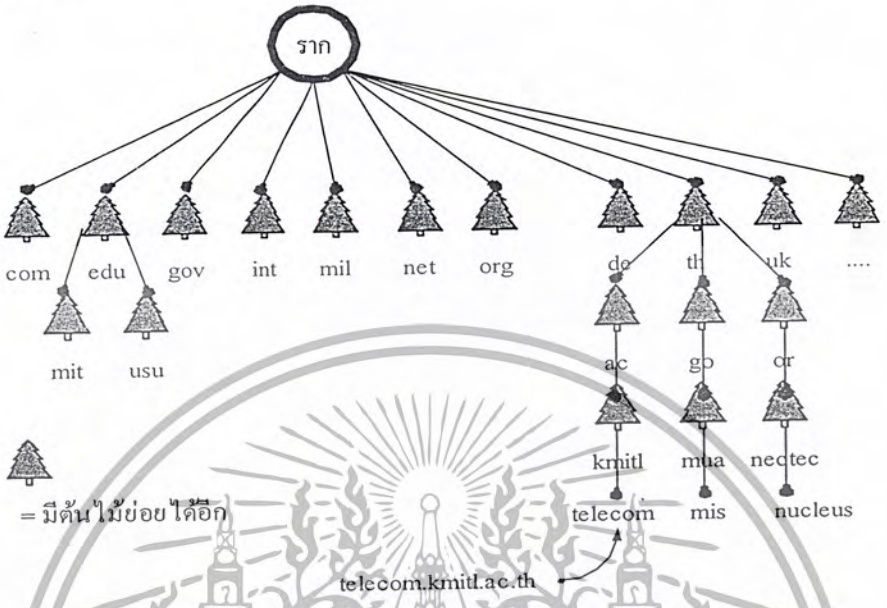
ตัวอย่างเช่น library.kmitl.ac.th ประกอบด้วยโดเมนย่อย 4 ระดับ ชื่อโดเมนระดับบนสุดคือ th หมายถึงประเทศไทย โดเมนระดับย่อยถัดมาคือ ac (Academic) หมายถึงโดเมนในเครือข่ายสถาบันการศึกษา โดเมนถัดมาคือ kmitl หมายถึงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ library คือชื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของห้องสมุด

2. โดเมนระดับบนสุด

อินเตอร์เน็ตมีกำเนิดมาจากเครือข่ายในประเทศสหรัฐอเมริกา ชื่อโดเมนในระดับบนสุดในยุคแรกเริ่มมี 6 กลุ่มคือ com, edu, gov, mil, net และ org เมื่ออินเตอร์เน็ตขยายตัวออกไปทั่วโลกจึงมีโดเมนประจำประเทศเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกแยะเครื่องด้วยระบบโดเมนจึงมีโครงสร้างตามลำดับชั้น โดยเริ่มที่จุดยอดที่เรียกว่าราก (Root) และแตกออกตามโดเมนระดับบนสุด จากนั้นจะแตกย่อยออกเป็นลำดับจนถึงชื่อเครื่อง โครงสร้างระบบชื่อโดเมนจึงเหมือนต้นไม้หัวกลับ เช่นเดียวกับโครงสร้างไดเรกทอรี่ของแฟ้มข้อมูลดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 โครงสร้างลำดับขั้นของระบบโดเมน

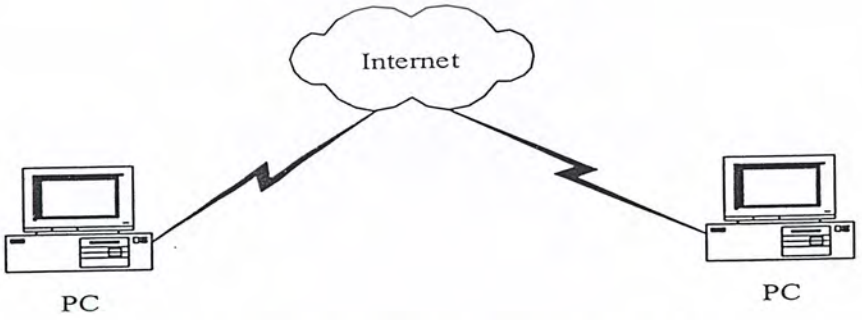
2.5 พื้นฐานวีโอไอพี (Voice Over IP)

วีโอไอพีเป็นเทคโนโลยีสำหรับการส่งข้อมูลเสียงผ่านระบบอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะต่างจากระบบโทรศัพท์เดิมที่ส่งสัญญาณเสียงผ่านชุมสาย วิธีนี้ทำโดยนำข้อมูลเสียงมาทำการเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วรวมเป็นแพ็กเก็ต แล้วจึงส่งแพ็กเก็ตที่ได้ผ่านอินเตอร์เน็ตไปโดยใช้โพรโตคอลที่กำหนดไว้ สำหรับในงานนี้จะอ้างอิงกับโพรโตคอล H.323 ดังจะกล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

2.5.1 รูปการใช้งานของวีโอไอพี

โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. ระหว่างพีซีกับพีซี



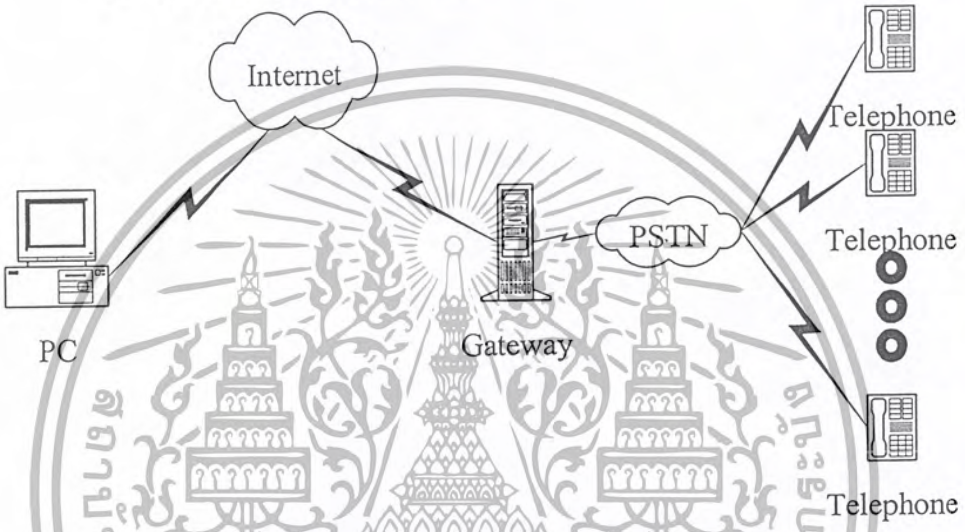
รูปที่ 2.16 แสดงลักษณะการติดต่อระหว่างพีซีกับพีซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำงาน

จากรูปที่ 2.16 จะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ 2 เครื่องในการเชื่อมต่อกัน โดยใช้ผ่านทางซอฟต์แวร์ หรือใช้งานผ่านทางเว็บในการส่งข้อมูลระหว่างกัน ข้อมูลเสียงที่เป็นอนาล็อกจะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลดิจิตอล ผ่านทางซาวด์การ์ดแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาทำการบีบอัด แล้วส่งผ่านโพรโตคอลทีซีพี/ไอพี เพื่อส่งผ่านอินเตอร์เน็ตไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่คุยอยู่ ที่ต้องการจะติดต่อด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ตัวอย่างเช่น การใช้ปลั๊กอินในโปรแกรมเอ็มเอสเอ็น ซึ่งต้องการติดต่อกันโดยการล็อกอินเข้าสู่โปรแกรมเอ็มเอสเอ็นทั้ง 2 เครื่องที่จะทำการติดต่อกัน แล้วจึงทำการติดต่อกันได้

2. ระหว่างซีพีกับเครื่องโทรศัพท์



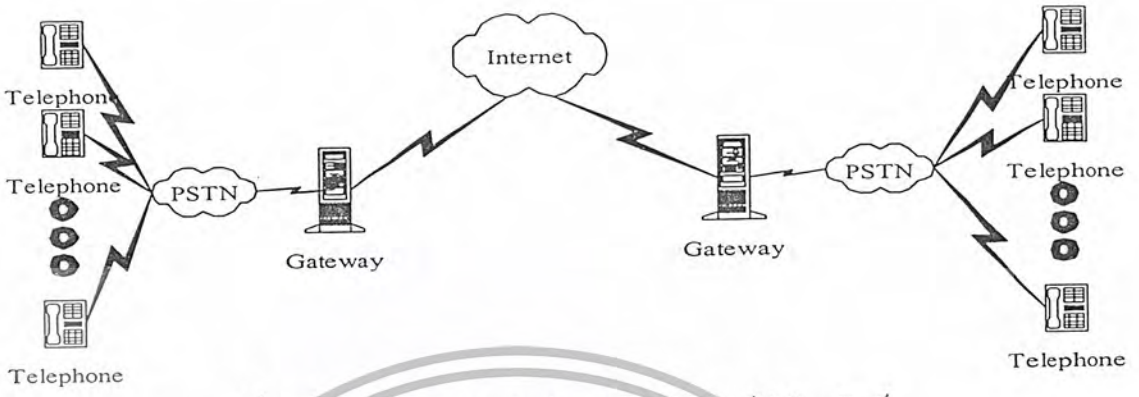
รูปที่ 2.17 แสดงลักษณะการติดต่อระหว่างซีพีกับเครื่องโทรศัพท์

ลักษณะการทำงาน

จากรูปที่ 2.17 เป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์ติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์ที่ใช้ติดต่อกันตามบ้าน (Public System Telephone Network : PSTN) ในส่วนของ คอมพิวเตอร์จะใช้งานผ่านทางซอฟต์แวร์หรือผ่านทางเว็บที่มีการให้บริการ มีลักษณะการทำงานคล้ายกับแบบพีซีกับพีซี แต่จะมีข้อแตกต่างที่ปลายทางจะเป็นการติดต่อไปยังระบบโทรศัพท์พื้นฐาน ซึ่งต้องมีส่งที่เพิ่มเข้ามาคือเกตเวย์สำหรับการแปลงข้อมูลที่ส่งทางอินเตอร์เน็ตไปเป็นสัญญาณในระบบโทรศัพท์ไปยังเครื่องปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระหว่างโทรศัพท์กับโทรศัพท์



รูปที่ 2.18 แสดงลักษณะการติดต่อระหว่างโทรศัพท์กับโทรศัพท์

ลักษณะการทำงาน

จากรูปที่ 2.18 เป็นระบบที่มีการนำเอาระบบโทรศัพท์เดิมมาใช้ แต่ได้มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมโดยการเพิ่มเกตเวย์ขึ้นที่ชุมสายโทรศัพท์เพื่อทำการแปลงสัญญาณข้อมูลในระบบโทรศัพท์ไปเป็นข้อมูลเพื่อส่งผ่านทางอินเตอร์เน็ต แล้วปลายทางก็จะมีเกตเวย์สำหรับการแปลงข้อมูลที่ส่งทางอินเตอร์เน็ตไปเป็นสัญญาณในระบบโทรศัพท์อีกครั้งหนึ่ง

2.5.2 ประโยชน์ของวีโอไอพี

1. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดต่อโทรศัพท์ทางไกล เช่น การติดต่อระหว่างประเทศ

2. มีการเรียกใช้แบนวิดท์น้อยกว่า เพราะว่าลดความจำเป็นต้องเพิ่มคู่สายโทรศัพท์จากเดิมเพื่อใช้ในการโทรศัพท์อีกต่อไป เมื่อนำระบบโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตมาใช้ ทำให้เราสามารถใช้งานบนระบบเครือข่ายที่มีอยู่แล้วในบริษัทได้

3. มีการให้บริการที่ดีกว่าและมากกว่าการใช้งานแบบเก่า เพราะบริการต่างๆ ที่มีอยู่ในตู้สาขาโทรศัพท์ (PABX) ที่ใช้ตามบริษัทนั้น ถ้านำระบบโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตมาใช้ก็ยังคงให้บริการต่างๆ ได้ตามปกติและยังสามารถประยุกต์การใช้งานได้ตามความสามารถของระบบเครือข่ายและระบบอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออยู่ได้เต็มที่ เช่น บริษัท เอ มีเว็บและแสดงเบอร์โทรศัพท์ติดต่อไปได้ให้ไว้ แต่ว่าขณะนั้นลูกค้ายังไม่อยากตัดอินเตอร์เน็ตออก เพื่อที่จะทำการใช้งานโทรศัพท์โทรติดต่อ จึงเป็นการสะดวกแก่ลูกค้าถ้าเราสามารถให้ลูกค้าใช้โปรแกรมประเภทโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตเพื่อติดต่อคุยกับลูกค้า หรือพนักงานคนอื่นได้โดยตรงผ่านทางอินเตอร์เน็ตเลย ซึ่งมีผลต่อความอยากสั่งซื้อสินค้า

4. เป็นการใช้ประโยชน์จากไอพีได้คุ้มค่า และง่ายเนื่องจากมีการใช้ไอพีเป็นพื้นฐานอยู่ทั่วไปไม่ว่าจะในระบบเน็ตเวิร์คหรือระบบอินเตอร์เน็ต ในเมื่อเรามีสิ่งที่สามารถใช้งานได้อยู่แล้วเราก็ควรใช้งานให้ดี และมีประสิทธิภาพสูงสุด ดีกว่าจะต้องแสวงหาทางเลือกอื่นที่อาจจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าและอาจจะไม่คุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 พื้นฐานแพ็กเก็ตเสียง

2.6.1 กระบวนการในการแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล

เบล ได้ทำการพบว่าเสียงที่มนุษย์ได้ยินมีความถี่เสียงอยู่ประมาณ 100 เฮิรตซ์ ถึง 10,000 เฮิรตซ์ โครงข่ายโทรศัพท์แบบอนาล็อกความถี่เสียงที่สามารถทำการป้อนเข้าสู่ระบบอยู่ในช่วง 300 – 3,300 เฮิรตซ์ แต่ในการทำโครงงานนี้เราต้องนำเอาเสียงที่ได้มาแปลงเป็นข้อมูลแทนเพื่อที่จะทำการส่งผ่านเป็นดิจิตอลได้ การที่จะแปลงเสียงจากอนาล็อกไปเป็นดิจิตอลมีอยู่ 3 ขั้นตอนซึ่งได้แก่

1. แซมเปิล (Sample)

ในขั้นตอนนี้เราจะอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย กระบวนการในการแซมปลิ้งจะใช้วิธีที่เรียกว่า พัลส์แอมพลิจูดมอดูเลชั่น (Pulse Amplitude Modulation : PAM) ก็ได้โดยพัลส์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์ นั้นจะเป็นการนำเอาแอมพลิจูดที่มีค่าคงที่ของแซมปลิ้งพัลส์ที่มอดูเลต เป็นโมเดลของสัญญาณเสียงอนาล็อกเวฟฟอร์ม ซึ่งในการกำหนดอัตราแซมปลิ้งตามหลักของไนควิส (Nyquist)ได้กล่าวไว้ว่า ต้องกำหนดให้อัตราแซมปลิ้งด้วยความถี่เป็นสองเท่าของความถี่สูงสุด ของสัญญาณอนาล็อกอินพุตเวฟฟอร์ม สาเหตุที่เราใช้หลักการของไนควิสในการกำหนดก็เพราะว่าข้อมูลที่ทำการรับนั้นมีจำนวนมากที่ต้องทำการสร้างอินพุตเวฟฟอร์มขึ้นมาใหม่ ถ้ามีการผิดพลาดเกิดขึ้น แซมเปิลก็สามารถที่จะถูกทิ้งได้ สำหรับความถี่เสียงในอัตราแซมเปิลจะถูกกำหนดไว้ที่ 8,000 เฮิรตซ์ ซึ่งจะมีย่านความถี่เสียงอยู่ที่ 4,000 เฮิรตซ์ มีขนาดใหญ่กว่าความต้องการที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตามความถี่เสียงที่ 4,000 เฮิรตซ์ มีประโยชน์อยู่หลายประการ หนึ่งในข้อได้เปรียบก็คือ ความจริง 4 มาจาก การยกกำลัง 2 ของ 2 และตัวประมวลที่เป็นดิจิตอลส่วนมากนั้นจะใช้เลขฐาน 2 เป็นพื้นฐานอยู่แล้ว ดังนั้น 64 Kbps พีซีเอ็ม เสียงจะสร้างแซมเปิลทุกๆ 1/8,000 ของวินาที หรือเท่ากับ 125 µs (ไมโครวินาที)

2. ควอนไทซ์

วิธีทำการควอนไทเซชั่นนั้น เป็นการนำเอา พัลส์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์ มาทำให้เป็นพัลส์โค้ดมอดูเลเตอร์ ในรูปของ 0 หรือ 1 ซึ่งการการควอนไทเซชั่นนี้ใช้เป็นการนำแซมปลิ้งของ พัลส์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์ที่ผ่านตัวแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D) มาทำการเข้ารหัสเพื่อให้ได้รูปแบบที่ต้องการ แต่ละแซมเปิลจะทำการกำหนดด้วย 0s หรือ 1s ถ้า พัลส์แอมพลิจูดมอดูเลเตอร์ นั้นทำการผลิตทุกๆ 1/8,000 วินาที ดังนั้นบิตที่ใช้แทนพีเอเอ็มแซมเปิลต้องทำทุก 125 µs หรือ 1/8,000 ของวินาที นี่จะหมายความว่าแต่ละพีเอเอ็มแซมเปิลจะถูกแทนด้วย 16 บิต ดังนั้นการเชื่อมต่อทางดิจิตอลอาจจะมีการทำงานที่ 125 Kbps (8,000 x 16) ซึ่งต้องมีการจัดการบางส่วนออกไป

จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ 64 Kbps พีเอเอ็มทำการทำงานที่ 64 Kbps แต่ละพีเอเอ็มแซมเปิลนั้นแทนด้วยจำนวน 8 บิต ซึ่งเป็นจำนวนที่กำลังพอดีเพราะว่า 8 นั้นมาจากเพาเวอร์ของ 2 ด้วย ซึ่งจาก 1 ไบต์เท่ากับ 8 บิต ดังนั้นเราจึงต้องใช้ดิจิตอลซิกแนลโพรเซสซิ่ง (DSP) ในการดิจิไตซ์เสียงที่มีขนาดโพรแซสเซอร์ 8 บิต ซึ่งในการทำงานส่วนต่างๆ จะอยู่ในรูป 8 บิตด้วย

3. การเข้ารหัส (Coding)

การโค้ดดิ้งนี้เป็นการไลน์โค้ด (Line Code) หรือ เรียกว่า 0s หรือ 1s ที่เหมาะสำหรับในการส่งไประยะทางไกลๆ ในการส่งสัญญาณพีเอเอ็มแซมเปิลในรูปของพีซีเอ็มนั้น จะสามารถทำการส่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะใกล้ๆ ซุงถ้าไม่ทำงานก็ทำการ modulate อีกและเพราะว่าในการส่งระยะไกลๆ จะทำให้ความเสี่ยงในการผิดพลาดมีมากขึ้น จึงต้องทำการโค้ดดิ้งเพื่อลดข้อผิดพลาดในส่วนนี้

ไลน์โค้ดที่ใช้ในการส่งพีซีเอ็มได้แก่ Bipolar Alternate Mark Inversion AMI (Bipolar AMI) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานโทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ตในระบบ ที-แคเรียร์ ซึ่งเป็นระดับเริ่มแรกของที-แคเรียร์ มัลติเพล็กซ์ไฮราชี่ หรือที่เรียกว่า ที-วัน ปัจจุบันยังมีการใช้ระบบนี้อยู่ ระบบที-วันนี้จะไม่ใช้เอเอ็มไอ แต่จะมีการโค้ดดิ้งพื้นฐานมาจากเอเอ็มไอเรียกว่า Bipolar 8 Zero Substitution (B8ZS) วิธีนี้เป็นการแก้ปัญหาในระบบเอเอ็มไอแบบดั้งเดิม

2.6.2.เซอร์กิตสวิตช์ และแพ็กเก็ตสวิตช์

พีเอสทีเอ็นได้พัฒนาเซอร์กิตสวิตช์ เพื่อรองรับความต้องการในการสื่อสารทางเสียงที่ดี แต่การเชื่อมต่อข้อมูลเช่น อินเตอร์เน็ต ได้พัฒนาระบบแพ็กเก็ตสวิตช์เพื่อรองรับความต้องการในการสื่อสารข้อมูลที่ดี ทั้งเซอร์กิตสวิตช์และแพ็กเก็ตสวิตช์นั้นมีความแตกต่างในหลายด้านซึ่งสามารถดูได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้เน็ตเวิร์คของเซอร์กิตสวิตช์และแพ็กเก็ตสวิตช์

ลักษณะเด่นทางด้านเน็ตเวิร์ค	Circuit - Switching	Packet - Switching
อัตราการส่งข้อมูล	คงที่และช้า(น้อยกว่า64 Kb/s)	มีความหลากหลาย(ถึง Gb/s)
อัตราการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของบิตเรต	ไม่มี	สูง (100/100:1)
ความคงทนต่อการผิดพลาด	สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง เช่นถามอีกครั้ง	มักจะต้องปราศจากความผิดพลาด
การส่งข้อมูลซ้ำ	ไม่สามารถทำงานได้	สามารถทำได้เร็วมากเพียงพอ
การหน่วงเวลา	มักจะต้องช้าและเสถียร	จะมีความเป็นไปได้สูง
การเชื่อมต่อ	จำเป็นต้องมีการเชื่อมต่อโดยเส้นทางเดินตลอดเวลา	สามารถปราศจากการเชื่อมต่อผ่านเส้นทางเดิมได้

1. การสวิตช์ด้วยเซอร์กิต

การเชื่อมต่อทางเสียงของพีเอสทีเอ็นหรือที่รู้จักในนามว่าการคอล (Call) เมื่อการเชื่อมต่อถูกเซ็ตอัพสำหรับการใช้โมเด็มเพื่อทำการเข้าสู่อินเตอร์เน็ต นี่ก็เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้การคอลของเสียงสู่พีเอสทีเอ็น เสียงของโมเด็มมีความหลากหลายกว่าเสียงของมนุษย์แต่สัญญาณอะนาล็อกจะถูกส่งผ่านโครงข่ายกลาง ผ่านสายโทรศัพท์ใหญ่ที่ติดต่อระหว่างเมืองและวนไปเรื่อยเหมือนกับการคอลไปยังเพื่อน ดังนั้นที่ทำการคอลก็เพื่อเป็นการสร้างการเชื่อมต่อ และเสียงที่ระดับต่างๆนั้นจะทำขึ้นเพื่อการคอล เสียงส่วนหนึ่งจะวนอยู่ในที่ตั้งของตัวมันเอง ส่วนหนึ่งจะถูกส่งผ่านสวิตช์ของเสียง และส่วนหนึ่งจะผ่านสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่ที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างเมือง และอยากถูกส่งไปที่อื่นๆ อีก การเชื่อมต่อนี้จะเป็นชนิดของลาเบล (Label) สำหรับชิ้นของเสียงที่ส่งไปตามเส้นทางต่างๆ เพื่อเป็นการส่งเสียงไปสู่พีเอสทีเอ็น โดยที่สวิตช์จะเป็นตัวที่ทำการสร้างเส้นทางนั้นๆ เส้นทางเป็นแผนที่ของการเชื่อมต่อสู่เน็ตเวิร์ค ความแตกต่างของคุณลักษณะเซอร์กิตสวิตช์เน็ตเวิร์คนั้น จะเป็นลักษณะของ Connection Oriented คือเส้นทาง

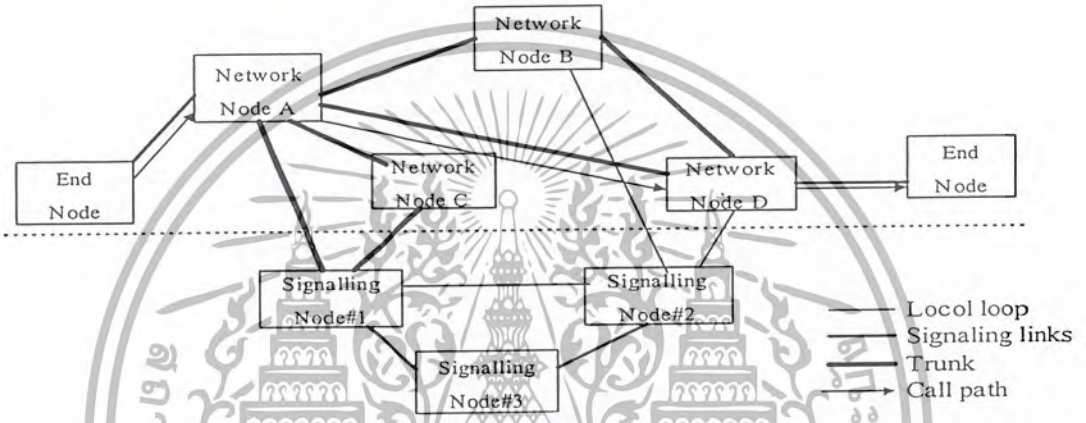
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องคงอยู่ตลอดเวลาที่มีการเชื่อมต่อกัน และการเชื่อมต่อนั้นจะเซ็ตอัพโดยการใช้ซิกแนลโพรโตคอล (Signal Protocol) ซึ่งในหลายกรณีบนพีเอสทีเอ็นจะไหลไปบนเน็ตเวิร์คต่างๆ เพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้นๆ

เซอร์กิตสวิตซ์เน็ตเวิร์ค ได้แก่พีเอสทีเอ็นและจะมีคุณลักษณะร่วม 3 ประการคือ

1. Signal Protocol จะใช้สำหรับการเซ็ตอัพการเชื่อมต่อ
2. ทุกบิตจะถูกส่งผ่านเส้นทางเดียวกันทั้งหมด
3. Path หรือเส้นทาง นั้นจะสามารถรองรับทุกย่านความถี่และทุกเวลา

ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 คุณลักษณะนี้ได้แสดงให้ดูได้ดังตัวอย่างรูปที่ 2.19



รูป 2.19 รูปแบบการต่อของ Circuit Switch

2. การสวิตซ์โดยแพ็กเก็ต

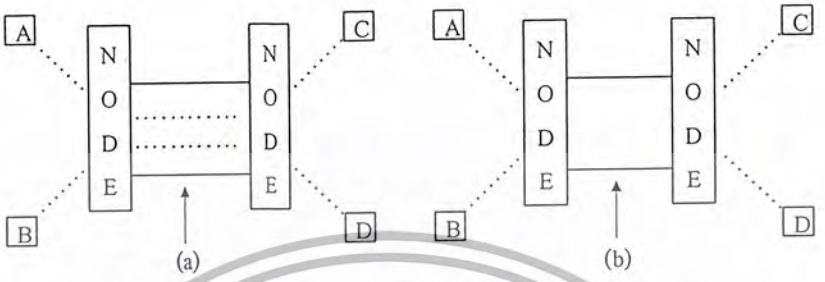
เมื่อมีการส่งไฟล์ระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องนั้น เส้นทางในการใช้ส่งแบบจุดต่อจุดได้ถูกนำมาใช้ในวิธีนี้นั้นจะทำให้สิ้นเปลืองในการใช้แบนวิดท์มาก แพ็กเก็ตเน็ตเวิร์คได้ถูกนำมาใช้ มันสามารถทำให้ความต้องการของข้อมูลได้เป็นเฉพาะเจาะจงมากขึ้นซึ่งถือเป็นสิ่งที่จำเป็น ได้แก่การจัดการอัตราการส่งข้อมูล อัตราการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ความไม่แตกต่างกันของการหน่วงเวลา และที่สำคัญคือ การจัดการกับความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

แพ็กเก็ต โดยปกติ จะนิยามถึงข้อมูลที่ถูกส่งจากด้านหนึ่ง แล้วถูกส่งผ่านไปยังส่วนต่างๆ จนกระทั่งถึงจุดหมายปลายทาง ซึ่งนั่นเป็นจุดสำคัญของการใช้เน็ตเวิร์ค ในการจัดส่งข้อมูลระหว่างกัน ปกติทั่วไปแพ็กเก็ตนั้นจะประกอบด้วยเน็ตเวิร์คแอดเดรสซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางไปจนกระทั่งถึงปลายทาง

ในการเปลี่ยนแปลงของแพ็กเก็ต ข้อมูลนั้นต้องการวิธีที่ใหม่ในการทำ Multiplex จึงทำให้ Time-Division Multiplexing (TDM) นั้นถูกนำมาใช้ในพีเอสทีเอ็น การส่งผ่านข้อมูลไปตามเส้นทางของแพ็กเก็ตเน็ตเวิร์คนั้น จะใช้วิธีที่เรียกว่า สเตติกเอทีเอ็ม (Static TDM) หรือเรียกว่าอะซิงโครนัส (Asynchronous TDM) หรือนำมาต่อกันที่รู้จักในชื่อของ เอทีเอ็ม (ATM) เพราะว่าข้อมูลนั้นได้ถูกจัดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มๆ มันจึงดูไม่เหมาะที่จะนำไปส่งผ่านตามเส้นทางที่ได้กำหนดแบนวิดท์ที่ตายตัวแน่นอนอย่างเช่น พีเอสทีเอ็น ซึ่งมีการใช้เวลาที่เต็มจำนวนด้วย ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้แบบเซอร์กิตสวิตซ์นี้ แต่เมื่อหันมาใช้แบบแพ็กเก็ตสวิตช์แล้ว เราสามารถใช้แบนวิดท์ได้เต็มที่ ในขณะที่เราสามารถเหลือเวลาในการส่งข้อมูลอื่นได้อีกแนวความคิดแพ็กเก็ตสวิตซ์จะแสดงดังรูปที่ 2.20



รูป2.20 (a) TDM : 64 Kb/s for A-C and B-D

(b) Static TDM : 12864 Kb/s for A-C and B-D

สเตติกทีดีเอ็มนั้นได้ถูกสร้างขึ้นมาสำหรับการส่งข้อมูลเป็นกลุ่ม การเชื่อมโยงระหว่างตัวมัลติเพล็กซ์นั้นจะไม่มีช่องสัญญาณที่แน่นอน คอมพิวเตอร์จะไม่ได้กำหนดขนาดของช่องสัญญาณไว้เพียงที่ 64 Kb/s ต่อช่องสัญญาณ (นี่เป็นตัวอย่าง) แต่สำหรับทีดีเอ็ม สามารถใช้ได้เต็ม 128 Kb/s แต่อย่างไรก็ตาม ทั้งสเตติกทีดีเอ็ม และทีดีเอ็มก็ไม่ได้พยายามที่จะทำงานอย่างแท้จริงที่เวลาเดียวกันเมื่อมีการส่งข้อมูลขนาดใหญ่มากทั้งฝั่งตัวมัลติเพล็กซ์ ไม่มีทางเลือกจึงจำเป็นต้องนำแพ็กเก็ตนั้นเก็บลงบัฟเฟอร์ก่อนเมื่อการส่งข้อมูลขนาดใหญ่นั้นจบสิ้นลง จึงปล่อยแพ็กเก็ตนั้นออกมา

เน็ตเวิร์คซึ่งมีการใช้สเตติกทีดีเอ็มบ่อยๆจะจัดหาแบนวิดท์ได้ตามความต้องการของโปรแกรมประยุกต์นั้นๆ ซึ่งเป็นการดีขึ้น เมื่อมีการใช้เทคนิคที่เรียกว่า Flexible Bandwidth Allocation เพราะว่าผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าสามารถใช้แบนวิดท์ได้มากกว่าที่มีอยู่เช่น เรามีแบนวิดท์ใช้งานอยู่ 1.5 Mb/s แต่ถ้าต้องการ 2 Mb/s เราสามารถใช้มันได้ ดังนั้นจึงนำบัฟเฟอร์มาช่วยเพื่อให้สามารถทำได้ตามหลักการนี้

บัฟเฟอร์คือพื้นที่ของหน่วยความจำที่สำรองไว้สำหรับ การจัดการเครือข่ายทั่วไปเพราะว่าหน่วยความจำนี้จะจำกัดทรัพยากรในอุปกรณ์เน็ตเวิร์ค ซึ่งบัฟเฟอร์ก็จะมีการจำกัดทรัพยากรในอุปกรณ์เน็ตเวิร์คด้วย คุณภาพของเสียงนั้นจะมีผลมากต่อเสถียรภาพของการหน่วงเวลา แพ็กเก็ตเน็ตเวิร์คส่วนมากไม่เหมาะสมสำหรับการส่งข้อมูลเสียงเพราะว่าการส่งข้อมูลเสียงนี้จะไม่สามารถที่จะหน่วงเวลาได้เพราะว่าจะทำให้ไม่สามารถสื่อสารได้รู้เรื่อง สาเหตุที่จะทำให้สัญญาณเสียงสามารถหน่วงเวลาไว้ได้เช่น เรามีแพ็กเก็ตอยู่หลายอย่างอยู่ในคิวจนเต็ม ดังนั้นเราจึงไม่สามารถที่จะส่งแพ็กเก็ตของเสียงออกเลยดังนั้นจึงทำให้เกิดการหน่วงของข้อมูลขึ้น

ในเซอร์กิตสวิตซ์ไม่มีบัฟเฟอร์จึงทำให้สามารถที่จะส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา แต่จะมีความผิดพลาดค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะทำการส่งข้อมูลที่ต้องการความผิดพลาดน้อยที่สุด เช่น ข้อมูลทางด้านการเงินของธนาคารต่างๆ ในปัจจุบันนี้เราสามารถที่จะนำเอา Delay-sensitive Packet ที่หัวของเอาท์พุตคิว ซึ่งแพ็กเก็ตทั้งหมดจะถูกเซ็ตให้ส่งทันทีที่แพ็กเก็ตปัจจุบันได้ทำงานเสร็จ นี่เป็นการประกันคุณภาพการบริการของแพ็กเก็ตเน็ตเวิร์คอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะทำให้สามารถลดการหน่วงเวลาลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 เทคนิคการบีบอัดข้อมูลได้รับการพัฒนา

ด้วยเทคนิคขอการประมวลผลสัญญาณเชิงดิจิตอล ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคของการบีบอัดข้อมูลที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น อัลกอริทึมในการบีบอัดข้อมูลเสียงที่ได้พัฒนาและใช้กันแพร่หลายแล้ว คือ LPC-Linear Prediction Code วิธีการบีบอัดนี้มีรูปแบบเพื่อความเหมาะสมกับงานที่ใช้แทนเสียงพูด

การใช้งานทางโทรศัพท์ส่วนใหญ่ใช้แบบ PCM ที่เป็นแบบ 64 Kb/s ทั้งนี้เพราะการประมวลสัญญาณแบบนี้ใช้กันมากในงานโทรศัพท์ที่แพร่หลาย และมีอุปกรณ์รองรับอยู่มาก แต่เมื่อใช้แบบ LPC ซึ่งสามารถให้เหลือเพียงประมาณ 8 Kb/s ได้

มาตรฐานการสร้างรหัสของข้อมูลเสียงจึงมีอยู่หลายมาตรฐาน โดย ITU เป็นผู้กำหนด โดยจัดอยู่ในข้อแนะนำที่เรียกว่า G-Series ซึ่งประกอบไปด้วยมาตรฐานที่สำคัญคือ

- G.711 เป็นมาตรฐานที่ใช้สัญญาณเข้ารหัสแบบ PCM มีขนาด 64 Kb/s ใช้ในกิจการโทรศัพท์ รวมถึงการสวิตช์ใน PBX ทั่วไป
- G.726 เป็นมาตรฐานการบีบอัดเสียงด้วยวิธีการ ADPCM ทำให้ได้ขนาดสัญญาณลดลงเป็น 40, 32, 24 และ 16 Kb/s เป็นที่นิยมในการสร้างแพ็กเก็ตเสียงที่ใช้สวิตช์แบบ PBX
- G.728 เป็นมาตรฐานที่ใช้หลักการของ LPC ที่ใช้ชื่อ CELP Code Excited Linear Prediction สามารถบีบอัดสัญญาณให้เหลือเพียง 16 Kb/s G.728 เป็นมาตรฐานที่ใช้กันในการแปลงสัญญาณเพื่อส่งกันระหว่าง PBX
- G.729 ใช้ CELP เช่นกัน แต่บีบอัดข้อมูลเสียงให้เหลือเพียงแถบกว้าง 8 Kb/s มีรูปแบบมาตรฐานอยู่ 2 รูปแบบ คุณภาพของเสียงยังคงได้เท่ากับแบบ ADPCM
- G.723.1 เป็นมาตรฐานที่สร้างสายสัญญาณเสียงที่ใช้ในเครื่องมัลติมีเดีย ซึ่งใช้กันในระบบการรับส่งข้อมูลความเร็วไม่สูงมาก สามารถบีบอัดข้อมูลให้เหลือเพียง 5.3 และ 6.3 Kb/s โดยคุณภาพของเสียงยังดี

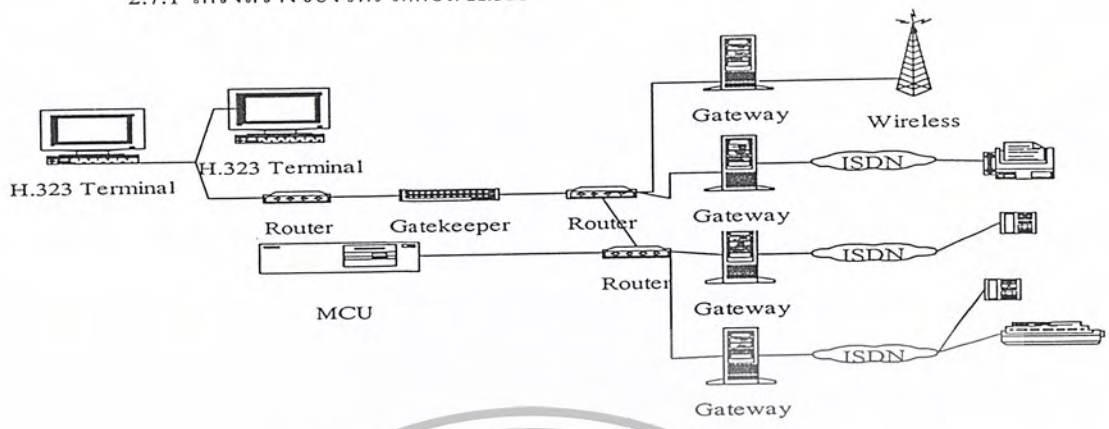
ตารางที่ 2.5 แสดงการบีบอัดข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ

มาตรฐาน	อัลกอริทึม	บิตเรต (bps)	คุณภาพเสียง
G711	PCM	64 Kbps	ดีมาก
G723.1	MPE/ACELP	5.3, 6.3	6.3 ดี, 5.3 พอใช้
G722	Sub-band ADPCM	48, 56, 64	ดี
G728	LD-CELP	16	ดี
G729	CS-CELP	8	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โพรโตคอล H.323

2.7.1 โครงสร้างของโพรโตคอล H.323



รูปที่ 2.21 โครงสร้างของโพรโตคอล H323

จากรูปที่ 2.21 โพรโตคอล H.323 ประกอบไปด้วย 4 ส่วนคือ

1. H.323 Terminal ทำหน้าที่เป็นจุดในการติดต่อ การทำงานจะทำการแบ่งข้อมูลเสียงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล (Coder Decoder : CODEC) และสัญญาณการติดต่อ (Signaling) เช่น อีเทอร์เน็ตโฟน, พีซี-โฟน

2. Gate Keeper ทำหน้าที่เป็นส่วนในการจัดการ ในเรื่องตำแหน่งที่จะส่ง การยอมรับให้บุคคลอื่นติดต่อเข้ามา และควบคุมแบนวิดท์ในการส่งข้อมูล

3. Gateway ทำหน้าที่จัดการติดต่อกับระบบเครือข่ายที่ต่างชนิดกันเช่น ระหว่างอินเตอร์เน็ตกับระบบโทรศัพท์พื้นฐาน (IP/PSTN Gateway)

4. Multi-point Control Unit (MCU) ทำหน้าที่สนับสนุนการติดต่อระหว่างเทอมินอลตั้งแต่จำนวน 3 เครื่องขึ้นไป สามารถแยกได้เป็น 2 ส่วนคือ เอ็มซี (Multi-point Control) สำหรับควบคุมสัญญาณการติดต่อ และ เอ็มพี (Multi-point Process) สำหรับควบคุมสัญญาณเสียง

2.7.2 โพรโตคอลสแตคของโพรโตคอล H.323

Protocol Stack

Audio Codecs	Video Codecs	RAS (H.255.0)	H.245	Q.931 (H.255.0)
RTP/RTCP				
UDP			TCP	
IP				

รูปที่ 2.22 โพรโตคอลสแตคของโพรโตคอล H.323

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

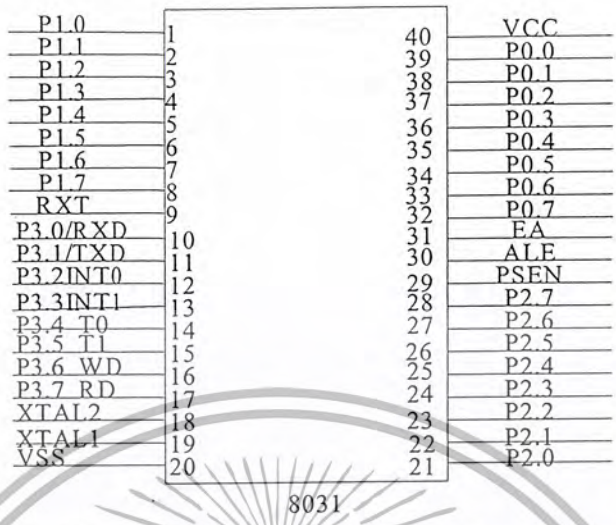
ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 เป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบที่มีขนาดเล็ก โดยบรรจุไว้ในแผงวงจรรวม (Integrated Circuit) เหมาะสำหรับควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ แบบอัตโนมัติ มีความสะดวกในการใช้งาน และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมภาษา Basic หรือภาษา Assembly ได้ ผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานได้ตามความต้องการ และสามารถเปลี่ยนแปลงฟังก์ชันการทำงานของวงจรได้สะดวก โดยเพียงแต่เปลี่ยนแปลงในส่วนของโปรแกรมเท่านั้น โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงในส่วนของวงจรฮาร์ดแวร์ใดๆ เลย ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 อยู่ในตระกูล MCS-51 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ คือ มีสายอินพุต และ สายเอาท์พุตในตัวเอง พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาท์พุตบัฟเฟอร์อินเตอร์เฟส และสายควบคุมอื่นๆที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลและแอดเดรส และยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูล และนอกจากนี้ยังมีวงจรตั้งเวลาและวงจรนับเวลาด้วย MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ และแต่ละเบอร์ก็มีความสารถแตกต่างกันออกไป ผู้ใช้สามารถดูได้จากคู่มือ และเลือกใช้ได้ตามสะดวก

คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์
2. มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตเวลาภายในตัว
3. มีขาสัญญาณอินพุต และเอาท์พุต จำนวน 32 บิต
4. สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External Data Memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 Kbytes
5. สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) โดยอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 Kbytes
6. มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (On-Chip Program Memory) ขนาด 4 Kbytes โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 Kbytes ซึ่งสำหรับ 8031 และ 8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
7. มีหน่วยความจำข้อมูลภายใน (On-Chip Data Memory) ขนาด 128 Bytes โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 Bytes
8. หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
9. มีไทม์เมอร์ / เคาท์เตอร์ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะ 8032 หรือ 8052 จะมี ไทม์เมอร์ / เคาท์เตอร์ จำนวน 3 ตัว
10. การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์จัดลำดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
11. มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมได้ภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
12. มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
14. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์เพียงชุดเดียว



รูปที่ 2.23 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

จากรูปที่ 2.23 เป็นการแสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 ตำแหน่งหน้าที่การใช้งานของแต่ละพอร์ตของ 8031 มีดังนี้

ขาพอร์ต 0 (Port 0)

มี 8 ขาได้แก่ P0.0 ถึง P0.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบสองทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ต เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ตเหล่านั้นอยู่ในสภาวะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำไปใช้เป็นพอร์ตอินพุตอิมพิแดนซ์สูงได้ นอกจากจะสามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุตพอร์ตแล้วยังสามารถถูกใช้งานกับความจำภายนอกด้วยโดยทำหน้าที่ในการกำหนดแอดเดรส Byte ต่ำ (A0-A7) ส่วนตำแหน่งแอดเดรส Byte สูงจะอยู่ที่พอร์ต 2

ขาพอร์ต 1 (Port 1)

มี 8 ขาได้แก่ P1.0 ถึง P1.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบสองทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดย ถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต

ขาพอร์ต 2 (Port 2)

มี 8 ขาได้แก่ P2.0 ถึง P2.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบสองทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดย ถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต นอกจากจะสามารถใช้งานเป็นอินพุตเอาท์พุตพอร์ตแล้วยังสามารถถูกใช้งานกับความจำภายนอกด้วยโดยทำหน้าที่ในการกำหนดแอดเดรส Byte สูง (A1-A15)

ขาพอร์ต 3 (Port 3)

มี 8 ขาได้แก่ P3.0 ถึง P3.7 เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตแบบสองทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดย ถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต นอกจากจะสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ

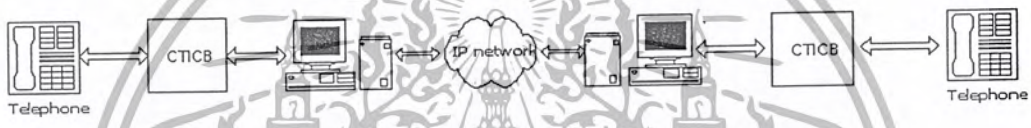
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการสร้าง

สำหรับบทนี้จะนำเสนอการออกแบบบอร์ดควบคุม Interface ระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์ โดยในส่วนของการสร้างจะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือชุดที่นำเสนอการออกแบบทางด้าน Hardware และอีก 1 ชุดจะเป็นการออกแบบทางด้าน Software ซึ่งในขอบเขตของภาคเรียนนี้ จะนำเสนอการออกแบบเฉพาะส่วนของ Hardware เท่านั้น โดยจะยกส่วนของ Software ไปไว้ในภาคเรียนต่อไป

3.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์

ส่วนของบอร์ดควบคุมที่จะนำเสนอ เมื่อมองภาพรวมเข้ากับทั้งระบบ Network จะสามารถแสดงได้ดังรูป 3.1



รูปที่ 3.1 การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน IP network

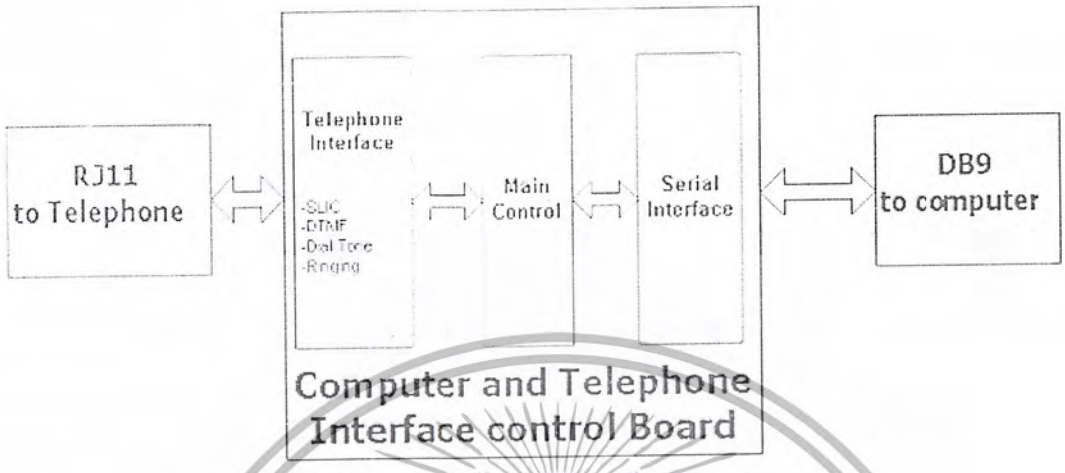
เราจะสามารถประยุกต์ใช้งานบอร์ดดังกล่าวได้ในระบบ Wireless LAN ซึ่งจะแสดงภาพรวมของการประยุกต์ใช้งานได้ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 การใช้งานระบบเมื่อส่งข้อมูลผ่าน Wireless LAN

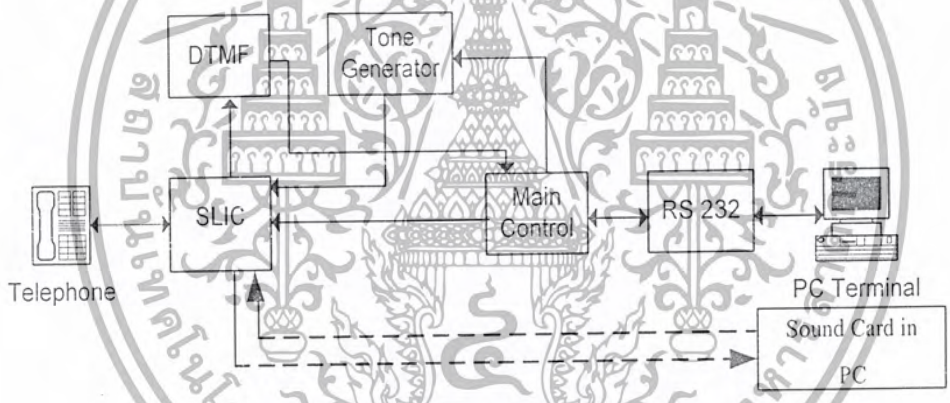
รูปที่ 3.3 การทำงานอย่างง่าย ของระบบโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในบอร์ดควบคุม Interface ระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์ สามารถเขียน Block diagram ได้ดังนี้



รูปที่ 3.4 ภายใน Computer - Telephone Interface control Board



รูปที่ 3.5 Block Diagram ของ CTICB

รายละเอียดในการออกแบบวงจรแต่ละส่วนว่า วงจรแต่ละส่วนมีหน้าที่หลักอะไรบ้าง

3.1.1 ส่วนระบบโทรศัพท์

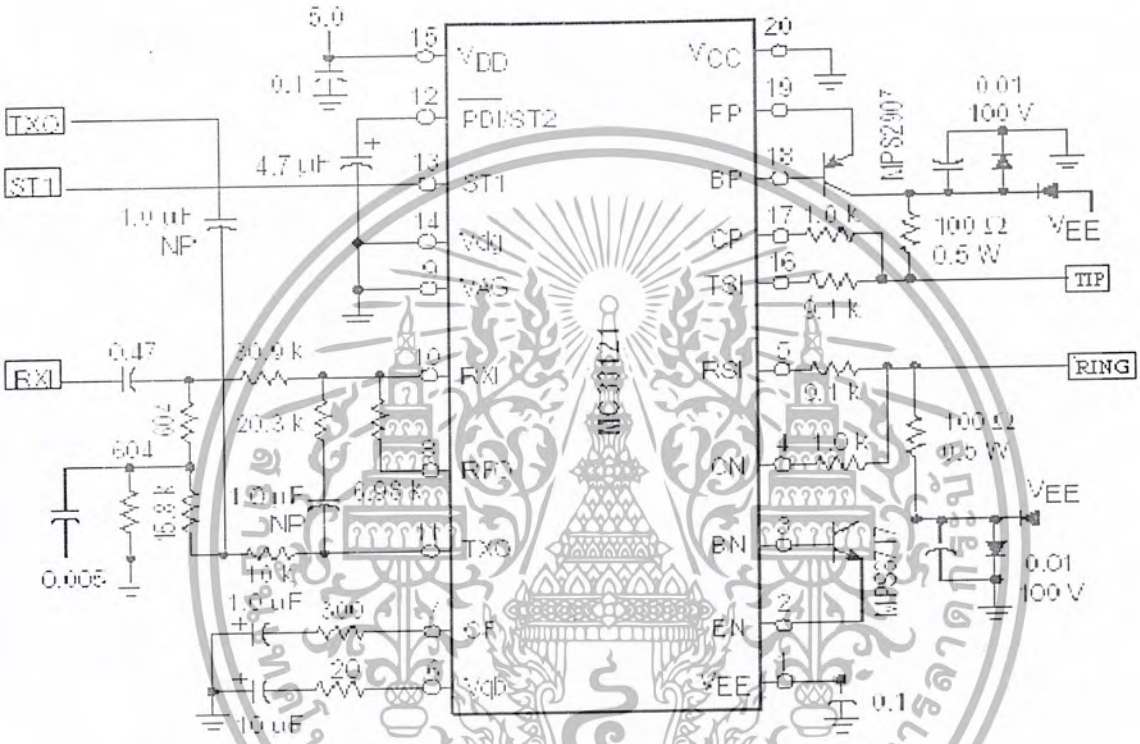
ส่วนนี้มีหน้าที่เกี่ยวกับการแปลและตีความสัญญาณทางด้านระบบโทรศัพท์และส่งสัญญาณต่างๆ เหล่านั้นนั้นไปบอกส่วนควบคุมกลาง ไม่ว่าจะเป็นการยกหู วางหู มีการกดหมายเลขหรือไม่ และการแปลความหมายเลขหมายที่กด การส่งสัญญาณกระดิ่ง เป็นต้น ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าส่วนนี้จะมีวงจรย่อย ๆ หลายวงจรดังนั้น การออกแบบ จะอธิบายถึงการออกแบบวงจรย่อยๆ เหล่านั้นรวมทั้งหน้าที่ของมัน ทีละวงจรเป็นส่วนๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วน SLIC (Subscriber Line Interface Card)

ซึ่งจะประมวลสัญญาณหลักจากเครื่องโทรศัพท์ ดังนี้

1. สัญญาณการยกหู วางหู ส่งสัญญาณไปบอกส่วนควบคุมกลาง
2. สัญญาณกระดิ่ง คือถ้ามีสัญญาณมาจากส่วนควบคุมกลางก็จะควบคุมให้มีการตัด-ปล่อย สัญญาณกระดิ่ง
3. เป็นช่องทางผ่านของสัญญาณเสียง โดยช่องทางผ่านนี้จะต่อเข้ากับหม้อแปลงขนาด 600 โอห์มและต่อเข้ากับ Sound Card

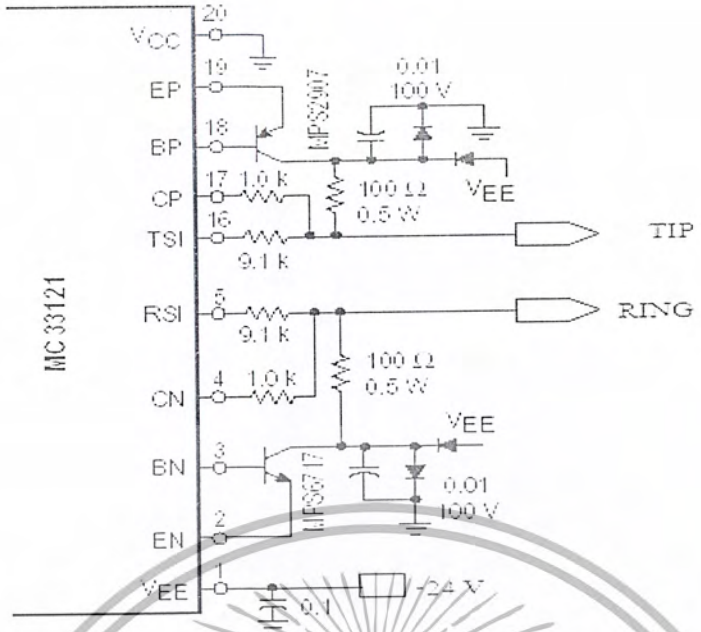


รูปที่ 3.6 วงจรในการออกแบบส่วน SLIC

ในการออกแบบจะเลือกใช้ไอซีหลักเบอร์ MC 33121 ซึ่งจะครอบคลุมหน้าที่ดังกล่าวทั้งหมดข้างต้น แต่ในการออกแบบวงจรเพื่อให้ทำหน้าที่ดังกล่าวได้ ก็มีส่วนเพิ่มเติมที่ต้องคำนึงดังนี้

- วงจรเพิ่มด้านความปลอดภัย ด้านขวามือสุดจะเป็น RJ11 Connector ซึ่งต่ออยู่กับอุปกรณ์ป้องกันสัญญาณไฟเกิน จะอุปกรณ์ฟิลเตอร์เพื่อความปลอดภัยของวงจร

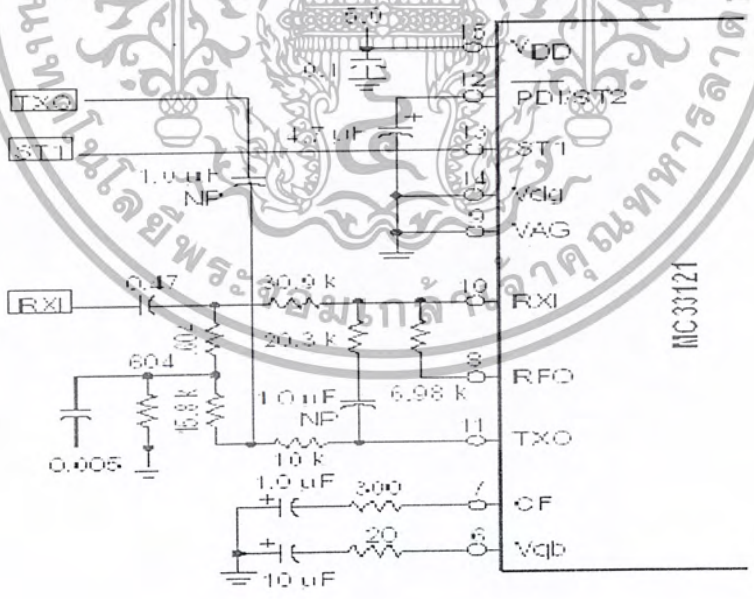
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 วงจรด้านความปลอดภัย

- มี Relay ที่ทำหน้าที่ตัดต่อสัญญาณส่วน Ringing สังเกตรายละเอียดได้จากรูปที่ 3.6

ต้องมี Impedance matching กับระบบโทรศัพท์ คือวงจรทางด้านซ้ายมือ



รูปที่ 3.8 วงจร Impedance Matching กับระบบโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สัญญาณด้านบนคือสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อกับส่วน Main Control ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณต่อไปนี้
  - สัญญาณบอกการยกหู หรือวางหู
  - สัญญาณควบคุมกระดิ่ง
  - ช่องสัญญาณเชื่อมต่อสัญญาณเสียง (TX และ RX)

คำอธิบายวงจรของวงจรภายใน MC33121 SLIC

วงจรภายใน MC 33121 ป้อนด้วยไฟเลี้ยง -24 โวลต์ที่ขา V_{EE} และ 5.0 โวลต์ที่ขา V_{DD} ในวงจรจะให้กระแสประมาณ 1 มิลลิแอมแปร์ ที่ขา V_{EE} เมื่ออยู่ในสภาวะยกหู และประมาณ 9 มิลลิแอมแปร์มากกว่ากระแสลูป เมื่ออยู่ในสภาวะวางหู โดยมีฟังก์ชั่นการใช้งานต่างๆ ของวงจรดังต่อไปนี้

1. DC Loop Current หรือ กระแสลูป จะถูกจำกัดค่าไว้ด้วยตัวต้านทานที่ขา 8 (RFO) ค่าความต้านทานขนาด 6.98 กิโลโอห์มทำให้จำกัดค่ากระแสอยู่ที่ประมาณ 30 มิลลิแอมแปร์

2. Hook Status ที่สภาวะ ST1 หรือที่ขา 13 หมายถึงระดับค่าสัญญาณเอาท์พุตอยู่ในสถานภาพ high เมื่อโทรศัพท์อยู่ในสภาวะยกหู และมีสถานะเป็น low เมื่ออยู่ในสภาวะวางหู โดยผลลัพธ์ที่ได้นี้ครอบคลุมไปถึงสัญญาณพัลส์ Dialing และการเช็คสถานะภาพใหม่

3. AC Terminating Impedance ตัวต้านทานขนาด 20.3 กิโลโอห์มที่ต่อระหว่างขา 10 และขา 11 ถูกตั้งค่าให้เป็นค่า Impedance matching ขนาด 600 โอห์มกับสายโทรศัพท์

4. Receive Gain ค่าตัวต้านทานขนาด 30.9 กิโลโอห์มที่ต่ออยู่ที่ขา 10 ถูกกำหนดให้มีค่ากำลังขยายด้านรับเป็น 0 dB จากผลลัพธ์ของวงจรเข้ารหัส (ที่ขา 4) ไปยังสายโทรศัพท์ ซึ่งมีความทานขนาด 600 โอห์ม ค่าความจุของคาปาซิเตอร์ขนาด 0.47 ไมโครฟารัด จะให้ค่าโรลออฟต่ำกว่า 300 Hz

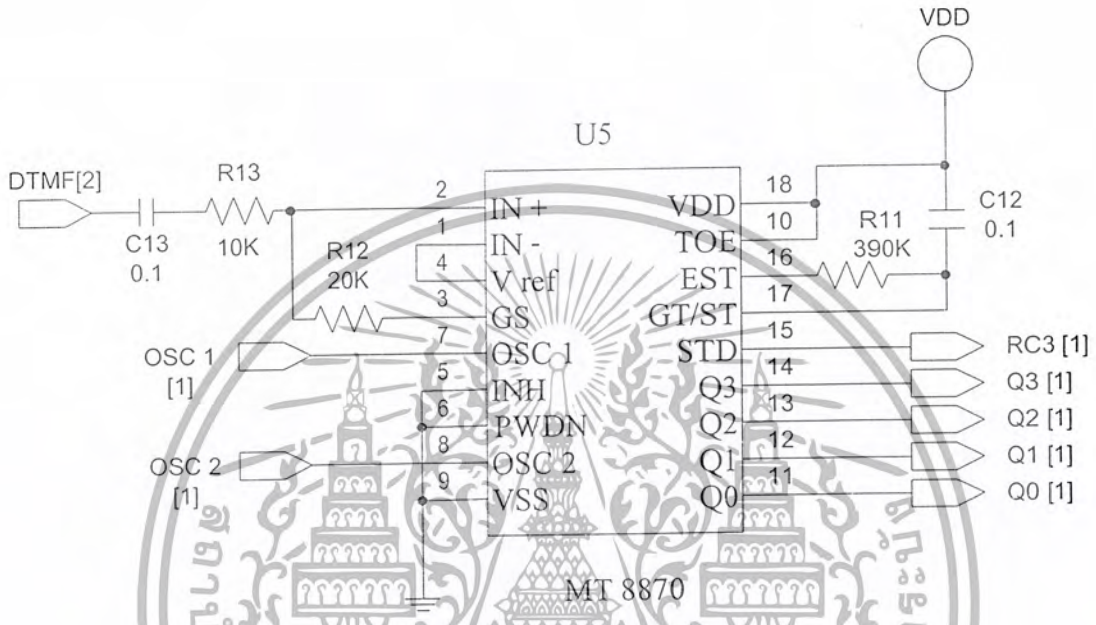
5. Transmit Gain ค่าอัตราขยายด้านส่งถูกกำหนดไว้ด้วยไอซี MC 33121 จากสายโทรศัพท์ถึงขา TXO หรือขา11 ที่ 0.318 V/V (-10 dB) อย่างไรก็ตาม ส่วนของการส่งผ่านทั้งหมดถูกต่อผ่าน op-amp ที่ด้านนอกของ MC33121

6. Connections to the CODEC สัญญาณอนาล็อกที่รับได้ที่มาจากวงจรเข้ารหัสที่ขา 4 ผลลัพธ์ของบัฟเฟอร์แอมพลิไฟเออร์ โดยอัตราขยายของแอมพลิไฟเออร์ถูกกำหนดไว้ด้วยตัวต้านทานที่ต่อเข้าที่ขา 2 และขา4 สามารถใช้ปรับค่าอัตราขยายที่เข้ามาสู่ SLIC ได้ ดังนั้นสายโทรศัพท์ที่เข้ามาจึงไม่มีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ของSLIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วน DTMF

ส่วนนี้ทำการรับตัวเลขจากการกดแป้นโทรศัพท์ส่งให้ส่วนควบคุมกลางเพื่อนำไปประมวลผลตัวเลขที่กดและส่งตัวเลขดังกล่าวไปยังส่วนควบคุมกลาง ให้ทำการประมวลว่าเป็นเลขอะไร และส่งตัวเลขนั้นไปยัง Serial Port (เพื่อไปคุยกับโปรแกรมอีกทีหนึ่ง แล้วนำไปประมวลผลว่าเมื่อเป็นตัวเลขตัวกล่าวควรเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตัวใดทางอีกด้านหนึ่งของ network)



รูปที่ 3.9 วงจรส่วน DTMF

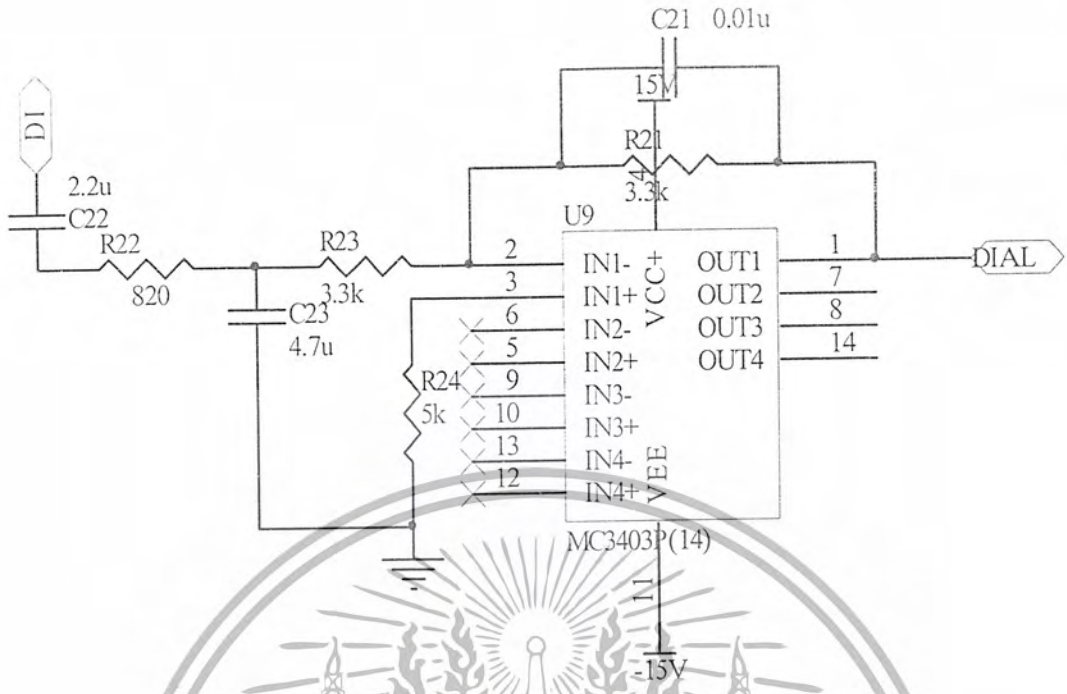
จากรูป สัญญาณ DTMF จะรับมาจากเครื่องโทรศัพท์ และทำการแปลงตัวเลขจากการกดเครื่องโทรศัพท์เป็นสัญญาณแบบ BCD จำนวน 4 หลัก ซึ่งคือQ0-Q3 โดยที่ Q0-Q3 เป็นตัวเลขที่ส่วนควบคุมกลางนำไปประมวลต่อไป

นอกจากนี้ยังมีสัญญาณที่จำเป็นอีก 1 สัญญาณ คือ RC3 เป็นสัญญาณที่จะเป็น 1 เมื่อมีการกดตัวเลข เป็นสัญญาณเพื่อบอกว่ามีการกดเลขใดๆแล้วนั่นเอง เมื่อส่วนควบคุมกลางรู้ว่ามีการกดตัวเลขแล้วก็จะมาทำการอ่าน Q0-Q3 ไปดำเนินการในขั้นต่อไป

3. ส่วนขยายสัญญาณ Dial Tone และ Busy Tone

ส่วนขยายสัญญาณ Dial Tone ซึ่งเป็นสัญญาณความถี่ 400 Hz หากจะใช้ไอซีในการผลิตความถี่ดังกล่าวก็ได้ แต่จะทำให้วงจรมีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นวิธีที่ง่ายในการกำเนิดสัญญาณคือ ใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมจากส่วนควบคุมกลางได้เลย แล้วจึงใช้ Op-Amp ขยายสัญญาณที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



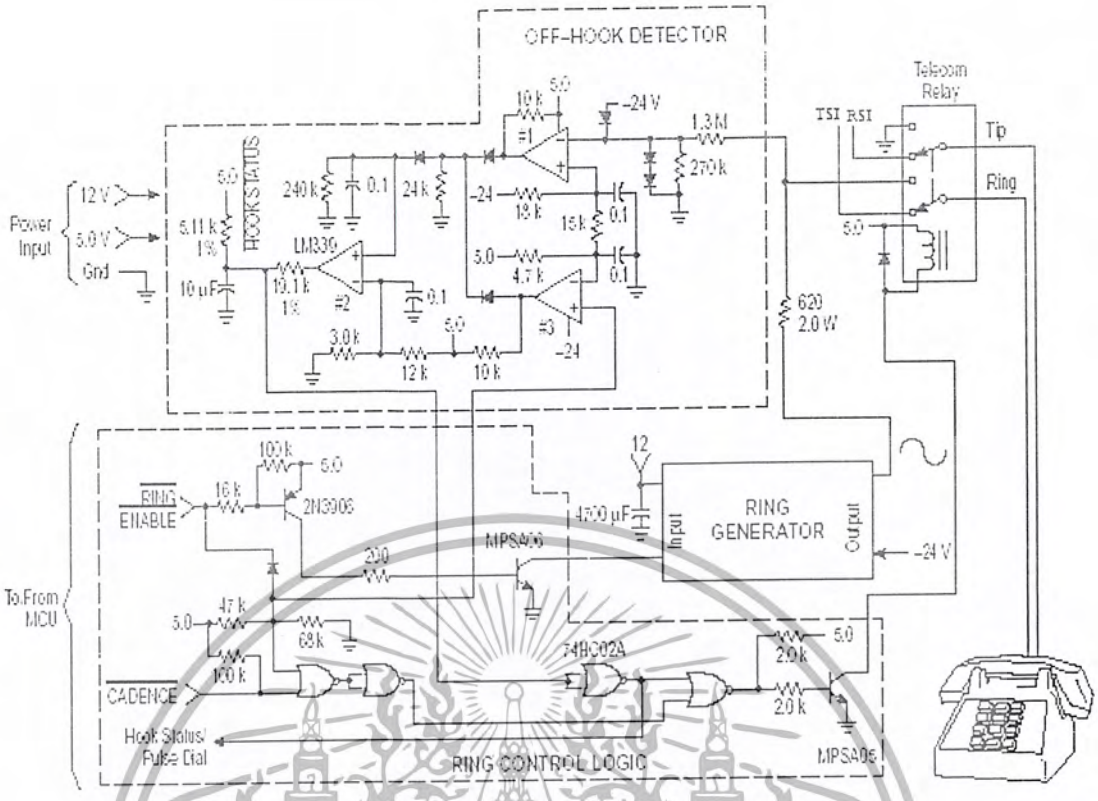
รูปที่ 3.10 ส่วนขยายสัญญาณ Dial Tone

ซึ่งจะเห็นว่าวงจรไม่ยุ่งยากมีเพียงส่วนขยายสัญญาณเท่านั้น แต่ใช้การเขียนโปรแกรมในการควบคุมความถี่ และสำหรับสัญญาณ Busy Tone นั้น ใช้ความถี่ 800 Hz จึงใช้การเขียนโปรแกรมในการตัดต่อสัญญาณจะง่ายกว่าการทำ Hardware ใหม่ ซึ่งในที่นี้จะใช้การเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างสัญญาณทั้ง 2 สัญญาณดังกล่าว

4. ส่วนกำเนิดสัญญาณ Ringing

ส่วนกำเนิดสัญญาณ Ringing จะรับสัญญาณการควบคุมมาจากส่วน SLIC ว่า ต้องมีการจ่ายสัญญาณ Ringing ให้แก่เครื่องโทรศัพท์เมื่อมีการเรียกมายังหมายเลขดังกล่าว มี Relay เพื่อตัดต่อส่วนสัญญาณ Ringing (ดูรูปที่ 3.6 วงจรในส่วน SLIC ประกอบ) โดยที่ Relay จะตัดต่อตามค่า Logic 0 หรือ Logic 1 ของสัญญาณ RS ที่วงจรส่วนนี้ส่งไปยัง SLIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ส่วนสัญญาณ Ringing และ Hook Status

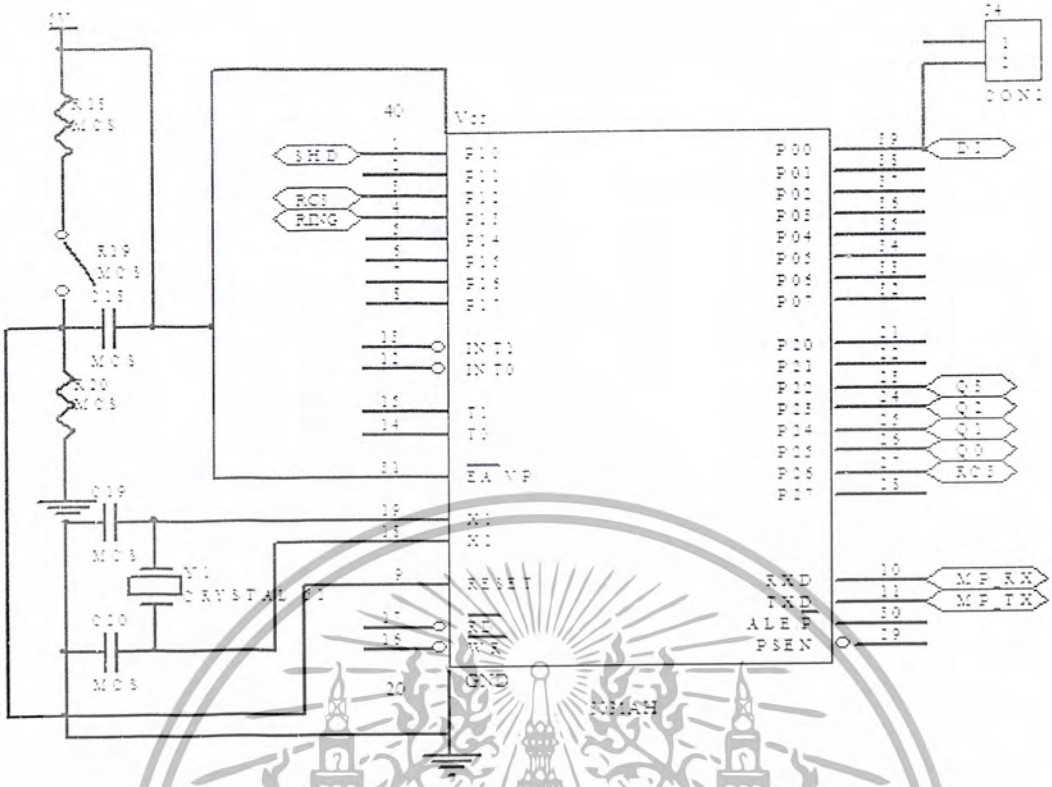
สัญญาณควบคุมจากส่วนกลางคือ

- สัญญาณ AD0-AD3 เพื่อบอกตำแหน่งของจุดตัดต่อ
- สัญญาณ Data in เพื่อบอกว่าให้ทำการตัดหรือทำการเชื่อมต่อ ณ ตำแหน่งที่กำหนด
- สัญญาณ Strobe เริ่มทำการตัดหรือต่อได้

3.1.2 ส่วนควบคุมกลาง

ส่วนนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากทั้งส่วนสัญญาณจากภาคระบบโทรศัพท์ และสัญญาณจาก Serial และทำการประมวลผล และสั่งส่วนต่างๆ ให้ทำงาน ในที่นี้เราเลือกใช้ IC เบอร์ 8031 ซึ่งเป็นไอซี 40 ขา และมีพอร์ตเพียงพอต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ส่วนควบคุมกลาง

สัญญาณในการควบคุมการทำงานส่วนต่าง นั้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. Master Reset เป็นสัญญาณที่ต่อลง Ground เมื่อต้องการ Reset การทำงานของโปรแกรม
2. กลุ่มควบคุม Cross point switch
   - ขาสัญญาณ AD0- AD3 จะบอกตำแหน่งของจุดที่ต้องการทำการตัดต่อวงจร
   - ขาสัญญาณ Data in บอกว่าให้ทำการตัด หรือทำการเชื่อมต่อ
   - สัญญาณ Strobe บอกว่าเริ่มทำการตัด หรือทำการเชื่อมต่อ
3. กลุ่มควบคุม SLIC ซึ่งได้แก่
   - RC เป็น Ring Command ส่งไปควบคุมส่วน Ringing
   - SHD รับมาจาก SLIC เพื่อตรวจเช็คภาวะการยกหูหรือวางหู
4. กลุ่มควบคุม Serial
   - MP_TX ช่องสัญญาณส่งไปยัง Serial Port
   - MP_RX ช่องสัญญาณรับ ซึ่งรับสัญญาณจาก Serial Port
5. กลุ่มควบคุมส่วน DTMF
   - RC3 ส่งมาจากส่วน DTMF เพื่อบอกว่ามีการกดตัวเลขหรือไม่
   - Q0–Q3 เป็นตัวเลข Binary ที่รับมาจากส่วน DTMF เพื่อบอกว่าตัวเลขที่กดนั้นเป็นเลขอะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยการทำงานของโปรแกรมแต่ละส่วน การประมวลผลสัญญาณต่างๆ และส่วนการตัดต่อวงจร มีการควบคุมและตัดสินใจอย่างไรนั้น สามารถอ่านรายละเอียดได้จากในส่วนการออกแบบ Software

ในที่นี้จะอธิบายการทำงานของระบบอย่างคร่าวๆ โดยจะมองแยกออกเป็น 2 กรณี คือมีการเรียกเข้ามายังระบบ และเมื่อระบบต้องการเรียกไปยังข้างนอก

โดยส่วนควบคุมกลางจะคอยตรวจเช็คระบบโทรศัพท์อยู่ตลอดว่ามีการยกหู วางหู หรือมีการกดหมายเลขหรือไม่ เมื่อมีการยกหู ก็จะเป็นการตรวจสถานะว่ามีการยกหูเพื่อเป็นการโทรออกไปข้างนอก หรือเป็นการยกหูเพื่อตอบรับการเรียกที่มีเข้ามา

1. หากเป็นการเรียกไปข้างนอกก็จะมีการต่อ Dial Tone ให้แก่ระบบโทรศัพท์ ทำการตรวจรับหมายเลข เช็คหมายเลข และต่อไมโครโฟน และหูฟังเข้ากับ Sound card เพื่อใช้โปรแกรม MFC ที่เขียนขึ้นเพื่อทำการเชื่อมต่อระหว่าง คู่สายโทรศัพท์ที่มีอยู่ กับหมายเลขที่ได้ทำการเรียกไป หากหมายเลขที่เรียกไปนั้นไม่มีอยู่ในระบบหรือไม่ว่าง

2. หากเป็นการเรียกเข้ามา เมื่อระบบทำการ Detect ได้ว่ามีการเรียกเข้า ระบบจะทำการเชื่อมต่อกระดิ่งเข้ากับระบบโทรศัพท์ ให้กระดิ่งดัง เมื่อทำการยกหูเพื่อตอบรับการเรียกก็จะตัดต่อเสียงกระดิ่งออกไป และทำการเชื่อมต่อไมโครโฟน และหูฟังเข้ากับ Sound card โดยไม่ต้องจ่าย Dial Tone เหมือนกรณีต้องการโทรออก

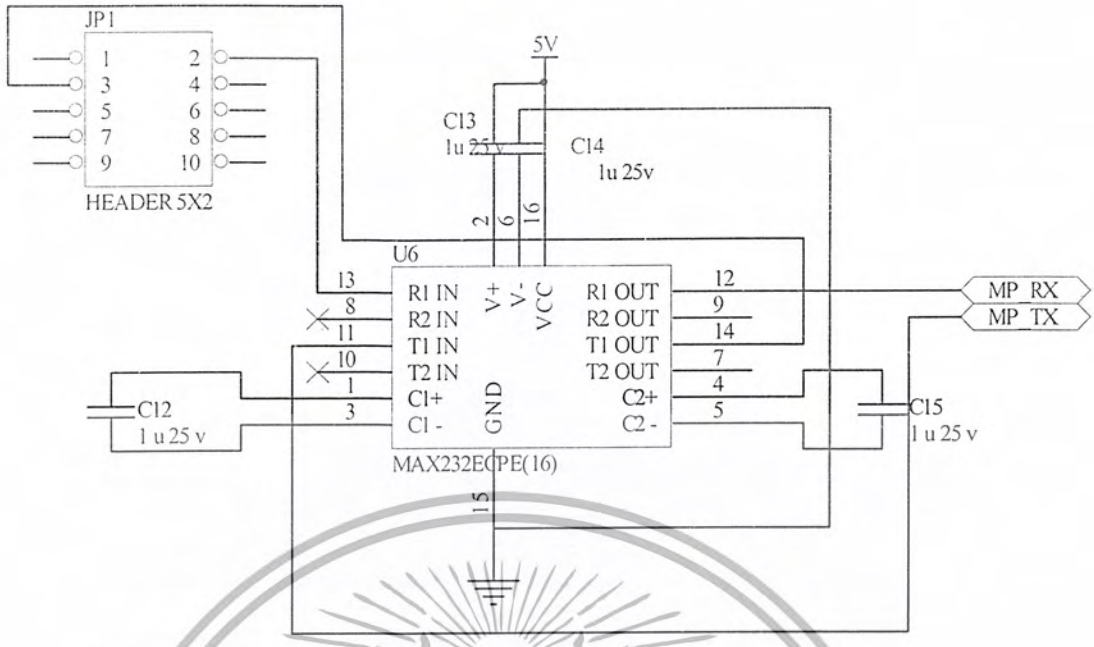
เมื่อมีการวางหู ส่วนควบคุมกลางจะตัดการเชื่อมต่อทุกชนิดทิ้ง และรอรับว่ามีการเรียกเข้ามาหรือไม่ พร้อมทั้ง ทำการตรวจสอบการยกหู วางหู และตรวจสอบการกดตัวเลขไปตลอดเวลา

โปรแกรม MFC เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อเลขหมายของระบบไปยังเลขหมายที่ต้องการ มีการทำงานคล้ายๆ กับโปรแกรม Net meeting ใน Windows ซึ่ง การคุยกันระหว่างโปรแกรม MFC และส่วนควบคุมกลางนั้น จะติดต่อกันผ่าน Serial Port โดยส่วนควบคุมกลางจะส่งสัญญาณต่างๆ ไปบอก MFC ว่าระบบต้องการทำอะไร ซึ่งดูสัญญาณต่างที่ใช้ในการติดต่อกันได้ในรายละเอียดหัวข้อ Serial Port

3.1.3 ส่วน Serial Port

ใช้สำหรับส่งผ่านสัญญาณจากโทรศัพท์ เพื่อทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยใช้ RS232 ธรรมดา แต่ต้องมีการตกลงกันในรูปแบบของสัญญาณที่จะใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์ กับคอมพิวเตอร์ให้ตรงกันทั้งด้านรับ และด้านส่ง ซึ่งจะเขียนโปรแกรมที่ทำการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดที่ออกแบบไว้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกทีหนึ่ง ซึ่งมีวงจรที่ได้ออกแบบไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 วงจรส่วน Serial

ซึ่งจะมีสัญญาณ MP_RX และ MP_TX ต่อมาจากส่วนควบคุมกลาง ในการส่งสัญญาณต่างไปยัง Serial โดยกำหนดรูปแบบของสัญญาณที่ทำการรับและส่งไว้ดังนี้

1. วงจรโทรศัพท์ส่ง P เมื่อมีการยกหู
2. วงจรโทรศัพท์ส่ง O เมื่อมีการวางหู
3. วงจรโทรศัพท์ส่ง D เมื่อมีการกดตัวเลขตัวแรก
4. วงจรโทรศัพท์ส่ง T เมื่อกดตัวเลขครบทั้งชุดแล้ว
5. วงจรโทรศัพท์ส่งตัวเลขที่ได้จากการกดของโทรศัพท์ไปยัง Serial
6. คอมพิวเตอร์ ส่ง B มายัง Serial เพื่อบอกระบบโทรศัพท์ว่าเลขหมายที่กดไม่อยู่ในระบบ
7. คอมพิวเตอร์ส่ง R มายัง Serial เพื่อบอกระบบโทรศัพท์ว่า มีการเรียกเข้ามายังเลขหมายในระบบ

จากสัญญาณจะเห็นได้ว่า หมายเลขที่กดจะอยู่ระหว่าง D-T ระบบคอมพิวเตอร์จะนำเลขดังกล่าวไปต่อคู่สายสัญญาณเพื่อเรียก ดังนั้นหน้าที่หลักของ Serial คือเป็นช่องทาง Communicate ระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบในส่วนของซอฟท์แวร์ (Software)

การออกแบบในส่วนของซอฟท์แวร์ (Software) จะมีอยู่ 2 ส่วน คือ โปรแกรมที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์หรือเซิร์ฟเวอร์

3.2.1 การออกแบบโปรแกรมที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

การออกแบบโปรแกรมเราจะใช้หลักการของโพลลิ่ง (Polling) โปรแกรมเพื่อทำการตรวจเช็คติดต่อ โดยจะมีส่วนของโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อย ซึ่งโปรแกรมย่อยมีหน้าที่ 2 ส่วนด้วยกันคือ โปรแกรมตรวจสอบการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์เพื่อโทรออก และโปรแกรมตรวจสอบการโทรศัพท์เข้า เพื่อติดต่อกับไคลเอ็นท์ ดังนั้นสามารถที่จะเขียนโฟล์วชาร์ท ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

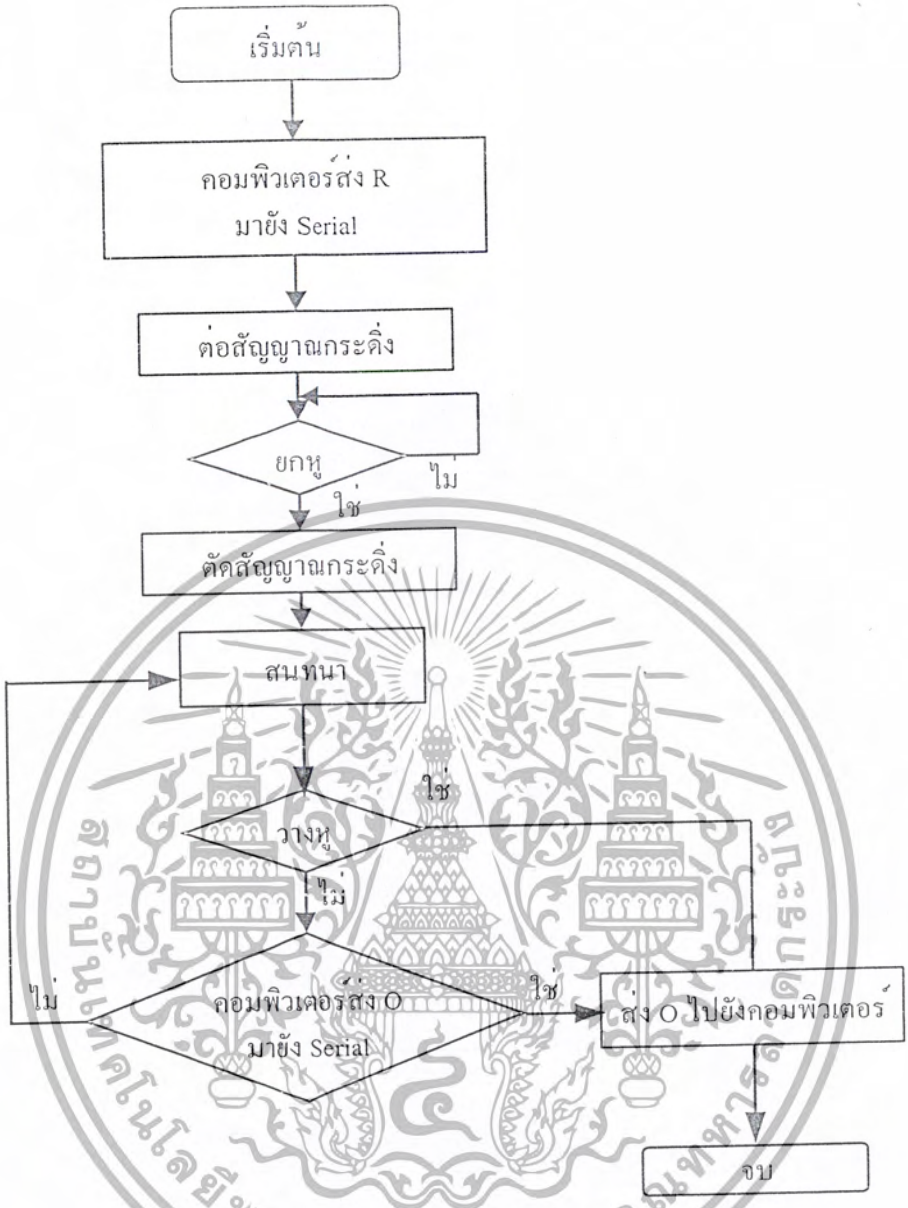
1. โปรแกรมตรวจสอบการโทรศัพท์เข้า เพื่อติดต่อกับไคลเอ็นท์

เมื่อโปรแกรมถูกเรียกจากโปรแกรมหลัก ก็จะมีการทำการตรวจสอบการโทรศัพท์เข้า โดยจะทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง หรือ Ringing Tone ถ้าไม่มีการโทรศัพท์เข้าก็จะจบโปรแกรมย่อยนี้ แต่ถ้ามีการโทรศัพท์เข้ามาหรือมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาก็จะส่งไปให้ไคลเอ็นท์ทราบ หลังจากนั้นก็จะมีการยกหูโทรศัพท์ จากนั้นก็จะรับหมายเลขจากผู้ที่โทรศัพท์เข้ามา ซึ่งในส่วนนี้ก็จะมีการตรวจเช็คว่ามีการกดเลขหมายหรือไม่ ถ้าไม่มีการกด ก็จะจบโปรแกรมย่อยนี้ แต่ถ้ามีการกดหมายเลขโทรศัพท์ ก็จะทำการรับหมายเลขเข้ามา ส่งไปให้กับไคลเอ็นท์ หลังจากนั้นส่วนของโปรแกรมย่อยนี้ ก็จะตรวจเช็คการสนทนาว่ามีการสนทนาหรือไม่จนกว่าจะหยุดการสนทนาโดยตรวจดูที่การวางหู หรือ Off Hook ก็จะมีการส่งสัญญาณไปให้ไคลเอ็นท์ทราบแล้วก็จะจบโปรแกรมย่อยนี้ ซึ่งแสดงผังการทำงานดังรูปที่ 3.15

2. โปรแกรมตรวจสอบการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์เพื่อโทรออก

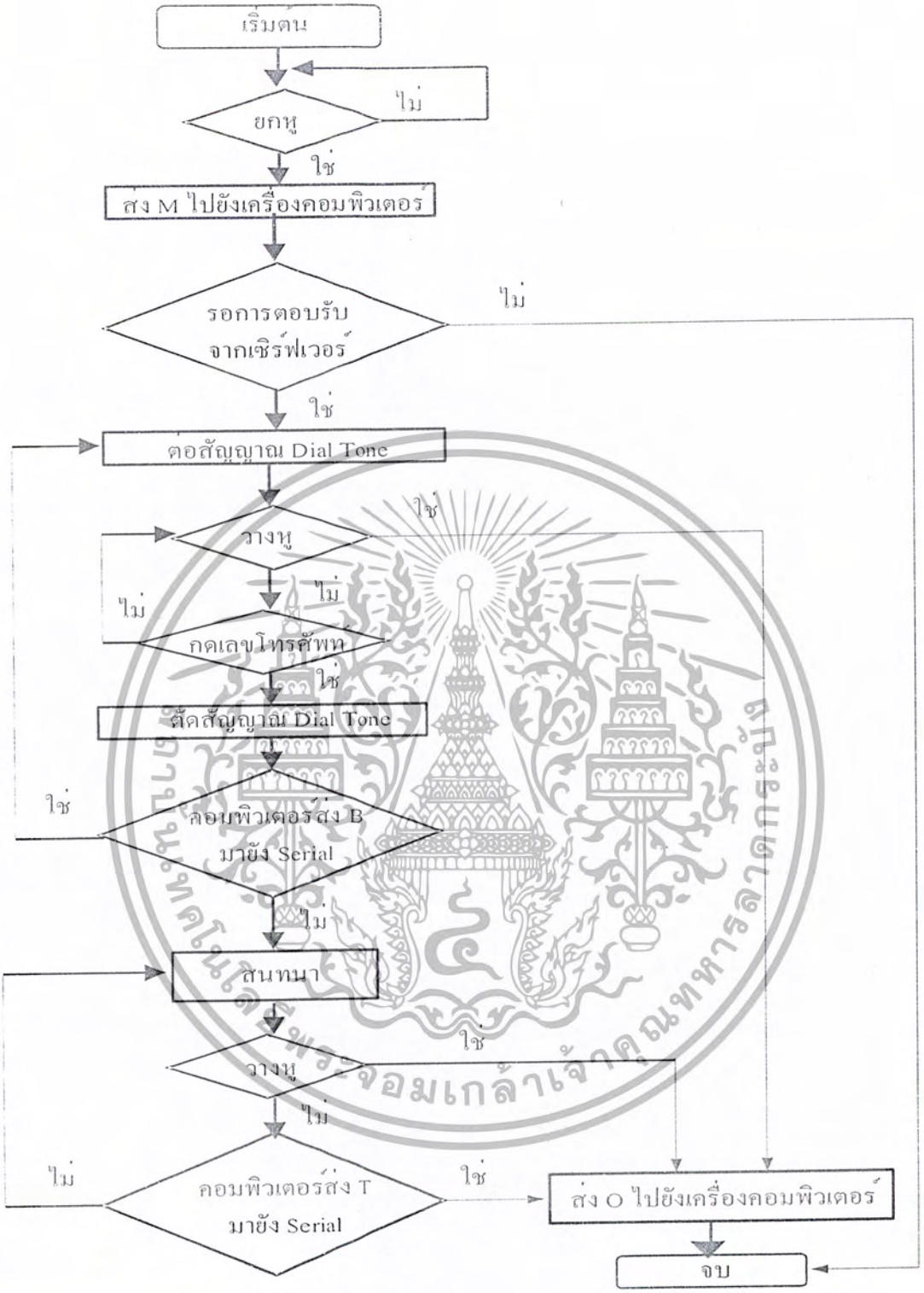
เมื่อโปรแกรมถูกเรียกจากโปรแกรมหลัก ก็จะทำการตรวจสอบการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ ถ้าไม่มีการติดติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ก็จะจบโปรแกรมย่อยนี้ แต่ถ้ามีการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ ก็จะรอรับหมายเลขโทรศัพท์จากเซิร์ฟเวอร์ เมื่อได้รับหมายเลขโทรศัพท์จากเซิร์ฟเวอร์แล้ว ก็จะทำการยกหูโทรศัพท์ ทำการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ และทำการตรวจเช็คว่าคู่สายปลายทางว่างอยู่หรือไม่ ถ้าสายไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณไปให้ตัวเซิร์ฟเวอร์ทราบ และจบโปรแกรมย่อยนี้ ถ้ากรณีที่ไม่มีผู้รับสายการติดต่อก็จะดำเนินไปครู่หนึ่ง แล้วเมื่อถึงเวลาที่กำหนดก็จะทำการส่งสัญญาณแบบอกทางเซิร์ฟเวอร์ว่าไม่มีผู้รับสาย โปรแกรมย่อยนี้ก็จะจบลง ส่วนถ้าสายว่างก็จะทำการสนทนากันได้ หลังจากนั้นก็จะมีการตรวจเช็คว่ามีการสนทนาหรือไม่ แล้วทำการรอสัญญาณการยกเลิกการติดต่อ แล้วก็จะทำการส่งสัญญาณไปให้ทางเซิร์ฟเวอร์ทราบแล้วก็จบโปรแกรมย่อยนี้ ซึ่งแสดงผังการทำงานดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรศัพท์เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรศัพท์ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์หรือเซิร์ฟเวอร์

โปรแกรมที่ออกแบบในปริญญานิพนธ์นี้ สร้างขึ้นโดยใช้ Visual C++ เป็นเครื่องมือในการสร้างซึ่งแต่ละโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดย Visual C++ จะมีรูปแบบเป็นโปรเจค เป็นโมดูล และเป็นรูปแบบของไฟล์อื่นๆ ที่ช่วยในการทำงานของโปรเจค

การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์หรือเซิร์ฟเวอร์ โดยการส่งข้อมูลระหว่างไคลเอ็นท์และเซิร์ฟเวอร์จะใช้โปรโตคอล TCP/IP โดยจะมีหนึ่งพอร์ตในการควบคุม และอีกสองพอร์ตเป็นการส่งข้อมูลเสียง

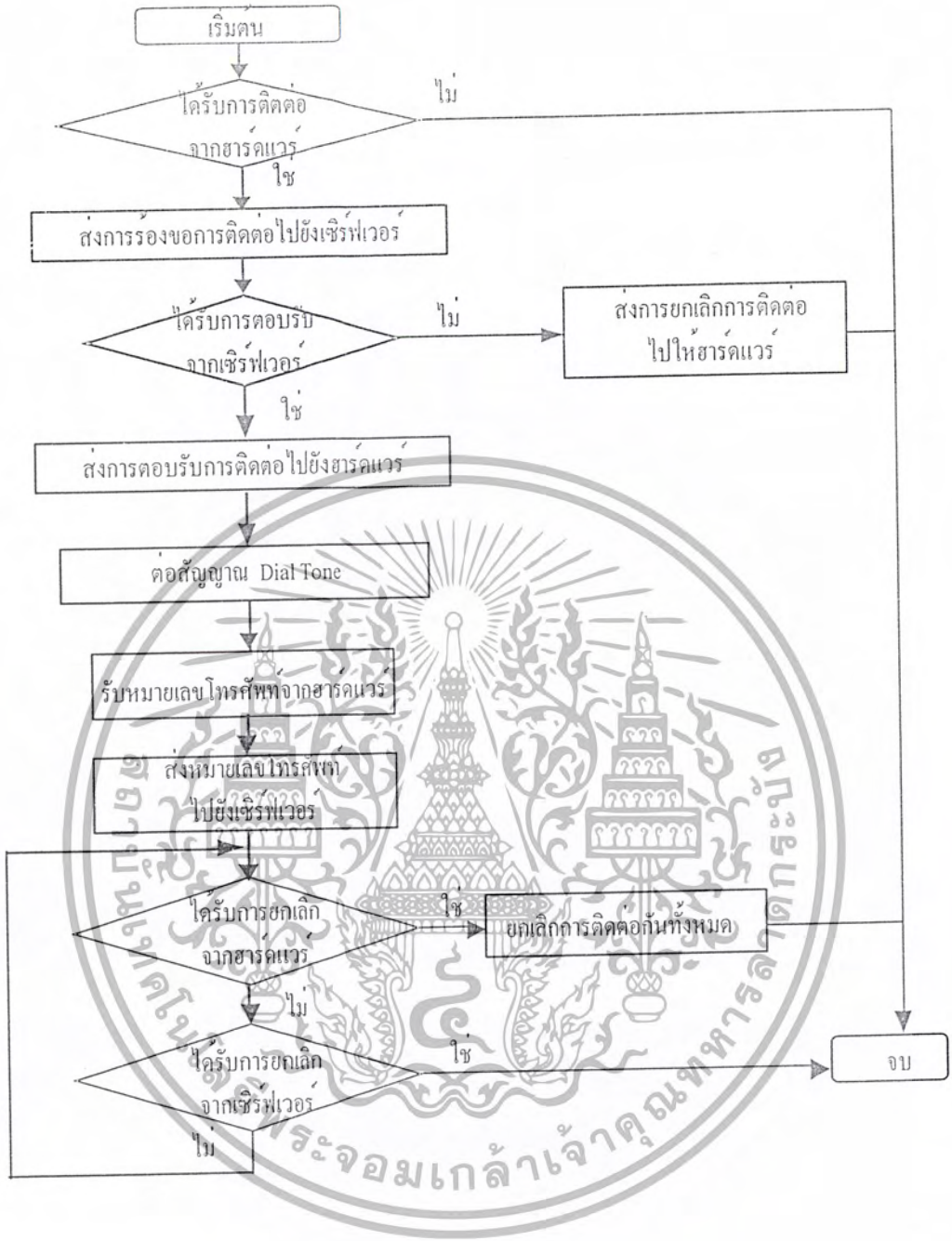
1. โปรแกรมไคลเอ็นท์

โปรแกรมไคลเอ็นท์จะถูกเรียกก็ต่อเมื่อ ได้รับการร้องขอจากฮาร์ดแวร์ หลังจากนั้นโปรแกรมไคลเอ็นท์จะส่งการร้องขอการติดต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ แล้วรอรับการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ ถ้าติดต่อไปยังเซิร์ฟเวอร์ไม่ได้ ก็จะทำการยกเลิกการติดต่อไปยังฮาร์ดแวร์ แต่ถ้าได้รับการตอบรับก็จะส่งการตอบรับการติดต่อไปยังฮาร์ดแวร์ ซึ่งในกระบวนการนี้ จะทำการต่อพอร์ตส่งข้อความควบคุมและพอร์ตเสียงทั้งสองพอร์ตที่แอดเดรสของเซิร์ฟเวอร์ หลังจากนั้นจะรับสัญญาณให้กดเลขหมายปลายทาง หรือ Dial Tone ถัดมาก็จะรับเลขหมายโทรศัพท์จากฮาร์ดแวร์ส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์อีกที่หนึ่ง หลังจากนั้นจะทำการตรวจเช็คว่าได้รับการยกเลิกการติดต่อจากฮาร์ดแวร์หรือจากเซิร์ฟเวอร์หรือไม่ ถ้าไม่ได้รับการยกเลิกการติดต่อ แสดงว่ายังคงสนทนากันอยู่ แต่ถ้าได้รับการยกเลิกการติดต่อก็จะยกเลิกการติดต่อทั้งหมด ก็คือการยกเลิกการเชื่อมต่อพอร์ตทั้งหมดที่ต่อไว้ สุดท้ายก็จะจบโปรแกรมไคลเอ็นท์นี้ ซึ่งแสดงผังการทำงานดังรูปที่ 3.17

2. โปรแกรมเซิร์ฟเวอร์

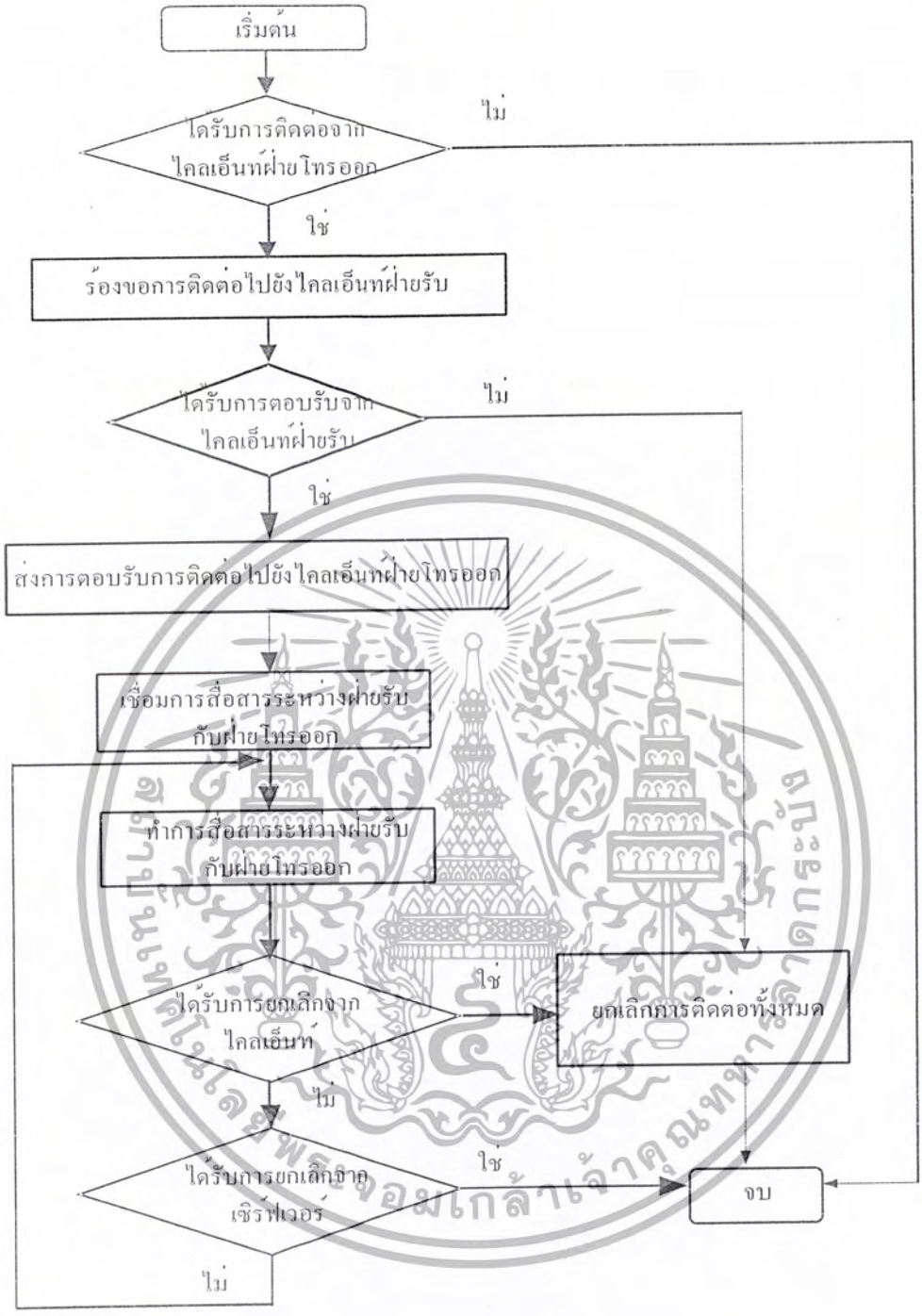
โปรแกรมเซิร์ฟเวอร์จะถูกเรียกก็ต่อเมื่อได้รับการร้องขอการติดต่อจากไคลเอ็นท์ หลังจากนั้นโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ส่งการร้องขอการติดต่อไปยังฮาร์ดแวร์ แล้วจะรอการตอบรับจากฮาร์ดแวร์ ถ้าไม่ได้รับการตอบรับก็จะทำการยกเลิกการติดต่อไปยังไคลเอ็นท์ แต่ถ้าได้รับการตอบรับจากฮาร์ดแวร์ก็จะส่งการตอบรับกลับไปยังไคลเอ็นท์ และทำการต่อพอร์ตส่งข้อความควบคุม และพอร์ตเสียงทั้งสองพอร์ต หลังจากนั้นก็จะรับหมายเลขโทรศัพท์จากไคลเอ็นท์ แล้วส่งไปยังฮาร์ดแวร์อีกทีหนึ่ง ถัดมาจะทำการตรวจเช็คการยกเลิก จากฮาร์ดแวร์ซึ่งในกระบวนการนี้ จะมีการตรวจจับเวลาในการโทร เพื่อทำการตรวจเช็คว่าไม่มีการรับสายหรือว่าสายไม่ว่างหรือไม่ ถ้าไม่สามารถติดต่อได้ ซึ่งหมายถึงสายไม่ว่างหรือไม่มีคนรับสาย ก็จะส่งสัญญาณไม่สามารถติดต่อได้กลับมา หรือ Busy Tone และทำการยกเลิกการติดต่อทั้งหมด แต่ถ้าสามารถโทรได้ล้วก็จะสามารถสนทนากันได้ และจะทำการตรวจเช็คสัญญาณการยกเลิกการติดต่อ หรือ Off Hook จากฮาร์ดแวร์หรือจากไคลเอ็นท์จนกว่าจะได้รับสัญญาการยกเลิกการติดต่อก็จะทำการยกเลิกการติดต่อทั้งหมด ซึ่งแสดงผังการทำงานดังรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ผังการทำงานของโปรแกรมไคลเอ็นท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



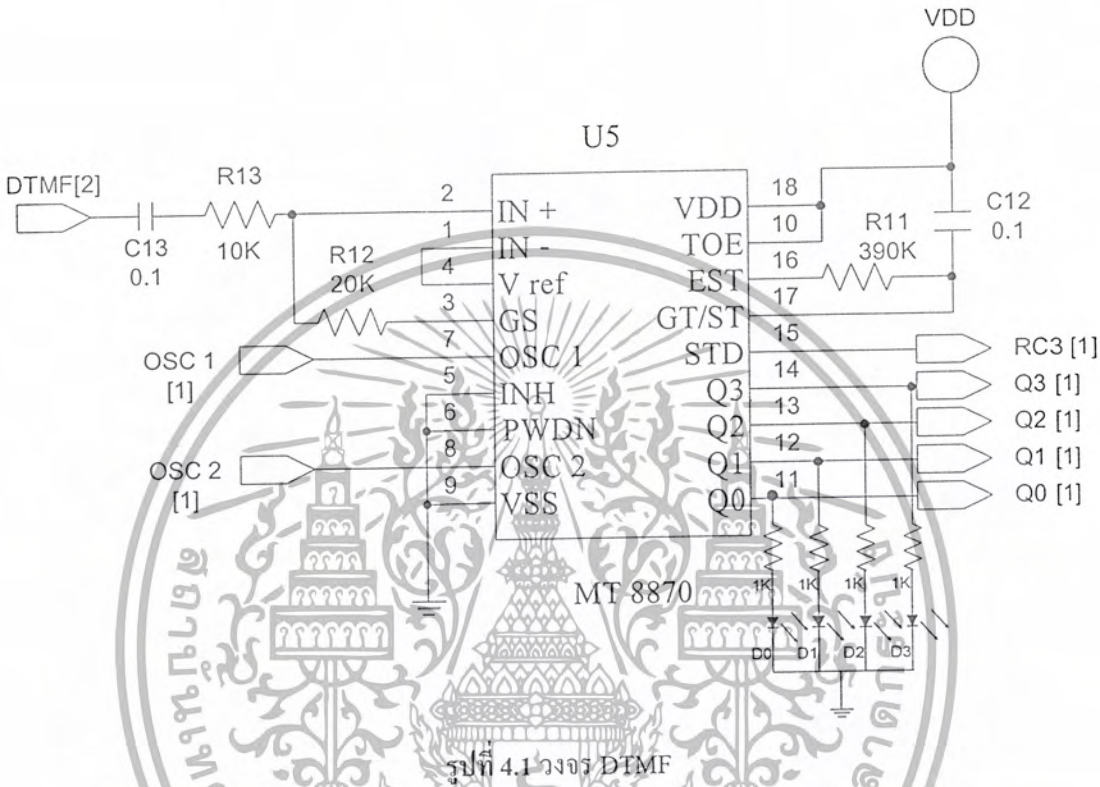
รูปที่ 3.18 ผังการทำงานของโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองตรวจสอบวงจร DTMF



รูปที่ 4.1 วงจร DTMF

วงจรตรวจจับสัญญาณความถี่โทรศัพท์นี้ จะใช้ไอซีที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณความถี่ที่เกิดจากการกดปุ่มโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ให้เป็นสัญญาณทางด้านดิจิตอล ที่ออกมาในลักษณะเลขฐานสอง จึงใช้ไอซีเบอร์ MT 8870 ซึ่งสามารถทดลองได้ผลการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 แสดงผลการกดโทรศัพท์ชนิดกดปุ่ม ซึ่งวัดสัญญาณจาก LED

หมายเลขโทรศัพท์	D0	D1	D2	D3
1	ดับ	ดับ	ดับ	ติด
2	ดับ	ดับ	ติด	ดับ
3	ดับ	ดับ	ติด	ติด
4	ดับ	ติด	ดับ	ดับ
5	ดับ	ติด	ดับ	ติด
6	ดับ	ติด	ติด	ดับ
7	ดับ	ติด	ติด	ติด
8	ติด	ดับ	ดับ	ดับ
9	ติด	ดับ	ดับ	ติด
0	ติด	ดับ	ติด	ดับ
*	ติด	ดับ	ติด	ติด
#	ติด	ติด	ดับ	ดับ

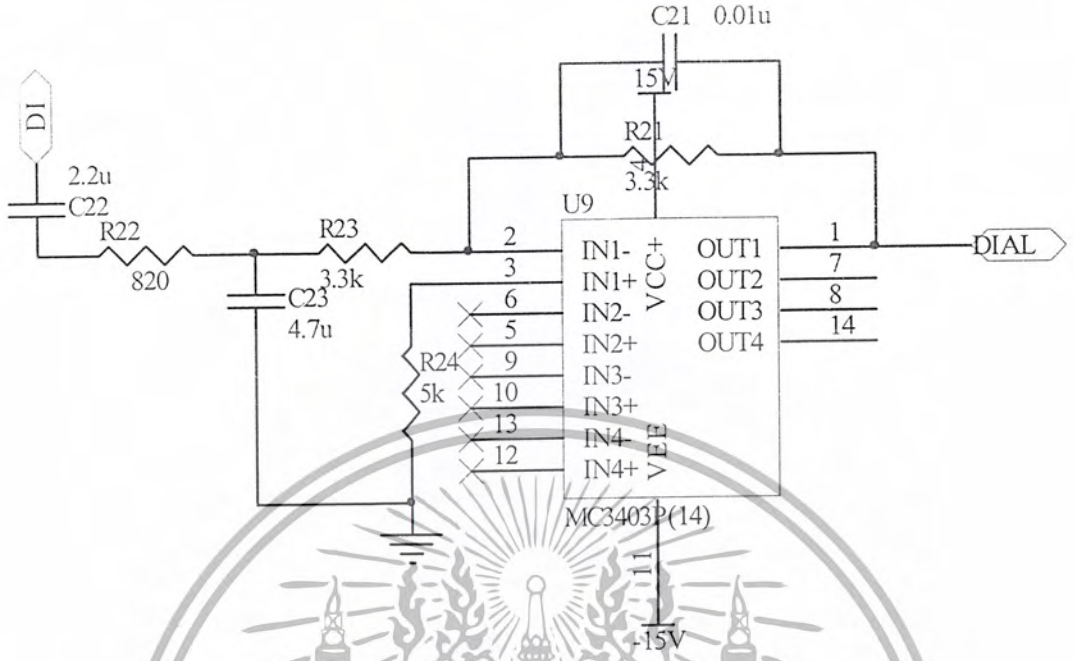
จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่ถอดรหัสจาก MT 8870 ได้เป็นดังตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 แสดงค่าที่ถอดรหัสจาก MT 8870

f_{low} (Hz)	f_{high} (Hz)	หมายเลข	Q0	Q1	Q2	Q3
697	1209	1	0	0	0	1
697	1336	2	0	0	1	0
697	1447	3	0	0	1	1
770	1209	4	0	1	0	0
770	1336	5	0	1	0	1
770	1447	6	0	1	1	0
852	1209	7	0	1	1	1
852	1336	8	1	0	0	0
852	1447	9	1	0	0	1
941	1336	0	1	0	1	0
941	1209	*	1	0	1	1
941	1447	#	1	1	0	0

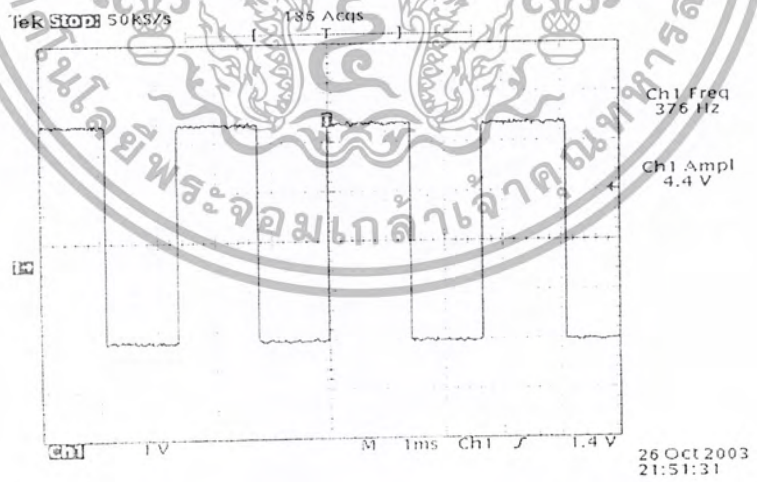
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองตรวจสอบวงจรขยายสัญญาณ Dial Tone



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรขยายสัญญาณ Dial Tone

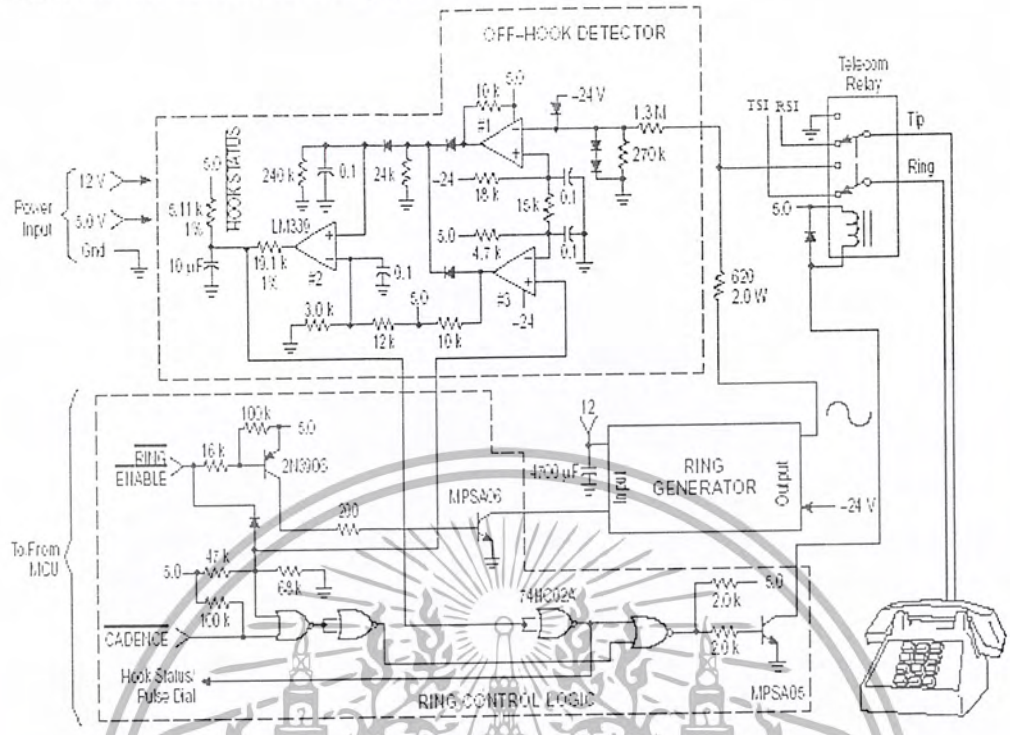
เนื่องจากวงจรกำเนิดสัญญาณให้หมุน หรือ Dial Tone ในการทดลองต้องมาจากการทำงานของ microcontroller ซึ่งในที่นี้คือส่วนที่เป็นตัวควบคุมกลาง หรือ MCS-51 ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ได้จากวงจร Dial Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองตรวจสอบวงจรวงจร Ringing และ Hook Status



รูปที่ 4.4 วงจรวงจร Ringing และ Hook Status

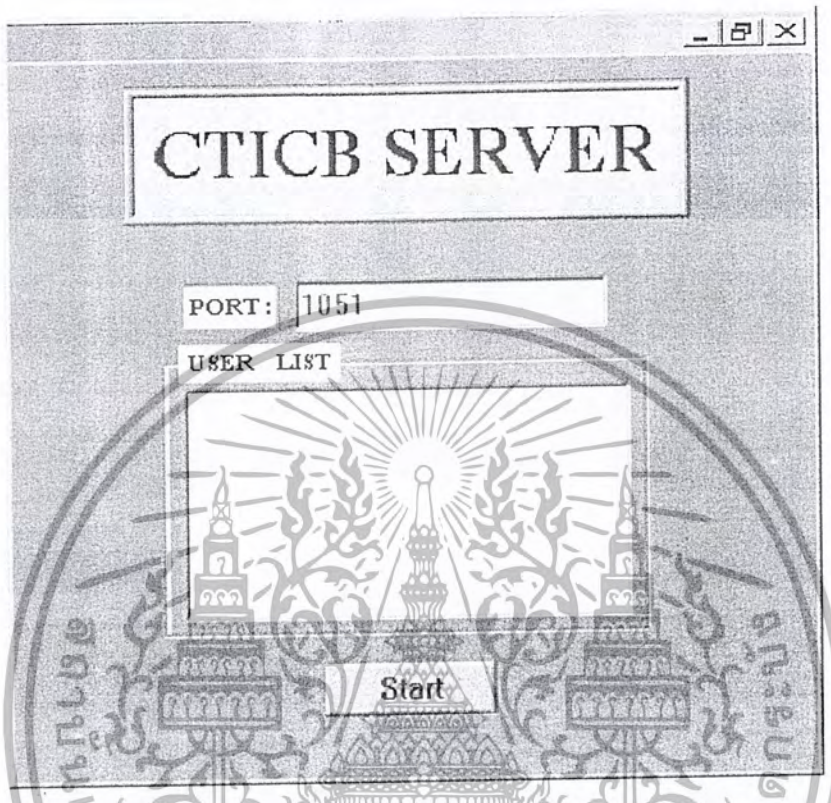
ในส่วนของวงจรการกำเนิดสัญญาณกระดิ่ง หรือ Ringing Tone นี้จะได้รับสัญญาณควบคุมจากส่วนของวงจรส่วนควบคุมกลาง ซึ่งสัญญาณนี้จะจ่ายให้กับSLIC ด้วย ลักษณะของสัญญาณที่วัดที่ขา Ring Control เป็นดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของสัญญาณที่ได้จากวงจร Ringing และ Hook Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมการตั้งค่า

ในหน้านี้จะเป็นการตั้งค่าคุณสมบัติเกี่ยวกับการใช้งานต่างๆ เป็นต้นว่า การตั้งค่าเซิร์ฟเวอร์ การตั้งค่าพอร์ต การกำหนดชื่อผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 4.6

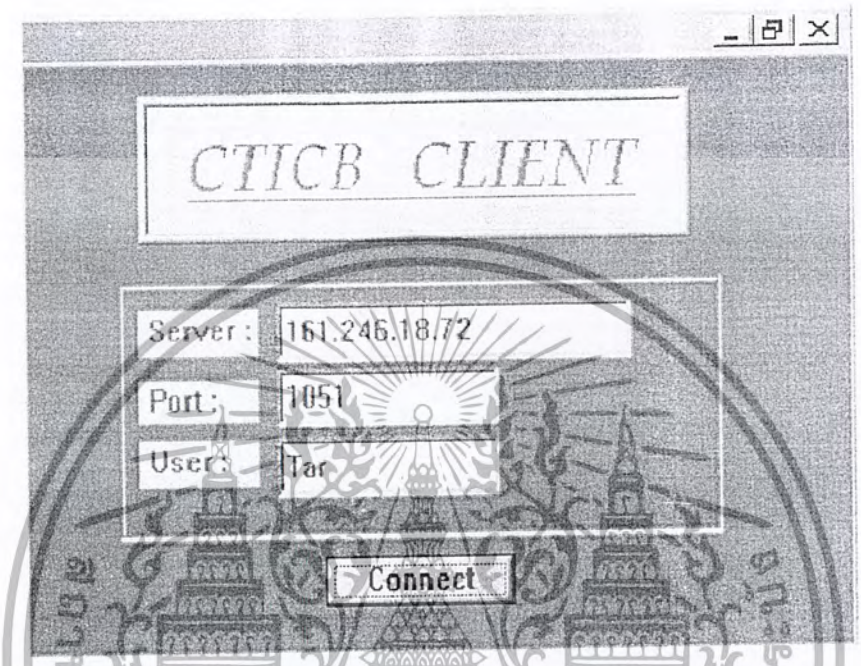


รูปที่ 4.6 รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมการใช้งาน

ในหน้านี้จะเป็นการแสดงหน้าจอขณะพร้อมทำงาน ดังจะแสดงค่าเซิร์ฟเวอร์ ค่าสถานะขณะใช้งาน แสดงรายชื่อผู้ที่กำลังเปิดใช้งานพอร์ตร่วมกัน ซึ่งก็หมายถึงผู้ที่ใช้งานเซิร์ฟเวอร์ร่วมกันอยู่ ที่ระบบจะสามารถทำการเชื่อมต่อ ติดต่อถึงได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

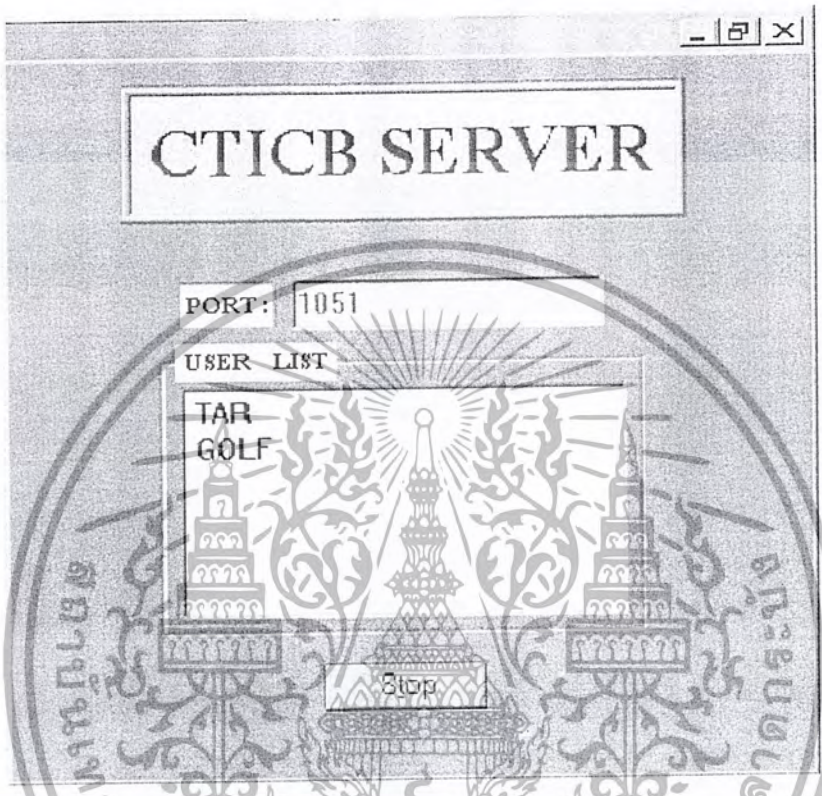


รูปที่ 4.7 รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์

ในหน้านี้จะแสดงหน้าจอขณะเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นระบบเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะแสดงผลว่าขณะนี้มีผู้ที่ทำการติดต่อใช้งานเซิร์ฟเวอร์มีใครบ้าง และแต่ละผู้ใช้งานมีสถานะเช่นไร โดยหน้าที่ของเซิร์ฟเวอร์ยังเป็น ตัวกำหนดตัวผู้ใช้งานและรหัสของผู้ใช้ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4.8

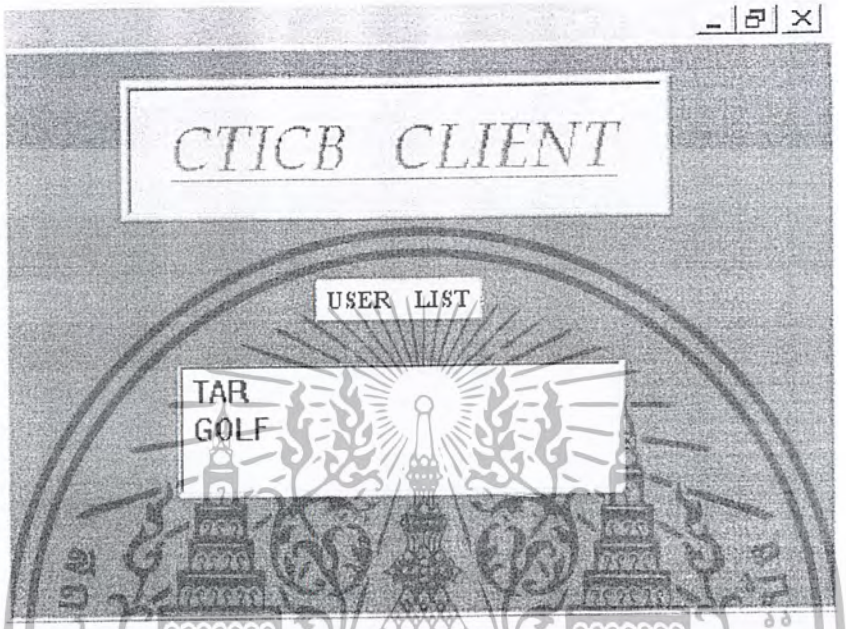


รูปที่ 4.8 รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์

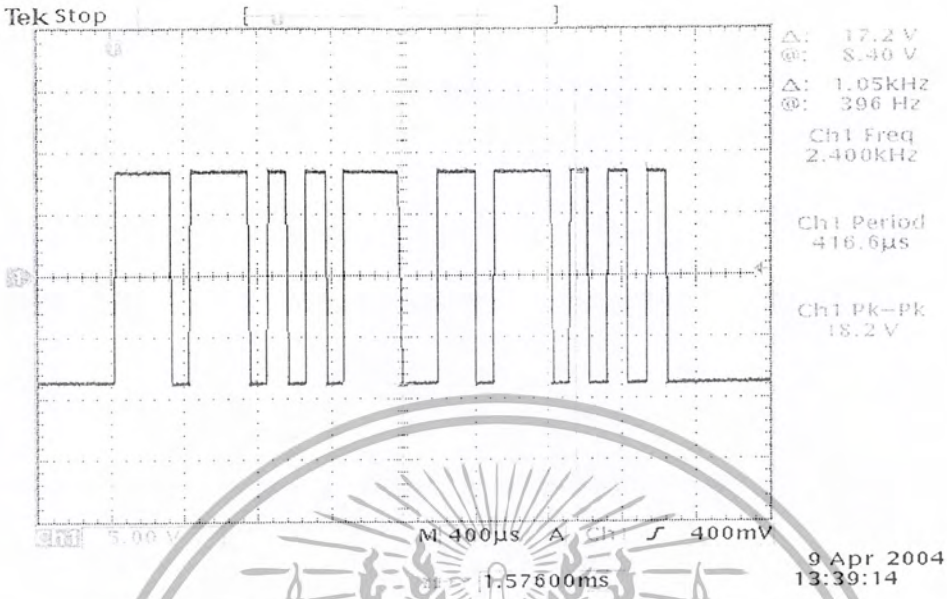
ในหน้านี้จะแสดงหน้าจอของเครื่องขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์ ซึ่งจะแสดงพอร์ตที่ใช้งานร่วมกัน แสดงค่าของเครื่องระบบเซิร์ฟเวอร์ แสดงผู้ใช้งานระบบที่กำลังใช้งานเซิร์ฟเวอร์ร่วมกันอยู่ และแสดงสถานะของการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 รูปการทดสอบโปรแกรม หน้าโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์

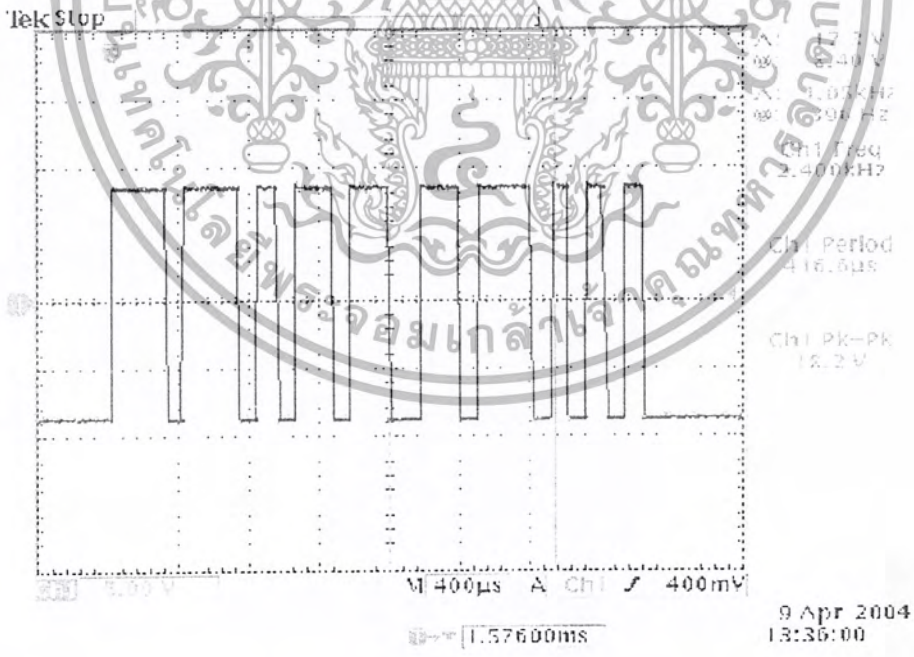
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 1



รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 1

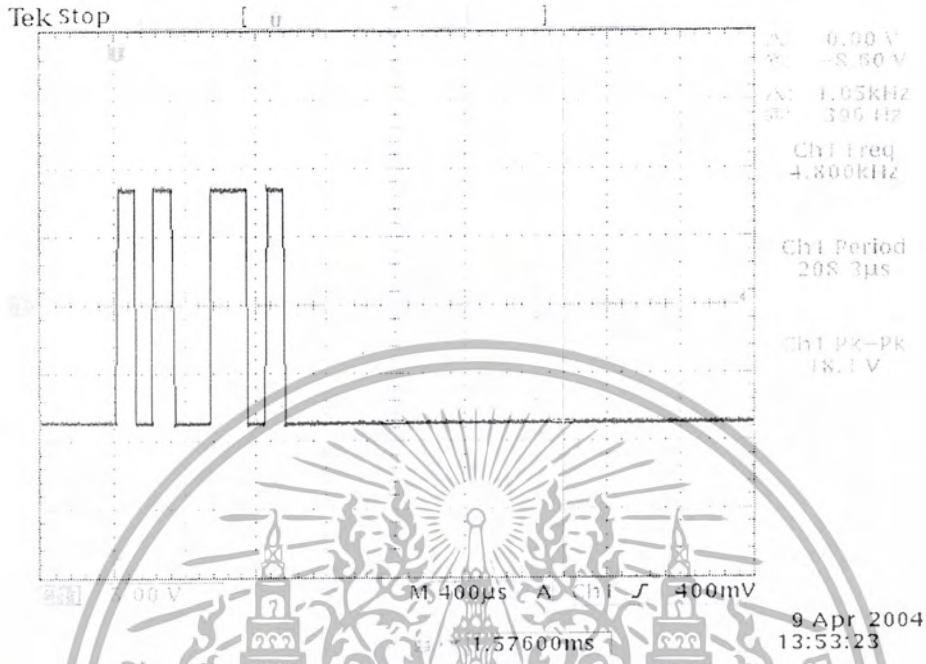
4.9 แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 2



รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณขณะกดเลขหมายโทรศัพท์ เลข 2

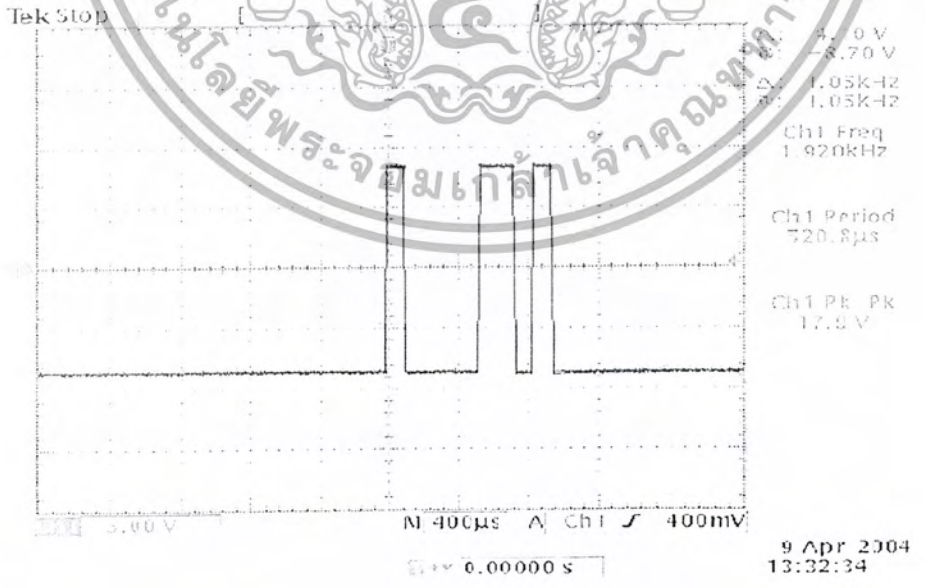
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 แสดงสัญญาณเมื่อมีการตอบรับการรับสาย



รูปที่ 4.12 แสดงสัญญาณเมื่อมีการตอบรับการรับสาย

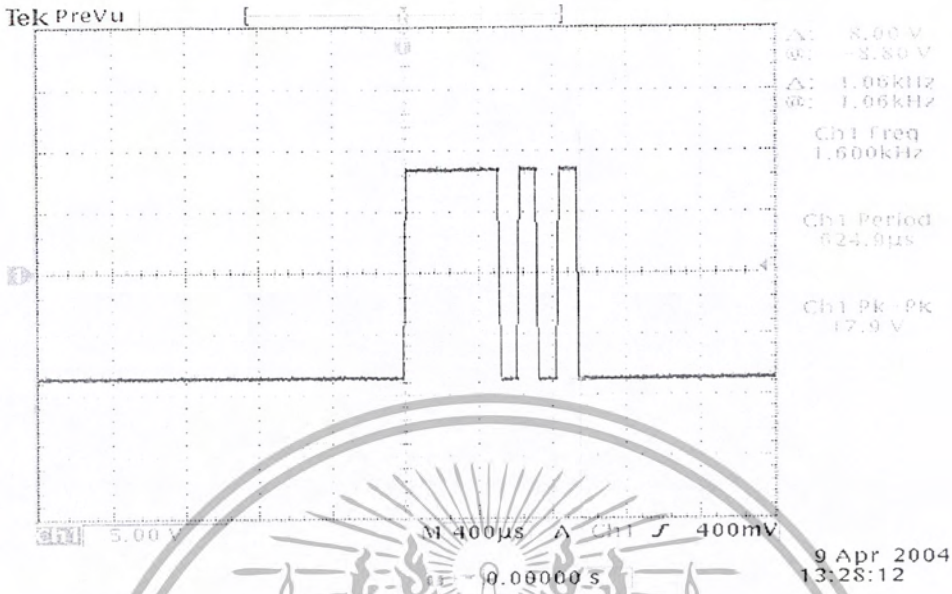
4.11 แสดงสัญญาณการยกเลิกการติดต่อ



รูปที่ 4.13 แสดงสัญญาณการยกเลิกการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 แสดงสัญญาณร้องขอการติดต่อ



รูปที่ 4.14 แสดงสัญญาณร้องขอการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

ปริญญานิพนธ์นี้ได้กล่าวถึงการออกแบบและสร้าง บอร์ดควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างระบบโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ในการหลีกเลี่ยงการใช้งาน โครงข่ายโทรศัพท์ (Telephone Network) โดย อาศัยหลักการของ Voice over IP ซึ่งเป็นการส่งสัญญาณเสียงไปตามระบบโครงข่ายไอพี ซึ่งอาจสามารถประยุกต์การใช้งานได้ถึงโครงข่ายท้องถิ่นไร้สายได้ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานสื่อสารเป็นหลัก อีกทั้งยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในระบบโครงข่ายโทรศัพท์ได้

ข้อแตกต่างระหว่างอุปกรณ์ชนิดนี้กับ VoIP โดยทั่วๆ ไป คือ ระบบ VoIP จะทำการใช้งานร่วมของสัญญาณเสียงกับโครงข่ายไอพีผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทางการ์ดเสียง ส่วนที่สร้าง จะเป็นการแยกเอาอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อระหว่างสัญญาณเสียงกับโครงข่ายไอพีโดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ออกมาต่างหาก และเราสามารถติดต่อไปยังปลายทาง โดยใช้โทรศัพท์ได้โดยตรง ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการกำหนดที่อยู่ปลายทาง เพื่อความสะดวกในการใช้งานยิ่งขึ้น

ขั้นตอนในการสร้างนั้น ได้แยกการสร้างออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นอุปกรณ์ หรือบอร์ดควบคุมที่เรียกว่า CTICB และส่วนที่เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งทางเราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 และ Visual C++ ในการโปรแกรม

ปัญหาและอุปสรรคที่พบเจอในการลงมือปฏิบัติคือ จะอยู่ที่ขั้นตอนการต่อวงจร ซึ่งมีบางส่วนที่เราไม่สามารถทดสอบการทำงานได้ เนื่องจากเป็นส่วนที่ต้องใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน และปัญหาในการออกแบบวงจร โดยวงจรที่ใช้ บางส่วนมีการเลือกมาใช้ โดยพิจารณาจากที่ว่าเคยมีผู้รู้ได้ทำการออกแบบและสร้างใช้งานมาก่อนหน้าแล้ว ซึ่งเมื่อพิจารณาเขียนวงจรแล้วสามารถประยุกต์ใช้งานได้ แต่เมื่อถึงขั้นตอนการลงมือสร้างกลับไม่สามารถซื้ออุปกรณ์มาทำการต่อวงจรได้ตามต้องการ จึงจำต้องทำการออกแบบและเลือกวงจรมาใช้งานใหม่ ทำให้การลงมือสร้างวงจรได้มีความล่าช้าเกิดขึ้น และในด้านของการทดสอบการทำงานที่ว่า การจะทดสอบการทำงานของโปรแกรมต้องใช้บอร์ดเป็นตัวทดสอบ และการจะทดสอบบอร์ดก็ใช้โปรแกรมทดลอง ฉะนั้นเมื่อเกิดข้อผิดพลาดของผลที่ได้จึงหาข้อสรุปได้ยากว่าเกิดปัญหาจากส่วนใด ดังนั้นการทำงานจึงต้องการความรัดกุมเป็นอย่างมาก

โดยรวมแล้วบอร์ดควบคุมที่ทำการพัฒนาขึ้นมานี้ สามารถใช้งานได้อยู่ในระดับที่ดี แต่อาจจะมีความยุ่งยากในตอนต้นการพัฒนาบ้างในบางประการ แต่เมื่อพิจารณาถึงความสะดวกในการใช้งานแล้วในแง่ที่ว่า เราสามารถใช้งานโทรศัพท์โดยไม่จำเป็นต้องผ่านคอมพิวเตอร์แล้ว มันถือได้ว่าดี และสะดวกสบายพอสมควร และเหมาะสำหรับผู้ที่สนใจจะพัฒนาต่อไป ไม่ว่าจะในแง่ตัวของบอร์ดควบคุมเอง รึว่าจะเป็นในแง่ของโปรแกรมควบคุมการทำงาน หรือแม้กระทั่งจะเป็นการประยุกต์การใช้งานในด้านอื่นก็ขึ้นกับการเห็นสมควรต่อการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

Order this document by AN1603/D

AN1603

Providing a POTS Phone in an ISDN or Similar Environment

Prepared by: Dennis Morgan
Motorola Analog Marketing

INTRODUCTION

This circuit is intended to provide an auxiliary circuit for the connection of a POTS phone (or answering machine, fax, etc.) to a digital communication line (ISDN, e.g.). The first two circuits assume there is a 5.0 V supply, a 12 V supply, and a microprocessor or other controlling circuit, although the circuits can also work from 5.0 V only. A single line, and a dual line system are discussed.

The final two circuits described herein provide variations of the Ring Generation portion of the circuits for the purpose of lower cost, but with some compromises.

The MC33121 SLIC provides most of the central office functions to the external POTS phone line – dc loop current, off–hook detection, proper ac and dc impedances, 2–to–4 wire conversion, transhybrid rejection, and high longitudinal balance (>58 dB).

The only functions not provided by the MC33121 are the supplying of the ringing voltage, and off–hook detection during ringing. Those are supplied by the Ring Generator circuit, and the associated Off–Hook Detector. The Telecom Relay switches the phone line between the SLIC and the Ring Generator. In the normal (de–energized) state, the phone line is connected to the MC33121 SLIC.

The MC145484 CODEC provides the A/D and D/A conversions of the voiceband signals between the digital system and the SLIC.

The Single Line System is discussed first.

BLOCK DIAGRAM – SINGLE LINE SYSTEM

Referring to the block diagram (Figure 1), in the standby state (phone on–hook, not ringing), the relay connects the phone line to the SLIC.

When the phone is taken off–hook, the SLIC provides the loop current, and the speech paths between the phone and the CODEC. The HOOK STATUS output (from the SLIC) is provided to the MCU via the Ring Control Logic.

The dc–to–dc converter provides the –24 V (from the 5.0 V supply) necessary to power the SLIC and provide the loop current.

When the phone is on–hook, and ringing is to be applied, the Ring Control Logic (controlled by the MCU) powers the Ring Generator, and switches the relay so as to provide the ringing voltage to the phone line. The Off–Hook Detector informs the logic if the phone is taken off–hook during ringing. The Ring Control Logic then switches the relay to the SLIC.

The RING ENABLE signal, and the CADENCE are supplied from the MCU.

CIRCUIT DETAILS (Refer to Figure 2)

MC33121 SLIC

The MC33121 is powered by –24 V at V_{EE} (to provide the loop current), and 5.0 V at V_{DD} for the logic interface. The circuit consumes ≈ 1.0 mA at V_{EE} when the phone is on–hook, and ≈ 9.0 mA more than the loop current when off–hook. The following functions are provided by this circuit:

a) *DC Loop Current*: The loop current limit is set by the resistor at Pin 8 (RFO). A 6.98 kΩ resistor sets a current limit of ≈ 30 mA. Using Figure 7 in the data sheet, different resistor values can be picked to set other current limit values in the range of 20 to 40 mA.

NOTE: It is recommended that the loop current not be less than 30 mA as there are many line powered speakerphones on the market which do not work well at lower currents.

b) *Hook Status*: ST1 (Pin 13) is a logic level output which is high when the phone is on–hook, and low when off–hook. Internally there is an NPN pulldown transistor, and a 15 kΩ pullup resistor to 5.0 V. This output also provides pulse dialing and flash information.

c) *AC Terminating Impedance*: The 20.3 kΩ resistor between Pins 10 and 11 sets the ac terminating (and source) impedance at 600 Ω to the phone line. See the data sheet (Equation 8) to set different impedances.

d) *Receive Gain*: The 30.9 k resistor at Pin 10 sets a 0 dB receive gain from the CODEC's output (at its Pin 4) to the phone line, based on a 600 Ω impedance at the phone line. The 0.47 µF capacitor provides rolloff below 300 Hz. See Equation 12 in the data sheet if the gain is to be changed or different ac impedances are used for the phone line and the MC33121.

e) *Transmit Gain*: The transmit gain is fixed within the MC33121 from the phone line to TXO (Pin 11) at 0.318 V/V (–10 dB). However, the overall transmit path includes an operational amplifier external to the MC33121, which (in this circuit) is located within the MC145484 CODEC. The 31.6 kΩ resistor at the CODEC's Pins 17 and 18 is the feedback resistor for the operational amplifier. In conjunction with the 10 k resistor at the SLIC's Pin 11, the overall transmit gain is set to 0 dB from the phone line to Pin 17 of the CODEC. If the transmit gain is to be varied, this should be done with the resistor at Pins 17 and 18 of the CODEC (see Equation 15 in the MC33121 data sheet).

© Motorola, Inc. 1997

เอกสารนี้ใช้เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

f) *Transhybrid Rejection*: This parameter is a reduction of the amount of a receive signal which reflects back through the transmit path of the SLIC. The network composed of the 604 Ω resistors, the 15.8 kΩ resistor and the 0.005 μF capacitor provide a cancellation of the reflected signal where this network joins the 10 k resistor. Adjustments to this parameter should be done by varying the 15.8 kΩ resistor, and must be done last, after any of the above parameters are adjusted.

g) *Connections to the CODEC*: The analog receive signal from the CODEC is available at its Pin 4, the output of a buffer amplifier. The gain of this amplifier, set by the resistors at Pins 2 to 4, can be used to adjust the receive gain to the SLIC, and therefore to the phone line, without affecting the other parameters of the SLIC.

The transmit signal, available at the SLIC's TXO (Pin 11) is fed through the 10 k resistor, through the 1.0 μF capacitor, and to the transmit amplifier in the CODEC. The 31.6 kΩ resistor at Pins 17 and 18 is the amplifier's feedback resistor, providing a gain of 3.16, or 0 dB from the phone line to the TG pin. The output from the TG pin is available for the MC145436A DTMF decoder, or any other circuit which may need this signal.

NOTE: The MC145480 CODEC may be used instead of the MC145484. The pinouts are the same, except Pin 1 is left open.

MC34063A DC–to–DC Converter

The MC34063A is a switching regulator configured in an inverting mode to provide the –24 V required by the SLIC, the Ring Generator, and the Off–Hook Detector. This design can provide up to 50 mA to the SLIC (40 mA loop current). The capacitor at the regulator's Pin 6 must be low ESR as it supplies the current peaks (>1.0 A).

The 1.5KE27 transient suppressor protects the regulator and SLIC from phone line transients. Transients occur when switching from ringing to non–ringing, during pulse dialing, and when the phone is set on–hook. Additionally, the 1.5KE27 provides a current path for negative transients since the dc–to–dc converter cannot supply current in the opposite direction.

This circuit uses ≈ 120 mA from the 5.0 V supply when the phone is on–hook, and ≈ 340 mA when the phone is off–hook (loop current = 28 mA).

Ring Generator

The Ring Generator used in this circuit is a Black Magic™ module (model #NU–BMR) from Cambridge Electronics Laboratories. The module requires 12 V at the input, and produces ≈ 100 Vrms, 20 Hz at the output. The unit requires ≈ 200 mA from the 12 V supply. One output terminal is referenced to the –24 V supply, while the other terminal provides the ringing voltage to the telephone via the 620 Ω resistor.

Off–Hook Detector

Since the MC33121 SLIC must be disconnected from the phone line when ringing is applied, separate provisions are necessary to determine if the phone is taken off–hook during ringing.

When the Ring Generator is powered on, and the relay is energized, the ringing voltage is fed to the Ring lead of the phone through the 620 Ω resistor. As long as the phone is on–hook, the ringing voltage sensed by the first comparator (through the 1.3 MΩ resistor) is a high enough amplitude to keep the first comparator's output switching high. This keeps the HOOK STATUS line (output of the second comparator) a steady high.

When the phone is taken off–hook, the ringing voltage at the Ring lead is substantially reduced in amplitude. The first comparator's output now stays low steady, allowing the second comparator to change state, pulling low the HOOK STATUS line to the Ring Control Logic. This de–energizes the relay, and provides the Hook Status signal to the MCU.

The third comparator in this circuit ensures the second comparator's output is high when RING ENABLE and the relay are inactive.

Ring Control Logic

The Ring Control Logic consists of the four NOR gates (MC74HC02A), and the transistors at the MCU interface. For the normal (non–ringing) condition, the RING ENABLE input and the CADENCE input are high.

When RING ENABLE is taken low, power is applied to the Ring Generator. The MPSA06 transistor was chosen for the NPN since it has a very low saturation voltage. Alternately, an FET could be used.

Since the Black Magic™ Ring Generator's output does not provide a low impedance dc path when it is de–energized, it is necessary to switch the phone line to the SLIC to provide the silent time of the ringing cadence. Therefore, the CADENCE signal cycles the relay.

The CADENCE input is to be low to apply ringing, and high during the silent time. The normal USA cadence is 2 seconds on, and 4 seconds off, but the cadence may be any other timing if desired. The CADENCE input is ineffective unless RING ENABLE is low.

As long as RING ENABLE is low, the telephone will ring in step with the CADENCE input. The Hook Status indicator to the MCU will be low, indicating on–hook. However, there may be a 20 to 30 ms glitch on the Hook Status output each time the cadence changes from ringing to silent (within 60 ms of this change). This will depend on the type of phone which is connected to this circuit. It is not practical to filter the glitch with hardware as that will affect pulse dialing and Flash timing. Instead the MCU's software should be made to ignore the glitch.

When the telephone is taken off–hook, either the MC33121's ST1, or the Off–Hook detector's output, will switch low, depending on the position of the relay. The logic will then disable the relay, preventing the ringing voltage from being applied to the phone while it is off–hook. The Hook Status indicator will switch high. The MCU should then set the RING ENABLE and CADENCE high.

If the phone is taken off–hook while ringing, the relay, upon being de–energized by the logic, will switch the phone line to the SLIC. During the relay's transition (which takes a few milliseconds), the Off–Hook Detector's output (comparator #2) will turn off, allowing the HOOK STATUS line to ramp up. The 10 μF capacitor on this line keeps it low during this transition, until the SLIC's ST1 output has a chance to switch low, preventing a re–energizing of the relay, and to minimize glitches on the Hook Status indicator to the MCU.

NOTE: MC74HC02A gates are to be used for the NOR gates. LS and F versions of this gate will not work in this circuit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRCUIT CHARACTERISTICS (Single Line System, Figure 2)

Parameter		Nominal Value	Units
Average Power Supply Current from 5.0 V Supply			mA
Non–Ringing, On–Hook		160	
Non–Ringing, Off–Hook (Phone = 200 Ω DCR)		385	
Ringing, On–Hook		230	
Average Power Supply Current from 12 V Supply while Ringing			mA
1 REN		165	
4 REN		280	
Timing			ms
Ring Cadence to Ring Voltage at Tip and Ring	t1	5.0	
(Figure 3)	t2	5.0	
Phone Taken Off–Hook to Hook Status Indicator while Ringing (Figure 4)	t3	100 max.	
Phone Taken Off/On–Hook to Hook Status Indicator while Not Ringing (Figure 5)	t4	7.0	
	t5	6.0	
On–Hook Voltage at Tip and Ring		21.6	Vdc
Loop Current			mA
Phone = 200 Ω DC, Phone Line <100 Feet		27.7	
Phone DCR + Phone Line = 490 Ω		20	
Phone DCR + Phone Line <100 Ω		30 max.	
Ringing Voltage at Tip and Ring			Vrms
1 REN		91	
4 REN		72	
(Using Black Magic™ Ring Generator from Cambridge Electronics Laboratories)			

OPERATION FROM 5.0 V ONLY

If a 12 V supply is not available in a particular application, the circuit can be modified to operate from 5.0 V only, as shown in Figure 6. The Ring Generator must be replaced with a 5.0 V model (Cambridge Electronics Labs Model #NU–BMR), and the capacitor at the Ring Generator input is different. It is imperative in this case that an NPN transistor with a very low saturation voltage be used. The MPSA06 is recommended.

The power supply current requirements are as follows:

Parameter	Nominal Value	Units
Average Power Supply Current from 5.0 V Supply		mA
Non–Ringing, On–Hook	160	
Non–Ringing, Off–Hook (Phone = 200 Ω DCR)	385	
Ringing, On–Hook	700	
Ring Enable = Low, Off–Hook (Phone = 200 Ω DCR)	600	

TWO LINE SYSTEM

Although a two line system (e.g., from a single ISDN line) could be implemented by simply duplicating the above described circuitry, there is a certain amount of commonality which can be employed to minimize cost and component count. Figures 7 and 8 are the Block Diagram, and Schematic, respectively, of a two line system. In those figures, the dc–to–dc converter, Ring Generator, Off–Hook Detector, the microprocessor and logic interface have been changed so as to service both phone lines. Each phone line still requires its own SLIC, CODEC, DTMF Decoder, and relay.

Figure 8 shows the schematic details for one phone line and the common circuitry. The SLIC, relay circuit, CODEC, and DTMF Decoder sections are the same as in Figure 2.

DC–to–DC Converter

This circuit uses the same MC34063 as in the Single Line System, but with the external components modified so as to provide 100 mA at –24 V. This will allow both phones to be off–hook simultaneously.

Ring Generator

A single ring generator can ring both phones if they are rung alternately. Since the typical cadence is 2 seconds on, and 4 seconds off, the alternate ringing cadences can easily be accomplished by the microprocessor.

Off–Hook Detector

A single Off–Hook detector is used for both phone lines. When either phone is taken off–hook during ringing, the output of both #2 comparators will change, indicating off–hook to both Hook Status 1 and Hook Status 2 points at the microprocessor interface. However, since only one phone is ringing at any time, when that phone is taken off–hook during ringing, the logic will quickly de–energize its relay, and then the appropriate MC33121 SLIC will provide the off–hook status to the microprocessor. The other hook status input to the microprocessor will then change back to on–hook, if appropriate.

Ring Control Logic

The Ring Control Logic consists of the microprocessor, the two 4–input NAND gates, and the various inverters and transistors associated with sensing hook status, and driving the relays. To energize either relay (in order to ring either phone) the 4 inputs to its NAND gate must be high.

The four inputs are:

- Phone 1 (or Phone 2) supplied by the microprocessor. This line, when high, enables the phone line for ringing.
- Cadence 1 (or Cadence 2) supplied by the microprocessor. This line supplies the ringing cadence

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2 seconds on, 4 seconds off), and is to be high for the "on" ringing time. If both phones require ringing at the same time, the two Cadence outputs should alternate the ringing of the two phones.

- Ring Enable supplied by the microprocessor. This line, when high, powers the Ring Generator, and provides an additional enable to the NAND gates.
- HOOK STATUS – The output from the Off–Hook Detector and the appropriate MC33121 SLIC are Or'ed together to provide this fourth input. This line is high when on–hook.

As with the single line circuit, there may be a 20 to 30 ms glitch on the Hook Status signal to the microprocessor each time the cadence changes from ringing to silent (within 60 ms of this change). This will depend on the type of phone which is connected to this circuit. It is not practical to filter the glitch with hardware as that will affect pulse dialing and Flash timing. Instead the MCU's software should be made to ignore the glitch.

When a Hook Status line to the microprocessor goes high, indicating off–hook, then the Phone and Cadence lines for that phone, and the Ring Enable line, should be taken low.

NOTE: HC type gates are specified for the NAND gates and the inverters. LS and F versions of these gates will not work in this circuit.

IF 120 Vac IS AVAILABLE ...

If the end product containing the POTS interface is powered by 120 Vac commercial power, the generation of the ringing voltage can be done differently by making use of the higher available voltage. The Off–Hook detector, and Ring Enable logic is also done differently. Figure 9 is a block diagram/schematic showing this circuitry.

Ring Generator

The generation of the ringing signal, and the cadence, is accomplished with the circuitry at the top of Figure 9. The 120 Vac is applied to a transformer for isolation and UL safety reasons. The 120 Vac secondary is rectified and filtered to provide a –170 V source to the power stage.

Generation of the 20 Hz signal, and the cadence, involves the logic at the top of Figure 9. The 6.3 Vac, 60 Hz output of the transformer is full wave rectified to provide a 120 Hz signal to the NOR gate. The first SN74LS92 counter is configured to divide by 6, and then by 2. This produces a 20 Hz square wave at the Q3 output, and a 10 Hz signal at the Q0 output. The 10 Hz signal is divided down by the SN74LS90 (÷10) to provide a 1.0 Hz signal. This is fed to the second SN74LS92, configured to divide by 6. By applying the input at CP0, and taking the Q2 output, the 1/6 Hz output has a 2:1 duty cycle, thereby providing the "2 seconds on, 4 seconds off" cadence signal. This signal gates the 20 Hz signal via the NOR gate.

The NOR gate output is fed to the MC33201 circuit, configured as a 20 Hz bandpass filter, providing a 20 Hz sinusoid at its output. This signal modulates the Power Stage.

The output of the Power Stage (at the collector of the TIP49), is approximately 60 Vrms, and is fed to the telecom relay through the 500 μF capacitor in the Off–Hook detector.

Off–Hook Detector

When the phone is taken off–hook (with the relay energized), a dc current will flow from ground through the phone, through the opto–coupler, and the 6.2 k resistor to the Power Stage output. The output of the opto–coupler will then go low, providing a high signal to the MCU, and disabling the relay through the two series NOR gates.

When the relay has transferred, the MC33121 SLIC will then sense the off–hook phone, and provide a low signal at its ST1 output.

During the relay's transfer, the 1.0 μF capacitor at the ST1/opto line will hold it low long enough for the transfer to occur.

Ring Control Logic

The Ring Control Logic consists of two lines at the controlling MCU: The Off–Hook input, and the RING ENABLE output. When ringing is to occur, the RING ENABLE line is taken low to energize the relay, and release the Reset lines on the SN74LS92 counter. (This ensures the ringing will not start in the middle of a cadence cycle.) Unlike the previously described circuits, the MCU need not generate the cadence, and the relay is not cycled. It is held energized until the phone is taken off–hook.

Once the MCU senses that the phone is off–hook, the RING ENABLE output should then be set high.

DC–to–DC Converter

The dc–to–dc converter is not detailed in this example, as it can be done in several ways. The circuits in Figures 2 or 8, using the MC34063A, could be duplicated here, if a 5.0 V supply is available which can supply the nearly 400 mA required by the converter. Alternate methods include powering it from the –170 V line, or from a separate transformer winding. The system design of the end product will likely dictate the most economical approach for this section.

5.0 V Supply

The 6.3 Vac winding on the transformer can be used to power a traditional 5.0 V regulator (MC78L05, or equivalent), which provides power to the logic, the MC33121 SLIC, MC145484 CODEC, the MC145436A DTMF decoder, and other portions of the circuit. As mentioned in the dc–to–dc converter section above, the design of this supply should be done in conjunction with the system design of the end product.

ELIMINATE THE RING GENERATOR, BUT ...

A lower cost POTS interface circuit is possible with the circuit of Figure 10. The main difference between this circuit and the previous ones is that this circuit will not ring the bell in the phone. The Ring Generator and relay have been eliminated, and replaced with an Internal Ringer section. This will provide the ringing sound within this product, rather than at the telephone.

The Internal Ringer uses the MC34017 tone ringer which is commonly used as the ringer in modern telephones. The circuit makes use of the fact that the MC34017 can be operated from a dc voltage (29 V in this case), as well as the standard ac ringing voltage. The MC34017 is continually powered in this application, and is cycled on–off by controlling Pin 5. The current consumption is ≈ 3.0 mA when not ringing, and ≈ 4.5 mA when ringing.

The ringing cadence is controlled by the MCU. The Cadence output is to be cycled 2 seconds high, 4 seconds low to provide the typical cadence. When the phone is taken off–hook, the Cadence line is disabled by the AND gate. The Cadence output is to be held low when ringing is not required.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The SLIC, CODEC, DTMF Decoder, and DC–to–DC Converter sections are the same as in Figure 2.

Note that the MC34017's "ground" line (Pin 7) is an independent, floating ground, and is NOT to be connected to the ground line of the rest of the circuit.

While this circuit has the advantages of lower cost and simpler circuitry, there are two compromises associated with this implementation:

- The phone must be within a reasonable (audible) distance of this circuit since the phone's bell will not ring.
- This circuit cannot be used with fax machines, modems, or answering machines since they respond to the standard ringing voltages on the phone line for their operation.

PC BOARD LAYOUT (Applicable to all above circuits)

Due to the mixing of analog and digital circuits, and because of the high peak currents involved in the dc–to–dc converter and the ring generator, a proper PC board layout is important. A ground plane should be provided wherever possible, except for the power leads to the Ringing Generator module. These should be separate tracks of substantial size. The capacitor at the Ring Generator input should be a low ESR type, and located physically adjacent to the input, to provide the peak current required at the on–hook to off–hook transition. A two–sided board is recommended.

The peak current on the 5.0 V side of the MC34063A is ≈1.0 A in Figure 2, and close to 2.0 A in Figure 8. The board traces in the area of Pins 6, 7, 8, and 1, and the inductor must be substantial so as to not create significant IR drops. The capacitor at Pin 6 must be a low ESR type, and located physically adjacent to Pin 6, so that it can provide the peak current. The layout must be neat and compact.

The layout connecting the MC33121 SLIC with the MC145484 CODEC must be done with care so as to prevent digital noise from entering the analog speech paths. The 5.0 V supply must be adequately decoupled at both devices.

For clarity, bypass capacitors are not always shown in the various schematics at the various logic gates. Standard good design practice, however, dictates that the supply lines to all logic gates should be adequately bypassed to help prevent noise from affecting the analog speech sections.

COMPONENT SOURCES

Telecom Relays

Potter & Brumfield
812–386–1000
Model #T83S11D212–05

Aromat Corp.
908–464–3550
Model #TQ2E–5V

Omron Electronics, Inc.
708–843–7900
Model #G5A–234P–FC–DC5

C.P. Clare Corp.
708–797–7000
LX Series

Ring Generator

Cambridge Electronics Laboratories
20 Chester Street
Somerville, MA 02144–3005
617–629–2805
5.0, 12, and 24 V models

CSTS, Inc.
1480 No. Lakeview Ave.
Anaheim, CA 92807–1827
714–777–2787
Custom designs

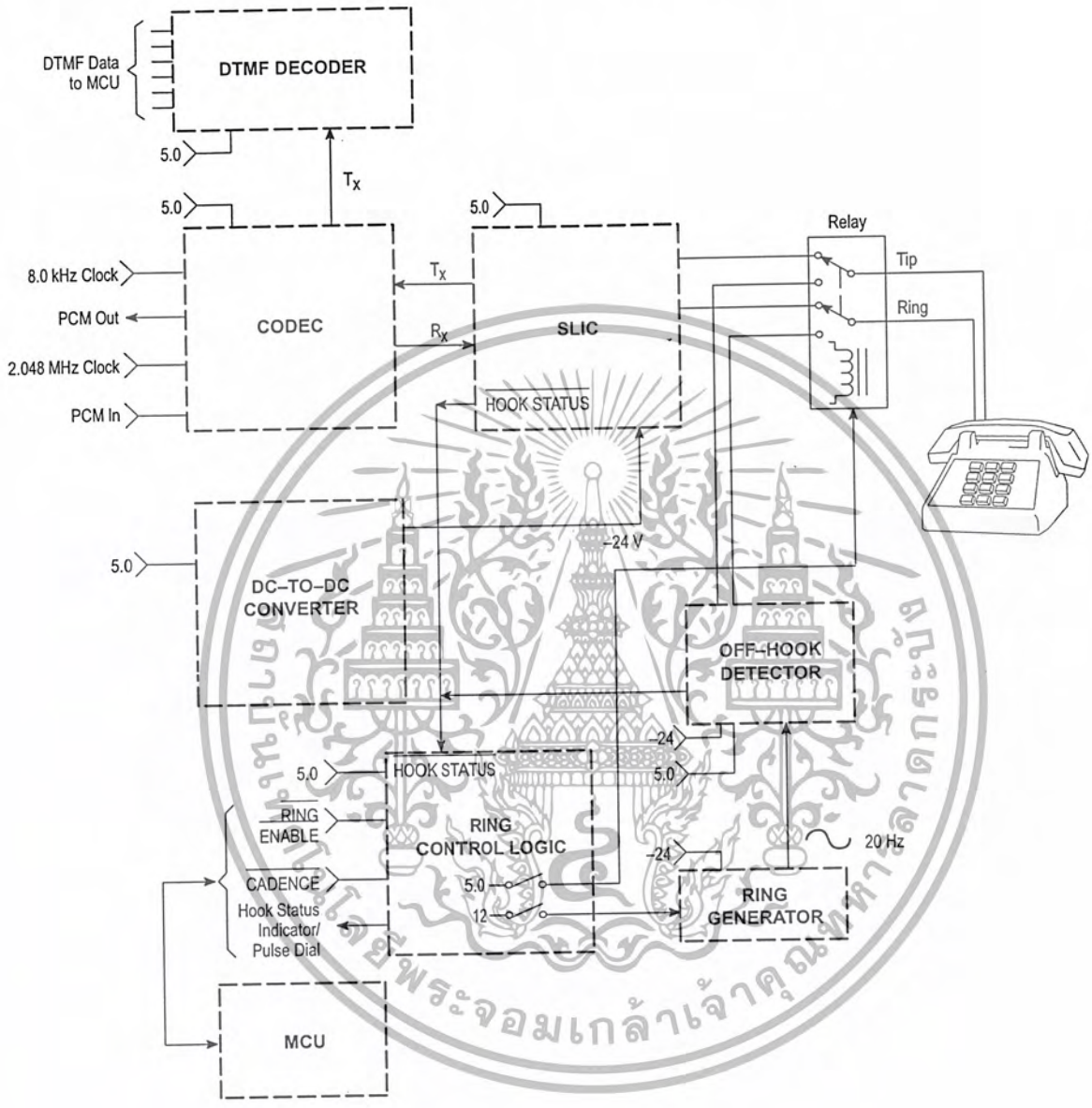
Motorola Inc. does not endorse or warrant the suppliers referenced above.

REFERENCES

1. Low Voltage Subscriber Loop Interface Circuit, MC33121, Motorola Technical Data, 1992
2. 5 V PCM Codec–Filter, MC145484, Motorola Technical Data
3. Low Power Dual Tone Multiple Frequency Receiver, MC145436A, Motorola Technical Data, 1995
4. DC–DC Converter Control Circuits, MC34063A, Motorola Technical Data, 1996
5. Telephone Tone Ringer, MC34017, Motorola Technical Data, 1996

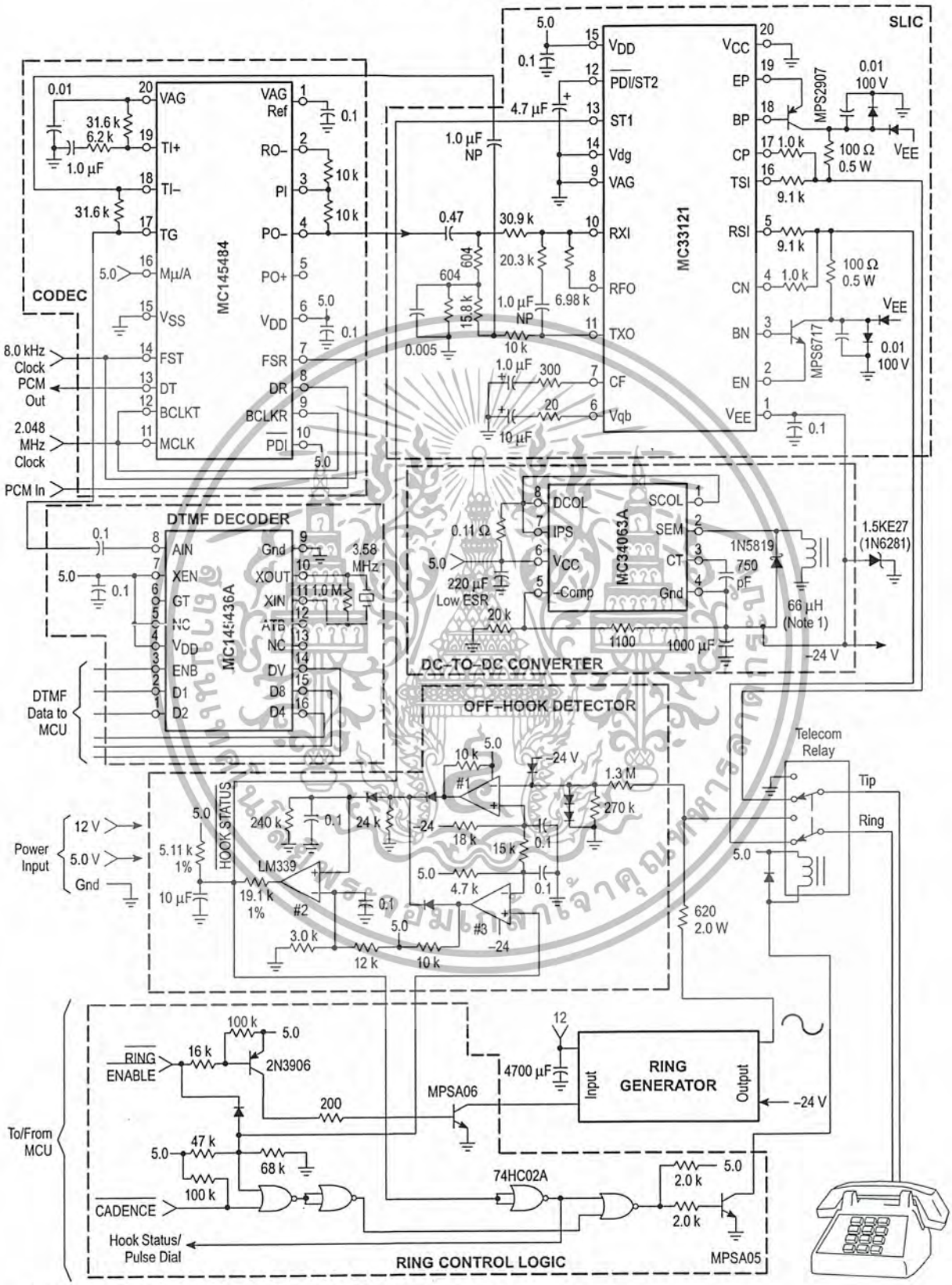
เอกสารนี้ใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1. Block Diagram for Single Line System



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. Schematic for Single Line System



NOTES: 1. 32 turns #24 wire on a 55050A2 core from Magnetics Inc.
2. All diodes 1N4002 unless noted.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Ring Cadence Timing

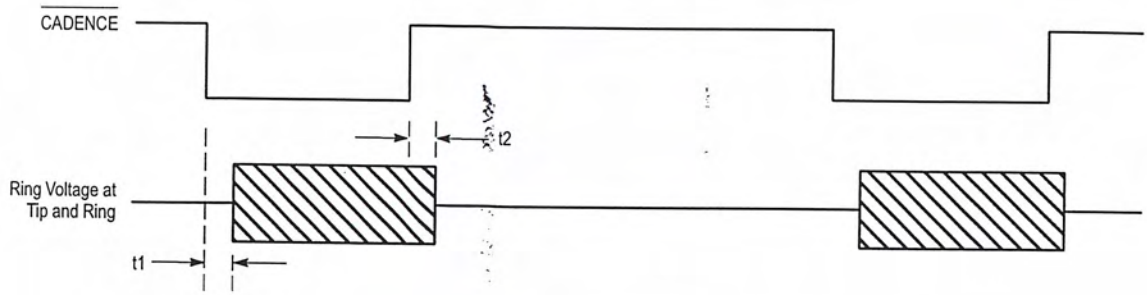


Figure 4. Hook Status Response While Ringing

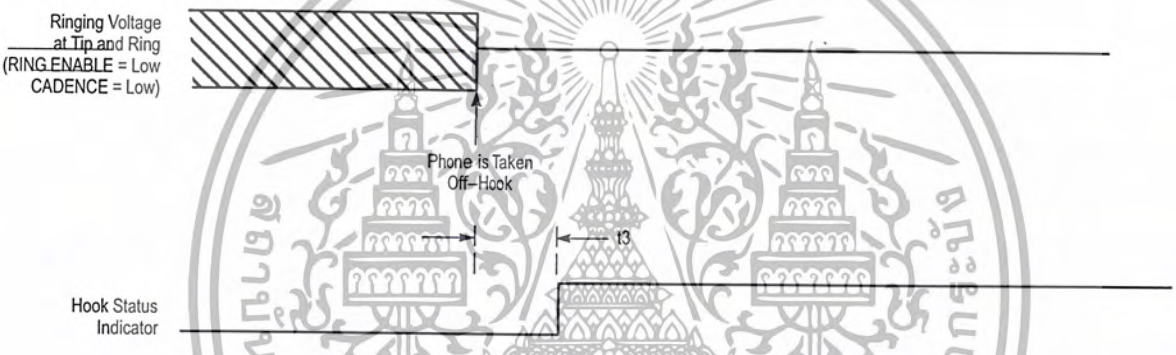
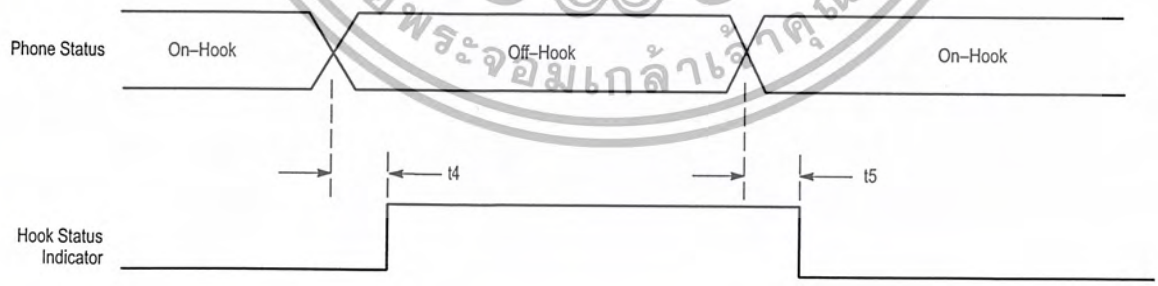
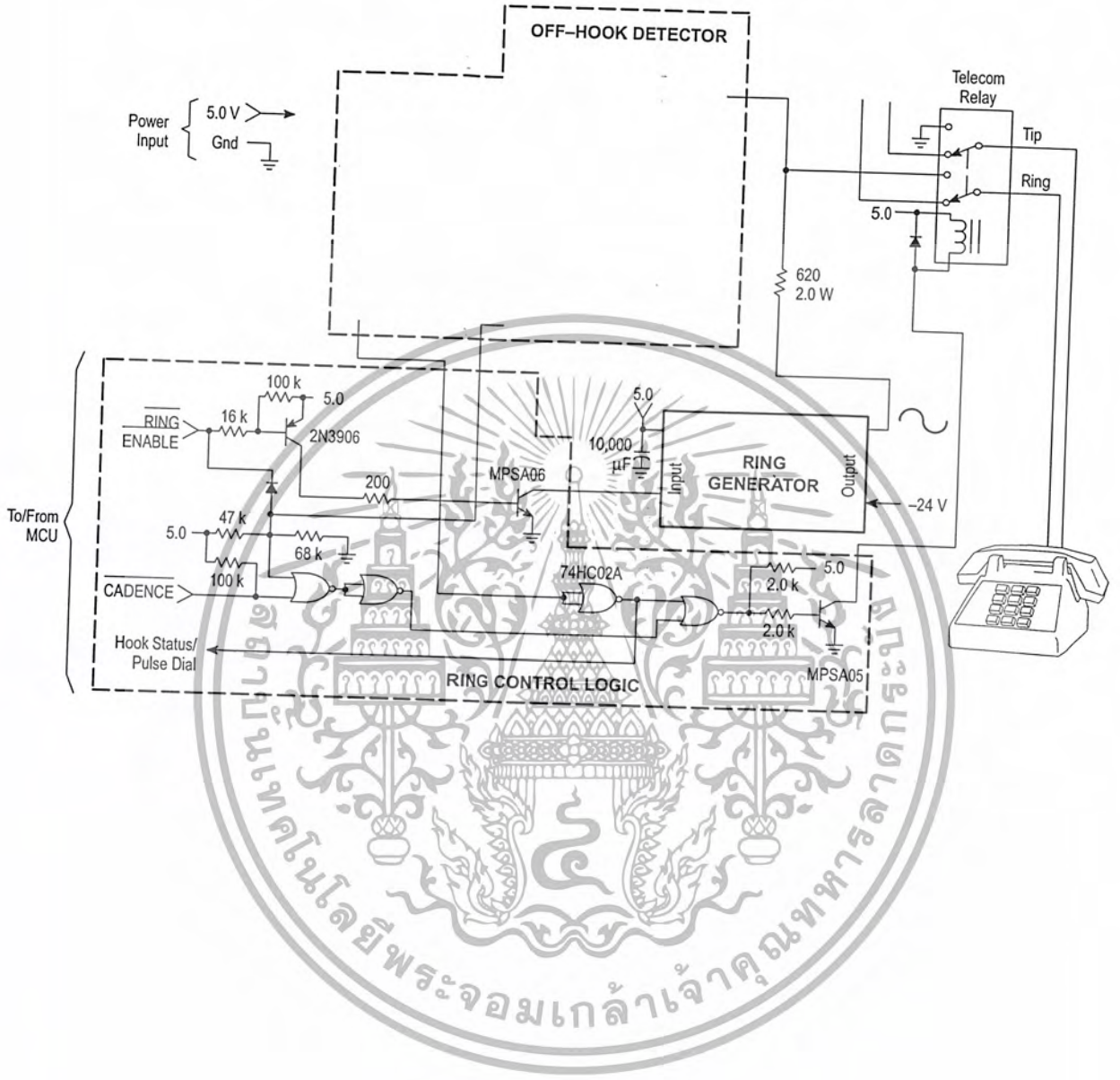


Figure 5. Hook Status Response While Not Ringing



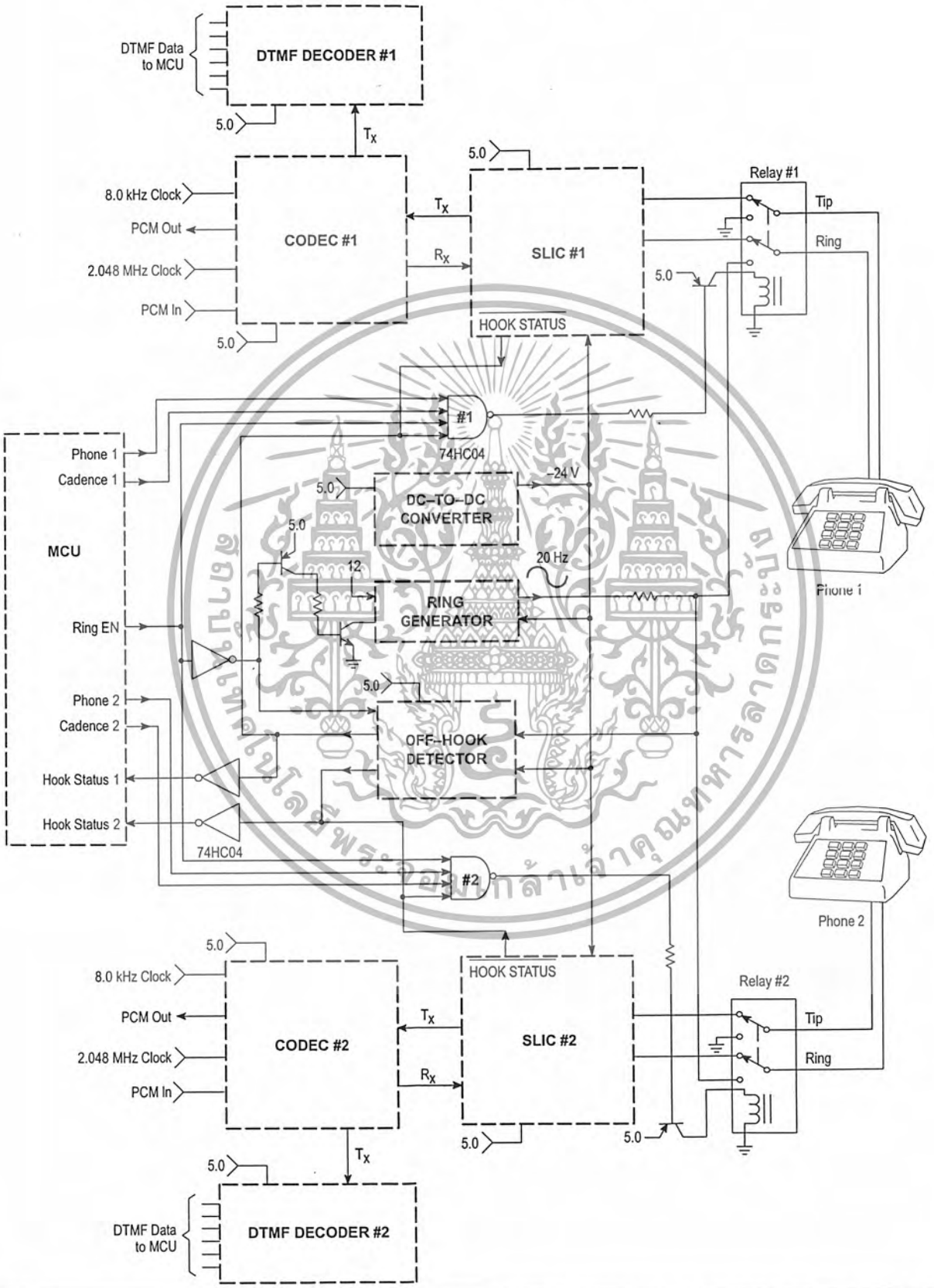
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 6. Operation from 5.0 V Only for Single Line System



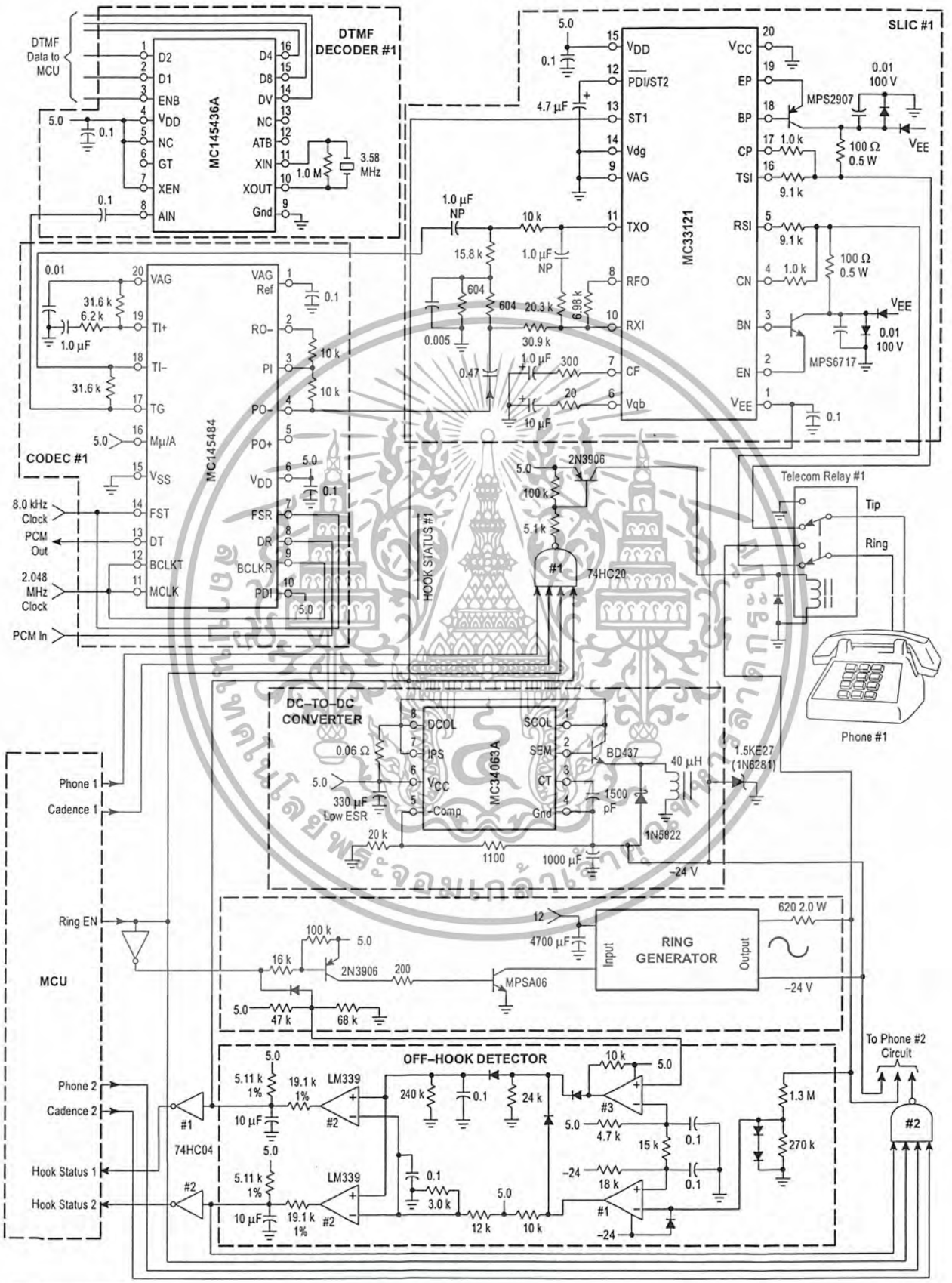
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 7. Block Diagram for Two Line System



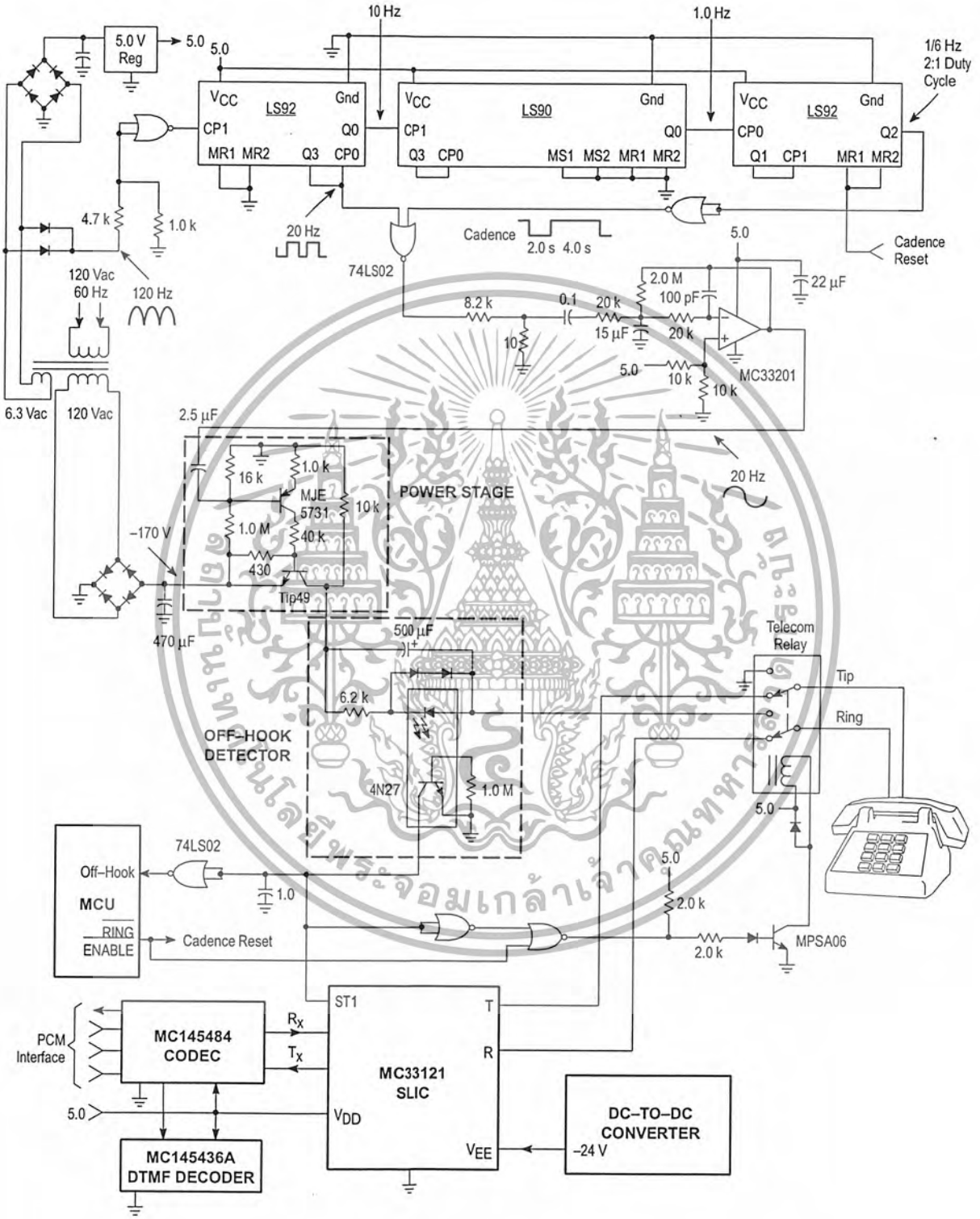
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 8. Schematic for Two Line System



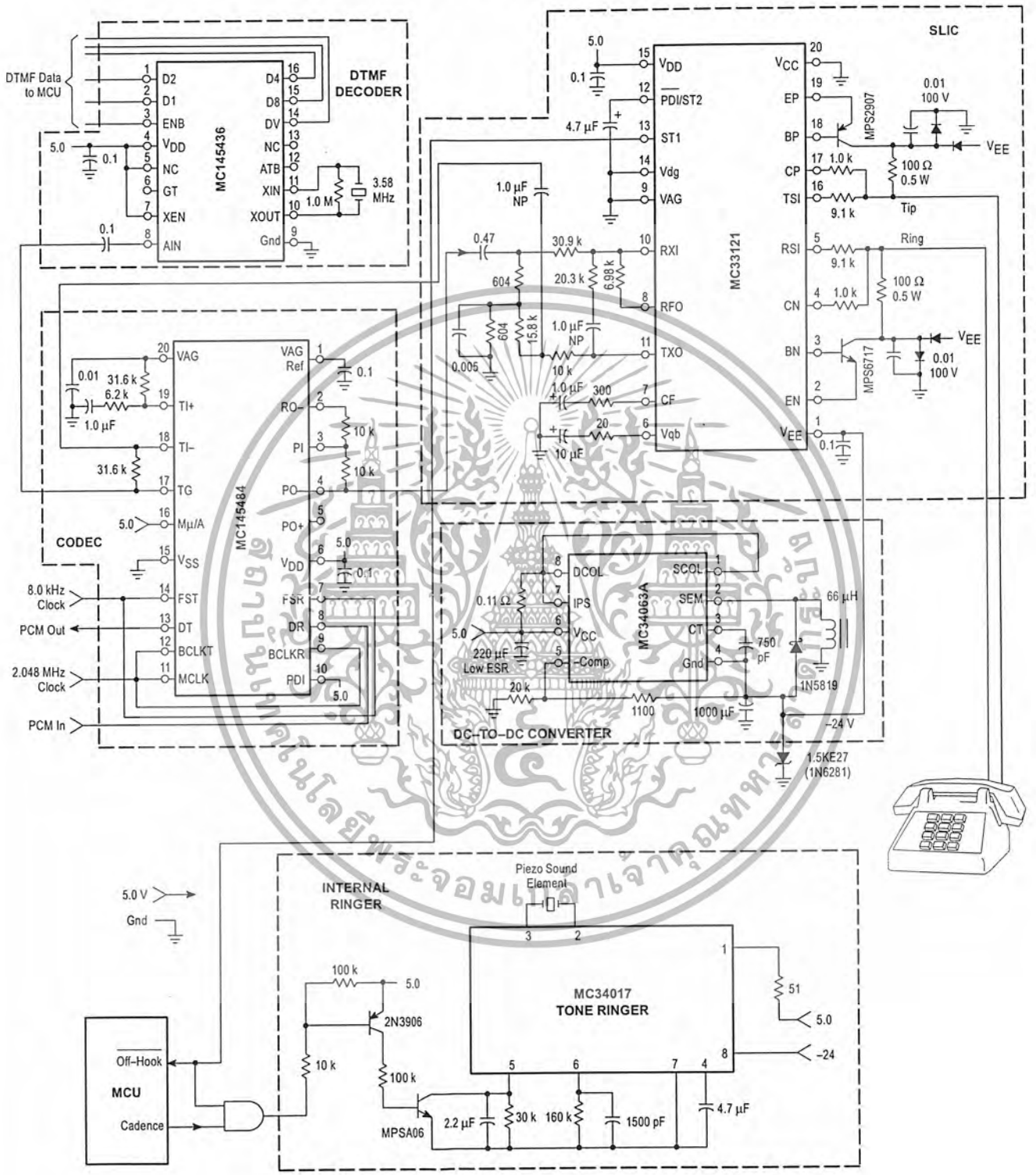
เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 9. POTS Interface Powered by 120 Vac



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 10. POTS Interface with Internal Ringer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and Ⓜ are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

Mfax is a trademark of Motorola, Inc.

How to reach us:
USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 5405, Denver, Colorado 80217. 303–675–2140 or 1–800–441–2447

Mfax™: RMFAX0@email.sps.mot.com – TOUCHTONE 602–244–6609
– US & Canada ONLY 1–800–774–1848

INTERNET: http://www.mot.com/SPS/

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi–SPD–JLDC, 6F Seibu–Butsuryu–Center, 3–14–2 Tatsumi Koto–Ku, Tokyo 135, Japan. 81–3–3521–8315

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park, 51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852–26629298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19-4323; Rev 10; 8/01

MAXIM

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220–MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where ±12V is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than 5µW. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers

Low-Power Modems

Interface Translation

Battery-Powered RS-232 Systems

Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ♦ **Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)**
- ♦ **Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)**
- ♦ **Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications**
- ♦ **Multiple Drivers and Receivers**
- ♦ **3-State Driver and Receiver Outputs**
- ♦ **Open-Line Detection (MAX243)**

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued at end of data sheet.

**Contact factory for dice specifications.*

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (µF)	SHDN & Three-State	Rx Active in SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	0.1	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatpack package

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V_{CC}) ..... -0.3V to +6V
Input Voltages
T_{IN} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
R_{IN} (Except MAX220) ..... ±30V
R_{IN} (MAX220) ..... ±25V
T_{OUT} (Except MAX220) (Note 1) ..... ±15V
T_{OUT} (MAX220) ..... ±13.2V
Output Voltages
T_{OUT} ..... ±15V
R_{OUT} ..... -0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND ..... Continuous
Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C) 889mW
20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C) 440mW
16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C) 696mW
16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C) 762mW
20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C) 640mW
16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) 800mW
18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C) 842mW
Operating Temperature Ranges
MAX2_ _AC_ _, MAX2_ _C_ _ ..... 0°C to +70°C
MAX2_ _AE_ _, MAX2_ _E_ _ ..... -40°C to +85°C
MAX2_ _AM_ _, MAX2_ _M_ _ ..... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range ..... -65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec) ..... +300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, $\overline{SHDN}$ or V_{CC} = 0V.
Note 2: For the MAX220, V+ and V- can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

(V_{CC} = +5V ±10%, C1–C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220		2	1.4		V
	MAX220: V_{CC} = 5.0V		2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation			5	40	µA
	$\overline{SHDN}$ = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			±0.01	±1	
Output Leakage Current	V_{CC} = 5.5V, $\overline{SHDN}$ = 0V, V_{OUT} = ±15V, MAX222/242			±0.01	±10	µA
	V_{CC} = $\overline{SHDN}$ = 0V, V_{OUT} = ±15V			±0.01	±10	
Data Rate				200	116	kb/s
Transmitter Output Resistance	V_{CC} = V+ = V- = 0V, V_{OUT} = ±2V		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V_{OUT} = 0V			±7	±22	mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V_{CC} = 5V	All except MAX243 $R2_{IN}$	0.8	1.3		V
		MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	V_{CC} = 5V	All except MAX243 $R2_{IN}$		1.8	2.4	V
		MAX243 $R2_{IN}$ (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V_{CC} = 5V, no hysteresis in shdn.		0.2	0.5	1	V
	MAX243			1		
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I_{OUT} = 3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I_{OUT} = -1.0mA		3.5	V_{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V_{OUT} = GND		-2	-10		mA
	Shrinking V_{OUT} = V_{CC}		10	30		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243 (continued)

(V_{CC} = +5V ±10%, C1–C4 = 0.1µF, MAX220, C1 = 0.047µF, C2–C4 = 0.33µF, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
TTL/CMOS Output Leakage Current	$\overline{SHDN}$ = V_{CC} or $\overline{EN}$ = V_{CC} ($\overline{SHDN}$ = 0V for MAX222), 0V ≤ V_{OUT} ≤ V_{CC}			±0.05	±10	µA
$\overline{EN}$ Input Threshold Low	MAX242			1.4	0.8	V
$\overline{EN}$ Input Threshold High	MAX242		2.0	1.4		V
Operating Supply Voltage			4.5		5.5	V
V_{CC} Supply Current ($\overline{SHDN}$ = V_{CC}), Figures 5, 6, 11, 19	No load	MAX220		0.5	2	mA
		MAX222/232A/233A/242/243		4	10	
	3kΩ load both inputs	MAX220		12		
		MAX222/232A/233A/242/243		15		
Shutdown Supply Current	MAX222/242	T_A = +25°C		0.1	10	µA
		T_A = 0°C to +70°C		2	50	
		T_A = -40°C to +85°C		2	50	
		T_A = -55°C to +125°C		35	100	
$\overline{SHDN}$ Input Leakage Current	MAX222/242				±1	µA
$\overline{SHDN}$ Threshold Low	MAX222/242			1.4	0.8	V
$\overline{SHDN}$ Threshold High	MAX222/242		2.0	1.4		V
Transition Slew Rate	C_L = 50pF to 2500pF, R_L = 3kΩ to 7kΩ, V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, measured from +3V to -3V or -3V to +3V	MAX222/232A/233A/242/243	6	12	30	V/µs
		MAX220	1.5	3	30	
Transmitter Propagation Delay TLL to RS-232 (normal operation), Figure 1	t_{PHLT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.3	3.5	µs
		MAX220		4	10	
	t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		1.5	3.5	
		MAX220		5	10	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (normal operation), Figure 2	t_{PHLR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.5	1	µs
		MAX220		0.6	3	
	t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		0.6	1	
		MAX220		0.8	3	
Receiver Propagation Delay RS-232 to TLL (shutdown), Figure 2	t_{PHLS}	MAX242		0.5	10	µs
	t_{PLHS}	MAX242		2.5	10	
Receiver-Output Enable Time, Figure 3	t_{ER}	MAX242		125	500	ns
Receiver-Output Disable Time, Figure 3	t_{DR}	MAX242		160	500	ns
Transmitter-Output Enable Time ($\overline{SHDN}$ goes high), Figure 4	t_{ET}	MAX222/242, 0.1µF caps (includes charge-pump start-up)		250		µs
Transmitter-Output Disable Time ($\overline{SHDN}$ goes low), Figure 4	t_{DT}	MAX222/242, 0.1µF caps		600		ns
Transmitter + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLT} - t_{PLHT}	MAX222/232A/233A/242/243		300		ns
		MAX220		2000		
Receiver + to - Propagation Delay Difference (normal operation)	t_{PHLR} - t_{PLHR}	MAX222/232A/233A/242/243		100		ns
		MAX220		225		

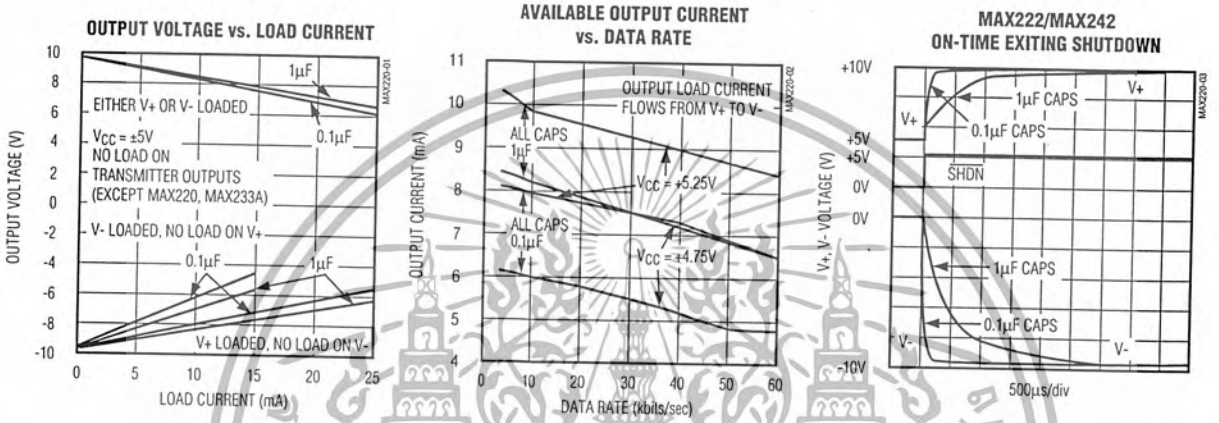
Note 3: MAX243 $R2_{OUT}$ is guaranteed to be low when $R2_{IN}$ ≥ 0V or is floating.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Typical Operating Characteristics

MAX220/MAX222/MAX232A/MAX233A/MAX242/MAX243



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

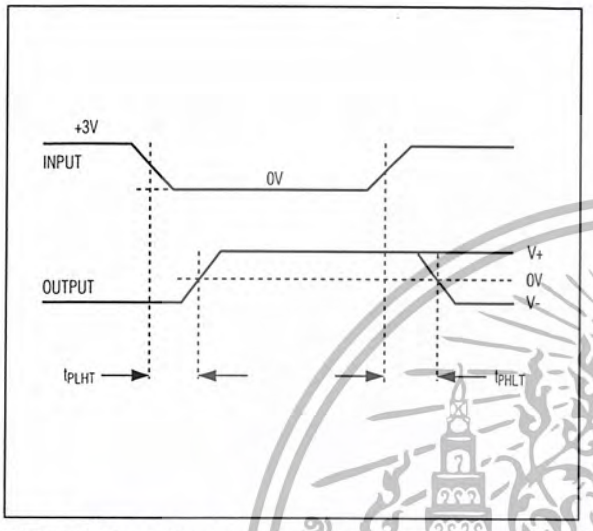


Figure 1. Transmitter Propagation-Delay Timing

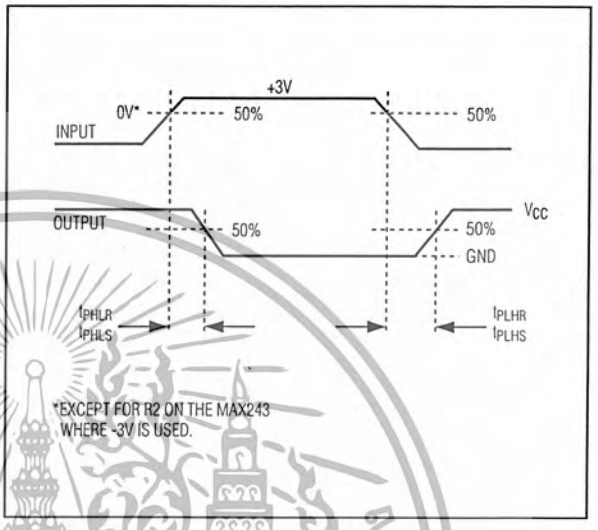


Figure 2. Receiver Propagation-Delay Timing

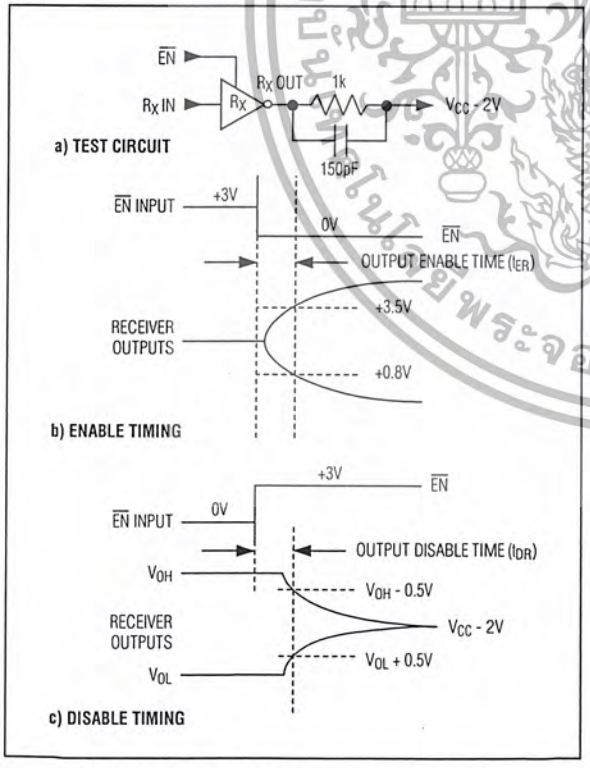


Figure 3. Receiver-Output Enable and Disable Timing

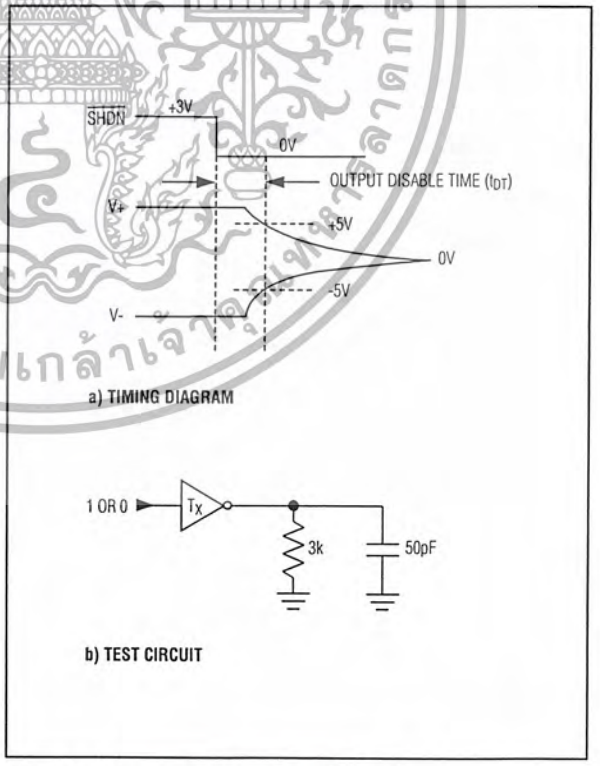


Figure 4. Transmitter-Output Disable Timing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Detailed Description

The MAX220–MAX249 contain four sections: dual charge-pump DC-DC voltage converters, RS-232 drivers, RS-232 receivers, and receiver and transmitter enable control inputs.

Dual Charge-Pump Voltage Converter

The MAX220–MAX249 have two internal charge-pumps that convert +5V to ±10V (unloaded) for RS-232 driver operation. The first converter uses capacitor C1 to double the +5V input to +10V on C3 at the V+ output. The second converter uses capacitor C2 to invert +10V to -10V on C4 at the V- output.

A small amount of power may be drawn from the ±10V (V+) and -10V (V-) outputs to power external circuitry (see the *Typical Operating Characteristics* section), except on the MAX225 and MAX245–MAX247, where these pins are not available. V+ and V- are not regulated, so the output voltage drops with increasing load current. Do not load V+ and V- to a point that violates the minimum ±5V EIA/TIA-232E driver output voltage when sourcing current from V+ and V- to external circuitry.

When using the shutdown feature in the MAX222, MAX225, MAX230, MAX235, MAX236, MAX240, MAX241, and MAX245–MAX249, avoid using V+ and V- to power external circuitry. When these parts are shut down, V- falls to 0V, and V+ falls to +5V. For applications where a +10V external supply is applied to the V+ pin (instead of using the internal charge pump to generate +10V), the C1 capacitor must not be installed and the $\overline{SHDN}$ pin must be tied to V_{CC}. This is because V+ is internally connected to V_{CC} in shutdown mode.

RS-232 Drivers

The typical driver output voltage swing is ±8V when loaded with a nominal 5kΩ RS-232 receiver and V_{CC} = +5V. Output swing is guaranteed to meet the EIA/TIA-232E and V.28 specification, which calls for ±5V minimum driver output levels under worst-case conditions. These include a minimum 3kΩ load, V_{CC} = +4.5V, and maximum operating temperature. Unloaded driver output voltage ranges from (V+ -1.3V) to (V- +0.5V).

Input thresholds are both TTL and CMOS compatible. The inputs of unused drivers can be left unconnected since 400kΩ input pull-up resistors to V_{CC} are built in (except for the MAX220). The pull-up resistors force the outputs of unused drivers low because all drivers invert. The internal input pull-up resistors typically source 12µA, except in shutdown mode where the pull-ups are disabled. Driver outputs turn off and enter a high-impedance state—where leakage current is typically microamperes (maximum 25µA)—when in shutdown mode, in three-state mode, or when device power is removed. Outputs can be driven to ±15V. The power-supply current typically drops to 8µA in shutdown mode. The MAX220 does not have pull-up resistors to force the outputs of the unused drivers low. Connect unused inputs to GND or V_{CC}.

The MAX239 has a receiver three-state control line, and the MAX223, MAX225, MAX235, MAX236, MAX240, and MAX241 have both a receiver three-state control line and a low-power shutdown control. Table 2 shows the effects of the shutdown control and receiver three-state control on the receiver outputs.

The receiver TTL/CMOS outputs are in a high-impedance, three-state mode whenever the three-state enable line is high (for the MAX225/MAX235/MAX236/MAX239–MAX241), and are also high-impedance whenever the shutdown control line is high.

When in low-power shutdown mode, the driver outputs are turned off and their leakage current is less than 1µA with the driver output pulled to ground. The driver output leakage remains less than 1µA, even if the transmitter output is backdriven between 0V and (V_{CC} + 6V). Below -0.5V, the transmitter is diode clamped to ground with 1kΩ series impedance. The transmitter is also zener clamped to approximately V_{CC} + 6V, with a series impedance of 1kΩ.

The driver output slew rate is limited to less than 30V/µs as required by the EIA/TIA-232E and V.28 specifications. Typical slew rates are 24V/µs unloaded and 10V/µs loaded with 3Ω and 2500pF.

RS-232 Receivers

EIA/TIA-232E and V.28 specifications define a voltage level greater than 3V as a logic 0, so all receivers invert. Input thresholds are set at 0.8V and 2.4V, so receivers respond to TTL level inputs as well as EIA/TIA-232E and V.28 levels.

The receiver inputs withstand an input overvoltage up to ±25V and provide input terminating resistors with

Table 2. Three-State Control of Receivers

PART	SHDN	$\overline{SHDN}$	EN	$\overline{EN(R)}$	RECEIVERS
MAX223	—	Low High High	X Low High	—	High Impedance Active High Impedance
MAX225	—	—	—	Low High	High Impedance Active
MAX235 MAX236 MAX240	Low Low High	—	—	Low High X	High Impedance Active High Impedance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nominal 5kΩ values. The receivers implement Type 1 interpretation of the fault conditions of V.28 and EIA/TIA-232E.

The receiver input hysteresis is typically 0.5V with a guaranteed minimum of 0.2V. This produces clear output transitions with slow-moving input signals, even with moderate amounts of noise and ringing. The receiver propagation delay is typically 600ns and is independent of input swing direction.

Low-Power Receive Mode

The low-power receive-mode feature of the MAX223, MAX242, and MAX245–MAX249 puts the IC into shutdown mode but still allows it to receive information. This is important for applications where systems are periodically awakened to look for activity. Using low-power receive mode, the system can still receive a signal that will activate it on command and prepare it for communication at faster data rates. This operation conserves system power.

Negative Threshold—MAX243

The MAX243 is pin compatible with the MAX232A, differing only in that RS-232 cable fault protection is removed on one of the two receiver inputs. This means that control lines such as CTS and RTS can either be driven or left floating without interrupting communication. Different cables are not needed to interface with different pieces of equipment.

The input threshold of the receiver without cable fault protection is -0.8V rather than +1.4V. Its output goes positive only if the input is connected to a control line that is actively driven negative. If not driven, it defaults to the 0 or "OK to send" state. Normally, the MAX243's other receiver (+1.4V threshold) is used for the data line (TD or RD), while the negative threshold receiver is connected to the control line (DTR, DTS, CTS, RTS, etc.).

Other members of the RS-232 family implement the optional cable fault protection as specified by EIA/TIA-232E specifications. This means a receiver output goes high whenever its input is driven negative, left floating, or shorted to ground. The high output tells the serial communications IC to stop sending data. To avoid this, the control lines must either be driven or connected with jumpers to an appropriate positive voltage level.

Shutdown—MAX222–MAX242

On the MAX222, MAX235, MAX236, MAX240, and MAX241, all receivers are disabled during shutdown. On the MAX223 and MAX242, two receivers continue to operate in a reduced power mode when the chip is in shutdown. Under these conditions, the propagation delay increases to about 2.5µs for a high-to-low input transition. When in shutdown, the receiver acts as a CMOS inverter with no hysteresis. The MAX223 and MAX242 also have a receiver output enable input ($\overline{EN}$ for the MAX242 and EN for the MAX223) that allows receiver output control independent of $\overline{SHDN}$ (SHDN for MAX241). With all other devices, $\overline{SHDN}$ (SHDN for MAX241) also disables the receiver outputs.

The MAX225 provides five transmitters and five receivers, while the MAX245 provides ten receivers and eight transmitters. Both devices have separate receiver and transmitter-enable controls. The charge pumps turn off and the devices shut down when a logic high is applied to the ENT input. In this state, the supply current drops to less than 25µA and the receivers continue to operate in a low-power receive mode. Driver outputs enter a high-impedance state (three-state mode). On the MAX225, all five receivers are controlled by the $\overline{ENR}$ input. On the MAX245, eight of the receiver outputs are controlled by the $\overline{ENR}$ input, while the remaining two receivers (RA5 and RB5) are always active. RA1–RA4 and RB1–RB4 are put in a three-state mode when $\overline{ENR}$ is a logic high.

Receiver and Transmitter Enable Control Inputs

The MAX225 and MAX245–MAX249 feature transmitter and receiver enable controls.

The receivers have three modes of operation: full-speed receive (normal active), three-state (disabled), and low-power receive (enabled receivers continue to function at lower data rates). The receiver enable inputs control the full-speed receive and three-state modes. The transmitters have two modes of operation: full-speed transmit (normal active) and three-state (disabled). The transmitter enable inputs also control the shutdown mode. The device enters shutdown mode when all transmitters are disabled. Enabled receivers function in the low-power receive mode when in shutdown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

Tables 1a–1d define the control states. The MAX244 has no control pins and is not included in these tables.

The MAX246 has ten receivers and eight drivers with two control pins, each controlling one side of the device. A logic high at the A-side control input ($\overline{ENA}$) causes the four A-side receivers and drivers to go into a three-state mode. Similarly, the B-side control input ($\overline{ENB}$) causes the four B-side drivers and receivers to go into a three-state mode. As in the MAX245, one A-side and one B-side receiver (RA5 and RB5) remain active at all times. The entire device is put into shutdown mode when both the A and B sides are disabled ($\overline{ENA}$ = $\overline{ENB}$ = +5V).

The MAX247 provides nine receivers and eight drivers with four control pins. The $\overline{ENRA}$ and $\overline{ENRB}$ receiver enable inputs each control four receiver outputs. The $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$ transmitter enable inputs each control four drivers. The ninth receiver (RB5) is always active. The device enters shutdown mode with a logic high on both $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$.

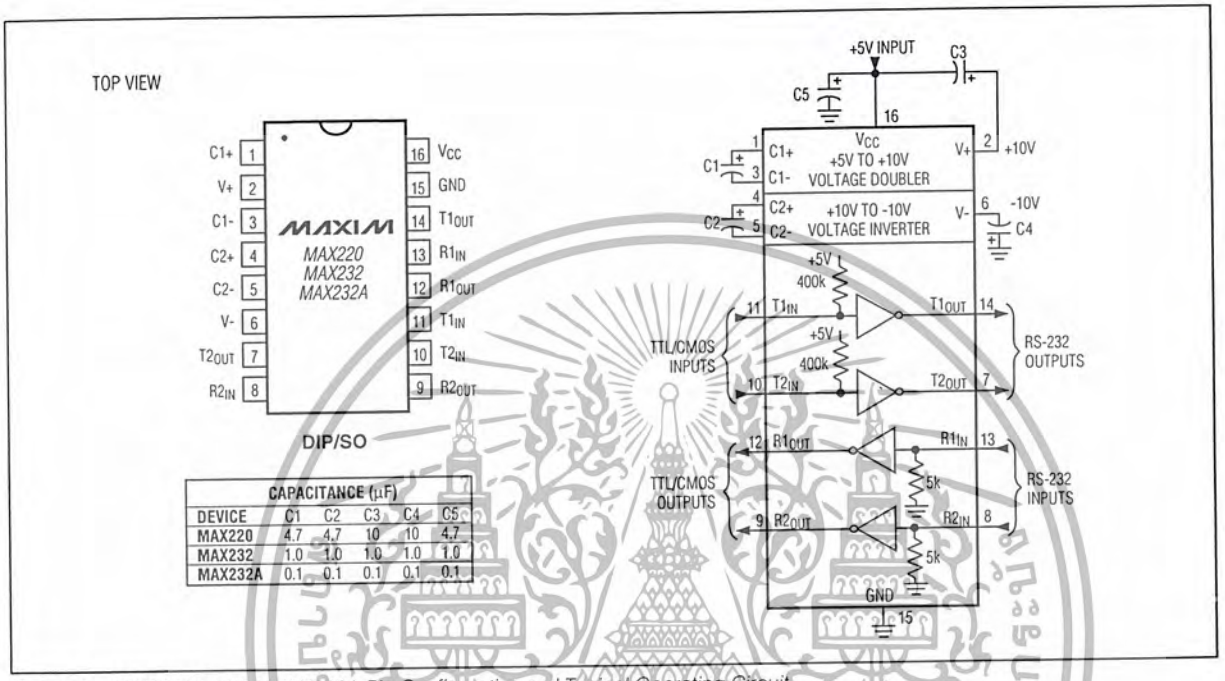
The MAX248 provides eight receivers and eight drivers with four control pins. The $\overline{ENRA}$ and $\overline{ENRB}$ receiver enable inputs each control four receiver outputs. The $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$ transmitter enable inputs control four drivers each. This part does not have an always-active receiver. The device enters shutdown mode and transmitters go into a three-state mode with a logic high on both $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$.

The MAX249 provides ten receivers and six drivers with four control pins. The $\overline{ENRA}$ and $\overline{ENRB}$ receiver enable inputs each control five receiver outputs. The $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$ transmitter enable inputs control three drivers each. There is no always-active receiver. The device enters shutdown mode and transmitters go into a three-state mode with a logic high on both $\overline{ENTA}$ and $\overline{ENTB}$. In shutdown mode, active receivers operate in a low-power receive mode at data rates up to 20kbits/sec.

Applications Information

Figures 5 through 25 show pin configurations and typical operating circuits. In applications that are sensitive to power-supply noise, V_{CC} should be decoupled to ground with a capacitor of the same value as C1 and C2 connected as close as possible to the device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



CAPACITANCE (µF)					
DEVICE	C1	C2	C3	C4	C5
MAX220	4.7	4.7	10	10	4.7
MAX232	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
MAX232A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Figure 5. MAX220/MAX232/MAX232A Pin Configuration and Typical Operating Circuit

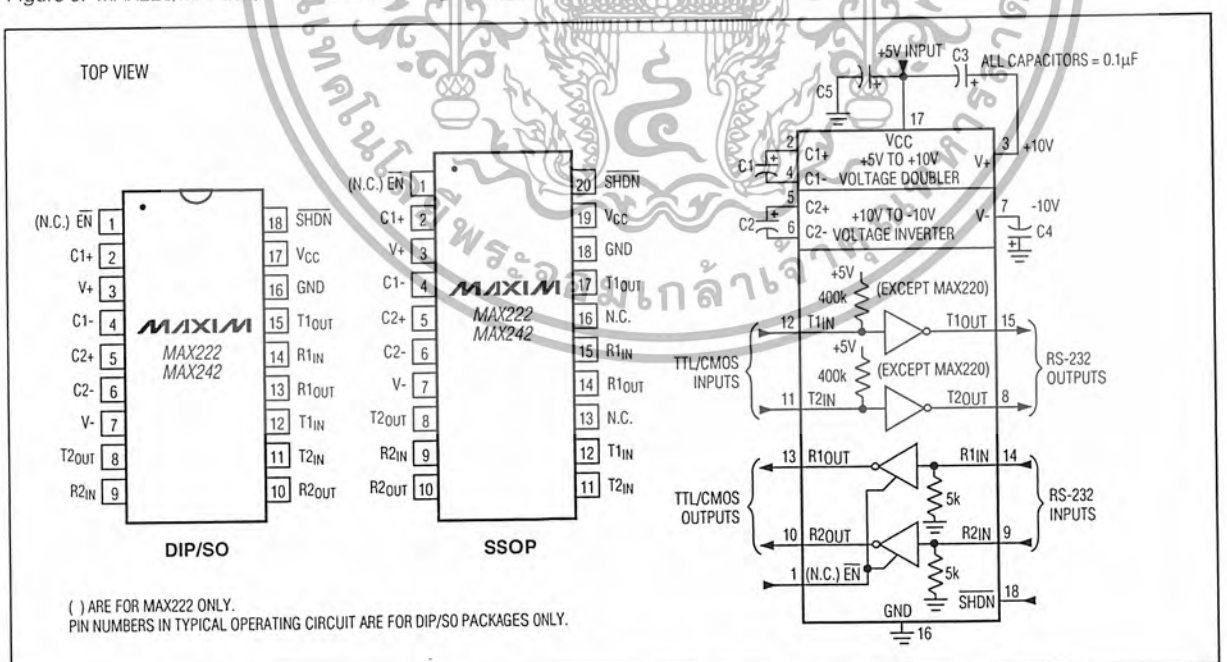


Figure 6. MAX222/MAX242 Pin Configurations and Typical Operating Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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

Ordering Information
MT8870DE/DE-1 18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1 18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1 20 Pin SSOP
-40 °C to +85 °C

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

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

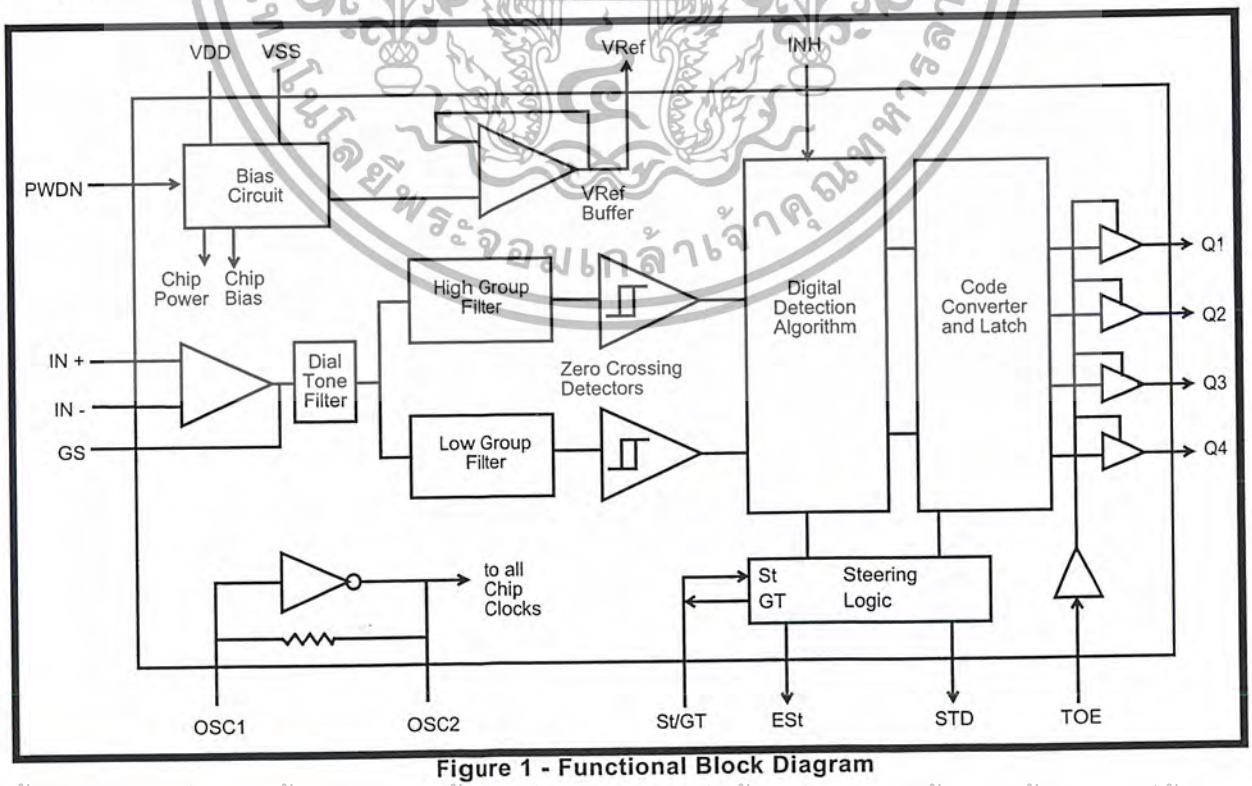


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

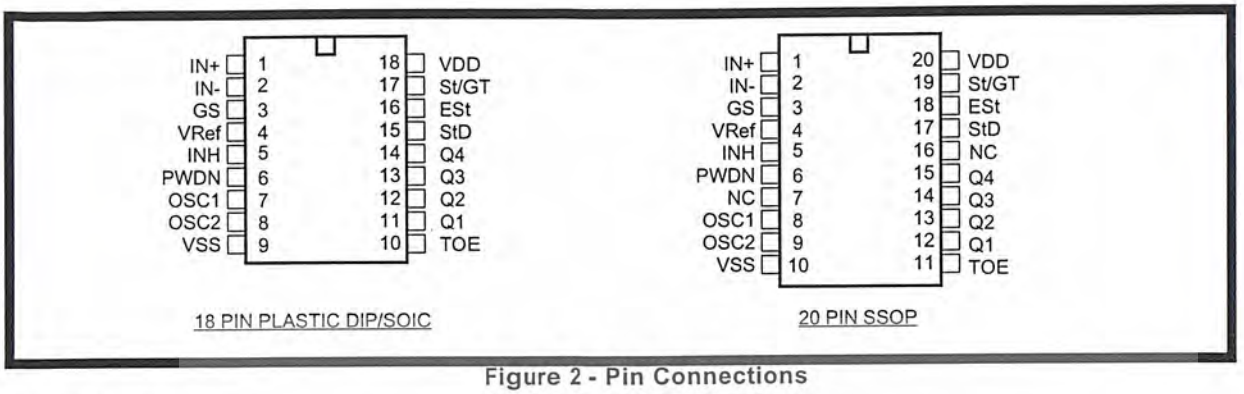


Figure 2 - Pin Connections

Pin Description

Pin #		Name	Description
18	20		
1	1	IN+	**Non-Inverting Op-Amp (Input).**
2	2	IN-	**Inverting Op-Amp (Input).**
3	3	GS	**Gain Select.** Gives access to output of front end differential amplifier for connection of feedback resistor.
4	4	V_{Ref}	**Reference Voltage (Output).** Nominally $V_{DD}/2$ is used to bias inputs at mid-rail (see Fig. 6 and Fig. 10).
5	5	INH	**Inhibit (Input).** Logic high inhibits the detection of tones representing characters A, B, C and D. This pin input is internally pulled down.
6	6	PWDN	**Power Down (Input).** Active high. Powers down the device and inhibits the oscillator. This pin input is internally pulled down.
7	8	OSC1	**Clock (Input).**
8	9	OSC2	**Clock (Output).** A 3.579545 MHz crystal connected between pins OSC1 and OSC2 completes the internal oscillator circuit.
9	10	V_{SS}	**Ground (Input).** 0V typical.
10	11	TOE	**Three State Output Enable (Input).** Logic high enables the outputs Q1-Q4. This pin is pulled up internally.
11-14	12-15	Q1-Q4	**Three State Data (Output).** When enabled by TOE, provide the code corresponding to the last valid tone-pair received (see Table 1). When TOE is logic low, the data outputs are high impedance.
15	17	StD	**Delayed Steering (Output).** Presents a logic high when a received tone-pair has been registered and the output latch updated; returns to logic low when the voltage on St/GT falls below V_{TSt}.
16	18	ESt	**Early Steering (Output).** Presents a logic high once the digital algorithm has detected a valid tone pair (signal condition). Any momentary loss of signal condition will cause ESt to return to a logic low.
17	19	St/GT	**Steering Input/Guard time (Output) Bidirectional.** A voltage greater than V_{TSt} detected at St causes the device to register the detected tone pair and update the output latch. A voltage less than V_{TSt} frees the device to accept a new tone pair. The GT output acts to reset the external steering time-constant; its state is a function of ESt and the voltage on St.
18	20	V_{DD}	**Positive power supply (Input).** +5V typical.
	7, 16	NC	No Connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

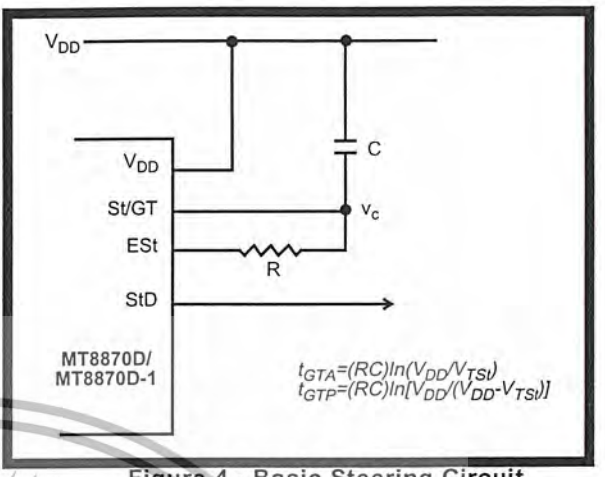


Figure 4 - Basic Steering Circuit

Steering Circuit

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

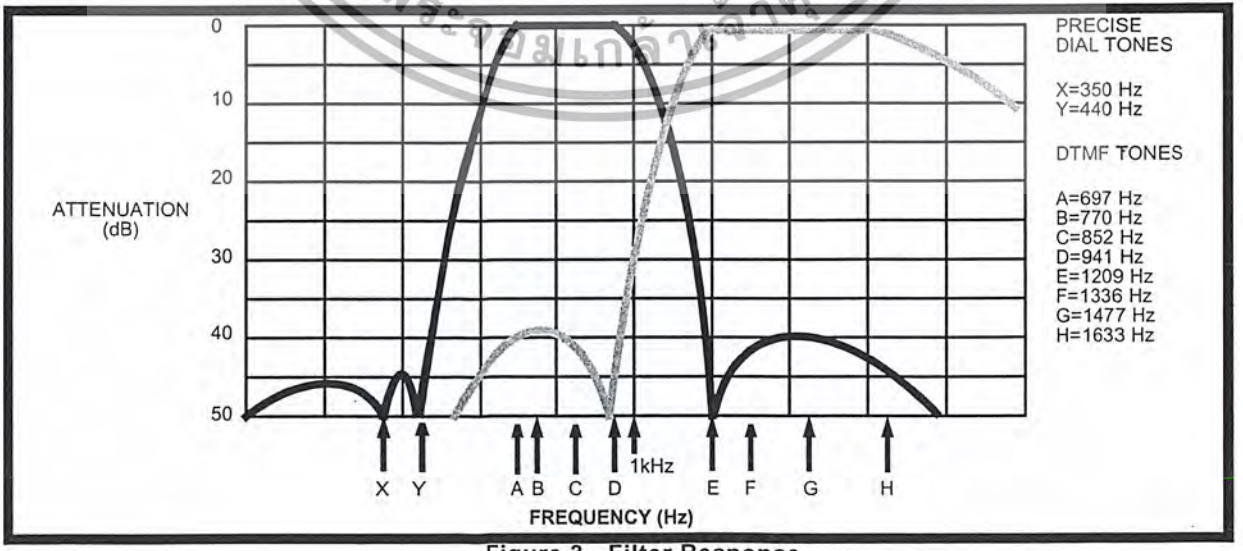


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

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

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

Table 1. Functional Decode Table

L=LOGIC LOW, H=LOGIC HIGH, Z=HIGH IMPEDANCE
X = DON'T CARE

Guard Time Adjustment

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

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

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

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

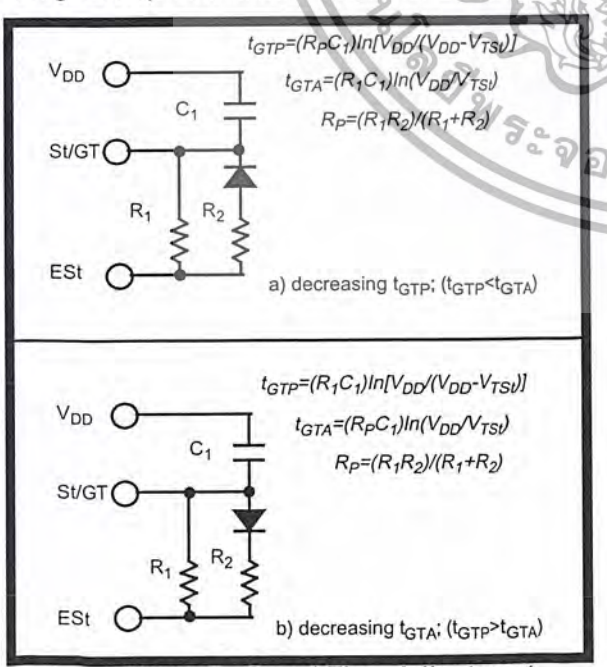


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

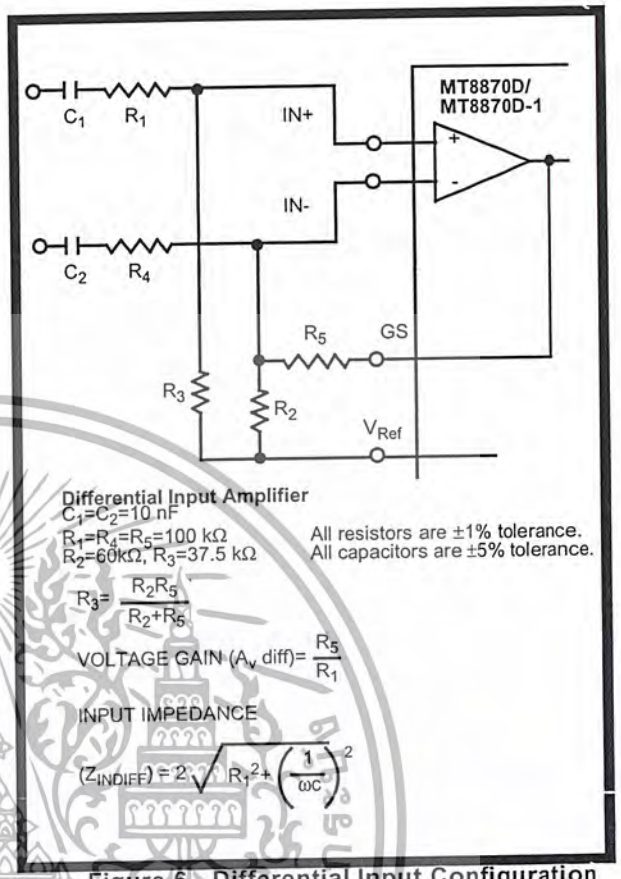


Figure 6 - Differential Input Configuration

Crystal Oscillator

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

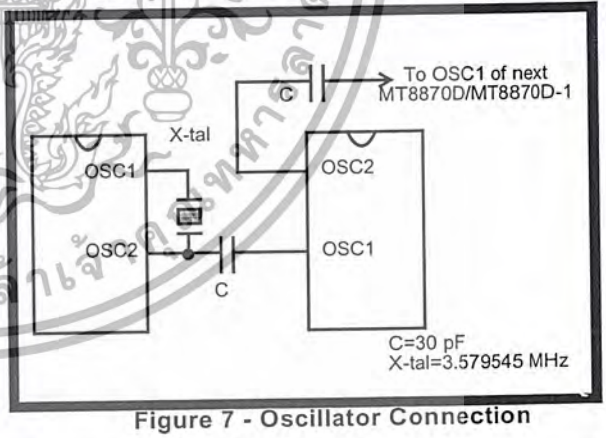


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

Note: Qm=quality factor of RLC model, i.e., $1/2\Pi fR1C1$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

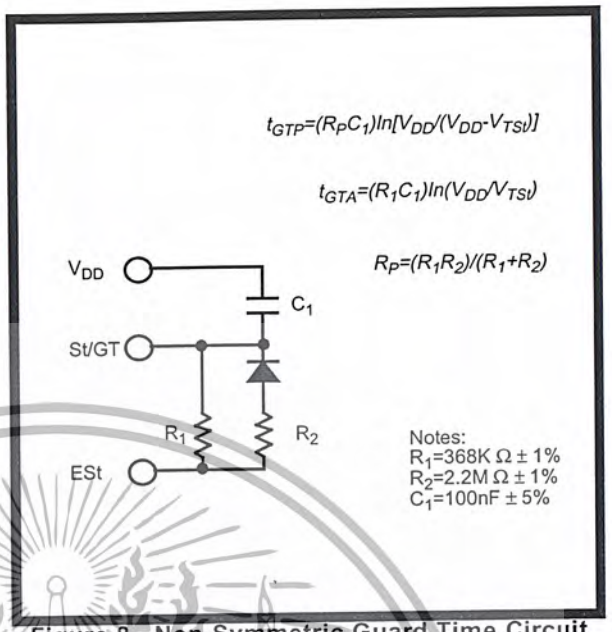


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

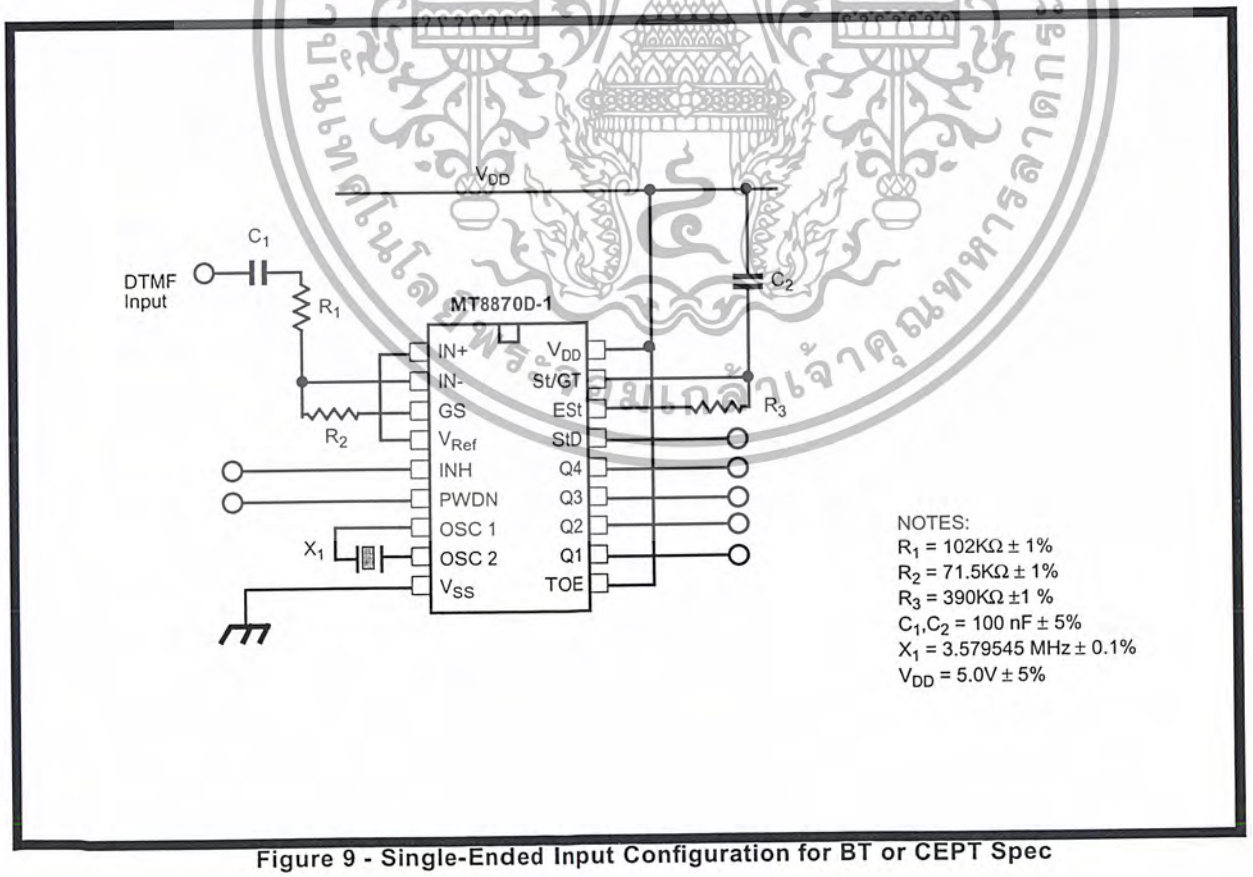


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

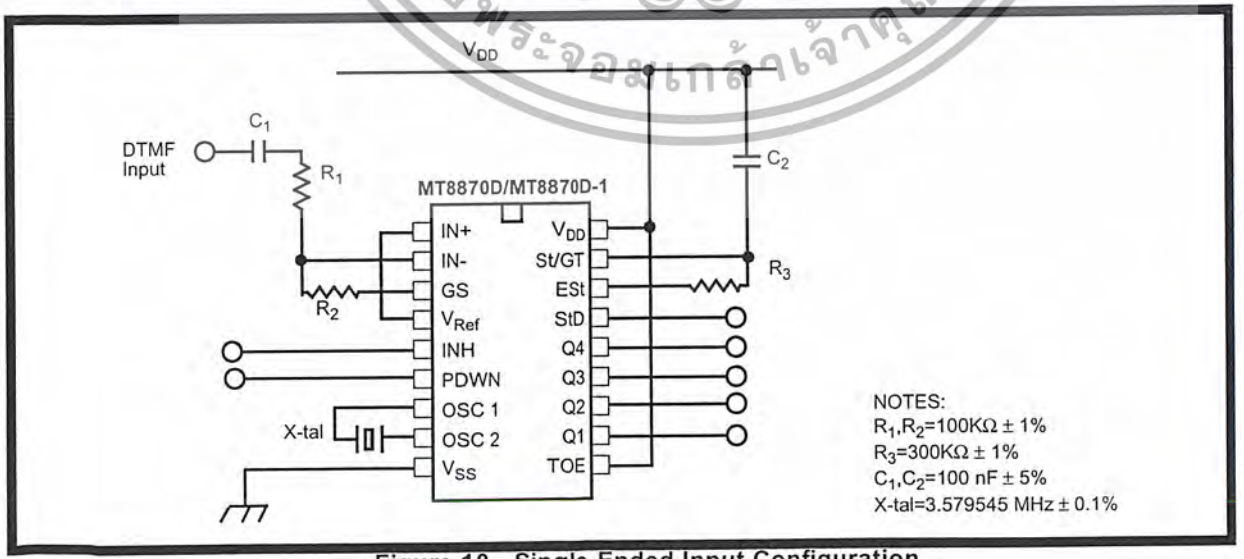
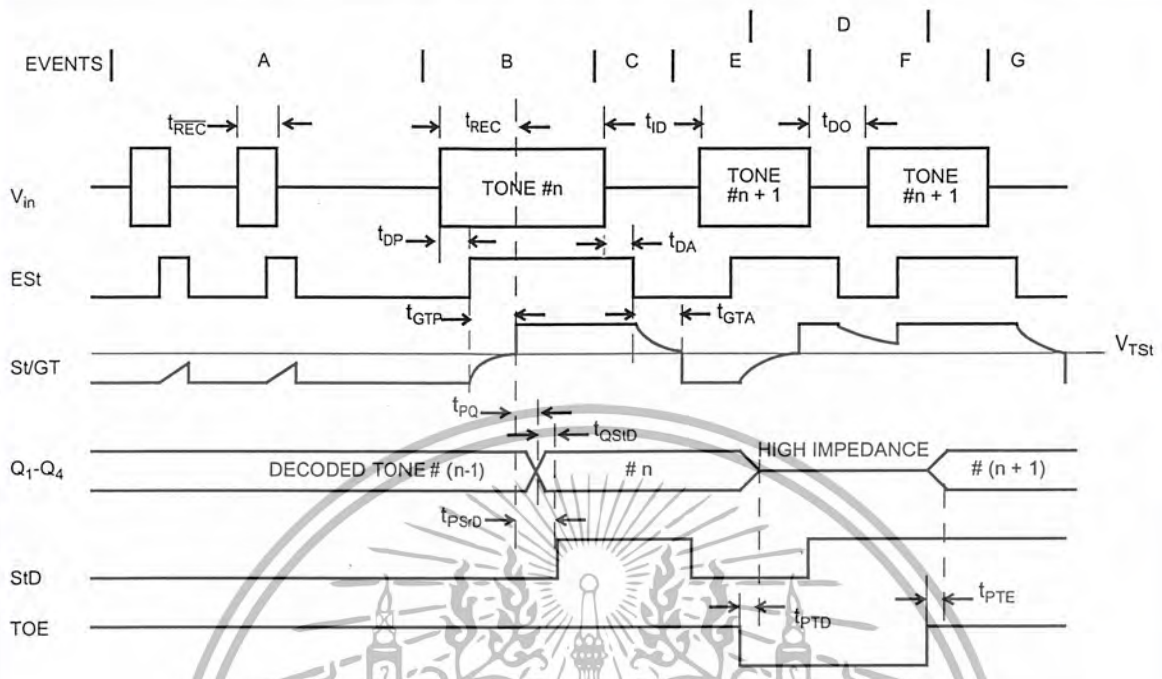


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.

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

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

Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.

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

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

$t_{\overline{REC}}$ MAXIMUM DTMF SIGNAL DURATION NOT DETECED AS VALID

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

t_{ID} MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.

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

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

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

t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC74AC14, MC74ACT14

Hex Inverter Schmitt Trigger

The MC74AC14/74ACT14 contains six logic inverters which accept standard CMOS Input signals (TTL levels for MC74ACT14) and provide standard CMOS output levels. They are capable of transforming slowly changing input signals into sharply defined, jitter–free output signals. In addition, they have a greater noise margin then conventional inverters.

The MC74AC14/74ACT14 has hysteresis between the positive–going and negative–going input thresholds (typically 1.0 V) which is determined internally by transistor ratios and is essentially insensitive to temperature and supply voltage variations.

- Schmitt Trigger Inputs
- Outputs Source/Sink 24 mA
- 'ACT14 Has TTL Compatible Inputs

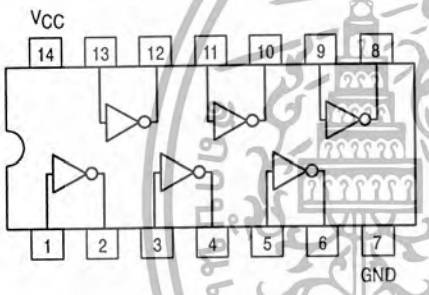


Figure 1. Pinout; 14–Lead Packages Conductors (Top View)

FUNCTION TABLE

Input	Output
A	O
L	H
H	L

ON Semiconductor™

http://onsemi.com

PDIP–14
N SUFFIX
CASE 646

SO–14
D SUFFIX
CASE 751A

TSSOP–14
DT SUFFIX
CASE 948G

EIAJ–14
M SUFFIX
CASE 965

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
MC74AC14N	PDIP–14	25 Units/Rail
MC74ACT14N	PDIP–14	25 Units/Rail
MC74AC14D	SOIC–14	55 Units/Rail
MC74AC14DR2	SOIC–14	2500 Tape & Reel
MC74ACT14D	SOIC–14	55 Units/Rail
MC74ACT14DR2	SOIC–14	2500 Tape & Reel
MC74AC14DT	TSSOP–14	96 Units/Rail
MC74AC14DTR2	TSSOP–14	2500 Tape & Reel
MC74ACT14DT	TSSOP–14	96 Units/Rail
MC74ACT14DTR2	TSSOP–14	2500 Tape & Reel
MC74AC14M	EIAJ–14	50 Units/Rail
MC74AC14MEL	EIAJ–14	2000 Tape & Reel
MC74ACT14M	EIAJ–14	50 Units/Rail
MC74ACT14MEL	EIAJ–14	2000 Tape & Reel

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 5 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAXIMUM RATINGS*

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	–0.5 to +7.0	V
V_{in}	DC Input Voltage (Referenced to GND)	–0.5 to V_{CC} +0.5	V
V_{out}	DC Output Voltage (Referenced to GND)	–0.5 to V_{CC} +0.5	V
I_{in}	DC Input Current, per Pin	±20	mA
I_{out}	DC Output Sink/Source Current, per Pin	±50	mA
I_{CC}	DC V_{CC} or GND Current per Output Pin	±50	mA
T_{stg}	Storage Temperature	–65 to +150	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation should be restricted to the Recommended Operating Conditions.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	'AC	2.0	5.0	6.0	V
		'ACT	4.5	5.0	5.5	
V_{in}, V_{out}	DC Input Voltage, Output Voltage (Ref. to GND)		0	–	V_{CC}	V
t_r, t_f	Input Rise and Fall Time (Note 1) 'AC Devices except Schmitt Inputs	V_{CC} @ 3.0 V	–	150	–	ns/V
		V_{CC} @ 4.5 V	–	40	–	
		V_{CC} @ 5.5 V	–	25	–	
t_r, t_f	Input Rise and Fall Time (Note 2) 'ACT Devices except Schmitt Inputs	V_{CC} @ 4.5 V	–	10	–	ns/V
		V_{CC} @ 5.5 V	–	8.0	–	
T_J	Junction Temperature (PDIP)		–	–	140	°C
T_A	Operating Ambient Temperature Range		–40	25	85	°C
I_{OH}	Output Current – High		–	–	–24	mA
I_{OL}	Output Current – Low		–	–	24	mA

1. V_{in} from 30% to 70% V_{CC}; see individual Data Sheets for devices that differ from the typical input rise and fall times.
2. V_{in} from 0.8 V to 2.0 V; see individual Data Sheets for devices that differ from the typical input rise and fall times.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	V_{CC} (V)	74AC T_A = +25°C		74AC T_A = –40°C to +85°C	Unit	Conditions
			Typ	Guaranteed Limits			
V_{OH}	Minimum High Level Output Voltage	3.0	2.99	2.9	2.9	V	I_{OUT} = –50 μA
		4.5	4.49	4.4	4.4		
		5.5	5.49	5.4	5.4		
		3.0	–	2.56	2.46	V	*V_{IN} = V_{IL} or V_{IH}
		4.5	–	3.86	3.76		I_{OH} –12 mA
		5.5	–	4.86	4.76		I_{OH} –24 mA
							I_{OH} –24 mA
V_{OL}	Maximum Low Level Output Voltage	3.0	0.002	0.1	0.1	V	I_{OUT} = 50 μA
		4.5	0.001	0.1	0.1		
		5.5	0.001	0.1	0.1		
		3.0	–	0.36	0.44	V	*V_{IN} = V_{IL} or V_{IH}
		4.5	–	0.36	0.44		I_{OL} 12 mA
		5.5	–	0.36	0.44		I_{OL} 24 mA
							I_{OL} 24 mA
I_{IN}	Maximum Input Leakage Current	5.5	–	±0.1	±1.0	μA	V_I = V_{CC}, GND
I_{OLD}	†Minimum Dynamic Output Current	5.5	–	–	75	mA	V_{OLD} = 1.65 V Max
I_{OHD}		5.5	–	–	–75	mA	V_{OHD} = 3.85 V Min
I_{CC}	Maximum Quiescent Supply Current	5.5	–	4.0	40	μA	V_{IN} = V_{CC} or GND

*All outputs loaded; thresholds on input associated with output under test.
†Maximum test duration 2.0 ms, one output loaded at a time.
NOTE: I_{IN} and I_{CC} @ 3.0 V are guaranteed to be less than or equal to the respective limit @ 5.5 V V_{CC}.

AC CHARACTERISTICS (For Figures and Waveforms – See Section 3 of the ON Semiconductor FACT Data Book, DL138/D)

Symbol	Parameter	V_{CC}* (V)	74AC T_A = +25°C, C_L = 50 pF			74AC T_A = –40°C to +85°C, C_L = 50 pF		Unit	Fig. No.
			Min	Typ	Max	Min	Max		
t_{PLH}	Propagation Delay	3.3	1.5	9.5	13.5	1.5	15.0	ns	3–5
		5.0	1.5	7.0	10.0	1.5	11.0		
t_{PHL}	Propagation Delay	3.3	1.5	7.5	11.5	1.5	13.0	ns	3–5
		5.0	1.5	6.0	8.5	1.5	9.5		

*Voltage Range 3.3 V is 3.3 V ±0.3 V.
Voltage Range 5.0 V is 5.0 V ±0.5 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT CHARACTERISTICS (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	V_{CC} (V)	74AC	74ACT		Test Conditions
V_{t+}	Maximum Positive Threshold	3.0 4.5 5.5	2.2 3.2 3.9	2.0	V	T_A = Worst Case
V_{t-}	Minimum Negative Threshold	3.0 4.5 5.5	0.5 0.9 1.1	0.8	V	T_A = Worst Case
$V_{h(max)}$	Maximum Hysteresis	3.0 4.5 5.5	1.2 1.4 1.6	1.2	V	T_A = Worst Case
$V_{h(min)}$	Minimum Hysteresis	3.0 4.5 5.5	0.3 0.4 0.5	0.4	V	T_A = Worst Case

DC CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	V_{CC} (V)	74ACT T_A = +25°C		74ACT T_A = −40°C to +85°C	Unit	Conditions
			Typ	Guaranteed Limits			
V_{OH}	Minimum High Level Output Voltage	4.5 5.5	4.49 5.49	4.4 5.4	4.4 5.4	V	I_{OUT} = −50 μA
		4.5 5.5	– –	3.86 4.86	3.76 4.76	V	*V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} I_{OH} −24 mA −24 mA
V_{OL}	Maximum Low Level Output Voltage	4.5 5.5	0.001 0.001	0.1 0.1	0.1 0.1	V	I_{OUT} = 50 μA
		4.5 5.5	– –	0.36 0.36	0.44 0.44	V	*V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} I_{OL} 24 mA 24 mA
I_{IN}	Maximum Input Leakage Current	5.5	–	±0.1	±1.0	μA	V_I = V_{CC}, GND
ΔI_{CCT}	Additional Max. I_{CC}/Input	5.5	0.6	–	1.5	mA	V_I = V_{CC} − 2.1 V
I_{OLD}	†Minimum Dynamic Output Current	5.5	–	–	75	mA	V_{OLD} = 1.65 V Max
I_{OHD}		5.5	–	–	−75	mA	V_{OHD} = 3.85 V Min
I_{CC}	Maximum Quiescent Supply Current	5.5	–	4.0	40	μA	V_{IN} = V_{CC} or GND

*All outputs loaded; thresholds on input associated with output under test.
†Maximum test duration 2.0 ms, one output loaded at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC CHARACTERISTICS (For Figures and Waveforms – See Section 3 of the ON Semiconductor FACT Data Book, DL138/D)

Symbol	Parameter	V_{CC}* (V)	74ACT T_A = +25°C, C_L = 50 pF			74ACT T_A = –40°C to +85°C, C_L = 50 pF		Unit	Fig. No.
			Min	Typ	Max	Min	Max		
t_{PLH}	Propagation Delay	5.0	1.5	–	11.5	1.0	12.5	ns	3–5
t_{PHL}	Propagation Delay	5.0	1.5	–	10.0	1.0	11.0	ns	3–5

*Voltage Range 5.0 V is 5.0 V ±0.5 V.

CAPACITANCE

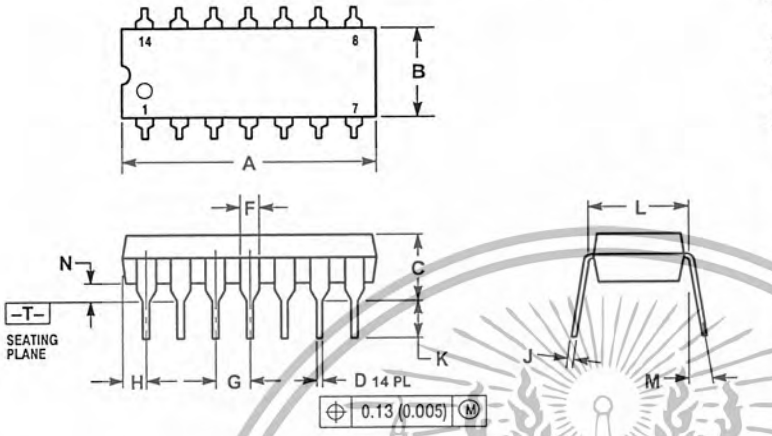
Symbol	Parameter	Value Typ	Unit	Test Conditions
C_{IN}	Input Capacitance	4.5	pF	V_{CC} = 5.0 V
C_{PD}	Power Dissipation Capacitance	25	pF	V_{CC} = 5.0 V

MARKING DIAGRAMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

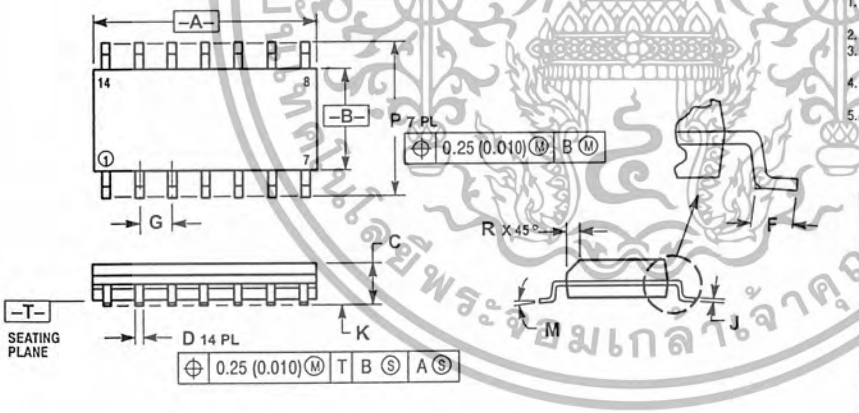
PDIP–14
N SUFFIX
14 PIN PLASTIC DIP PACKAGE
CASE 646–06
ISSUE M



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	18.80
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.290	0.310	7.37	7.87
M	---	10°	---	10°
N	0.015	0.039	0.38	1.01

SO–14
D SUFFIX
14 PIN PLASTIC SOIC PACKAGE
CASE 751A–03
ISSUE F



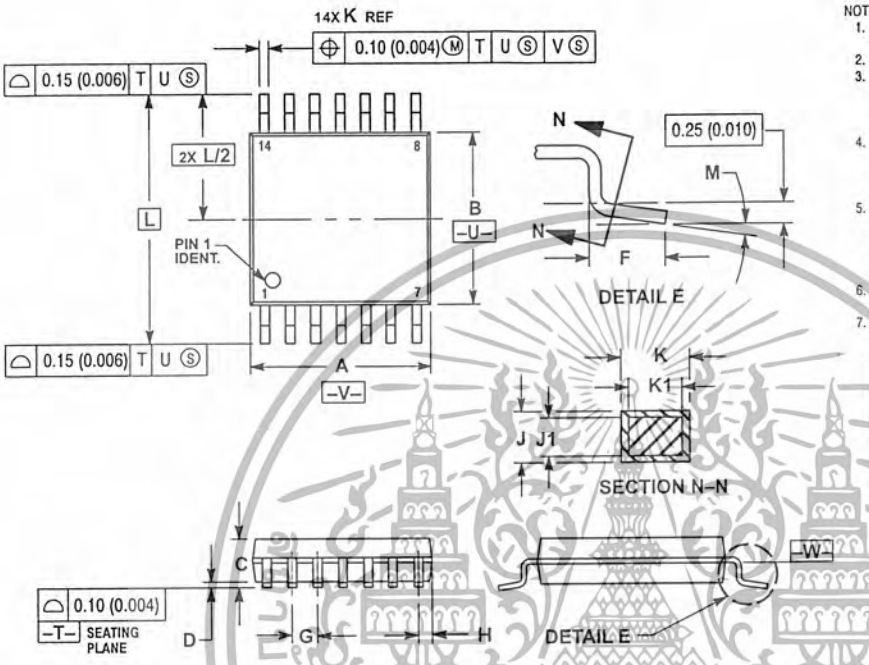
NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

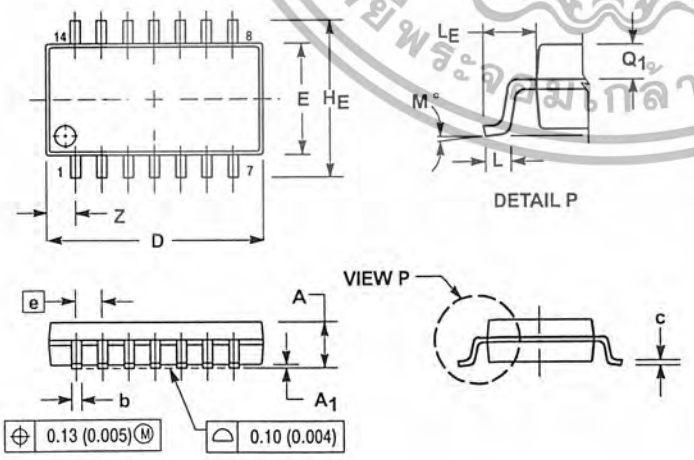
TSSOP–14
DT SUFFIX
14 PIN PLASTIC TSSOP PACKAGE
CASE 948G–01
ISSUE O



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSION A DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 (0.010) PER SIDE.
5. DIMENSION K DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08 (0.003) TOTAL IN EXCESS OF THE K DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
6. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY.
7. DIMENSION A AND B ARE TO BE DETERMINED AT DATUM PLANE -W-.

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	4.90	5.10	0.193	0.200
B	4.30	4.50	0.169	0.177
C	---	1.20	---	0.047
D	0.05	0.15	0.002	0.006
F	0.50	0.75	0.020	0.030
G	0.65 BSC		0.026 BSC	
H	0.50	0.60	0.020	0.024
J	0.09	0.20	0.004	0.008
J1	0.09	0.16	0.004	0.006
K	0.19	0.30	0.007	0.012
K1	0.19	0.25	0.007	0.010
L	6.40 BSC		0.252 BSC	
M	0°	8°	0°	8°

EIAJ–14
M SUFFIX
14 PIN PLASTIC EIAJ PACKAGE
CASE 965–01
ISSUE O



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS D AND E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS AND ARE MEASURED AT THE PARTING LINE. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
4. TERMINAL NUMBERS ARE SHOWN FOR REFERENCE ONLY.
5. THE LEAD WIDTH DIMENSION (b) DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08 (0.003) TOTAL IN EXCESS OF THE LEAD WIDTH DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION. DAMBAR CANNOT BE LOCATED ON THE LOWER RADIUS OR THE FOOT. MINIMUM SPACE BETWEEN PROTRUSIONS AND ADJACENT LEAD TO BE 0.46 (0.018).

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	---	2.05	---	0.081
A_1	0.05	0.20	0.002	0.008
b	0.35	0.50	0.014	0.020
c	0.18	0.27	0.007	0.011
D	9.90	10.50	0.390	0.413
E	5.10	5.45	0.201	0.215
e	1.27 BSC		0.050 BSC	
H_E	7.40	8.20	0.291	0.323
0.50	0.50	0.85	0.020	0.033
L_E	1.10	1.50	0.043	0.059
M	0°	10°	0°	10°
Q_1	0.70	0.90	0.028	0.035
Z	---	1.42	---	0.056

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ON Semiconductor and ON are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

Literature Fulfillment:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303–675–2175 or 800–344–3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303–675–2176 or 800–344–3867 Toll Free USA/Canada
Email: ONlit@hibbertco.com

N. American Technical Support: 800–282–9855 Toll Free USA/Canada

JAPAN: ON Semiconductor, Japan Customer Focus Center
4–32–1 Nishi–Gotanda, Shinagawa–ku, Tokyo, Japan 141–0031
Phone: 81–3–5740–2700
Email: r14525@onsemi.com

ON Semiconductor Website: http://onsemi.com

For additional information, please contact your local Sales Representative.

MC74C14/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ด้วยดี เนื่องด้วยการได้รับการชี้แนะแนวทางของท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ท่าน รศ.ดร. กอบชัย เดชหาญ และท่านอาจารย์ สมปอง วิเศษพาณิชกิจ มาตลอดจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทการศึกษา วิชาการ ความรู้ในระดับต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจในการทำงานครั้งนี้มาตลอด โดยเฉพาะผู้ร่วมทำโครงงานที่เสียสละเป็นอย่างมากมาโดยตลอด และที่จะขาดเสียไม่ได้ ขอกราบขอบพระคุณบุพการีผู้ให้กำเนิด ที่เสียสละทั้งกำลังกาย และใจ ให้ความรัก ความอบอุ่นและความห่วงหาอาทรเราตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] วิฑูรย์ ศิริชัยสุทธิกร และคณะ, ระบบ IP Telephone บนเครือข่ายลาดกระบัง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

[2] กิติพงษ์ ความไพบูลย์ และ เกื้อกูล จุติวิวรรัตน์, ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

[3] วรุตน์ บุญธรรม และ อังคนา โชติเวชกุล, การบีบอัดเสียงโดยใช้เอดีพีซีเอ็ม แล้วส่งผ่านเครือข่ายโดยใช้ TCP / IP Protocol, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

[4] ณัฐวุฒิ ชมเพ็ญ และคณะ, โทรศัพท์ผ่านอินเตอร์เน็ต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

[5] ธีระวัฒน์ รัตนสุภา และ ปกรณ์ รักฉิม, การออกแบบเครื่องชุมสายปลายทางระบบดิจิตอล, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

[6] สมยศ จุณณะปิยะ , การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2543.

[6] Stephen Kingham and John Barlow , Voice over IP Interconnect, Australian Academic Research Network, Australia, 2000

[7] Sean Christensen, Voice over IP Solutions, Jupiter Networks, Inc. , USA, 2001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Visual C++ ที่ใช้ในการเชื่อมต่อผ่านโครงข่าย IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้