สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต

Long Distance Telephone Via Internet Network

โดย

นาย สุริยันต์	กระเร็น	43015047
นาย คฑาวุธ	เสกสิริมงคล	43015057
นาย ประภาส	บุญประคอง	43015074

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50104
วัน,เดือน,ปี 21 มี.ค. 2547
.b.....
.i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต

Long Distance Telephone Via Internet Network

โดย

นาย สุริยันต์ กระเร็น 43015047

นาย คฑาวุธ เสกสิริมงคล 43015057

นาย ประภาส บุญประคอง 43015074

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค

ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต**

Long Distance Telephone Via Internet Network

ผู้จัดทำ

1. นาย สุริยันต์	**กระเร็น**	**43015047**
2. นาย คฑาวุธ	**เสกสิริมงคล**	**43015057**
3. นาย ประภาส	**บุญประคอง**	**43015074**

…… อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์)

…… อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต

Long Distance Telephone Via Internet Network

โดย นายสุริยันต์ กระเร็น 43015047
นายคฑาวุธ เสกสิริมงคล 43015057
นายประภาส บุญประคอง 43015074

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค
ผศ. เกรียงไกร วงศ์โรจนภรณ์

บทคัดย่อ

ในโครงงานระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต เป็นโครงงานที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลด้วยเสียง แทนการใช้โทรศัพท์ทางไกลตามปกติ โดยจะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเข้าไป ระหว่างโทรศัพท์กับคอมพิวเตอร์ทั้งทางด้านต้นทางและปลายทาง และคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ด้าน จะต้องเชื่อมต่ออยู่กับเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ในโครงงานนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟแวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม และเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์กับคอมพิวเตอร์ ในส่วนของซอฟแวร์ จะใช้ในการติดต่อ ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ด้าน ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

Abstract

This project long distance telephone via internet system has the objective to use the internet network as the medium to transfer a voice signal instead of the long public telephone line. With to install the equipment between telephone and computer. Both computer are connected to internet network. This project consists of 2 important parts , hardware and software. For hardware part , we use microcontroller for controlling and interface between computer and telephone. For software part , we use for connecting between both computer flow in the internet network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	3
2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	3
2.1.1 วัตถุประสงค์ของการใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	3
2.1.2 โครงสร้างของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	4
2.1.3 ประเภทของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระยะการเชื่อมต่อ	4
2.1.4 ประเภทของระบบเครือข่าย	5
2.1.5 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย	5
2.1.6 สถาปัตยกรรมเครือข่ายรูปแบบ OSI	8
2.2 ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต	10
2.2.1 ประวัติอินเตอร์เน็ต	10
2.2.2 สถาปัตยกรรมของอินเตอร์เน็ต	11
2.2.3 บริการในอินเตอร์เน็ต	11
2.2.4 โปรโตคอลในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ผ่านอินเตอร์เน็ต	12
2.2.4.1 โปรโตคอล TCP/IP	13
2.2.4.2 โครงสร้างสถาปัตยกรรมรูปแบบของโปรโตคอล TCP/IP	13
2.3 เครือข่ายระบบสื่อสารแพ็กเก็ตเสียง	26
2.3.1 เหตุผลในการใช้แพ็กเก็ตเสียง	27
2.3.2 การเข้ารหัสเสียง	27
2.3.3 เทคนิคในการบีบอัดข้อมูล	28
2.4 ข้อมูลการ์ดเสียง	28
2.4.1 การสังเคราะห์เสียง	30
2.4.2 คุณสมบัติของการ์ดเสียง	31
2.5 หลักการเขียนโปรแกรม Winsock ที่ใช้กับ TCP/IP	31
2.5.1 รู้จักกับ Winsock	31
2.5.2 การใช้งาน Winsock กับระบบปฏิบัติการตระกูล Windows	32
2.6 ไมโครคอลโทรลเลอร์	35
2.6.1 โครงสร้างภายในของ 8051	37
2.6.2 พอร์ทของ 8051	39
2.6.3 การแบ่งประเภทของหน่วยความจำ	43
2.7 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์	48
2.7.1 โครงสร้างของ MT8870	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การเชื่อมโยงทางแสง 50
2.8.1 ทรานซีสเตอร์คัปเปลอร์ 52
2.8.2 ดาร์ลิงตันทรานซีสเตอร์คัปเปลอร์ 52
2.8.3 ออปโต้คัปเปลอร์ที่ใช้สวิทช์สองทิศทางหรือไตรแอค 53
2.8.4 การประยุกต์ใช้งานโดยการนำไปใช้ควบคุมโหลด 53
2.9 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์ 54
2.9.1 องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์ 54
2.9.2 หน้าที่ของเครื่องรับโทรศัพท์ 68
2.9.3 โครงข่ายโทรศัพท์ 69
2.9.4 ชุมสายโทรศัพท์ 72
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 83
3.1 การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ 83
3.1.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง 84
3.1.2 วงจรถอดรหัสเลขหมายโทรศัพท์ 84
3.1.3 วงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ 86
3.1.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง 87
3.1.5 วงจรควบคุมเสียงพูดแบบสองทิศทาง 88
3.1.5.1 วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง 89
3.1.5.2 ตัวจ่ายแรงดันคงที่ 90
3.1.5.3 วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน 90
3.1.5.4 วงจรในการส่งสัญญาณ 91
3.1.5.5 วงจรในการรับสัญญาณ 92
3.1.5.6 วงจรขจัดไซด์โทน 93
3.1.5.7 การเชื่อมต่อของสัญญาณลอจิก 93
3.1.6 วงจรสัญญาณเสียงตอบรับ 94
3.1.7 วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ 95
3.1.8 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง 95
3.2 การออกแบบส่วนของโปรแกรม 97
3.2.1 การออกแบบโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ 97
3.2.2 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 101
3.2.2.1 การทำงานโดยรวมของโปรแกรม 101
3.2.2.2 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้และการใช้งานโปรแกรม 101
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 105
4.1 การทดลองส่วนของฮาร์ดแวร์ 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง 106
4.1.2 การทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ 107
4.1.3 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ 108
4.1.4 การทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง 109
4.1.5 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง 112
4.1.6 การทดลองวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ 114
4.2 การทดลองส่วนของโปรแกรม 115
4.2.1 หน้าโปรแกรมการตั้งค่าพอร์ทอนุกรม 115
4.2.2 หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมใช้งาน 115
4.2.3 การทดลองโปรแกรมในส่วนของการส่งข้อมูลควบคุม 116
4.2.4 การทดลองโปรแกรมในส่วนของการส่งข้อมูลเสียง 119
บทที่5 บทวิจารณ์และบทสรุป 120
ภาคผนวก
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป		หน้า
บทที่1	รูปที่ 1.1 แสดงระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต	1
บทที่2	รูปที่ 2.1 ระบบเครือข่ายแบบ Star Topology	6
	รูปที่ 2.2 ระบบเครือข่ายแบบ Bus Topology	7
	รูปที่ 2.3 ระบบเครือข่ายแบบ Ring Topology	7
	รูปที่ 2.4 โครงสร้างของสถาปัตยากรรมรูปแบบ OSI	10
	รูปที่ 2.5 แสดง TCP/IP stack เปรียบเทียบกับมาตราฐาน OSI	13
	รูปที่ 2.6 ภาพแสดงการรับส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล TCP/IP	15
	รูปที่ 2.7 โปรเซสต่างๆที่เรียกใช้ Transport layer เพื่อส่งผ่านข้อมูลโดยอาศัย port ซึ่งในแต่ล่ะโปรเซสจะเรียกใช้งาน port เฉพาะแตกต่างกัน ยกเว้น DNS ที่สามารถใช้งานได้ทั้ง TCP และ UDP	18
	รูปที่ 2.8 รูปแบบ TCP packet จะเห็นว่ามีฟิลด์ Acknowledgement Number และข้อมูล Checksum เพื่อใช้ตรวจสอบการเดินทางของข้อมูล ส่วน header มีข้อมูลมากทำให้ต้องอาศัยทรัพยากรของระบบมาก	19
	รูปที่ 2.9 โปรโตคอล TCP และ UDP อาศัยโปรโตคอล IP ที่อยู่ชั้นล่างเพื่อส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่าย และในชั้น Internetwork Protocal ยังมีโปรโตคอล ARP ทำหน้าที่แปลงเลขหมาย IP ไปเป็นเลขหมายของฮาร์ดแวร์จริง	20
	รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP ในแต่ล่ะชั้นหรือ Layer จะมีโปรโตคอลหลักทำหน้าที่ต่างๆและส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายและออกสู่อินเตอร์เน็ต	22
	รูปที่ 2.11 แสดง IP Header	25
	รูปที่ 2.12 แสดงรูปของการ์ดเสียง	29
	รูปที่ 2.13 แสดงกระบวนการแปลงสัญญาณของการ์ดเสียง	29
	รูปที่ 2.14 แสดงค่าที่ได้จากการแซมปลิ้งสัญญาณ	30
	รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของ socket ในยูนิกซ์	32
	รูปที่ 2.16 เรียกใช้งาน Winsock Control	33
	รูปที่ 2.17 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์	35
	รูปที่ 2.18 แสดงเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	36
	รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8051	37
	รูปที่ 2.20 แสดงตำแหน่งของรีจีสเตอร์ต่างๆและหน่วยความจำภายใน	38
	รูปที่ 2.21 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031	38
	รูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างพอร์ท 0	39
	รูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 1	40

เอกสารนี้เป็นที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 2 40
รูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 3 41
รูปที่ 2.26 การต่อขารีเซ็ทให้กับ 8051 42
รูปที่ 2.27 การใช้คล็อกภายในชิพออสซิลเลเตอร์ 42
รูปที่ 2.28 การใช้คล็อกภายนอกชิพ 43
รูปที่ 2.29 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8051 44
รูปที่ 2.30 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8052 44
รูปที่ 2.31 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Data Memory เบอร์ 8051 44
รูปที่ 2.32 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Program Memory เบอร์ 8052 45
รูปที่ 2.33 128 bytes ของ RAM ที่เข้าถึงข้อมูลแบบทางตรงและทางอ้อม 46
รูปที่ 2.34 แสดงรายละเอียดขา MT8870 48
รูปที่ 2.35 แสดงวงจรตรวจสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์ 50
รูปที่ 2.36 แสดงสัญญาณของออปโต้คัพเปลอร์ 51
รูปที่ 2.37 (ก).แสงที่เกิดขึ้นหลังจากมีกระแสไบแอสตรงไหลผ่าน 52
(ข).อิเล็คตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรบกวนกับโฮลพร้อมกับเปล่งแสง
ออกมา
รูปที่ 2.38 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 53
รูปที่ 2.39 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าสูง 54
รูปที่ 2.40 แสดงระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์และโลคอลลูป(Local loop) 54
รูปที่ 2.41 แสดงภาคส่งแบบคาร์บอน(Carbon Transmitter) 55
รูปที่ 2.42 แสดงภาครับโทรศัพท์(Telephone Receiver) 56
รูปที่ 2.43 แสดงวงจรพื้นฐานที่1 57
รูปที่ 2.44 แสดงวงจรพื้นฐานที่2 57
รูปที่ 2.45 แสดงวงจรใช้งานแบบ Induction coil 58
รูปที่ 2.46 แสดง Telephone Hybrid 59
รูปที่ 2.47 แสดง Hybrid(Transmit) 59
รูปที่ 2.48 แสดง Hybrid(Receiver) 60
รูปที่ 2.49 แสดง Telephone Impedance 60
รูปที่ 2.50 แสดง Subscriber Signalling 61
รูปที่ 2.51 แสดง Loop or Dial Pulse Signalling 62
รูปที่ 2.52 แสดงสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย(Inter Exchange Signalling) 63
รูปที่ 2.53 แสดง Dial Pulse 65
รูปที่ 2.54 แสดงพัลส์ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4 65
รูปที่ 2.55 แสดงหน้าปัดแบบกดปุ่มและความถี่ที่ใช้ 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.56 แสดง Ringing Voltage for the Telephone set 67
รูปที่ 2.57 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ 67
รูปที่ 2.58 Mesh Shaped Network 70
รูปที่ 2.59 Star Shaped Network 71
รูปที่ 2.60 ข่ายสายท้องถิ่น 71
รูปที่ 2.61 ข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่ 72
รูปที่ 2.62 ระบบ Cross Bar 73
รูปที่ 2.63 โครงสร้างของเครื่องชุมสาย SPC 74
รูปที่ 2.64 ชุมสายแบบ Analog และ ชุมสายแบบ Digital 75
รูปที่ 2.65 วงจรสัญญาณกระดิ่ง 76
รูปที่ 2.66 โครงข่ายตามลำดับชั้น (Hierarchy of network) 77
รูปที่ 2.67 ชุมสายท้องถิ่น 78
รูปที่ 2.68 ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น 78
รูปที่ 2.69 ระเบียบการเชื่อมต่อกับ Central Office 79
รูปที่ 2.70 การเชื่อมต่อระหว่าง Central Office 80
รูปที่ 2.71 ชุมสายโทรศัพท์ 81
บทที่3 รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์ 83
รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง 84
รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ 85
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ 86
รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง 88
รูปที่ 3.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายใน MC34114 89
รูปที่ 3.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมและอุปกรณ์ภายนอกของ MC34114 91
รูปที่ 3.8 แสดงเส้นทางของสัญญาณทางด้านรับและด้านส่ง 92
รูปที่3.9 แสดงวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ 94
รูปที่ 3.10 แสดงวงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ 95
รูปที่ 3.11 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง 96
รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก 97
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรเข้ามาจากผู้เรียก 99
รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรออกไปยังผู้ถูกเรียก 100
รูปที่ 3.15 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะทำงาน 101
รูปที่ 3.16 แสดงหน้าต่างกรณีเกิดความผิดพลาด 102
รูปที่ 3.17 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ 103
บทที่4 รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์ 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง 106
รูปที่ 4.3 แสดงผลการทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง 106
รูปที่ 4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ 107
รูปที่ 4.5 วงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ 108
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณดีทีเอ็มเอฟเมื่อป้อน 0001 (หมายเลข 1) 109
รูปที่ 4.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง 110
รูปที่ 4.8 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Busy Tone วัดที่เอาท์พุทของ LM567 110
รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Busy Tone วัดที่เอาท์พุทของไอซี 74LS123 111
รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Ringback tone วัดที่เอาท์พุทของ LM567 111
รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Ringback tone วัดที่เอาท์พุทของไอซี 74LS123 112
รูปที่ 4.12 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง 112
รูปที่ 4.13 แสดงผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างโดยแสดงเป็นรูปพัลส์ 113
รูปที่ 4.14 แสดงผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างโดยแสดงค่าความถี่ 113
รูปที่ 4.15 วงจรสัญญาณเสียงตอบรับ 114
รูปที่ 4.16 แสดงผลการทดลองวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ 114
รูปที่ 4.17 หน้าต่างโปรแกรมการตั้งค่าพอร์ทอนุกรม 115
รูปที่ 4.18 หน้าต่างโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมใช้งาน 116
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ 116
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์ 117
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ขณะทำการรับหมายเลขโทรศัพท์มาจากโปรแกรมไคลเอ็นท์ 118
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ขณะทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังโปรแกรมไคลเอ็นท์ 118
รูปที่ 4.23 หน้าต่างโปรแกรมขณะที่สามารถเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงและทำการส่งเสียงได้แล้ว 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
บทที่2	ตารางที่ 2.1 สรุปหมายเลขบางส่วนของ port ที่ใช้งานโดย TCP/IP และ UDP	23
	ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของ SFR	47
	ตารางที่ 2.3 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ	49
	ตารางที่ 2.4 แสดงความถี่และระยะเวลาการทำงานของสัญญาณต่างๆ	62
บทที่3	ตารางที่ 3.1 แสดงการถอดรหัส	85
	ตารางที่ 3.2 แสดงสัญญาณ DTMF ที่ได้จากไอซีเบอร์ TP5088 เมื่อป้อนที่ขา D0,D1,D2 และ D3 ได้ค่าต่างๆ	87
	ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโหมดการทำงานกับลอจิกของ MUTE และ MS	93
บทที่4	ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF	107
	ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองของวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF	108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

การติดต่อสื่อสารเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตของคนเรา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการสื่อสารที่ใช้มากที่สุดก็คือการพูดคุยกันหรือการสื่อสารทางเสียงนั่นเอง

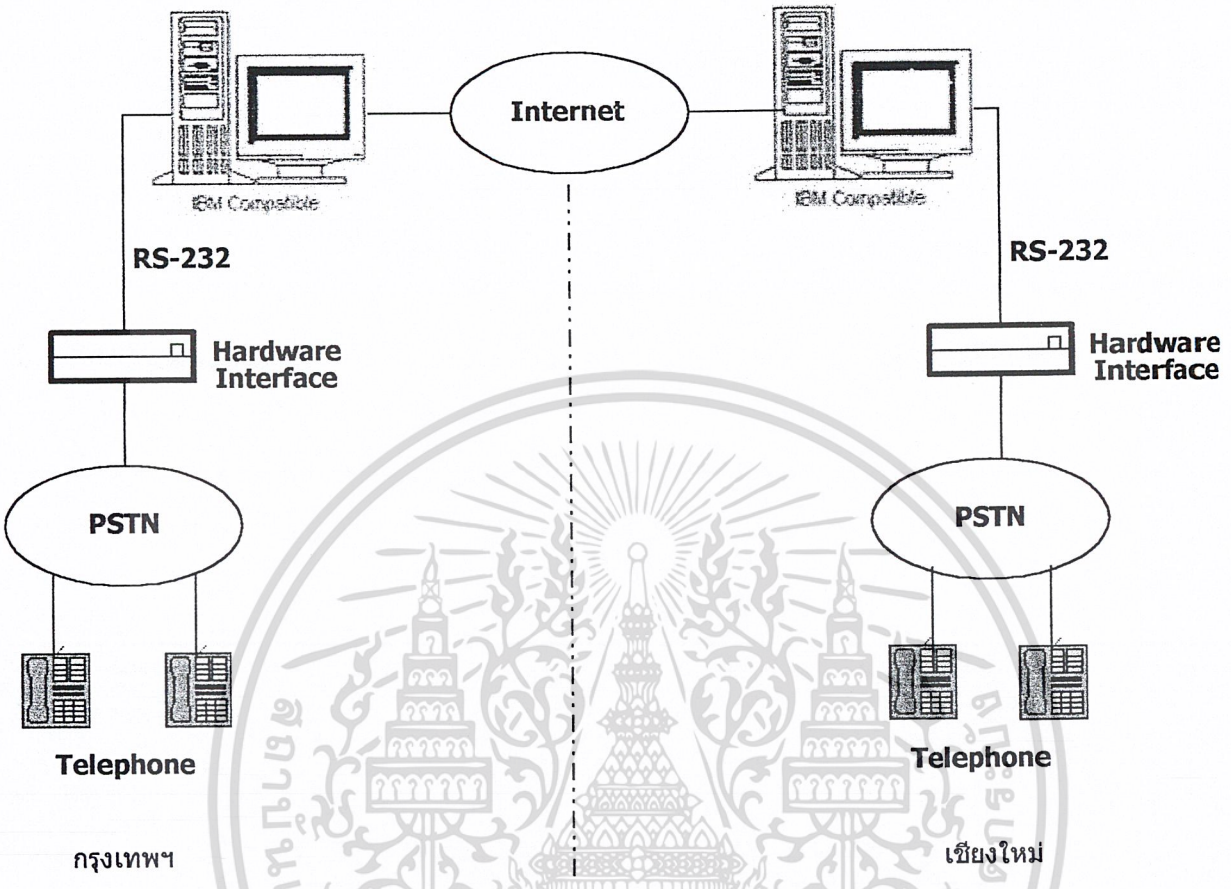
ปัจจุบันเมื่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งใช้เทคโนโลยีแบบแพ็กเก็ตสวิทซ์ชิ่ง (packet switching)ได้มีการพัฒนาให้มีความเร็วสูงขึ้น และมีเครือข่ายครอบคลุมไปทั่วโลก โปรแกรมประยุกต์แบบใหม่ๆบนอินเตอร์เน็ตจึงได้รับการพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นโครงสร้างพื้นฐานในการสื่อสารรูปแบบต่างๆ เช่น การสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

การสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เป็นระบบที่นำเอาสัญญาณข้อมูลเสียงที่เป็นสัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) มาทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) แล้วบรรจุลงในไอพีแพ็กเก็ต (IP Packet) เพื่อส่งผ่านไปทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยใช้โปรโตคอล TCP/IP (Transmission Control Protocal / Internet Protocal)

จากหลักการข้างต้นจึงทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้น โดยโครงงานนี้จะเป็นการนำวิธีการสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้กับเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน (Public Swicthed Telephone Network) โดยจะทำการเชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายอินเตอร์เน็ตกับเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน เพื่อให้โทรศัพท์พื้นฐานในแต่ละชุมสายที่มีรหัสพื้นที่ต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 1.1

ประโยชน์ของโครงงานนี้คือ ค่าใช้จ่ายในการสื่อสารจะถูกกว่าเมื่อเทียบกับการใช้โทรศัพท์ทางไกลตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่1.1 แสดงระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

คุณรู้หรือไม่ว่า เมื่อก่อน ก่อนที่จะมีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เกิดขึ้นมานั้น การขนถ่าย แลกเปลี่ยนข้อมูลกันนั้น ไม่ค่อยมีความสะดวกมากนัก และยังมีความเสี่ยงต่อการสูญหายของข้อมูลในขณะขนย้ายอีกด้วย ซึ่งโดยส่วนใหญ่ ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันนั้น จะใช้การคัดลอกข้อมูล (Copy) ลงบนแผ่นดิสก์ ซึ่งบางครั้งก็อาจจะทำได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี แต่บางครั้งคุณอาจจะโชคร้าย โดยพบว่าเมื่อนำข้อมูลมาจะนำมาใว้ในเครื่องของเรามันก็ดันเสียขึ้นมาดื้อๆ หรือทำแผ่นสูญหายไป คุณก็จะรู้สึกไม่ค่อยดีแน่ ๆ ยิ่งถ้าเจอกับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่แล้วละก้อ คุณจะทำอย่างไรดี จากผลเสียข้างต้นที่กล่าวมา จึงเป็นสาเหตุทำให้ต้องมีระบบเครือข่ายขึ้นมาใช้กันดังในปัจจุบัน

หลักการพื้นฐานอย่างเห็นได้ชัดของ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ นั้นก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ทุก ๆ เครื่องที่อยู่ในระบบเครือข่าย จะต้องเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน และจัดให้อยู่ในรูปแบบของระบบเครือข่าย คอมพิวเตอร์มีหลายคนมักจะนึกถึงภาพของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ว่าจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่เป็น สิบ ๆ เครื่องเชื่อมต่อกันอยู่ แต่อันที่จริงแล้ว การที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป เชื่อมติดต่อสื่อสารกันอยู่ และสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ เข้าใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างเช่น พรินเตอร์ สแกนเนอร์ ซีดีรอม ไดร์ฟ A ฮาร์ดดิสก์ เป็นต้น ก็ถือว่าเป็นระบบเครือข่ายขนาด เล็ก ๆ แล้ว

2.1.1วัตถุประสงค์ของการใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

วัตถุประสงค์ของการเลือกใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็เพื่อ

1.สามารถใช้โปรแกรมและข้อมูลร่วมกันได้ ก็คือ เครื่องลูก(Client) สามารถเข้ามาใช้ โปรแกรมข้อมูล ร่วมกันได้จากเครื่องแม่ (Server) หรือระหว่างเครื่องลูกกับเครื่องลูกก็ได้ เป็นการประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บโปรแกรม ไม่จำเป็นว่าทุกเครื่องต้องมีโปรแกรมเดียวกันนี้ในเครื่องของตนเอง

2.เพื่อความประหยัด เพราะว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า อย่างเช่นในสำนักงานหนึ่งมีเครื่องอยู่ 30 เครื่อง หรือมากกว่านี้ ถ้าไม่มีการนำระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้ จะเห็นว่าต้องใช้เครื่องพิมพ์อย่างน้อย 5 – 10 เครื่อง มาใช้งาน แต่ถ้ามีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้แล้วละก้อ ก็สามารถใช้อุปกรณ์หรือเครื่องพิมพ์ประมาณ 2-3 เครื่องก็พอต่อการใช้งานแล้ว เพราะว่าทุกเครื่องสามารถเข้าใช้เครื่องพิมพ์เครื่องไหนก็ได้ ผ่านเครื่องอื่น ๆ ที่อยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกัน

3.เพื่อความเชื่อถือได้ของระบบงาน นับเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการดำเนินธุรกิจ ถ้าทำงานได้เร็ว แต่ขาดความน่าเชื่อถือก็ถือว่าใช้ไม่ได้ ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นเมื่อนำระบบ Computer Network มาใช้งาน ทำให้ระบบงานมีประสิทธิภาพ มีความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพราะจะมีการทำสำรองข้อมูลไว้ เมื่อเครื่องที่ใช้งานเกิดมีปัญหา ก็สามารถนำข้อมูลที่มีการสำรองมาใช้ได้ อย่างทันที

4.ประหยัดเวลา ค่าเดินทาง เมื่อต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ในที่ที่อยู่ห่างไกลกัน เช่น บริษัทแม่อยู่ที่ กรุงเทพ ส่วนบริษัทลูกอาจจะอยู่ตามต่างจังหวัด แต่ละที่ก็มีการเก็บข้อมูล การเงิน ประวัติลูกค้า และอื่นๆ แต่ถ้าต้องการใช้ข้อมูลของอีกที่หนึ่งจะเกิดความลำบาก ล่าช้า และไม่สะดวก จึงมีการนำหลักการของ Computer Network มาใช้งาน เช่น มีการใช้ทรัพยากรร่วมกัน หรือโปรแกรมข้อมูลร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 โครงสร้างของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

โครงสร้างที่จะประกอบกันมาเป็นส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น ก็จะประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก (Server) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) และอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อ (Network Device)

- เครื่องคอมพิวเตอร์หลัก (Server) หรือเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ก็คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลและทรัพยากรของระบบ เครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นจะต้องเป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความเร็วของซีพียู ขนาดของหน่วยความจำ ขนาดความจุข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ เครื่อง Server นั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภทตามความเหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพในการให้บริการ อย่างเช่นWeb Server , FTP Server , File Server , Mail Server , Printer Server เป็นต้น
- เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) หรือเครื่องไคลเอ็นต์ ก็คือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน้าที่ขอใช้ทรัพยากรของระบบจากเครื่อง Server หรือจากเครื่อง Client ด้วยกันก็ได้
- อุปกรณ์ในการเชื่อมการติดต่อสื่อสาร เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ก็มีอุปกรณ์อย่างเช่น สายสัญญาณข้อมูล (Network Cable) แผงวงจรรับส่งสัญญาณจากสายสัญญาณ (Network Adapter) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นช่องทางเดินของข้อมูล

2.1.3 ประเภทของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามระยะการเชื่อมต่อ

ในโลกยุคปัจจุบัน ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาระบบภายในองค์กร บริษัทหรือหน่วยงาน และสถาบันการศึกษา ซึ่งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ก็หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป มาทำการเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้ คือ

1.ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระยะใกล้ (Local Area Network หรือ LAN)

เป็นระบบเครือข่ายระดับท้องถิ่น มีขนาดเล็ก ครอบคลุมพื้นที่จำกัด เชื่อมโยงกันในรัศมีใกล้ ๆ ในเขตพื้นที่เดียวกัน เช่น ในอาคารเดียวกัน ห้องเดียวกัน ภายในตึกเดียวกันหรือหลาย ๆ ตึกใกล้ ๆ กัน เป็นต้น โดยไม่ต้องเชื่อมการติดต่อกับองค์การโทรศัพท์หรือการสื่อสารแห่งประเทศไทย ระบบแลนมีประโยชน์ตรงที่สามารถทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องที่เชื่อมต่อกัน สามารถส่งข้อมูลแลกเปลี่ยนกันได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และยังสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อีกด้วย

เทคโนโลยีของระบบเครือข่ายแลน มีหลายรูปแบบ อย่างเช่น แลนแบบ Ethernet , Fast Ethernet , Token Ring เป็นต้น แต่เทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันก็คือ Ethernet และ Fast Ethernet ระบบเครือข่ายโดยทั่วไปที่ใช้กันอยู่นี้ จะเป็นการนำเครือข่ายระบบแลนมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับระบบงานของตน

2. ระบบเครือข่ายเน็ตเวิร์กระยะกลาง (Metropolitan Area Network หรือ MAN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระบบเครือข่ายระดับเมือง คือมีการเชื่อมโยงกันในพื้นที่ ที่กว้างไกลกว่าระบบ LAN คืออาจจะเชื่อมโยงกันภายในจังหวัด โดยจะต้องมีการใช้ระบบเครือข่ายขององค์การโทรศัพท์หรือองค์การสื่อสารแห่งประเทศไทย

3. ระบบเครือข่ายระยะไกล (Wide Area Network หรือ WAN)

เป็นระบบเครือข่ายระดับไกล คือจะเป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ ที่อยู่ห่างไกลกันเข้าด้วยกัน อาจจะต้องเป็นการติดต่อสื่อสารกันในระดับประเทศ ข้ามทวีปหรือทั่วโลกก็ได้ ในการเชื่อมการติดต่อกันนั้น จะต้องมีการต่อเข้ากับระบบสื่อสารขององค์การโทรศัพท์หรือการสื่อสารแห่งประเทศไทยเสียก่อน เพราะจะเป็นการส่งข้อมูลผ่านทางสายโทรศัพท์ในการติดต่อสื่อสารกัน

2.1.4 ประเภทของระบบเครือข่าย

1. Peer To Peer

เป็นระบบที่เครื่องเวิร์กสเตชั่นทุกเครื่อง บนระบบเน็ทเวิร์กที่มีฐานะเท่าเทียมกันคือ ทุกเครื่องสามารถที่จะใช้ไฟล์ในเครื่องอื่นๆ ได้ และสามารถให้เครื่องอื่นมาใช้ไฟล์ของตนได้เช่นกัน ระบบ Peer To Peer มีการทำงานแบบ Distributed System โดยจะกระจายทรัพยากรต่างๆ ไปสู่เวิร์กสเตชั้นอื่นๆ แต่จะมีปัญหาเรื่องการรักษาความปลอดภัยเพราะข้อมูลที่เป็นความลับ ถูกส่งออกไปสู่เวิร์กสแตชั่นอื่นๆ เช่นกัน โปรแกรมที่มีความสามารถทาง Peer To Peer และเป็นที่รู้จักกันคือ Windows for Workgroup และ Personal Network

2. Client / Server

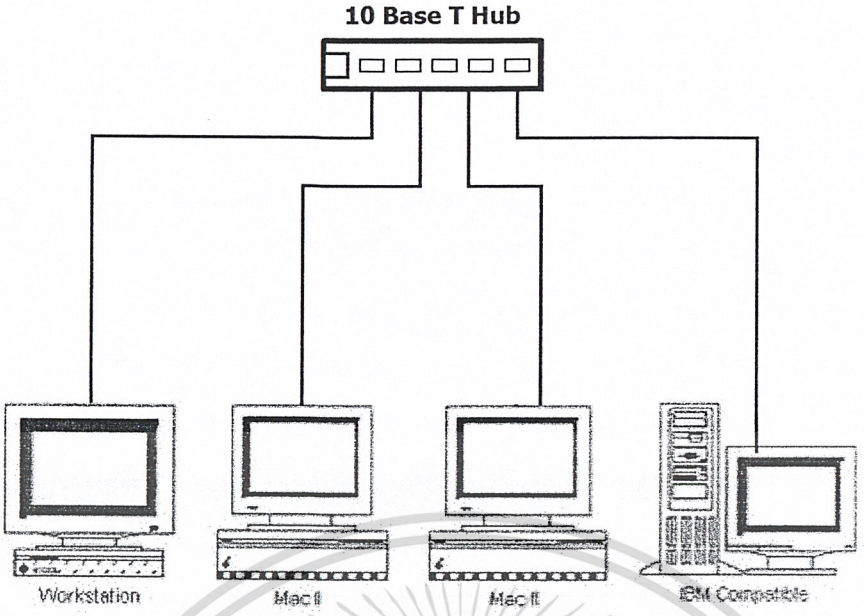
เป็นระบบการทำงานแบบ Distributed Processing หรือการประมวลผลแบบกระจายโดยจะแบ่งกันประมวลผลระหว่าง เครื่องเซิร์ฟเวอร์กับเครื่องเวิร์กสเตชั่น แทนที่ Applications จะวิ่งทำงานอยู่เฉพาะเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ก็แบ่งการคำนวนของโปรแกรม Applications มาทำงานบนเครื่องเวิร์กสเตชั่นด้วย และเมื่อใดที่เครื่องเวิร์กสเตชั่นต้องการผลลัพธ์ของข้อมูลบางส่วน จะมีการเรียกใช้ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้เซิร์ฟเวอร์นำเฉพาะข้อมูลบางส่วนเท่านั้นส่งกลับมาให้เครื่องเวิร์กสเตชั่น เพื่อทำการคำนวนข้อมูลนั้นต่อไป

2.1.5 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่าย (Topology of network)

1.Star Topology

เป็นระบบที่ได้รับความนิยมในการนำไปใช้งานมากที่สุดในตอนนี้ ด้วยข้อดีหลายอย่าง ที่ต่างจากระบบทั้งสองดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากระบบ Bus หรือระบบ Ring นั้น หากสายสัญญาณเส้นใดเส้นหนึ่งขาด ก็จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถ ที่จะส่งสัญญาณหากันได้ หรือที่เราเรียกกันว่า ระบบล่มนั่นเอง ข้อดีของระบบการเชื่อมต่อแบบ Star ก็คือหากว่าสายสัญญาณ เส้นใดเส้นหนึ่งมีปัญหา แล้วก็ไม่มีผลกระทบต่อสายสัญญาณเส้นอื่น เพราะว่า การเชื่อมต่อในลักษณะอย่างนี้จะมี HUB เป็นอุปกรณ์ตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่2.1 ให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

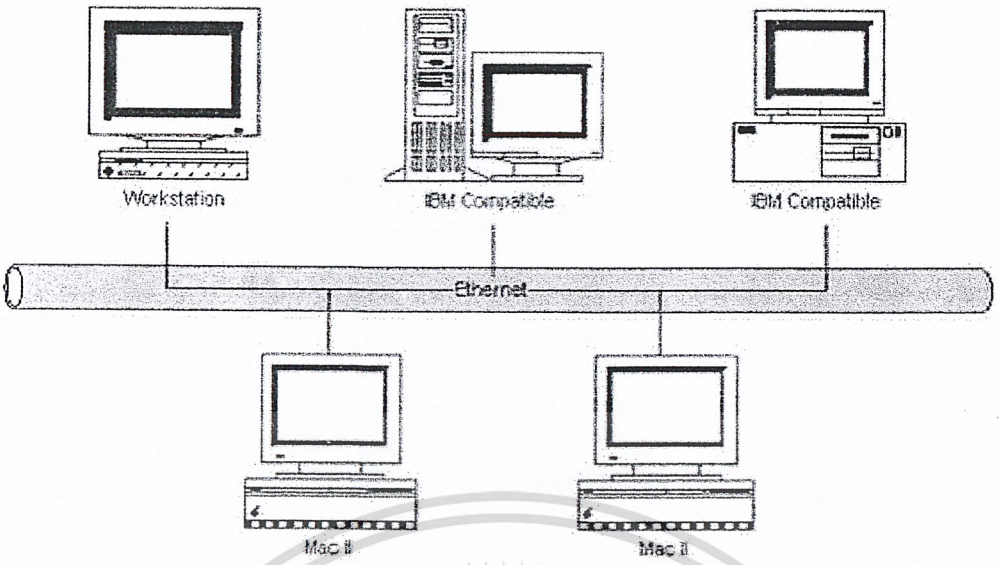


รูปที่2.1 ระบบเครือข่ายแบบStar Topology

2.Bus Topology

รูปแบบเป็นลักษณะของการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อ เป็นระบบเครือข่าย ด้วยสายเคเบิลยาวต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ โดยมีคอนเน็คเตอร์ในการเชื่อมต่อ โดยลักษณะของการส่งหรือรับข้อมูล จะเป็นการส่งข้อมูล ทีละเครื่องในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เท่านั้นจากนั้นเครื่องปลายทาง ก็จะส่งสัญญาณในการเชื่อมต่อ ในระบบ Bus นี้จะต้องมี T-Connector ที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ และมี Terminator เป็นอุปกรณ์ปิดปลายสายสัญญาณ ของทั้งระบบ ซึ่ง Terminator จะคอยเป็นตัวดูดซับสัญญาณ ไม่ให้มีการไหลกลับไปกวนกับระบบสัญญาณอื่นในสาย ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าความต้านทานประมาณ 50 โอห์ม บางครั้งถ้าไม่มี Terminator เราสามารถให้ตัว R ทั่วไปที่ใช้ในอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ขนาด 50 โอห์ม แทนได้เหมือนกัน

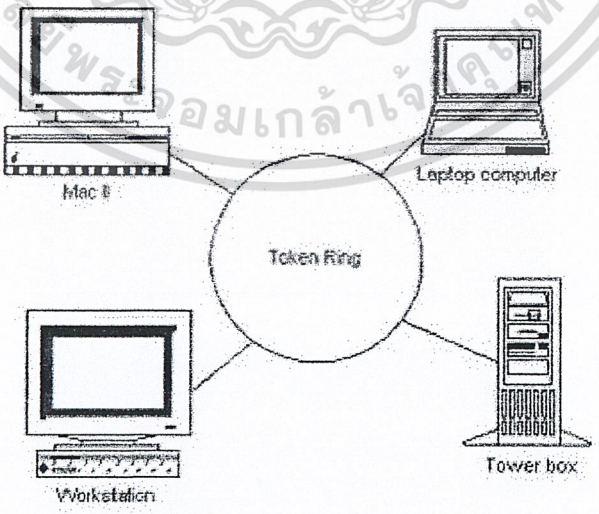
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.2 ระบบเครือข่ายแบบ Bus Topology

3.Ring Topology

ลักษณะการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบวงแหวน ซึ่งเป็นการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาต่อเป็นวงกลมดังรูปที่ 2.3 ซึ่งปัจจุบันนี้ระบบการเชื่อมต่อแบบนี้แทบจะไม่มีใช้กันแล้วในปัจจุบัน เท่าที่ทราบมาส่วนมากจะเป็นพวก ธนาคารเท่านั้นที่ยังมีการใช้ระบบนี้อยู่ ระบบ Ring จะไม่มีปลายเหลือเอาไว้ทำให้มีลักษณะที่เป็นวงปิด จึงเรียกว่า ring ปัญหาของ topology นี้ก็คือถ้า node ใด node หนึ่งเกิดขัดข้องไปก็จะทำให้ network มีปัญหาได้ทั้งระบบ แต่ถ้ามีการออกแบบที่แก้ไขปัญหานี้เอาไว้ จะทำให้ Topology นี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงแบบหนึ่ง โดยเป็นระบบที่เรียกว่า Tokenring



รูปที่2.3 ระบบเครือข่ายแบบ Ring Topology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.Hybrid Network

เป็นระบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายแบบผสมซึ่งจะเป็นการออกแบบระบบเครือข่ายที่ใหญ่ขึ้น โดยในการวางระบบหรือออกแบบระบบนั้น มีปัญหาในเรื่องของระยะทางในการเดินระบบสายสัญญาณ เช่น ถ้าเป็นการเดินระบบที่มีระยะทางไม่เกิน 100 เมตร ภายในอาคารเดียวกันก็จะมีการเดินระบบที่เป็นแบบ Star Topology และหากมีระยะในการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ไกลขึ้นมากกว่าที่ระบบ Star จะทำได้ก็ต้องหันมาใช้ระบบ Bus เป็นการเชื่อมต่อด้วย ซึ่งระบบ Bus เองนี้สามารถเชื่อมต่อได้ไกลสุดได้มากถึง 185 เมตร หรือ 500 เมตร ขึ้นอยู่กับประเภทของสายสัญญาณ ที่ใช้เดินระบบว่าเป็นแบบไหน

2.1.6 สถาปัตยกรรมเครือข่ายรูปแบบ OSI

ปี ค.ศ.1977 องค์กร ISO (International Organization for Standard) ได้จัดตั้งคณะกรรมการขึ้นกลุ่มหนึ่ง เพื่อทำการศึกษาจัดรูปแบบมาตรฐาน และพัฒนาสถาปัตยกรรมเครือข่าย และในปี ค.ศ.1983 องค์กร ISO ก็ได้ออกประกาศรูปแบบของสถาปัตยกรรมเครือข่ายมาตรฐานในชื่อของ "รูปแบบ OSI" (Open Systems Interconnection Model) เพื่อใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานในการเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์ อักษร "O" หรือ " Open" ก็หมายถึง การที่คอมพิวเตอร์หรือระบบคอมพิวเตอร์หนึ่ง สามารถ "เปิด" กว้างให้คอมพิวเตอร์หรือระบบคอมพิวเตอร์อื่นที่ใช้มาตรฐาน OSI เหมือนกันสามารถติดต่อไปมาหาสู่ระหว่างกันได้

จุดมุ่งหมายของการกำหนดมาตรฐานรูปแบบ OSI ขึ้นมานั้น ก็เพื่อเป็นการกำหนดการแบ่งโครงสร้างของสถาปัตยกรรมเครือข่ายออกเป็นเลเยอร์ ๆ และกำหนดหน้าที่การทำงานในแต่ล่ะเลเยอร์ รวมถึงกำหนดรูปแบบการอินเตอร์เฟซระหว่างเลเยอร์ด้วย โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดดังต่อไปนี้

1. ไม่แบ่งโครงสร้างออกเป็นเลเยอร์ ๆ มากจนเกินไป
2. แต่ละเลเยอร์จะต้องมีหน้าที่การทำงานแตกต่างกัน ทั้งขบวนการและเทคโนโลยี
3. จัดกลุ่มหน้าที่การทำงานที่คล้ายกันให้อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน
4. เลือกเฉพาะการทำงานที่เคยใช้ได้ผลประสบความสำเร็จมาแล้ว
5. กำหนดหน้าที่การทำงานเฉพาะง่าย ๆ แก่เลเยอร์เผื่อว่าต่อไป ถ้ามีการออกแบบเลเยอร์ใหม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงโปรโตคอลใหม่ ในอันที่จะทำให้สถาปัตยกรรมมีประสิทธิภาพดียิ่ง ขึ้น จะไม่มีผลทำให้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่เคยใช้ได้ผลอยู่เดิมจะต้องเปลี่ยนแปลงตาม
6. กำหนดอินเตอร์เฟซมาตรฐาน
7. ให้มีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงโปรโตคอลในแต่ละเลเยอร์
8. สำหรับเลเยอร์ย่อยของแต่ละเลเยอร์ให้ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับที่กล่าวมาใน 7 ข้อแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI

สามารถแบ่งออกเป็น 7 เลเยอร์ ดังรูปที่2.4 และในแต่ล่ะเลเยอร์ได้มีการกำหนดหน้าที่การทำงานไว้ดังต่อไปนี้

1. เลเยอร์ชั้น Physical เป็นชั้นล่างสุดของการติดต่อสื่อสาร ทำหน้าที่ส่ง-รับข้อมูลจริง ๆ จากช่องทางการสื่อสาร (สื่อกลาง) ระหว่างคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ มาตรฐานสำหรับเลเยอร์ชั้นนี้จะกำหนดว่า แต่ละคอนเนคเตอร์ (Connector) เช่น RS-232-C มีกี่พิน (PIN) แต่ละพินทำหน้าที่อะไรบ้าง ใช้สัญญาณไฟกี่โวลต์ เทคนิคการมัลติเพล็กซ์แบบต่าง ๆ ก็จะถูกกำหนดอยู่ในเลเยอร์ชั้นนี้

2. เลเยอร์ชั้น Data Link จะเป็นเสมือนผู้ตรวจสอบ หรือควบคุมความผิดพลาด ในข้อมูลโดยจะแบ่งข้อมูลที่จะส่งออก เป็นแพ็กเกจหรือเฟรม ถ้าผู้รับได้รับข้อมูลถูกต้อง ก็จะส่งสัญญาณยืนยันกลับว่าได้รับข้อมูลแล้ว เรียกว่าสัญญาณ ACK (Acknowledge) ให้กับผู้ส่ง แต่ถ้าผู้ส่งไม่ได้รับสัญญาณ ACK หรือได้รับสัญญาณ NAK (Negative Acknowledge) กลับมา ผู้ส่งก็อาจจะทำการส่งข้อมูลไปให้ใหม่ อีก หน้าที่หนึ่งของเลเยอร์ชั้นนี้คือ ป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกินขีดความสามารถ ของเครื่องผู้รับที่จะรับข้อมูลได้

3. เลเยอร์ชั้น Network เป็นชั้นที่ออกแบบหรือกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลที่ส่ง-รับในการส่งผ่าน ข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง ซึ่งแน่นอนว่าในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารจะต้องมีเส้นทางการรับ-ส่งข้อมูลมากกว่า 1 เส้นทาง ดังนั้นเลเยอร์ชั้น Network นี้จะมีหน้าที่เลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการสื่อสารน้อยที่สุดและระยะทางสั้นที่สุดด้วย ข่าวสารที่รับมาจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 จะถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเกจ ๆ ในชั้นที่ 3 นี้

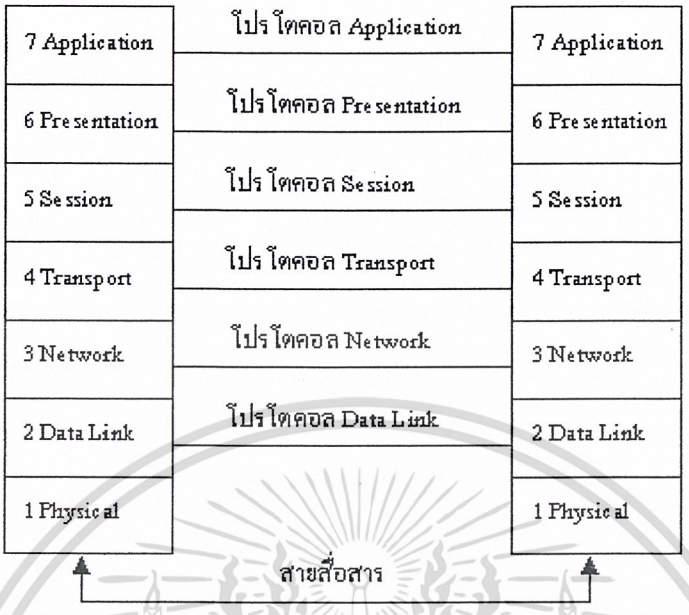
4. เลเยอร์ชั้น Transport บางครั้งเรียกว่า เลเยอร์ชั้น Host-to-Host หรือเครื่องต่อเครื่อง และจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 ถึงชั้นที่ 7 นี้รวมกันจะเรียกว่า เลเยอร์ End-to-End ในเลเยอร์ชั้น Transport นี้เป็นการสื่อสารกันระหว่างต้นทางและปลายทาง (คอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์) กันจริง ๆ เลเยอร์ชั้น Transport จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาจากเลเยอร์ชั้น Session นั้นไปถึงปลายทางจริง ๆ หรือไม่ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งของข้อมูล (Address) จึงเป็นเรื่องสำคัญในชั้นนี้ เนื่องจากจะต้องรับรู้ว่าใครคือผู้ส่งและใครคือผู้รับข้อมูลนั้น

5. เลเยอร์ชั้น Session ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ โดยผู้ใช้จะใช้คำสั่งหรือข้อความที่กำหนดไว้ป้อนเข้าไปในระบบในการสร้างการเชื่อมโยงนี้ ผู้ใช้จะต้องกำหนดรหัสตำแหน่งของจุดหมายปลายทาง ที่ต้องการติดต่อสื่อสารด้วย เลเยอร์ชั้น Session จะส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับเลเยอร์ชั้น Transport เป็นผู้จัดการต่อไปในบางเครือข่ายทั้งเลเยอร์ Session และเลเยอร์Transport อาจจะเป็น เลเยอร์ชั้นเดียวกัน

6. เลเยอร์ชั้น Presentation ทำหน้าที่เหมือนบรรณารักษ์ กล่าวคือคอยรวบรวมข้อความ (Text) และแปลงรหัส หรือแปลงรูปของข้อมูลให้เป็นรูปแบบการสื่อสารเดียวกัน เพื่อช่วยลดปัญหาต่าง ๆ ที่อาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเกิดขึ้นกับผู้ใช้งานในระบบ



โครงสร้างของสถาปัตยกรรมรูปแบบ OSI

รูปที่2.4 โครงสร้างของสถาปัตยากรรมรูปแบบ OSI

7. เลเยอร์ชั้น Application เป็นเลเยอร์ชั้นบนสุดของรูปแบบ OSI ซึ่งเป็นชั้นที่ใช้ติดต่อกันระหว่างผู้ใช้โดยตรง ซึ่งได้แก่ โฮสต์คอมพิวเตอร์ เทอร์มินัล หรือคอมพิวเตอร์ PC เป็นต้น แอปพลิเคชันในเลเยอร์ชั้นนี้สามารถนำเข้า หรือออกจากระบบเครือข่ายได้โดยไม่จำเป็นต้องสนใจว่าจะมีขั้นตอนการทำงานอย่างไร เพราะจะมีเลเยอร์ชั้น Presentation เป็นผู้รับผิดชอบแทนอยู่แล้ว ในรูปแบบ OSI เลเยอร์นั้น Application จะทำการติดต่อกับเลเยอร์ชั้น Presentation โดยตรงเท่านั้น

โปรโตคอลของในแต่ละชั้นจะแตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามการที่เครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องจะติดต่อสื่อสารกันได้ ในแต่ละเลเยอร์ของแต่ละเครื่องจะต้องใช้โปรโตคอลแบบเดียวกัน หรือถ้าใช้โปรโตคอลต่างกันก็ต้องมีอุปกรณ์ หรือซอฟร์แวร์ที่สามารถแปลงโปรโตคอลที่ต่างกันนั้นให้มีรูปแบบเป็นอย่างเดียวกัน เพื่อเชื่อมโยงให้คอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่องสามารถติดต่อกันได้

2.2 ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2.2.1 ประวัติอินเตอร์เน็ต

จุดกำเนิดของอินเตอร์เน็ตมาจากความคิดเชิงยุทธศาสตร์ทางทหาร ในช่วงปี พ.ศ.2512 เป็นช่วงสงครามเย็นระหว่างสหรัฐอเมริกากับรัสเซีย ทำให้เกิดความวิตกว่าถ้าศูนย์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมสั่งการ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกทำลายแล้วศูนย์คอมพิวเตอร์อื่นจะไม่สามารถทำงานทดแทนได้ เนื่องจากระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันมีหลายรูปแบบหลายยี่ห้อเช่น IBM,Apple,VAX เป็นต้น อีกทั้งระบบปฏิบัติการที่ใช้ก็ต่างกันเช่น UNIX,VM,MVS เป็นต้น ดังนั้นจึงเกิดความคิดที่จะเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ต่างๆเหล่านี้เข้าด้วยกัน ให้สามารถทำงานได้ตลอดแม้ว่าระบบคอมพิวเตอร์บางส่วนจะถูกทำลายไป แต่ส่วนที่เหลือต้องทำงานต่อได้ จากแนวคิดดังกล่าวทำให้มีการจัดตั้งหน่วยงานร่วมระหว่างสถาบันการศึกษากับฝ่ายวิจัยทางการทหารขึ้นมาเพื่อพัฒนาระบบสื่อสารและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายใต้โครงการ US Advance Research Projects Agency โดยเรียกระบบเครือข่ายนี้ว่า APANET (Advanced Research Projects Agency NETwork) โดยใช้โปรโตคอล NCP (Network Control Protocol) แต่ต่อมาพบว่าโปรโตคอล NCP มีข้อจำกัดอยู่มากจึงมีการพัฒนาโปรโตคอลตัวใหม่ขึ้นมาเรียกว่า TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) จนกระทั่งเป็นรูปแบบมาตรฐานแทน NCP การพัฒนาเครือข่ายได้ดำเนินต่อมาเรื่อยๆจนกระทั่งกระทรวงกลาโหมของสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นผู้ริเริ่มได้ยกเลิกการสนับสนุน โดยให้ทางกลุ่มสถาบันการศึกษาดำเนินการต่อเองทำให้อินเตอร์เน็ตถูกพัฒนาให้มีความหลากหลายและขยายตัวจนเป็นเครือข่ายที่เสมือนครอบคลุมโลกไว้

2.2.2 สถาปัตยกรรมของอินเตอร์เน็ต

โครงสร้างของอินเตอร์เน็ตประกอบด้วยเครือข่ายย่อยจำนวนมากต่อเชื่อมกันผ่านเราเตอร์ (Router) ซึ่งเป็นอุปกรณ์เครือข่ายที่มีหน้าที่เลือกเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อนำส่งข้อมูลในรูปแพ็กเก็ต หากเปรียบเทียบกับการส่งจดหมายทางไปรษณีย์แล้ว เราเตอร์ทำหน้าที่เสมือนที่ทำการไปรษณีย์ พนักงานไปรษณีย์จะพิจารณาจุดหมายปลายทางของจดหมายและเลือกเส้นทางส่งจดหมายไปยังที่ทำการไปรษรีย์ถัดไปจนกว่าจดหมายจะถึงมือผู้รับ ในยุคเริ่มต้นของอินเตอร์เน็ตจะใช้คำว่า เกตเวย์ (Gateway) แทนเราเตอร์ เพื่อสื่อความหมายถึงอุปกรณ์เชื่อมโยงเครือข่าย แต่ในปัจจุบันเราเตอร์และเกตเวย์เป็นอุปกรณ์ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกันคำว่าเกตเวย์ที่ใช้แต่เดิมนั้นในปัจจุบันใช้คำว่าเราเตอร์แทน โดยหน้าที่หลักของเราเตอร์คือ เชื่อมเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลเดียวกันและเลือกเส้นทางส่งข้อมูล ขณะที่เกตเวย์หมายถึงฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างสองระบบที่มีโปรโตคอล โครงสร้างการจัดข้อมูล หรือสถาปัตยกรรมที่ต่างกัน

2.2.3 บริการในอินเตอร์เน็ต

ผู้ใช้อินเตอร์เน็ตสามารถเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อขอใช้บริการได้ตามต้องการ หากจะแยกประเภทของการบริการในอินเตอร์เน็ตแล้วสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

-ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail) หรือ E-mail เป็นการรับส่งข้อความผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถรับส่งจดหมายด้วยโปรแกรมที่มีอย่างแพร่หลายเช่น pine , Eudora หรือ Microsoft Outlook เป็นต้น

-ใช้โปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น บริการสำคัญในอินเตอร์เน็ตคือขอใช้คอมพิวเตอร์ระบบอื่นในที่ห่างไกล (Remote Login) ผู้ใช้ซึ่งมีบัญชีอยู่ในคอมพิวเตอร์เครื่องปลายทางสามารถขอเข้าใช้คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นจากคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมอยู่กับอินเตอร์เน็ตด้วยโปรแกรม เช่น telnet , pcAnywhere เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล การถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรม ftp เป็นบริการสำคัญอีกประเภทหนึ่งที่มีในอินเตอร์เน็ต เครือข่ายหลายแห่งเปิดบริการให้ผู้ใช้ภายนอกถ่ายโอนข้อมูลโดยไม่คิดมูลค่า แฟ้มที่ให้ถ่ายโอนได้มีหลากหลายเช่น ข้อมูลทั่วไป,ข่าวประจำวัน,บทความ รวมทั้งโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ

-สนทนาทางเครือข่าย การสนทนาทางเครือข่ายเป็นบริการในอินเตอร์เน็ตที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ผู้ใช้สามารถสื่อสารกันแบบออนไลน์โดยพิมพ์ข้อความส่งถึงกันทางจอภาพหรือสนทนาพร้อมกันเป็นกลุ่มได้ โปรแกรมที่ใช้งานแพร่หลายคือ mIRC , icq เป็นต้น

-จดหมายข่าวจดหมายเวียน ระบบจดหมายข่าวให้บริการกระจายข่าวในกลุ่มสมาชิก ศูนย์บริการจะเก็บรายชื่อ (mailing list) ของสมาชิกไว้ เมื่อสมาชิกต้องการส่งข่าวไปยังสมาชิกรายอื่นก็เพียงแต่ส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ไปยังแอดเดรสเฉพาะเพื่อการกระจายข่าว ข่าวหรือจดหมายที่ส่งออกไปอาจเป็นการสนทนาทั่วไป การซักถาม หรือขอความช่วยเหลือ

-บริการสืบค้นข้อมูล อินเตอร์เน็ตในปัจจุบันยังคงขยายตัวออกไปอย่างต่อเนื่อง และมีเครือข่ายใหม่ๆเกิดขึ้นอยู่เสมอ ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือที่ใช้ในการช่วยสืบค้นหาข่าวสารที่มากมายเกี่ยวกับเครือข่าย ซึ่งได้แก่ whois เป็นต้น

-กระดานข่าว ผู้ใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตทั่วโลกสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหัวข้อต่างๆผ่านทางผ่านยูสเน็ต (Usenet) ซึ่งระบบข่าวแลกเปลี่ยนข่าวในอินเตอร์เน็ต ข่าวจะกระจายจากเครือข่ายหนึ่งไปสู่เครือข่ายอื่น ผู้อ่านยูสเน็ตนอกจากจะเป็นผู้อ่านรายงานข่าวแล้วยังสามารถทำหน้าที่เป็นคอลัมนิสต์เพื่อส่งข่าวได้ตลอดเวลา ยูสเน็ตจัดกลุ่มข่าวแยกตามหัวข้อที่เรียกว่า กลุ่มข่าว (news groups) โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อยเช่น sci (วิทยาศาสตร์) , comp (คอมพิวเตอร์) , soc (สังคม-วัฒนธรรม) , rec (นันทนาการ) เป็นต้น กลุ่มข่าวเหล่านี้เป็นกลุ่มข่าวใหญ่โดยยังมีกลุ่มข่าวย่อยประจำแต่ละกลุ่มอีกจำนวนมาก

-เว็บ World Wide Web หรือ WWW เป็นบริการข้อมูลข่าวสารในอินเตอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีรูปแบบง่ายต่อการใช้งานและได้ผนวกบริการอื่นไว้เช่น เอฟทีพี , ยูสเน็ต หรืออีเมล เป็นต้น ลักษณะพิเศษของเว็บคือให้บริการทั้งภาพ เสียง หรือภาพเคลื่อนไหว ศูนย์บริการแทบทุกแห่งจะจัดสร้างโฮมเพจเพื่อให้บริการแก่ผู้ใช้ทั่วไป

2.2.4 โปรโตคอลในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านอินเตอร์เน็ต

อินเตอร์เน็ตเป็นเครือข่ายที่เปิดโอกาสให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่นๆ เชื่อมโยงเข้ามาใช้งานได้ แต่ปัญหาที่เกิดในการเชื่อมโยงเครือข่ายเข้าด้วยกันก็คือ เครือข่ายมีความต่างชนิด ต่างยี่ห้อ และระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน มาตรฐาน TCP/IP เป็นสิ่งที่ถูกนำมาแก้ปัญหานี้ให้เป็นระบบเปิดที่สมบูรณ์แบบที่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายที่ทั่วโลกยอมรับ

รูปแบบมาตรฐาน ของระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตจะใช้ Protocol TCP/IP ซึ่งชื่อของ TCP/IP มาจากชื่อของโปรโตคอล 2 ตัวคือ TCP (Transmission Control Protocol) และ IP (Internet Protocol) โดยรูปแบบของข้อมูลมีลักษณะ เป็นแพ็กเกต (Packet) คือ เป็นอินเทอร์นัลแพ็กเกต(Internal Packet) ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับ Physical network ทำให้ผู้ใช้มองเห็นลักษณะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งหมดที่เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.1 โปรโตคอล TCP/IP

โปรโตคอล TCP/IP มีการจัดกลไกการทำงานเป็นชั้นหรือ Layer เรียงต่อกันไป เหมือนกับ OSI -Reference Model ที่ได้กล่าวไว้แล้ว โดยในแต่ละ Layer นั้นจะมีการทำงานเทียบได้กับ OSI - Reference Model แต่บาง Layer ของโปรโตคอล TCP/IP จะทำงานเทียบกับ OSI-Reference Model หลาย Layer ปนกัน ซึ่งในแต่ละ Layer ของ โปรโตคอล TCP/IP จะประกอบไปด้วย

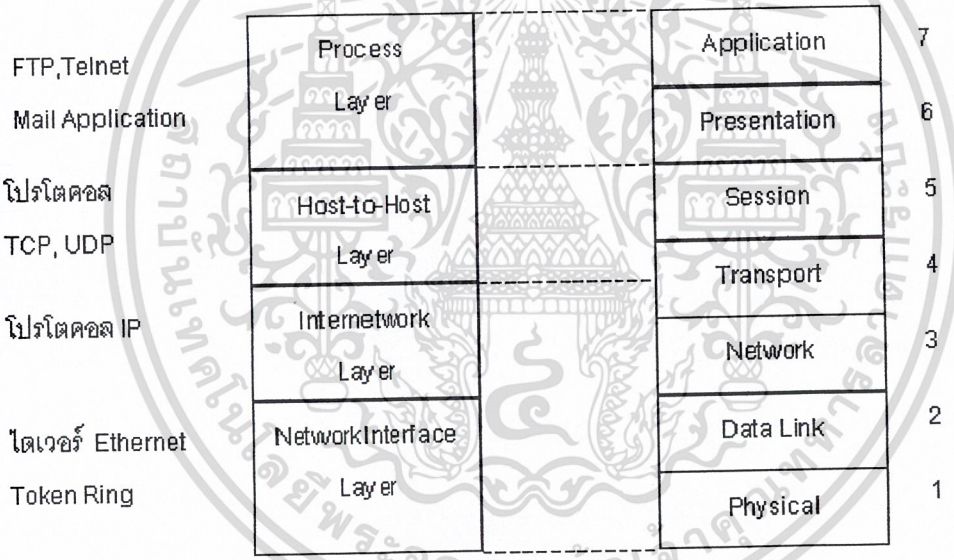
1.Process Layer หรือ Application Layer (Telnet,FTP,SMTP-Email,DNS)

2.Host-To-Host Layer (TCP,UDP)

3.Internetwork Layer (IP Address,ICMP,ARP,RARP)

4.Network Interface Layer (Device Driver , Ethernet , Token ring)

โดยเมื่อได้เทียบลำดับชั้น (Layer) กับมาตรฐานของ OSI - Reference Model แล้ว จะเป็นดังรูปที่ 2.5 ซึ่งเราจะเห็นว่า บาง Layer ของ TCP/IP นั้นจะเทียบได้กับ มาตรฐาน OSI- Model ได้ 2 ชั้น อย่างเช่น Layer ของ Process Layer ของโปร โตคอล TCP/IP จะเทียบได้กับ 2 Layer คือ Application Layer กับ Presentation Layer ของ OSI - Reference Model รวมกัน เป็นต้น



รูปที่2.5 แสดง TCP/IP stack เปรียบเทียบกับมาตราฐาน OSI

2.2.4.2 โครงสร้างของสถาปัตยกรรมรูปแบบของ Protocal TCP/IP

สามารถแบ่งออกเป็น 4 เลเยอร์ และในแต่ละเลเยอร์ได้มีการกำหนดหน้าที่การทำงานไว้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลเยอร์ชั้น Process Layer จะเป็น Application Protocol เชื่อมต่อกับผู้ใช้และให้บริการต่าง ๆ โปรโตคอลหลัก ๆ ที่ทำงานและให้บริการในชั้น Process Layer นี้ ก็มีอย่างเช่น FTP , Telnet , HTTP , SMTP เป็นต้น จากรูปที่2.5 แสดงลำดับชั้นการทำงานของโปรโตคอล TCP/IP เทียบกับมาตรฐานของ OSI - Reference Model นั้น ในชั้นบนสุดที่เรียกว่า Process Layer ทำงาน 2 หน้าที่เทียบได้กับ Application Layer และ Presentation Layer

เลเยอร์ชั้น Host - To - Host Layer จะเป็น TCP หรือ UDP ที่ทำหน้าที่คล้ายกับชั้นของ Session Layer และ Transport Layer ของ OSI – Model คือควบคุมการรับส่งข้อมูล จากปลายด้านส่งถึงปลายด้านรับข้อมูล และตัดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยให้เหมาะสม กับเครือข่ายที่ใช้รับส่งข้อมูล รวมทั้งประกอบข้อมูลส่วนย่อย ๆ นี้เข้าด้วยกันเมื่อถึงปลายทาง

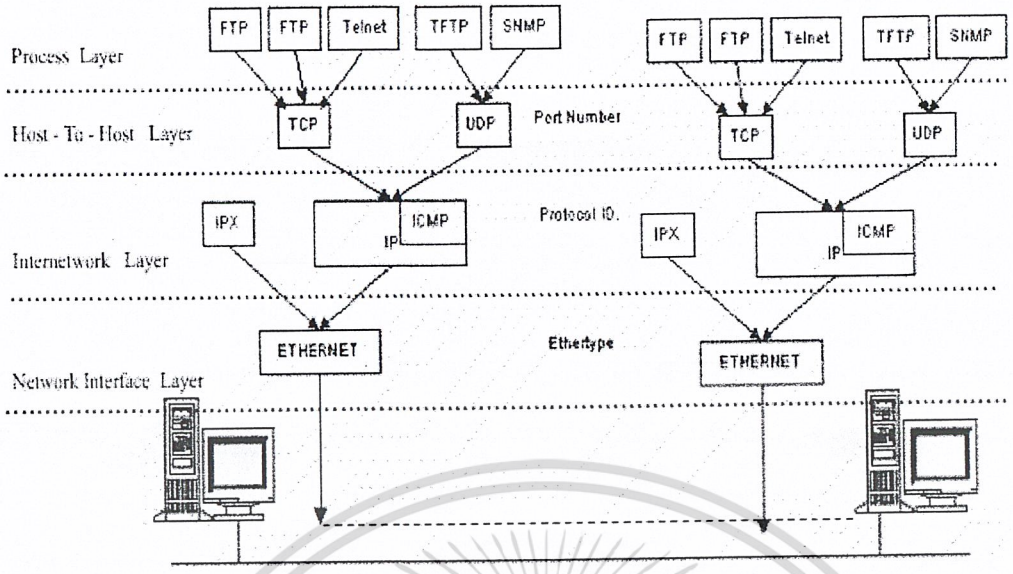
เลเยอร์ชั้น Internetwork Layer ได้แก่ส่วนของโปรโตคอล IP ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับชั้นของ Network Layer ของ OSI - Model คือเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายที่อยู่ชั้นล่างลงไป และทำหน้าที่เลือกเส้นทางการรับส่งข้อมูล ผ่านอุปกรณ์เครือข่ายต่าง ๆ จนไปถึงผู้รับข้อมูล ในชั้นนี้จะจัดการกับกลุ่มข้อมูลในลักษณะที่เรียกว่า Frame ในรูปแบบของ TCP/IP ที่เรารู้จักกันนั้นเอง

เลเยอร์ชั้น Network Interface Layer เป็นชั้นที่ควบคุม Hardware การรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายซึ่งเทียบได้กับชั้น Datalink Layer กับ Physical Layer ของ OSI – Model ในชั้นนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับ Hardware และควบคุมการรับส่งข้อมูลในระบบ Hardware ของเครือข่าย ซึ่งที่ใช้กันอยู่จะเป็นตามมาตรฐานของ IEEE เช่น IEEE 802.3 จะเป็นการเชื่อมต่อผ่าน LAN แบบ Ethernet Lan หรือ IEEE 802.5 จะเป็นการเชื่อมต่อผ่าน Lan แบบ Token Ring เป็นต้น

เราจะเห็นได้ว่าที่จริงแล้ว Protocol TCP/IP นั้น แบ่งออกเป็น 2 โปรโตคอลซ้อนกันอยู่ คือ TCP จะอยู่ในชั้นบน และ IP จะอยู่ในชั้นถัดลงมา นั้นคือ TCP/IP ไม่ได้เป็นโปรโตคอลชนิดเดียวกันทั้งหมด และไม่ได้เชื่อมติดเป็นชิ้นเดียวกันทั้งหมด TCP ก็มีมาตรฐานของเฟรมที่ใช้รับส่งข้อมูลของมันเอง และมีหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลแตกต่างไปจาก IP ซึ่งในการรับส่งข้อมูลนั้น เฟรมของ TCP ที่อยู่ในชั้นบนทั้งหมดจะถูกผนึกอยู่ในส่วนที่เป็นข้อมูลของ IP เหมือนกับที่แต่ละชั้นของ OSI- Reference Model ผนึกข้อมูลในชั้นถัดไปนั่นเอง

ถึงแม้ว่า TCP/IP จะไม่ได้มีการแบ่งชั้นของการสื่อสารข้อมูลตรงตาม OSI - Reference Model และไม่ได้เป็นมาตรฐานเดียวกัน แต่ OSI ก็ออกแบบมาให้เปิดกว้างและเข้ากันได้ดีกับ TCP/IP โดย TCP จะเทียบได้ประมาณชั้นที่ 4 ของ OSI – Model และ IP จะเทียบได้กับประมาณชั้นที่ 3 ของ OSI – Model แม้ว่าจะไม่ลงตัวกันพอดีนัก แต่ก็สามารถเชื่อมต่อด้วยกันได้ ทำให้มาตรฐานของ OSI – Model สามารถนำ TCP/IP มาใช้งานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.6 ภาพแสดงการรับส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล TCP/IP

1. Process Layer

เป็นลำดับชั้นการทำงานของโปรโตคอล TCP/IP ตามมาตรฐาน DoD - Reference Model ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกับมาตรฐานของ OSI - Reference Model นั้น ในชั้นบนสุดที่เรียกว่า Process Layer ของ DoD–Model จะทำงาน 2 หน้าที่เทียบได้กับ Application Layer และ Presentation Layer ของ OSI - Reference Model ในชั้นนี้จะรองรับการทำงานของ Application ต่าง ๆ อย่างเช่น เมื่อมีเครื่อง Client ขอใช้บริการเพื่อจะติดต่อขอ Download File ผ่านทาง Internet โดยอาจจะเรียกใช้โปรแกรม FTP Client ทั่วไป อย่างเช่น โปรแกรม WS_ftp เพื่อติดต่อกับโปรเซส FTP ที่กำลังให้บริการอยู่ที่เครื่อง Server จากนั้นตัวโปรเซส FTP ก็จะเรียกใช้โปรโตคอล FTP (File Transfer Protocol) เพื่อทำการโอนถ่ายไฟล์นี้ไปให้เครื่องClient เป็นต้น หรือถ้าผู้ใช้ต้องการเรียกใช้งานคอมพิวเตอร์จากเครื่องที่อยู่ห่างไกลออกไป ด้วยการใช้โปรแกรม Telnet ที่เครื่อง Server ให้บริการ ตัวโปรเซส Telnet ที่ทำงานอยู่ ก็จะเรียกใช้โปรโตคอล Telnet เพื่อติดต่อกัน หรือกรณีที่มีการเรียกใช้โปรแกรม Web Browser เช่น Internet Explorer เพื่อเรียกดูเวบเพจในเวบไซต์ของ NASA ที่เครื่องให้บริการเว็บของ NASA ก็จะมีโปรเซส HTTP (HyperText Transfer Protocol) ทำงานอยู่และจะติดต่อกับผู้ใช้ผ่านโปรโตคอล HTTP เป็นต้น

การทำงานของ Application ต่าง ๆ จะอยู่ที่ Process Layer นี้ และมีการติดต่อกัน ตามแต่ละโปรโตคอลเฉพาะแล้วแต่ Application ที่ใช้งาน จากการที่ Process Layer ของ TCP/IP รองรับให้โปรโตคอลอื่นทำงานได้หลายโปรเซส และหลายโปรโตคอล ได้พร้อมกันนั้น ทำให้ผู้ใช้สามารถเปิดโปรแกรมใช้งานได้หลาย ๆ อย่างพร้อมกัน เช่น เปิดโปรแกรม Internet Explorer เพื่อเรียกดูเวบเพจ พร้อมกับใช้งาน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม Outlook Express เพื่อรับส่ง E-Mail ไปพร้อม ๆ กันได้โดยไม่ต้องรอให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งเสร็จไปก่อน หรือในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรม Web Browser ให้สามารถเรียกใช้งานโปรโตคอลอื่น ๆ ได้มากขึ้น ทำให้เราสามารถใช้โปรแกรม Web Browser โอนถ่ายไฟล์ข้อมูลที่ใช้โปรโตคอล FTP ได้โดยไม่ต้องไปหาโปรแกรมอื่น ๆ มาใช้เพิ่มเติมอีก

โปรโตคอลหลัก ๆ ที่ทำงานและให้บริการในชั้น Process Layer นี้ก็มีอย่างเช่น

1. FTP (File Transfer Protocol)

FTP ใช้ในการรับ-ส่งแฟ้มข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายและเครื่อง Server โดยที่เครื่องServer จะต้องมีโปรแกรมให้บริการ FTP (FTP Server) ติดตั้งและทำงานอยู่ เพื่อให้เครื่องลูกข่ายที่รันโปรแกรม FTP Client สามารถเข้ามาขอใช้บริการได้

2. Telnet

TELNET เป็นบริการที่ให้เครื่องลูกข่ายสามารถเข้าไปใช้เครื่องเซอร์ฟเวอร์โดยการจำลองตัวเองให้ทำงานเป็นเทอร์มินัล ผู้ใช้งานจะต้องใส่รหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านเพื่อแจ้งการเข้าใช้เครื่อง เมื่อเข้าไปได้แล้ว การทำงานต่าง ๆ จะเหมือนกับการเข้าไปทำงานที่หน้าจอ ของเครื่องเซอร์ฟเวอร์ การทำงานแบบนี้เครื่องเซอร์ฟเวอร์จะต้องติดตั้งโปรแกรมให้บริการ TELNETซึ่งโดยปกติ ในระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ จะมีบริการนี้ติดตั้งไว้แล้วเป็นมาตรฐาน มีศัพท์เรียกโปรแกรมให้บริการบนเครื่องยูนิกซ์ว่า daemon เช่น FTP daemon, TELNET daemon เป็นต้น

3. HTTP (HyperText Transfer Protocol)

HTTP ใช้ในการติดต่อรับส่งข้อมูลชนิดไฮเปอร์เท็กซ์(Hypertext) ระหว่างเครื่องลูกข่ายกับ WWW Server (World Wide Web)โดยที่เอกสารนี้จะอยู่ในรูปแบบที่เขียนในภาษา HTML (HyperText Markup Language) เอกสารแต่ละชิ้น จะสามารถเชื่อมโยงไปยังเอกสารชิ้นอื่นได้ ซึ่งเอกสารที่ถูกเชื่อมโยงนี้ อาจจะอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน หรือต่างเครื่องกันก็ได้

4. SMTP (Simple Mail Transfer Trotocol)

SMTP เป็นการให้บริการเพื่อรับส่งจดหมายอิเล็คโทรนิคส์(E-Mail) โดยที่ SMTP จะมีตู้ไปรษณีย์เพื่อทำหน้าที่รับจดหมายจากผู้อื่นที่ต้องการส่งให้ และเก็บจดหมายของผู้ใช้ที่ต้องการส่งไปยังผู้ใช้อื่น เมื่อถึงกำหนด เวลาที่ตั้งไว้โปรแกรมจะทำการส่งจดหมายออก และรับจดหมายเข้ามา ผู้ใช้ก็สามารถจะเปิดอ่านได้เมื่อต้องการ SMTP จะใช้โปรโตคอล TCP port เลขที่ 25 ส่วนการรับส่งจดหมายระหว่างเครื่องลูกข่ายกับ SMTP Server ในลักษณะที่เป็น Client/Server จะใช้โปรโตคอลที่ชื่อว่า POP3 (Post Office Protocol)

นอกจากนี้ยังมีโปรโตคอลอื่น ๆ ที่อยู่เบื้องหลัง ซึ่งทำงานโดยที่ผู้ใช้ไม่สามารถมองไม่เห็นได้จากโปรแกรม หรือไม่ได้มีการใช้งานโดยตรง เช่น

- Protocol DNS (Domain Name System) ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลชื่อ Domain Name หรือ ชื่อเว็บไซท์ ทั้งหลายให้เป็นหมายเลข IP Address

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- Protocol SNMP (Simple Network Management Protocol) ใช้ในการควบคุม และตรวจสอบอุปกรณ์ที่อยู่ในเครือข่าย

- Protocol DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) ทำหน้าที่แจกจ่ายข้อมูล พารามิเตอร์ของ เครือข่ายให้กับเครื่องลูกข่าย ที่เชื่อมต่ออยู่

2.Host-to-Host layer

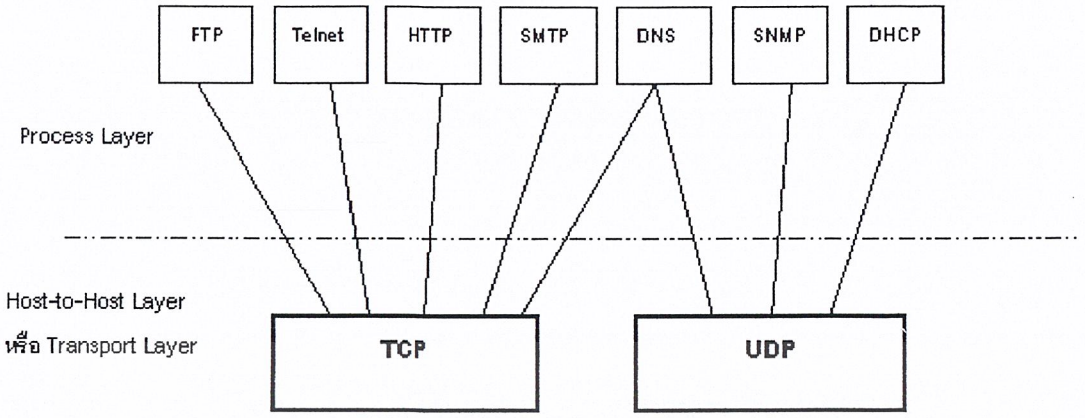
ผู้ที่ใช้งานอินเตอร์เน็ตเคยสงสัยหรือไม่ว่า เครื่อง Server ที่ให้บริการต่าง ๆ เช่น เว็บเซิร์ฟเวอร์นั้น เมื่อมีผู้เข้ามาเรียกใช้บริการพร้อมกันหลายคน จะมีวิธีการส่งข้อมูลกลับไปยังต้นทางได้อย่างไร โดยไม่ผิดพลาด ซึ่งบางครั้งผู้ใช้รายหนึ่ง อาจจะเปิดโปรแกรม Web Browser ซ้อนกัน เพื่ออ่านข้อมูลจากเว็บเพจอื่น ๆ พร้อม ๆ กัน ดังนั้นระบบจะทราบได้อย่างไร ถึงการจัดส่งข้อมูลได้อย่างไร

การทำงานที่ชั้นของ Host - to - Host Layer นี้จะมีบทบาทในการจัดการต่อจากชั้นของ Process Layer บางครั้งเรามักเรียกชั้น Host - To - Host Layer ว่าเป็น Transport Layer ซึ่งไม่ใช่ชั้นของ Transport Layer ในมาตรฐาน OSI - Reference Model การทำงานของ Host - To - Host Layer นี้จะมีการสร้าง Connection หรือการเชื่อมต่อกันระหว่างแอพพลิเคชันกับ Host - To - Host Layer โดยจุดที่เชื่อมกันเพื่อรับส่งข้อมูลนี้เรียกว่า Port หรือ Socket (คำว่า Port ในที่นี้ ไม่ได้หมายถึง Port ทาง Hardware) และในแต่ละแอพพลิเคชัน ก็จะสร้างการเชื่อมต่อ ผ่าน Port ได้พร้อมกันหลายแอพพลิเคชัน ซึ่งการใช้งาน Port ของแต่ละแอพพลิเคชันที่อยู่ในชั้น Process Layer จะแตกต่างกันตามหมายเลขที่กำหนดไว้ และแต่ละโปรโตคอลจะมีการใช้งาน Port หมายเลขต่าง ๆ ไม่ซ้ำกัน

เมื่อแอพพลิเคชันทำงานผ่านโปรโตคอลในชั้น Process layer จะมีการส่งผ่านข้อมูลไปยัง Host-to-Host layer ที่ชั้นนี้จะมีการเชื่อมต่อผ่าน port ที่กำหนด ทำให้การรับส่งข้อมูลในแต่ละโปรโตคอลทำได้ถูกต้อง ถึงแม้ว่าในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ จะมีการทำงานอยู่หลายโปรเซสที่แตกต่างกันก็ตาม หรือมีผู้ใช้บริการเข้ามาใช้งานพร้อมกันจำนวนมากและหลายแอพพลิเคชันในเวลาเดียวกัน ในชั้น Host-to-Host หรือ Transport layer ของ TCP/IP นี้ จะมีโปรโตคอลทำงานอยู่ 2 โปรโตคอลที่แตกต่างกัน คือ โปรโตคอล TCP และโปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ในการส่งผ่านข้อมูลลงไปที่ชั้นถัด ๆ ไป จะเห็นว่าโปรโตคอล TCP และ UDP จะถูกผนึกเข้าไปในโปรโตคอล IP อีกทีหนึ่งและส่งต่อไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ตต่อไป

ตัวโปรโตคอล TCP และโปรโตคอล UDP จะมีแอพพลิเคชันเฉพาะเพื่อเรียกใช้งานแยกกันคือ แอพพลิเคชันที่ใช้โปรโตคอล FTP, Telnet, HTTP และ SMTP จะมีการส่งผ่านข้อมูลโดยเรียกใช้โปรโตคอล TCP ส่วนแอพพลิเคชัน SNMP และ DHCP จะส่งผ่านข้อมูลโดยเรียกใช้โปรโตคอล UDP และสำหรับโปรโตคอล DNS นั้นจะสามารถเรียกใช้งานได้ทั้ง TCP และ UDP ดังรูปที่2.7 ซึ่งเหตุผลที่มีการเรียกใช้โปรโตคอล TCP และ UDP แตกต่างกัน ก็เนื่องจากวิธีการทำงานของทั้งสองโปรโตคอลต่างกันนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



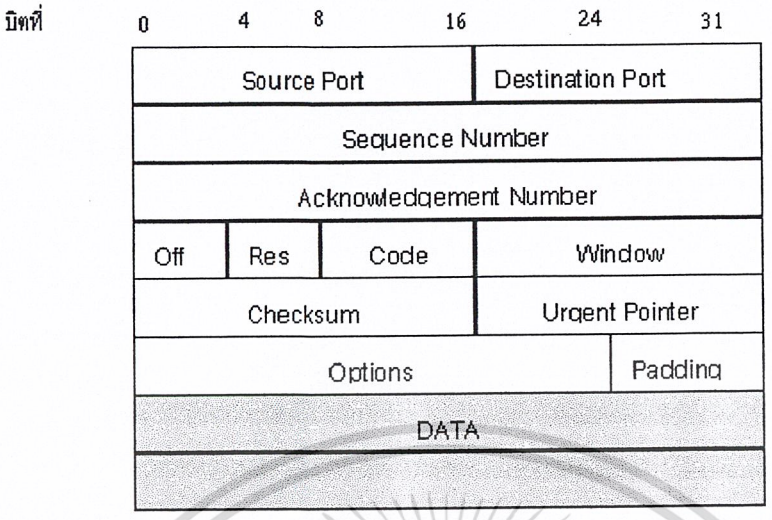
รูปที่2.7 โปรเซสต่างๆที่เรียกใช้ Transport layer เพื่อส่งผ่านข้อมูลโดยอาศัย port ซึ่งในแต่ละโปรเซสจะเรียกใช้งาน port เฉพาะแตกต่างกัน ยกเว้น DNS ที่สามารถใช้งานได้ทั้ง TCP และ UDP

โปรโตคอล TCP

โปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) เป็นโปรโตคอลที่มีการรับส่งข้อมูลแบบ stream oriented protocol หมายความว่า การรับส่งข้อมูลจะไม่คำนึงถึงปริมาณข้อมูลที่จะส่งไป แต่จะแบ่งข้อมูลเป็นส่วนย่อย ๆ ก่อน แล้วจึงจะส่งไปยังปลายทางอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งสูญหายไป ก็จะส่งข้อมูลส่วนนั้นใหม่อีกครั้ง สำหรับปลายทางก็จะทำหน้าที่จัดเรียงส่วนของข้อมูล datagram ใหม่ให้ต่อเนื่องกันและประกอบกลับเป็นข้อมูลทั้งหมดได้ ซึ่งจะแยกข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ออก ดังนั้นแอพพลิเคชันหรือโปรเซสใดที่อาศัยการส่งผ่านข้อมูลด้วยโปรโตคอล TCP จะต้องใช้หน่วยความจำและขนาดของช่องสัญญาณ (bandwidth) มากกว่า UDP การติดต่อระหว่างกันจะต้องเป็นแบบ connection-oriented คือต้องมีการสร้างการติดต่อกันเป็น session ทั้ง 2 ด้านเสียก่อน แล้วจึงจะรับส่งข้อมูลไปได้พร้อมกัน (full duplex) เหมือนกับการใช้โทรศัพท์ติดต่อกัน เมื่อผู้ติดต่อต้นทางเรียกให้ฝ่ายตรงข้ามรับสายแล้ว จึงเริ่มการสนทนา เช่น พูดคำว่า "สวัสดี" หรือ "ฮัลโหล" กันก่อนเพื่อให้แน่ใจว่าฝ่ายตรงข้ามพร้อมจะติดต่อด้วย จากนั้นจึงเริ่มต้นติดต่อกัน และเมื่อต้องการจะเลิกการติดต่อก็จะมีการพูดคำว่า "สวัสดี" ให้ฝ่ายตรงข้ามทราบว่าจะเลิกการติดต่อและวางสายไป ซึ่งในระหว่างการติดต่อกันนั้น แม้ว่าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหรือทั้งสองฝ่ายจะเงียบไป คือไม่พูดอะไรเป็นเวลานาน ๆ แต่การเชื่อมโยงระหว่างทั้งสองด้านยังคงมีอยู่ไม่ขาดไปจนกว่าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งจะวางสาย เช่นเดียวกับการติดต่อกันด้วยกลไกโปรโตคอล TCP เมื่อแอพพลิเคชันต้องการส่งผ่านข้อมูลจะใช้โปรโตคอลที่เหมาะสมในชั้น Process layer ติดต่อไปและมีการสร้างช่องส่งข้อมูลผ่าน port ที่กำหนดเพื่อส่งผ่านข้อมูลไปยังโปรโตคอล TCP

ในระหว่างการรับส่งข้อมูลนี้ โปรโตคอล TCP จะเพิ่มขบวนการสอบทานข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องไม่ผิดพลาดไปจากเดิม โดยการส่งสัญญาณสอบทานข้อมูล (acknowledgement) และส่งข้อมูลให้ใหม่อีกครั้ง ถ้าปลายทางไม่ได้รับหรือเกิดความผิดพลาดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 รูปแบบ TCP packet จะเห็นว่ามีฟิลด์ Acknowledgement Number และข้อมูล Checksum เพื่อใช้ตรวจสอบการเดินทางของข้อมูล ส่วน header มีข้อมูลมากทำให้ต้องอาศัยทรัพยากรของระบบมาก

ความน่าเชื่อถือของการส่งผ่านข้อมูลโดยโปรโตคอล TCP จะมีมากกว่า แต่ก็ต้องอาศัยทรัพยากรของระบบมากกว่าในการทำงานเช่นกัน

โปรโตคอล UDP

ใน Host-to-Host layer นอกจากจะมีโปรโตคอล TCP ทำงานแล้ว ก็ยังมีโปรโตคอล UDP (User Datagram Protocol) ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันอยู่ด้วย ในการรับส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล UDP จะเป็นแบบที่ทั้งสองด้านไม่จำเป็นต้องอาศัยการสร้างช่องทางเชื่อมต่อกัน (connectionless) ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้บริการกับเครื่องที่ขอใช้บริการ โดยไม่ต้องแจ้งให้ฝ่ายรับข้อมูลเตรียมรับข้อมูลเหมือนโปรโตคอล TCP และไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนในการรับส่งข้อมูลนั้น ๆ ด้วย เนื่องจากโปรโตคอล UDP ไม่มีสัญญาณสอบทานข้อมูล (avknowledgement) ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้งและไม่มีการส่งข้อมูลใหม่อีกในกรณีที่เกิดความผิดพลาดของการส่งข้อมูล เมื่อเป็นเช่นนี้แอพพลิเคชันหรือโปรเซสใดที่ต้องอาศัยโปรโตคอล UDP ในการส่งผ่านข้อมูลก็อาจจะต้องสร้างขบวนการตรวจสอบข้อมูลขึ้นมาเอง

ตามรูป2.7 จะเห็นว่าโปรโตคอลชั้นบนขึ้นไป ที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลโดยโปรโตคอล UDP เช่น โปรโตคอล SNMP (ใช้ควบคุมและจัดการอุปกรณ์ในเครือข่าย) , หรือโปรโตคอล DHCP (ใช้ส่งข้อมูลพารามิเตอร์ของเครือข่ายให้กับเครื่องลูกข่ายได้ใช้งาน) การส่งข้อมูลเหล่านั้นไม่ต้องรับทราบหรือตรวจสอบว่าข้อมูลไปถึงปลายทางถูกต้องหรือไม่ แต่กลไกการตรวจสอบข้อมูล ที่มีการรับส่ง จะไปทำในขั้นตอนของโปรโตคอลชั้นที่สูงกว่าแทน

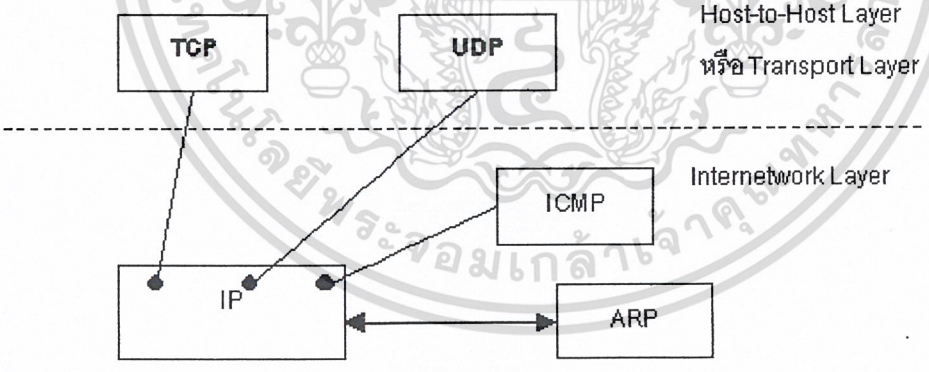
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Internetwork Layer

ในระดับล่างต่อมาในชั้น Internetwork Layer มีหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลในระหว่างเครือข่าย โดยมีโปรโตคอลที่ทำงานเป็นกลไกสำคัญในการส่งผ่านข้อมูลไปยังเครือข่ายใด ๆ บนอินเตอร์เน็ต คือ โปรโตคอล IP (Internet Protocol) นอกจากนี้ในชั้น Internetwork Layer ยังมีโปรโตคอลที่ทำงานอยู่ด้วยอีก 2 ชนิด คือ โปรโตคอล Internet Control Message Protocol (ICMP) และโปรโตคอล Address Resolution Protocol (ARP)

โปรโตคอล IP (Internet Protocol)

โปรโตคอล IP นี้ทำหน้าที่ให้บริการส่งผ่านข้อมูลที่มาจาก Host - To - Host Layer เพื่อส่งข้ามไปยังเครือข่ายใด ๆ ได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าจะมีเครือข่ายเชื่อมต่ออยู่ในอินเตอร์เน็ตเป็นล้าน ๆ เครือข่ายก็ตาม เนื่องจากโปรโตคอล IP มีข้อมูลตำแหน่ง IP ปลายทางที่จะส่งข้อมูลไปให้ โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Router เพื่อส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย ออกไปได้ ตัวโปรโตคอล IP จะทำงานแบบ Packet Switching คือมีการส่งผ่านข้อมูลสวิทซ์ (Switch) ไปยังปลายทาง โดยข้อมูลจะเดินทางไปยังเครือข่ายต่าง ๆ ผ่านสวิทซ์นี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงปลายทาง ตัววงจรผ่านหรือสวิทซ์ นี้ เป็น Gateway หรือ Router ในระบบเครือข่ายก็ได้ ซึ่งในข้อมูลของโปรโตคอล IP จะมีข้อมูลของหมายเลข IP ปลายทางที่จะส่งข้อมูลไปให้ และเมื่อถึงเครือข่ายปลายทางแล้ว จะมีกลไกแปลงหมายเลข IP ให้เป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์ ประจำเครื่องที่ถูกต้องอีกทีหนึ่ง ด้วยโปรโตคอล ARP ตามรูปที่ 2.9 ที่จะแสดงการติดต่อกันระหว่างโปรโตคอลในชั้นของ Host - To-Host Layer กับ Internetwork Layer



รูปที่2.9 โปรโตคอล TCPและ UDP อาศัยโปรโตคอล IP ที่อยู่ชั้นล่างเพื่อส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครือข่าย และในชั้น Internetwork Protocal ยังมีโปรโตคอล ARP ทำหน้าที่แปลงเลขหมาย IP ไปเป็นเลขหมายของฮาร์ดแวร์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอล ICMP (Internet Control Message Protocol)

หน้าที่หลักของโปรโตคอล ICMP (Internet Control Message Protocol) คือ การแจ้งหรือแสดงข้อความจากระบบ เพื่อบอกให้ผู้ใช้ ทราบว่า เกิดอะไรขึ้น ในการส่งผ่านข้อมูลนั้น ซึ่งปัญหาส่วนมากที่พบคือ ส่งไปไม่ได้ หรือปลายทางรับข้อมูลไม่ได้ เป็นต้น นอกจากนี้ โปรโตคอล ICMP ยังถูกเรียกใช้งานจากเครื่อง Server และ Router อีกด้วย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ควบคุม ส่วนรูปแบบการทำงานของโปรโตคอล ICMP นั้นจะทำควบคู่กับโปรโตคอล IP ในระบบเดียวกัน และข้อความต่าง ๆ ที่แจ้งให้ทราบจะถูกผนึกอยู่ภายในข้อมูล IP (IP datagram) อีกทีหนึ่ง

ข้อความที่โปรโตคอล ICMP ส่งนั้น แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ ICMP Error Message หรือข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และ ICMP Query หรือข้อความเรียกขอข้อมูลเพิ่ม ตัวอย่างกลไกการทำงานของโปรโตคอล ICMP เช่น เมื่อมีการส่งผ่านข้อมูลจากผู้ใช้ไปยังปลายทางที่ไม่ถูกต้อง หรือขณะนั้นเครื่องปลายทางเกิดปัญหาจนไม่สามารถรับข้อมูลได้ ที่ Router จะส่งข้อความแจ้งเป็น ICMP Message ที่ชื่อ Destination Unreachable ให้กับผู้ส่งข้อมูลนั้น นอกจากนี้ตัวข้อมูลที่แจ้งข้อความ ก็จะมีส่วนของข้อมูล IP Datagram ที่เกิดปัญหาด้วย ดังนั้น เมื่อผู้ส่งข้อมูลได้รับข้อความแจ้งแล้วก็จะทราบได้ว่า จุดที่เกิดปัญหานั้นอยู่ที่ใด ดังนั้นโปรโตคอล ICMP จึงกลายมาเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการช่วยทดสอบเครือข่าย เช่น คำสั่ง Ping ที่เรามักใช้ทดสอบว่าเครื่อง Server ที่ให้บริการหรืออุปกรณ์ที่ต่ออยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้นยังทำงานเป็นปกติหรือไม่ แล้วคำสั่ง Ping มีการเรียกใช้งานโปรโตคอล ICMP แจ้งเป็นข้อความให้ทราบอีกด้วยต่อหนึ่ง

โปรโตคอล ARP (Address Resolution Protocol)

โปรโตคอล ARP ถูกเรียกใช้งานโดยโปรโตคอล IP เพื่อช่วยแปลงหมายเลข IP ไปเป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์ปลายทาง ตัวอย่างเช่น เว็บเซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่ง เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และในการเชื่อมต่อนี้ ต้องอาศัย Lan Card ที่ติดตั้งอยู่นี่เอง จะมีหมายเลขเฉพาะประจำฮาร์ดแวร์ ที่ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อใช้อ้างอิงการส่งข้อมูลในเครือข่าย แต่มาใช้งานโปรโตคอล TCP/IP ก็จะต้องมีการกำหนดหมายเลข IP Address ประจำตัวเพื่อใช้อ้างอิงกัน และโปรโตคอล ARP จะทำหน้าที่แปลงค่าหมายเลข IP ให้เป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์จริงให้ในระดับการทำงานที่ Internetwork Layer นี้ ซึ่งกลไกการแปลงนี้เรียกว่า Address Resolution

โปรโตคอล ARP ย้อนกลับ หรือ RARP (Reverse Address Resolution Protocol)

วิธีการ ARP ช่วยแก้ปัญหาในการค้นหาที่อยู่ ของข้อมูลที่ใช้การกำหนดที่อยู่ฮาร์ดแวร์ แบบ IP แต่ถ้าทราบที่อยู่แบบฮาร์ดแวร์ แล้วต้องการแปลงที่อยู่เป็น IP จะทำอย่างไร ปัญหานี้มักเกิดขึ้นกับเครื่อง Computer ที่เริ่มทำงานด้วยการอ่านข้อมูลทั้งหมดจากเครื่อง Host เครื่องประเภทนี้จะทราบเพียงที่อยู่ของตนเองจากอุปกรณ์สื่อสารเครือข่ายเท่านั้น การค้นหาคำตอบสามารถทำได้โดยวิธีควบคุมการสื่อสารแบบ ARPย้อนกลับหรือ RARP(Reverse Address Resolution Protocol) วิธีการนี้ Computer ที่เพิ่งจะเริ่มทำงาน (หรือเครื่องใดก็แล้วแต่) จะส่งคำถามออกไปในทำนอง "ที่อยู่ขนาด 48 Bits แบบ ฮาร์ดแวร์ ของฉันคือ

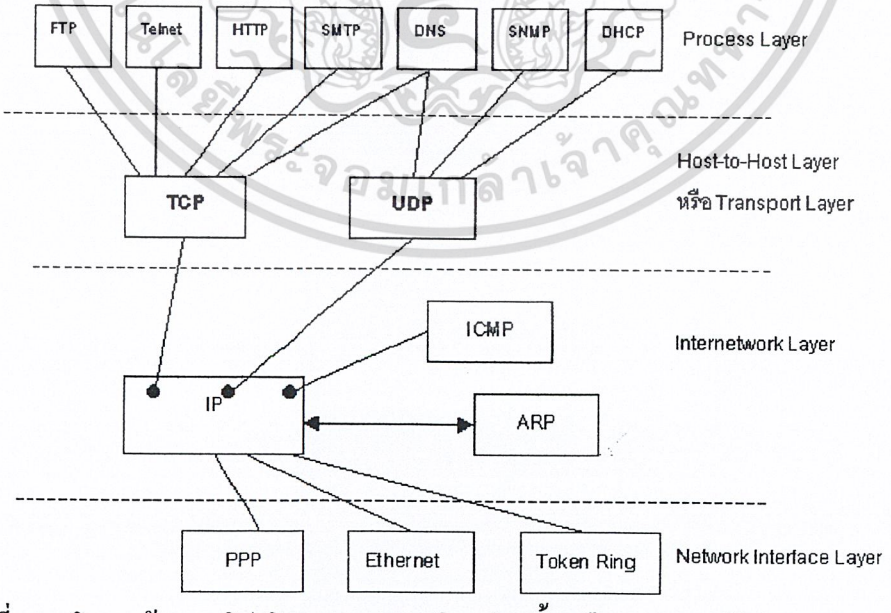
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.04.05.18.01.25 มีใครทราบที่อยู่ IP ของฉันบ้าง" เครื่องที่ให้บริการ RARP จะตรวจดูข้อมูลในตารางข้อมูลของตนเองแล้วจึงส่งหมายเลข IP กลับไปให้ วิธีการนี้ช่วยให้เกิดความอ่อนตัวและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้หมายเลข IP เนื่องจากผู้ใช้ไม่มีหมายเลข IP เป็นของตนเอง ผู้ควบคุมระบบสามารถกำหนดหมายเลข IP ใดๆที่ไม่มีผู้ใช้งานในขณะนั้นให้ใช้ได้ หมายเลข IP ในที่นี้จึงเป็นเสมือนสมบัติส่วนกลางที่ทุกคนใช้ร่วมกัน

ข้อด้อยของวิธี RARP คือการที่ผู้ใช้จะส่งคำถามโดยใช้หมายเลข 1 จำนวน 48 ตัวเป็นที่อยู่ของผู้ให้บริการหมายเลขนี้เป็นหมายเลขพิเศษที่ Router จะไม่ยอมส่ง Package ผ่านไปยังเครือข่ายอื่นเลย ฉะนั้นผู้ให้บริการ RARP จะต้องมีอยู่ประจำทุกเครือข่าย อย่างไรก็ตาม Protocol แบบ BOOTP ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหานี้โดยการใช้ Package UDP แทน Package ชนิดนี้ สามารถส่งไปได้ทั่วทุกเครือข่ายและยังให้ข้อมูลอื่นเพิ่มเติม เช่น หมายเลข IP ของผู้ให้บริการแฟ้มข้อมูล หมายเลข IP ของ Router อัตโนมัติ และตารางข้อมูลเครือข่ายย่อยเป็นต้น

4. Network Interface Layer

เนื่องจากในด้านกายภาพของเครือข่ายนั้น มีหลายวิธีการและหลายรูปแบบในการเชื่อมต่อระบบให้เป็นเครือข่าย แต่อย่างไรก็ตามในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนี้ ข้อมูลใน IP datagram จะถูกถ่ายทอดและส่งผ่านไปยังปลายทางโดยไม่คำนึงถึงรูปแบบการเชื่อมต่อทางกายภาพ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครือข่ายใยแก้วนำแสงหรือเครือข่ายสาย Unshielded Twist Pair (UTP) เชื่อมต่อเป็นแบบเครือข่าย Ethernet ธรรมดาหรือเครือข่าย Token Ring,ATM,ISDN ฯลฯ ก็ตาม การทำงานระดับล่างสุดต่อจาก Internetwork layer จะเป็นการแปลงข้อมูล IP datagram ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสม และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังเครือข่ายต่อไป ซึ่งในชั้น Network Interface Layer นี้เมื่อเทียบกับมาตรฐาน OSI model แล้วจะเป็นการรวม 2 layer เข้าด้วยกันคือ Data link layer และ Physical layer กล่าวโดยสรุปคือการทำงานในชั้นต่างๆตามโครงสร้างโปรโตคอล TCP/IP จะมีลักษณะดังรูปที่2.10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP ในแต่ละชั้นหรือ Layer จะมีโปรโตคอลหลักทำหน้าที่ต่างๆและส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายและออกสู่อินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวโดยสรุปก็คือ โปรโตคอล TCP/IP ทำงานโดยแบ่งเป็นชั้นเทียบกับ OSI model ได้กลไกในการทำงานของโปรโตคอล TCP/IP มี 4 ชั้น ซึ่งในชั้นแรก คือ Process layer ทำหน้าที่ติดต่อกับแอพพลิเคชันและโปรโตคอลที่แอพพลิเคชันนั้นๆใช้งาน และส่งต่อมาให้ชั้น Host-to-Host layer เพื่อติดต่อกันระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้บริการกับเครื่องผู้ขอใช้บริการ ในชั้นนี้จะมีการสร้าง Session หรือการเชื่อมต่อระหว่างระบบขึ้นตามแต่ละโปรโตคอลที่ต้องการ ต่อมาเป็นการผนึกข้อมูลไปเป็น IP datagram ที่ชั้น Internetwork Layer โดยอาศัยโปรโตคอล IP เพื่อให้สามารถติดต่อข้อมูลข้ามเครือข่ายและเครื่องที่ถูกต้องได้ และสุดท้ายการส่งข้อมูลออกสู่โลกภายนอกต้องอาศัยกลไกในชั้น Network Interface Layer เพื่อแปลงข้อมูลใหม่ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งออกไปเครือข่ายและอาจจะออกไปยัง Gateway หรือ Router เพื่อข้ามเครือข่ายออกไปยังเส้นทางที่กำหนดไว้ในอินเตอร์เน็ตโปรโตคอล ในแต่ละโปรโตคอลเหล่านี้ก็จะรับผิดชอบหน้าที่ของตนเพื่อผ่านข้อมูลลงไปยังระดับล่าง และออกสู่เครือข่ายอินเตอร์เน็ตในที่สุด

ตารางสรุปหมายเลขบางส่วนของ port ที่ใช้งานโดย TCP/IP และ UDP เราจะเห็นว่าในแต่ละชั้นของโครงสร้าง TCP/IP Stack มีการใช้โปรโตคอลต่างอยู่หนึ่งโปรโตคอล

โปรโตคอลที่ใช้งาน	Port หรือ socket เชื่อมต่อ (เลขฐาน10)	โปรโตคอลในระดับ Host-to-Host	รายละเอียด
BootP	67	UDP	BOOTstarp Protocol ด้านเซิร์ฟเวอร์
BootP	68	UDP	BOOTstarp Protocol ด้านไคลเอนต์
DHCP	67	UDP	Dynamic Host Configuration Protocol ด้านเซิร์ฟเวอร์
DNCP	68	UDP	Dynamic Host Configuration Protocol ด้านไคลเอนต์
DNS	53	UDP/TCP	Domain Name System
FTP	21	TCP	File Transfer Protocol ด้านเซิร์ฟเวอร์ที่ควบคุม
FTP	20	TCP	File Transfer Protocol ด้านเซิร์ฟเวอร์ที่ส่งข้อมูล
HTTP	80	TCP/UDP	Hyper Text Transfer Protocol ด้านเซิร์ฟเวอร์
NetBT	138	UDP	NetBIOS datagram service
NetBT	139	UDP	NetBIOS session service
SMTP	25	TCP	Simple Mail Transfer Protocol ด้านเซิร์ฟเวอร์
SNMP	161	UDP	Simple Network Management Protocol ด้าน agent
SNMP	162	UDP	SNMP trap manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Telnet	23	TCP	Teletype Network Protocol
TFTP	69	UDP	Trivial File Transfer Protocol
WINS	137	UDP	Windows Internet Name Service

ตารางที่2.1 สรุปหมายเลขบางส่วนของ port ที่ใช้งานโดย TCP/IP และ UDP

กลไกของโปรโตคอล IP

ในการส่งผ่านข้อมูลหรือ IP datagram ไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้น โปรโตคอล IP จะทำหน้าที่พิจารณาว่าปลายทางในการส่ง IP datagram นั้นเป็นภายในเครือข่ายตนเองหรือจะต้องส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายไปอีก โดยการพิจารณานี้โปรโตคอล IP address ปลายทางว่าส่วนที่เป็นค่าหมายเลขเครือข่าย (network address) จะเหมือนกับค่าเลขหมายเครือข่าย IP address ต้นทางหรือไม่ ถ้าค่าตรงกันแสดงว่าการส่งข้อมูลภายในเครือข่ายเดียวกัน แต่ถ้าค่าต่างกันแสดงว่าต้องส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่อยู่คนละเครือข่ายกัน

- การส่งข้อมูลภายในเครือข่ายเดียวกัน มีกลไกดังนี้

1. โปรโตคอล IP จะเรียกใช้บริการโปรโตคอล ARP (Address Resolution Protocal) เพื่อแปลงหมายเลข IP ปลายทางให้เป็นค่าหมายเลขฮาร์ดแวร์ เช่น MAC address

2. เมื่อ โปรโตคอล IP ได้รับค่าหมายเลขฮาร์ดแวร์แล้ว ก็จะส่งข้อมูลไปยังฮาร์ดแวร์ที่ระบุไว้

- การส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายมีกลไกดังนี้

1. โปรโตคอล IP ตรวจสอบพบว่าหมายเลข IP address ที่ปลายทางอยู่คนละเครือข่ายกัน โดยโปรโตคอล IP จะอ่านค่า IP address ของ Router เพื่อเตรียมส่งข้อมูลไปที่ Router แทนซึ่งในที่นี้จะมีการกำหนดเป็นdefault router

2. โปรโตคอล IP จะเรียกใช้บริการโปรโตคอล ARP เพื่อแปลงค่า IP address ของ Router ให้เป็นค่าหมายเลขฮาร์ดแวร์

3. โปรโตคอล IP ส่งข้อมูล IP datagram ไปยัง Router ส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายไปตามขั้นตอน

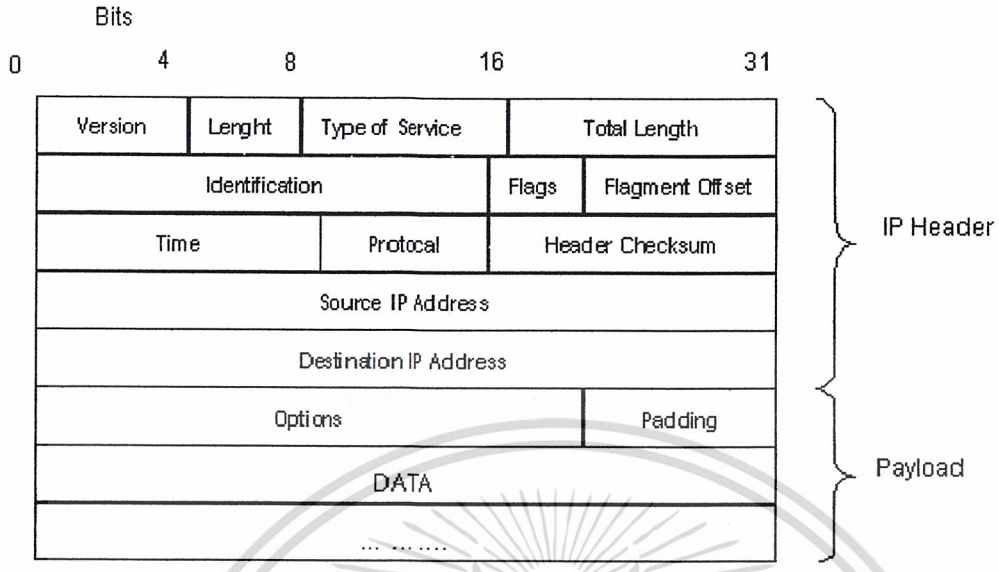
IP Datagram

หัวใจหลักของการส่งข้อมูล TCP/IP คือ IP Datagram เป็นชุดของข้อมูลซึ่งประกอบด้วย Source,Address ปลายทาง ,Type of Service Information ,User data และ Error Correction Information

IP Datagram จะประกอบด้วยส่วนของ Header Block ของข้อมูลซึ่งข้อมูลสามารถที่จะกำหนดขึ้นอยู่กับชนิดของ Service และความต้องการของผู้ใช้ ในส่วน Header จะประกอบด้วยชุดของ Well-Defined Field

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP Header ในส่วนหัวของ IP datagram หรือ IP Header โดยส่วนมากจะประกอบด้วย 20 bytes ตามรูปที่2.11 จะแสดง IP Header



รูปที่ 2.11 แสดง IP Header

ครั้งแรกจะพิจารณาสิ่งที่น่าสนใจในส่วนของ Protocal ,Source ,Adress ,และ Destination Address Field ในส่วนของโปรโตคอลจะถูกกำหนดโดยวิธีของ IP Packet จะถูกแปลทั่วๆไป ค่าต่างๆ จะถูกกำหนดไว้สำหรับส่วนนี้ในส่วนของ Address จะแสดงให้เห็นส่วนของ Host Address ซึ่ง Address นี้จะเป็นเพียงหมายเลขเดียวเท่านั้นที่จะเหมือนกันในระบบ Internet

IP Host Address and Routing

IP Host Address จะเป็นส่วนข้อมูล 32 bits ซึ่งมีเพียงหมายเลขเดียวเท่านั้นที่เหมือนกันซึ่งใช้ในการติดต่อกับ Internet Host ส่วนของ Gateway (เป็นตัวทำหน้าที่ Interface network ที่มีมากกว่า 1 network) จะมี Host อยู่มากมาย

ตามหลักที่ถูกต้อง คือ 4 bytes ของ Internet host address มักเขียนให้อยู่ในรูปของเลขฐานสิบ ตัวอย่างเช่น 121.0.0.1

Internet Host Address ส่วนมากจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Network Address และ Actual host address ถ้าเรียงตามความยาวทั้งสองตาม address โดยมากจะขึ้นอยู่กับการกำหนด bytes ใน address เสียเป็นส่วนใหญ่

Class A network address จะสังเกตได้ว่าไบต์แรกจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 127 แล้วจะประกอบไปด้วย 8 บิต เนทเวิร์คจะประกอบด้วย 24 bit host address เนื่องจากแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0 และ 127 จะถูกสงวนไว้ ซึ่งสามารถมีค่าสูงสุดคือ 126 class A Subnets ใน class A นี้สามารถมีได้ทั้งหมด 16,777,214 host (Address อยู่ในรูป nnn.0.0.0 และ nnn.255.255.255 จะถูกสงวนเอาไว้)

Class B Network address จะสังเกตได้จากตัวเลขหลักแรกสุดอยู่ระหว่าง 128 ถึง 191,Class B Network จะประกอบไปด้วย 16 bit Network address และ 16 bit host address และสามารถมี 16,383

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Subnets Class B Subnet สามารถที่จะระบุได้ถึง 65 ,534 hosts (address อยู่ในรูป nnn.mmm.0.0 และ nnn.mmm.255.255 จะถูกสงวนเอาไว้)

Class C Network address จะสังเกตได้จากตัวเลขหน้าสุดอยู่ระหว่าง 192 และ 223 ซึ่งจะมีได้ 2,097,152 Subnets Class C Subnets สามารถที่จะระบุได้ 254 hosts (โดยเริ่มที่ address nnn.mmm.bbb.0 และ nnn.mmm.bbb.255 จะถูกสงวนเอาไว้)

Class D Network address (โดยทั่วไปตัวเลข ไบต์ แรกจะอยู่ระหว่าง 224 ถึง255)จะถูกสงวนเอาไว้เพื่อ IP Miltitasking ที่ถูกจำกัดจากในส่วนของ IP broadcastion คือ จะไม่ไปยุ่งเกี่ยวกับ Winsock Programmer

Host Names

ในระหว่างการคิดค้นประดิษฐ์ Internet ซึ่งตัวเลขที่จะนำมาแทน Host Address ซึ่งจะมีไม่เพียงพอและอีกอย่างหนึ่งคือ ตัวเลขเหล่านี้เป็นการยากที่จะจดจำ และอีกอย่างถ้าเกิด Host address มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากหลายๆ สาเหตุ จึงทำให้เกิดความยุ่งยาก ดังนั้นระบบ Naming System จึงได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการ Map ตัวเลขของ IP Address ไปเป็นMemories Host Names ในทุกวันนี้จะมีอยู่ 5 hosts บน Internet ทุกๆ host จะถูกจับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ files กับข้อมูลของ Internet host ทุกตัวและ address อย่างไรก็ตามอินเตอร์เนทได้เติบโตอย่างต่อเนื่องมาทำให้ดูว่าจะไม่เพียงพอ อย่างแรกคือการตั้งชื่อ Internet host จะทำได้อย่างมีมาตรฐาน อย่างที่ 2 คือ ทางด้าน hardware สามารถที่จะแยกแยะความต้องการที่จะติดต่อกับทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ ทุกตัวที่ต่ออินเตอร์เนตอยู่

คำตอบของปัญหานี้คือการกำหนด Domain Name System (DNS) ซึ่งจะเป็นตัวจัดระเบียบของการตั้งชื่อ รูปแบบของ Domain names คือ จะคล้ายกับทุกคนที่ใช้อินเตอร์เนต โดยปกติการตั้งชื่อจะอยู่ในรูปแบบคือ Host Subdomain Domain

ในส่วนนี้จะกำหนดโดยหน่วยงานหนึ่ง(ส่วนมากเป็นหน่วยงานในสหรัฐ) หรือ โดยแต่ละประเทศ โดยจะมีดังต่อไปนี้

GOV : Government Bodies

EDU : Education Institutions

COM: Commercial Enterprises

MIL : Milliary Organization

ORG: Other Organization

Top-level Domain โดยใช้ชื่อประเทศ มักจะใช้ตามมาตรฐาน ISO 3166 โดยจะใช้ตัวอักษรย่อ 2 ตัวของชื่อประเทศ

2.3 เครือข่ายระบบสื่อสารแพ็กเก็ตเสียง

ในปัจจุบันเครือข่ายโทรศัพท์เป็นเครือข่ายได้รับการพัฒนาและใช้งานอย่างต่อเนื่องทำให้เครือข่ายโทรศัพท์ขยายตัวจนในปัจจุบันเครือข่ายโทรศัพท์ขยายตัวจนกลายเป็นเครือข่ายที่เชื่อมโยงกันทั่วโลก ทำให้สามารถติดต่อกันได้อย่างกว้างขวาง แต่เนื่องจากเครือข่ายโทรศัพท์ยังมีต้นทุนสูงในเชิงค่าใช้จ่าย ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ต้องหาวิธีในการลดต้นทุน เพิ่มประสิทธิภาพ โดยเฉพาะวิธีการทางเทคโนโลยีสมัยใหม่หลายอย่างได้เข้ามามีบทบาทที่ทำให้การใช้งานกว้างขวางและยังลดต้นทุนค่าใช้จ่ายให้ถูกลงอีกด้วย

แนวคิดที่จะทำให้ระบบสื่อสารถูกลงคือ การจัดระบบสื่อสารเป็นรูปแพ็กเก็ต เพื่อว่าข้อมูลที่รับส่งกันเป็นกลุ่มก้อนทำให้เกิดการจัดการที่จะบริหารแถบกว้างให้แบ่งกันใช้เพื่อได้ประสิทธิภาพสูงสุด เช่น เครือข่ายอินเตอร์เน็ต

2.3.1 เหตุผลในการใช้แพ็กเก็ตเสียง

แรงขับดันที่ทำให้เทคโนโลยีแพ็กเก็ตเสียงเป็นจริงขึ้นมา ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีอื่นเข้ามามีบทบาทและเกี่ยวข้องอย่างมาก ได้แก่

- ฮาร์ดดิสก์ มีความจุมากขึ้น ขณะที่ราคาลดลง
- ความเร็วของซีพียูที่มีความเร็วเพิ่มขึ้น
- การใช้หน่วยความจำในเครื่องคอมพิวเตอร์มากขึ้น
- ความเร็วของตัวซีดีรอมเพิ่มมากขึ้น

สำหรับในระบบสื่อสารแล้ว การเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล เพื่อให้ประมวลผลข้อมูลและสื่อสารง่าย การประมวลผลสัญญาณใช้ซีพียูพิเศษที่ใช้ในการคำนวณหรือประมวลผลเรียกว่า DSP (Digital Signal Processing) ในปัจจุบันมีการสร้าง DSP ที่ประมวลผลสัญญาณได้เร็วมากสามารถนำมาใช้ในระบบสื่อสารได้ดี เช่น ในโมเด็มสมัยใหม่ที่ทำงานได้ดีมากขึ้น เพราะDSP การทำการสื่อสารในดิจิตอลจึงต้องประมวลผลเพื่อสื่อสารให้ได้ตามต้องการ

นอกจากนี้ DSP ยังทำให้การบีบอัดเสียงได้ดีขึ้นสามารถสร้างการ์ดเสียง (Soundcard) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ให้สามารถมีการบีบอัดเสียงที่ดีขึ้น

2.3.2 การเข้ารหัสเสียง

โดยธรรมชาติหูของมนุษย์ได้ยินเสียงในรูปแบบสัญญาณที่เป็นแบบอนาล็อก ดังนั้นระบบโทรศัพท์ในยุคแรกจึงใช้วิธีการส่งสัญญาณเสียงแบบอนาล็อกโดยมีอุปกรณ์สวิตชิงเชื่อมโยงวงจรให้สัญญาณเสียงเชื่อมต่อระหว่างต้นทางกับปลายทางได้

การส่งสัญญาณแบบอนาล็อกมีข้อเสียหลายอย่าง โดยเฉพาะยากต่อการประมวลผลและจัดการอีกทั้งยังมีสัญญาณอื่นมารบกวนได้ง่ายและขจัดได้ยาก การขยายสัญญาณอนาล็อกทำให้เกิดการขยายสัญญาณรบกวนตามไปด้วยการรับส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจึงได้คุณภาพที่ไม่ดีนัก

เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่ประกอบด้วยค่า 0 กับ 1 มีการเข้ารหัสเพื่อแทนสิ่งต่างๆ โดยเฉพาะสัญญาณที่ใช้มีการเข้ารหัสแบบพัลซ์โค้ดมอดูเลชัน หรือ PCM โดยลักษณะของการแปลงสัญญาณPCMคือ มีการค่าจำนวน8000ครั้งต่อวินาทีหรือการสุ่มแต่ละครั้งห่างกัน 125ไมโครวินาที เมื่อสุ่มค่าได้แล้วก็แปลงเป็นรหัสดิจิตอลขนาด8บิต โดยการสุ่มขนาด 125 ไมโครวินาทีนี้เพียงพอที่จะสุ่มสัญญาณอนาล็อกที่มีความถี่ได้ไม่เกิน 4000 เฮิรตซ์ ซึ่งพอเพียงสำหรับความถี่เสียงที่เราใช้งาน

การสุ่มค่า 8000 ครั้งต่อวินาที และแต่ละครั้งแปลงสัญญาณเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิตทำให้ PCM ที่ใช้กับสัญญาณเสียงหนึ่งๆมีขนาดความเร็ว 64000 บิตต่อวินาที โดยการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็น

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิจิตอลด้วยอัตราสุ่ม 8000 ครั้งต่อวินาทีเป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนดที่ชื่อว่า G.711 ทำให้ขนาดของความกว้างของสัญญาณเสียงที่ใช้จึงมีค่าเท่ากับ 64 กิโลบิตต่อวินาที แต่เพื่อลดขนาดความกว้างในการรับส่งให้น้อยลงเพื่อจะได้ส่งได้ด้วยจำนวนช่องสัญญาณเสียงได้มากขึ้น จึงได้กำหนดมาตรฐานขึ้นมาใหม่ชื่อ ADPCM หรือ Adaptive Differential PCM โดยมีการเข้ารหัสจาก 8 บิตเหลือเพียง 4 บิตทำให้แต่ละการสุ่มเปรียบเทียบความแตกต่างจากครั้งก่อนหรือค่าผลต่างจึงทำให้การสุ่มเท่าเดิมแต่การเข้ารหัสเพียง 4 บิตจึงลดแถบกว้างให้เหลือเพียง 32 กิโลบิตต่อวินาที ทำให้สัญญาณเสียงมีจำนวนช่องในการสื่อสารระบบสายสัญญาณดิจิตอลได้มากขึ้น

ซึ่งการลดขนาดแถบกว้างในการส่งยังทำได้อีกเช่น ถ้าใช้หลักการ ADPCM แต่เก็บค่าเพียง2บิตที่เป็นผลต่างของข้อมูลการสุ่มครั้งก่อนก็จะทำให้การรับส่งใช้แถบกว้างเพียง 16 กิโลบิตต่อวินาที แต่คุณภาพเสียงจะลดลงตามเช่นกัน

2.3.3 เทคนิคในการบีบอัดข้อมูล

ด้วยเทคนิคของการประมวลผลสัญญาณเชิงดิจิตอล ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคของการบีบอัดข้อมูลที่มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นซึ่งอัลกอริธึมในการบีบอัดข้อมูลเสียงที่ได้รับการพัฒนาคือ LPC (Linear Prediction Code) วิธีการบีบอัดนี้มีรูปแบบเพื่อความเหมาะสมกับงานที่ใช้แทนเสียงพูด

การใช้งานทางโทรศัพท์ส่วนใหญ่ใช้แบบ PCM ที่เป็นแบบ 64 กิโลบิตต่อวินาทีทั้งนี้เพราะการประมวลผลสัญญาณแบบนี้ใช้กันมากในงานโทรศัพท์ที่แพร่หลายและมีอุปกรณ์รองรับอยู่มาก แต่เมื่อใช้แบบ LPC ซึ่งสามารถลดให้เหลือเพียงประมาณ 8 กิโลบิตต่อวินาทีได้

มาตรฐานการสร้างรหัสของข้อมูลเสียงจึงมีหลายมาตรฐานโดย ITU (International Telephony Union) เป็นผู้กำหนดโดยจัดอยู่ในข้อแนะนำที่เรียกว่า G – series ซึ่งประกอบด้วยมาตรฐานสำคัญคือ

- **G.711** เป็นมาตรฐานที่ใช้สัญญาณเข้ารหัสแบบ PCM มีขนาด 64000 บิตต่อวินาที ใช้ในกิจการโทรศัพท์ รวมถึงการสวิตช์ใน PBX ทั่วไป

- **G.726** เป็นมาตรฐานการบีบอัดเสียงด้วยวิธีการ ADPCM ทำให้ได้ขนาดสัญญาณลดลงเป็น 40,32,24 และ 16 กิโลบิตต่อวินาที เป็นที่นิยมใช้ในการสร้างแพ็กเก็ตเสียงที่ใช้ในสวิตชิงแบบ PBX

- **G.728** เป็นมาตรฐานที่ใช้หลักการของ LPC ที่ชื่อว่า CELP (Code Excited Linear Prediction) สามารถบีบอัดสัญญาณให้เหลือเพียง 16 กิโลบิตต่อวินาที G.728 เป็นมาตรฐานที่ใช้กันในการแปลงสัญญาณเสียงเพื่อส่งกันระหว่าง PBX

- **G.729** ใช้ CELP เช่นกัน แต่บีบอัดข้อมูลเสียงให้เหลือเพียงแถบกว้าง 8 กิโลบิตต่อวินาที มีรูปแบบมาตรฐานอยู่สองรูปแบบคุณภาพของเสียงยังคงได้เท่ากับแบบ ADPCM

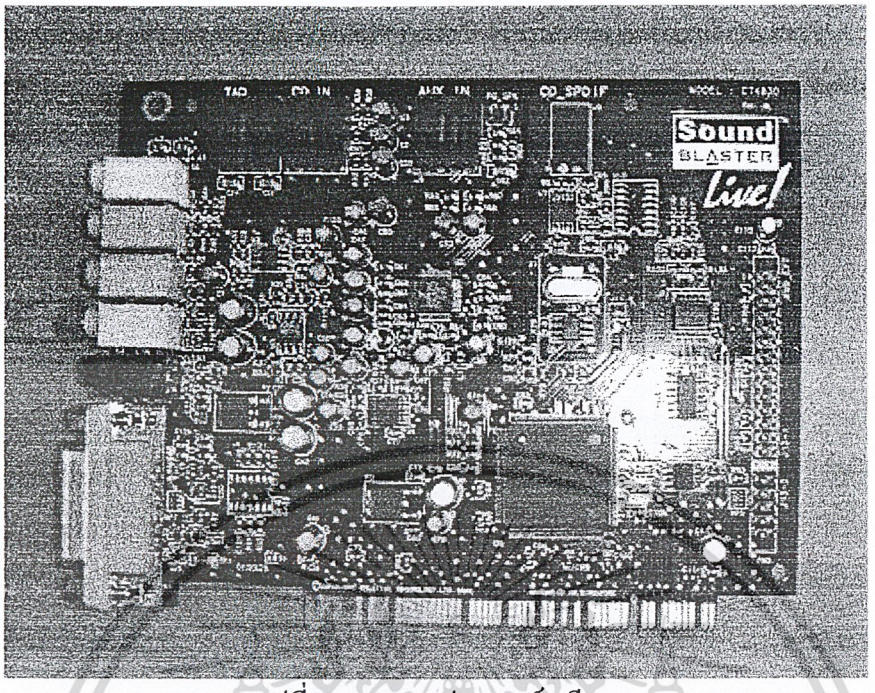
- **G.723.1** เป็นมาตรฐานที่สร้างสายสัญญาณเสียงที่ใช้ในเรื่องมัลติมีเดีย ซึ่งใช้กันในระบบการรับส่งข้อมูลที่ความเร็วไม่สูงมาก สามารถบีบอัดข้อมูลให้เหลือเพียง 5.3 และ 6.3 กิโลบิตต่อวินาที โดยคุณภาพเสียงยังดีอยู่

2.4 ข้อมูลการ์ดเสียง

ต้นตำรับของเสียงสังเคราะห์เกิดจากนายโรเบิร์ต มูก เป็นผู้ริเริ่มนำเอาเสียงสังเคราะห์มาใช้โดยการรวมคีย์บอร์ดเข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ได้เสียงที่แตกต่างกัน นายโรเบิร์ต ใช้วงจรออสซิลเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

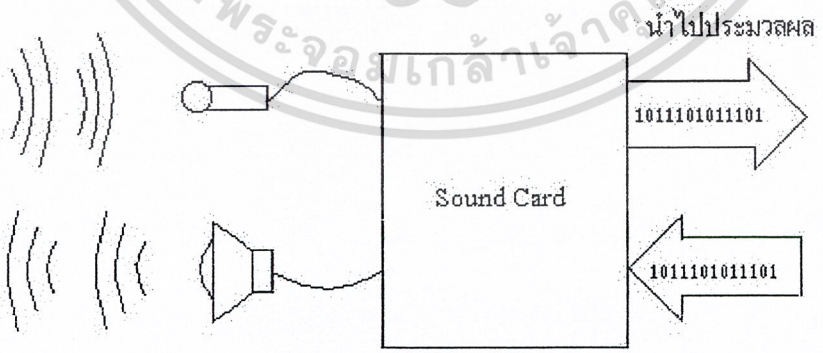
เตอร์เป็นวงจรกรองสัญญาณ และวงจรขยายสำหรับสังเคราะห์เสียง และสามารถใช้ได้จริง ยังสามารถพัฒนาให้สังเคราะห์เสียงดนตรีต่างๆเพิ่มเติมนอกเหนือจากเปียโนและออร์แกน



รูปที่ 2.12 แสดงรูปของการ์ดเสียง

คุณสมบัติของเสียงโดยทั่วไปมักเป็นสัญญาณอนาล็อก ที่มีค่าขนาดของสัญญาณต่อเนื่องกันไป โดยสามารถแทนค่าขนาดของสัญญาณด้วยแรงดันไฟฟ้า และความถี่เสียงด้วยความดังมากกว่าสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่า แต่ถ้าเป็นสัญญาณดิจิตอล จะเก็บและประมวลผลไว้ในลักษณะของตัวเลขฐานสองคือเลข 0 และ 1

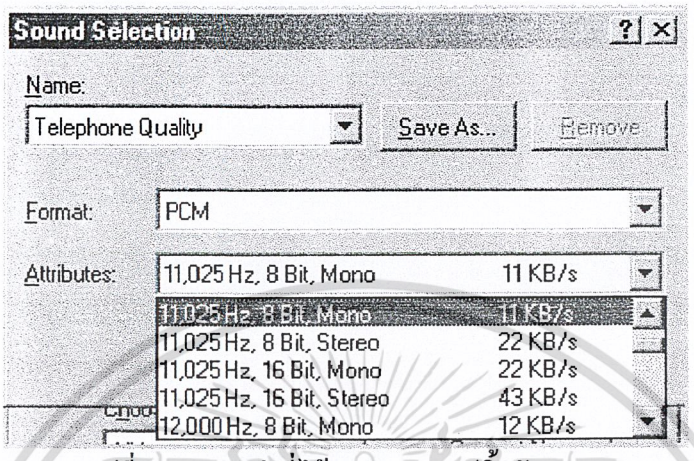
ดังนั้นการเก็บเสียงในคอมพิวเตอร์จึงต้องแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ และเมื่อต้องการรับฟังเสียงที่บันทึกไว้ก็จะต้องนำข้อมูลดิจิตอลมาแปลงกลับเป็นสัญญาณอนาล็อกเสียก่อน



รูปที่ 2.13 แสดงกระบวนการแปลงสัญญาณของการ์ดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการแปลงสัญญาณAnalogเป็นสัญญาณดิจิตอล ในการ์ดเสียงจะเป็นจะเป็นหน้าที่ของชิพ ADC โดยจะทำหน้าที่วัดขนาดสัญญาณที่คลื่นเสียงตามระยะเวลาที่คงที่ เรียกว่า อัตราแซมปลิ้ง (Sampling Rate) และเรียกเวลาในการแปลงขนาดของสัญญาณเป็นข้อมูลตัวเลข เพื่อนำไปประมวลผลของชิพ ADC ว่าคาบเวลาของการแซมปลิ้ง (Sampling Time) ค่าตัวเลขที่ได้เป็นเลขฐานสิบ ส่วนเอาท์พุทจริงจากชิพ ADCเป็นเลขฐานสอง



รูปที่ 2.14 แสดงค่าที่ได้จากการแซมปลิ้งสัญญาณ

ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการแปลงเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง ค่าที่เก็บจะเริ่มจากเลขศูนย์ตามด้วยเลขฐานสองต่างๆ กรรมวิธีนี้เป็นกระบวนการมอดูเลชั่นแบบหนึ่งเรียกว่า พัลซ์โค้ดมอดูเลชั่น(Pulse Code Modulation:PCM)

ความแม่นยำในการวัดขนาดของสัญญาณอนาล็อกกำหนดได้ โดยจำนวนบิตของเลขฐานสอง ในระบบดิจิตอลของชิพ ADC ถ้าหากใช้ชิพขนาด 8 บิต จะได้ขนาดของสัญญาณที่วัดได้ช่องละ 256 ค่า และถ้าเพิ่มเป็น 12 บิตจะได้รายละเอียดเพิ่มเป็น 4096 ค่า และเมื่อเพิ่มขึ้นเป็น 16 บิต จะมีรายละเอียดเพิ่มเป็น 65535 ค่า และยิ่งเพิ่มรายละเอียดมากขึ้นก็ต้องใช้เนื้อที่ของหน่วยความจำมากขึ้น และการแปลงสัญญาณข้อมูลดิจิตอลกลับมาเป็นสัญญาณอนาล็อก (Digital to Analog Converter : DAC) โดยใช้ความเร็วในการแปลงเท่ากับการแซมปลิ้ง เอาท์พุทที่ได้จะมีลักษณะเป็นขั้นบันไดต่อเนื่องกันไป จากนั้นต้องผ่านกระบวนการแปลงคลื่นขั้นบันไดให้เป็นคลื่นปกติโดยการใช้วงจรกรองความถี่ ชิพ ADC และ DAC ใช้งานควบคู่กันเพื่อการบันทึกและสังเคราะห์เสียงออกมา เป็นผลให้ระดับเสียงแบบสเตอริโอจะใช้หน่วยความจำที่บรรจุข้อมูลเป็นสองเท่าของระบบโมโน โดยปกติแล้วอัตราการแซมปลิ้งสัญญาณที่เหมาะสมกับการ์ดเสียงที่ติดตั้งชิพ ADC และ DAC จะใช้ค่า 5.0125 และ 11.025 KHz ทำให้คุณภาพเสียงเท่ากับเสียงจากโทรศัพท์ ส่วนการแซมปลิ้ง 16บิต เป็นขนาดมาตรฐานในวงการค้าของเครื่องเล่นซีดี และงานบันทึกเสียงระบบดิจิตอลออดิโอเทป (Digital Audio Tape : DAT) เครื่องเล่นซีดีมีอัตราการแซมปลิ้งที่ 44.1 KHz และ DAT จะใช้ 48 KHz การ์ดอะแดปเตอร์เสียงส่วนใหญ่ใช้ 8 บิต มีอัตราการแซมปลิ้งที่ 22.05 KHz

2.4.1 การสังเคราะห์เสียง

โดยการสังเคราะห์เสียงดิจิตอลชนิดเอฟเอ็ม สามารถเลียนเสียงต่างๆได้มากมายแต่ไม่ทั้งหมด เสียงที่มีฮาร์โมนิคเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจะไม่สามารถทำการสังเคราะห์เสียงได้ แต่จะบันทึกเสียงเหล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นไว้แล้วแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอลจากนั้นมาเล่นกลับ ภายหลังจากการสังเคราะห์เสียงต่างๆด้วยการบันทึกลงซีดี ทำได้โดยนำเสียงดนตรีแต่ละชิ้นทำการแซมปลิ้งเสียงลงแผ่นซีดี 16 บิต และเก็บไว้ด้วยความเร็ว 44.1 KHz โดยการปรับเปลี่ยนอัตราการแซมปลิ้งทำให้พิตซ์เปลี่ยนและสร้างโน้ตเสียงใหม่ๆได้อีกมากมาย หรือถ้าเปลี่ยนอัตราความเร็วในการเล่นเหลือเพียงครึ่งหนึ่ง หรือเพิ่มความเร็วเป็นสองเท่าก็ได้ซึ่งเป็นผลให้เพิ่มหรือลดระดับเสียงสูงจนถึงต่ำสุดของเสียงอีกหนึ่งอ๊อคเตฟ(Octave)

2.4.2 คุณสมบัติของการ์ดเสียง

โดยคุณสมบัติของการ์ดเสียงมี 5 ข้อคือ

1.สามารถเล่นไป – กลับโดยใช้ข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปพัลส์โค้ดมอดูเลชั่น (pulse code modulation)

2.สามารถสังเคราะห์เสียงได้ 128 เสียง

3.ส่วนมิกเซอร์ (Mixer) เสียง จะทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายเสียง และระดับสัญญาณเสียงที่ลำโพง ในบางการ์ดอาจมีวงจรควบคุมเสียงทุ้มและเสียงแหลมเพิ่มเติมด้วย

4.การบันทึกเสียงจะบันทึกในรูปแบบของพัลส์โค้ดมอดูเลชั่น (pulse code modulation) อาจบันทึกเป็นแบบสเตอริโอ หรือ โมโน และสามารถควบคุมอัตราการแซมปลิ้งที่เหมาะสมกับความคมชัดของเสียงได้

5.ต้องมีอินพุทและเอาท์พุท เพื่อให้สามารถใช้การ์ดเสียงกับเครื่องดนตรีมีดี้ภายนอกได้

2.5 หลักการเขียนโปรแกรม Winsock ที่ใช้กับ TCP/IP

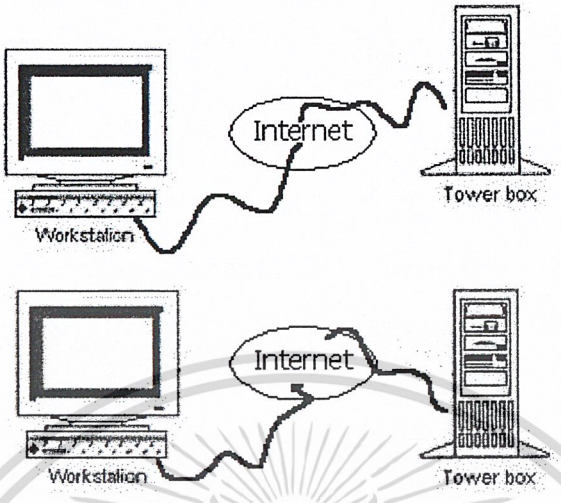
การทำงานเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นเป็นเรื่องค่อนข้างซับซ้อน จนทำให้เราสร้างข้อกำหนดต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ในการสื่อสารระหว่างกันเป็นไปได้โดยราบรื่น แล้วก็ทำให้เกิดเป็นโปรโตคอล (Protocal) มากมายหลายชนิดมาใช้งานร่วมกับเครือข่าย ซึ่งเรามีการแบ่งโปรโตคอลต่างๆออกเป็นระดับชั้นเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและง่ายต่อการทำความเข้าใจ นานวันโปรโตคอลที่เราคิดว่ามันทำให้เราทำงานสะดวก นั้นก็มีเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นความยุ่งยาก ต่างบริษัทต่างก็มีผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนโปรโตคอลต่างๆไม่เหมือนกัน ทำให้การใช้งานร่วมกันได้ยากขึ้น ทำให้เราต้องมาหาวิธีใช้งานโปรโตคอลมาตรฐานเหล่านั้น สำหรับ Visual Basic แล้วการสื่อสารที่ใช้งานในอินเตอร์เนตเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะหมายถึงเราสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ต่างๆที่เชื่อมต่อกัน ในอินเตอร์เนตได้อย่างไม่ยากเย็น โดยการใช้ ActiveX Control ที่ทรงประสิทธิภาพที่เตรียมไว้ให้คือ Winsock Control ซึ่งเราจะสร้างแอพพลิเคชั่นเหล่านั้นดูบ้าง

2.5.1 รู้จักกับ Winsock

ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์จะมีความสามารถอย่างหนึ่งที่เรียกว่า Socket ซึ่งก็คือการที่โปรแกรมต่างๆสามารถสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้โดยไม่จำเป็นว่าโปรแกรมนั้นจะต้องรันอยู่บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน Socket เองก็มาจากแนวความคิดไคลเอ็นต์/เซิร์ฟเวอร์อันแสนจะคลาสสิก โดยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์จะสร้าง socket (ถ้าแปลตามตัวก็จะหมายถึงช่องเสียบหรือรูเสียบ) จะมีจำนวนเท่าไรก็แล้วแต่จากนั้นเมื่อมีไคลเอ็นต์ที่ต้องการสื่อสารด้วยก็จะติดต่อมาที่ socket ที่ เซร์ฟเวอร์ได้เตรียมไว้ เมื่อติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสร็จก็พร้อมจะแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยเป็นการสื่อสารแบบ 2 ทางชนิดเต็มรูปแบบ (2- Way Full-Duplex)



รูป2.15 หลักการทำงานของ Socket ในยูนิกซ์

2.5.2 การใช้งาน Winsock กับระบบปฏิบัติการตระกูล Windows

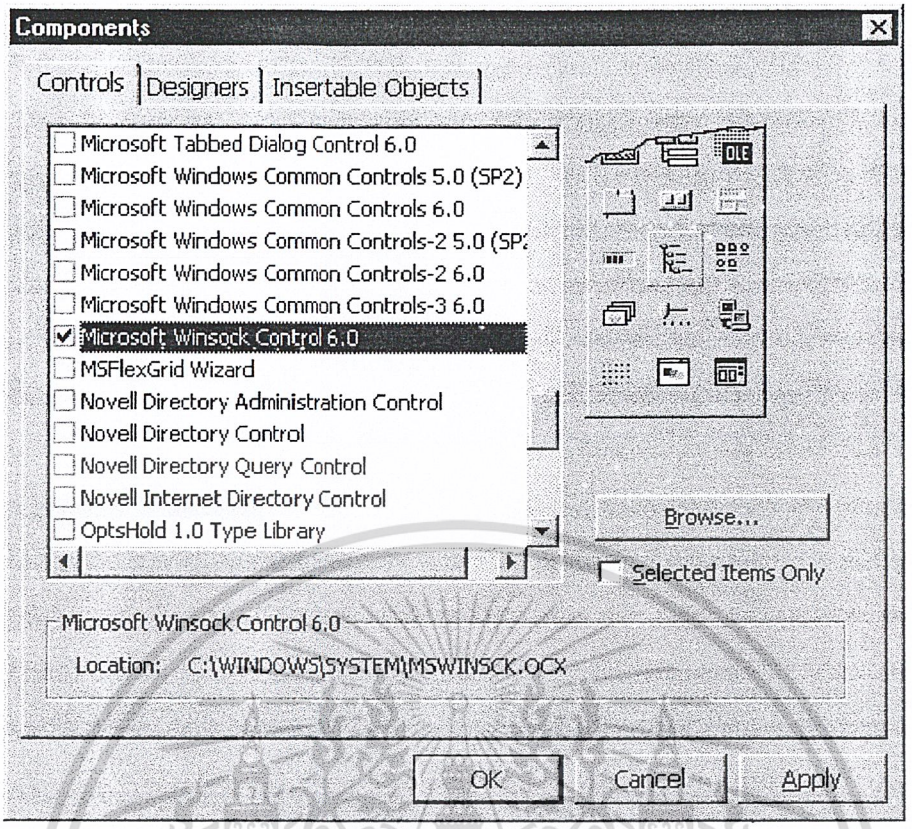
ระบบปฏิบัติการตระกูล Windows อันได้แก่ Windows95/98 และ Windows NT ก็ได้ตรียมการทำงานในลักษณะ Socket ไว้ให้นักพัฒนาแอพพลิเคชั่นได้ใช้กัน โดยตั้งชื่อว่า Winsock โดยมีหลักการคล้ายคลึงกับ Socket แม้จะไม่ Compatible กัน 100% ก็ตาม

ในมุมมองของนักพัฒนาแอพพลิเคชั่นแล้ว Winsock เป็น API (Application Program Interface) หรือชุดฟังก์ชั่นมาตรฐาน ซึ่งออกแบบมาเพื่อทำให้การเขียนโปรแกรมกับอินเตอร์เน็ตเป็นเรื่องง่าย อีกทั้ง Winsock ยังถูกกำหนดให้เป็น API ที่มีลักษณะเปิดกว้าง และสามารถ port ไปยัง Socket ของยูนิกซ์ได้ไม่ยากนัก

การใช้งาน Winsock Control

Visual Basic ได้เตรียม ActiveX Control ที่มีชื่อว่า Winsock Control ไว้ให้เราใช้งานซึ่งพร้อมให้เราใช้งานเพื่อสร้างการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องในเครือข่าย ทำให้เราสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ สำหรับ Winsock Control จะถูกเก็บไว้ในไฟล์ MSWINSOCK.OCX ในโฟลเดอร์ \Windows\System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.16 เรียกใช้งาน Winsock Control

โหมดการทำงานของ Winsock Control

การทำงานของ Winsock Control กับโปรโตคอล TCP/IP นี้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 โหมด คือ TCP กับ UDP

1.TCP (Transmission Control Protocal)

TCP เป็นการทำงานในลักษณะ Connection – Based เปรียบเหมือนการทำงานของโทรศัพท์ที่จะมีการตรวจสอบการทำงานจากทั้ง 2 ฝั่งมีการโต้ตอบกันระหว่างกัน ทำให้ได้การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

2.UDP (User Datagram Protocal)

UDP เป็นการทำงานในลักษณะตรงกันข้ามกับ TCP นั่นคือมีการทำงานในลักษณะ Connectionless เปรียบเหมือนกับการกระจายเสียงทางวิทยุ

ควรเลือกใช้ในโหมดใด

TCP จะเหมาะกับการส่งข้อมูลที่ต้องการการทำงานที่ถูกต้องแม่นยำของข้อมูล เช่นการส่งภาพหรือเสียงผ่านเครือข่าย ซึ่งจะมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่มีการส่งถึงกัน ทำให้มีการใช้ทรัพยากรของระบบค่อนข้างสูง

UDP จะเหมาะกับการส่งข้อมูลที่ไม่สำคัญมากนัก เช่นการส่งข้อมูลสถานะการทำงาน ซึ่งก็มักจะเป็นข้อมูลขนาดเล็ก ซึ่งทำให้ UDP กินทรัพยากรของระบบน้อยกว่า TCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับตัวอย่างจะเสนอเฉพาะการทำงานร่วมกับ TCP เท่านั้น เพราะจะให้การทำงานที่มีประสิทธิภาพกว่า UDP

พรอพเพอร์ตี้สำคัญของ Winsock Control

Protocal : เป็นการเลือกโปรโตคอลสำหรับการใช้งาน

LocalPort : เป็นการกำหนดหมายเลขพอร์ตของคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานกับ Winsock

RemoteHost :เป็นการกำหนดหมายเลขพอร์ต ของคอมพิวเตอร์ที่เราจะติดต่อด้วย อาจเป็น IP Address หรือเป็นชื่อคอมพิวเตอร์ที่เป็นชื่อง่ายต่อการจดจำ

ByteReceive :เป็นจำนวนข้อมูลที่รับเข้ามาเก็บในบัฟเฟอร์ (จากเมธอด GetData) มีหน่วยเป็นไบต์

เมธอดสำคัญของ Winsock Control

Listen :เป็นเมธอดที่ใช้สร้าง Socket ทำให้คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ สามารถติดต่อเข้ามาได้

Connect :เป็นเมธอดที่ใช้สร้างการติดต่อแบบ Socket ไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นโดยจะต้องระบุSocket address (IP Address กับหมายเลขพอร์ตที่กำหนดให้ใช้กับ Socket)

Accept :เป็นเมธอดที่ใช้รับ Request จากคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อเข้ามา

SendData : เป็นเมธอดที่ใช้ส่งข้อมูลจากบัฟเฟอร์เข้ามาเก็บในตัวแปรที่เรากำหนดให้ โดยสามารถกำหนด ชนิดตัวแปรและความยาวของข้อมูลที่จะนำมาเก็บได้

Close : เป็นเมธอดที่ใช้ยกเลิกการติดต่อแบบ Socket

อีเวนต์สำคัญของ Winsock Control

ConnectionRequest : เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อ คอมพิวเตอร์เครื่องอื่น มีการ Request เข้ามาซึ่งจะมีการกำหนด ID ให้กับแต่ละ Request ที่เข้ามา

DataArrival : เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีข้อมูลชุดใหม่เข้ามาเก็บในบัฟเฟอร์ ซึ่งสามารถตรวจสอบขนาดข้อมูลได้จากพรอพเพอร์ตี้ ByteReceive

SendProgress : เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขณะที่กำลังมีการส่งข้อมูลระหว่างกัน ซึ่งจะมีพารามิเตอร์แสดง จำนวนข้อมูลที่ส่งมาแล้ว และข้อมูลที่ยังคงเหลือ

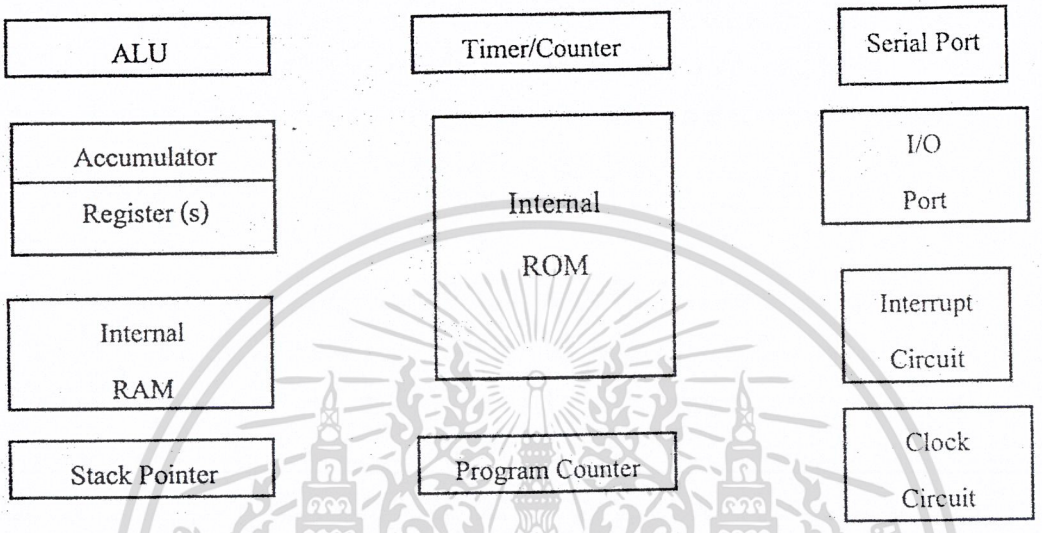
SendComplete : เป็นเหตุการณ์ที่เกิดเมื่อการส่งข้อมูลเสร็จสิ้นสมบูรณ์

Error : เป็นเหตุการณ์ที่เกิดเมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ซึ่งจะแสดงหมายเลขของความผิดพลาด,คำอธิบาย,และรายละเอียดอื่นๆสำหรับการจัดการกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครโปรคอนโทรลเลอร์คือไมโครโปรเซสเซอร์ที่รวมเอาส่วนของหน่วยความจำไอโอพอร์ท Timer/Counter มาบรรจุไว้ในชิพเดี่ยวมีชื่อเรียกว่า ซิงเกิลชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ (Single Chip Microcomtrollers) ซึ่งมีบล็อกได้อะแกรมดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของโมโครคอนโทรลเลอร์

จะเห็นว่า โมโครคอนโทรลเลอร์จะประกอบไปด้วย

- ALU
- แอคคิวมูเลเตอร์ (ACC)
- รีจีสเตอร์
- แรมภายใน (Internal RAM)
- สแตคพอยเตอร์ (SP)
- อินเทอนอลรอม (Internal ROM)
- โปรแกรมเคาร์เตอร์ (PC)
- ไอโอพอร์ท (I/O Port)
- วงจรอินเตอร์รัพต์ (Interrupt Circuit)
- วงจรคล็อค (Clock Circuit)
- ไทเมอร์เคาร์เตอร์ (Timer/Counter)
- Serial Port

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS-51 นี้ผลิตโดยบริษัทอินเทลมีอยู่ด้วยกันหลายเบอร์ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง

Device	ROMless Version	EPROM Version	ROM Bytes	RAM Bytes	8-Bit I/O Ports	16-Bit Timer/ Counters	Programmable Counter Array (PCA)	UART	Serial Expansion Port (SEP)	Global Serial Channel (GSC)	DMA Channels	A/D Channels	Interrupt Sources/ Vectors	Power Down and Idle Modes
8051	8031	-	4K	128	4	2		✓					6/5	
8051AH	8031AH	8751H 87518H	4K	128	4	2		✓					6/5	
8052AH	8032AH	8752BH	8K	256	4	3		✓					8/6	
80C51BH	80C31BH	87C51	4K	128	4	2		✓					6/5	✓
80C52	80C32	-	8K	256	4	3		✓					8/6	✓
83C51FA	80C51FA	87C51FA	8K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C51FB	80C51FB	87C51FB	16K	256	4	3	✓	✓					14/7	✓
83C152JA	80C152JA	-	8K	256	5	2		✓		✓	2		19/11	✓
-	80C152JB	-	-	256	7	2		✓		✓	2		19/11	✓
83C152JC	80C152JC	-	8K	256	5	2		✓		✓	2		19/11	✓
-	80C152JD	-	-	256	7	2		✓		✓	2		19/11	✓
83C452	80C452	87C452P	8K	256	5	2		✓					9/8	✓

รูปที่ 2.18 แสดงเบอร์ของโมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

<u>คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51</u>

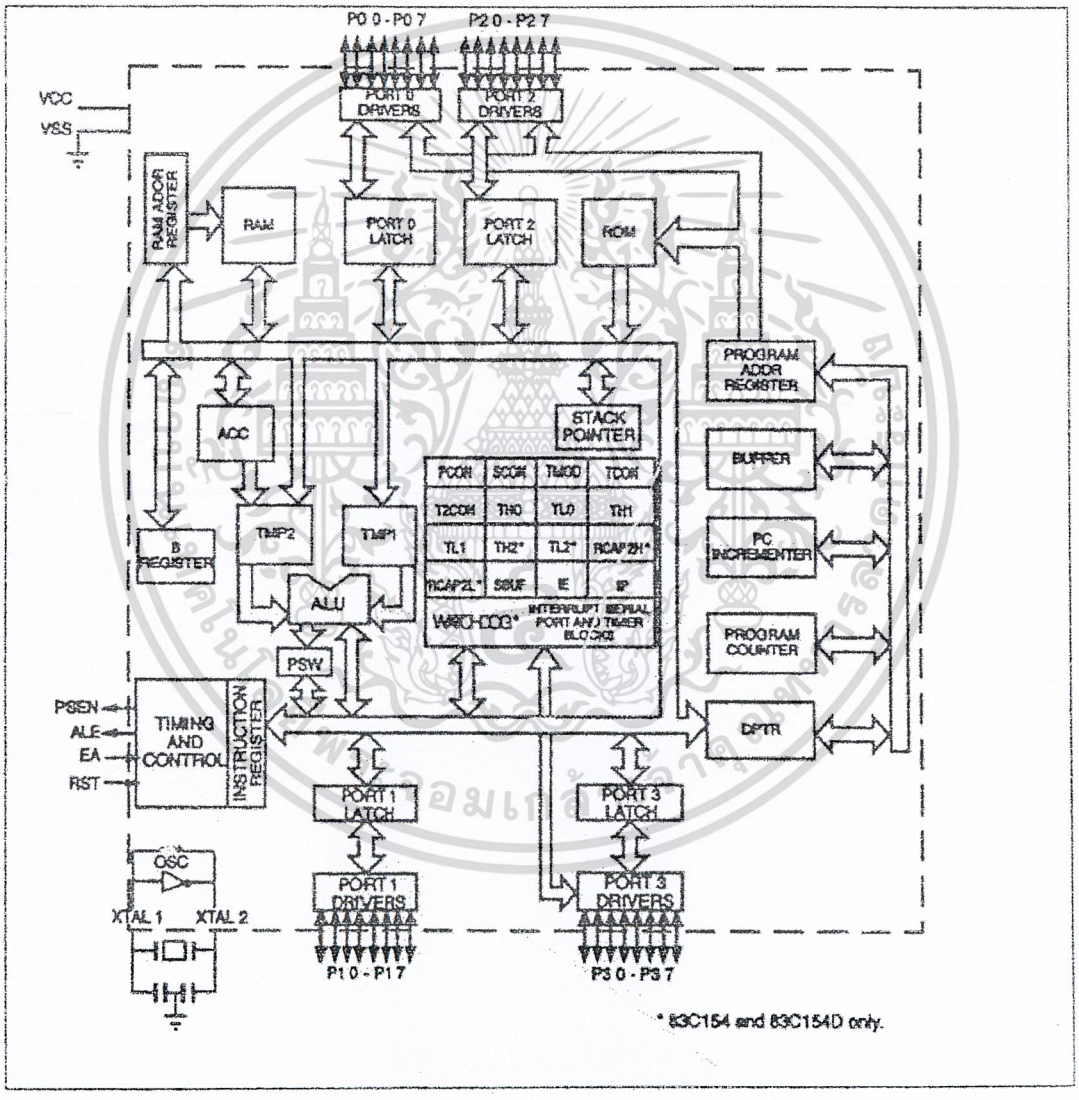
1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 bit
2. มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตเวลาภายในตัว
3. มีขาสัญญาณ อินพุท เอาท์พุท จำนวน 32 bit
4. สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำข้อมูลภายนอก (External data memory) และสามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External program memory)
5. มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (On-chip program memory) ขนาด 4 Kbyte โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 Kbyte สำหรับเบอร์ 8031 และ 8032 จะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้
6. มีหน่วยความจำข้อมูลภายใน (On-chip data memory) ขนาด 128 byte โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 byte
7. หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วน สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิทได้ด้วย ทำให้การควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตได้ง่าย ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น
8. มีไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์ (timer/counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว โดยเฉพาะเบอร์ 8032 หรือ 8052 จะมีไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์จำนวน 3 ตัว
9. การอินเตอร์รัปต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัปต์ได้จาก 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัปต์ยังสามารถจัดลำดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ
10. มีพอร์ทสื่อสารอนุกรมได้ภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) เลือกรูปแบบได้ 4 โหมด
11. มีคำสั่งในการคำนวณทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาในการทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์
13. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลท์เพียงชุดเดียว

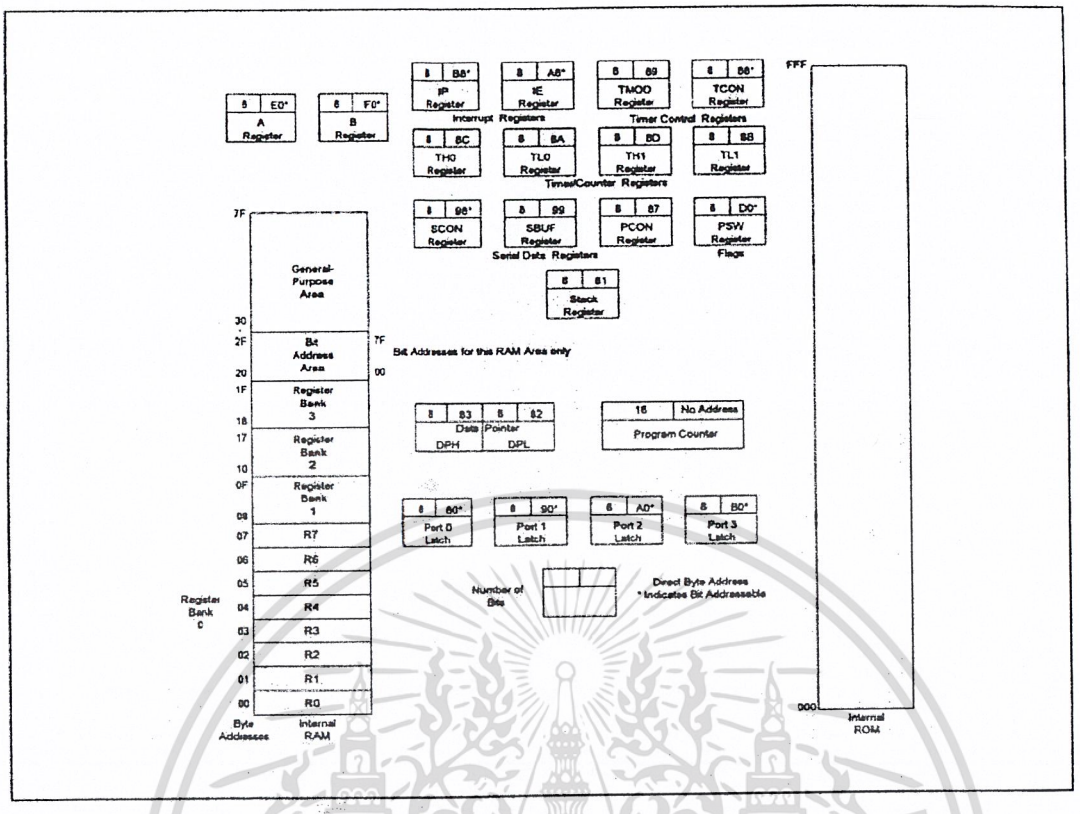
2.6.1 โครงสร้างภายในของ 8051

MCS-51 ใช้เทคโนโลยีในการผลิตเป็นแบบ NMOS และ CMOS เบอร์ 8032 และ 8052 จะมี ROM BASIC อยู่ภายในจึงสะดวกสำหรับโปรแกรมเมอร์ที่จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิก โครงสร้างภายในสำหรับเบอร์ 8051 แสดงดังรูปที่2.19

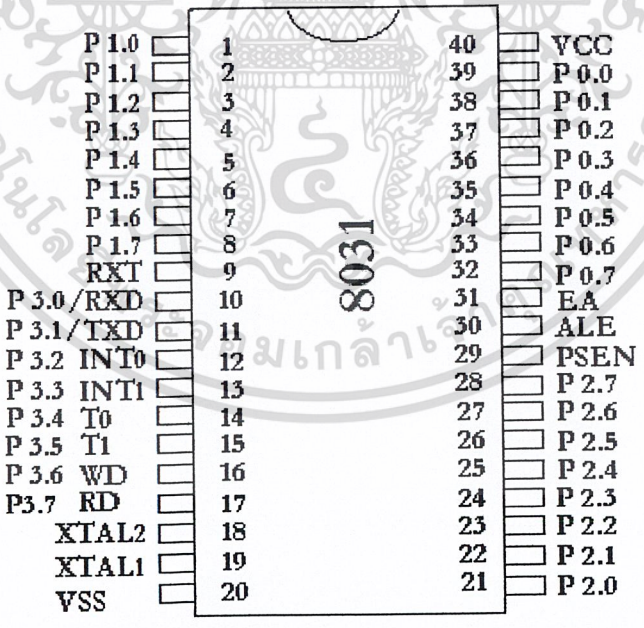


รูปที่ 2.19 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงตำแหน่งของรีจีสเตอร์ต่าง ๆ และหน่วยความจำภายใน



รูปที่ 2.21 แสดงสถาปัตยกรรมภายนอกและการจัดตำแหน่งขาต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031

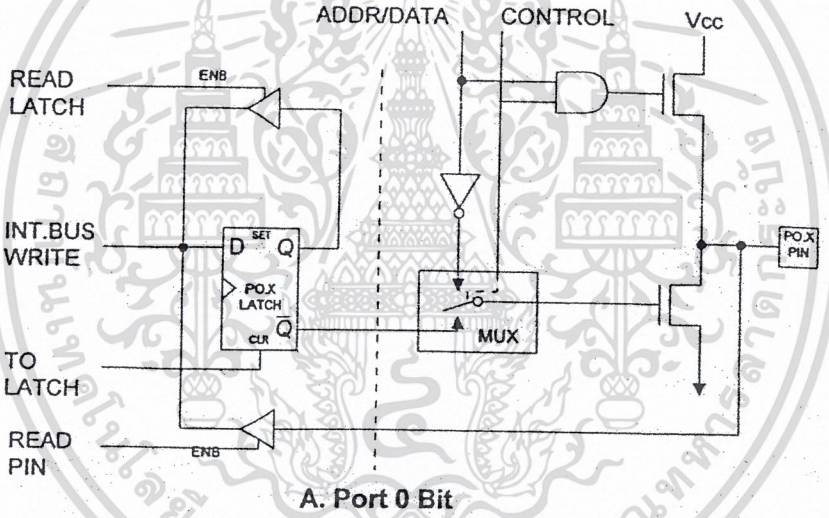
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.19 เป็นการแสดงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031 จะเห็นว่ามีส่วนประกอบภายในมากมายบรรจุอยู่ภายในวงจรรวมเดียวกันนี้จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เพราะจะไม่เกิดการรบกวนจากระบบอื่น เนื่องจากส่วนประกอบต่างๆ ถูกบรรจุไว้ภายในจึงไม่เกิดการรบกวนได้ง่าย

2.6.2 พอร์ทของ 8051

8051 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 40 ขา ซึ่งมีขาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- Vcc (ขา 40) ต่อกับ +5V
- Vss (ขา 20) ต่อกับ GND
- พอร์ท 0 (ขา 32-39) มีทั้งหมด 8 บิต คือ (P0.7-P0.0) มีโครงสร้างแบบ Open-Drain Bi-derectional ดังแสดงในรูปที่ 2.22

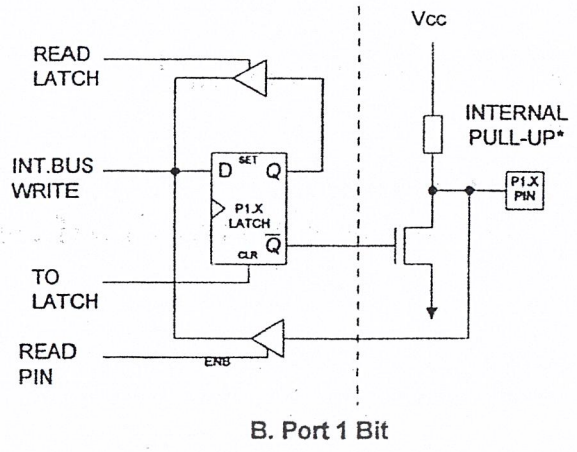


รูปที่ 2.22 แสดงโครงสร้างพอร์ท 0

- **ขาพอร์ท 0 (Port 0)**

มี 8 ขา ได้แก่ P0.0 – P0.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ทเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่สามารถนำมาใช้เป็นพอร์ทอินพุทอิมพิแดนซ์สูงได้ นอกจากพอร์ทจะสามารถใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้วยังถูกใช้งานกับหน่วยความจำภายนอกด้วยโดยทำหน้าที่ในการกำหนดแอดเดรส byte ต่ำ (A0-A7) ส่วนตำแหน่งแอดเดรส byte สูงจะอยู่ที่พอร์ท 2

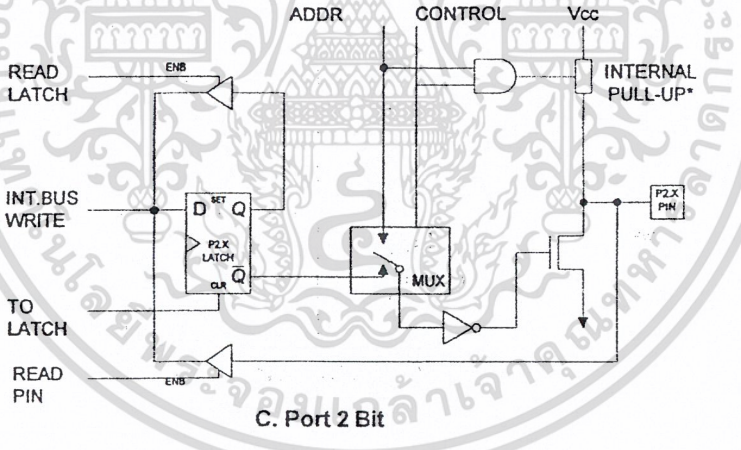
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 1

- **ขาพอร์ท 1 (Port 1)**

มี 8 ขา ได้แก่ขา P1.0- P1.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทาง สำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ทเพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท

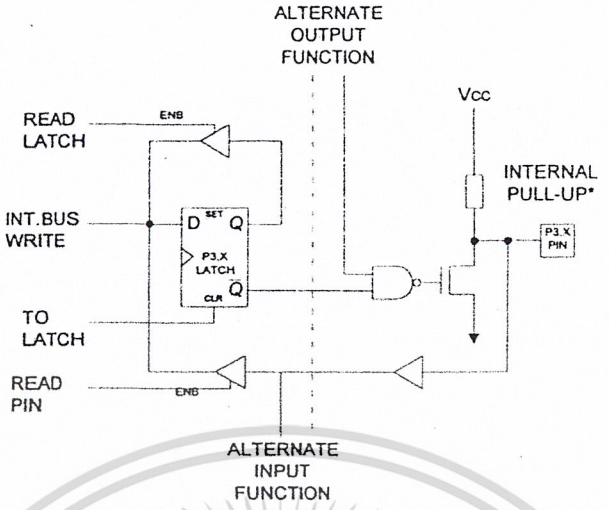


รูปที่ 2.24 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 2

- **ขาพอร์ท 2 (Port 2)**

มีขา 8ขา ได่แก่ P2.0-P2.7 เป็นขาอินพุทพอร์ท เอาท์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไปโดยถ้าใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้วมันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรส byte สูง (A1-A15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างของพอร์ท 3

- **ขาพอร์ท 3(Port 3)**

มีขา 8 ขาได้แก่ขา P3.0 – P3.7 เป็นขาพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดย ถ้าใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทต้องทำการเขียนค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ท เพื่อกำหนดให้เป็นพอร์ทอินพุท นอกจากพอร์ทนี้จะใช้งานเป็นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทแล้วมันยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ เพื่อส่งสัญญาณควบคุมออกมาและรับสัญญาณเข้าไป สัญญาณต่าง ๆ มีดังนี้

P3.0/ RXD (Serial Input Port) : เป็นขาที่ใช้รับข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

P3.1/ TXD (Serial Output Port) : เป็นขาที่ให้ส่งข้อมูลแบบอนุกรม (UART)

P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$ (Exinternal Interrupt 0) : ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 0

P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$ (Exinternal Interrupt 1) : ใช้รับสัญญาณการขัดจังหวะจากภายนอกเบอร์ 1

P3.4/ T0 (Counter 0 External Input) : ขารับสัญญาณพัลซ์อินพุทเข้าไปยังวงจร Counter 0 (เป็นอินพุทโหมดเคาเตอร์)

P3.5/ T1 (Counter 1 External Input) : ขารับสัญญาณพัลซ์อินพุทเข้าไปยังวงจร Counter 1 (เป็นอินพุทโหมดเคาเตอร์)

P3.6/ $\overline{\text{WR}}$ (External Data Memory Write Strobe) : ขารับสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

P3.7/ $\overline{\text{RD}}$ WR (External Data Memory Read Strobe) : ขารับสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

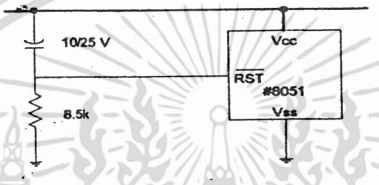
- ALE (ขา 30) เป็นขาส่งสโตรบสำหรับใช้ในการแลตซ์แอดเดรสไบต์ต่ำ (A7-A0) ที่ส่งออกมาจากพอร์ท 0 สัญญาณนี้จะแอตทีฟทุก ๆ 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเคิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $\overline{\text{PSEN}}$ (ขา 29) เป็นขาสโตรบที่ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจาก Program Memory ภายนอกสัญญาณนี้จะส่งออกมา 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิลแต่ถ้าเป็นการอ่าน Internal Program Memory จะไม่มีสัญญาณออกมาที่ขานี้
- $\overline{\text{EA}}$ (ขา 30) ใช้เลือกหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

  ป้อน "0" จะอ่านโปรแกรมจากภายนอกชิพ

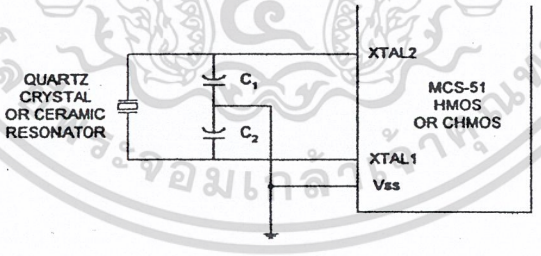
  ป้อน "1" จะอ่านโปรแกรมจากภายในชิพ
- RST (ขา 9) ขารีเซ็ท จะรีเซ็ทได้ก็ต่อเมื่อป้อนลอจิก "1" เข้าที่ขานี้นานอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิล
- XTAL1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน
- XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอกโดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน



รูปที่ 2.26 การต่อขารีเซ็ทให้กับ 8051

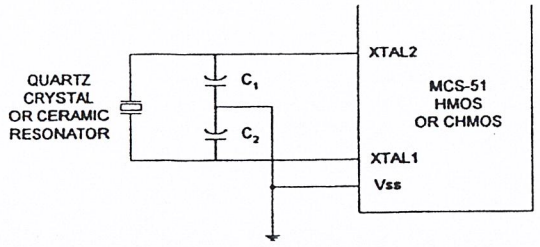
วงจรคล็อกของ MCS-51

การต่อมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบคือ แบบใช้คล็อกภายในและคล็อกภายนอกมีรูปแบบการต่อดังรูปที่ 2.27 และ 2.28 ตามลำดับ

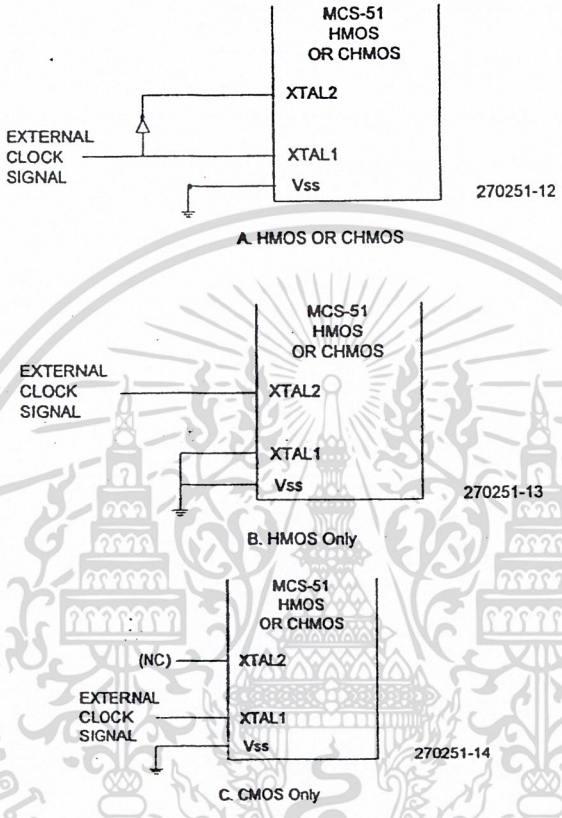


รูปที่ 2.27 การใช้คล็อกภายในชิพออสซิลเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) Using the on-chip Oscillator



รูปที่ 2.28 การใช้คล็อกภายนอกชิพ

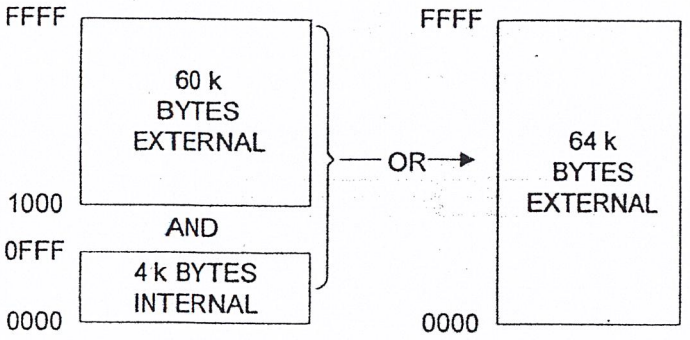
2.6.3 การแบ่งประเภทของหน่วยความจำ

หน่วยความจำที่ใช้กับ MCS-51 มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

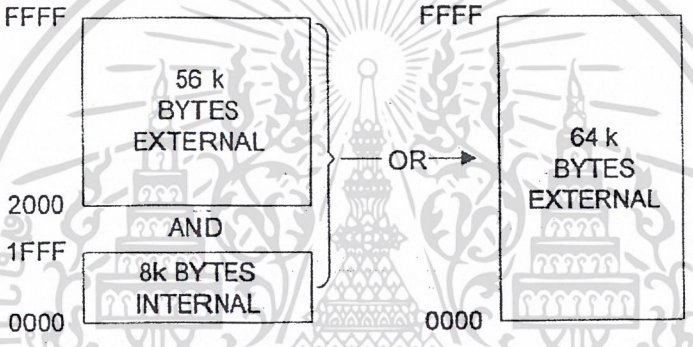
- หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory)
- หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมสั่งงานบรรจุอยู่ในชิพ 8051 ส่วนที่เป็น Program Memory ก็คือ ROM ขนาด 4 kbytes นั่นเอง แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8052 จะมี ROM ขนาด 8 kbytes ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

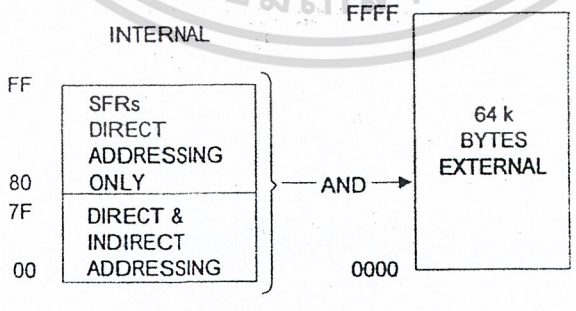


รูปที่ 2.29 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับเบอร์ 8051



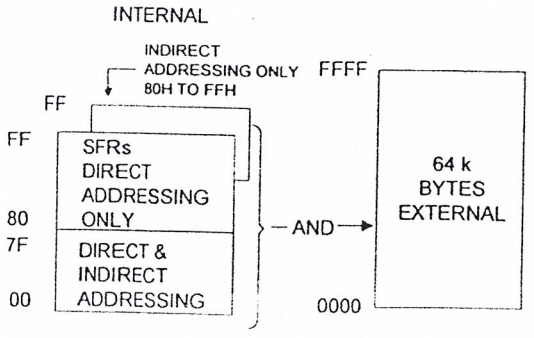
รูปที่ 2.30 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมเบอร์ 8052

Data Memory (RAM) แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลภายในชิพมีเพียง 128 byets สำหรับเบอร์ 8051 และ 256 byets สำหรับเบอร์ 8052 ขึ้นไปและหน่วยความจำข้อมูลภายนอกชิพมีความจุ 64 kbytes ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.31 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Data Memory เบอร์ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 แสดงผังหน่วยความจำสำหรับ Program Memory ของ 8052

-พื้นที่หน่วยความจำที่เข้าถึงข้อมูลโดยอ้อมเท่านั้น (Indirect Address Area)

พื้นที่หน่วยความจำบริเวณ (80h-FFh) ตามรูป 2.31 เป็นพื้นที่ซ้อนกันอยู่อย่างละ 128 bytes โดยส่วนแรกจะเป็น SFR แอดเดรสและ Indirect Address Area ดังนั้นผู้เขียนโปรแกรมถ้าจะติดต่อกับ SFR จะต้องใช้คำสั่งแบบเข้าถึงข้อมูลลงโดยตรงเท่านั้น (Direct Address Area) ส่วนพื้นที่อีกส่วนหนึ่งจะเข้าถึงข้อมูลแบบทางอ้อมเท่านั้น (Indirect Address Area) ส่วนตำแหน่ง (00h-7Fh) จะเข้าถึงข้อมูลได้ทั้ง 2 แบบ

-พื้นที่หน่วยความจำที่เข้าถึงข้อมูลได้โดยตรงและทางอ้อม (Direct and Indirect Address Area)

พื้นที่ 128 bytes ล่างสุดจะแบ่งเป็น 3 ส่วนดังรูป 2.32

1. รีจิสเตอร์แบงค์ (Register Banks 0-3)

   ตั้งแต่ตำแหน่ง (00-1Fh) จะแบ่งเป็นส่วนของรีจิสเตอร์แบงค์ (0-3) โดยแบ่งเป็นแบงค์ละ 8 bytes รวมแล้วได้ 32 bytes (แต่ละแบงค์จะมีรีจีสเตอร์ R0,R1,R2,R3,R4,R5,R6 และ R7) ถ้าซีพียูทำงานอยู่ที่แบงค์ 3 เมื่อถูกรีเซ็ทก็จะกลับมาทำงานที่แบงค์ 0 เสมอ และ SP จะมาเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 07h ทันที

2. บริเวณหน่วยความจำที่ใช้คำสั่งอ่านเขียนทีละบิตได้ (Bit Addressable Area)

   พื้นที่ตั้งแต่แอดเดรส (20h-7Fh) จำนวน 16 bytes หรือแบ่งเป็นบิตจะได้เท่ากับ 128 bit ซึ่งตำแหน่งบิตมีดังนี้ 00,01,02,03,04,05,06,07 จนถึง 7FH เช่นบิต 00 ก็คือ D0 ของหน่วยความจำตำแแหน่งที่ 20h ดูรูปที่ 2.33 ประกอบ

บริเวณหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป (Seatch Pad Area)

พื้นที่ตั้งแต่ (03h-7Fh) จะเขียนข้อมูลได้ทีละไบต์เท่านั้นไม่สามารถใช้คำสั่งเกี่ยวกับบิตได้ถ้าย้ายเนื้อที่สแตคที่บริเวณนี้โปรดระวังในการเขียนข้อมูลมาทับสแตค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Byte	(MSB)							(LSB)	
7FH 30H	**Scratch Pad Area**								
2FH	7F	7E	7D	7C	7B	7A	79	78	
2EH	77	76	75	74	73	72	71	70	
2DH	6F	6E	6D	6C	6B	6A	69	68	
2CH	67	66	65	64	63	62	61	60	
2BH	5F	5E	5D	5C	5B	5A	59	58	
2AH	57	56	55	54	53	52	51	50	
29H	4F	4E	4D	4C	4B	4A	49	48	
28H	47	46	45	44	43	42	41	40	
27H	3F	3E	3D	3C	3B	3A	39	38	
26H	37	36	35	34	33	32	31	30	
25H	2F	2E	2D	2C	2B	2A	29	28	
24H	27	26	25	24	23	22	21	20	
23H	1F	1E	1D	1C	1B	1A	19	18	
22H	17	16	15	14	13	12	11	10	
21H	0F	0E	0D	0C	0B	0A	09	08	
20H	07	06	05	04	03	02	01	00	
1FH 18H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 3
17H 10H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 2
0FH 08H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 1
07H 00H	R0-R7								รีจีสเตอร์ แบงค์ 0

รูปที่ 2.33 128 bytes ของ RAM ที่เข้าถึงข้อมูลแบบทางตรงและทางอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Function Register (SFR) มีรายละเอียดดังตารางที่ 2.2

Symbol	Name	Address
*ACC	Accumulator	0E0H
*B	B Register	0F0H
*PSW	Program Status Word	0D0H
SP	Stack Pointer	81H
DPTR	Data Pointer 2 Bytes	
DPL	Low Byte	82H
DPH	High Byte	83H
*P0	Port 0	80H
*P1	Port 1	90H
*P2	Port 2	0A0H
*P3	Port 3	0B0H
*IP	Interrupt Priority Control	0B8H
*IE	Interrupt Enable Control	0A8H
TMOD	Timer/Counter Mode	89H
*TCON	Control	88H
*+T2CON	Timer/Counter Control	0C8H
TH0	Timer/Counter 2 Control	8CH
TL0	Timer/Counter 0 High Byte	8AH
TH1	Timer/Counter 0 Low Byte	8DH
	Timer/Counter 1 High Byte	
TL1	Timer/Counter 1 Low Byte	8BH
+TH2	Timer/Counter 2 High Byte	0CDH
+TL2	Timer/Counter 2 Low Byte	0CCH
+RCAP2H	T/C 2 Capture Reg. High	0CBH
+RCAP2L	Byte	0CAH
*SCON	T/C 2 Capture Reg. Low	98H
SBUF	Byte	99H
PCON	Serial Control	87H
	Serial Data Buffer	
	Power Control	

* = Bit addressable

+ = 8052 only

ตารางที่2.2 รายละเอียดของ SFR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

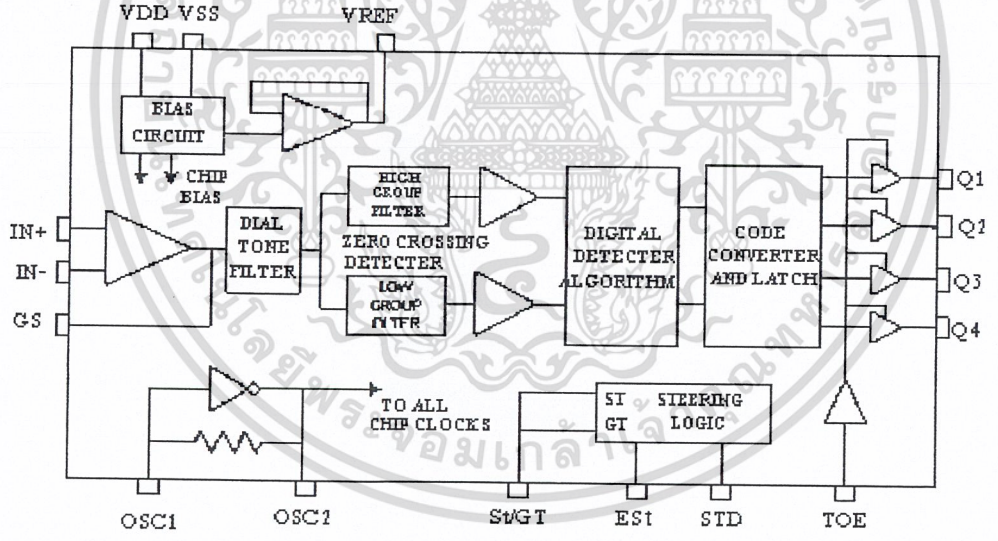
2.7 ไอซีถอดรหัสสัญญาณความถี่โทรศัพท์ (DTMF Decoder)

MT8870 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่ถอด รหัสความถี่โทรศัพท์ ซึ่งเกิดจากการกดปุ่ม (ชนิด Tone หรือ DTMF) ให้เป็นรหัสทางดิจิตอล เลขฐานสองขนาด 4 บิท ซึ่งมีคุณสมบัติการทำงานเป็นดังต่อไปนี้

1. เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่โทรศัพท์
2. ใช้กระแสไฟเลี้ยงน้อยและใช้ไฟเลี้ยงในระดับเดียวกับ TTL
3. สามารถตั้งอัตราการขยายภายในตัวไอซีได้
4. สามารถปรับ การ์ดไทม์ได้
5. เป็นไอซีคุณภาพสูง

2.7.1 โครงสร้างของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอลเป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO-CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่ใช้เทคนิคของสวิทช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิท และเช็คเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอกเอาท์พุต เป็นวงจรแลตซ์ 3 สถานะของ MT8870 แสดงดังรูปที่ 2.34



รูปที่ 2.34 แสดงรายละเอียดขา MT8870

ฟังก์ชันการทำงานภายในของ MT8870

1. ภาคกรองความถี่ (Filter section)
2. ภาคถอดรหัส (Decode section)
3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

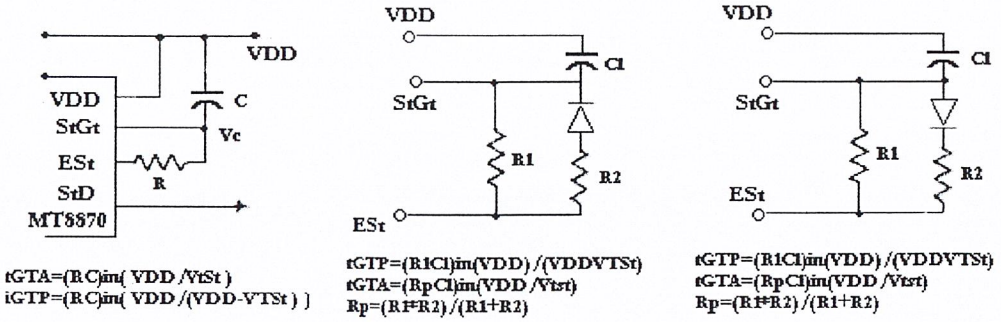
5. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)

F low	F high	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
667	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
697	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
770	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	1	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	0	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

สำหรับการ์ดไทม์นั้นหมายถึง คาบเวลาของความถี่เข้ามาซึ่งจะต้องนานเท่ากันหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่า สัญญาณที่ได้รับมาถูกต้อง หรือว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั่นเอง เมื่อสัญญาณที่เข้ามานานเท่ากันหรือมากกว่าเวลาที่ตั้งไว้ จึงสามารถแปลงเป็นตัวเลขได้ ถ้าสัญญาณความถี่ที่เข้ามาสั้นกว่าเวลาที่ตั้งที่ไว้ ก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและการคำนวณดูได้จากรูปที่ 2.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



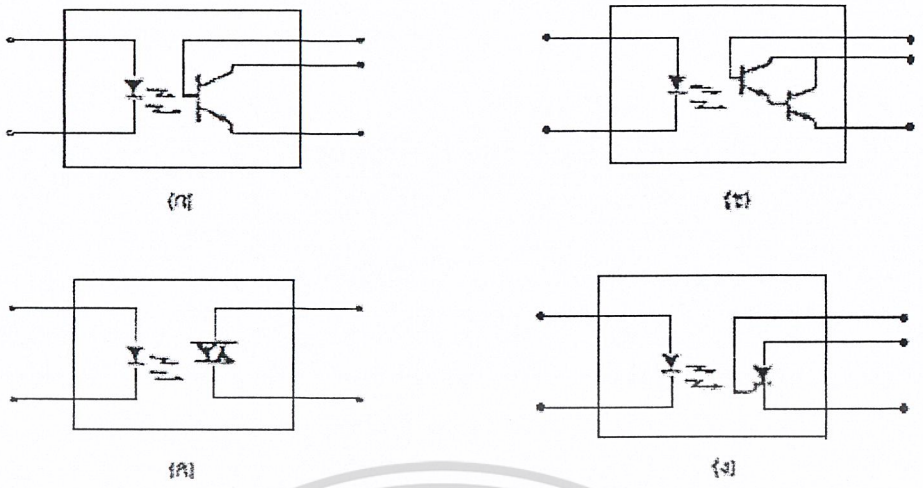
รูปที่ 2.35 แสดงวงจรตรวจสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์

2.8 การเชื่อมโยงทางแสง

อุปกรณ์เชื่องโยงทางแสง (Optocoupler) หรือตัวแยกสัญญาณโดยใช้แสง เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติในการไอโซเลท ทำให้สามารถนำมาใช้งานในการเชื่อมโยงสัญญาณต่างๆ ของวงจรที่มีการ์ดต่างกันสามารถป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันระหว่างภาคอินพุทและเอาท์พุทได้อย่างเด็ดขาด ซึ่งการคัพปลิ้งด้วยวิธีอื่นจะทำไม่ได้ จึงได้นำออปโตคัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้งานในวงจรเพื่อประสิทธิภาพการทำงานและความน่าเชื่อถือของวงจร

ออปโตคัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสงและตัวตรวจรับแสง โดยที่ทั้งสองนี้จะแยกออกซึ่งกันและกัน มีฉนวนที่โปร่งใส เช่นกระจกบางๆคั่นกลางและชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุอยู่ในตัวทึบแสง รูปร่างภายนอกมีอยู่หลายแบบ แต่ที่พบเห็นบ่อยๆ ส่วนมากจะมีตัวถังเป็นแบบดิพ (DIP : Dual - In line Package) เหมือนไอซีแต่มี 6 ขา แหล่งกำเนิดแสงส่วนใหญ่จะใช้ไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด (IRED : Infared Emitting Diode) ทำจากสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ (GsAs) ส่วนตัวตรวจรับหรืออุปกรณ์ภาคเอาท์พุทนั้น อาจเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ , โฟโตดาร์ลิงตันสวิทช์สองทิศทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นและ SCR ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง เป็นต้น รูปที่ 2.36 แสดงสัญญาณของวงจรชนิดต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ถึงแม้ว่าจะมีหลายชนิดมากกว่านี้แต่ที่แสดงให้เห็นในรูปเป็นแบบที่พบเห็นกันบ่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

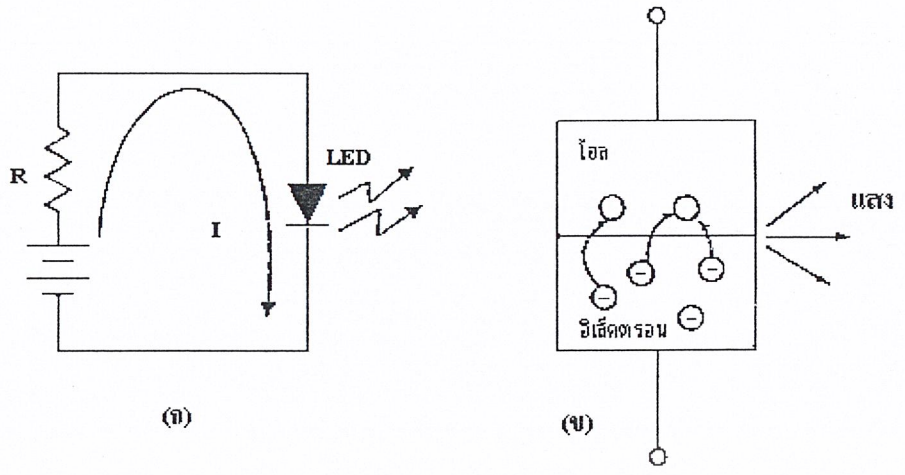


รูปที่ 2.36 แสดงสัญญาณของออปโตคัพเปลอร์
(ก) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ (ข) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโตดาร์ลิงตัน
(ค) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโตไดแอค (ง) แบบมีเอาท์พุทเป็นโฟโตเอสซีอาร์

ออปโตคัพเปลอร์หรือออปโตไอโซเลเตอร์ ได้รับการออกแบบไว้ให้ทำการป้องกันอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ไม่ให้ได้รับแรงดันกระชากสูงๆหรือคุ้มครองระดับน้อยส์ต่ำ ซึ่งเป็นเหตุให้เกิดเอาท์พุทไม่ถูกต้องหรือทำให้เกิดคลื่นที่ผิดพลาดขึ้นมา ออปโตคัพเปลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ที่มีระดับลอจิกแตกต่างในออปโตคัพเปลอร์ สัญญาณอินพุทจะเปลี่ยนเป็นพลังแสง เพราะมี LED อยู่ภายใน พลังงานจึงถูกส่งไปโฟโตดีเทคเตอร์ ดังนั้นมันจึงทำงานตรงกับพลังงานแสงที่ได้จาก LED และมีสเปคตามอัตราส่วนการส่งผ่านกระแส (Current Tranfer Ratio ; CTR) กับ Isolation Voltage เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุทต่อกระแสเอาท์พุท ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของออปโต้คัพเปลอร์ ในเรื่องความสามารถให้สัญญาณอินพุทถูกส่งไปยังเอาท์พุทอย่างมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ IRED ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุทและเอาท์พุท รวมทั้งพื้นที่ความไวและอัตราขยายของตัวตรวจรับ สำหรับ Isolation Voltage ของออปโตคัพเปลอร์ คือปริมาณแรงดันคงที่ออปโต้คัพเปลอร์สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

เมื่อมีกระแสไหลผ่าน IRED ออปโต้คัพเปลอร์ ในลักษณะไบแอสตรงจะมีอิเล็คตรอนส่วนเกินกระโดดข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮล ในขณะเดียวกันก็ได้ปล่อยพลังงานโฟตอนหรือแสงออกมา แสงที่รับได้เป็นแสงอินฟาเรดเพราะสารกึ่งตัวนำทำด้วยสารแกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ ตัวแปรอินพุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรง เป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด ได้แก่ กระแสของไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (If) แรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง (Vf) และแรงดันสูงสุดที่ทนได้เมื่อได้รับไบแอสกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 (ก) แสงที่เกิดขึ้นหลังจากมีกระแสไบแอสตรงไหลผ่าน
(ข) อิเล็คตรอนส่วนเกินข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลพร้อมกับแปล่งแสงออกมา

เนื่องจากตัวแปรเอาท์พุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรงและตัวแปรส่งถ่าย (Tranfer Parameter) นั้นจะแตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่เป็นตัวตรวจและรับที่ใช้ในออปโตคัพเปลอร์ซึ่งมีรายละเอียดแแตกต่างกันขึ้นอยู่กับตัวตรวจรับนั้น ตัวอย่างเช่น

2.8.1 ทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ (Transister Coupler)

อุปกรณ์ชนิดนี้ได้รับความนิยมมากที่สุด มีความไวระดับกลางและมีราคาถูก ตรงจุดเชื่อมต่อภายในระหว่างคอลเลคเตอร์-เบส ของทรานซิสเตอร์สามารถเอาสายมาต่อข้างนอกให้ทำหน้าที่เป็นโฟโต้ไดโอดซึ่งมีความเร็วในการทำงานสูงยิ่งไปกว่าเดิม

2.8.2 ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์ (Darlington Transistor Coupler)

อุปกรณ์ประเภทนี้จะให้อัตราส่วนการส่งกระแส หรือมีเกนการขยายสูงสามารถให้กระแสเอาท์พุทเพิ่มขึ้นซึ่งได้เกนการขยายเป็น 10 เท่า แต่ความเร็วในการทำงานจะช้ากว่า 10 เท่าของการใช้ทรานซิสเตอร์ตัวเดียว

ออปโต้แบบทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์ และแบบ ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัปเปลอร์นั้นมีหลักการทำงานเหมือนกัน รอยต่อระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่อิเล็คตรอนและโฮลขึ้นมาเกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับออปโตแบบทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์และแบบ ดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์คัพเปลอร์ มีดังนี้

I_c : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านขาคอลเลคเตอร์ (เอาท์พุท)

$V_{(BR)cbo}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาเบส

$V_{(BR)ceo}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังขาอิมิเตอร์

$V_{(BR)eco}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุดจากขาอิมิเตอร์ไปยังขาคอลเลคเตอร์

CTR(n) : เป็นอัตราส่วน (%) ต่ำสุดระหว่างกระแสเอาท์พุทของคอลเลคเตอร์สูงสุดต่อกระแสไดโอดที่ค่า Vcc และ If ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$Vcc_{(sat)}$: เป็นแรงดันอิ่มตัวระหว่างคอลเลคเตอร์และอิมิตเตอร์

2.8.3 ออปโต้คัพเปลอร์ที่ใช้สวิทช์สองทิศทางหรือไตรแอค (Triac)

ทำงานเมื่อมีแสงมากระตุ้นเป็นภาคเอาท์พุท ถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานซึ่งต้องการการแยกการทริก หรือกระตุ้นตัวไตรแอค การแยกการสวิทช์ทางด้านไฟฟ้าสลับที่มีปริมาณกระแสต่ำและการแยกกันทางไฟฟ้าที่ที่ค่าสูง อุปกรณ์ชนิดนี้มีตัวแปรสำคัญคือ

$I_{T(RMS)}$: เป็นกระแสค่า RMS สูงสุด ขณะอยู่ในสถานะที่ทำงาน (On State)

V_{DRM} :เป็นค่าแรงดันซ้ำๆ ระหว่างขั้วเอาท์พุทเมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน

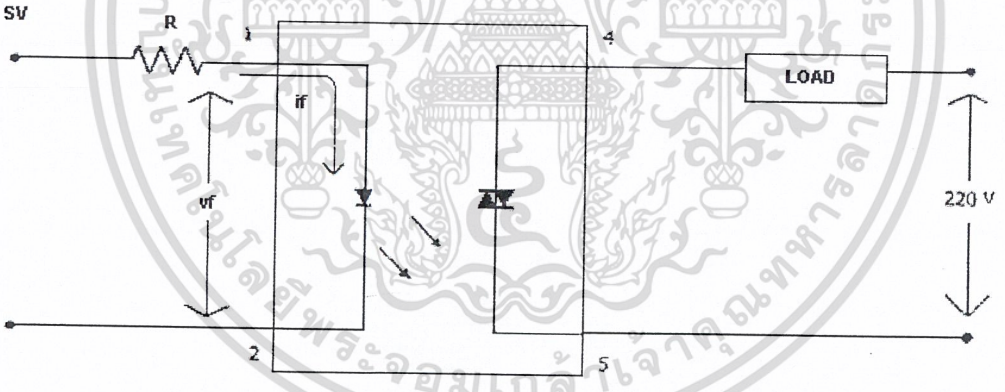
V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (Peak Voltage) เมื่ออยู่ในสถานะที่ทำงาน

I_{FT} เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรดสูงสุดซึ่งต้อง การใช้เพื่อคงสถานะให้เอาท์พุทค้างไว้ (Latch)

I_H :เป็นค่ากระแสยึด (Holding Current) ซึ่งต้องการสำหรับเอาท์พุท เพื่อที่จะคงสถานะค้างเอาไว้ให้ได้

2.8.4 การประยุกต์ใช้งานโดยการนำไปใช้ควบคุมโหลด

การนำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาใช้ควบคุมโหลดที่เป็นไฟสลับ 220 โวลท์ แทนการใช้รีเลย์ และการควบคุมปราศจากข้อยุ่งยากเหมือนกับวงจรที่ออกแบบโดยใช้รีเลย์ ดังนั้นจะกล่าวถึงเฉพาะการนำเอาออปโต้แบบไตรแอคคัพเปลอร์มาประยุกต์ใช้งานเท่านั้น

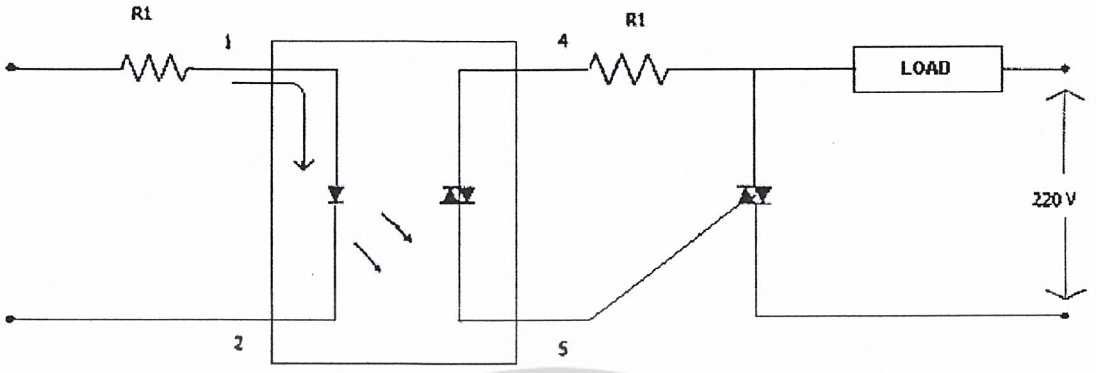


รูปที่ 2.38 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ

จากรูปที่ 2.38 แสดงการใช้ MOC 3020 ในการสวิตช์เปิด - ปิด กระแสผ่านโหลดที่ต้องการกำลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเพียงเล็กน้อย เมื่อเอาท์พุทจากลอจิกเกตมีค่าลอจิกเป็น 0 กระแสจะไหลผ่านไดโอดเปล่งแสงไปกระตุ้นไดโอด ให้นำกระแสไฟฟ้าสลับ และเมื่อเอาท์พุทของลอจิกเกทซึ่งป้อนเข้าสู่ออปโต้มีค่าลอจิกเป็น 1 จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดอินฟาเรด จะทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดอินฟาเรด จะทำให้ไดแอคหยุดนำกระแส จากรูปที่ 2.38 จะใช้ได้กับโหลดที่ใช้กระแสน้อยๆ เท่านั้น เพราะได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

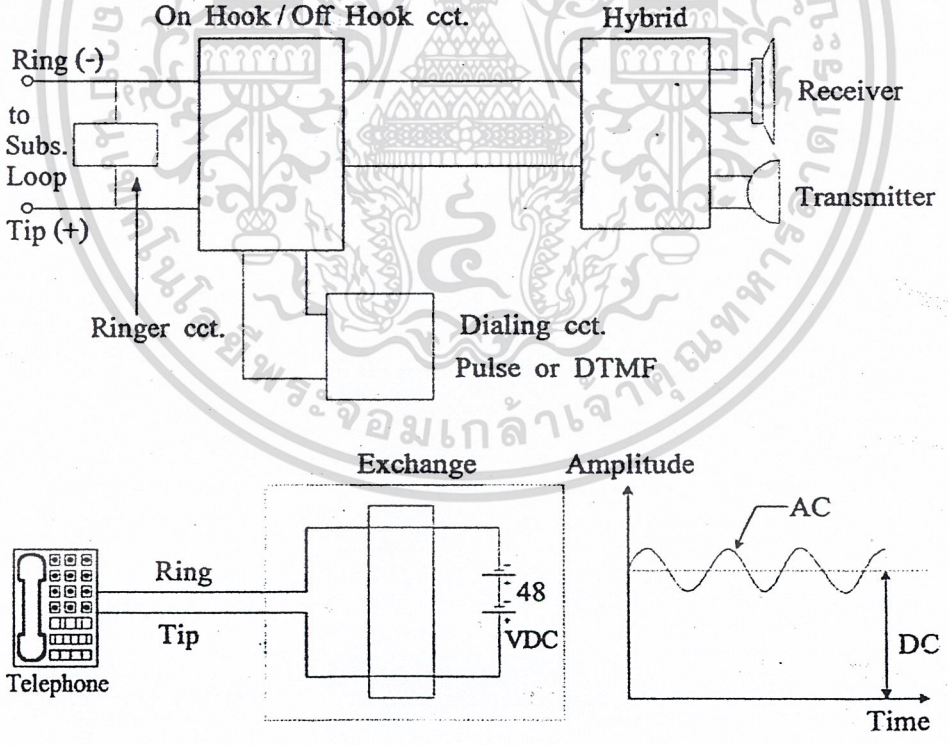
แอคขนาดเล็กสามารถทนกระแสได้น้อย ซึ่งน้อยเกินไปที่จะใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ แต่ก็เหมาะสมที่จะนำมาสร้างทริกเกอร์ไดแอคกำลังงานสูงนอกวงจร เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสสูงๆ ได้



รูปที่ 2.39 แสดงวงจรที่ใช้ควบคุมกำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่มีค่าสูง

2.9 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์

2.9.1. องค์ประกอบของระบบโทรศัพท์



รูปที่ 2.40 แสดงระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์และโลคอลลูป (Local loop)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

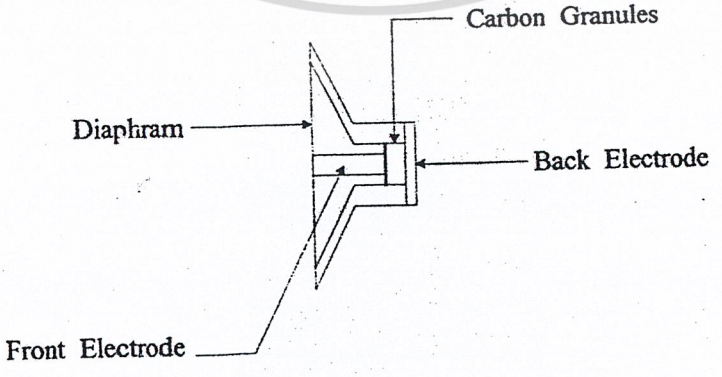
ความหมายของ Local loop คือ สายส่ง 2 wire จากเครื่องโทรศัพท์ไปชุมสายปลายทางและมีค่าอิมพีแดนซ์ของสายประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้โดยทั่วไปคือ 600 โอห์ม ถ้าในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟร่วม DC ขนาด 48 โวลต์ ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูปที่มีชื่อว่า ทิป (Tip) และริง (Ring) โดยริงจะต่อกับสัญญาณไฟ -48 VDC ทิปจะต่อกับกราวด์ดังรูปที่ 2.40 เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์มีผลทำให้ฮูคสวิทช์ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรงขนาด 20 mA ไหลวนอยู่ในลูป ซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟระหว่างทิปและริงจะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 4 โวลท์ สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์จะถูกส่งไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ภายในลูป (20 mA) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ AC ทับบนกระแสลูป DC

ภาคส่งโทรศัพท์ (Telephone Transmitter)

1.ปากพูดแบบใช้ถ่าน (Carbon Mic.) เป็นแบบที่ใช้กันมานานตั้งแต่เริ่มมีโทรศัพท์ การเปลี่ยนแปลงพลังงานเสียงเป็นพลังงานไฟฟ้า อาศัยการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของผงถ่านตามการอัดและคลายตัว เนื่องจากแผ่นไดอะเฟรม ที่มากดผงถ่านตามพลังงานเสียง ข้อดีของปากพูดแบบนี้ คือ มีความคงทน และให้ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพลังงานสูง ทำให้ไม่ต้องใช้วงจรขยายสัญญาณช่วย ข้อเสียคือ คุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณเสียง

2.ปากพูดแบบ electromagnetic ใช้หลักการของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงในขดลวดทำให้เกิดสนามไฟฟ้าในขดลวดนั้น แบบที่นิยมใช้คือ แบบขดลวดเป็นตัวเคลื่อนที่ที่เรียกว่า Electrodynamic ประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร ขดลวดซึ่งเชื่อมต่อกับ Diaphragm สวมอยู่บนแกนแม่เหล็ก เมื่อมีเสียงพูดส่วนของลวดจะเคลื่อนที่ขึ้นลง ตามแรงที่กระทำบน Diaphragm ทำให้สนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลง จึงเกิดกำลังงานไฟฟ้าขึ้น ข้อดีของปากพูดแบบนี้คือมีคุณสมบัติแบบ Linear ทำให้คุณภาพเสียงดีแต่ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานต่ำ จึงต้องมีวงจรขยายสัญญาณให้แรงขึ้น

เครื่องโทรศัพท์นั้นจำเป็นจะต้องใช้ ภาคส่งที่มีประสิทธิภาพ และความไวสูง เราจึงใช้ภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter) ซึ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนเล็กๆ ของคาร์บอน (เรียกว่า Carbon Granule) แผ่นคาร์บอนอิเล็คโทรด (Carbon Electrode) 2 แผ่นและไดอะเฟรม (Diaphragm) ดังแสดงตามดังรูปที่ 2.41



รูปที่ 2.41 แสดงภาคส่งแบบคาร์บอน (Carbon Transmitter)

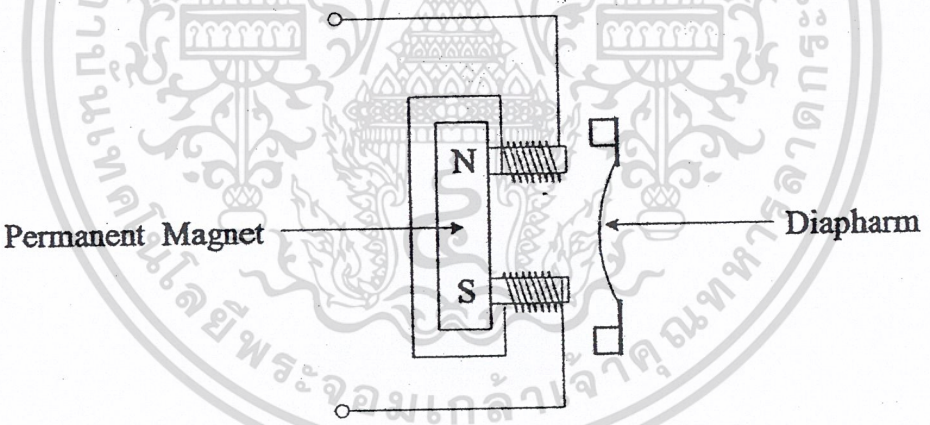
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของภาคส่งคาร์บอน คือ เมื่อคลื่นเสียงตกกระทบแผ่นไดอะเฟรม จะทำให้แผ่นไดอะเฟรมสั่นไปมา พลังงานเสียงก็จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่นไดอะเฟรมถูกกดจะทำให้อิเล็กโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนเข้า เป็นผลทำให้ผงถ่าน (Carbon Granule) ถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อแผ่นไดอะเฟรมเคลื่อนที่ออก ก็เป็นผลทำให้อิเล็คโทรดแผ่นหน้าเคลื่อนที่ออกด้วย จึงทำให้ความต้านทานของภาคส่งเพิ่มขึ้น การอัดตัวของผงถ่านนี้จะทำให้ความต้านทานระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดทั้งสองมีค่าลดลง

เมื่อนำแบตเตอรี่ต่อเข้าระหว่างแผ่นอิเล็คโทรดทั้งสอง กระแสไฟตรงจะไหลผ่านผงถ่านและเนื่องจากความต้านทานของภาคส่งมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับสัญญาณเสียง ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านภาคส่งจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย นั่นคือพลังงานเสียงสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้

ภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver)

1.หูฟัง (Receiver) แบบที่นิยมใช้คือ Electrodynamic โครงสร้างอาจเหมือนปากพูด Dynamic และสามารถใช้แทนกันได้ โดยสัญญาณไฟฟ้าจะเข้าที่จุดทางออก (Output) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นภายในขดลวด เป็นผลให้มีแรงดูด-แรงผลัก กับแท่งแม่เหล็กถาวรทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ นั่นคือแผ่นไดอะเฟรมเคลื่อนที่ทำให้เกิดสัญญาณเสียงออกมา



รูปที่ 2.42 แสดงภาครับโทรศัพท์ (Telephone Receiver)

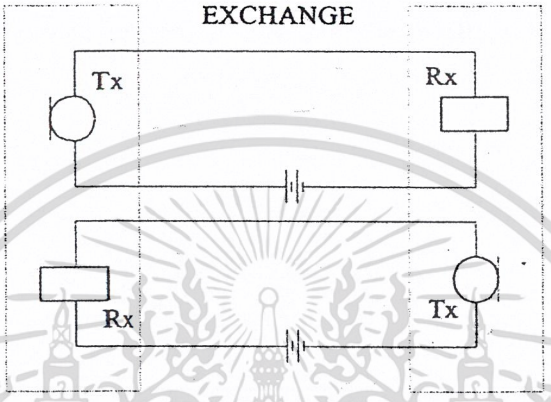
หลักการของภาครับแสดงตามรูปที่ 2.42 คือมีขดลวดพันอยู่ที่ขั้วทั้งสองของแม่เหล็กถาวรที่ต่อกันแบบอนุกรม แต่ขดลวดจะพันกลับทิศทางกัน แม่เหล็กถาวรนี้จะมีอำนาจแม่เหล็กดึงดูดแผ่นไดอะเฟรมเข้ามาเมื่อมีกระแสไฟสลับ (Speech current) ไหลผ่านขดลวด ก็จะมีผลทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้น ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ซึ่งอาจจะไปเสริมหรือต้านกับเส้นแรงแม่เหล็กของแม่เหล็กถาวร แผ่นไดอะเฟรมก็จะเคลื่อนที่เข้าหรือออกตามขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความถี่ของ speech current ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีขนาด และความถี่เท่ากับ Speech current ที่ไหลเข้ามาในวงจร คลื่นเสียงที่เกิดขึ้นนั้นย่อมจะมีการสูญเสียไปบ้าง เนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปพลังงาน ดังนั้นเอาท์พุทของคลื่นเสียงจะน้อยกว่า อินพุทของพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับที่ภาครับ

วงจรรับ-ส่งสัญญาณเสียง (Speech Transmission)

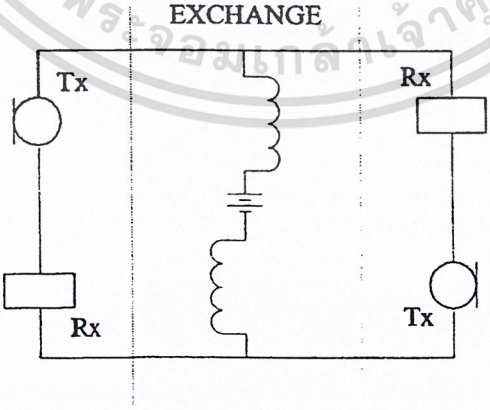
1.แบบพื้นฐานที่1 หน้าที่หลักของชุมสายโทรศัพท์คือ การเชื่อมโยงสายระหว่างผู้เช่าฝ่ายเรียก (A-sub) และผู้เช่าฝ่ายถูกเรียก (B-sub) พร้อมทั้งช่วยจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องโทรศัพท์ทั้ง 2 เครื่อง ดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 แสดงวงจรพื้นฐานที่1

จากรูปจะเห็นว่าการทำงานไม่ยุ่งยากเพราะมีการแยกสัญญาณเสียงทางการรับ-ส่ง แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้สายถึง 4 เส้น คือ 2 คู่ ซึ่งเป็น 2 เท่าของจำนวนคู่สายที่ใช้อยู่จริงในปัจจุบัน

2.แบบพื้นฐานที่ 2 ดังรูปที่ 2.44

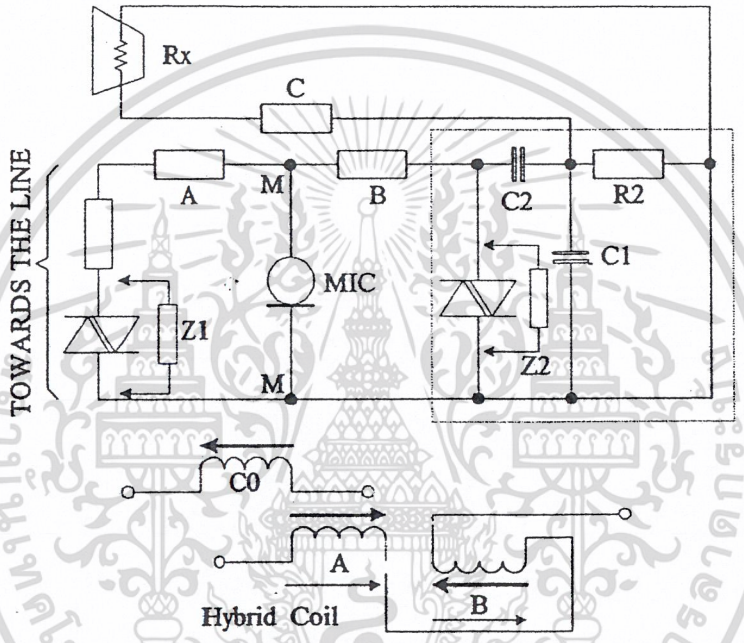


รูปที่ 2.44 แสดงวงจรพื้นฐานที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบนี้ให้ความประหยัดด้านสายแต่มีข้อเสียคือ ประสิทธิภาพของการรับ-ส่ง ไม่ดีเพราะขณะที่พูดไป สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านไปที่หูฟังของตัวเองอย่างเต็มที่ ทำให้ได้ยินเสียงของตัวเองดังมาก และยิ่งทำให้พลังงานที่ส่งออกไปลดลงเสียงที่เราได้ยินที่หูฟังขณะพูดไป เรียกว่า Side tone เสียงนี้มีความสำคัญต่อการรับส่งมาก เพราะถ้ามีขนาดแรงเกินไป ผู้พูดจะพูดค่อยลงทำให้สัญญาณที่ส่งไปยังผู้รับค่อยลงทำให้สัญญาณที่ส่งไปยังผู้รับค่อยไปด้วยแต่ถ้า Side tone ต่ำไป ผู้พูดจะพูดดังมาก ซึ่งอาจจะทำให้สัญญาณเพี้ยนผู้รับจะได้ยินเสียงจนน่ารำคาญ

3.วงจรใช้งานแบบ Induction coil ดังรูปที่ 2.45



รูปที่ 2.45 แสดงวงจรใช้งานแบบ Induction coil

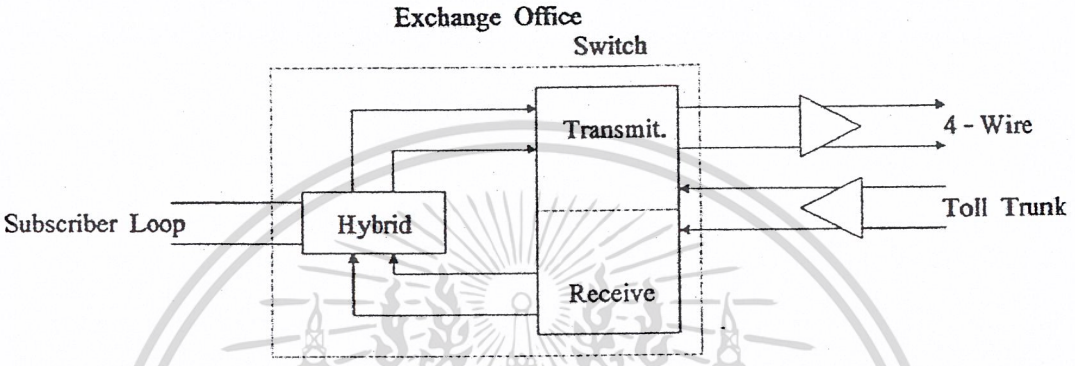
จากรูป เป็นวงจรที่ใช้งานจริง วงจรใช้สายรับ-ส่ง เพียง 1 คู่ การลดทอน Side tone และการเพิ่มประสิทธิภาพในการรับ-ส่งสัญญาณ อาศัยหลักการการทำงานของ Induction coil ปากพูดที่ใช้เป็นแบบถ่าน ส่วนหูฟังเป็นแบบ Electromagnetic ในขณะที่พูดไป กระแสที่ผ่านไมโครโฟน จะไหลผ่านขดลวด A และ B ถ้า Z1 = Z2 กระแสที่ไหลผ่านขดลวดทั้งสองจะเท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามทำให้เส้นแรงแม่เหล็กผลลัพธ์ในแกนแม่เหล็กเป็นศูนย์ จึงไม่มีเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวด c หูฟังจึงไม่ได้ยินเสียงที่พูดแต่ในทางปฏิบัติเรายอมให้มี Side tone ได้บ้าง เพื่อประโยชน์ในที่กล่าวไว้ข้างต้น ในขณะที่ฝ่ายรับสัญญาณกระแสไหลผ่านขด A,B จะมีทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กเสริมกันทำให้เกิดการเคลื่อนเหนี่ยวนำที่จุด c ทำให้ผู้ฟังได้ยินเสียงที่พูดมา วงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนจากการทำงานเป็น 2 สาย มาเป็นแบบ 4 สาย มีชื่อเรียกว่า วงจร Hybrid ดังนั้น Induction Coil อาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Hybrid Coil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Induction Coil นอกจากจะทำหน้าที่ลดขนาดของ Side tone แล้วยังทำหน้าที่เป็นตัวให้เกิด Implement Matching ระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับสายที่มาจากชุมสาย ทั้งนี้เพื่อกำลังงานที่ส่งออกไปหรือรับเข้ามามีค่าสูงสุด

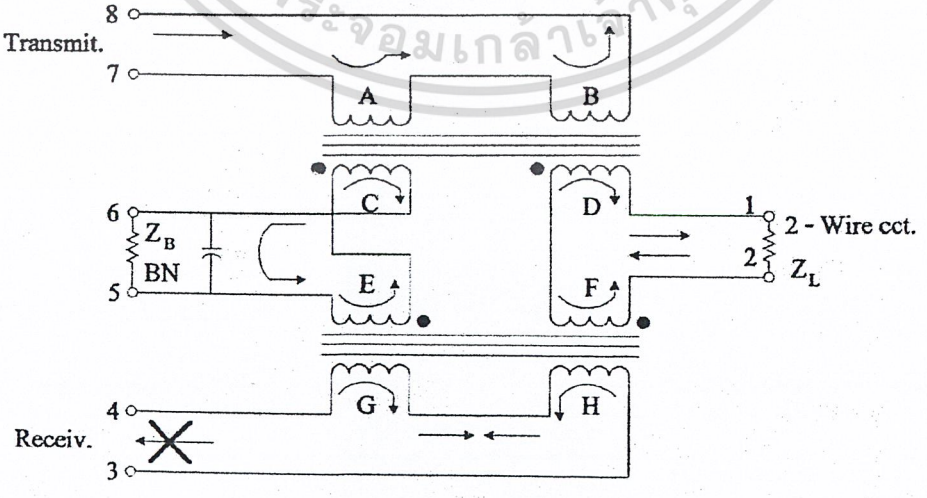
ภาคไฮบริดของโทรศัพท์ (Telephone Hybrid)

อุปกรณ์ไฮบริดใช้ในการเชื่อมต่อภาคส่ง (Transmitter) กับภาครับ (Receiver)



รูปที่ 2.46 แสดง Telephone Hybrid

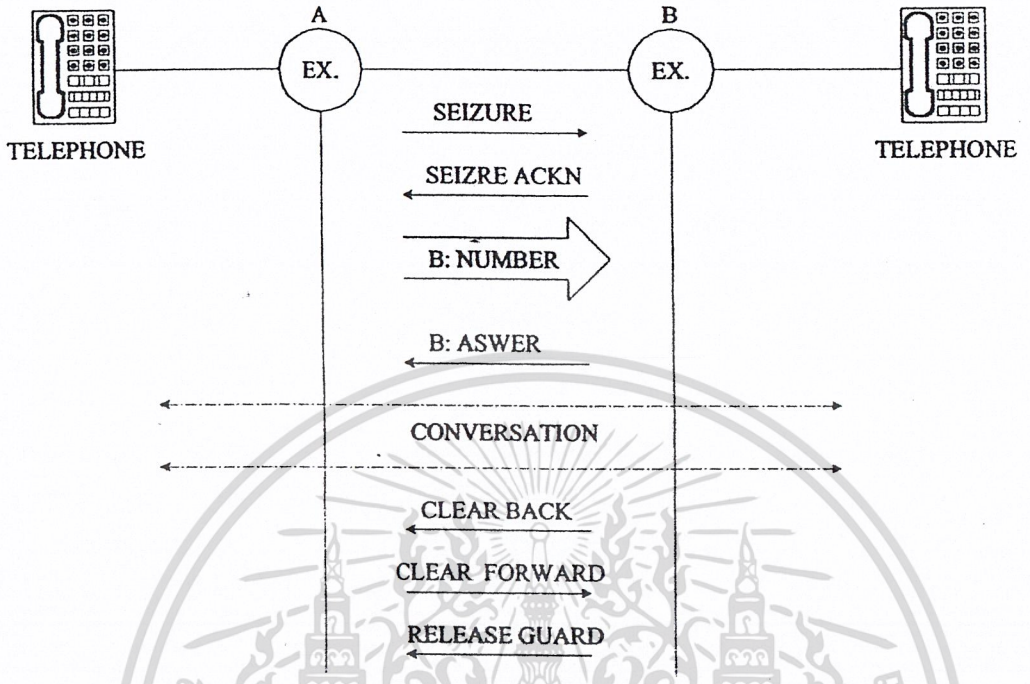
ในการสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้โทรศัพท์กับ central office ต้องใช้สาย 1 คู่ แต่เมื่อมีผู้ใช้หลายคนต้องติดต่อผ่าน central office จะติดต่อกับผู้ใช้แต่ละคน และส่งสัญญาณออกไปในแต่ละทิศทาง โดยกระบวนการเช่นนี้ central office ต้องใช้สาย 4 เส้นทำหน้าที่แปลง 2 w เป็น 4 w (และในทางกลับกันก็แปลงกลับไปมาระหว่าง 2 w กับ 4 w) ด้วยอุปกรณ์นั้นคือ Hybrid เราอาจเรียกอย่างหนึ่งว่าเป็นวงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปมาระหว่าง 2 w กับ 4 w



รูปที่ 2.47 แสดง Hybrid (Transmit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Dialling คือสภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impledance จะสูง ต่ำสลับกันไปตามที่หมุนหมายเลข ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch-tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย



รูปที่ 2.50 แสดง Subscriber Signalling

4.Dialling Tonคือสัญญาณที่บอกสภาพการว่างของอุปกรณ์ชุมสาย และชุมสายพร้อมจะรับ Code ที่ทำการหมุนเข้ามา สัญญาณ Dial Toneนี้จะเป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ 425 Hz Modulated ด้วย 50 Hz ผู้เช่าจะได้ยินเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์

5.Busy tonคือสัญญาณที่บอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ชุมสายไม่ว่าง แต่ถ้ายกหูแล้วได้สัญญาณนี้แสดงว่า อุปกรณ์ในชุมสายไม่ว่างและถ้าได้ยินเสียงนี้หลังจากหมุนจากเลขหมายไปแล้วแสดงว่า ผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกไม่ว่าง ในกรณีเรียกต่างชุมสาย ลักษณะสัญญาณที่ส่งจะเป็นสัญญาณที่ขาดตอนเป็นช่วงๆ ส่ง 0.5 วินาที หยุด 0.5 วินาที ความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave

6.Ringing toneเป็นสัญญาณที่ผู้เรียกได้ยินหลังจากหมุนหมายเลขครบแล้ว เพื่อบอกให้ทราบว่าการต่อกระทำได้สำเร็จ ในขณะนี้ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (Ringing signal) ไปยังผู้ถูกเรียกความถี่ของสัญญาณ 425 Hz Sine wave โดยจะส่ง 1 วินาที หยุด 4 วินาที

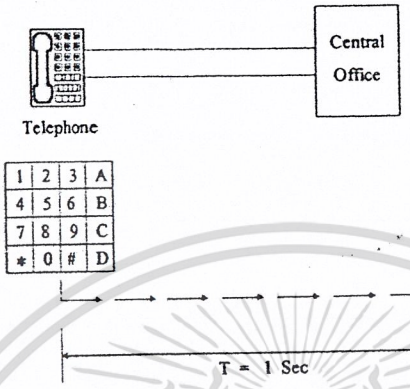
7.Ringing Signal เป็นสัญญาณต่อเนื่องความถี่ของสัญญาณ 25 Hz ค่าแรงดัน 70-90 Vrms โดยส่งไปยังผู้เช่าฝ่ายถูกเรียกส่ง 1 วินาทีหยุด 4 วินาที

8.สัญญาณโทนอื่นๆ เช่น Nu tone (Number Unobtainble Tone) บอกให้ทราบว่าเลขหมายที่หมุนมาไม่มีการใช้งานอยู่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.Receiver off-hookเป็นสัญญาณที่เกิดขึ้นแทน Dial tone หลังจากผู้เรียกยกหูเอาไว้เกิน 20 วินาที โดยไม่กดเลขหมายโทรศัพท์ของผู้ที่จะทำการติดต่อปลายทาง

10.Loop or Dial Pulse Signalling คือเมื่อโทรศัพท์ถูกยกหูทำให้ Subcriber Loop ถูกปิดลูปลง ชุมสายจะทำการส่ง Dial tone ออกไปยังเครื่องโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้เรียกทำการส่งเลขหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อโดยการหมุน



รูปที่ 2.51 แสดง Loop or Dial Pulse Signalling

เมื่อมีการหมุนเลขหมายลูปนี้ก็จะถูกเปิดออกด้วยอัตรา 10 ครั้ง/วินาที เมื่อเลขหมาย 1 ถูกหมุนลูปนี้จะถูกเปิดออก 1 ครั้ง ใน 1 วินาที หมายเลข 0 ถูกหมุน ลูปจะเปิดด้วยอัตรา 10 ครั้งใน 1นาที

Tone	Frequency (Hz)	On time (Sec)	Off time (Sec)
Dial	350+440	Continuous	
Busy	480+620	0.5	0.5
Ring	440+480	2	4
Back,Normal	440+480	1	3
Ring Back,PBX	480+620	0.2	0.3
Congestion (Toll)	480+620	0.3	0.2
Re-order (Local)	1400+2060+	0.1	0.1
Receiver Off-Hook	2450+2600		
	200 to 600	Continuous,Frequency	Continuous,Frequency
No such Number		Modulated at 1 Hz Rate	Modulated at 1 Hz Rate

ตารางที่ 2.4 แสดงความถี่และระยะเวลาการทำงานของสัญญาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกันชุมสาย (Inter exchange signalling)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภทคือ

1.Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณที่ใช้ให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ตัวรับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

2.Address Information เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า

3.Answer Signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณก็คือ

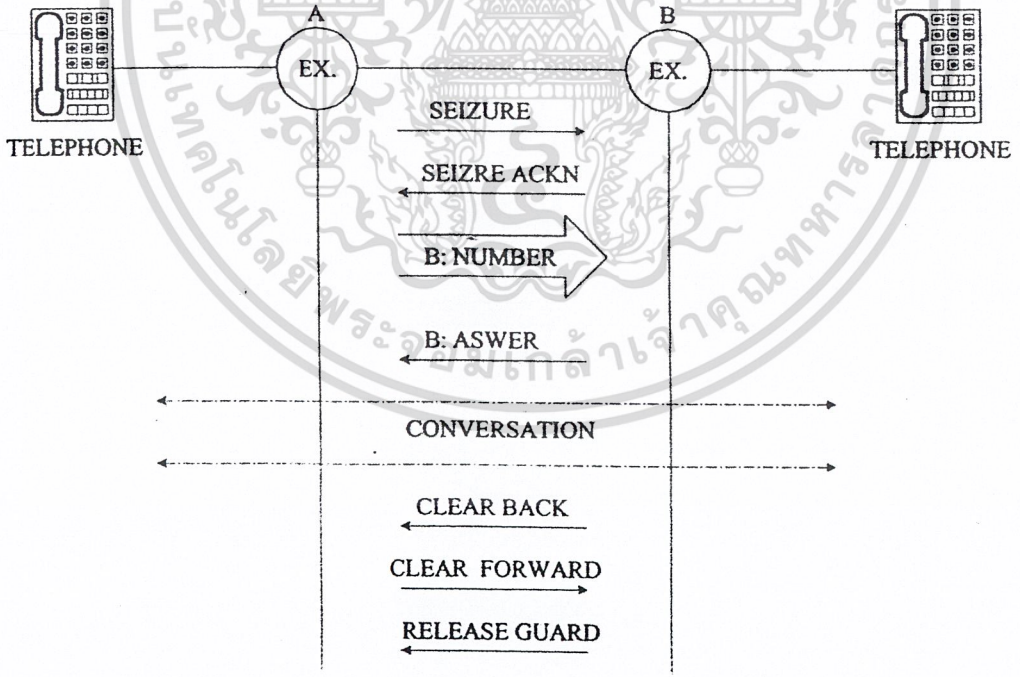
-เริ่มต้นคิดเงิน

-ส่งสัญญาณคิดเงิน

-ตัดวงจรการจับเวลาการใช้อุปกรณ์

4.Clear- forward (สัญญาณยกเลิกการต่อตรง) จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วงจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่างๆ

5.Clear-back (สัญญาณยกเลิกการต่อกลับ) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทาง เริ่มต้นการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear-forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน



รูปที่ 2.52 แสดงสัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (Inter exchange signalling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสมดุลอยู่ใน Hybrid จะทำหน้าที่ปรับระดับของเสียงที่สะท้อน (Feedback) กลับจากไมโครโฟนมาสู่หูฟัง เสียงที่สะท้อนกลับมานี้เรียกว่า Side tone ถ้าขนาดของ Side tone ดังเกินไปผู้พูดจะได้ยินเสียงของตนเองพูดชัดเจน ซึ่งอาจจะทำให้ไม่ได้ยินเสียงที่คู่สนทนาพูด หรืออาจจะได้ยินไม่ชัดเจน ในทางกลับกันถ้าขนาดของ Side tone เบาเกินไปผู้พูดจะต้องพูดดังขึ้นเพื่อให้ได้ยินเสียงตนเอง

วงจรแป้นหมายเลขโทรศัพท์ (Dialling Circuit)

หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กับชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบคือแบบหมุน (rotary Dial) ซึ่งการหมุนจะทำให้เกิดพัลส์ขึ้น เป็นจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน และแบบกดปุ่ม (Pulse Button) ซึ่งใช้กรรมวิธีการของ Dial Multi-Frequency (DTMF) ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์

1.หน้าปัดแบบหมุน

เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ (Handset) ขึ้นจากที่รองรับ (Cradle) ทำให้ hook switch (s1และ s2 ตามรูปที่ 2.53) ปิดวงจรของสายเส้น Tip (T) และ Ring (R) ซึ่งเป็นผลทำให้ครบวงจรของ Relay coil ในชุมสายโทรศัพท์ อุปกรณ์สวิทช์ในชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ Dial tone มายังเครื่องโทรศัพท์ของผู้เรียก เพื่อเป็นสัญญาณแสดงให้ผู้เรียกทราบว่าเริ่มหมุนเลขหมายได้แล้ว และชุมสายโทรศัพท์ก็พร้อมที่จะรับเลขหมายที่ผู้เรียกหมุน เมื่อผู้เรียกหมุนเลขหมายใดเลขหมายหนึ่งเสร็จแล้ว และปล่อยมือ หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์จะหมุนกลับมาที่เดิม ในขณะที่หน้าปัดหมุนกลับที่เดิมจะมีผลคือ ทำให้ลูกเบี้ยว (Cam) หมุนตาม การหมุนของลูกเบี้ยวนี้จะทำให้ Contact s3 เปิดและปิดวงจรเป็นจำนวนครั้งเท่ากับเลขหมายที่หมุน การที่ Contact s3 ปิดวงจรจะทำให้กระแสไหลได้ ซึ่งเรียกว่ากระแส Impulse และเมื่อ contact s3 เปิดวงจรกระแสจะหยุดไหล การที่กระแสไหลและหยุดไหลนี้มีผลทำให้เกิดพัลส์ขึ้น และจำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นก็จะมีจำนวนเท่ากับเลขหมายที่หมุน เช่น หมุนเลข 1 จะเกิด 1 พัลส์ หมุนเลข 5 จะเกิด 5 พัลส์ และหมุนเลข 0 จะเกิด 10 พัลส์ เป็นต้น

ความเร็วหน้าปัด (Dial speed) ของเครื่องโทรศัพท์ก็มีความสำคัญที่ต้องกำหนดให้อยู่ในมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วยความเร็วของกระแส Impulse อัตราส่วนการตัดต่อ (Break-Make Ratio) ของ Contact และช่วงหยุดระหว่างเลขหมาย (Interdigit Interval) ตามปกติแล้ว ความเร็วของกระแส Impulse จะใช้อยู่ 2 ค่า คือ 20 และ 20 IPS (Impulse Per Second) ส่วนค่ามาตรฐานสำหรับส่วนการตัดต่อ จะมีค่าเท่ากับ 2:1 ซึ่งหมายความว่า Contact จะต้องตัดต่อวงจรเป็นเวลา 2 หน่วยเวลา และต้องต่อวงจรเป็นเวลา 1 หน่วยเวลา

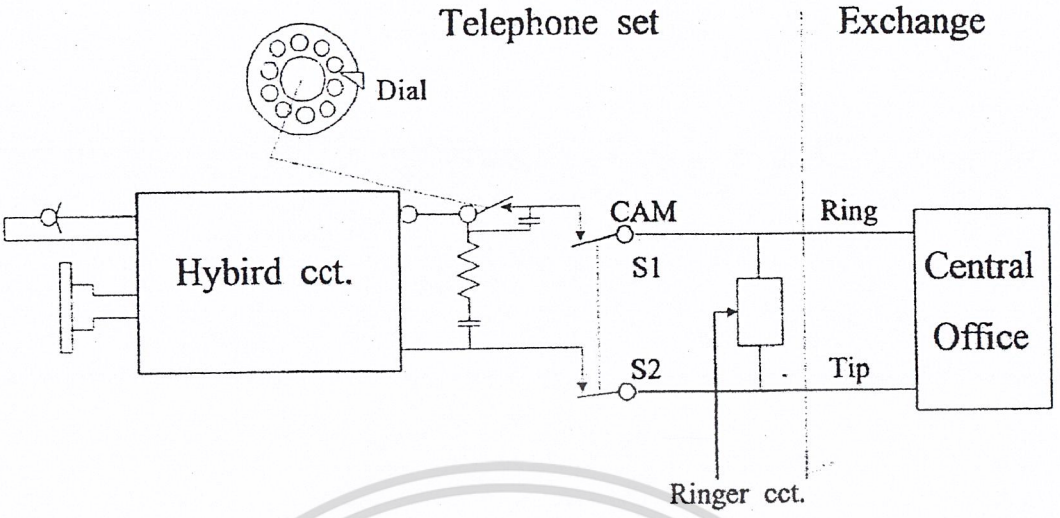
ในกรณีที่ความเร็วของ Impulse เป็น 10 IPS ก็จะทำให้ได้ค่าของ Pulse Period เป็น 100 ms นั่นคือ

ช่วงเวลาของการตัดวงจร (Break) = 100 ms x 2/3 = 66.6 ms

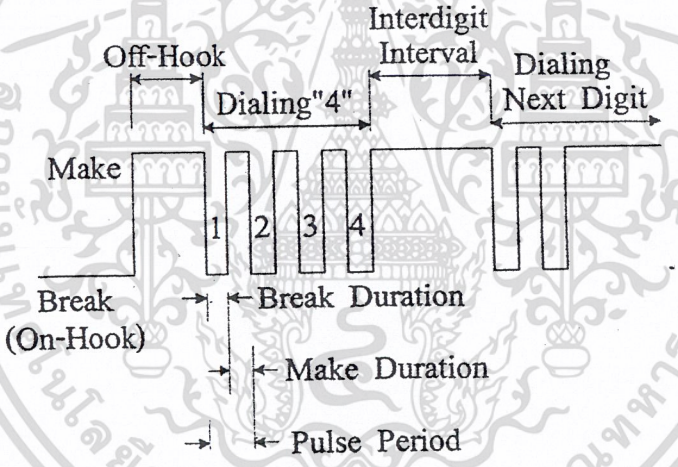
ช่วงเวลาของการต่อวงจร (Make) = 100 ms x 1/3 = 33.3 ms

ส่วนช่วงเวลาหยุดระหว่างเลขหมาย โดยทั่วไปมีค่าเป็น 700 ms แต่ก็อาจจะใช้ได้ในช่วงตั้งแต่ 600 ms ถึง 900 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.53 แสดง Dial pulse



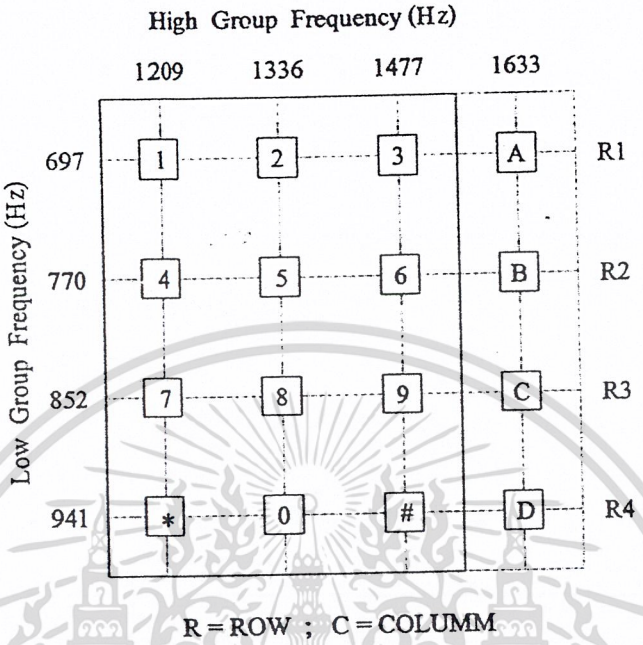
รูปที่ 2.54 แสดงพัลส์ที่เกิดขึ้นเมื่อหมุนเลข 4

2.หน้าปัดแบบกดปุ่ม

เครื่องโทรศัพท์ที่มีหน้าปัดแบบกดปุ่ม และใช้กรรมวิธีของ DTMF ในการส่งเลขหมายโทรศัพท์นั้น โดยทั่วไปหน้าปัดจะมี 12 ปุ่ม แบ่งเป็น 4 แถว และ 3 หลัก และในเครื่องโทรศัพท์บางแบบอาจจะมีถึง 16 ปุ่ม โดยเพิ่มหลักที่4 ขึ้นมาอีก แสดงตามรูปที่2.55 ความถี่ที่ใช้ในแต่ละแถวและหลักจะมีความถี่ต่างกัน ความถี่ของทั้ง 4 แถวเรียกว่ากลุ่มความถี่สูง (High Group Frequency) การกดปุ่มที่เลขหมายใดๆ จะทำให้วงจรอิเล็คทรอนิกส์ภายในเครื่องโทรศัพท์ผลิตความถี่ออกมา 2 ความถี่ เช่น เมื่อกดเลข 5 ความถี่ที่ผลิตออกมา 770 Hz และ 1126 Hz เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานของความถี่ที่ใช้ และตำแหน่งของเลขหมายต่างๆ จะถูกจัดให้มีลักษณะแสดงตามรูปที่ 2.55 สำหรับความผิดพลาดที่ยอมให้เกิดขึ้นได้จะเป็น 1.5 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการผลิตความถี่และ 2 เปอร์เซ็นต์ สำหรับรับเลขหมาย



รูปที่ 2.55 แสดงหน้าปัดแบบกดปุ่มและความถี่ที่ใช้

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม (DTMF Dialing) คือ

1.สามารถใช้วงจรทาง Solid-state electronic แทนอุปกรณ์ทางด้าน Mechanic จึงทำให้มีความเร็วและแม่นยำในการส่งเลขหมาย

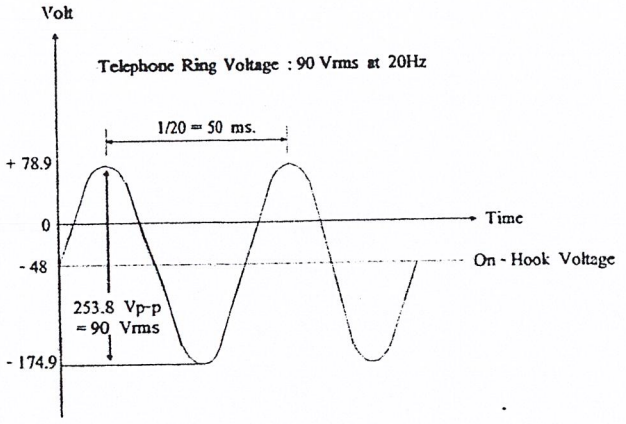
2.สามารถเพิ่มปุ่มกดขึ้นได้อีก 4 ปุ่ม (หลักที่ 4) เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณการบริการประเภทอื่นๆ

3.มีความเหมาะสมที่จะใช้กับชุมสายระบบ Store Program Control

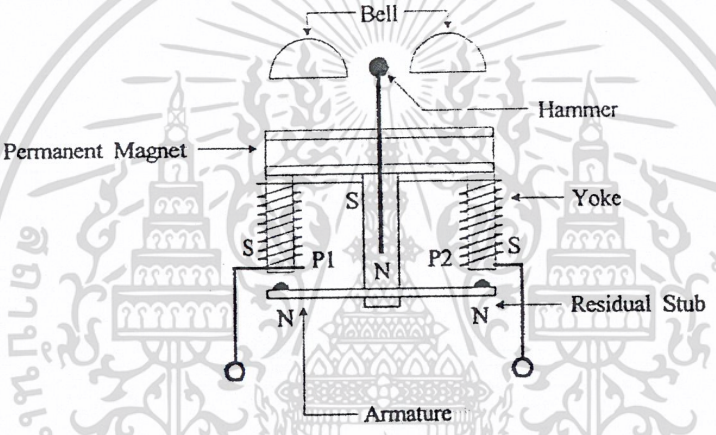
วงจรกระดิ่ง (Ringing Circuit)

เมื่อมีการเรียก กระดิ่งที่เครื่องโทรศัพท์ผู้ถูกเรียกจะดังขึ้น ซึ่งหมายความถึงชุมสายโทรศัพท์ได้ทำการส่งสัญญาณสั่นกระดิ่ง (Ring Current) มาป้อนที่กระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์โดยทั่วไปแล้ว Ring Current จะประมาณ 70-90 โวลท์ 12-25 เฮิรตซ์ ลักษณะสัญญาณของกระดิ่งเครื่องโทรศัพท์แสดงตามรูปที่ 2.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.56 แสดง Ringing Voltage for the Telephone set



รูปที่ 2.57 แสดงกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์

จากรูปที่ 2.57 เป็นกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ ประกอบด้วยขดลวด 2 ขดต่อกันแบบอนุกรมพันอยู่บนแกนเหล็ก ซึ่งติดอยู่กับ Yoke และมีแท่งแม่เหล็กถาวรติดอยู่ตรงกึ่งกลางของ Yoke ส่วน Armature จะวางอยู่ในลักษณะที่ตรงกึ่งกลางติดอยู่กับแกนของแม่เหล็กถาวร โดยมีสารที่ไม่ใช่เป็นแม่เหล็กยึดอยู่ที่ปลายของ Armature ทั้งสองข้างจะมี Residual Stub ติดอยู่ซึ่งตรงข้ามกับขั้ว P1 และ P2 หลักการทำงานของกระดิ่งโทรศัพท์ อธิบายได้คือ เส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวรจะทำให้เกิดขั้ว S ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 และจะทำให้เกิดขั้ว N ที่ปลายทั้งสองของ Armature ในสภาวะปกติหรือไม่มีการเรียกจะไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด จึงทำให้ Armature ถูกดูดด้วยแรงที่เท่ากัน หรืออาจจะถูกดูดไปข้างใดข้างหนึ่งคือ ที่ขั้ว P1 หรือ P2 ก็ได้

เมื่อมีการเรียกจะมีกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านขดลวดทั้งสอง ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก N และ S ขึ้นที่ขั้ว P1 และ P2 ซึ่งจะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กมากมายที่ปลายขั้ว S (P2) และที่ปลายอีกข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง (P1) เมื่ออำนาจแม่เหล็กหมดลง Armature ก็จะถูกดูดมาทางขั้วที่มีอำนาจแม่เหล็กแรงกว่า แต่เนื่องจากกระแสที่ป้อนให้กับขดลวดเป็นไฟสลับ ดังนั้น Armature จึงถูกดูดสลับข้างกัน ทำให้กระดิ่งดัง

Switch Hook

1.On-Hook

จากรูป 2.40 เป็นบล็อกไดอะแกรม แสดงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ โดยทั่วไปแล้ว Ringer จะเชื่อมต่ออยู่กับสายโทรศัพท์คือ TIP(+) และ RING (-) ทำให้สามารถรับสัญญาณ Incoming Call หรือสัญญาณสั่นกระดิ่งซึ่งส่งมาจาก Central Office ส่วนวงจรที่เหลือเช่น Dialing cct., Hybrid, Tx, Rx จะแยกออกจากสายโทรศัพท์ในกรณีโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู (On hook) เมื่อ Handset อยู่ในสภาวะวางหู (On hook) จะไม่มีกระแสไหลผ่านเครื่องโทรศัพท์ วงจร Ring จะมี Capacitor ทำหน้าที่ป้องกันกระแสไฟฟ้าตรงไหลผ่านตัวมัน

2.Off-Hook

เมื่อ Handset จะถูกยกจะมีสภาวะเป็น Off-Hook หน้าสัมผัสของ Switch Hook S1, S2 ในรูป 2.53 จะปิดลง ทำให้เกิดกระแสลูป (Loop Current) ไหลจากแบตเตอรี่ของ Central Office ผ่านเครื่องโทรศัพท์และกลับมายัง Central Office เมื่อมีกระแสไหลผ่านที่พอเพียงจะทำให้ Central Office ทราบได้ว่ามีการยกหูเกิดขึ้นที่ฝั่งผู้ใช้โทรศัพท์และหลังจาก “Line Finder” จะค้นหาว่าคู่สายใดได้มีการ Off-Hook หลังจากนั้น Line Finder จะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์สวิทซ์ชิ่งเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าว และพร้อมจะรับสัญญาณจากโทรศัพท์ หลังจากนั้นตัวกำเนิดสัญญาณ Dial Tone ของ Central Office จะส่งสัญญาณทำให้ Dial tone ไปให้แก่ผู้เรียก (Caller) หลังจากที่ผู้เรียกได้รับสัญญาณ Dial Toneที่มาจาก Central office ทำให้ผู้เรียกสามารถที่จะเริ่มต้นส่งหมายเลขที่ต้องการจะติดต่อไปให้กับ Central Office โดยรูปแบบของการส่งสัญญาณ (Dialing) สามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ ใช้วิธี Interrupt Loop Current (Pulse) หรือส่งสัญญาณ Audio Tone (DTMF) ก็ได้เมื่อผู้พูดเริ่มกดหมายเลขโทรศัพท์ตัวแรกสัญญาณ Dial Tone นี้จะหายไป หลังจากที่ผู้พูดกดหมายเลขโทรศัพท์ครบทุกตัว ทางชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณ Ring Back Tone ไปให้ทางฝั่งผู้รับทำให้ผู้รับทราบว่ามีการเรียกเกิดขึ้น เมื่อผู้รับยกหูฟังขึ้นจึงสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

2.9.2 หน้าที่ของเครื่องโทรศัพท์

1.เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่บอกรับในกรณีที่มีการเรียกเข้ามา โดยใช้สัญญาณ Ringing

2.เครื่องโทรศัพท์ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงของผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้าและในทางกลับกันก็จะแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งมาให้เป็นสัญญาณเสียง

3.รูปแบบการส่งเลขของผู้ใช้โทรศัพท์ เพื่อส่งให้กับ Central office สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ Pulse กับ Tone

4.เครื่องโทรศัพท์จะปรับระดับสัญญาณเสียงให้มีความดังที่เหมาะสม โดยชดเชยความสูญเสียอันเกิดจากระยะทางระหว่างเครื่องโทรศัพท์และ Central office ซึ่งมีความใกล้และไกลต่างๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.เครื่องโทรศัพท์จะติดต่อกับ Central office เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการใช้บริการ โดยทำการยก Handset (Odd Hook)

6.เครื่องโทรศัพท์จะทำให้มี Feedback จากไมโครโฟนไปสู่หูผู้ฟัง ผู้พูดจึงสามารถได้ยินเสียงตนเอง (Side Tone) และสามารถควบคุมระดับความดังของ Side Tone ได้

7.เมื่อเครื่องโทรศัพท์ยังไม่มีการใช้งาน (On Hook) วงจร On-Hook/Off-Hook จะทำการแยกเครื่องโทรศัพท์ออกจาก Central Office โดยการใช้ Switch Hook

8.ในภาครับเครื่องโทรศัพท์สามารถรับสัญญาณต่างๆ เช่น Busy, Ringing, etc. จาก Central office

2.9.3 โครงข่ายโทรศัพท์ (Telephone Network)

Network หมายถึงโครงข่ายจะประกอบด้วยเครื่องโทรศัพท์ 2 เครื่องขึ้นไป จนถึงเป็นจำนวนมากๆ เมื่อจำนวนโทรศัพท์มากขึ้นจำนวนคู่สายก็จะมากขึ้นตาม จากสูตร

จำนวนคู่สาย = $n(n-1)/2$

n : จำนวนเครื่องโทรศัพท์ (N-Subscribers)

เช่น ถ้ามีจำนวนเครื่อง 50 เครื่อง จะมีจำนวนคู่สาย 1,225 คู่ และ100 เครื่อง จะมีคู่สายถึง 4,950 คู่สายจะติดต่อกันได้ทุกเครื่อง

ดังนั้นเพื่อเป็นการลดจำนวนคู่สายลงให้มากที่สุด จึงมีการตั้งอุปกรณ์ ตัวต่อ (Switching) ให้เป็นศูนย์กลางของโทรศัพท์เครื่องอื่นๆ เพื่อให้ติดต่อถึงกันหมด ดังนั้นถ้ามีโทรศัพท์ 50 เครื่อง ก็จะใช้คู่สาย 50 คู่เท่านั้น อุปกรณ์ตัวต่อเรียกว่า ชุมสาย (Exchange) ชุมสายที่ทำการติดต่อเครื่องโทรศัพท์ในเมือง อำเภอ เรียกว่า Local Exchange ถ้าในเมืองใหญ่ๆ การที่เครื่องโทรศัพท์จะติดต่อกันได้ จะต้องมีคู่สายที่เชื่อมโยงระหว่างชุมสายท้องถิ่นนั้นๆ เรียกว่า Junction Line (สายผ่าน) สายผ่านนั้นจะมีคู่สายอยู่เพียงจำนวนหนึ่งเฉพาะการติดต่อระหว่างชุมสายท้องถิ่นเท่านั้น โครงข่ายที่ติดต่อกันภายในพื้นที่จังหวัดเดียวกัน เรียกว่า Local Network โครงข่ายท้องถิ่น

ดังนั้นในจังหวัดต่างๆ ก็จะมีโครงข่ายท้องถิ่นของตัวเอง และถ้าต้องการติดต่อไปยังอีกจังหวัดหนึ่ง จะต้องมีการเชื่อมโยงระหว่างโครงข่ายท้องถิ่น เราเรียกว่า โครงข่ายทางไกล (Transit หรือ Long Distance Network) และเมื่อโครงข่ายท้องถิ่นกับโครงข่ายทางไกลรวมกันเรียกว่า National Network

ข่ายสายท้องถิ่น (Local Network)

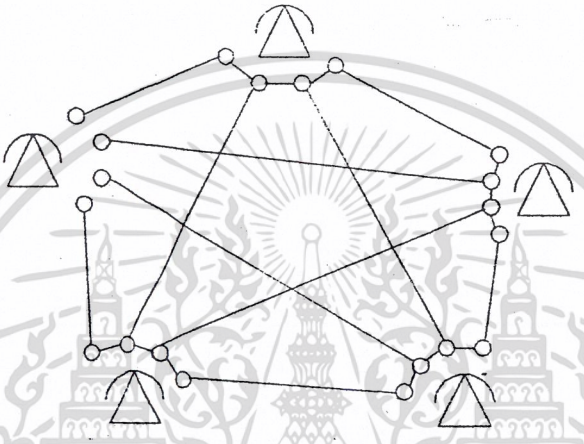
โทรศัพท์ที่มีใช้ในระยะเริ่มแรกคือ โทรศัพท์ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง (Local Battery Telephone System เรียกว่าโทรศัพท์ระบบ LB) ได้ถูกออกแบบให้แต่ละเลขหมายสามารถติดต่อไปยังเลขหมายอื่นๆ ได้โดยใช้ข่ายสายแบบ Mesh Shaped Network ดังรูปที่ 2.58

1.Mesh Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุกๆ Station ติดต่อถึงกันทั้งหมดตามรูปที่ 2.58 เมื่อโทรศัพท์ของเครื่องผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการเรียกไปยังโทรศัพท์หมายเลขอื่นๆ ก็สามารถทำได้โดยการเลือกสวิทช์เรียกไปยังเลขหมายนั้น ข่ายสายแบบนี้เหมาะที่จะใช้ในหน่วยงานเล็กๆ ซึ่งมีจำนวนโทรศัพท์ไม่มากนัก จำนวนคู่สายที่ใช้สามารถคำนวณได้จากสูตร

เอกสารนี้มีการสงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนคู่สาย = n(n-1)/2 ; n : จำนวนเครื่องโทรศัพท์ (N-Subscribers)

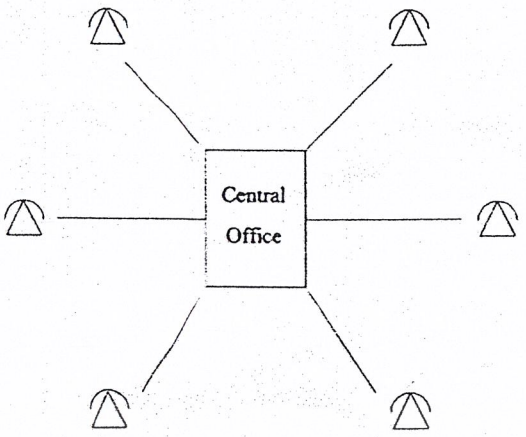
จะเห็นว่าถ้าจำนวนเครื่องโทรศัพท์เพิ่มขึ้น จำนวนคู่สายที่ถูกใช้ทั้งหมดใน Mesh Shaped Network ก็จะเพิ่มมากขึ้นอย่างมากมายแต่ประโยชน์การใช้งานของคู่สายที่ถูกใช้งานในเวลาเดียวกันจะแย่ลงเช่นถ้าจำนวนเครื่องโทรศัพท์ 10 เครื่อง ต่อแบบ Mesh Shaped Network จำนวนคู่สายที่ใช้ทั้งหมด = 10 (10-1)/2 = 45 คู่สาย ส่วนประโยชน์การใช้งานสูงสุดของคู่สายที่ถูกใช้ในเวลาเดียวกันจะมีเพียง 5 คู่สายเท่านั้น จึงเป็นการลงทุนที่ไม่คุ้มค่า การแก้ไขปัญหานี้จึงมีผู้คิดค้นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ โดยโทรศัพท์ของผู้เช่าแต่ละเลขหมาย จะใช้คู่สาย 2 คู่ และต่อเข้าไปยังเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เราเรียกว่าข่ายสายแบบนี้ว่า Star Shaped Network



รูปที่ 2.58 Mesh Shaped Network

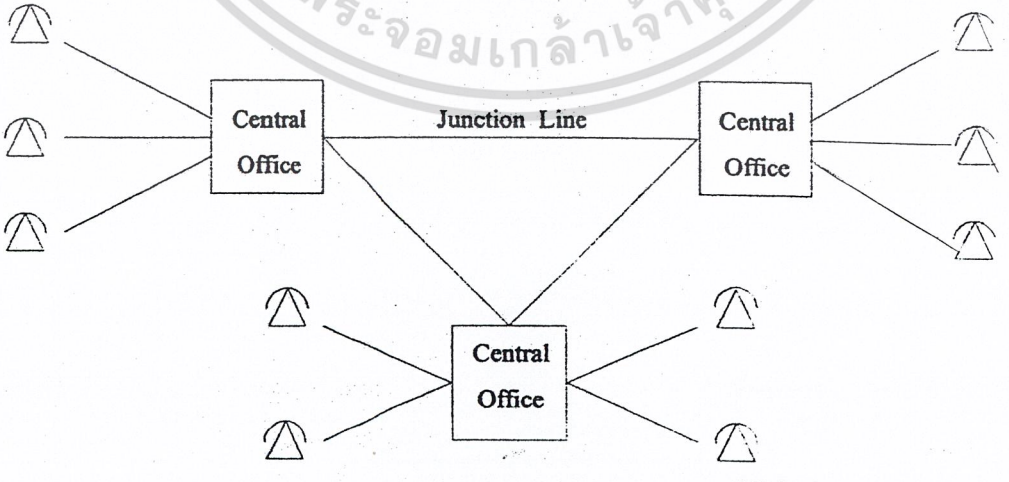
2.Star Shaped Network เป็นข่ายสายที่มีลักษณะที่ทุกๆ Station จะต่อผ่านเข้ามายังศูนย์กลาง (ชุมสายโทรศัพท์) ตามรูปที่ 2.59 เมื่อโทรศัพท์ของผู้เช่าเลขหมายหนึ่งต้องการติดต่อไปยังเลขหมายอื่นก็สามารถติดต่อได้ โดยให้พนักงานโทรศัพท์กลาง (Operator) เป็นผู้ต่อการเรียกให้หรือโดยใช้วิธีการหมุนหน้าปัดที่เครื่องโทรศัพท์ ตามเลขหมายที่ต้องการติดต่อด้วย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับระบบชุมสายโทรศัพท์นั้น ๆ ว่าเป็นระบบใด จำนวนคู่สายที่ใช้ใน Star Shaped Network จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนของเครื่องโทรศัพท์สำหรับประโยชน์ที่ใช้นั้น มีขีดความสามารถในการรับ Traffic ได้มากน้อยเพียงใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.59 Star Shaped Network

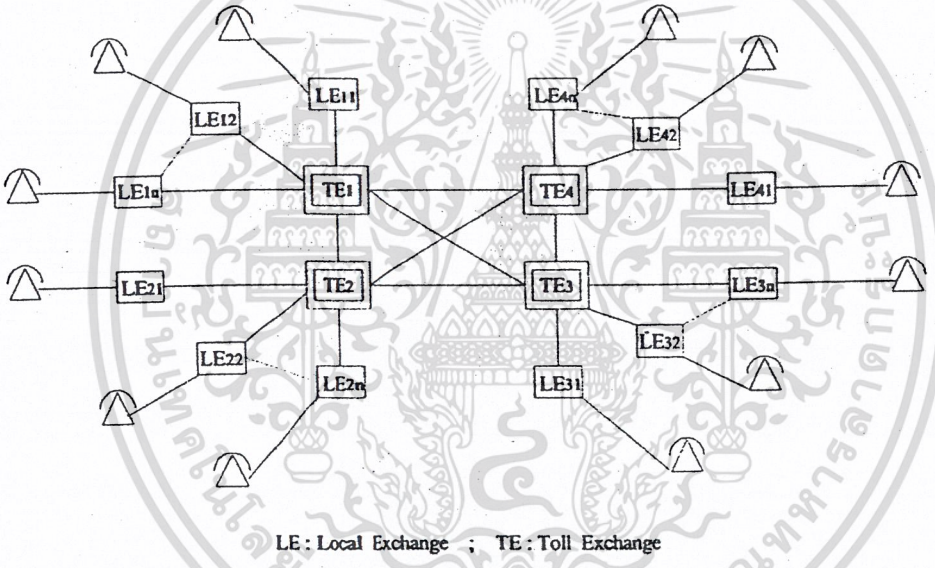
ชุมสายโทรศัพท์แห่งใดแห่งหนึ่ง สามารถให้บริการแก่ผู้เช่าโทรศัพท์ได้ในบริเวณพื้นที่ที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับราคาของสายเคเบิลโทรศัพท์ การกำหนดพื้นที่บริการของแต่ละชุมสายก็จะเป็นการดีกว่าที่จะมีชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่เพียงชุมสายเดียว ซึ่งทำให้ต้องใช้คู่สายโทรศัพท์ ที่ต่อจากชุมสายไปยังบ้านผู้เช่านั้นยาวมาก และไม่เป็นผลดีต่อผู้เช่าโทรศัพท์ที่อยู่ห่างไกล ในเมืองที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่มาก ก็อาจจะมีชุมสายท้องถิ่นได้หลายชุมสาย ดังนั้นการเรียกต่างชุมสายจะสามารถเรียกได้ก็ต่อเมื่อได้มีการเชื่อมต่อแต่ละชุมสายให้ถึงกันทั้งหมด โดยใช้ Junction Line เป็นตัวเชื่อมต่อและเราเรียกข่ายสาย (Network) แบบนี้ว่า (Local Network) ดังแสดงในรูปที่ 2.60 จากรูปจะเห็นว่า Local Network มีลักษณะการเชื่อมต่อที่แต่ละชุมสายต่อกันแบบ Mesh Shaped Network สำหรับเมืองใหญ่ๆ เช่นกรุงเทพฯ จะประกอบด้วยชุมสายท้องถิ่นได้จำนวนมากนี้มาต่อกันแบบ Mesh Shaped Network จึงไม่น่าจะเป็นไปได้เพราะ ต้องใช้คู่สายและวงจรการเชื่อมต่อจำนวนมหาศาลดังนั้น Local Network ในกรุงเทพฯ



รูปที่ 2.60 ข่ายสายท้องถิ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(รวมทั้งจังหวัดใกล้เคียง คือ ปทุมธานี นนทบุรี และสมุทรปราการ) จึงต้องใช้ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นอีกหลายชุมสาย เป็นตัวเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น ลักษณะของการเชื่อมต่อคือ นำชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นมาต่อกันแบบ Mesh Shaped Network และนำชุมสายท้องถิ่น ต่อกับชุมสายต่อผ่านท้องถิ่นแบบ Star Shapes Network ส่วนตัวเครื่องโทรศัพท์ต่อกับชุมสายท้องถิ่นแบบ Star Shaped Network เช่นเดียวกันดังแสดงตามรูปที่ 2.61 ผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE11) จะเรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE12) ได้โดยการเรียกจะผ่านทั้งหมด 3 ชุมสายคือ LM11,TE1 และ LE12 เป็นต้น สำหรับการเรียกที่ชุมสายท้องถิ่นอยู่ห่างไกลกัน การเรียกก็อาจจะผ่านชุมสายต่อผ่านหลายๆ ชุมสายก็ได้โดยในขั้นต้นจะเป็นการเลือกเส้นทาง (Route) ที่สั้นที่สุดก่อน เช่น ผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 1 (LE11) เรียกไปยังผู้เช่าโทรศัพท์ในชุมสายท้องถิ่นที่ 2 (LE21) การเรียกผ่านชุมสายทั้งหมด 4 ชุมสายคือ LE11, TE1, TE2 และ LE21 แต่ถ้าหากว่าวงจรเชื่อมต่อระหว่าง TE1 กับ TE2 ถูกใช้งานเต็มหมดแล้ว การเรียกครั้งนี้จะต้องเลือกทางอื่นซึ่งเรียกว่า Alternative Route กล่าวคือ การเรียกครั้งนี้จะผ่านชุมสายทั้งหมดอย่างน้อย 5 ชุมสาย คือ LE11, TE3, TE2 และ LE11, TE1, TE4 และ LE21 เป็นต้น



รูปที่ 2.61 ข่ายสายท้องถิ่นในเมืองใหญ่

2.9.4 ชุมสายโทรศัพท์

ชุมสาย ประกอบไปด้วยเครื่องโทรศัพท์อย่างน้อย 2 เครื่อง วางอยู่ห่างกันมีสายโทรศัพท์เชื่อมโยงกันทั้ง 2 เครื่อง สามารถทำการพูดกันได้โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนสัญญาณเสียง ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งเข้าไปในสายโทรศัพท์ เมื่อถึงปลายทางจะเปลี่ยนจากสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณเสียงดังเดิมทำให้สามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งเรียกว่า ระบบโทรศัพท์ ในระยะแรกเป็นการติดต่อกันเพียง 2 จุด หรือ 2 คน ต่อมามีความต้องการใช้มากขึ้น จึงต้องมีการพัฒนาระบบโทรศัพท์ขึ้นมาให้เพียงพอกับความต้องการเลือกใช้โทรศัพท์กับคนใดคนหนึ่งก็ได้

<u>ระบบชุมสายแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.Manual : ระบบใช้พนักงานต่อสาย

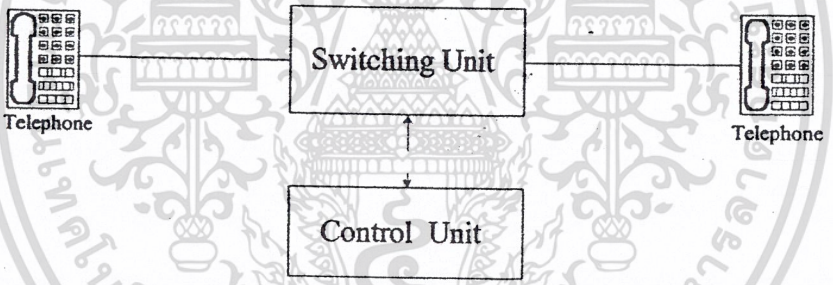
เป็นระบบแรกที่ถูกผลิตขึ้นมาโดยผู้ใช้โทรศัพท์ไม่สามารถที่จะทำการติดต่อได้เองต้องให้พนักงานต่อสาย (Operator) เป็นผู้ต่อให้

2.Step-by-step : (SXS)

ระบบ SXS นี้เป็นชุมสายอัตโนมัติระบบแรกที่พัฒนาขึ้นมาใช้ เมื่อผู้เช่าหมุนเลขหมายเครื่องชุมสายจะรับเลขหมาย แต่ละตัวมาดำเนินการต่อเข้ากับผู้ที่ถูกเรียก ระบบนี้การติดต่อจะใช้ระบบกลไกเป็นตัวทำงาน และใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมอีกทีเรียกว่า ระบบ "Electro Mechanical"

3.Cross Bar

ในระบบของ SXS เมื่อใช้ไปนานๆ ระบบกลไกจะมีการสึกหรอง่ายจึงได้พัฒนาระบบมาเป็นระบบ Cross Bar และมีข้อดีหลายประการเมื่อเทียบกับระบบเดิม เช่น มีส่วนกลไกน้อยลงทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ราคาทุนต่ำลง แต่ยังทำงานในระบบกลไกอยู่ แต่มีโครงสร้างในการทำงานที่แตกต่างออกไปจากเดิม กล่าวคือ มีส่วนควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ กันเช่น ส่วนต่อวงจรพูด (Switching Unit) ส่วนควบคุมเป็นศูนย์กลางในการทำงานรับเลขหมายนำมาวิเคราะห์แล้วส่งสัญญาณไปควบคุมส่วนต่อวงจรพูดการดำเนินการต่อผู้เช่าทั้งสองฝ่ายเข้าด้วยกัน ส่วนใหญ่ของระบบชุมสายนี้ประกอบด้วย รีเลย์ (Relay) และ Cross switch



รูปที่2.62 ระบบ Cross Bar

4.Stored Program Control (SPC)

ในปัจจุบันความก้าวหน้าในการพัฒนาสารกึ่งตัวนำได้ก้าวหน้าไปมากสามารถที่จะลดขนาดอุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์ให้เล็กลง ขนาดกะทัดรัด และมีประสิทธิภาพเหมือนเดิม ซึ่งเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่าวงจรรวม (Integrate Circuit) หรือ IC อุปกรณ์เหล่านี้นำมาออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของระบบชุมสายโทรศัพท์ รวมทั้งนำเทคโนโลยี Digital เข้ามาใช้ทำให้ระบบชุมสายโทรศัพท์มีความทันสมัยขึ้นและมีประสิทธิภาพการทำงานสูงนอกเหนือจากการพูดโทรศัพท์ธรรมดาแล้วยังสามารถส่งสัญญาณภาพให้เห็นกันได้อีกด้วย

การนำเอา Computer มาเป็นตัวควบคุมการทำงานทำให้สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็วแน่นอน ขั้นตอนการทำงาน Program จะถูกนำมาเก็บบันทึกในหน่วยความจำ (Memory) ดังนั้นชุมสายแบบนี้จึงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

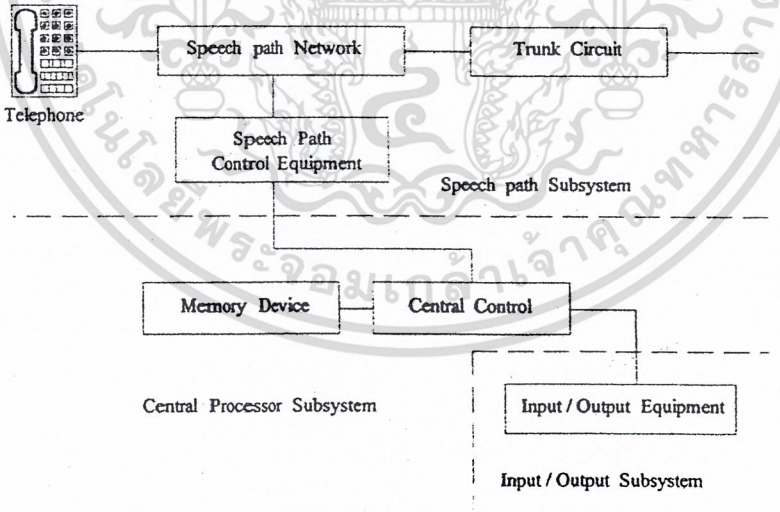
เรียกว่า Store Program Control (SPC) ข้อดีของระบบนี้มีมากมายเมื่อเทียบกับระบบเก่าๆเช่น Cross Bar คือ

- ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานของชุมสาย
- ชุมสาย SPC สามารถทำงานเป็นได้ทั้งชุมสายท้องถิ่น (Local Exchange) และชุมสายต่อผ่าน (Transit Exchange หรือ Toll office)
- มีการบริการพิเศษ (Facilities) ต่างๆให้แก่ผู้เช่ามากมาย
- มีระบบการควบคุมและดูแล วิเคราะห์สาเหตุเสียได้
- ประหยัดเงินในการสร้าง วงจรควบคุมมีขนาดเล็กลง
- ระบบควบคุม (Control System) ทำงานได้รวดเร็ว
- ทำให้เครื่องชุมสายมีขนาดเล็กลง
- ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา Numbering Plan และระบบการคิดเงิน(Charging System)
- ในทำนองกลับกันข้อเสียของชุมสาย SPC ก็มีเหมือนกัน คือ จะต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเพราะฉะนั้นระบบ Air condition จะต้องพอดี

<u>โครงข่ายของเครื่องชุมสาย SPC</u>

โครงสร้างทั่วๆไปประกอบด้วย 3 ส่วนดังรูป

Speech Path Subsystem: ทำหน้าที่ต่อวงจรการพูดระหว่างผู้เช่ากับผู้เช่า หรือต่อวงจรของผู้เช่าไปยังชุมสายอื่นๆ โดยผ่าน Trunk Circuit หรือ Junction Circuit อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้เป็น Electromagnetic Device



รูปที่ 2.63 โครงสร้างของเครื่องชุมสาย SPC

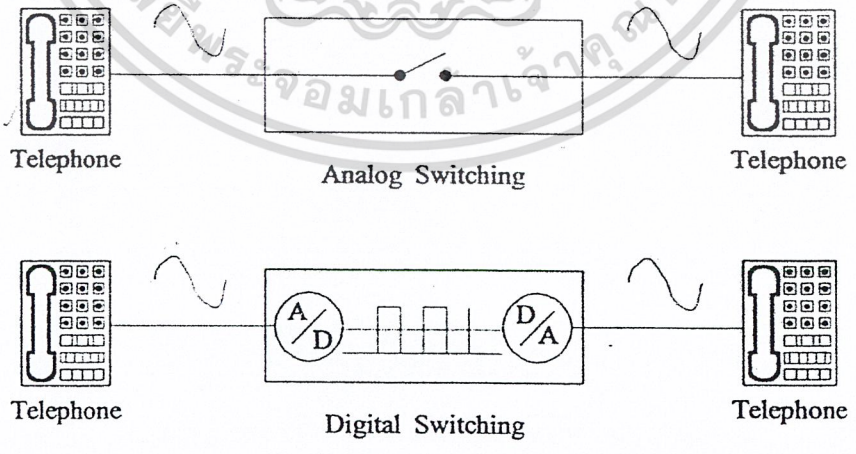
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Central Processor Subsystem :ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสาย โดยที่ Central Control จะอ่านโปรแกรมและข้อมูลจาก Memory Device มาใช้ควบคุม Speech Path Subsystem และ input/output subsystem อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้เป็น SPC Electronic Device

-Input/Output Subsystem :เป็นส่วนที่มีไว้ให้ช่างติดต่อสื่อสารกับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ เช่น เปลี่ยนแปลงโปรแกรม หาข้อที่ขัดข้องที่เกิดขึ้นในชุมสาย บันทึกข้อมูลจากเครื่องชุมสายโทรศัพท์ ฯลฯ อุปกรณ์ที่ใช้ใน Subsystem นี้มีทั้ง Mechanical Device เช่น Teletypewriter, paper tape puncher/Reacler ฯลฯ และ Electromagnetic Recirdubg Equipmentเช่น Magnetic Tape Unit ,Cartridge Magnetic Tape Unit เป็นต้น

ชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC เป็น Analog ดังแสดงในรูป ส่วนที่เป็น Speech Path Subsystem หรือ Switching Network ยังใช้อุปกรณ์จำพวก Electromagnetic Device จึงจัดเป็นชุมสายโทรศัพท์ระบบที่เรียกว่า Space Division Type Semi-Electronic Switching System คือยังไม่เป็นระบบ Fully Digital Electronic จึงเรียกชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้ว่าเป็น SPC Analog Switching System ชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้มีข้อดีคือ ใช้ในการเชื่อมโยง (Interface) กับชุมสายโทรศัพท์ระบบเดิมที่มีอยู่ได้ง่าย

เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Analog ได้พัฒนามาเป็นระบบ Fully Digital Electronic Switching System โดยนำเอา Digital Electronic Computer มาใช้ใน Speech path subsystem หรือภาค Switching network เครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบนี้จึงมีชื่อเรียกว่า Time Division Type Electronic Switching System หรือเรียกว่าระบบ SPC Analog Switching System เพื่อเป็นการแนะนำให้รู้จักกับชุมสายโทรศัพท์ระบบ SPC แบบ Digital จึงขอพิจารณาความแตกต่างระหว่าง Analog Switching กับ Digital ดังแสดงดังรูป

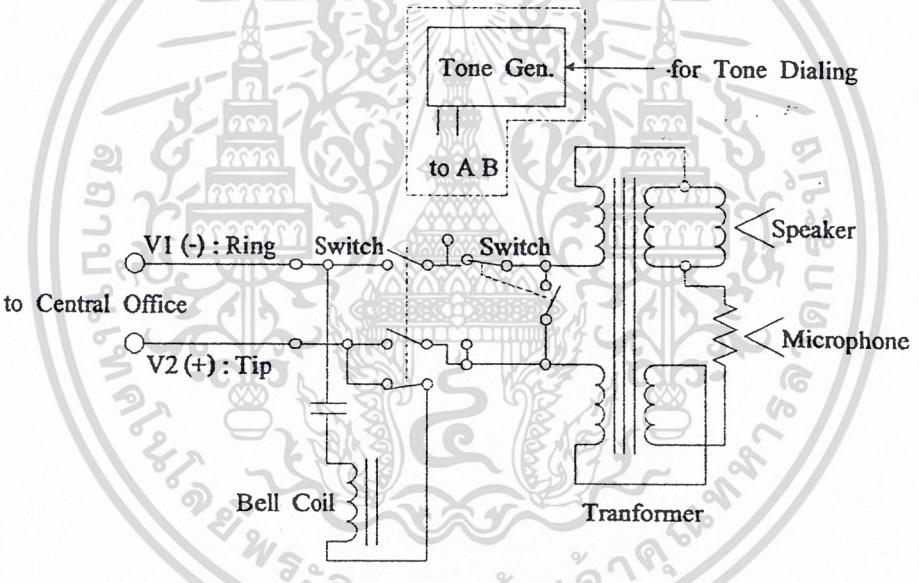


รูปที่ 2.64 ชุมสายแบบ Analog และ ชุมสายแบบ Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของระบบโทรศัพท์และชุมสาย

หลักการทำงานง่ายๆ ของโทรศัพท์ดังรูปที่ 2.65 เวลาที่โทรศัพท์ไม่ถูกใช้เรียกว่า On-Hook ซึ่งเหมือนกับการเปิดวงจร เมื่อ Handset ถูกยกขึ้นจากคานสวิทซ์ จะทำให้วงจรปิดลงและมีกระแสไหลออกจาก Central Office ผ่านเครื่องโทรศัพท์กลับมายัง Central Office ทำให้ทาง Central Office รู้ว่ามีการยกหูโทรศัพท์ กระแสไหลมีขนาดประมาณ 16-20 mA ต่อจากนั้นสัญญาณ Dial Tone จะถูกส่งออกไปให้เครื่องโทรศัพท์ และทาง Central Office จะตรวจสอบดูว่าเครื่องโทรศัพท์จะทำการส่งเลขหมายใดมาให้ โดยการนับจำนวนครั้งของการเปิด/ปิดวงจร เพื่อที่จะตรวจสอบว่าเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าวต้องการติดต่อกับหมายเลขใด ในกรณีที่ผู้ใช้ทำการกดหมายเลขที่จะติดต่อ Central Office จะนับจำนวนของการเปิด/ปิด ระยะห่างในการกดตัวเลขแต่ละตัวไม่เกิน 1.5 วินาที ถ้าหากระยะห่างในการกดตัวเลขมีช่วงเวลามากกว่า 1.5 วินาที Central Office จะถือว่าเป็นการวางหู On-Hook ถ้าเป็นโทรศัพท์รุ่นใหม่ๆ จะใช้วิธีการส่งสัญญาณแบบ Tone แทนการเปิด/ปิดวงจรไปกับ Central Office ซึ่งต้องใช้วงจรเฉพาะในการตรวจจับค่าความถี่ ที่ส่งออกมาจากเครื่องโทรศัพท์



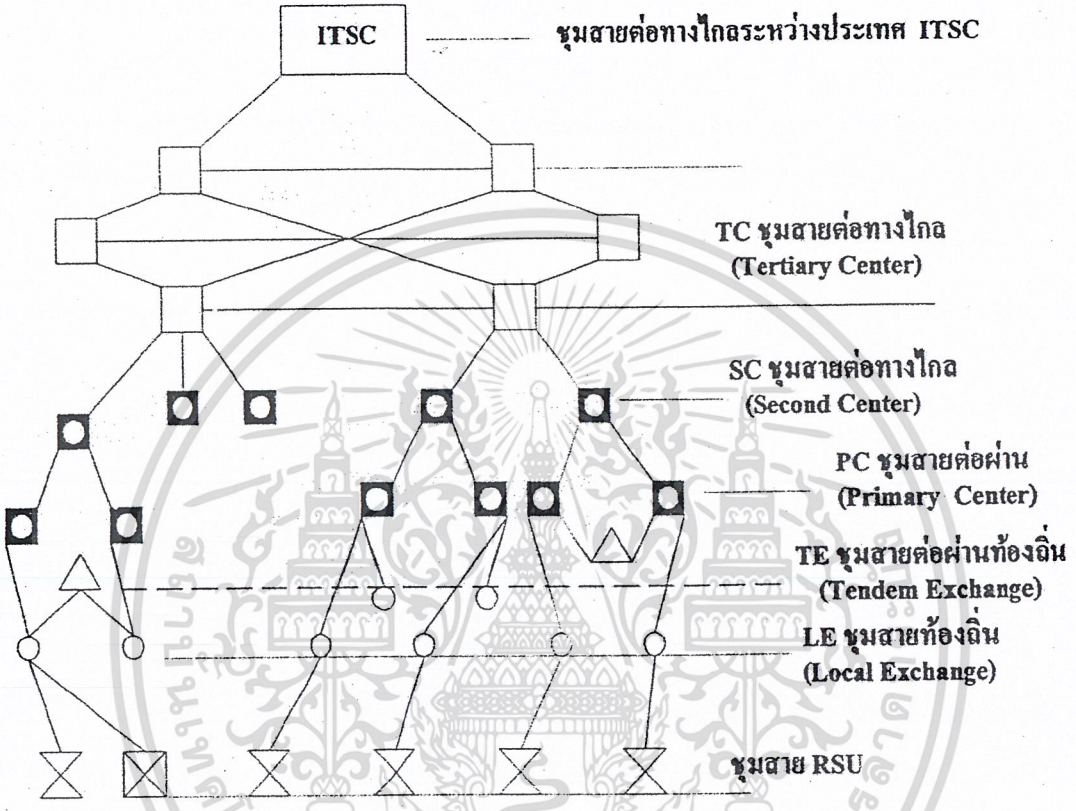
รูปที่ 2.65 วงจรสัญญาณกระดิ่ง

ภายในเครื่องโทรศัพท์ จะมีหม้อแปลงเป็นตัวป้องกันไม่ให้เสียงพูดของผู้พูดย้อนกลับ มายังลำโพงด้วยปริมาณที่ดังเกินไป ทั้งนี้จะเป็นการทำให้ผู้พูดสามารถได้ยินเสียงตนเองในระหว่างการสนทนา เราเรียกเสียงนี้ว่า Side Tone วงจร Ringing เป็นวงจรสำหรับกำเนิดสัญญาณสั่นกระดิ่งในกรณีที่มีการเรียกเข้ามายังเครื่องโทรศัพท์โดยแรงดัน Ringing จะถูกผ่านไปขดลวดของ Bell Ringing เก็บประจุ (Capacitors) ที่ทำหน้าที่ป้องกันกระแสที่ผ่าน Ringing โดยผ่านไปเฉพาะกระแส Ringing เท่านั้น ค่าแรงดัน Ringing มีค่าประมาณ 25 Hz, 90 Volt มีการทำงาน 1 วินาที หยุด 4 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างตามลำดับชั้น (Hierarchy of Network)

การจัดโครงข่ายตามลำดับชั้น ซึ่งโครงข่ายระหว่างประเทศจะเป็นชั้นที่อยู่สูงที่สุด และรองลงมาคือโครงข่ายทางไกล และโครงข่ายท้องถิ่น

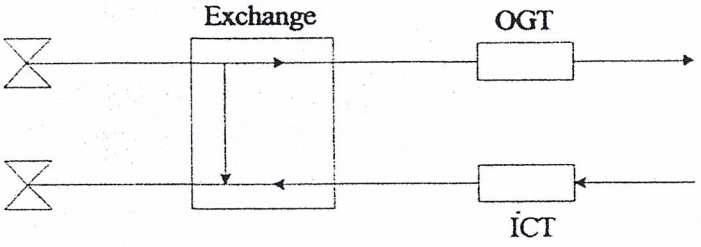


รูปที่ 2.66 โครงข่ายตามลำดับชั้น (Hierarchy of network)

1.ชุมสายท้องถิ่น เป็นชุมสายที่อยู่ระดับต่ำสุด ซึ่งเครื่องโทรศัพท์ของผู้เช่าจะต่อตรงกับชุมสายที่นี้เป็นหลายๆ เครื่องและหน้าที่ของชุมสายนี้คือ

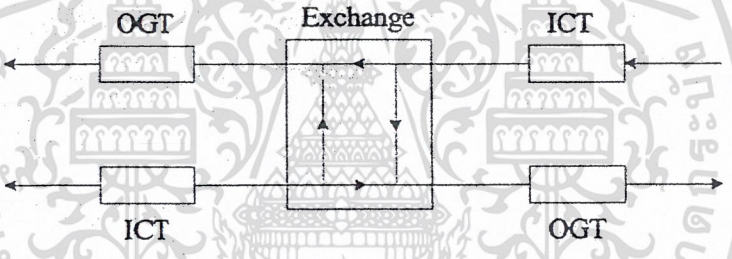
- การเรียกภายในชุมสายเดียวกัน (Internal Traffic)
- การเรียกออกไปยังชุมสายอื่น (Outgoing Traffic)
- การเรียกเข้ามาจากชุมสายอื่น (Incoming Traffic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.67 ชุมสายท้องถิ่น

2.ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น หรือชุมสาย Tandem จะไม่มีเครื่องโทรศัพท์ มีแต่วงจรต่อเข้า และวงจรต่อออก ทำหน้าที่ต่อผ่านการเรียกระหว่างชุมสายท้องถิ่นต่างๆ ในโครงข่ายท้องถิ่นดังนั้นจึงมีการเรียกผ่าน (Transit Traffic) เพียงอย่างเดียว



รูปที่2.68 ชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น

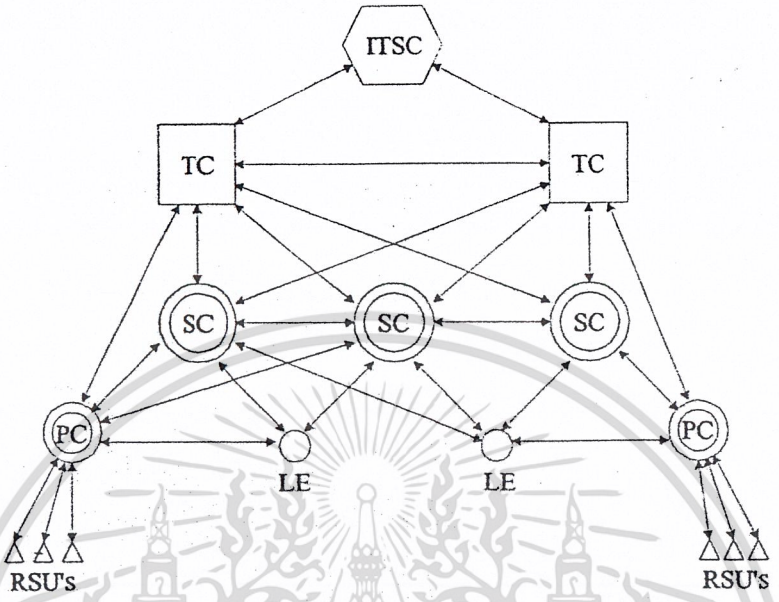
3.ชุมสายต่อผ่านทางไกล (PC) ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างโครงข่ายท้องถิ่นกับโครงข่ายทางไกล ในกรณีเรียกทางไกลระหว่างจังหวัดต่างๆ สำหรับในภูมิภาคชุมสายต่อผ่านทางไกล จะทำหน้าที่เป็นชุมสายต่อผ่านท้องถิ่น ในกรณีการเรียกภายในท้องถิ่น

4.ชุมสายทางไกล (SC) ทำหน้าที่ต่อทางไกลระหว่างจังหวัดที่อยู่เขตทางไกลเขตเดียวกันชุมสายนี้ จะไม่มีเครื่องโทรศัพท์มีแต่เฉพาะวงจรต่อเข้า และวงจรต่อออก นอกจากจะทำหน้าที่ต่อผ่านแล้วยังทำการคิดเงินการเรียกทางไกลอีกด้วย

5.ชุมสายต่อทางไกล (TC) ทำหน้าที่ต่อทางไกลระหว่างจังหวัดที่อยู่คนละเขตทางไกลกันชุมสายต่อทางไกล TC จะมีเฉพาะวงจรต่อเข้าและวงจรต่อออกเช่นเดียวกับชุมสายทางไกล (SC) และทำการต่อการเรียกผ่านเท่านั้น ในระบบใหญ่ๆ ทุกระบบจะต้องมีการเชื่อมต่อกันของระบบย่อยๆ เพื่อใช้งาน หรือบำรุงรักษาที่ระบบย่อยๆ เหล่านี้เชื่อมต่อกัน เราเรียกว่าเป็น “จุดเชื่อมต่อ ” (Interface) จุดเชื่อมต่อที่สมบูรณ์จะต้องกำหนดทั้งองค์ประกอบทางเครื่องกล (Mechanical) องค์ประกอบทางไฟฟ้า (Electrical)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหลักการทำงาน (Operational Rules) สำหรับอินพุตและเอาท์พุต นอกจากนี้จุดที่เชื่อมต่อต้องสามารถปรับปรุงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ชนิดใหม่ๆกับอุปกรณ์รุ่นเก่าๆ และอุปกรณ์ต่างชนิดกันให้สามารถใช้งานร่วมกัน



รูปที่ 2.69 ระเบียบการเชื่อมต่อกับ Central Office

Central Office

ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์แต่ละราย ซึ่งอาจจะอยู่ในชุมสายเดียวกันหรือชุมสายต่างกัน ในกรณีที่การเชื่อมต่อต่างชุมสาย แต่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน การติดระหว่าง Central Office ทั้งสองจะใช้ในการเชื่อมต่อที่เรียกว่า "Truck Connecting" แต่ถ้าเชื่อมต่อระหว่างชุมสายที่อยู่คนละพื้นที่ (Long Distance) จะใช้การเชื่อมต่อที่เรียกว่า "Toll Connecting Truck"

Carrier Equipment

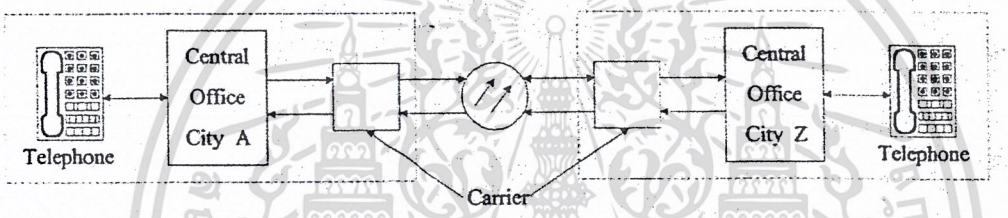
การเชื่อมต่อระหว่างชุมสายสองแห่งเข้าด้วยกัน สัญญาณจากชุมสายจะถูกรวมเข้าด้วยกันหรือ Multiplex และส่งจากชุมสายสู่อีกที่หนึ่ง Digital Mux Analog Mux Microwave Radio และ ไฟเบอร์ออฟติก ต่างเป็น Carrier System

Carrier จะประกอบด้วย Pulse Code Modulation (PCM), Time Division Multiplex (TDM), และ Frequency Division Multiplex (FDM) และ PCM เป็นสัญญาณ Digital ส่วน FDM เป็นสัญญาณ Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Routing

CPU ของชุมสายจะอ่านเลขหมายที่เราหมุน และแปลงเป็นข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดทิศทางของ traffic (Route) การแปลงข้อมูลนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เซ็ทไว้ตั้งแต่ติดตั้งระบบ หากเลขหมายที่ได้รับไม่อยู่ใน Translation Table ของชุมสายการเรียกนั้นก็จะถูกเก็บไว้ใน Record หากเลขหมายนั้นเป็นเลขหมายของผู้ใช้ (Subscriber) ที่อยู่ต่างชุมสาย ชุมสายก็จะผ่านเข้าสู่ Trunk โดยผ่านอุปกรณ์ Carrier เพื่อส่งต่อไปชุมสายอื่น การเรียกไปที่ผู้ใช้ต่างชุมสาย (Inter Exchange Call) อาจจะต้องผ่านชุมสายหลายแห่งและอุปกรณ์ Carrier หลายชุดก่อนที่จะไปสู่เครื่องประจำเลขหมายทางนั้น เพื่อให้การเชื่อมต่อวงจรและโครงข่ายดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โครงข่ายวงจรโทรศัพท์ต้องได้รับการออกแบบให้การเรียกผ่านผู้ใช้ ที่อยู่ต่างชุมสายต้องผ่านชุมสายระหว่างทางน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในการออกแบบโครงข่ายชุมสาย Primary Secondary และ Tertiary จะต้องกำหนดที่ตั้งของชุมสายให้เหมาะสมเพื่อก่อให้เกิดรูปแบบของโครงข่ายที่ดีที่สุด



รูปที่2.70 การเชื่อมต่อระหว่าง Central Office

ถ้าต้องวางเคเบิลเชื่อมต่อโทรศัพท์ทุกเครื่องเข้าด้วยกัน เพื่อที่ว่าโทรศัพท์ทุกเครื่องจะได้ติดต่อกันได้ คงต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก แทนที่จะทำเช่นนั้น คู่สายของโทรศัพท์ทุกเครื่องจะถูกวางไปที่ศูนย์รวมที่หนึ่ง และทุกครั้งที่เกิดมีการเรียกใช้โทรศัพท์ขึ้นจะเกิดมีการเชื่อมต่อชั่วคราว ระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก การเชื่อมต่อโดยชั่วคราวนี้กระทำโดยชุมสายโทรศัพท์ (Central Office Switch Exchange)

ชุมสายโทรศัพท์มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษหลายชื่อ

1.Central Office

2.Telephone Exchange

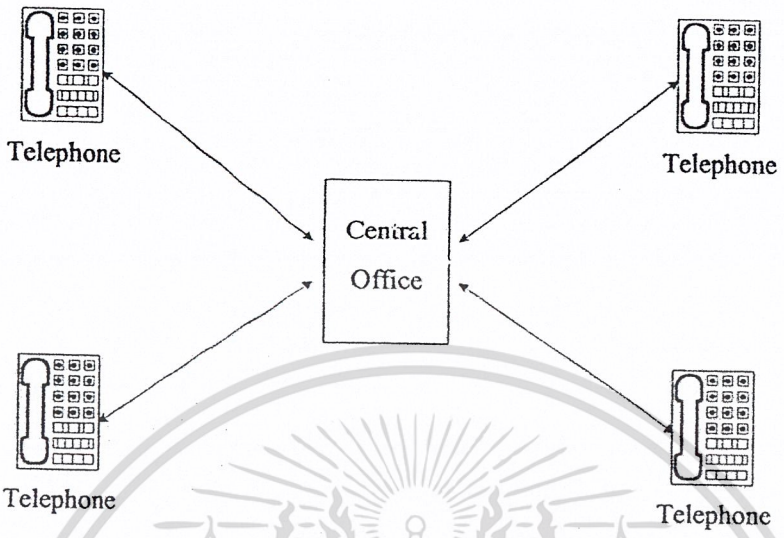
3.Wire Center

4.Switch

หน้าที่ของชุมสายคือ การเชื่อมต่อวงจรของผู้เช่าหนึ่งที่ถูกเรียก ซึ่งกระทำโดยตอบรับการเรียกของผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้ต้องการโทรศัพท์ (ยกหูโทรศัพท์ Off-Hook) แล้วหมุนหมายเลขปลายทาง ชุมสายจะทำหน้าที่ถอดรหัสเลขหมาย จัดหาเส้นทางไปสู่เครื่องโทรศัพท์ที่เลขหมายตรงกัน ที่ผู้เรียกหมุนไป และส่งสัญญาณกริ่งให้ผู้รับ (ปลายทาง) ทราบ กระบวนการจะเป็นเช่นนี้ ถ้าผู้เรียกและผู้ถูกเรียกอาศัยอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณเดียวกันและเลขหมายของทั้งสองขึ้นกับชุมสายเดียวกันแต่ในกรณีของโทรศัพท์ทางไกล หรือการโทรระหว่างผู้เรียกหลายแห่งก่อนที่จะถึงเครื่องปลายทาง



รูปที่ 2.71 ชุมสายโทรศัพท์

<u>หน้าที่ของชุมสาย (Telephone Office Function)</u>

Central officeที่ทำหน้าที่ต่อเข้ากับแต่ละเครื่องโทรศัพท์ จะมีวงจรเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้เรียกว่า "Subscriber Loop Interface Circuit" (SLIC) ในแต่ละ SLIC ประกอบด้วยการทำงานพื้นฐาน 6 อย่าง คือ Battery, Over voltage-Protection, Ring Tip, Supervision, Hybrid circuit Test เรียกสั้นๆ ว่า" BORSHT" โดยจะแยกอธิบายได้ดังนี้คือ

1 Battery

เป็นตัวจ่ายแรงดันให้แก่เครื่องโทรศัพท์ในสภาวะ Off-Hook (ยกหู) โดยปกติมีแรงดันประมาณ –48 Vdc

2 Over voltage Protection

สายโทรศัพท์ที่ออกจาก Central Office ส่วนมากจะอยู่บริเวณนอกสถานที่ บางครั้งอาจจะได้รับอันตรายจากฟ้าฝ่า ซึ่งทำให้เกิดปริมาณกระแสไฟฟ้าจำนวนมากอาจทำให้วงจรในส่วนของ Central Office เสียหายได้ดังนั้น SLIC จึงต้องมีวงจรป้องกันแรงดันดังกล่าว

3 Ring Tip

Central Office จะส่ง Ringing Vol tage ไปสู่เครื่องโทรศัพท์เมื่อมีการเรียกใช้โทรศัพท์ขึ้น SLIC จะทำงานและตัดค่าแรงดันที่ทำให้เกิดสัญญาณ Ringing ออกและสามารถเริ่มทำการสนทนาได้

4 Supervision

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่เหมือนส่วนตรวจสอบสายโทรศัพท์ของ SLIC ว่าเมื่อใดมีการยกหู วางหู ส่งสัญญาณต่างๆ

5.Hybrid

ในการสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้โทรศัพท์กับ Central Office ต้องใช้สาย 1 คู่ แต่เมื่อมีผู้ใช้โทรศัพท์หลายคนต้องการติดต่อผ่าน Central office ต้องใช้สาย 4 เส้น จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลง 2 w เป็น 4 w (และในทางกลับกันก็แปลง 4 w แปลง 2 w ด้วย) อุปกรณ์นั้น คือ Hybrid เราอาจเรียกอีกอย่างว่าเป็น "วงจรที่ทำหน้าที่แปลงกลับไปกลับมาระหว่าง 2 w เป็น 4 w"

6.Test

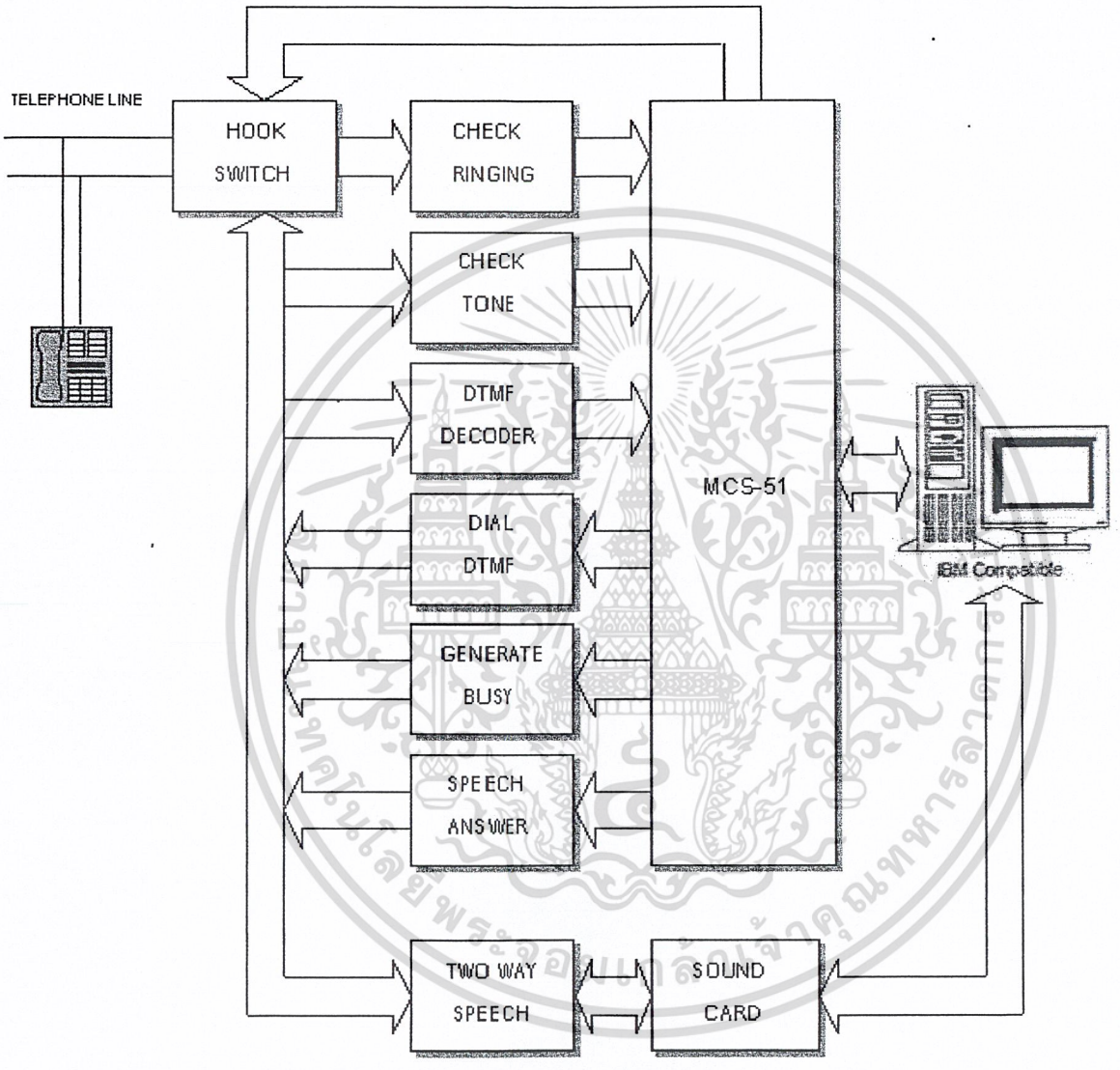
เมื่อ Central Office ต้องการทดสอบสัญญาณหรือทดสอบคุณภาพของสาย SLIC จะยอมให้สัญญาณทดสอบ (Test Signals) จาก Central Office ผ่านเข้าไปในเครื่องโทรศัพท์และส่งผลการทดสอบกลับไปยัง Central office

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

ในโครงงานระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ตนี้จะแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักๆคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์(Hardware) และส่วนของซอฟต์แวร์(Software)ในไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งทั้งสองส่วนจะเชื่อมต่อกันผ่านทางพอร์ทอนุกรม(RS-232) ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์

3.1 การออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะใช้เชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์ (Telephone Line) กับคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านสัญญาณเสียงระหว่างสายโทรศัพท์กับการ์ดเสียง (Sound card) ของคอมพิวเตอร์ และทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรต่างๆดังนี้

1.วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.วงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)

3.วงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (Dial DTMF)

4.วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

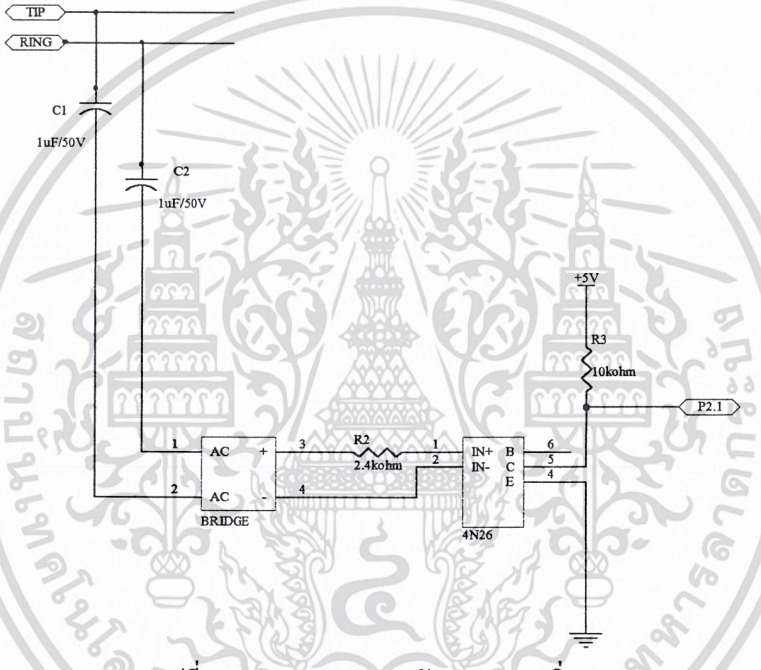
5.วงจรควบคุมเสียงพูดแบบสองทิศทาง (Two way speech circuit)

6.วงจรสัญญาณเสียงตอบรับ (Speech answer)

7.วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ (Hook switch)

8.วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Generate Busy Tone)

3.1.1 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)



รูปที่ 3.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

จากรูปที่3.2 เป็นวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง ประกอบไปด้วย อุปกรณ์หลัก คือ บริดจ์ไดโอด และ ไอซีออปโต้คัพเปลอร์เบอร์ 4N26

จากวงจรจะเห็นว่าเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา ผ่าน C1 , C2 และผ่านบริดจ์ไดโอด เพื่อทำหน้าที่เรียงกระแสได้เป็นกระแสไฟตรงมาขับตัวไอซีออปโต้คัพเปลอร์ มีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ในไอซีออปโต้คัพเปลอร์ทำงาน ทำให้เกิดสัญญาณพัลส์ออกไปที่จุด P2.1 เราจะนำสัญญาณ พัลส์นี้ส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบ เพื่อใช้งานในการแจ้งว่ามีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาหรือไม่

3.1.2 วงถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)

เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้จากกดหมายเลขแต่ละตัวบนหน้าปัดโทรศัพท์ จะออกมาเป็นความถี่คลื่นรูปซายน์ที่มี 2 ความถี่ตามลักษณะของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ในการนำไปใช้งานกับตัวของไมโครคอล

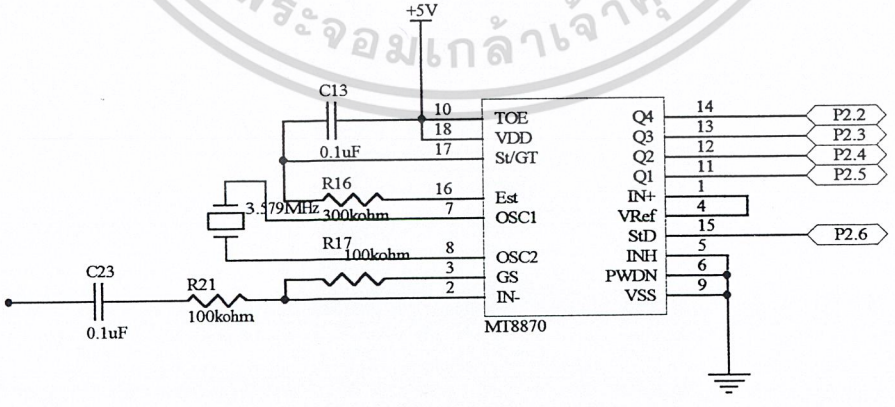
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรลเลอร์นั้นเราต้องเปลี่ยนความถี่คลื่นรูปซายน์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเสียก่อนโดยใช้วงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ เพื่อนำค่าที่ได้นี้ไปเก็บไว้ในตัวไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการเรียกออกไปยังปลายทางต่อไป

ในวงจรใช้งานจะใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณคู่ความถี่ของโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ให้เป็นตัวเลข BCD ซึ่งแสดงดังตาราง 3.1

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

ตาราง 3.1 แสดงการถอดรหัส



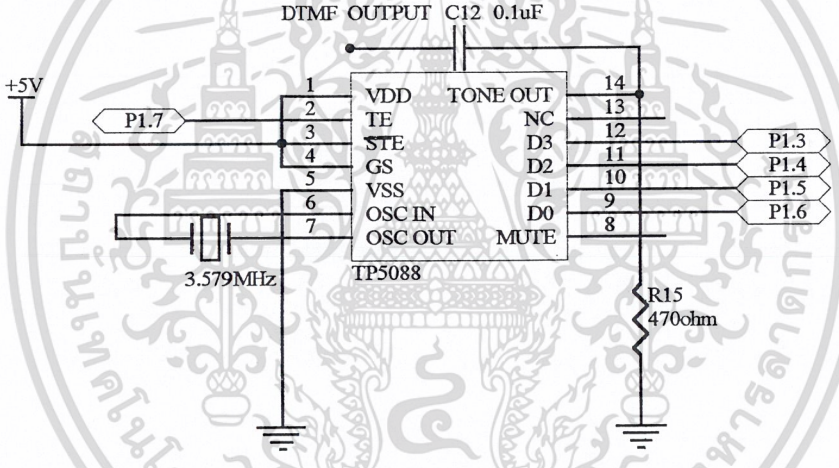
รูปที่ 3.3 วงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อไอซีเบอร์ MT8870 ใช้งานดังวงจรรูปที่ 3.3 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้ เมื่อภาคที่ทำหน้าที่ปรับอิมพิแดนซ์ให้เหลือ 600 โอห์ม ก็คือการยกหูโทรศัพท์นั่นเอง สัญญาณ DTMF ก็จะสามารถผ่านภาคนี้มาได้คือ จะผ่านเข้ามายังอินพุทผ่าน C23 เข้าขา 2 ของไอซี MT8870 ส่วนที่ขา 10 (TOE)เป็นขาควบคุมขาเอาท์พุท(Q1-Q4) โดยเมื่อขา 10 (TOE) มีระดับแรงดันลอจิก 0 ทำให้เอาท์พุทของไอซี MT8770 เป็น High impedance และเป็น Low impedance เมื่อมีระดับลอจิกเป็น 1 และเมื่อมีไอซี MT8770 ถอดรหัสได้แล้วก็จะแปลงสถานะทางลอจิกของขา 15 (ST/GT) จากลอจิก 0 ไปเป็น 1 เพื่อส่งไปบอกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทราบ แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการส่งลอจิก 0 มาเข้าที่ขา 10 (TOE) เพื่อทำให้เอาท์พุทของไอซี (Q1-Q4) เป็น Low impedance และส่งผ่านข้อมูลออกไป

3.1.3 วงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (Dial DTMF)

เนื่องจากการที่จะให้ไมโครคอลโทรลเลอร์นั้นสามารถโทรออกไปได้นั้นเราจะต้องทำการแปลงสัญญาณที่เป็นลอจิก 0,1 นี้ให้เป็นสัญญาณความถี่โทรศัพท์เสียก่อน โดยใช้วงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่

ไอซีที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ใช้ไอซีเบอร์ TP5088 โดยในช่วงที่ขาโทนเอนาเบิล (Tone Enable:TE) อยู่ในสภาวะแรงดันไฟต่ำ (0) จะทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์ไม่ทำงานและจะไม่รับข้อมูลที่อินพุทที่เข้ามา ขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะจากแรงดันไฟต่ำ (0) ไปแรงดันไฟสูง (1) ที่ขาโทนเอนาเบิล (TE) ข้อมูลจะถูกป้อนเข้าไปในไอซีและสัญญาณคู่ความถี่ จะถูกสร้างจาก DTMF มาตรฐาน ซึ่งมีกลุ่มความถี่ต่ำและความถี่สูง ดังตาราง 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข	Low Frequency	Heigh Frequency	D3	D2	D1	D0
1	697	1209	0	0	0	1
2	697	1336	0	0	1	0
3	697	1477	0	0	1	1
4	770	1209	0	1	0	0
5	770	1336	0	1	0	1
6	770	1477	0	1	1	0
7	852	1209	0	1	1	1
8	852	1336	1	0	0	0
9	852	1477	1	0	0	1
0	941	1336	1	0	1	0

ตารางที่ 3.2 แสดงสัญญาณ DTMF ที่ได้จากไอซีเบอร์ TP5088 เมื่อป้อนที่ขา D0, D1, D2 และ D3 ได้ค่าต่างๆ

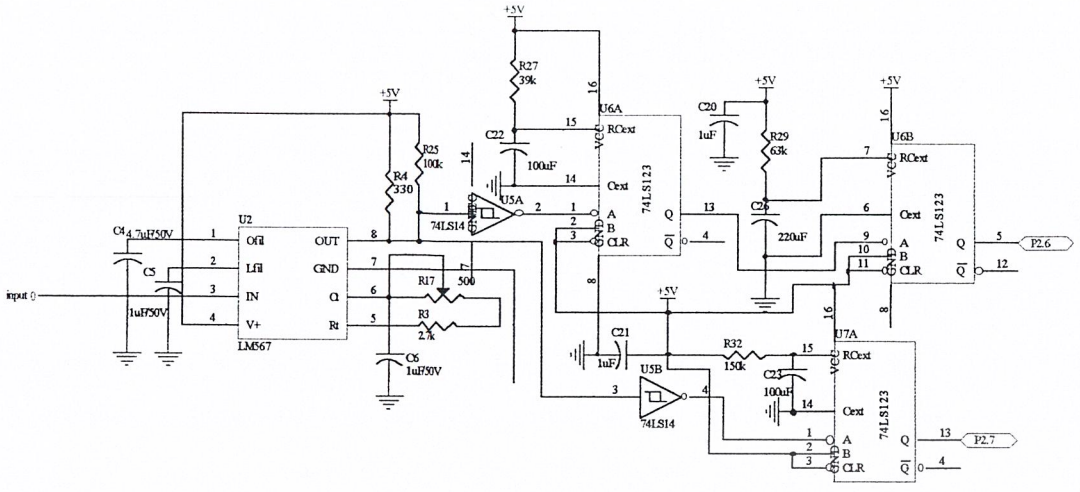
3.1.4 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง ทำหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณโทนภายในคู่สาย เพื่อบอกให้ทราบว่าเป็นสัญญาณให้หมุนเลขหมาย สัญญาณไม่ว่าง หรือ สัญญาณตอบกลับ

จากรูปที่ 3.5 ไอซี LM567 เป็นหัวใจหลักของวงจรนี้ ทำหน้าที่เป็นวงจรโทน-ดีโค้ดเดอร์ ซึ่งจะทำงานในลักษณะตรงข้ามกับสัญญาณความถี่เสียงที่เข้ามา คือ ถ้าไม่มีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามาทางอินพุทขา 3 และผลที่เอาท์พุทที่ขา 8 จะมีสภาวะเป็น 1 แต่ถ้ามีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามาทางด้านอินพุตก็จะทำให้ทางด้านเอาท์พุทมีค่าสภาวะ 0

เมื่อมีสัญญาณความถี่เสียงเข้ามา C6 จะทำหน้าที่คัปปลิ้งสัญญาณความถี่เสียงไปยัง ขา 3 ของไอซี LM567 และผ่านเข้าไปยังภาค เฟสล็อกลูปที่อยู่ภายในตัวไอซี โดยมี VR1 ,R5 และ C5 เป็นตัวกำหนดความถี่ของวงจร และ C4 ทำหน้าที่กรองความถี่ แบบความถี่ต่ำผ่าน และในขณะเดียวกันสัญญาณความถี่เสียงอีกส่วนหนึ่งจะแยกไปเข้ายังภาคแยกเฟส 90 องศา (Quadrature Phase Detector) ที่อยู่ภายในตัวไอซี ทำการเปรียบเทียบความถี่และเฟสของสัญญาณอินพุท จากนั้นส่งสัญญาณเอาท์พุทไปทำการแยกและส่งออกเป็นสภาวะ 0 ทางเอาท์พุทที่ขา 8 และใช้ไอซีโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบเตอร์ (Monostable Multivibrator) แบบทริกซ้ำเบอร์ 74LS123 จำนวน 2 ชุด โดยหลักการทำงานของไอซีแบบทริกซ้ำ เมื่อเกิดการทริกที่อินพุทแล้วจะทำให้เอาท์พุทมีสภาวะแรงดันเป็นบวก (5 Volt) ในช่วงเวลาและเมื่อเกิดการทริกซ้ำสัญญาณเอาท์พุทยังอยู่ในช่วงเวลาที่คงที่อยู่ ซึ่งทำให้ระดับเอาท์พุทมีค่าเป็นบวกจากจุดที่มีการทริกต่อไปยังอีกช่วงเวลาคงที่ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสของสัญญาณที่เข้ามาว่าเป็นสัญญาณเรียกกลับหรือสัญญาณไม่ว่างเพื่อบอกให้ส่วนประมวลผลทราบดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง

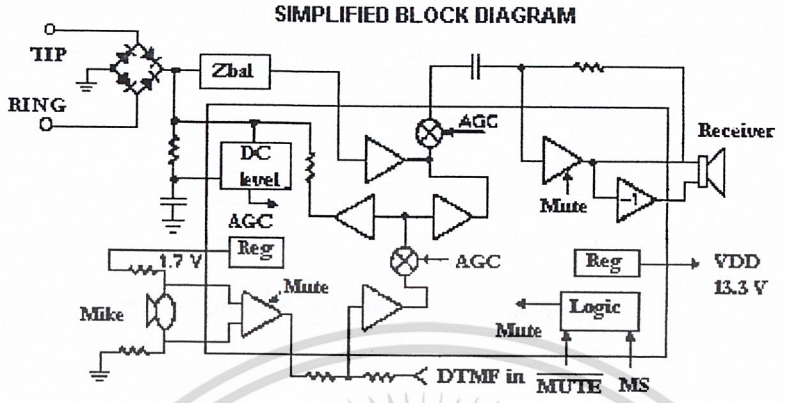
จากรูปที่ 3.5 เมื่อมีสัญญาณไม่ว่างความถี่ 400 เฮิรตซ์เข้ามาที่ขา 3 ของไอซี LM567 จะทำให้เอาท์พุทที่ขา 8 มีสภาวะเป็น 0 โวลท์ แต่ถ้าเป็นสัญญาณความถี่อื่นที่นอกเหนือจากความถี่ที่ได้ปรับจูนไว้หรือไม่มีสัญญาณใดๆ สภาวะลอจิกที่ขา 8 จะเป็นลอจิก 1 หรือ 5 โวลท์ เมื่อมีสัญญาณไม่ว่างเข้ามา สภาวะเอาท์พุทที่ขา 8 ของ LM567 จะเป็นสัญญาณ 0 โวลท์ 0.5 วินาทีและ +5 โวลท์ประมาณ 0.5 วินาที หลังจากนั้นจะนำเอาเอาท์พุทของ LM567 ไปต่อกับไอซี 74LS123 ที่ต่อขนานกันอยู่ 2 ชุด โดยชุดแรกจะประกอบไปด้วยไอซีโมโนสเตเบิ้ล 2 ตัวต่ออนุกรมกันอยู่โดยที่ไอซีตัวแรกจะถูกกำหนดค่าช่วงเวลาคงที่ด้วย R และ C ให้มีค่ามากกว่า 1 วินาทีเล็กน้อย เพื่อทำให้เอาท์พุทเป็นบวกตลอด เมื่อสัญญาณอินพุทเป็นสัญญาณไม่ว่างเข้ามาเป็นผลให้ไอซีตัวที่ 2 ไม่เกิดการทริกทำให้เอาท์พุทเป็น 0 ตลอด แต่ถ้าสัญญาณเรียกกลับที่มีคาบเวลา 2 วินาทีเข้ามาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถาวะเอาท์พุท 74LS123 ตัวแรกเป็นผลให้มีสัญญาณไปทริกที่ขา 1 ของไอซีตัวที่ 2 ที่มีค่าช่วงเวลาคงที่มากกว่า 2 วินาทีเป็นผลให้เอาท์พุทเป็น 1 ตลอด ส่วนชุดที่ 2 ประกอบด้วยไอซีโมโนสเตเบิ้ลตัวเดียวที่มีค่าช่วงเวลาคงที่มากกว่า 2 วินาที ไม่ว่าจะมีสัญญาณอะไรเข้ามาก็จะให้เอาท์พุทเป็นบวกตลอด ซึ่งสัญญาณที่ออกจากเอาท์พุทของไอซีโมโนสเตเบิ้ลแบบทริกซ้ำ จะส่งไปยังไมโครคอนโทลเลอร์ ซึ่งเรากำหนดโหมดการทำงานให้อยู่ในโหมดศูนย์ทำให้เราสามารถกำหนดเงื่อนไขการตรวจสอบสัญญาณที่จะนำไปใช้การถอดรหัสให้กับส่วนควบคุมและประมวลผลกลางได้ทราบว่าเมื่อใดสัญญาณเรียกกลับเข้ามา หรือสัญญาณไม่ว่างเข้ามา

3.1.5 วงจรควบคุมเสียงพูดแบบ 2 ทิศทาง (Two Way Speech Circuit)

วงจรควบคุมเสียงพูดแบบ 2 ทิศทาง (Two Way Speech Circuit) เป็นอีกส่วนหนึ่งภายในเครื่องโทรศัพท์ที่จัดว่ามีความสำคัญต่อการทำงานของตัวเครื่องโทรศัพท์ เพราะเป็นส่วนที่จะต้องทำงานเกี่ยวกับสัญญาณพูดที่เราพูดผ่านไมโครโฟน หรือสัญญาณที่ได้ยินจากคู่สนทนา ข้อสำคัญของการออกแบบวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ คือ การแมตช์ชิ่งอิมพิแดนซ์ของสายส่งสัญญาณจากชุมสายกับอิมพิแดนซ์ของวงจร ซึ่งจะต้องมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดเพื่อประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณ



รูปที่ 3.6 แสดงบล็อกไดอะแกรมภายใน MC34114

ไอซี MC34114 ประกอบด้วยวงจรควบคุมเสียงพูดที่มีวงจรไฮบริดจ์ (วงจรแยกระบบสายส่งจาก 2 Wire เป็น 4 Wire) วงจรเชื่อมต่อกระแสไฟตรงที่ต่ออยู่กับสายทิปกับริง สามารถปรับแต่งอัตราขยายสัญญาณของด้านส่ง ด้านรับและไซด์โทน (Side Tone : การที่เสียงของผู้พูดสามารถได้ยินในส่วนของผู้ฟัง เพื่อให้ทราบได้ว่าเราควรจะพูดดังค่อยขนาดไหนในการติดต่อ) มีส่วนวงจรชดเชยผลอันเนื่องมาจากความยาวของสายส่งสัญญาณ (Line Length Compensation) ที่อัตราการขยายเปลี่ยนแปลงตามกระแสภายในลูปรวมทั้งวงจรขยายไมโครโฟนแบบผลต่างเพื่อที่จะลดการรบกวนเนื่องจากความถี่วิทยุ

3.1.5.1 วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง

วงจรเชื่อมต่อกับไฟตรง (ขา 1, 2 ,3) จะกำหนดคุณสมบัติของไฟตรงจากกระแสในลูป จากรูป 3.6 ระดับแรงดันไฟตรงที่ V_{CC} ถูกจำกัดโดยการยกระดับแรงดันของขา 1 กับ ขา 2 บวกระดับแรงดันไฟตกคร่อม R_2 และ R_3 ไอซี MC 34114 ต้องการ I_{CC} เป็นกระแสไบแอสภายใน ซึ่งปกติมีค่าประมาณ 10 มิลลิแอมป์ เราสามารถที่จะลดกระแส I_{CC} หากจำเป็นโดยการเพิ่มค่า R_{12}

ในระหว่างการพูดและการส่งสัญญาณพัลส์ ตัวกำเนิดกระแส I_1 ไม่ทำงานการยกระดับแรงดันจะตกลงไป เนื่องมาจากขา B และขา E ของทรานซิสเตอร์ Q_1 (ประมาณ 1.4 โวลท์) คร่อมความต้านทาน 20 กิโลโอห์ม และแรงดันตกคร่อม R1 ซึ่งทำให้ V_{CC} จะเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ 0.15 ไปจนถึงประมาณ 1.0 โวลท์ เมื่อกระแสลูปที่มาจากทิปกับริงมีค่ามากเกินกว่า I_{CC} จะต้องการ กระแสที่เกินจะไหลผ่าน Q_1 และ R_2 เพื่อให้เป็นไปตามคุณสมบัติของความสัมพันธ์ระหว่างกระแส และแรงดัน

ในการส่งสัญญาณแบบโทน แหล่งจ่ายกระแส I_1 ทำงาน ทำให้มีกระแสไหลผ่าน R_1 เพิ่มขึ้น 1.7 มิลลิแอมป์ ยกระดับแรงดันขึ้นอีกประมาณ 1.0 โวลท์ (เมื่อ R_1 มีค่า 600 โอห์ม) คุณสมบัติพิเศษนี้เป็นการประกันได้ว่า เมื่อกระแสลูปมีค่าน้อย จะมีแรงดันที่ V_{CC} มากพอสำหรับสัญญาณ DTMF และแหล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายไฟ V_{DD} จะสามารถจ่ายแรงดันที่เพียงพอไปให้ส่วนเป็นกดสัญญาณภายนอก กระแส I_{CC} ในการทำงานแบบนี้จะเพิ่มขึ้นไปประมาณ 1.3 มิลลิแอมป์

ความต้านทาน R_1 ใช้ได้ตั้งแต่ 100 ไปจนถึง 1800 โอห์ม ถ้าใช้ค่าที่มากเกินไป กระแสที่ไหลไปยัง V_R จะมีค่าไม่เพียงพอ แต่ถ้าน้อยเกินไป การกรองที่ V_R จะไม่เป็นผล ถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่ม C_1 ก็ตาม (สัญญาณเสียงจะถูกกรองโดย V_R)

แรงดันตกคร่อม R_3 เป็นตัวควบคุมการทำงานของ AGC (เป็นส่วนที่ชดเชยอันเนื่องมาจากผลของความยาวสายส่ง) เมื่อความต้านทานที่ตกคร่อม R_{AGC} เพิ่มขึ้นจากประมาณ 0.4 โวลท์ ไปเป็น 1.2 โวลท์ ส่วนควบคุมการทำงานของ AGC จะเปลี่ยนแปลงอัตราการขยายกระแสของ AGC ตั้งแต่ 1.0 ไปจนถึง 0.5 (ซึ่งจะลดอัตราการขยายของส่วนรับและส่งไปประมาณ 6 dB)

ค่าของ R_2 และ R_3 สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการเพิ่มเติมวงจรที่กระแสลูป อาทิเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆ หรือเพื่อเปลี่ยนแปลงจุดเริ่มต้นการทำงานของวงจร AGC หากไม่มีการใช้งาน AGC ควรจะต่อขา 9 เข้ากับกราวนด์เพื่อให้ได้อัตราการขยายสูงสุด หรือเข้ากับ V_R เพื่ออัตราขยายต่ำสุด

3.1.5.2 ตัวจ่ายแรงดันคงที่

ไอซี MC34114 มีตัวจ่ายแรงดันคงที่ 2 ตัว เพื่อจ่ายแรงดันให้แก่วงจรภายในและวงจรภายนอก ตัวจ่ายแรงดันคงที่ V_R จ่ายแรงดัน 1.7 โวลท์ ที่แรงดันสูงสุด 500 ไมโครแอมป์ ซึ่งผลที่ได้นี้จะนำไปใช้ไบแอสขา 10 (TXI) และไบแอสไมโครโฟน โดยปกติ V_R มีค่าน้อยกว่า V_{CC} ประมาณ 0.3 โวลท์ เมื่อ V_{CC} มีค่าน้อยกว่า 2.0 โวลท์

ตัวจ่ายแรงดันควที่ V_{DD} จ่ายแรงดัน 3.3 โวลท์ที่กระแสสูงสุด 1. 0 มิลลิแอมป์ ในขณะใช้พูดแบบปกติ และกระแสสูงสุด 2.5 มิลลิแอมป์ ในการส่งสัญญาณแบบพัลส์หรือโทน ปกติเราใช้ V_{DD} ในการจ่ายจ่ายพลังงานให้แก่เป็นกดที่อยู่ภายนอก รวมทั้งวงจรอื่นที่ต่อยู่ด้วยกัน ปกติ V_{DD} จะมีค่าน้อยกว่า V_{CC} ประมาณ 0.5 โวลท์

V_{DD} เป็นตัวจ่ายกระแสคงที่แบบขนาน ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นค่าความต้านทานสูงโดยอัตโนมัติ เมื่อ Vcc มีค่าต่ำกว่า 1.4 โวลท์ คุณลักษณะนี้จะช่วยป้องกันการกินกระแสจากแบตเตอรี่ ช่วยคงหน่วยความจำของวงจรเป็นกด เมื่อ V_{CC} มีค่าเป็น 0 กระแสรั่วไหลจะมีค่า 0.02 ไมโครแอมป์ เมื่อป้อนค่าแรงดันไม่เกิน 6 โวลท์ เข้าที่ V_{DD} โดยที่ขา 17 เปิดวงจร หรือต่อกับ V_{DD} หากขา 17 ต่อลงกราวนด์ กระแสหลายร้อยไมโครแอมป์จะไหลเข้า V_{DD} และไหลลงกราวนด์ที่ขา 17

3.1.5.3 วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน

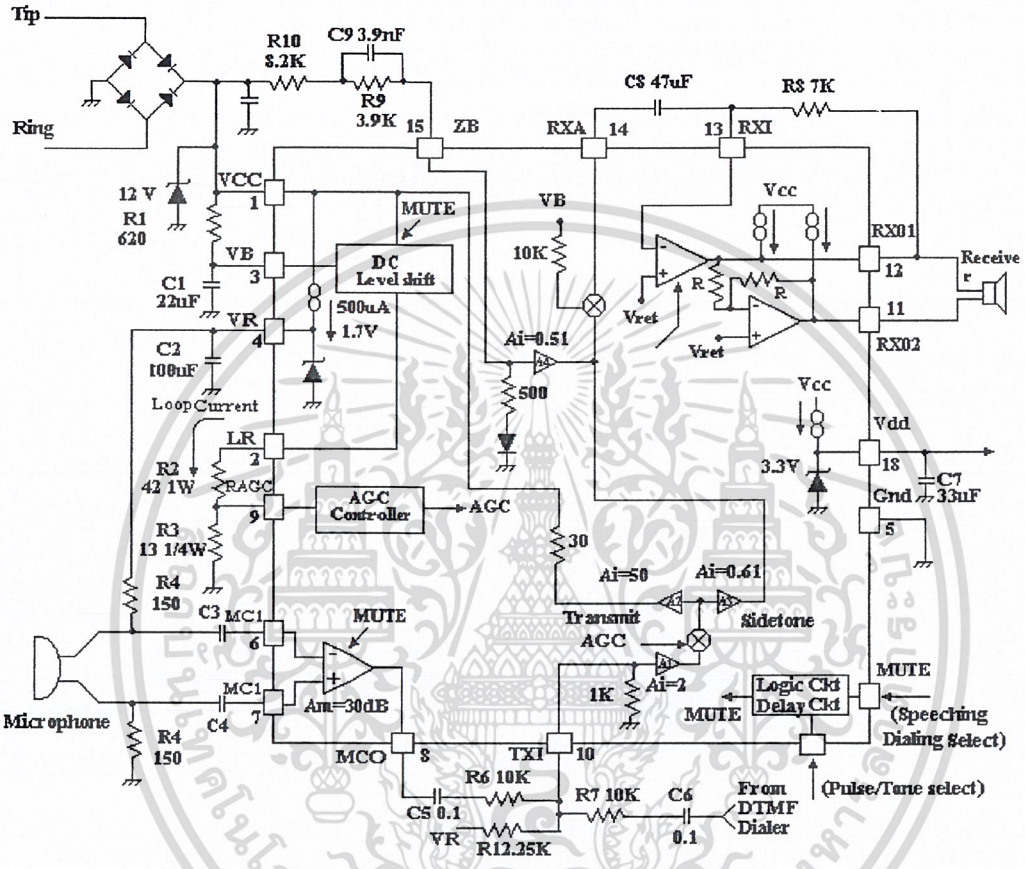
วงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (ขา 6, 7, 8) มีสัญญาณเข้าแบบผลต่าง(Diffrential) สัญญาณออกแบบซิงเกิลเอนด์ และอัตราการขยายภายในคงที่ +30 dB เอาท์พุทตรงเฟสกันกับ MC2 และกลับเฟสกันกับ MC1 มีความต้านทาน 20 กิโลโอห์ม และแมตช์ซึ่งเป็นอย่างดีเพื่อ CMRR (Common Mode Rejection) ที่สูงประมาณ 26 dB เพื่อที่จะมีการขจัดสัญญาณจากการเหนี่ยวนำจากสายนำสัญญาณที่ไม่ต้องการ (CMRR มีค่าสูง) ไมโครโฟนจึงมีการไบแอสจากความต้านทานที่มีค่าเท่ากัน

เอาท์พุท (MC0) มีแรงดันไบแอสตรงอยู่ประมาณ 1.1 โวลท์ (เมื่อ Vcc มีค่ามากกว่าประมาณ 3.0 โวลท์) มีอัตราการแกว่งประมาณ 2.0 โวลท์ (แกว่ง 500 มิลลิแอมป์ เมื่อ Vcc มีค่า 1.2 โวลท์) เอาท์

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในทางที่ผิดกฎหมาย ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พุทอิมพิแดนซ์มีค่าประมาณ 270 โอห์ม และมีกระแสสูงสุดประมาณ 160 ไมโครแอมป์ ที่ 5% ของ THD (Total Harmonic Distortion)

เมื่อ MC34114 อยู่ในระหว่างการส่งสัญญาณหมุน วงจรขยายไมโครโฟนจะถูกลดกำลังการส่งลงไปประมาณ 70 dB (300-4000 กิโลเฮิรตซ์) ซึ่งเพียงพอในการหยุดการทำงานของไมโครโฟนระดับแรงดันไฟตรงที่ MC0 มีค่าประมาณ 80 มิลลิโวลท์ เมื่อถูกลดกำลังส่งลง



รูปที่ 3.7 แสดงบล็อกไดอะแกรมและอุปกรณ์ภายนอกของ MC 34114

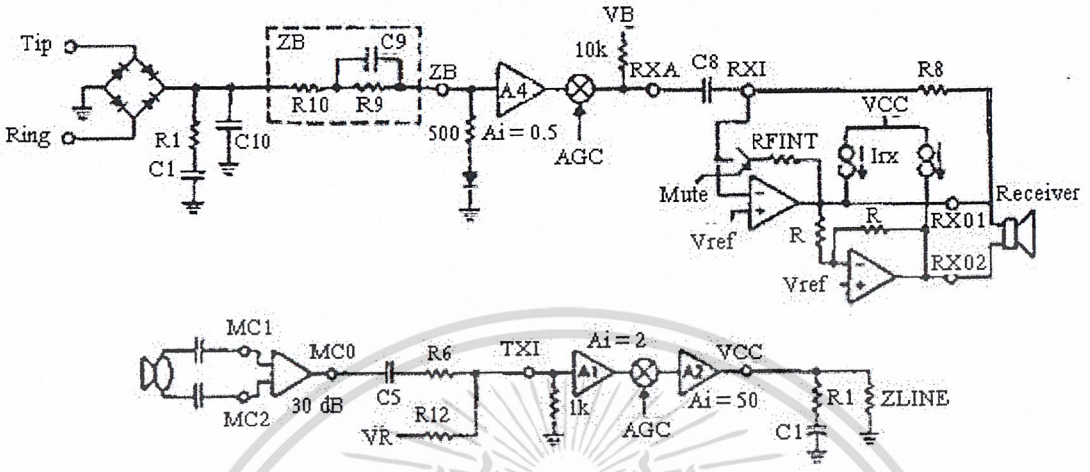
3.1.5.4 วงจรในการส่งสัญญาณ

วงจรที่ใช้ในการส่งสัญญาณออกไปมีอุปกรณ์ดังแสดงในรูปเอาท์พุทที่ MC0 ถูกเปลี่ยนไปเป็นกระแสเข้า TXI โดย C_5 , R_6 และความต้านทานภายในของ TXI 1 กิโลโอห์ม A_1 และ A_2 เป็นอุปกรณ์ขยายกระแสที่มีอัตราขยายรวมกันเป็น 100 AGC ที่เข้ามามีค่าเป็น 1 เมื่อมีกระแสลูปน้อย และลดลงเป็น 0.5 เมื่อกระแสลูปมีค่ามากขึ้น ดังนั้นจะทำให้อัตราการขยายจาก TXI ไปจนถึง V_{CC} มีค่าตั้งแต่ 100 ถึง 50 เป็นผลทำให้กระแส V_{cc} กระทำต่อ R_1 และอิมพิแดนซ์ของสายส่ง (ประมาณ 600 โอห์ม) ก่อให้เกิดแรงดันที่ V_{CC} และเช่นกันที่ขั้วทิปและริง ระดับแรงดันระหว่างขา MC1-MC2 และขั้วทิปและริงมีค่าตามสมการ

$$G_{TX} = (A_m * 100 * AGC * R_1 / Z_{LINE}) / (R_6 + 1000) \quad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Am เป็นอัตราการขยายของอุปกรณ์ขยายไมโครโฟน (31.3 V/V) ที่กระแสลูปมีค่าน้อยๆ G_{RX}เป็น 84 V/V (38.5 dB) และมีค่าเป็น 42 V/V (32.5 dB) ที่กระแสลูปมีค่ามากๆสัญญาณที่ V_{CC} กลับเฟสกันกับสัญญาณที่ TXI แต่มีเฟสเดียวกันกับสัญญาณที่ MC1



รูปที่ 3.8 แสดงเส้นทางของสัญญาณทางด้านรับและด้านส่ง

3.1.5.5 วงจรในการรับสัญญาณ

วงจรที่ใช้รับสัญญาณเข้ามามีอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ซึ่งโดยปกติมีค่า 600 โอห์ม จะเป็นตัวกำหนดจุดสิ้นสุดของสายส่ง (Return Loss) ของสัญญาณที่ส่งเข้ามาจากขั้วทิปและริง สัญญาณที่ได้รับจะสร้างกระแสไฟสลับผ่าน ZB Network (Balance Impedance Network) และความต้านทาน 500 โอห์ม ที่ขา ZB A_4 จะลดกระแสลงครึ่งหนึ่งแล้วส่งต่อไปให้ AGC แล้วผ่าน C_8 ไปยัง RXI (จุดรวมอัตราการขยาย ซึ่งถ้า C_8 มีค่ามาก RXA จะเปรียบเป็นกราวนด์เสมือนและไม่มีกระแสสลับไหลผ่านความต้านทานภายใน 10 กิโลโอห์ม) แรงดันที่ขา RX01 ถูกกำหนดโดยกระแส C_8 และความต้านทานป้อนกลับ R_8 ออปแอมป์ตัวที่สอง (ที่ขา RXO2) มีการกำหนดไว้แล้วว่าให้มีการขยายแบบกลับขั้ว และมีการขยายเป็น 1 (Inverting Unity Gain) อัตราการขยายแรงดันจากขั้วทิป และ ริงไปยัง RXO1-RXO2 มีค่าตามสมการต่อไปนี้

$$G_{RX} = (R_8 * AGC)/(ZB + 500) \qquad (3.2)$$

เมื่อ $ZB = R_{10} + R_9 // C_9 = R_{10} + R_9$

เมื่อใช้ค่าอุปกรณ์ตามรูป อัตราการขยายจะมีค่าประมาณ 0.495 V/V (-6.1 dB) เมื่อกระแสในลูปมีค่าน้อย และอัตราการขยายกลายเป็น 0.25 V/V (-12 dB) เมื่อกระแสไหลในลูปสูง

เมื่อ MC34114 อยู่ในระหว่างการส่งสัญญาณเลขออก (MUTE มีค่าเป็น 0) อัตราการขยายของวงจรภาครับจะลดลงด้วย เพราะมีค่า R_{FINT} ที่มีค่า 1.0 กิโลโอห์มขนานกับ R_8 อัตราการลดลงของสัญญาณจะมีค่าดังสมการต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$G_{RXM} = 20*Log\ (\ (R_8 + R_{FINT})\ /\ R_{FINT})\qquad (3.3)$$

เมื่อขา MUTE กลับไปสู่สภาวะ 1 อีกครั้งจะมีการหน่วงเวลาประมาณ 11 mSec ก่อนที่ความต้านทานจะถูกทำให้กลับไปเป็นสภาวะเดิม เพราะเหตุที่ว่า จะได้ป้องกันสัญญาณทรานเซียนส์อันเนื่องมาจากการส่งสัญญาณพัลส์ อันเป็นเหตุให้เกิดเสียงคลิกขึ้นที่หูฟัง

แรงดันไบแอสที่ขา RXI , RXO1 และ RXO2 มีค่าประมาณ 0.65 โวลท์ กระแสไบแอสที่ขา RXI มีค่าประมาณ 50 นาโนแอมป์แรงดันสูงสุดที่ RXO1 และ RXO2 อยู่ในเทอมของความต้านทานของหูฟัง และกระแส I_{RX} โดยค่านี้หาได้จากสมการ $I_{RX} = (V_R*50*AGC)/\ (\ R_{12}+100)$

3.1.5.6 วงจรขจัดไซด์โทน

การขจัดไซด์โทนสามารถทำได้โดยการนำเอาตัวขยายกระแส A_3 มาสร้างสัญญาณที่คล้ายคลึงกับสัญญาณทางด้านส่ง แล้วนำมาขจัดไซด์โทนที่ผ่านเข้ามาทางด้าน ZB และ A_4 เพื่อที่จะได้การขจัดสัญญาณที่สมบูรณ์ (ไม่มีกระแสสลับออกมาทาง RXA) จำเป็นที่จะต้องให้ ZB มีค่าตามสมการ

$$ZB = (40*R_1\ //\ Z_{LINE}) - 500\qquad (3.4)$$

ซึ่ง ZB เป็นวงจรที่ประกอบขึ้นด้วย R9, R10 และ C9 และ ZB เป็นความต้านทานทาง AC ของสายส่ง อุปกรณ์ที่มีปฏิกิริยาตอบสนองต่อความต้านทานของสายส่ง สามารถชดเชยได้ด้วยการใช้วงจร ZB ที่มีปฏิกิริยาตอบสนองที่เปรียบเทียบกันได้ ในรูปที่ 3.8 C9 จะเป็นตัวชดเชยการเลื่อนของเฟสอันเนื่องมาจากสายส่ง

เนื่องจากปกติในสายส่งสัญญาณที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่าง ชุมสายกับเครื่องรับโทรศัพท์ จะมีค่าความต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำอยู่ โดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ ระยะ 1 ไมล์ ที่เพิ่มขึ้นของสายส่งจะเสมือนว่ามีตัวเก็บประจุค่าประมาณ 0.07 μF ต่อคร่อมอยู่ระหว่างสายส่ง และมีความต้านทาน 42 โอห์ม กับขดลวดเหนี่ยวนำ 1 mH ต่ออนุกรมกันอยู่ดังนั้น จึงต้องมีวงจรที่สามารถรับรู้ค่าความผิดพลาดเหล่านี้ได้

3.1.5.7 การเชื่อมต่อของสัญญาณลอจิก

ขาอินพุทลอจิก 2 ขาของ MC34114 ถูกใช้ในการเปลี่ยนแปลงโหมดการทำงานดังตารางที่ 3.3 ต่อไปนี้

Mute	Ms	Mode
High	X	Speech
Low	High	Pulse Dialing
Low	Low	Tone Dialing

ตารางที่ 3.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโหมดการทำงานกับลอจิกของ MUTE และ MS

ค่าลอจิก 1 ของขา MUTE มีค่าระหว่าง V_{DD} –0.5 จนถึง V_{DD} ส่วนค่า ลอจิก 0 ของขา MUTE มีค่าระหว่าง 0 –1 โวลท์ การเปลี่ยนแปลงลอจิกต้องมากกว่าเทรสโฮล 2.3 โวลท์ เมื่อขา MUTE เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่า 0 หรือขา MS เกิดการเปลี่ยนแปลงลอจิก การเปลี่ยนแปลงภายในวงจรจะเกิดขึ้นภายใน 10 μSec แต่ถ้าขา MUTE เปลี่ยนไปเป็นค่า 1 จะเปลี่ยนแปลงหลังจากมีการหน่วง 11 mSec เนื่องมาจากมีการป้องกันสัญญาณทรานเซียนส์ ที่เกิดขึ้นจากสัญญาณพัลส์อันจะทำให้ได้ยินเสียงคลิ๊กที่หูฟัง

ขา MS จะทำงานเมื่อขา MUTE มีลอจิก 0 หน้าที่ที่แท้จริงของ MS ก็คือ การให้ค่าแรงดันเลเวิลชิฟท์แก่ V_{CC} และ LR ในการส่งสัญญาณแบบโทน ค่าลอจิก 0 มีค่าระหว่าง 0-0.3 โวลท์ ค่าลอจิก 1 มีค่าระหว่าง 2- V_{DD} โวลท์ ค่าเทรสโฮลมีค่า 0.75 โวลท์ เมื่อไม่มีการเลือกการทำงานระหว่างการส่งแบบพัลส์หรือโทน ให้ต่อลงกราวดน์หรือ V_{DD} ห้ามไม่ให้ปล่อยลอยไว้เป็นอันขาด

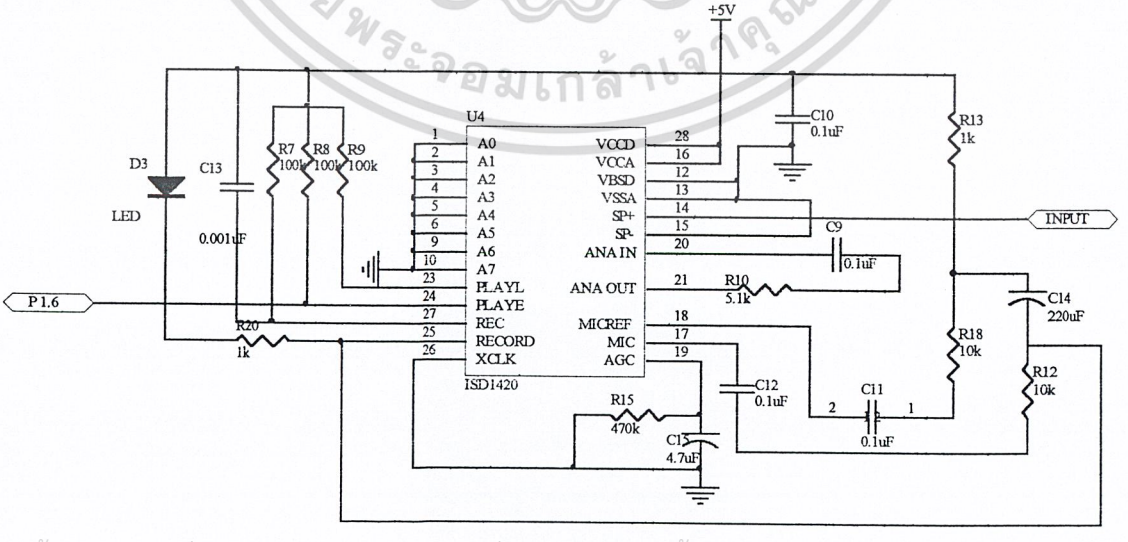
เมื่ออยู่ในสภาวะ ออนฮุก และมีแรงดันไม่เกิน 6 โวลท์ ต่ออยู่กับ MUTE กระแสรั่วไหล 0.02 ไมโครแอมป์จะไหลเข้าขา MUTE และ V_{DD} แรงดันเท่ากัน แต่ถ้าแรงดันมีไม่เท่ากันแล้ว กระแสจะไหลผ่านตัวต้านทานภายในและไดโอด หากมีแหล่งจ่ายไฟเพื่อคงหน่วยความจำของวงจรที่เป็นกดต่ออยู่ และปรากฏว่ามีแรงดันของแหล่งจ่าย เพื่อคงหน่วยความจำของวงจรแป้นกดที่ V_{DD} ขา MUTE จะต้องอยู่กับ V_{DD} หรือกราวด์น มิฉะนั้นแล้ว กระแส 100-200 ไมโครแอมป์จะไหลผ่าน V_{DD} และออกทางขา MUTE

เมื่อ V_{CC} มีค่าเท่ากับ 0 และมีแรงดันไม่เกิน 6 โวลท์ต่ออยู่ที่ขา MS จะมีการแสรั่วไหลเกิดขึ้น 0.01 ไมโครแอมป์ ตลอดเวลาที่ขา MUTE ปล่อยลอยหรือต่อกับ V_{DD} หากขา MUTE ต่อลงกราวน์จะมีความต้านทาน 3.5 กิโลโอห์มเกิดขึ้นระหว่าง MS และ MUTE

หาก $V_{CC} < 1.5$ โวลท์ ขา MUTE จะไม่ทำงาน เป็นเหตุให้ MC34114 อยู่ในการทำงานโหมดสนทนา

3.1.6 วงจรสัญญาณเสียงตอบรับ (Speech answer)

ส่วนนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ISD 1420 ซึ่งจะมีความจุ 128,000 เซล โดยที่เราสามารถกำหนดแอดเดรสของการบันทึก (Record) และการเล่นกลับ (Playback) ได้ โดยกำหนดที่ขา A0 –A5 เมื่อขา A7 จะต้องเป็นลอจิก “0” และจะใช้ขา A6 เป็นตัวกำหนดว่าจะทำการบันทึกหรือเล่นกลับที่ 10 วินาทีแรกหรือ 10 วินาทีหลัง



รูปที่3.9 แสดงวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

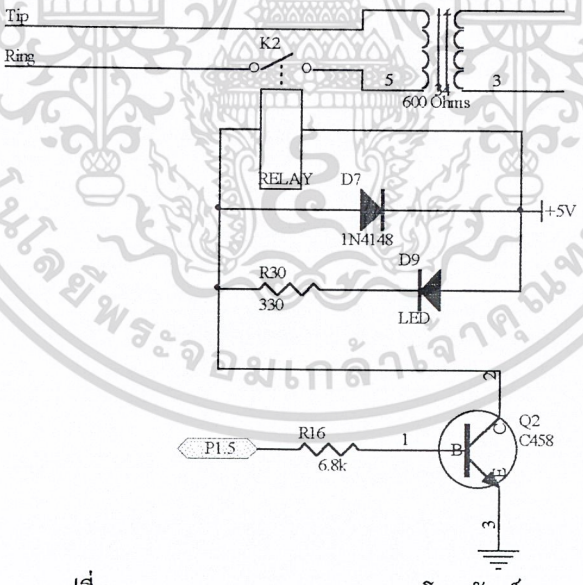
-เมื่อขา A6 เป็นลอจิก "0" จะกำหนดให้เป็น 10 วินาทีแรก

-เมื่อขา A6 เป็นลอจิก "1" จะกำหนดให้เป็น 10 วินาทีหลัง

จากรูปที่3.9 เมื่อขา PLAYE ได้รับลอจิก "0" จะทำให้สัญญาณเสียงที่ได้บันทึกไว้ (ที่ตำแหน่งแอดเดรสที่กำหนดโดยขา A0-A5) ไหลออกมาที่ขา 14 ของไอซี ISD 1420 เข้าไปยังขา MIC+ ของไอซีเบอร์ MC 34114 ส่วนขา PLAYE จะต่อเข้ากับพอร์ท 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมการเล่นกลับ (Playback)

3.1.7 วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์ (Hook switch)

วงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์จะทำหน้าที่ตัดต่อวงจรระหว่างสายโทรศัพท์กับหม้อแปลงแมทช์ชิ่งอิมพีแดนซ์ จากรูปที่3.10 ในสภาวะเริ่มแรกหน้าสัมผัสของรีเลย์จะอยู่ในสถานะที่ไม่ต่อกับหม้อแปลง คือรีเลย์อยู่ในสภาวะออฟ เมื่อมีการเรียกเข้ามาคือมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามาทางสายทิปและริง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณมากระตุ้นที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Tr1 ทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะสวิทช์ออน ทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำงานส่งผลให้สายทิปและริงถูกต่อเข้ากับหม้อแปลงแมทช์ชิ่งอิมพีแดนซ์ และเมื่อมีการยกเลิกการติดต่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณมาทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ถูกสลับกลับมาที่เดิม



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรยกหูและวางหูโทรศัพท์

3.1.8 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างมีความถี่ประมาณ 425 เฮิรต์ ติด 0.5 วินาที ดับ 0.5 วินาที โดยใช้ IC เบอร์ NE555 2 ชุด ชุดแรก IC_1 ประกอบเป็นวงจรผลิตความถี่ 1 เฮิร์ต ไดโอด D_1 ต่อไว้เพื่อช่วยให้ Duty cycle น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ และสำหรับ IC_2 เป็นวงจรอะสเตเบิ้ล ผลิตความถี่ประมาณ 425

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

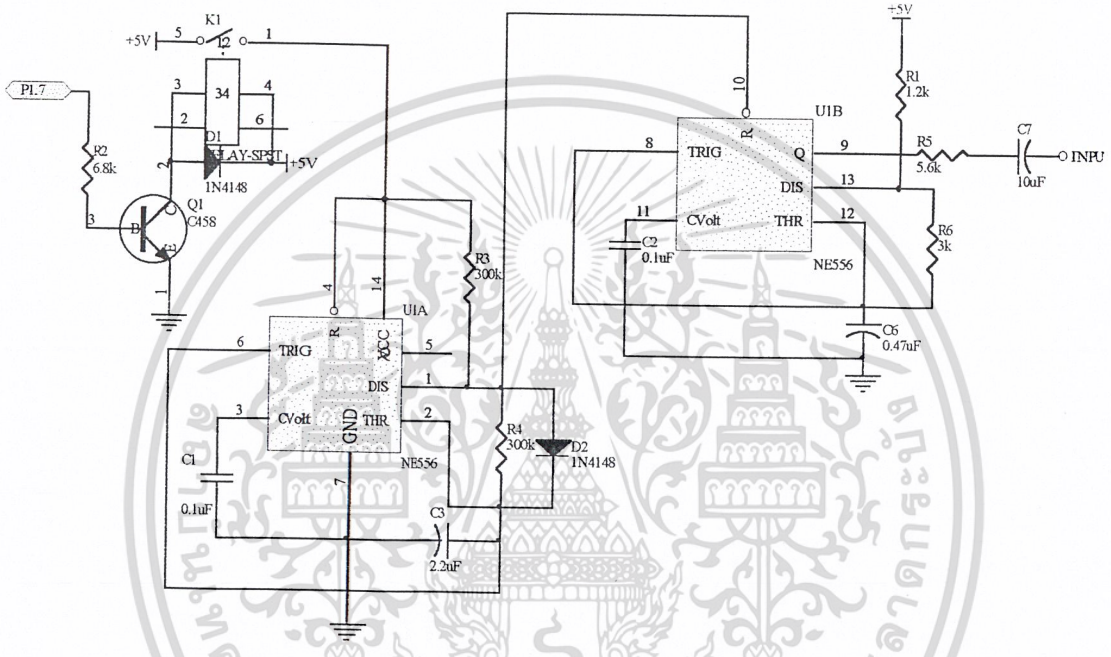
เฮิร์ต โดยควบคุมการทำงานจาก IC_1 ที่ขา Reset โดยในช่วง T_1 จะผลิตความถี่ 425 Hz ออกทางเอาท์พุท ในช่วง T_0 จะไม่ความถี่ออกมาทางเอาท์พุท ไดโอด D_1 เป็นตัวช่วยปรับค่า Duty cycle โดยหาค่าสภาวะ "1" และสภาวะ "0" ได้ดังนี้ดังรูปที่ 3.11

$$ft = 1.443/(R_1 + R_2)C_1$$

$$= [1.443/(300\ K + 300\ K)]2.2\mu F = 1\ Hz$$

$$\text{Duty cycle}(\%) = R_2/(R_1 + R_2)*100\%$$

$$= [300\ K/(300\ K + 300\ K)]*100\% = 50\%$$



รูปที่ 3.11 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง

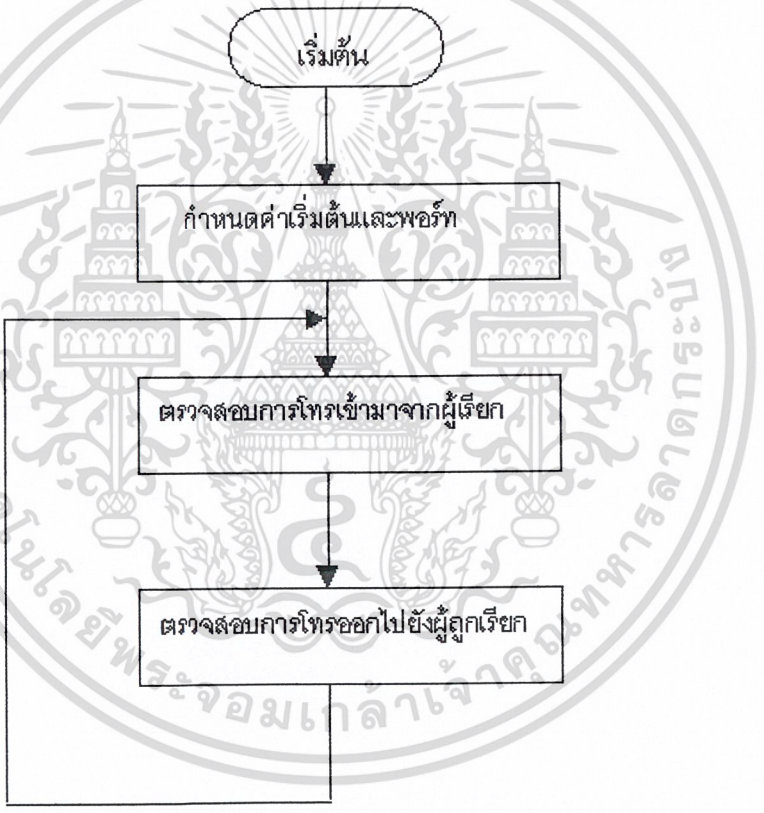
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบส่วนของโปรแกรม (Soflware)

การออกแบบส่วนของโปรแกรม (Soflware) จะมีอยู่ 2 ส่วนหลัก ๆ คือ โปรแกรมในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ที่ทำหน้าที่ควบคุมส่วนของฮาร์ดแวร์และโปรแกรมในไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่เป็น ไคลเอ็นท์และ เซิร์ฟเวอร์ เพื่อส่งผ่านข้อมูลและสัญญาณเสียงผ่านเครือข่าย

3.2.1 การออกแบบโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบโปรแกรมเราจะใช้หลักการของโพลลิ่ง (Polling) โปรแกรมเพื่อทำการตรวจเช็คสถานะของการติดต่อต่าง ๆ โดยจะมีส่วนของโปรแกรมหลักและโปรแกรมย่อย โดยโปรแกรมย่อยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ โปรแกรมตรวจสอบการโทรเข้ามาจากผู้เรียก และโปรแกรมการตรวจสอบเพื่อโทรออกไปยังผู้ถูกเรียก โดยแผนผังของโปรแกรมหลักดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของโปรแกรมหลัก

<u>โปรแกรมตรวจสอบการโทรเข้ามาจากผู้เรียก</u>

เมื่อมีการโทรเข้ามาจากผู้เรียกโปรแกรมหลักก็จะทำการเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อทำการตรวจสอบการโทรเข้า โดยเริ่มต้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง โดยเมื่อไม่มีการโทรเข้ามาจะไม่มีสัญญาณกระดิ่งจึงจบโปรแกรมย่อยนี้แต่เมื่อมีการโทรเข้ามาจะมีสัญญาณกระดิ่งเกิดขึ้น จากนั้นจึงทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยกหูโทรศัพท์ขึ้น และเปิดสัญญาณเสียงตอบรับว่าให้กดเลขหมายปลายทางที่ต้องการติดต่อ จากนั้นก็จะรับหมายเลขปลายทางที่ผู้เรียกทำการส่งมาโดยในส่วนนี้จะมีการตรวจสอบว่ามีการกดเลขหมายปลายทางหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะจบโปรแกรมย่อยนี้ แต่ถ้าใช่ก็จะทำการส่งเลขหมายปลายทางไปให้กับไคลเอ็นท์ทราบ จากนั้นก็ทำการตรวจสอบการสนทนาของคู่สนทนาจนกว่าจะจบการสนทนา โปรแกรมย่อยนี้ก็จะจบการทำงาน โดยแผนผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรเข้ามาจากผู้เรียก แสดงได้ดังรูปที่ 3.13

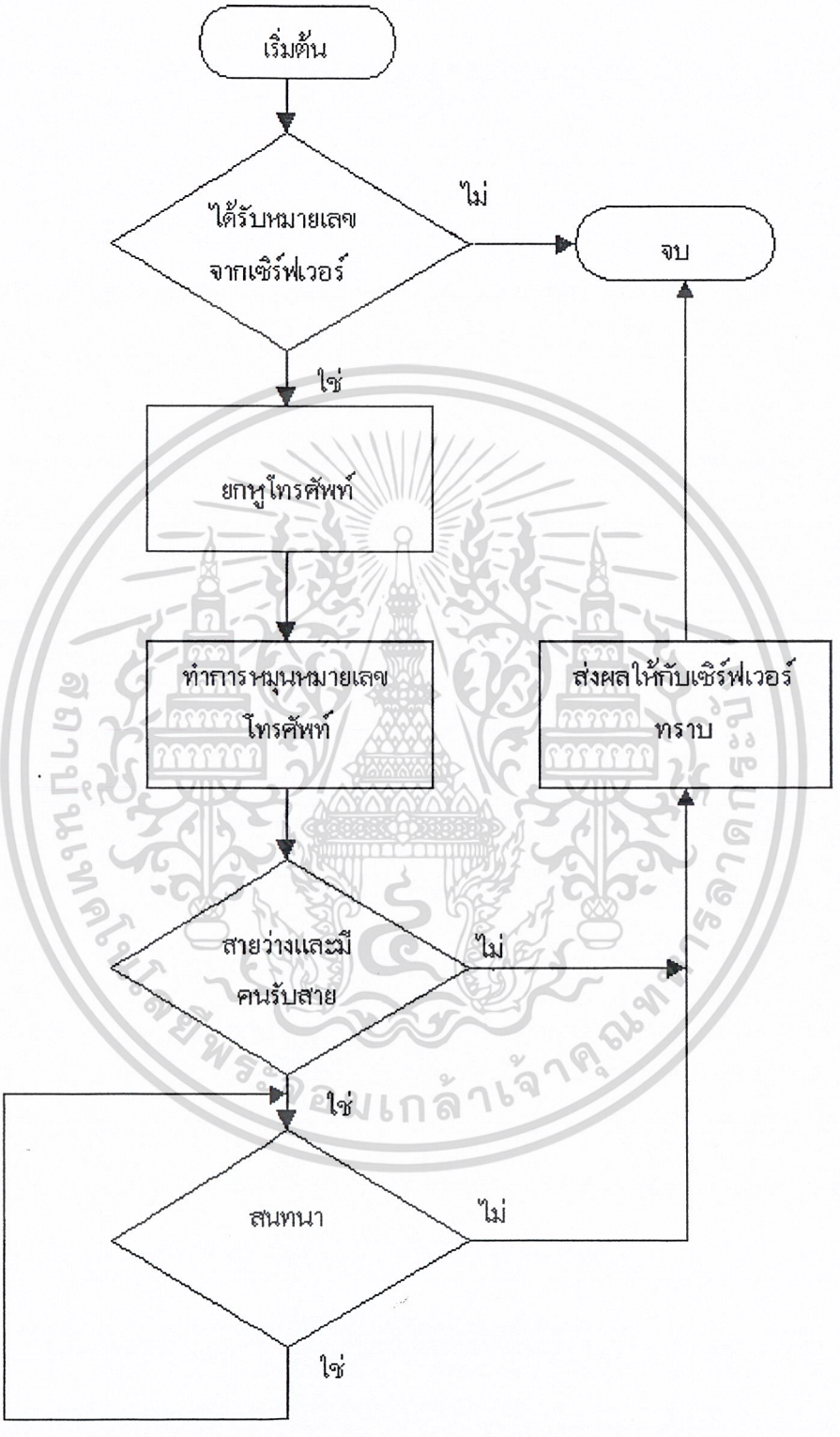
<u>โปรแกรมตรวจสอบการโทรออกไปยังผู้ถูกเรียก</u>

เมื่อมีการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อต้องการติดต่อไปยังผู้ถูกเรียกโปรแกรมหลักก็จะทำการเรียกโปรแกรมย่อยนี้ขึ้นมา เพื่อทำการตรวจสอบการโทรออกไปยังผู้ถูกเรียกโดยเริ่มต้นก็จะทำการตรวจสอบการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ โดยถ้าไม่มีการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ก็จะจบโปรแกรมย่อยนี้ แต่ถ้ามีการติดต่อจากเซิร์ฟเวอร์ก็จะทำการรับหมายเลขจากเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นก็จะทำการยกหูโทรศัพท์และทำการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบว่าสายว่างและมีคนรับสายหรือไม่ ถ้าไม่ก็จะส่งผลไปให้กับเซิร์ฟเวอร์ทราบ แต่ถ้าใช่ก็จะส่งผลให้กับเซิร์ฟเวอร์และทำการสนทนากันได้และที่จุดนี้ก็จะมีการตรวจสอบการสนทนากันของคู่สนทนาจนกว่าจะจบการสนทนา โปรแกรมย่อยนี้ก็จะจบการทำงาน โดยแผนผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรออกไปยังผู้ถูกเรียกแสดงได้ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรเข้ามาจากผู้เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการโทรออกไปยังผู้ถูกเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมในส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นได้ทั้งไคลเอ็นท์และเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลเสียงและข้อมูลที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ ผ่านเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล TCP / IP โดยจะใช้พอร์ทหมายเลข 1000 และ 2000 ในการรับส่งข้อมูลเสียงและจะใช้พอร์ทหมายเลข 8000 ในการส่งข้อมูลควบคุม

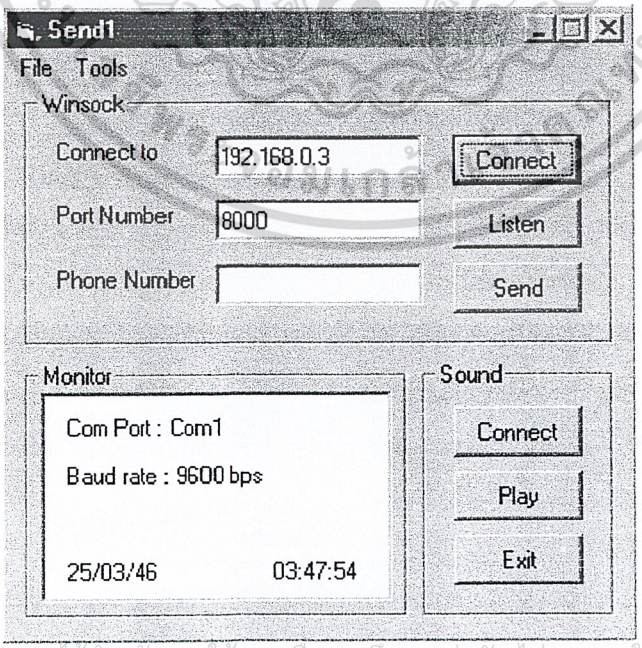
โปรแกรมที่ออกแบบในโครงงานนี้เราได้เลือกใช้ Visual Basic 6.0 เป็นเครื่องมือในการสร้าง ซึ่งเราพบว่า Visual Basic 6.0 สามารถใช้เขียนโปรแกรมในลักษณะของ Object ได้เป็นอย่างดี ทำให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกในการแก้ไขโปรแกรม

3.2.2.1 การทำงานโดยรวมของโปรแกรม

โปรแกรมที่ได้ออกแบบในโครงงานนี้ที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์และเซิร์ฟเวอร์ เพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลเสียงและข้อมูลควบคุมการทำงานของระบบจะต้องเป็นโปรแกรมประเภท Voice chat ซึ่งก็หมายถึงใช้เสียงพูดคุยส่งผ่านไปในเครือข่าย โดยโปรแกรมจะใช้โปรโตคอล TCP / IP ในการนำข้อมูลเสียงไปยังผู้รับ ซึ่งการใช้งานโปรโตคอล TCP / IP นั้นจะต้องกำหนด IP Address ที่แน่นอนให้กับคอมพิวเตอร์ทั้งต้นทางและปลายทาง ซึ่งเปรียบเสมือนเบอร์โทรศัพท์นั่นเอง ทางด้านส่งโปรแกรมจะทำการบันทึกเสียงแล้วทำการบรรจุเข้าไปในแพ็กเก็ตข้อมูลให้อยู่ในรูปของ TCP / IP แล้วจึงทำการส่งแพ็กเก็ตออกไป และในทางด้านรับก็จะนำแพ็กเก็ตของ TCP / IP ที่ส่งมาถึงตนมาทำการแกะข้อมูลที่เป็นเสียงออกมาแล้วทำการส่งออกไปเล่นเสียง (Play back) ให้ออกสู่ลำโพง

3.2.2.2 การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) และการใช้งานโปรแกรม

หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ แสดงได้ดังรูปที่ 3.15 โดยหลัก ๆ แล้วจะแบ่งส่วนของหน้าต่างออกเป็น 3 เฟรม คือ เฟรมวินซ็อคก์ (Winsock) เฟรมซาวด์ (Sound) และ เฟรมมอนิเตอร์ (Monitor) โดยในแต่ละเฟรมก็จะทำหน้าที่ดังนี้



รูปที่ 3.15 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

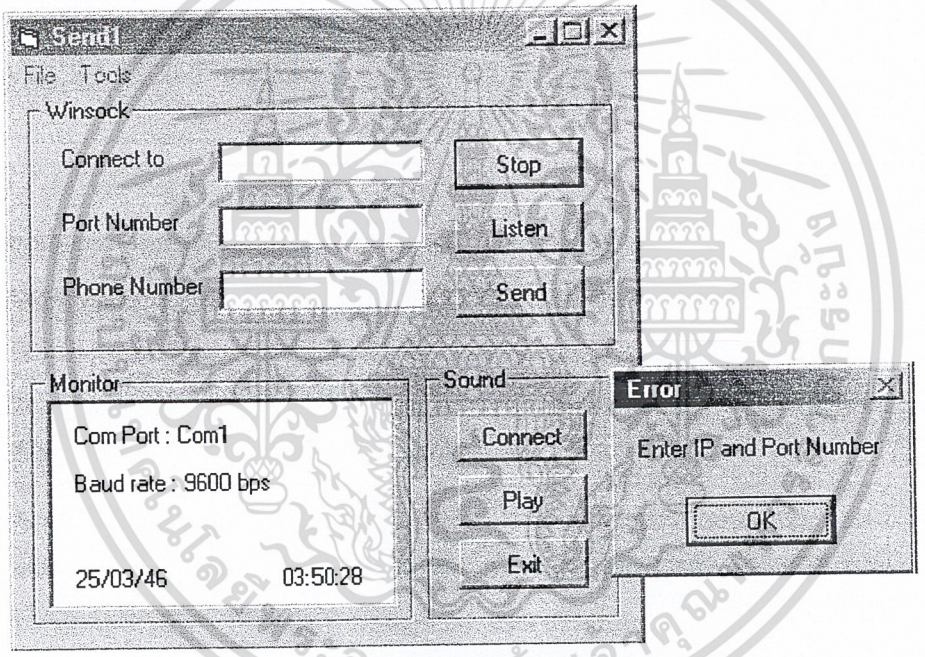
เฟรมวินซ็อกค์ (Winsock)

เป็นส่วนที่ใช้ในการส่งข้อความควบคุมและส่งหมายเลขโทรศัพท์ในลักษณะของการ Chat ข้อความ โดยภายในเฟรมจะมีคอนโทรลต่าง ๆ ดังนี้ คือ

1.ช่องใส่หมายเลข IP Address จะเป็นช่องสำหรับใส่หมายเลข IP Address ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะติดต่อด้วย โดยผู้ใช้จะต้องใส่เป็นเลขจำนวนเต็มตามรูปแบบของ IP Address

2.ช่องใส่หมายเลขพอร์ท (Port number) จะเป็นช่องสำหรับใส่หมายเลข Port ที่จะใช้ในส่งข้อมูลควบคุมการติดต่อและหมายเลขโทรศัพท์ไปยังปลายทาง โดยในโปรแกรมนี้เรากำหนดให้ใช้พอร์ทหมายเลข 8000 (สามารถเปลี่ยนแปลงได้)

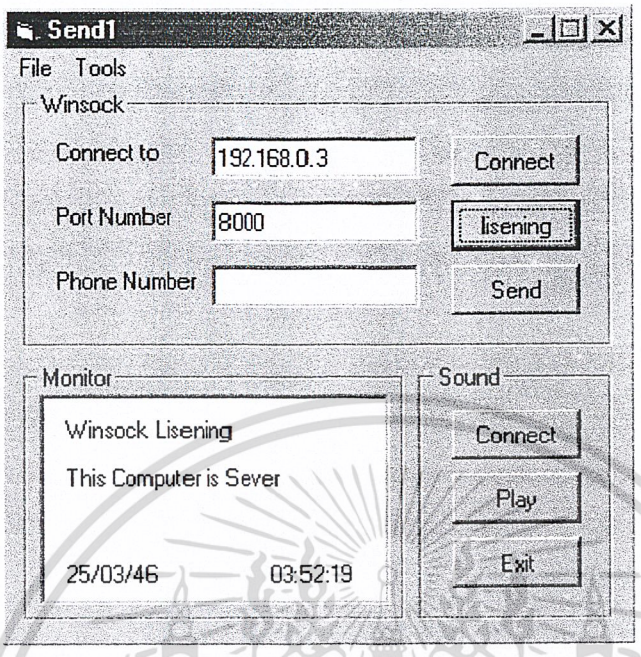
3.ปุ่ม Connect จะเป็นปุ่มที่เราใช้ในการเชื่อมต่อช่องสัญญาณควบคุมระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ด้านโดยก่อนการเชื่อมต่อ (Connection) จะต้องทำการป้อน IP Address และหมายเลข Port ก่อนแต่ถ้ากรณีที่เราไม่ได้ใส่หมายเลข IP Address หรือหมายเลข Port ก่อนการกดปุ่ม Connect โปรแกรมก็จะแสดงหน้าต่างผิดพลาดขึ้นมาให้เห็นดังรูป 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงหน้าต่างกรณีเกิดความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ปุ่ม Listen จะเป็นปุ่มที่ใช้ในกรณีที่โปรแกรมทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์โดยก่อนการที่ฝั่งไคลเอ็นท์จะทำการติดต่อไปทางด้านฝั่งเซิร์ฟเวอร์จะต้องทำการ Listening รอไว้ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์

5. ช่องใส่หมายเลขโทรศัพท์ (Phone Number) จะเป็นช่องสำหรับใส่หมายเลขโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียกปลายทางที่เราต้องการจะติดต่อ

6. ปุ่ม Send จะเป็นปุ่มที่ใช้สำหรับส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่อยู่ในช่องใส่หมายเลขโทรศัพท์ ไปยังปลายทาง

<u>เฟรมซาวด์ (Sound)</u>

จะเป็นส่วนที่ใช้ในการส่งข้อมูลเสียงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสองด้าน โดยประกอบด้วยคอลโทรลต่าง ๆ ดังนี้

1.ปุ่ม Connect จะเป็นปุ่มที่ใช้ในการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 ด้าน โดยเมื่อเราทำการกดปุ่ม Connect แล้วในส่วนของมอนิเตอร์ที่จะแสดงข้อความว่า Talk ขึ้นมาเพื่อแสดงว่าขณะนี้สามารถเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงได้แล้ว

2.ปุ่ม Play จะเป็นปุ่มที่ใช้ในการเริ่มทำการบันทึกเสียงและส่งเสียงไป โดยปุ่มนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการ Connect ช่องสัญญาณเสียงเรียบร้อยแล้ว โดยเมื่อเราทำการกดปุ่ม Play เสร็จแล้วมอนิเตอร์ก็จะแสดงข้อความว่า Talking แสดงว่าขณะนี้สามารถส่งข้อมูลเสียงได้แล้ว

3.ปุ่ม Exit เป็นปุ่มที่ใช้ในการยกเลิกการทำงานทั้งหมดของโปรแกรม

<u>เฟรมมอนิเตอร์ (Monitor)</u>

จะเป็นส่วนที่ใช้แสดงสถานะต่าง ๆ ของโปรแกรมระหว่างการทำงานว่าตอนนี้โปรแกรมกำลังทำงานในขั้นตอนใดอยู่ โดยสถานะต่าง ๆ ที่สำคัญ มีดังนี้

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Closed เป็นสถานะในขณะที่วินซ็อกค์ทำการปิดพอร์ท การเชื่อมต่อช่องสัญญาณควบคุม

2. Winsock Listening เป็นสถานะในขณะที่โปรแกรมทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ โดยโปรแกรมจะทำการรอรับการเรียกจากฝั่งไคลเอ็นท์

3. Send complete เป็นสถานะที่ใช้บอกว่าขณะนี้โปรแกรมได้ทำการส่งข้อมูลควบคุมหรือหมายเลขโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกฝั่งหนึ่งได้เรียบร้อยแล้ว

4. Talk จะเป็นสถานะที่ใช้บอกว่าขณะนี้โปรแกรมได้ทำการเชื่อมต่อช่วงสัญญาณเสียงได้แล้ว

5. Talking จะเป็นสถานะที่ใช้บอกว่าขณะนี้โปรแกรมพร้อมที่จะทำการรับข้อมูลเสียงและส่งข้อมูลเสียงได้แล้ว

6. Connected เป็นสถานะที่ใช้บอกว่าในขณะนี้ ได้ทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณควบคุมได้แล้ว

7. Request เป็นสถานะที่ใช้บอกว่าในขณะนี้ ได้มีการร้องขอการติดต่อเข้ามาจากคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่ง เพื่อขอทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณควบคุม

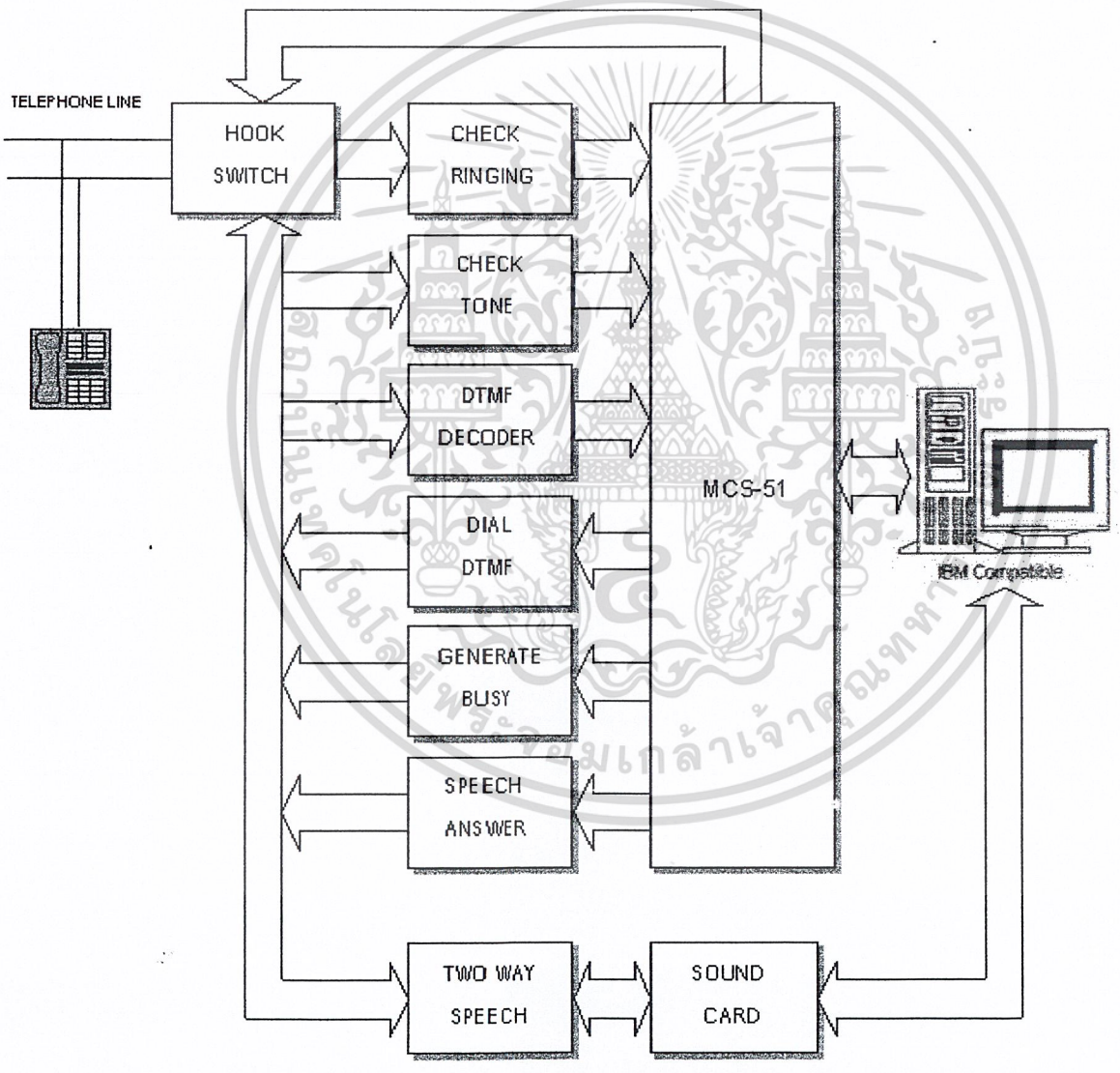
8. Data Arrival เป็นสถานะที่ใช้บอกว่าในขณะนี้ได้มีข้อมูลส่งเข้ามาหาตนจากคอมพิวเตอร์อีกด้านหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้เราจะทำการทดลองจากที่ได้ออกแบบในบทที่ 3 โดยจะทำการทดลองแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ การทดลองวงจรในส่วนของฮาร์ดแวร์ และการทดลองส่วนของโปรแกรม

4.1 การทดลองส่วนของฮาร์ดแวร์



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์

จากบล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรส่วนต่างๆ เราจะแยกทำการทดลองวงจรแต่ละส่วนดังนี้

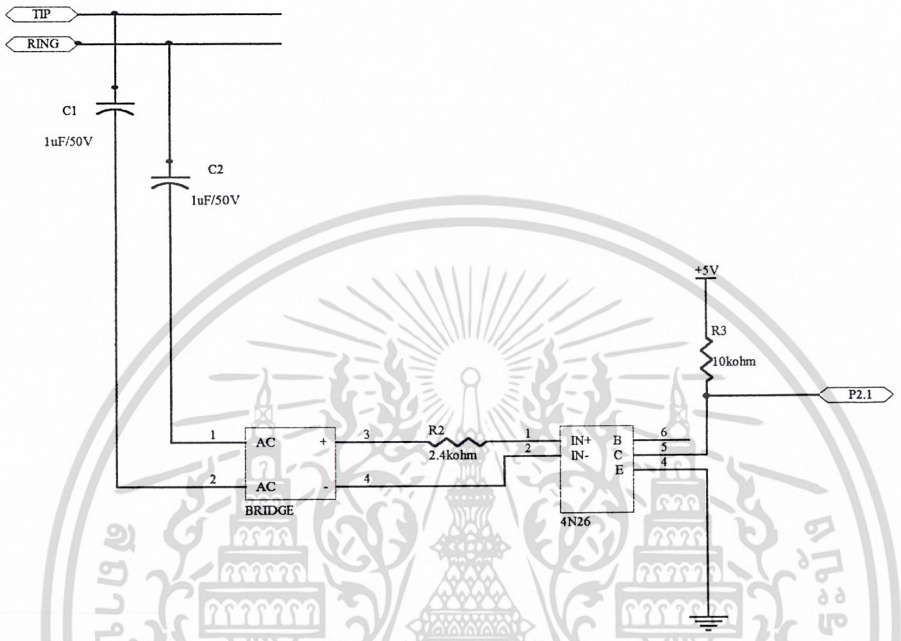
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากบล็อกไดอะแกรมของฮาร์ดแวร์ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรส่วนต่างๆ เราจะแยกทำการทดลองวงจรแต่ละส่วนดังนี้

4.1.1 การทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)

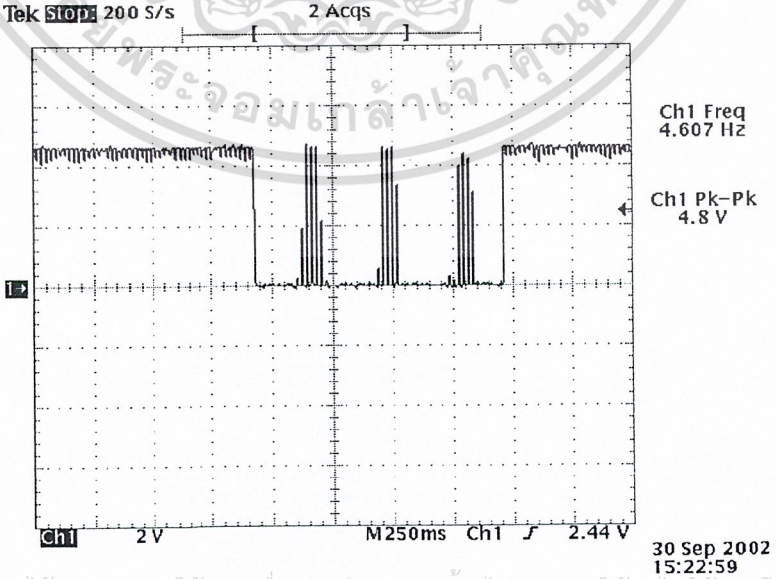
ขั้นตอนการทดลอง

1.ทำการต่อวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่งดังรูปที่ 4.2



รูปที่4.2 วงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง (Check Ringing)

2.ป้อนสัญญาณกระดิ่งเข้าที่ Tip – Ring ซึ่งเป็นสัญญาณที่มาจากสายของชุมสายโทรศัพท์แล้วทำการวัดสัญญาณที่จุด P2.1 จากนั้นบันทึกผลการทดลอง ได้สัญญาณดังรูปที่ 4.3



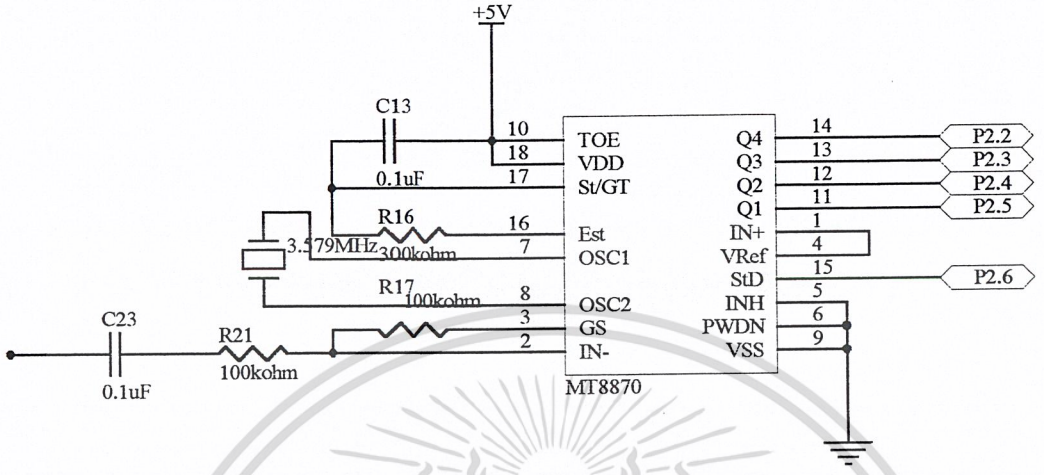
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.3 แสดงผลการทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณกระดิ่ง

4.1.2 การทดลองวงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)

ขั้นตอนการทดลอง

1.ทำการต่อวงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ดังรูปที่ 4.4



รูปที่4.4 วงจรถอดรหัสสัญญาณเลขหมายโทรศัพท์ (DTMF Decoder)

2.ป้อนสัญญาณดีทีเอ็มเอฟที่ได้จากการกดหมายเลขของโทรศัพท์ ตั้งแต่ 0 ถึง 9 , * และ #

3.ทำการวัดสัญญาณเอาท์พุทของวงจร ที่จุด Q4 , Q3 , Q2 , Q1 แล้วบักทึกผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.1

หมายเลข	BINARY CODE (Q4,Q3,Q2,Q1)
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
0	1010
*	1011
#	1100

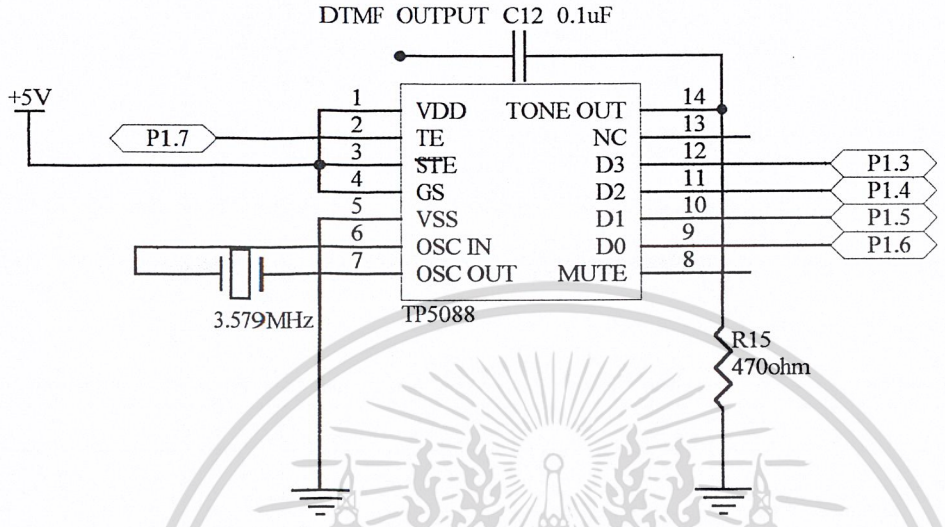
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองของวงจรถอดรหัสสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (Dial DTMF)

ขั้นตอนการทดลอง

1.ทำการต่อวงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ดังรูปที่ 4.5



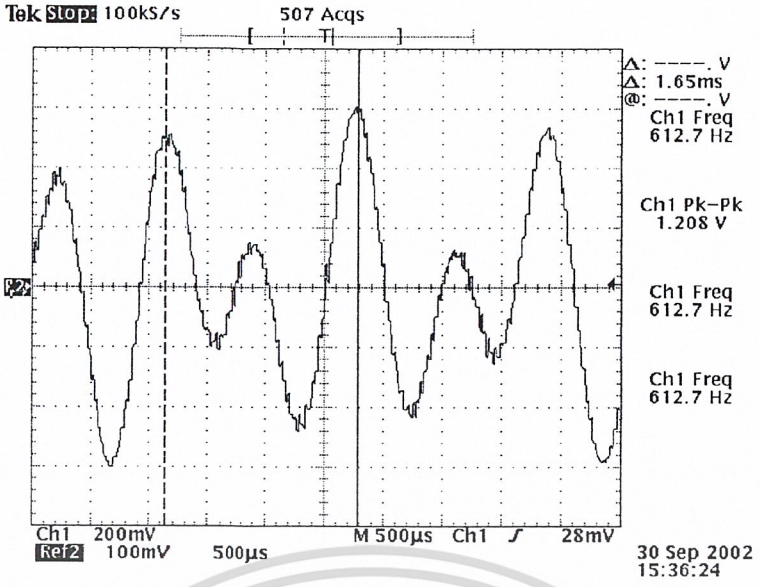
รูปที่4.5 วงจรกำเนิดสัญญาณคู่ความถี่ (Dial DTMF)

2.ทำการป้อนแรงดันที่ขา P1.7 (TE) ของ TP5088 ด้วยแรงดัน +5 โวลท์ และป้อนสัญญาณเข้าที่ P1.3, P1.4, P1.5 และ P1.6 ดังตารางที่ 4.2 แล้ววัดรูปสัญญาณดีทีเอ็มเอฟ

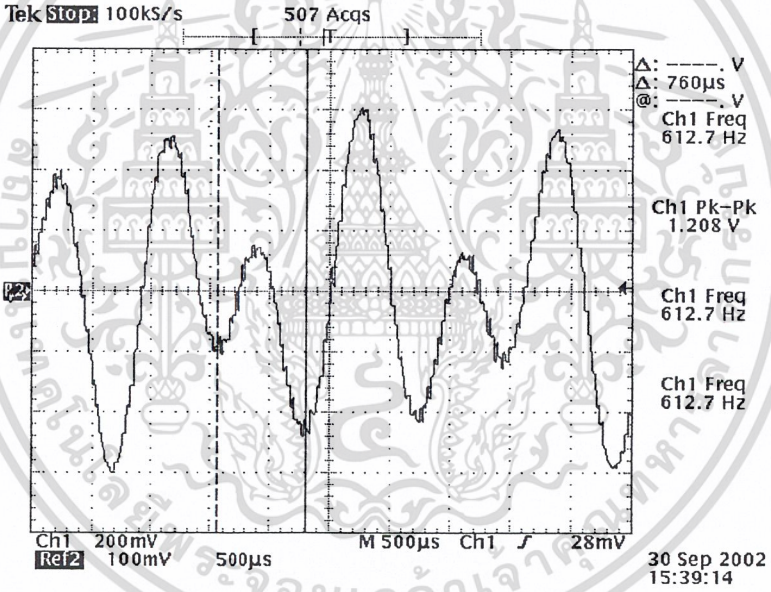
P1.3(D3)	P1.4(D2)	P1.5(D1)	P1.6(D0)	หมายเลข
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	0
1	0	1	1	*
1	1	0	0	#

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองของวงจรกำเนิดสัญญาณ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) แสดงคาบเวลาของความถี่ต่ำ



ข) แสดงคาบเวลาของความถี่สูง

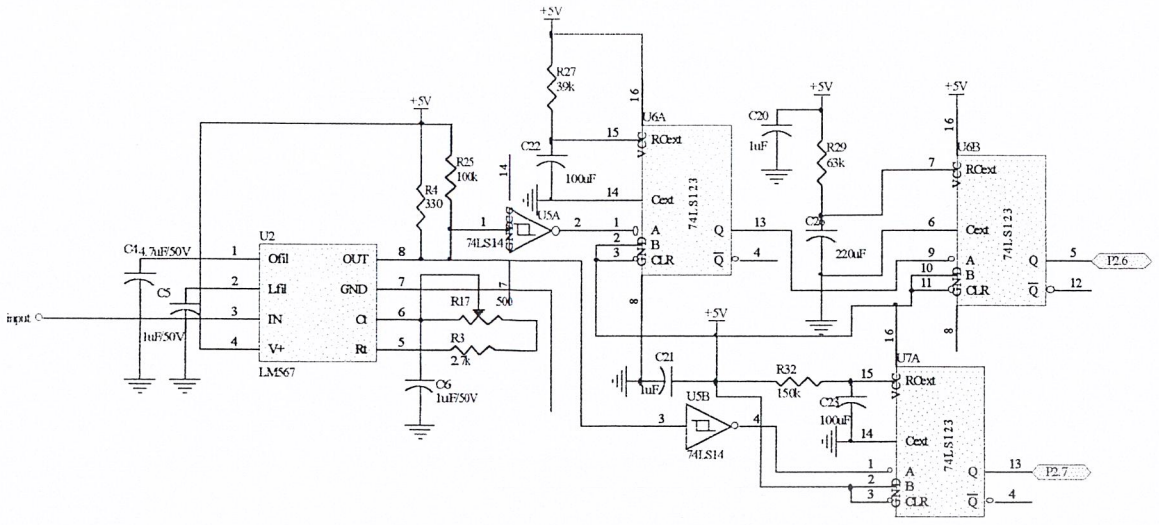
รูปที่4.6 แสดงสัญญาณดีทีเอ็มเอฟเมื่อป้อน 0001 (หมายเลข 1)

4.1.4 การทดลองวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

ขั้นตอนการทดลอง

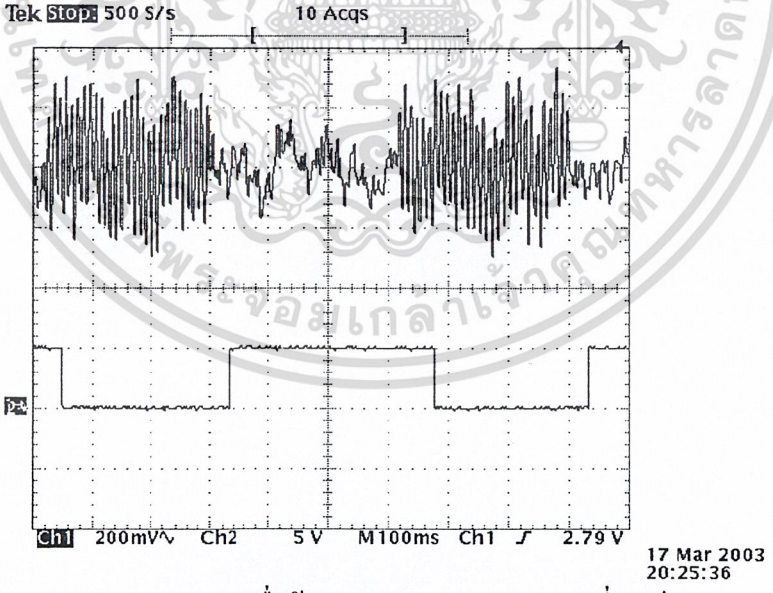
1.ทำการต่อวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียงดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.7 วงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone)

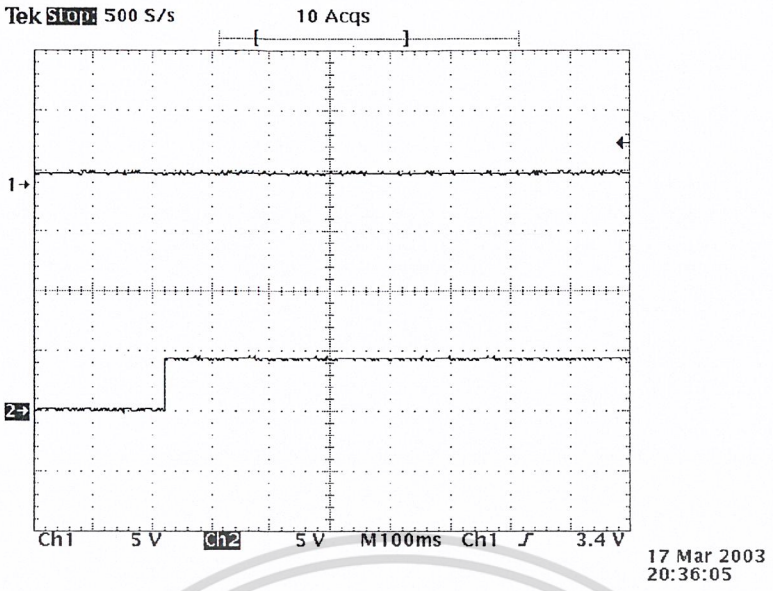
2.ทำการป้อนสัญญาณ Busy Toneที่ได้จากสายโทรศัพท์ของชุมสายโทรศัพท์ วัด เอาท์พุทของสัญญาณที่ขา8 ของไอซี LM567 เทียบกับสัญญาณ Busy Tone จากชุมสายโทรศัพท์ จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.8 โดย Ch.1 ของออสซิลโลสโคปคือสัญญาณที่วัดจากสายโทรศัพท์ ส่วน Ch.2 เป็นสัญญาณที่ขา 8 ของไอซี LM567



รูปที่4.8 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Busy Tone วัดที่เอาท์พุทของ LM567

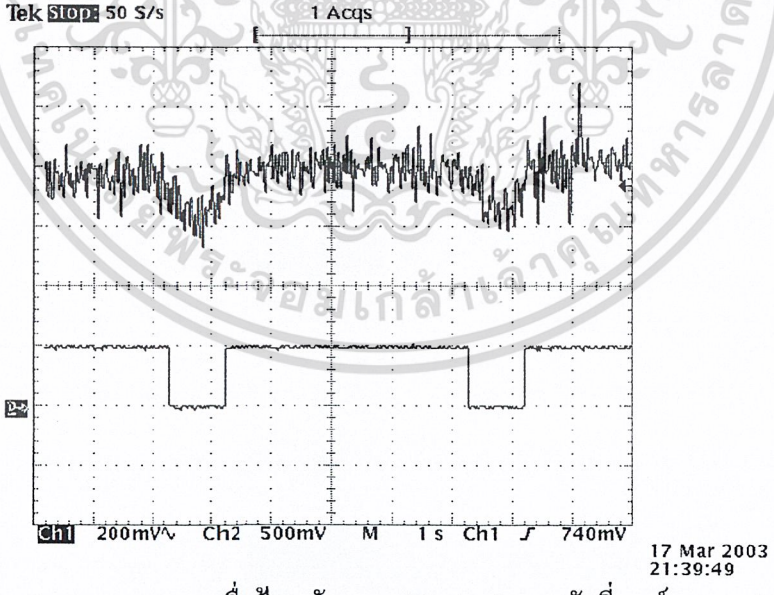
3.ทำการวัดสัญญาณที่เอาท์พุทของไอซี 74LS123 (ขาQ) ทั้ง 2 ชุด คือที่จุด P2.6 และ P2.7 จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.9 โดยที่ Ch.1 ของออสซิลโลสโคปวัดที่จุด P2.6 และ Ch.2 วัดที่จุด P2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Busy Tone วัดที่เอาท์พุทของไอซี 74LS123

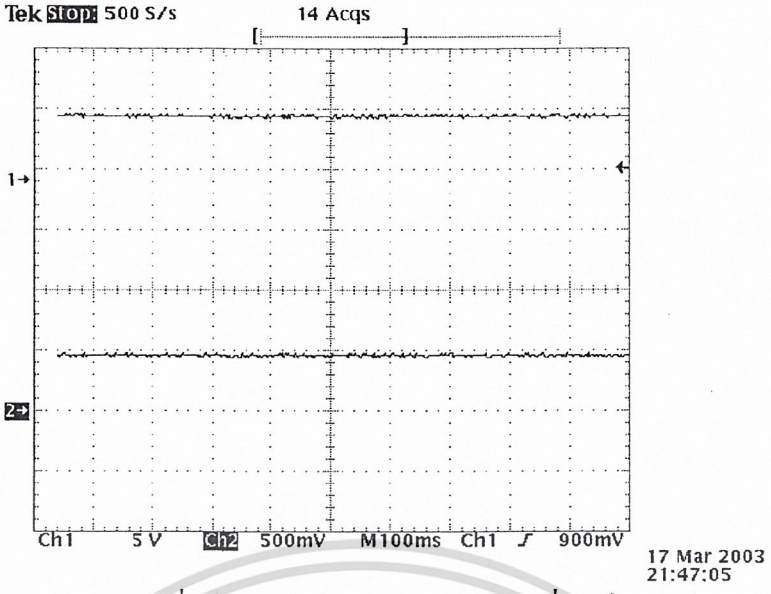
4.ป้อนสัญญาณ Ringback Tone ที่ได้จากสายโทรศัพท์ของชุมสายโทรศัพท์ วัดสัญญาณที่เอาท์พุทของไอซี LM567 เทียบกับสัญญาณ Ringback Tone จากสายโทรศัพท์ จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.10 โดย Ch.1 ของออสซิลโลสโคปเป็นสัญญาณ Ringback Tone ที่สายโทรศัพท์ และ Ch.2 เป็นสัญญาณที่เอาท์พุทของไอซี LM567



รูปที่ 4.10 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Ringback tone วัดที่เอาท์พุทของ LM567

5.ทำการวัดสัญญาณที่เอาท์พุทของไอซี 74LS123 (ขาQ) ทั้ง 2 ชุด คือที่จุด P2.6 และ P2.7 จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.11 โดยที่ Ch.1 ของออสซิลโลสโคปวัดที่จุด P2.6 และ Ch.2 วัดที่จุด P2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

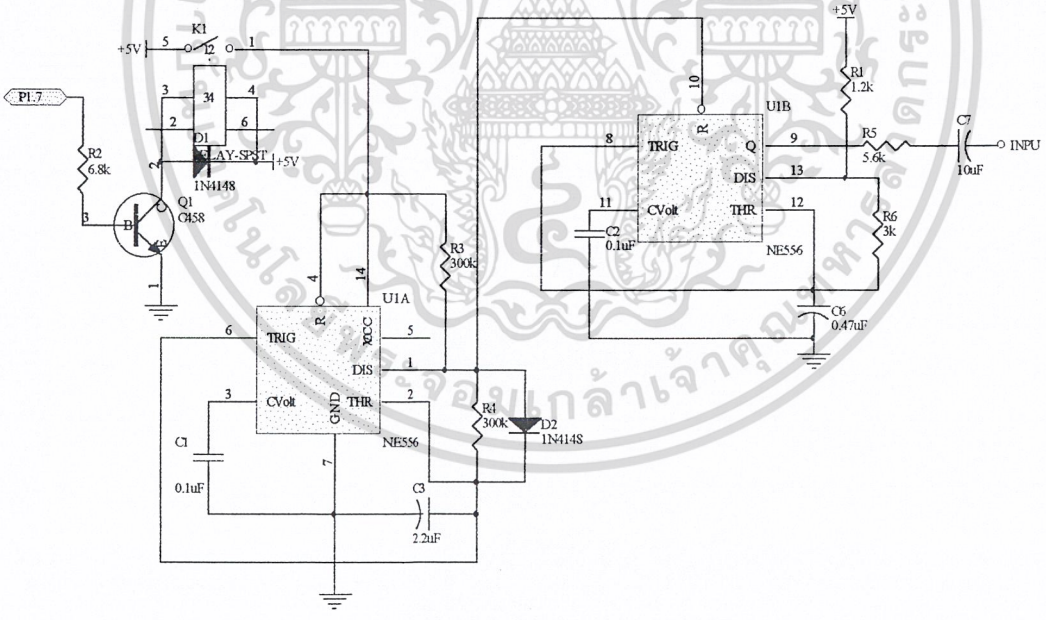


รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองเมื่อป้อนสัญญาณ Ringback tone วัดที่เอาท์พุทของไอซี 74LS123

4.1.5 การทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

ขั้นตอนการทดลอง

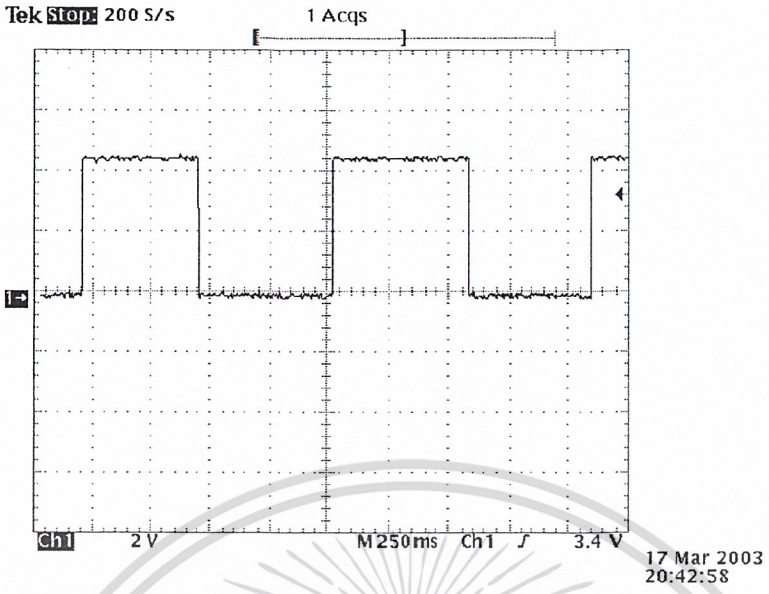
1.ทำการต่อวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างตามรูปที่ 4.12



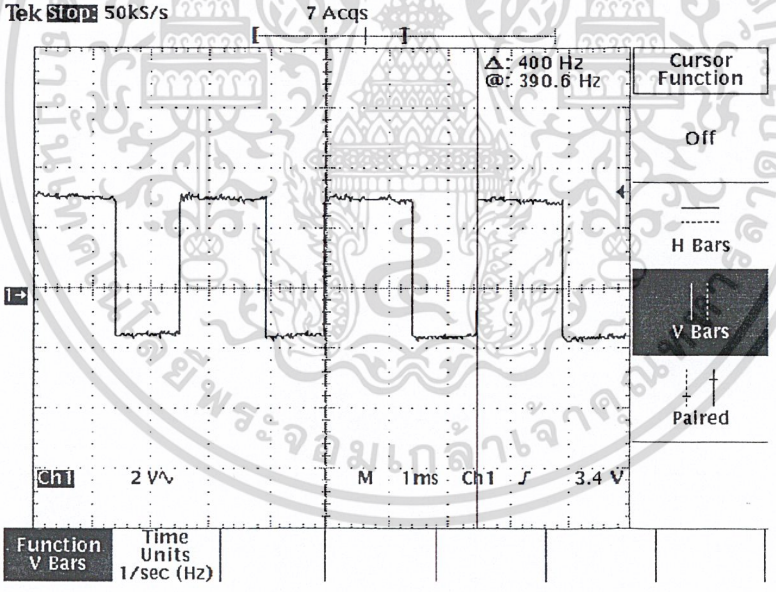
รูปที่ 4.12 วงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ทำการวัดสัญญาณที่เอาท์พุทของวงจรจะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.13 และรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 แสดงผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างโดยแสดงเป็นรูปพัลส์



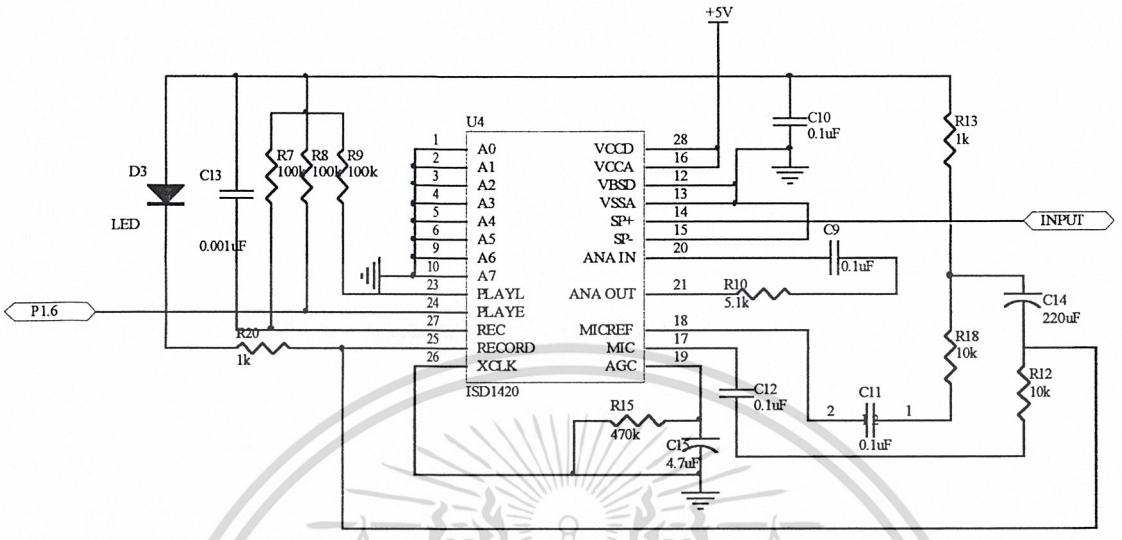
รูปที่ 4.14 แสดงผลการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณไม่ว่างโดยแสดงค่าความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.6 การทดลองวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ (Speech answer)

ขั้นตอนการทดลอง

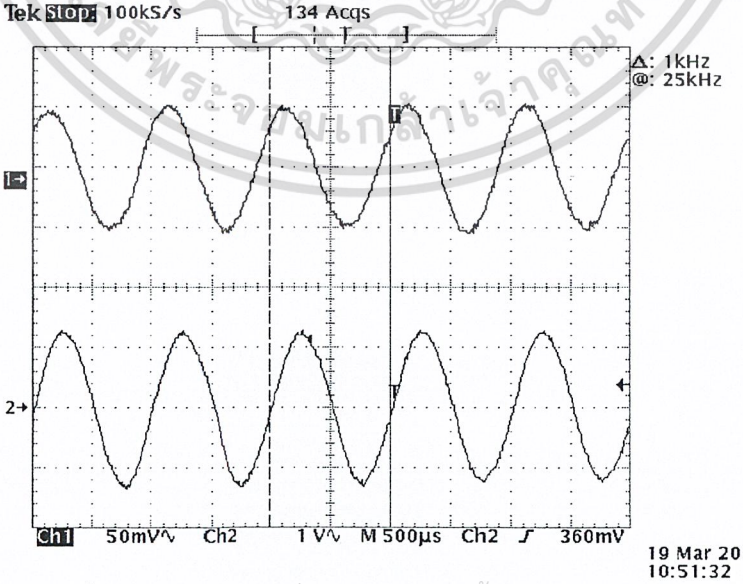
1.ทำการต่อวงจรสัญญาณเสียงตอบรับตามรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 วงจรสัญญาณเสียงตอบรับ (Speech answer)

2.ทำการต่อขา REC (ขา27) ลงกราวด์ เพื่อทำการบันทึกสัญญาณ (Record) โดยการป้อนสัญญาณรูปคลื่นซายน์ (sine wave) ความถี่ 1 KHz ขนาดแรงดัน 0.05 โวลท์ คร่อมระหว่างขา MIC (ขา17) และขา MICREF (ขา18)

3.ทำการต่อขา PLAYL(ขา23) ลงกราวด์ เพื่อทำการเล่น(Playback)สัญญาณที่ได้บันทึกไว้ จากนั้นทำการวัดสัญญาณคร่อมระหว่างขา 14 และขา 15 จะได้ผลการทดลองดังรูปที่ 4.16 โดย Ch.1 ของออสซิลโลสโคปคือสัญญาณอินพุทที่ทำการบันทึก ส่วน Ch.2 เป็นสัญญาณที่เอาท์พุทที่ได้จากการเล่นกลับ



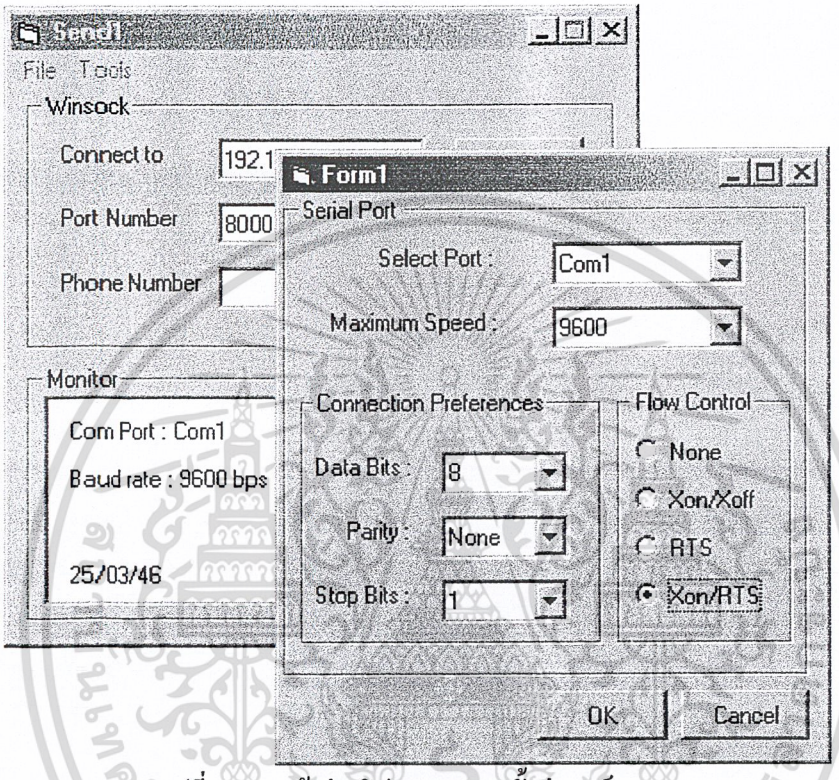
รูปที่ 4.16 แสดงผลการทดลองวงจรสัญญาณเสียงตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองส่วนของโปรแกรม

4.2.1 หน้าโปรแกรมการตั้งค่าพอร์ทอนุกรม

หลังจากที่เราได้เปิดโปรแกรมขึ้นมาแล้ว เราจะต้องทำการตั้งค่าคุณสมบัติของพอร์ทอนุกรมก่อน ซึ่งจะเป็นการกำหนดค่าต่างๆเกี่ยวกับการส่งข้อมูลทางผ่านทางพอร์ทอนุกรมให้ตรงกับค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลกันได้ถูกต้องโดยหน้าต่างโปรแกรม แสดงให้เห็นได้ดังรูป 4.17



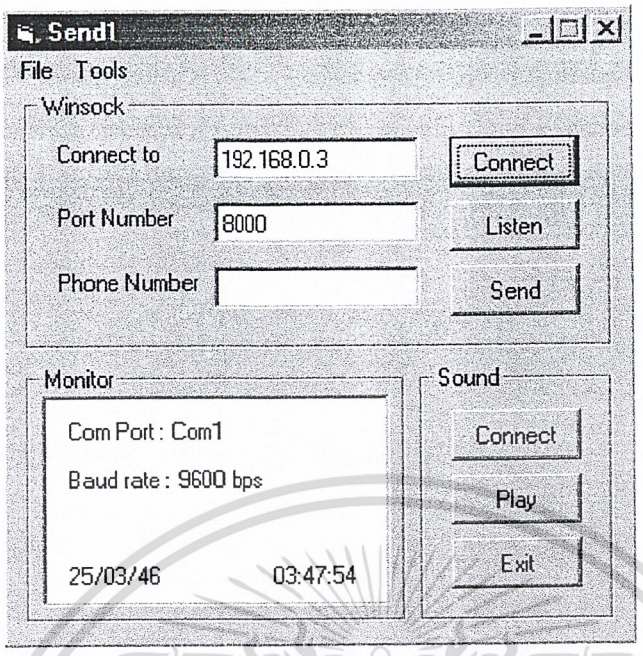
รูปที่ 4.17 หน้าต่างโปรแกรมการตั้งค่าพอร์ทอนุกรม

ในการทดลองนี้เราจะเลือกใช้พอร์ท Com 1 , ใช้อัตราการส่งข้อมูล 9600 Baud , Data Bit เท่ากับ 8 Bits , Stop Bits 1 Bits , Parity Bit ไม่ใช้ , Flow Control ไม่มี

4.2.2 หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมใช้งาน

หน้าโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมใช้งาน แสดงได้ดังรูปที่ 4.18 ซึ่งโปรแกรมที่ออกแบบนี้จะทำหน้าที่เป็นได้ทั้งโปรแกรมไคลเอ็นท์และโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์

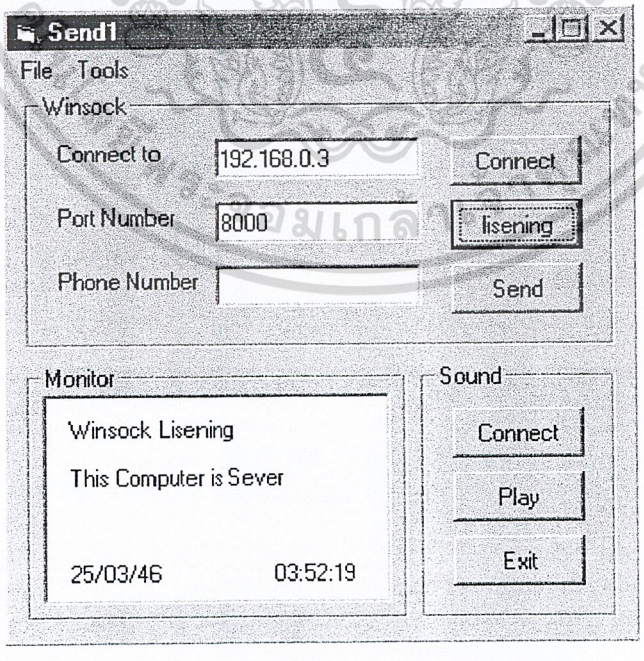
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 หน้าต่างโปรแกรมขณะเตรียมพร้อมใช้งาน

4.2.3 การทดลองโปรแกรมในส่วนของการส่งข้อมูลควบคุม

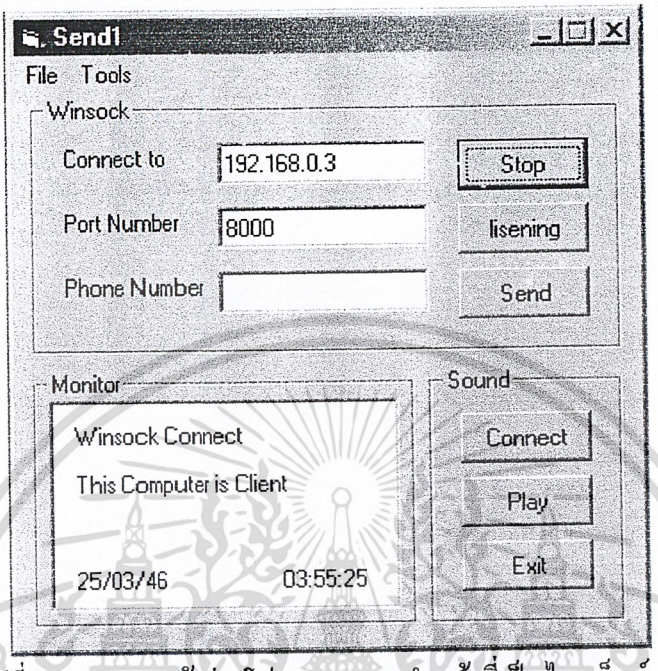
โดยในการใช้งานเริ่มต้นเราต้องทำการกำหนดก่อนว่าจะให้คอมพิวเตอร์ด้านใดเป็นไคลเอ็นท์และด้านใดเป็นเซิร์ฟเวอร์ โดยถ้าเครื่องใดทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์จะต้องทำการกดปุ่ม Listen เพื่อทำการรอการเรียกมาจากคอมพิวเตอร์ด้านไคลเอ็นท์ (สถานะ Listening) แล้วหน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรมจะแสดงสถานะว่า Winsock listening This computer is server เพื่อใช้บอกว่าขณะนี้โปรแกรมทำหน้าที่เป็น Server เพื่อรอการร้องขอจากไคลเอ็นท์



รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

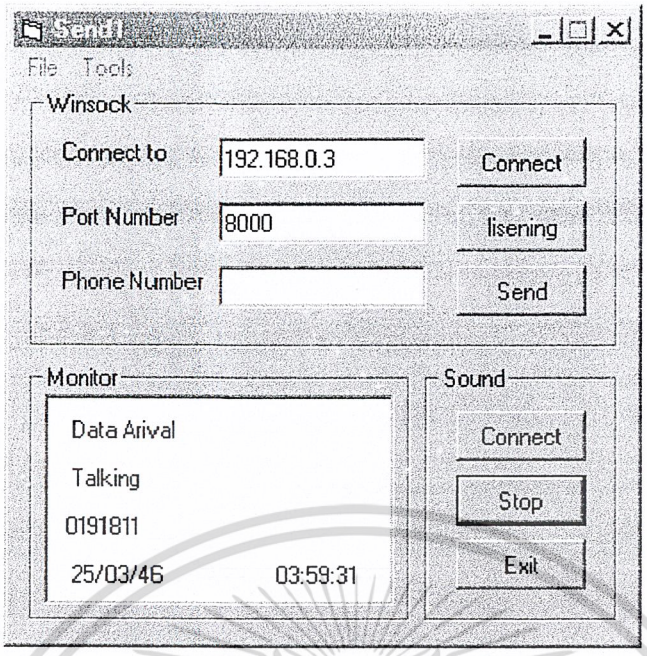
ส่วนคอมพิวเตอร์ทางด้านไคลเอ็นท์จะต้องทำการติดต่อไปยังคอมพิวเตอร์ทางด้านเซิร์ฟเวอร์โดยจะต้องทำการใส่หมายเลข IP Address และหมายเลขพอร์ทก่อน หลังจากนั้นจึงกดปุ่ม Connect หน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรมก็จะแสดงข้อความว่า Connected This computer is client แสดงว่าขณะนี้ได้ทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณควบคุมได้แล้ว



รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นท์

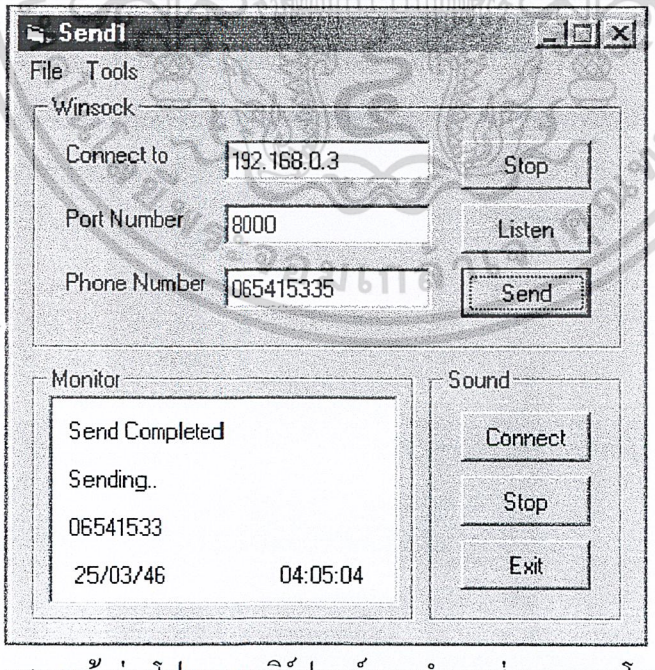
ในการทดลองเราจะทำการทดลองส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งสองด้าน โดยทำการป้อนหมายเลขโทรศัพท์ลงไปในช่องใส่หมายเลขโทรศัพท์ทางด้านโปรแกรมไคลเอ็นท์ จากนั้นกดปุ่ม Send ซึ่งหมายเลขนี้จะถูกส่งไปให้กับโปรแกรมทางด้านเซิร์ฟเวอร์และไปแสดงผลที่หน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ ดังแสดงในรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ขณะทำการรับหมายเลขโทรศัพท์มาจากโปรแกรมไคลเอ็นท์

จากนั้นเราก็ทำการป้อนหมายเลขโทรศัพท์ลงในช่องใส่หมายเลขโทรศัพท์ทางด้านโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นก็กดปุ่ม Send ซึ่งหมายเลขนี้ก็จะถูกส่งไปให้กับทางด้านโปรแกรมไคลเอ็นท์และที่หน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์จะแสดงผลว่า Sending ดังแสดงในรูปที่ 4.22

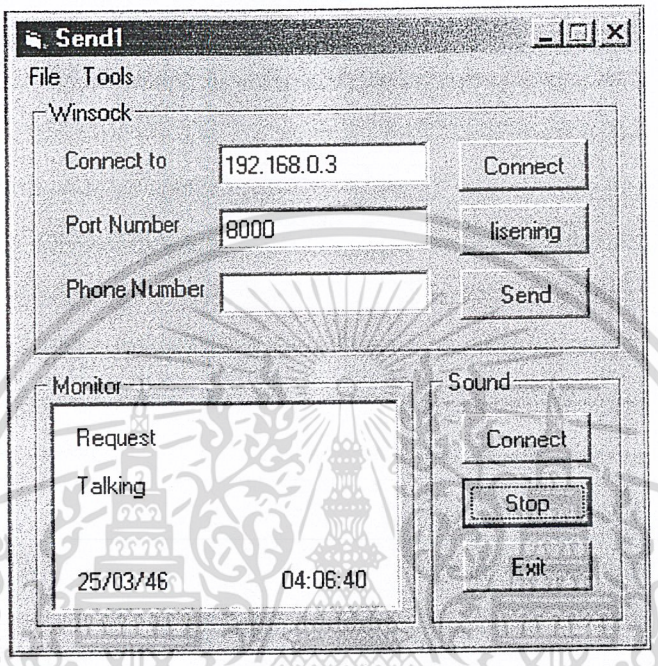


รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเซิร์ฟเวอร์ขณะทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังโปรแกรมไคลเอ็นท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดลองโปรแกรมในส่วนของการส่งข้อมูลเสียง

หลังจากที่เราได้ทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณควบคุมแล้ว จากนั้นเราก็ทำการเชื่อมต่อสัญญาณเสียง โดยทำการกดปุ่ม Connect และตามด้วยปุ่ม Play ที่อยู่บนเฟรมซาวด์ของโปรแกรมทั้งสองด้าน ซึ่งหน้าจอมอนิเตอร์ของโปรแกรมทั้งสองด้านจะแสดงข้อความว่า Talking ซึ่งแสดงว่าขณะนี้โปรแกรมได้ทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงและสามารถทำการส่งสัญญาณเสียงได้แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 หน้าต่างโปรแกรมขณะที่สามารถเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงและทำการส่งเสียงได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

จากผลการทดลองในโครงงานนี้ปรากฏว่าส่วนต่าง ๆ ของโครงงานทำงานได้อย่างเป็นที่น่าพอใจ ผู้ใช้สามารถสนทนากันได้เป็นอย่างดี แต่ก็มีบางส่วน ของโครงงานที่มีปัญหาทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ดังนี้ คือ

ด้านฮาร์ดแวร์

1.สัญญาณเสียงระหว่างคู่สนทนาค่อนข้างเบา เนื่องจากวงจรในส่วนภาคขยายเสียงสองทิศทางมีคุณภาพต่ำกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้ดังนั้นทางกลุ่มจึงได้ทำการแก้ไขโดยใช้วงจรขยายเสียงโทรศัพท์มาต่อเพิ่ม ซึ่งทำให้สัญญาณเสียงชัดเจนยิ่งขึ้น

2.ในกรณีที่คู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูไปแล้ว แต่อีกฝ่ายหนึ่งยังคงพูดอยู่จะทำให้สัญญาณเสียงนี้ไปรบกวนวงจรตรวจสอบสัญญาณความถี่เสียง (Check Tone) ทำให้ฮาร์ดแวร์ไม่ทำการวางสายลง

3.เกิดสัญญาณรบกวนจากคอมพิวเตอร์เข้ามารบกวนวงจรดีเทคสัญญาณต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์ ทำให้วงจรไม่สามารถดีเทคสัญญาณได้ดังนั้นทางกลุ่มจึงแก้ไขโดยทำการแยกกราวด์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับฮาร์ดแวร์โดยใช้หม้อแปลงแมทชิ่ง อิมพีแดนท์มาต่อทำให้วงจรดีเทคสัญญาณต่างๆ สามารถทำงานได้

ด้านซอฟท์แวร์

1.เกิดการหน่วงของสัญญาณเสียงบ้างแต่ก็พอยอมรับได้

2.โปรแกรมในส่วนของการส่งหมายเลขโทรศัพท์ไปยังปลายทางจะมีความล่าช้า ในกรณีที่ช่องสัญญาณเสียงได้ทำการเชื่อมต่ออยู่

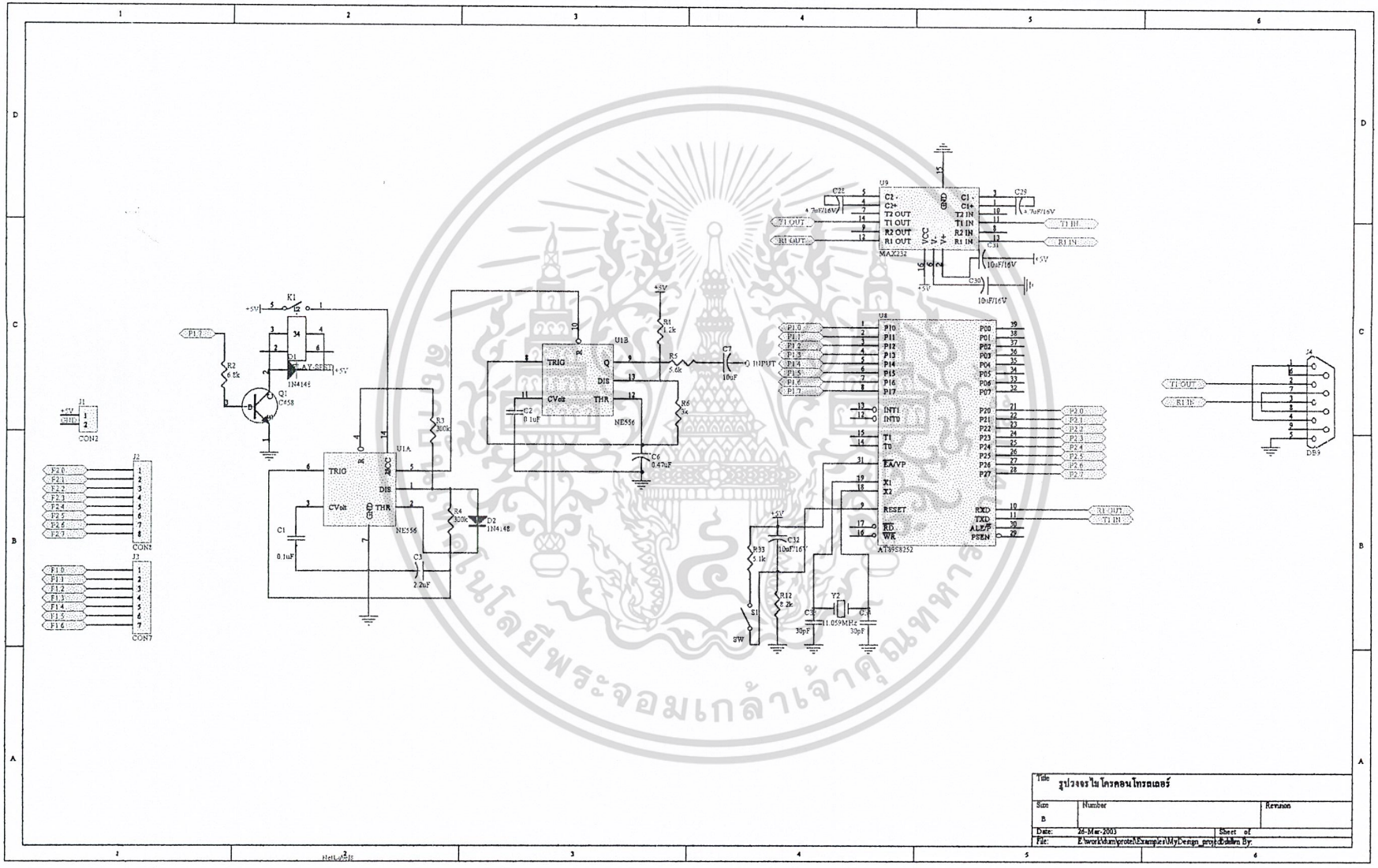
3.เมื่อทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณเสียงเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดการหน่วงของสัญญาณเสียงเพิ่มขึ้น เนื่องจากคอมพิวเตอร์ต้องทำงานตลอดเวลา

ส่วนแนวทางในการพัฒนาต่อไปควรจะให้คอมพิวเตอร์ทำงานให้น้อยลงกว่าเดิมเพื่อช่วยให้สามารถลดความหน่วงของสัญญาณเสียงลงอีก

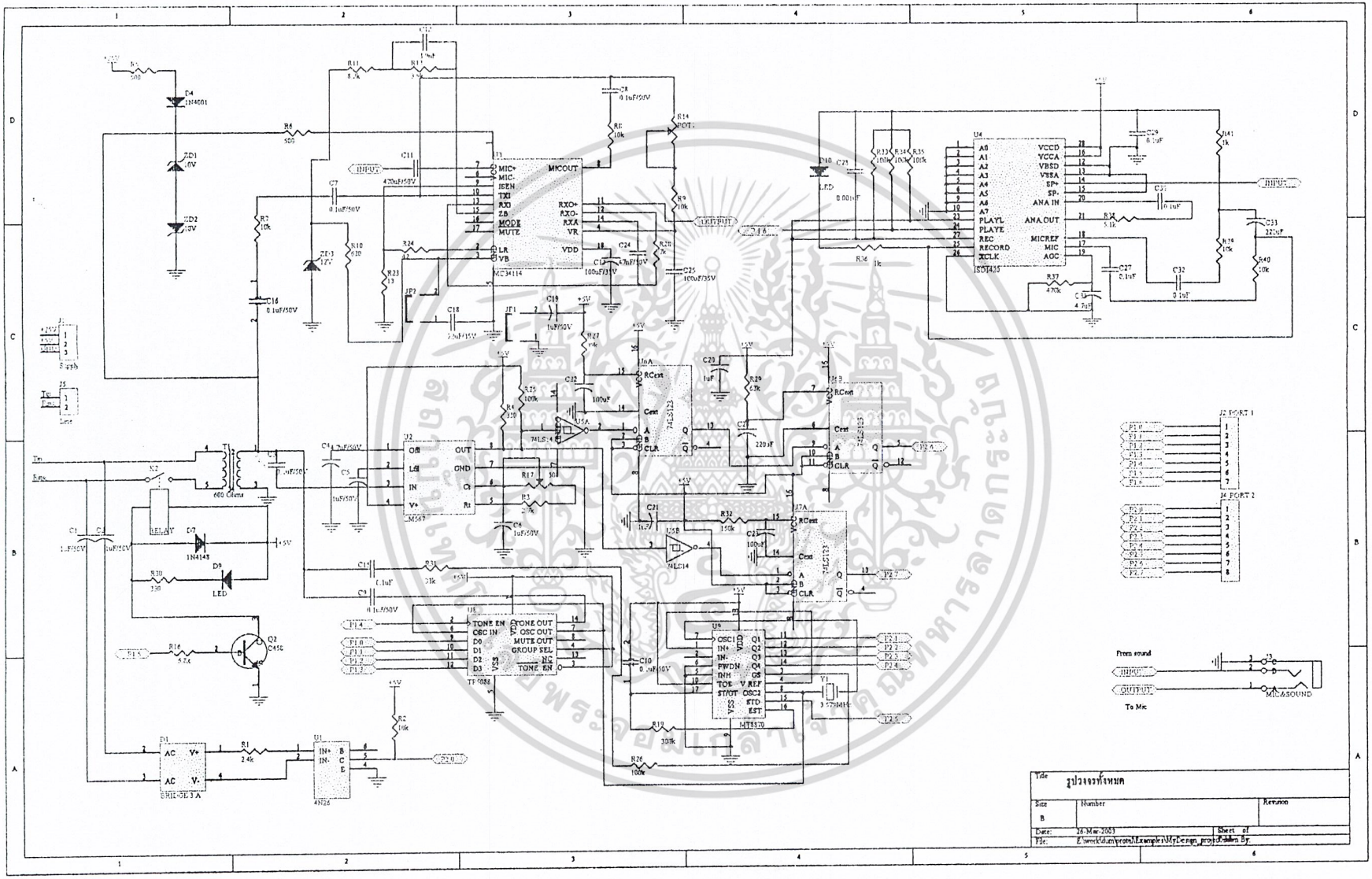
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title:	รูปวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	
Size: B	Number:	Revision:
Date: 26-Mar-2003	Sheet of	
File: E:\work\dan\protel\Examples\MyDesign_proj.ddb	Drawn By:	


MIC+
MIC-
IBEN
TXI
RXI
ZB
MODE
MUTE
LR
VB
MICOUT
RXO+
RXO-
RXA
VR
VDD
MC34114
INPUT
OUTPUT
ISD1420
A0
A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
PLAYL
PLAYE
REC
RECORD
XCLK
VCCD
VCCA
VBSD
VBSA
SP+
SP-
ANA IN
ANA OUT
MICREF
MIC
AGC
LM567
74LS14
74LS123
TONE EN
OSC IN
D0
D1
D2
D3
TONE OUT
OSC OUT
MUTE OUT
GROUP SEL
NC
TONE EN
HT9170
OSC1
IN+
IN-
FWDH
INH
TOE
ST/OT
OSC2
STD
EST
HT9570
From sound
To Mic
MIC&SOUND
J2 PORT 1
J4 PORT 2
Title
รูปวงจรทั้งหมด
Size
B
Number
Revision
Date:
26-Mar-2003
Sheet of
File:
E:\work\dsm\proto1\Example1\MyDesign_proj.ddb
Drawn By:

;โปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

```
;*********************************************************************
;DEFINE PORT&PIN NAME
;*********************************************************************
;Port output (PORT 1)
D0              BIT       P1.0                ;OUT BIT FROM #TP5088
D1              BIT       P1.1                ;OUT BIT FROM #TP5088
D2              BIT       P1.2                ;OUT BIT FROM #TP5088
D3              BIT       P1.3                ;OUT BIT FROM #TP5088
TE              BIT       P1.4                ;OUT BIT FROM #TP5088
HOOK_SW         BIT       P1.5                ;OUT BIT FROM #RELAY
PLAY            BIT       P1.6                ;OUT BIT FROM #1420
BUSY            BIT       P1.7                ;OUT BIT FROM #NE556
A6              BIT       P0.0                ;OUT BIT FROM #1420
PIN8            BIT       P0.1                ;OUT BIT FROM #LM567
;Port input (PORT 2)
RINGING         BIT       P2.0                ;IN BIT FROM #4N26
Q1              BIT       P2.1                ;IN BIT FROM #MT8870
Q2              BIT       P2.2                ;IN BIT FROM #MT8870
Q3              BIT       P2.3                ;IN BIT FROM #MT8870
Q4              BIT       P2.4                ;IN BIT FROM #MT8870
STD             BIT       P2.5                ;IN BIT FROM #MT8870
CHK_TONE1       BIT       P2.6                ;IN BIT FROM #74LS123
CHK_TONE2       BIT       P2.7                ;IN BIT FROM #74LS123
;*********************************************************************
            ORG  0000H
            MOV  PCON,#00H              ;INITIAL SERIAL PORT
            MOV  SCON,#50H              ;SCON MODE 1,REN=1
            MOV  TMOD,#20H              ;TIMER 1 MODE 2
            MOV  TH1,#0FDH              ;Baud rate  9600
            SETB TR1
            CLR  RI
            CLR  TI
INITIAL:    ACALL DELAY100mS
            MOV  P0,#00H                ;CLEAR PORT OUT
            MOV  P1,#00H                ;CLEAR PORT OUT
            MOV  P2,#0FFH               ;SET PORT IN
            SETB PLAY
            CLR BUSY
            LCALL DELAY100mS
MAIN:       ACALL TX_SERVICE
M1:         ACALL RX_SERVICE
            SJMP MAIN
TX_SERVICE:   JB   RINGING,M1           ;CHECK RINGING BY #4N26
              JB   RINGING,M1
              ACALL RELAYON             ;HAND ON
              ACALL CHK_ANSWER1         ;1420
              ACALL CHK_DTMF
              CLR RI
C31:          MOV R7,#03H
TT:           JNB PIN8,$
              ACALL DELAY10
              ACALL DELAY9
              JB PIN8,NO1
              ACALL DELAY10
              DJNZ R7,TT
              LJMP NO
;C30:         ACALL DELAY50mS
;B            CHK_TONE1,NO1              ;SPEECH
NO1:          JB   RI,RECEIVER          ;WAIT PC SEND VALUE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                AJMP C31
RECEIVER:       ACALL RBYTE
                CJNE A,#'B',FF
FF:             ACALL GEN_BUSY
                LJMP NO                 ;HAND OFF
RX_SERVICE:     JNB  RI,MAIN            ;CHECK START FROM COMPUTE
                LCALL STORE
                ACALL RELAYON
                ACALL DIAL_DTMF         ;DIAL NUMBER
                ACALL DELAY1
                JNB CHK TONE2,$
                JB  CHK_TONE2,$
                LCALL CHK_BUSY
                LJMP NO
GEN_BUSY:       CLR BUSY
                ACALL DELAY100mS        ;GENERATE BUSY
                SETB  BUSY
                ACALL DELAY1
                CLR BUSY
                RET
RBYTE:          JNB  RI,$               ;WAIT DATA FROM COMPUTER
                CLR  RI
                MOV  A,SBUF
                RET
SBYTE:          MOV  SBUF,A             ;SEND DATA TO COMPUTER
                JNB  TI,$
                CLR  TI
                ACALL DELAY
                RET
DELAY:          MOV  R7,#15H
L2:             MOV  R6,#0FFH
L1:             DJNZ R6,L1
                DJNZ R7,L2
                RET
DELAY10:        MOV R0,#02H
DELAY0:         MOV R1,#0FFH
DELAY1:         MOV R2,#0FFH
DELAY2:         DJNZ R2,DELAY2
                DJNZ R1,DELAY1
                DJNZ R0,DELAY0
                RET
DELAY9:         MOV R0,#01H
DELAY3:         MOV R1,#026H
DELAY4:         MOV R2,#0F0H
DELAY5:         DJNZ R2,DELAY5
                DJNZ R1,DELAY4
                DJNZ R0,DELAY3
                RET
RELAYON:        ACALL DELAY
                SETB HOOK_SW                ;SET RELAY ON
                ACALL DELAY
                RET

CHK_ANSWER1:     SETB A6
                 ACALL DELAY100mS
                 CLR A6
                 SETB PLAY
                 ACALL DELAY
                 CLR PLAY
                 ACALL DELAY100mS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    SETB PLAY
;A6 = 0
                    ACALL DELAY100mS
;PLAY = 1
                    RET

CHK_ANSWER2:        CLR A6
                    ACALL DELAY100mS
                    SETB A6
                    SETB PLAY
                    ACALL DELAY100mS
                    CLR  PLAY
                    ACALL DELAY100mS
                    SETB PLAY
                    ACALL DELAY100mS
                    RET
RELAYOFF:           CLR  HOOK_SW                ;SET RELAY OFF
                    SETB PLAY
                    RET
NO:                 ACALL RELAYOFF
                    LJMP INITIAL

;*********************************************************************
;      CHECK DTMF BY #MT8870 & SEND TELEPHONE NUMBER TO COMPUTER
;*********************************************************************

CHK_DTMF:            MOV  R0,#09H               ;TELEPHONE 9 NUMBER
MT1:                 MOV  P2,#0FFH              ;SET PORT IN
                     JB   STD,$
                     MOV  R1,#96H
MT2:                 JNB   STD,$
                     ACALL  SEND_NUMBER
                     ACALL DELAY10
                     DJNZ R1,MT2
                     LJMP NO
SEND_NUMBER:         SETB PLAY
                     CLR  A6
                     MOV  A,P2
                     ANL  A,#00011110B          ;P2.1=Q1
,P2.2=Q2,P2.3=Q3,P2.4=Q4
                     ACALL NUMBER
                     DJNZ R0,MT1
                     RET
DELAY100mS:          MOV  R2,#28H
D100:                ACALL DELAY50mS
                     DJNZ R2,D100
                     RET
DELAY50mS:           MOV  R7,#0AH
LMO2:                MOV  R6,#73H
LMO1:                DJNZ R6,LMO1
                     DJNZ R7,LMO2
                     RET
NUMBER:              CJNE A,#00010110B,N        ;IF NUMBER *
                     ACALL  CHK_ANSWER2
                     INC R0
                     RET
N:                   CJNE A,#00011000B,N0       ;IF NUMBER #
                     ACALL CHK_ANSWER2
                     INC R0
                     RET
N0:                  CJNE A,#00010100B,N1       ;IF NUMBER 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV  A,#'0'
                ACALL SBYTE
                RET
N1:             CJNE A,#00000010B,N2        ;IF NUMBER 1
                MOV  A,#'1'
                ACALL SBYTE
                RET
N2:             CJNE A,#00000100B,N3        ;IF NUMBER 2
                MOV  A,#'2'
                ACALL SBYTE
                RET
N3:             CJNE A,#00000110B,N4        ;IF NUMBER 3
                MOV  A,#'3'
                ACALL SBYTE
                RET
N4:             CJNE A,#00001000B,N5        ;IF NUMBER 4
                MOV  A,#'4'
                ACALL SBYTE
                RET
N5:             CJNE A,#00001010B,N6        ;IF NUMBER 5
                MOV  A,#'5'
                ACALL SBYTE
                RET
N6:             CJNE A,#00001100B,N7        ;IF NUMBER 6
                MOV  A,#'6'
                ACALL SBYTE
                RET
N7:             CJNE A,#00001110B,N8        ;IF NUMBER 7
                MOV  A,#'7'
                ACALL SBYTE
                RET
                RET
N8:             CJNE A,#00010000B,N9        ;IF NUMBER 8
                MOV  A,#'8'
                ACALL SBYTE
                RET
                RET
N9:             CJNE A,#00010010B,N10       ;IF NUMBER 9
                MOV  A,#'9'
                ACALL SBYTE
                RET
                RET
N10:            ACALL  CHK_ANSWER2
                INC R0
                RET

;*********************************************************************
                          ;DIAL DTMF FROM #TP5088
;*********************************************************************

STORE:          ACALL RBYTE                 ;STORE TELEPOHE 9
NUMBER          MOV  31H,A                  ;ADDRESS 31H-39H
                ACALL RBYTE
                MOV  32H,A
                ACALL RBYTE
                MOV  33H,A
                ACALL RBYTE
                MOV  34H,A
                ACALL RBYTE
                MOV  35H,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL RBYTE
                MOV  36H,A
                ACALL RBYTE
                MOV  37H,A
                ACALL RBYTE
                MOV  38H,A
                ACALL RBYTE
                MOV  39H,A
                RET
DIAL_DTMF:      MOV  A,31H              ;DIAL TELEPHONE
                ACALL DIAL
                MOV  A,32H
                ACALL DIAL
                MOV  A,33H
                ACALL DIAL
                MOV  A,34H
                ACALL DIAL
                MOV  A,35H
                ACALL DIAL
                MOV  A,36H
                ACALL DIAL
                MOV  A,37H
                ACALL DIAL
                MOV  A,38H
                ACALL DIAL
                MOV  A,39H
                ACALL DIAL
                RET
DIAL:           CJNE A,#'0',N01          ;IF 0 DIAL
                ACALL DIAL0
                RET
N01:            CJNE A,#'1',N02          ;IF 1 DIAL
                ACALL DIAL1
                RET
N02:            CJNE A,#'2',N03          ;IF 2 DIAL
                ACALL DIAL2
                RET
N03:            CJNE A,#'3',N04          ;IF 3 DIAL
                ACALL DIAL3
                RET
N04:            CJNE A,#'4',N05          ;IF 4 DIAL
                ACALL DIAL4
                RET
N05:            CJNE A,#'5',N06          ;IF 5 DIAL
                ACALL DIAL5
                RET
N06:            CJNE A,#'6',N07          ;IF 6 DIAL
                ACALL DIAL6
                RET
N07:            CJNE A,#'7',N08          ;IF 7 DIAL
                ACALL DIAL7
                RET
N08:            CJNE A,#'8',N09          ;IF 8 DIAL
                ACALL DIAL8
                RET
N09:            CJNE A,#'9',CANCEL       ;IF 9 DIAL
                ACALL DIAL9
                RET                      ;RETURN TO MAIN
CANCEL:         LJMP NO
TONEHOLDING:    MOV  R7,#03H             ;TONE HOLDING PERIOD LOOP
DL3:            MOV  R6,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DL2:            MOV  R5,#0FFH
DL1:            DJNZ R5,DL1
                DJNZ R6,DL2
                DJNZ R7,DL3
                RET

DIAL0:          MOV  P1,#00101010B          ;HOOK_SW=P1.5 NUMBER
P1.0=D0,P1.1=D1,P1.2=D2,P1.3=D3
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL1:          MOV  P1,#00100001B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL2:          MOV  P1,#00100010B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL3:          MOV  P1,#00100011B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL4:          MOV  P1,#00100100B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL5:          MOV  P1,#00100101B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL6:          MOV  P1,#00100110B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL7:          MOV  P1,#00100111B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET
DIAL8:          MOV  P1,#00101000B
                SETB TE                     ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                     ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
DIAL9:          MOV  P1,#00101001B
                SETB TE                         ;SET TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                CLR  TE                         ;CLEAR TONE ENABLE
                ACALL TONEHOLDING
                RET


;*********************************************************************
;CHECK BUSY TONE BY #LM567
;*********************************************************************
CHK_BUSY:       LCALL DELAY100mS                ;CHK_TONE2=P2.7
                JB  CHK_TONE1,$
                JNB CHK_TONE2,$
                MOV A,#'B'
                ACALL SBYTE
                RET
                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'-----------------------------------------------------------------
'Send1.frm
'-----------------------------------------------------------------
Public Waitingtime As Variant
Public User_Request As Boolean, Voice_connect
Option Explicit
#If Win32 Then
Private Declare Function sndPlaySoundA Lib "WinMM" (ByVal SoundName
As String, ByVal Flags As Integer) As Integer
#Else
Private Declare Function sndPlaySound Lib "WinSystem" (ByVal
SoundName As String, ByVal Flags As Integer) As Integer
#End If
Public CLOSINGAPPLICATION As Boolean
Public wStream As Object

'-----------------------------------------------------------------
Private Sub Form_Load()
On Error GoTo error1
      If Winsock1.State <> sckClosed Then Winsock1.Close
            CLOSINGAPPLICATION = False
            Call Create_Selectwave
            Sconnectsound.Enabled = (ConnectionList.Text ="")
            Call Set_Comport("Com1", 9600, 1)
            Exit Sub
error1:
       If Err = 0 Then Exit Sub
            MsgBox "Error Number: " & Err & "  " & Error, vbOKOnly
End Sub
'-----------------------------------------------------------------
Private Sub Command1_Click()
On Error GoTo error1
      If Command1.Caption <> "lisening" Then
            Winsock1.LocalPort = InsertPort.Text
            Command1.Caption = "lisening"
            Winsock1.Listen
            Monitor1.Caption = " Winsock Lisening"
            Monitor2.Caption = " This Computer is Sever"
            Exit Sub
      End If
      If Command1.Caption <> "lisen" Then
             Winsock1.Close
             Winsock1.LocalPort = InsertPort.Text
             Command1.Caption = "lisen"
             Monitor1.Caption = " Winsock Stanby"
             Monitor2.Caption = ""
             Exit Sub
      End If

error1:
      If Err = 0 Then Exit Sub
      If Sconnectsound.Caption = "Stop" Then
         MsgBox " Press Stop botton ", vbOKOnly, " Error "
         Exit Sub
      End If
         MsgBox "Enter Port Number ", vbOKOnly, " Error "
End Sub
'-----------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Play_Click()
  If Play.Caption <> "Stop" And VoIP.Voice_connect = True Then
         Play.Caption = "Stop"
         Call Option1_GotFocus
         Exit Sub
  End If
  If Play.Caption <> "Play" And VoIP.Voice_connect = True Then
         Play.Caption = "Play"
         wStream.recording = False
         Exit Sub
  End If
         Client_Send = False
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub Command3_Click()
    End
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub mnuConnect_Click()
    Call Sconnect_Click
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub mnuExit_Click()
    End
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub mnuPortsettings_Click()
    Portsettings.Show
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub Sconnect_Click()
    On Error GoTo error1
    If Sconnect.Caption = "Stop" Then
         Sconnect.Caption = "Connect"
      If Winsock1.State <> sckClosed Then Winsock1.Close
         Monitor1.Caption = " Winsock Close"
         Monitor2.Caption = ""
      End If
         Monitor1.Caption = " Winsock Close"
         Monitor2.Caption = ""
    Exit Sub
    End If
    If Sconnect.Caption = "Connect" Then
       If Winsock1.State <> sckClosed Then Winsock1.Close
            Sconnect.Caption = "Stop"
            Winsock1.RemoteHost = InsertIP.Text
            Winsock1.RemotePort = InsertPort.Text
            Winsock1.Connect
            Monitor1.Caption = " Winsock Connect"
            Monitor2.Caption = " This Computer is Client"
            Exit Sub
    End If
error1:
         If Err = 0 Then Exit Sub
         If InsertIP.Text = "" Then
           MsgBox "Enter IP and Port Number ", vbOKOnly, " Error "
           Exit Sub
         End If
         If InsertPort.Text = "" Then
           MsgBox "Enter IP and Port Number ", vbOKOnly, " Error "
           Exit Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            End If
    MsgBox "Error Number: " & Err & "   " & Error, vbOKOnly, " Error "
End Sub
'---------------------------------------------------------------------
Private Sub Sconnectsound_Click()
    Dim rc As Long
    Dim Idx As Long
    Dim LocalPort As Long
    Dim RemotePort As Long
    If Sconnectsound.Caption <> "Connect" Then
          Call ConnectionList DblClick
          Exit Sub
    End If
    Idx = InstanceTCP(TCPSocket)
    If (Idx > 0) Then
    Sconnectsound.Enabled = False
    ConnectionList.Enabled = False
    On Error Resume Next
    If Not Connect(TCPSocket(Idx), InsertIP.Text, VOICEPORT) Then
         Unload TCPSocket(Idx)
    End If
         ConnectionList.Enabled = True
         Sconnectsound.Enabled = True
    End If
End Sub

'---------------------------------------------------------------------
Private Sub Timer1_Timer()
    Label2.Caption = Format(Now, " hh:mm:ss")
    Label3.Caption = Format(Now, " dd/mm/yy ")
End Sub
'---------------------------------------------------------------------

Private Sub Option1_GotFocus()
    Dim rc As Long
    If (Not wStream.Playing And _Not wStream.recording And _
          wStream.RecDeviceFree And _wStream.PlayDeviceFree) Then
             wStream.recording = True
             Monitor2.Caption = " Talking "
             rc = wStream.RecordWave(Me.hWnd, TCPSocket)
             Monitor2.Caption = " Talk "
          If Not wStream.Playing And _wStream.PlayDeviceFree And _
                wStream.RecDeviceFree Then
                Call cmdTalk_Click
          End If
    End If
End Sub
'---------------------------------------------------------------------
Public Function Set_Comport(ByVal ComPort As String, Speed As String,
Handchecking As Integer)
On Error GoTo error1
 If VoIP.MSComm1.PortOpen = True Then VoIP.MSComm1.PortOpen = False
 If ComPort = "Com1" Then MSComm1.CommPort = 1
 If ComPort = "Com2" Then MSComm1.CommPort = 2
 If Speed = "1200" Then MSComm1.Settings = "1200 , N, 8, 1"
 If Speed = "2400" Then MSComm1.Settings = "2400 , N, 8, 1"
 If Speed = "4800" Then MSComm1.Settings = "4800,N,8,1"
 If Speed = "9600" Then MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
 If Speed = "19200" Then MSComm1.Settings = "19200,N,8,1"
 If Speed = "38400" Then MSComm1.Settings = "38400,N,8,1"
 If Speed = "57600" Then MSComm1.Settings = "57600,N,8,1"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 If Speed = "115200" Then MSComm1.Settings = "115200,N,8,1"
 If Handchecking = 1 Then MSComm1.Handshaking = comNone
 If Handchecking = 2 Then MSComm1.Handshaking = comXOnXoff
 If Handchecking = 3 Then MSComm1.Handshaking = comRTS
 If Handchecking = 4 Then MSComm1.Handshaking = comRTSXOnXOff
       VoIP.MSComm1.RThreshold = 1
       MSComm1.InputLen = 1
 If VoIP.MSComm1.PortOpen = False Then VoIP.MSComm1.PortOpen = True
       Monitor1.Caption = " Com Port : Com" & MSComm1.CommPort
       Monitor2.Caption = " Baud rate : " & Speed & " bps"
error1:

 If Err = 0 Then Exit Function
       MsgBox "Error Number: " & Err & "  " & Error, vbOKOnly
             If Err = 8005 Then
                   MsgBox Error, vbOKOnly
                   Exit Function
             End If
End Function
'-------------------------------------------------------------
Public Sub connectionlist_Click()
    Sconnectsound.Enabled = True
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Public Sub ConnectionList_DblClick()
    Dim MemberID As String
    Dim Idx As Long
    If (ConnectionList.Text = "") Then Exit Sub
    MemberID = ConnectionList.List(ConnectionList.ListIndex)
    Call GetIdxFromMemberID(TCPSocket, MemberID, Idx)
    Call RemoveConnectionFromList(TCPSocket(Idx), ConnectionList)
    Call Disconnect(TCPSocket(Idx))
    Unload TCPSocket(Idx)
    Sconnectsound.Enabled = (ConnectionList.Text <> "")
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Public Function Create_Selectwave()
On Error GoTo error1
    Set wStream = CreateObject("WaveStreaming.WaveStream")
    Call wStream.InitACMCodec(WAVE_FORMAT_PCM, TIMESLICE)
    Call Listen(VoIP.TCPSocket(0))
error1:
    If Err = 0 Then Exit Function
        MsgBox "Error Number: " & Err & " " & Error, vbOKOnly
End Function
'-------------------------------------------------------------
Private Sub TCPSocket_Close(Index As Integer)
    Voice_connect = False
    Call RemoveConnectionFromList(TCPSocket(Index), ConnectionList)
    Call Disconnect(TCPSocket(Index))
    Sconnectsound.Enabled = (ConnectionList.Text = "")
    Unload TCPSocket(Index)
End Sub
'-------------------------------------------------------------

'-------------------------------------------------------------
Private Sub TCPSocket_Connect(Index As Integer)
     Voice_connect = True 'Flage Voice Open
     Call AddConnectionToList(TCPSocket(Index), ConnectionList)
     Monitor2.Caption = " Talk "
     Sconnectsound.Enabled = (ConnectionList.Text <> "")
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub
'-------------------------------------------------------------

'-------------------------------------------------------------
Private Sub TCPSocket_ConnectionRequest(Index As Integer, ByVal
requestID As Long)
      Dim rc As Long
      Dim Idx As Long
      Dim RemHost As String
      If (TCPSocket(Index).RemoteHost <> "") Then
         RemHost = UCase(TCPSocket(Index).RemoteHost)
       Else
         RemHost = UCase(TCPSocket(Index).RemoteHostIP)
      End If
      Idx = InstanceTCP(TCPSocket)
      If (Idx > 0) Then
      TCPSocket(Idx).LocalPort = 0 port to 0
      Call TCPSocket(Idx).Accept(requestID)
      Call AddConnectionToList(TCPSocket(Idx),ConnectionList)
      Monitor2.Caption = " Talk "
      Sconnectsound.Enabled = (ConnectionList.Text <> "")
      End If
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Private Sub TCPSocket_Error(Index As Integer, ByVal Number As
Integer, Description As String, ByVal Scode As Long, ByVal Source As
String, ByVal HelpFile As String, ByVal HelpContext As Long,
CancelDisplay As Boolean)
TCPSocket(Index).Close
    Debug.Print "TCPSocket_Error: Number:", Number
    Debug.Print "TCPSocket_Error: Scode:", Hex(Scode)
    Debug.Print "TCPSocket_Error: Source:", Source
    Debug.Print "TCPSocket_Error: HelpFile:", HelpFile
    Debug.Print "TCPSocket_Error: HelpContext:", HelpContext
    Debug.Print "TCPSocket_Error: Description:", Description
    Call DebugSocket(TCPSocket(Index))
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Private Sub Winsock1_Close()
     Monitor1.Caption = " Closed "
     Winsock1.Close
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Private Sub Winsock1_Connect()
     Monitor1.Caption = " Connected "
     Winsock1.SendData "A" & Winsock1.LocalIP
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Private Sub Winsock1_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)
     Monitor1.Caption = " Request "
     If Winsock1.State <> sckClosed Then Winsock1.Close
        Winsock1.Accept requestID
End Sub
'-------------------------------------------------------------
Private Sub Winsock1_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
      Dim strData As String, Header
      Monitor1.Caption = " Data Arrival "
      Winsock1.GetData strData
      Header = Left(strData, 1)
      Call Decide_Receive(Header, strData)
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'-------------------------------------------------------------------
Private Sub Winsock1_Error(ByVal Number As Integer, Description As
String, ByVal Scode As Long, ByVal Source As String, ByVal HelpFile
As String, ByVal HelpContext As Long, CancelDisplay As Boolean)
    If Err = 0 Then Exit Sub
       Monitor1.Caption = " Error "
       Winsock1.Close
       MsgBox "Error Number: " & Err & " " & Error, vbOKOnly
End Sub
'-------------------------------------------------------------------
Private Sub Winsock1_SendComplete()
    Monitor1.Caption = "Send Completed "
    Monitor2.Caption = "Sending.."
Exit Sub
    If Count_Send = 9 Then
        Monitor1.Caption = "Send Complete"
        wStream.recording = False
        Call Delay_Time(0.5)
        Call Play_sound
        Exit Sub
     End If
End Sub
'-------------------------------------------------------------------
Public Function Stop_sound()
   If Play.Caption = "Play" Then
     If Voice_connect = False Then Call Sconnect_button_Click
     Exit Function
   End If
     Call Play_Click
End Function
'-------------------------------------------------------------------
Public Function Play_sound()
    If Play.Caption = "Stop" Then
       Exit Function
    End If
    If Play.Caption = "Play" Then
       Call Play_Click
    End If
End Function
'-------------------------------------------------------------------
Public Function Delay_Time(T As Long)
     Dim Dummy As Long
     Dummy = 0
     Do While Dummy < T * 100000
           Dummy = Dummy + 1
           DoEvents
     Loop
End Function
'-------------------------------------------------------------------
Private Sub MSComm1_OnComm()
      Dim Buffer As Variant
      Select Case MSComm1.CommEvent
      Case CommEvRecieve
      MSComm1.Input = Buffer
      If Buffer = "B" Then
      End If
      Telnum = Telnum & Buffer
      Monitor2.Caption = Telnum
End Sub
'-------------------------------------------------------------------
Sub TelnumRecieve()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MSComm1.Output = Telnum
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
```

```
'-----------------------------------------------------------------------
'Properties.frm
'-----------------------------------------------------------------------
Public Function Seleced_Comport()
          Dim ComPort As String
          Dim Speed As String
          Dim Handchecking As Integer
        If Select_Port.Text = "Com1" Then ComPort = "Com1"
        If Select_Port.Text = "Com2" Then ComPort = "Com2"
        If Maximum_Speed.Text = "1200" Then Speed = "1200"
        If Maximum_Speed.Text = "2400" Then Speed = "2400"
        If Maximum_Speed.Text = "4800" Then Speed = "4800"
        If Maximum_Speed.Text = "9600" Then Speed = "9600"
        If Maximum_Speed.Text = "19200" Then Speed = "19200"
        If Maximum_Speed.Text = "38400" Then Speed = "38400"
        If Maximum_Speed.Text = "57600" Then Speed = "57600"
        If Maximum_Speed.Text = "115200" Then Speed = "115200"
        If None.Value = True Then Handchecking = 1
        If Xon_Xoff.Value = True Then Handchecking = 2
        If RTS.Value = True Then Handchecking = 3
        If Xon_RTS.Value Then Handchecking = 4
           Call VoIP.Set_Comport(ComPort, Speed, Handchecking)
End Function
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub Cancel_Click()
 Portsettings.Hide
 If VoIP.MSComm1.PortOpen = False Then VoIP.MSComm1.PortOpen = True
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
Private Sub OK_Click()
             Call Seleced_Comport
             Portsettings.Hide
End Sub
'-----------------------------------------------------------------------
```

```
'-----------------------------------------------------------------------
'Chat_Defs.bas
'-----------------------------------------------------------------------
Option Explicit
Public Const WAVE_FORMAT_PCM = &H1
Public Const WAVE_FORMAT_ADPCM = &H11
Public Const WAVE_FORMAT_IMA_ADPCM = &H11
Public Const WAVE_FORMAT_DVI_ADPCM = &H11
Public Const WAVE_FORMAT_DSPGROUP_TRUESPEECH = &H22
Public Const WAVE_FORMAT_GSM610 = &H31
Public Const WAVE_FORMAT_MSN_AUDIO = &H32
Public Const TIMESLICE = 0.2
Public Const NoOfRings = 1 'Number Of Times In/Out Bound Calls Ring...
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Public Const phoneHungUp = 3
Public Const phoneRingIng = 2
Public Const phoneAnswered = 1
Public Const mikeNO = 6
Public Const mikeOFF = 7
Public Const mikeON = 8
Public Const speakNO = 9
Public Const speakOFF = 10
Public Const speakON = 11

Public Const RingInId = 101
Public Const RingOutId = 102
Public Const tbCALL = 2
Public Const tbHANGUP = 3
Public Const tbAUTOANSWER = 5

'== flag values for wFlags parameter
==================================
Public Const SND_SYNC = &H0 (default)
Public Const SND_ASYNC = &H1
Public Const SND_NODEFAULT = &H2
Public Const SND_MEMORY = &H4
Public Const SND_LOOP = &H8
Public Const SND_NOSTOP = &H10

'== MCI Wave API Declarations
================================================
Declare Function sndPlaySound Lib "winmm.dll" Alias "sndPlaySoundA"
(ByVal SoundData As Any, ByVal uFlags As Long) As Long
```

```
'-----------------------------------------------------------------------
'Chat_Functions.bas
'-----------------------------------------------------------------------

Option Explicit
Public Sub InitServerList(ServerList As ComboBox)
                    ' Populate Server List Box...
   ServerList.AddItem "161.246.18.91"
   ServerList.AddItem "161.246.18.92"
    ServerList.AddItem "192.168.0.54"
End Sub

'-----------------------------------------------------------------
Public Sub DebugSocket(TCPSocket As Winsock)
Debug.Print "TCPSocket.RemoteHost", TCPSocket.RemoteHost
    Debug.Print "TCPSocket.RemoteHostIP", TCPSocket.RemoteHostIP
    Debug.Print "TCPSocket.RemotePort", TCPSocket.RemotePort
    Debug.Print "TCPSocket.LocalHostName", TCPSocket.LocalHostName
    Debug.Print "TCPSocket.LocalIP", TCPSocket.LocalIP
    Debug.Print "TCPSocket.LocalPort", TCPSocket.LocalPort
    Debug.Print "TCPSocket.State", TCPSocket.State
    Debug.Print
End Sub
'-----------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'---------------------------------------------------------------------
Public Sub ResPlaySound(ResourceId As Long)
    Dim sndBuff As String
    sndBuff = StrConv(LoadResData(ResourceId, "WAVE"), vbUnicode)
    Call sndPlaySound(sndBuff, SND_SYNC Or SND_MEMORY)
End Sub
'---------------------------------------------------------------------

'---------------------------------------------------------------
Public Sub AddConnectionToList(Socket As Winsock, ConnList As
ListBox)
' Adds A Connection Reference To A ListBox - [(Server)(LocalPort)
(RemotePort)]
       Dim MemberID As String      ' Connection Reference Variable
       MemberID = Socket.RemoteHostIP & "  [" &
              Format(Socket.RemotePort, "0") & "] - [" &
              Format(Socket.LocalPort, "0") & "]"

    ConnList.AddItem MemberID      ' Add New Member To List
    ConnList.ItemData(ConnList.NewIndex) = Socket.Index
End Sub
'---------------------------------------------------------------

'---------------------------------------------------------------
Public Sub RemoveConnectionFromList(Socket As Winsock, ConnList As
ListBox)
    Dim Conn As Long            ' Connection Array Element Variable
    Dim MemberID As String      ' Connection Reference Variable
    MemberID = Socket.RemoteHostIP & "  [" &
              Format(Socket.RemotePort, "0") & "] - [" &
              Format(Socket.LocalPort, "0") & "]"

    For Conn = 0 To ConnList.ListCount - 1
        If (ConnList.List(Conn) = MemberID) Then
          ConnList.RemoveItem Conn
        End If
    Next
End Sub
'---------------------------------------------------------------

'---------------------------------------------------------------
Public Sub GetIdxFromMemberID(Sockets As Variant, MemberID As String,
Index As Long)
    Dim Idx As Long
    Dim LocPortID As Long
    Dim RemPortID As Long
    Dim RemoteIP As String
    Dim sStart As Long
    Dim sEnd As Long
    Dim Socket As Winsock
    sStart = 1sEnd = InStr(1, MemberID, " ") - 1
    If (sEnd > 1) Then
    RemoteIP = Mid(MemberID, sStart, sEnd)
   sStart = InStr(sEnd, MemberID, "[") + 1
        If (sStart > 1) Then
   sEnd = InStr(sStart, MemberID, "]") - 1
        If (sEnd > 2) Then
 RemPortID = Val(Mid(MemberID, sStart, sEnd))
sStart = InStr(sEnd, MemberID, "[") + 1
                If (sStart > 1) Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    sEnd = InStr(sStart, MemberID, "]") - 1
                    If (sEnd > 2) Then
 LocPortID = Val(Mid(MemberID, sStart, sEnd))
 For Each Socket In Sockets
         If ((Socket.RemoteHostIP = RemoteIP) And _
             (Socket.RemotePort = RemPortID) And _
             (Socket.LocalPort = LocPortID) And _
             (Socket.Index > 0)) Then
          Index = Socket.Index
          Exit Sub
 End If
                                      Next
                                    End If
                            End If
                End If
            End If
        End If
 End Sub
 '-------------------------------------------------------------
```

```
'-------------------------------------------------------------
'TCP_Defs.bas
'-------------------------------------------------------------
Option Explicit

'== TCP Port Array Processing Const.s
====================================
Public Const MINTCP = 1
tcpsocket control instance
Public Const MAXTCP = 32
tcpsocket control instance
Public Const VOICEPORT = 2000
Public Const NULLPORTID = 0
```

```
'-------------------------------------------------------------
'TCP_Functions.bas
'-------------------------------------------------------------
Option Explicit
Public Function InstanceTCP(TCPArray As Variant) As Long
    Dim as Long
    InstanceTCP = -1
    On Error GoTo InitControl
    For Ind = MINTCP To MAXTCP
    If (TCPArray(Ind).Name = "") Then
        End If
    Next


InitControl:
    On Error GoTo ErrorHandler
    If ((Ind >= MINTCP) And (Ind <= MAXTCP)) Then
    Load TCPArray(Ind)
        InstanceTCP = Ind
    End If

    Exit Function
ErrorHandler:
```

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Debug.Print Err.Number, Err.Description
    Resume Next
End Function
'-------------------------------------------------------------

'-------------------------------------------------------------------
Public Function Connect(Socket As Winsock, RemHost As String, RemPort
As Long) As Boolean
    Connect = False
    Call CloseListen(Socket)
Socket.LocalPort = 0
    Call Socket.Connect(RemHost, RemPort)
    Do While ((Socket.State = sckConnecting) Or _
              (Socket.State = sckConnectionPending) Or _
              (Socket.State = sckResolvingHost) Or _
              (Socket.State = sckHostResolved) Or _
              (Socket.State = sckOpen))
        DoEvents
    Loop
Connect = (Socket.State = sckConnected)'Did Socket Connect On Port...
End Function
'-------------------------------------------------------------------

'-------------------------------------------------------------------
Public Function Listen(Socket As Winsock) As Long
      If (Socket.State <> sckListening) Then
            If (Socket.LocalPort = 0) Then
              Socket.LocalPort = VOICEPORT
            End If
            Call Socket.Listen
      End If
End Function
'-------------------------------------------------------------------

'-------------------------------------------------------------------
Public Function CloseListen(Socket As Winsock) As Long
    If (Socket.State = sckListening) Then
        Socket.Close
    End If
End Function
'-------------------------------------------------------------------

'-------------------------------------------------------------------
Public Sub Disconnect(Socket As Winsock)
     If (Socket.State <> sckClosed) Then
    End If
End Sub
'-------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Applications

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

Ordering Information

MT8870DE/DE-1	18 Pin Plastic DIP
MT8870DS/DS-1	18 Pin SOIC
MT8870DN/DN-1	20 Pin SSOP

-40 °C to +85 °C

Description

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

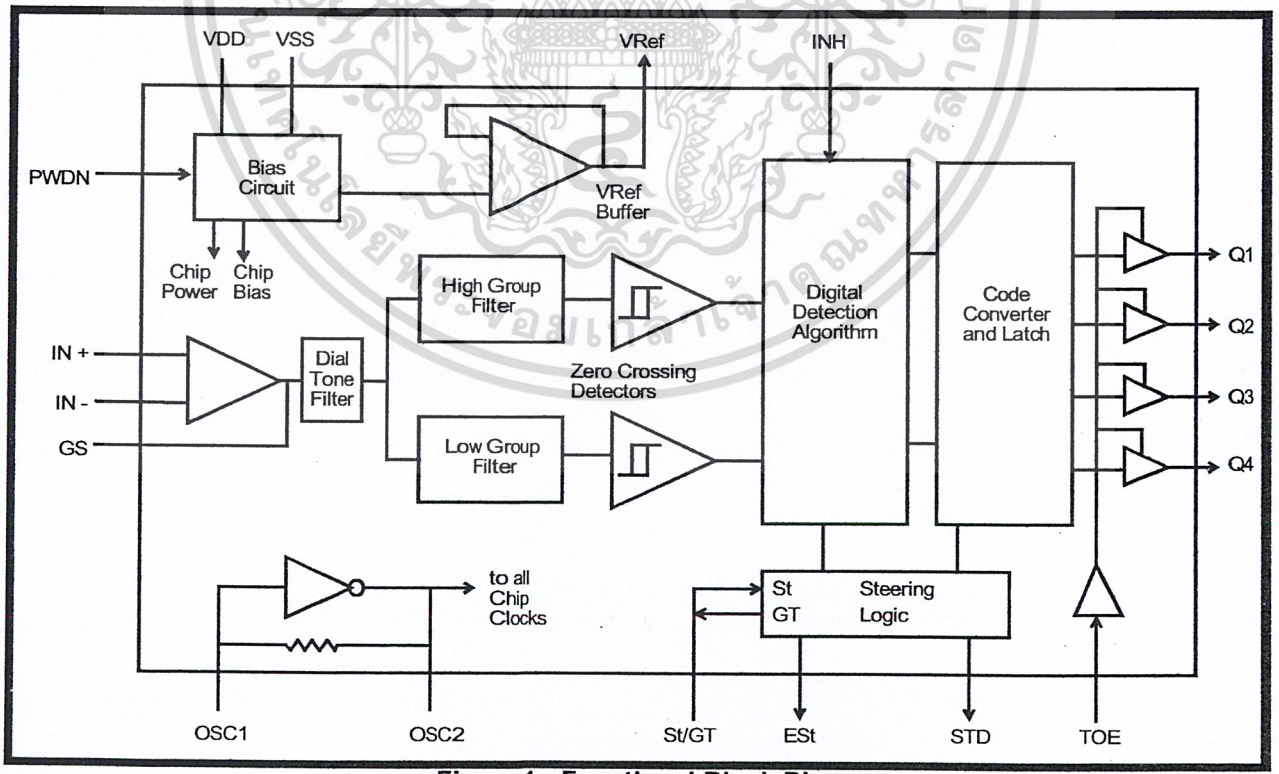


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

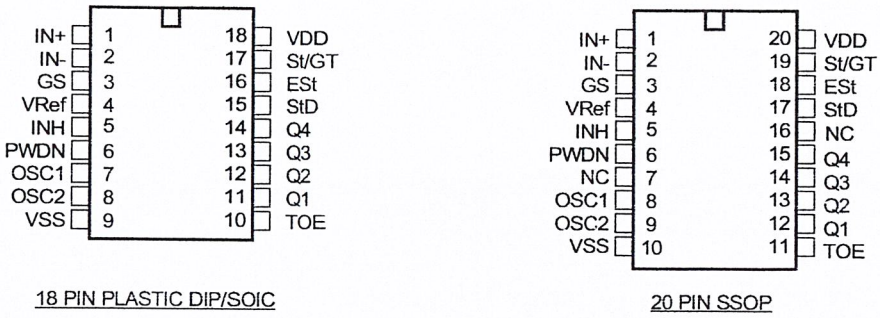


Figure 2 - Pin Connections

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

May 1999

LM567/LM567C
Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

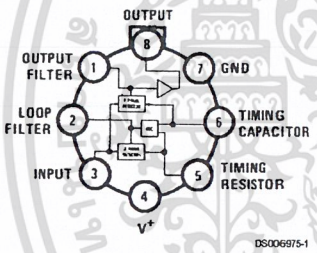
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

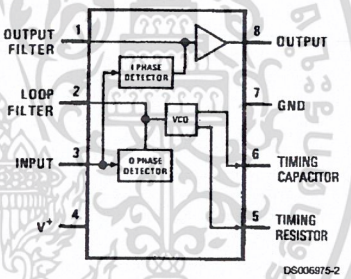
Connection Diagrams

Metal Can Package



Top View
Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View
Order Number LM567CM
See NS Package Number M08A
Order Number LM567CN
See NS Package Number N08E

© 1999 National Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 2)	1100 mW
V_8	15V
V_3	−10V
V_3	V_4 + 0.5V
Storage Temperature Range	−65˚C to +150˚C
Operating Temperature Range	
LM567H	−55˚C to +125˚C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0˚C to +70˚C
Soldering Information	
Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260˚C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215˚C
Infrared (15 sec.)	220˚C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics

AC Test Circuit, T_A = 25˚C, V^+ = 5V

Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	R_L = 20k		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	R_L = 20k		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I_L = 100 mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I_C = 100 mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B_n = 140 kHz		−6			−6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1			±0.1		%/˚C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75–6.75V		±1	±2		±1	±5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75–5.75V)	0 < T_A < 70 −55 < T_A < +125		35 ± 60 35 ± 140			35 ± 60 35 ± 140		ppm/˚C ppm/˚C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V–6.75V 4.75V–9V		0.5	1.0 2.0		0.4	2.0 2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f_o/20			f_o/20		
Output Leakage Current	V_8 = 15V		0.01	25		0.01	25	µA
Output Saturation Voltage	e_i = 25 mV, I_8 = 30 mA e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.2 0.6	0.4 1.0		0.2 0.6	0.4 1.0	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 2: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150˚C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150˚C/W, junction to ambient or 45˚C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110˚C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160˚C/W, junction to ambient.

Note 3: Refer to RETS567X drawing for specifications of military LM567H version.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

October 1991

TP5088 DTMF Generator for Binary Data

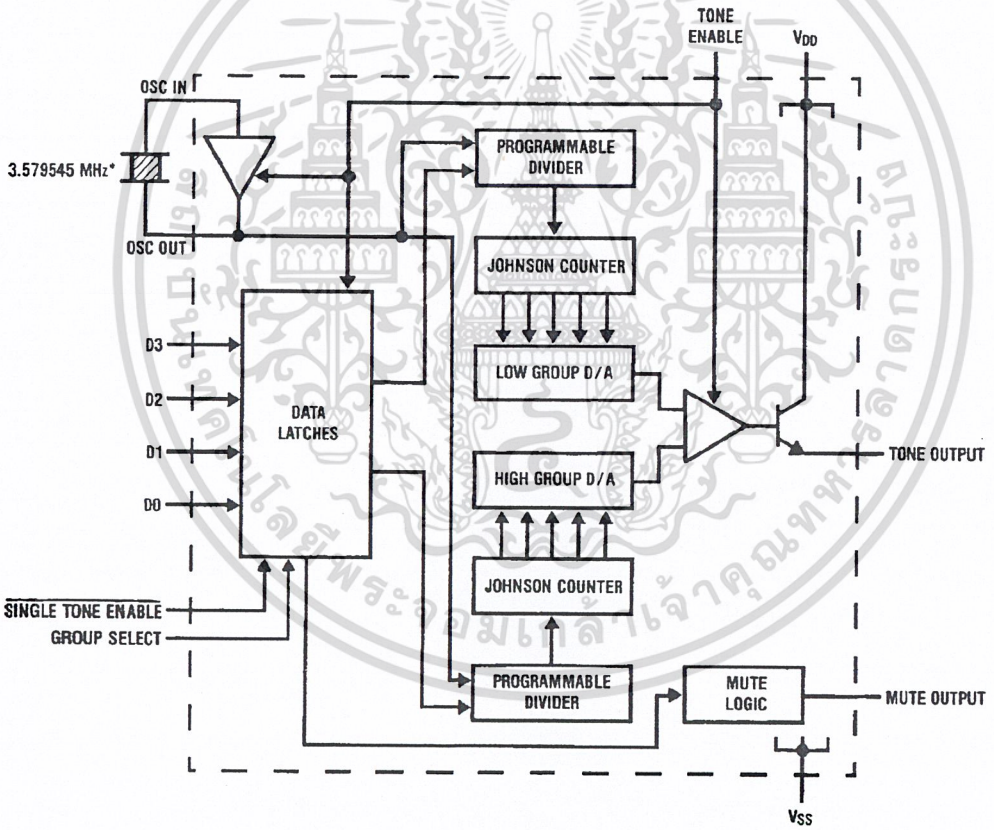
General Description

This CMOS device provides low cost tone-dialing capability in microprocessor-controlled telephone applications. 4-bit binary data is decoded directly, without the need for conversion to simulated keyboard inputs required by standard DTMF generators. With the TONE ENABLE input low, the oscillator is inhibited and the device is in a low power idle mode. On the low-to-high transition of TONE ENABLE, data is latched into the device and the selected tone pair from the standard DTMF frequencies is generated. An open-drain N-channel transistor provides a MUTE output during tone generation.

Features

- Direct microprocessor interface
- Binary data inputs with latches
- Generates 16 standard tone pairs
- On-chip 3.579545 MHz crystal-controlled oscillator
- Better than 0.64% frequency accuracy
- High group pre-emphasis
- Low harmonic distortion
- MUTE output interfaces to speech network
- Low power idle mode
- 3.5V–8V operation

Block Diagram



TL/H/5004–1

*Crystal Specification: Parallel Resonant 3.579545 MHz, $R_S \leq 150\Omega$, L = 100 mH, C_0 = 5 pF, C_1 = 0.02 pF.

©1995 National Semiconductor Corporation TL/H/5004 RRD-B30M115/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage ($V_{DD} - V_{SS}$)	12V
$\overline{\text{MUTE}}$ Voltage	12V
Maximum Voltage at Any Other Pin	V_{DD} + 0.3V to V_{SS} − 0.3V
Operating Temperature, T_A	−30°C to +70°C
Storage Temperature	−55°C to +150°C
Maximum Power Dissipation	500 mW

Electrical Characteristics

Unless otherwise noted, limits printed in **BOLD** characters are guaranteed for V_{DD} = 3.5V to 8V, T_A = 0°C to +70°C by correlation with 100% electrical testing at T_A = 25°C. All other limits are assured by correlation with other production tests and/or product design and characterization.

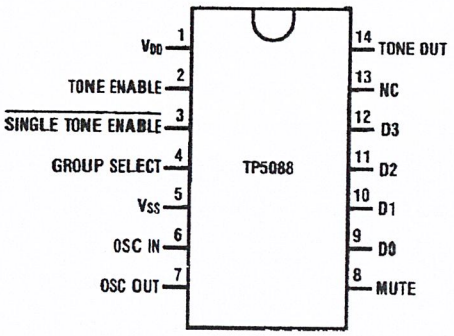
Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Minimum Supply Voltage, V_{DD} (min)	Generating Tones	**3.5**			V
Minimum Supply Voltage for Data Input, TONE ENABLE and MUTE Logic Functions		2			V
Operating Current Idle Generating Tones	 $R_L = \infty$, D0–D3 Open V_{DD} = 3.5V, Mute Open		 55 1.5	 **350** **2.5**	 μA mA
Input Pull-Up Resistance D0–D3 TONE ENABLE			 100 50		 kΩ kΩ
Input Low Level TONE ENABLE, D0–D3				**0.2 V_{DD}**	V
Input High Level TONE ENABLE, D0–D3		**0.8 V_{DD}**			V
MUTE OUT Sink Current (TONE ENABLE LOW)	V_{DD} = 3.5V V_o = 0.5V	**0.4**			mA
MUTE OUT Leakage Current (TONE ENABLE HIGH)	V_{DD} = 3.5V V_o = V_{DD}		1		μA
Output Amplitudes Low Group High Group	R_L = 240 Ω V_{DD} = 3.5V T_A = 25°C	 **130** **180**	 170 230	 **220** **310**	 mVrms mVrms
Mean Output DC Offset	V_{DD} = 3.5V V_{DD} = 8V		1.2 3.6		V V
High Group Pre-Emphasis		**2.2**	2.7	**3.2**	dB
Dual Tone/Total Harmonic Distortion Ratio	1 MHz Bandwidth, V_{DD} = 5V R_L = 240Ω	**−20**			dB
Start-Up Time (to 90% Amplitude), t_{OSC}			4		ms
Data Set-Up Time, t_S (*Figure 2*)	V_{DD} = 5V	100			ns
Data Hold Time, t_H	V_{DD} = 5V	280			ns
Data Duration t_W	V_{DD} = 5V	600			ns

Note 1: R_L is the external load resistor connected from TONE OUT to V_{SS}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/H/5004–2

Top View

Order Number TP5088WM or TP5088N
See NS Package M14B or N14A

Functional Description

With the TONE ENABLE pin pulled low, the device is in a low power idle mode, with the oscillator inhibited and the output transistor turned off. Data on inputs D0–D3 is ignored until a rising transition on TONE ENABLE. Data meeting the timing specifications is latched in, the oscillator and output stage are enabled, and tone generation begins. The decoded data sets the high group and low group programmable counters to the appropriate divide ratios. These counters sequence two ratioed-capacitor D/A converters through a series of 28 equal duration steps per sine wave cycle. On-chip regulators ensure good stability of tone amplitudes with variations in supply voltage and temperature. The two tones are summed by a mixer amplifier, with pre-emphasis applied to the high group tone. The output is an NPN emitter-follower requiring the addition of an external load resistor to V_{SS}.

Table I shows the accuracies of the tone output frequencies and Table II is the Functional Truth Table.

TABLE I. Output Frequency Accuracy

Tone Group	Standard DTMF (Hz)	Tone Output Frequency	% Deviation from Standard
Low Group f_L	697	694.8	−0.32
	770	770.1	+0.02
	852	852.4	+0.03
	941	940.0	−0.11
High Group f_H	1209	1206.0	−0.24
	1336	1331.7	−0.32
	1477	1486.5	+0.64
	1633	1639.0	+0.37

Pin Descriptions

V_{DD} (Pin 1): This is the positive supply to the device, referenced to V_{SS}. The collector of the TONE OUT transistor is also connected to this pin.

V_{SS} (Pin 5): This is the negative voltage supply. All voltages are referenced to this pin.

OSC IN, OSC OUT (Pins 6 and 7): All tone generation timing is derived from the on-chip oscillator circuit. A low-cost 3.579545 MHz A-cut crystal (NTSC TV color-burst) is needed between pins 6 and 7. Load capacitors and a feedback resistor are included on-chip for good start-up and stability. The oscillator is stopped when the TONE ENABLE input is pulled to logic low.

TONE ENABLE Input (Pin 2): This input has an internal pull-up resistor. When TONE ENABLE is pulled to logic low, the oscillator is inhibited and the tone generators and output transistor are turned off. A low to high transition on TONE ENABLE latches in data from D0–D3. The oscillator starts, and tone generation continues until TONE ENABLE is pulled low again.

MUTE (Pin 8): This output is an open-drain N-channel device that sinks current to V_{SS} when TONE ENABLE is low and no tones are being generated. The device turns off when TONE ENABLE is high.

D0, D1, D2, D3 (Pins 9, 10, 11, 12): These are the inputs for binary-coded data, which is latched in on the rising edge of TONE ENABLE. Data must meet the timing specifications of *Figure 2*. At all other times these inputs are ignored and may be multiplexed with other system functions.

TONE OUT (Pin 14): This output is the open emitter of an NPN transistor, the collector of which is connected internally to V_{DD}. When an external load resistor is connected from TONE OUT to V_{SS}, the output voltage on this pin is the sum of the high and low group tones superimposed on a DC offset. When not generating tones, this output transistor is turned off to minimize the device idle current.

SINGLE TONE ENABLE (Pin 3): This input has an internal pull-up resistor. When pulled to V_{SS}, the device is in single tone mode and only a single tone will be generated at pin 14 (for testing purposes). For normal operation, leave this pin open-circuit or pull to V_{DD}.

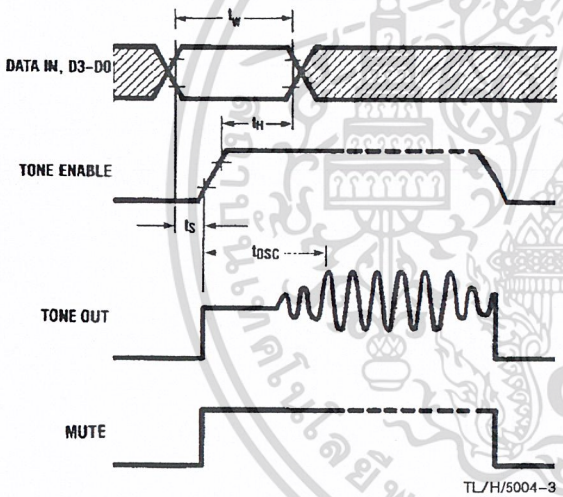
GROUP SELECT (Pin 4): This pin is used to select the high group or low group frequency when the device is in single tone mode. It has an internal pull-up resistor. Leaving this pin open-circuit or pulling it to V_{DD} will generate the high group, while pulling to V_{SS} will generate the low group frequency at the TONE OUT pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE II. Functional Truth Table

Keyboard Equivalent	Data Inputs				TONE ENABLE	TONES OUT		MUTE
	D3	D2	D1	D0		f_L (Hz)	f_H(Hz)	
X	X	X	X	X	0	0V	0V	0V
1	0	0	0	1	⎍	697	1209	O/C
2	0	0	1	0	⎍	697	1336	O/C
3	0	0	1	1	⎍	697	1477	O/C
4	0	1	0	0	⎍	770	1209	O/C
5	0	1	0	1	⎍	770	1336	O/C
6	0	1	1	0	⎍	770	1477	O/C
7	0	1	1	1	⎍	852	1209	O/C
8	1	0	0	0	⎍	852	1336	O/C
9	1	0	0	1	⎍	852	1477	O/C
0	1	0	1	0	⎍	941	1336	O/C
*	1	0	1	1	⎍	941	1209	O/C
#	1	1	0	0	⎍	941	1477	O/C
A	1	1	0	1	⎍	697	1633	O/C
B	1	1	1	0	⎍	770	1633	O/C
C	1	1	1	1	⎍	852	1633	O/C
D	0	0	0	0	⎍	941	1633	O/C

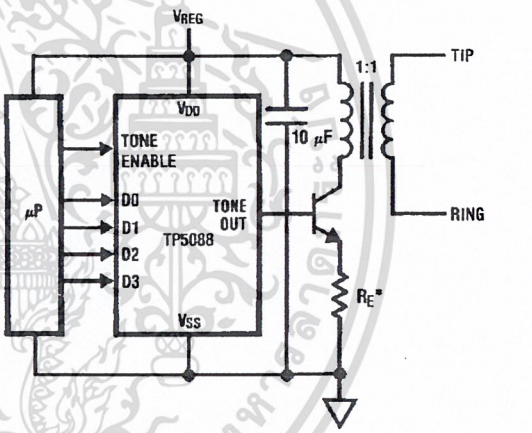
Timing Diagram



TL/H/5004–3

FIGURE 2

Typical Application



TL/H/5004–4

*Adjust R_E for desired tone amplitude.

FIGURE 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1.สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ , ตัน ตัณฑ์สุทธิวงศ์ และ สุพจน์ ปุณณชัยยะ,"เปิดโลกของ TCP/ และ โปรโตคอลของอินเตอร์เน็ต",โปรวิชั่น,312 หน้า,2543

2.รศ.สมยศ จุณณะปิยะ,"การประยุกต์ใช้งานไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51",สจล.,358 หน้า,2543

3. กิตติ ภักดีวัฒนะกุล,"Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์",บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด,2543

4. ธาริน สิทธิธรรมชารี, "Microsoft Visual Basic Version 5" , บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้