สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต

LONG DISTANCE TELEPHONE SYSTEM WITH INTERNET

โดย

นาย กิติพงษ์ ความไพบูลย์

นาย เกื้อกูล จุติวิวรรธน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42349
วัน, เดือน, ปี 17 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต
โดย	นาย กิติพงษ์ ความไพบูลย์ 42015588
	นาย เกื้อกูล จุติวิวรรธน์ 42015589
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ
หลักสูตร	อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
สาขาวิชา	เทคโนโลยีโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2543

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต
โดย	นาย กิติพงษ์ ความไพบูลย์ 42015588
	นาย เกื้อกูล จุติวิวรรธน์ 42015589
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ
หลักสูตร	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
สาขาวิชา	เทคโนโลยีโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอระบบโทรศัพท์ทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งระบบนี้จะใช้อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อไปยังอีกเครือข่ายเพื่อทำการติดต่อกันแล้วควบคุมให้เครือข่ายนั้นทำการติดต่อกับระบบโทรศัพท์ของชุมสายของฝั่งตัวเอง โดยการเขียนโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน โดยที่โปรกแกรมนี้จะพัฒนาด้วยภาษา วิชวลเบสิค ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟต์ วินโดวส์ โปรแกรมที่เขียนขึ้นมานี้มีความสามารถที่จะติดต่อสื่อสารด้วยเสียงพูดผ่านระบบเครือข่าย และ ทำการหมุนโทรศัพท์ของเครื่องปลายทางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Long distance telephone system with Internet
Student	Mr.Kitipong Kuampiboon 42015588
	Mr.Kuekul Jutiviwat 42015589
Advisor	Mr.Puchong Hongsuwan
Degree	Bachelor degree of industrial technology
Department	Industrial technology
Program	Telecommunication technology
Academic year	2000

Abstract

This project, present long distance telephone system with Internet. In this system be used Internet connect to second network for connected then control those network for connecting to telephone system of those area. By program wrote for use, this program update by Microsoft Visual Basic6 as run on Microsoft Windows system. These programs have performance for voice communications over network system and this program can dial to phone at terminal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ก็เพราะว่ามีหลายๆคนคอยช่วยเหลืออยู่ไม่ว่าจะรู้ตัวหรือไม่ก็ตาม ซึ่งที่เห็นได้ชัดก็คือ พ่อแม่ และ ข้าพเจ้า 2 คน พงษ์ และ ปืน อาจารย์ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษาท่านที่ทำให้อะไรง่ายขึ้นทำให้ทราบว่าจะทำอย่างไรดีจะทำตรงไหนก่อนไปศึกษาอะไร อาจารย์บุญย์ชนะ ภู่ระหงษ์ ให้กำลังใจในช่วงแรกที่คิดจะทำว่าน่าจะได้ออกงาน ลาดกระบังนิทรรศ 2000(แต่ว่าไม่เสร็จ ขออภัยอาจารย์ด้วยครับ) อาจารย์ กฤษณ์ วงศ์รุจิรา อาจารย์ที่ทำให้เข้าใจเรื่องโทรศัพท์มากขึ้นกว่าเดิมเยอะ อาจารย์ รุ่นพี่และเพื่อนเก่าครั้งศึกษาที่ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ เช่น อาจารย์กวาง(นิรุธ อำนวยศิลป์) ที่ได้ให้คำปรึกษาในช่วงแรกๆเรื่องโปรแกรม นายนิค(ช่วยเป็นอย่างดีตอนที่ใช้เดลไฟล์ เรื่องการบีบข้อมูล) นายจอน(ขจรศักดิ์ ภู่จิรเกษม) เพื่อนที่ดีที่สุดคนหนึ่งที่ช่วยทุกอย่างตอนไปสอบที่นนท์ ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ให้ยืม เครื่องเอาการ์ดเน็ตเวิร์คใส่แล้วใช้ไม่ได้ก็ยังไปหามาให้ เจ้าหน้าที่ๆศูนย์นนท์ที่ให้เข้าไปเตรียมของก่อนวันนำเสนอทำให้การนำเสนอผ่านไปได้ด้วยดี ขอบคุณกลุ่มคนใจดีในโลกใบนี้ที่ทำอะไรโดยไม่หวังผลดังเช่นเวปไซต์ ที่แจกตัวอย่างต่างซึ่งสอนให้พวกข้าพเจ้าสามารถเขียนโปรแกรมวิชวลเบสิคได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ขอหมายเลขบัตรเครดิตให้รำคาญใจเลยแม้แต่น้อยคือ http://www.planet-source-code.com ซึ่งผมก็ควรจะตอบแทนโดยนำเอา ซอสโค๊ด ที่เขียนนี้ขึ้นกลับไปบ้าง และ เวปไซต์ต่างๆที่พวกผมได้นำเอา คาต้าชีทของเบอร์ ไอซี มาใช้งานได้อย่างสะดวก

สุดท้ายคณะผู้จัดทำ ขอขอบพระคุณอาจารย์และคุณครูทุกท่านตั้งแต่ผวกระผมเกิดมาที่ได้ประสิทธ์ประสาทวิชาในทุกๆด้านที่ได้รู้เรื่องมาจนถึงทุกวันนี้จนสามารถทำให้ ปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ประสพผลสำเร็จ

นาย กิติพงษ์ ความไพบูลย์
Email (kp104@hotmail.com)
นาย เกื้อกูล จุติวิวรรธน์
Email (j_kuekul@hotmail.com)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	
บทที่ 1 บทนำ	1
จุดหมาย	1
แนวคิดและที่มา	1
ส่วนประกอบ	1
บทที่ 2 ส่วนซอฟต์แวร์	3
ทฤษฎีระบบเครือข่าย และ วินโดวส์ซ็อกเก็ต	3
ระบบเครือข่าย	3
โมเดลโอเอสไอ	5
ทีซีพี/ไอพี	8
ไอพีแอดเดรส	17
การติดต่ออินเทอร์เน็ตของวิชวลเบสิคโดยใช้ MS Winsock Control	20
การบีบอัดเสียง	25
Multimedia Control Interface	27
บทที่ 3 ส่วนของฮาร์ดแวร์	35
วงจรเรกูเลเตอร์	35
พื้นฐานโทรศัพท์	38
ระบบสัญญาณต่างๆ ทางโทรศัพท์	39
เครื่องรับโทรศัพท์	43
DTMF DECODER MT8870	52
บทที่ 4 การออกแบบและการสร้าง	61
วงจรรวม	67
ลายวงจร	68
การจัดวางอุปกรณ์และสายไฟต่างๆ	69
บทที่ 5 การทดลองและสรุปผล	70
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.จุดหมาย

เพื่อศึกษาการส่งข้อมูลเสียงระหว่างคอมพิวเตอร์(Computer) 2 เครื่องโดยผ่าน เครือข่ายอินเตอร์เน็ต(Internet) และสร้างอุปกรณ์ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่หมุนเลขหมาย(dial) และ รับส่งเสียงไปยังโทรศัพท์เครื่องอื่น(ในพื้นที่) ที่ต้องการ

2.แนวความคิดและที่มา

เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้าน อินเตอร์เน็ตได้เติบโตเป็นอันมากซึ่งก็ได้มีการประยุกต์เอาเทคโนโลยีทางด้านอินเตอร์เน็ตมาใช้ควบคู่กับโทรศัพท์ เพื่อที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายในด้านการโทรทางไกลซึ่งปัจจุบันก็มีบริษัท(ต่างประเทศ) ได้ประดิษฐ์ทั้งซอฟต์แวร์(Software)และฮาดท์แวร์(Hardware)เพื่อที่จะใช้ระบบอินเตอร์เน็ตในการส่งผ่านข้อมูลเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ก็ยังไม่สะดวกนักเพราะว่าในประเทศไทยยังไม่กว้างนักในระบบนี้ จึงมีความคิดที่จะศึกษาและสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นต้นแบบที่ผลิตในประเทศซึ่งเป็นฝีมือคนไทยได้

3.โครงงานประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

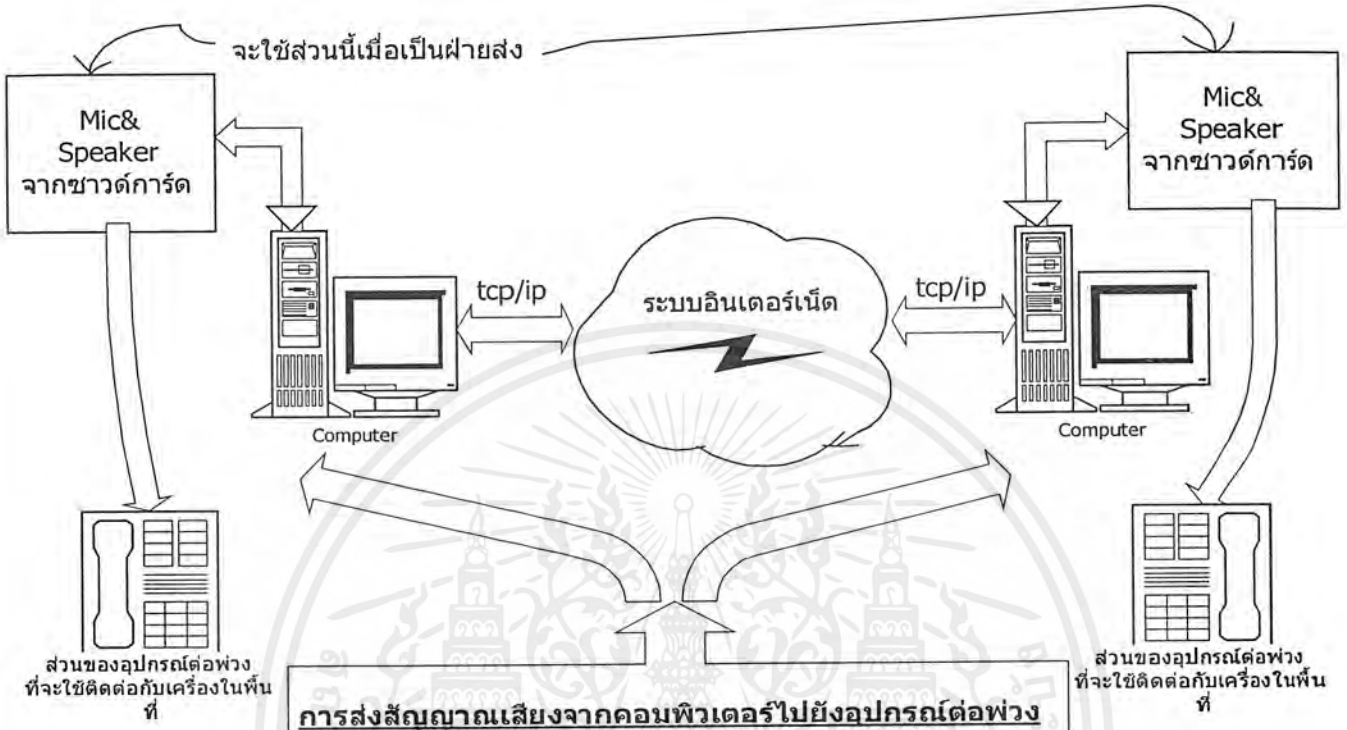
3.1 ส่วน ซอฟต์แวร์ คือ จะต้องเขียนโปรแกรม(Program) เพื่อที่จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องสามารถส่งผ่านข้อมูลที่เป็นเสียงให้แก่กันและกันได้และทำการสั่งให้ ฮาดท์แวร์ ทำการยกหูและหมุนเบอร์ได้

3.2 ส่วน ฮาดท์แวร์ คือ อุปกรณ์ต่อพ่วงที่จะใช้พ่วงเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อต่อโทรศัพท์ปลายทางภายในพื้นที่ปลายทางนั้น

BLOCK DIAGRAM ของโครงงานประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- คอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องทำหน้าที่เป็นตัวในการติดต่อสื่อสารโดยผ่านอินเตอร์เน็ต รับ/ส่งสัญญาณเสียง และควบคุมอุปกรณ์ต่อพ่วง
- อุปกรณ์ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ ใช้ในการติดต่อกับโทรศัพท์ในพื้นที่และ รับ/ส่ง สัญญาณเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป1.1 Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ส่วนซอฟต์แวร์ (Software part)

2.1 ทฤษฎีระบบเครือข่าย และ วินโดวส์ซ็อกเก็ต

2.1.1ระบบเครือข่าย(Network System)

การพัฒนา โปรแกรมประยุกต์บนระบบเครือข่ายจำเป็นต้องมีความรู้พื้น ฐานทางด้าน ระบบเครือข่ายพอสมควร ในหัวข้อนี้จะอธิบาย หลักการของระบบเครือข่ายที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจในการพัฒนา โปรแกรมประยุกต์บนระบบเครือข่ายซึ่งจะกล่าวดังต่อไป

2.1.1.1 ความหมายของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ตเวิร์คกิ้ง(Internet working)

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Computer Network) คือระบบการเชื่อมต่อระหว่างระบบปลายทาง (End System) ซึ่งระบบปลายทางเป็นระบบที่อิสระจากกัน (Autonomous) ระบบปลายทางสามารถเป็นไปได้ตั้งแต่ ไมโครคอมพิวเตอร์(Micro computer) ไปจนกระทั่งซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super computer) ขนาดใหญ่ เพื่อจุดมุ่งหมายในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและการแบ่งข้อมูลในการแบ่งปันทรัพยากรของระบบ เช่น ไฟล์ข้อมูล, เครื่องพิมพ์(Printer) โมเด็ม (Modem) ตลอดจนการให้บริการฐานข้อมูลร่วม(Sharing Database)

อินเทอร์เน็ตเวิร์คกิ้ง หรือ อินเทอร์เน็ต (Internet) คือ การเชื่อมต่อระบบเครือข่าย 2 เครือข่ายขึ้นไป ดังนั้น คอมพิวเตอร์บนระบบ เครือข่ายหนึ่งก็สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่ายอื่นๆ ได้

2.1.1.2 สถาปัตยกรรมของอินเทอร์เน็ต

คำกล่าวถึงอินเทอร์เน็ตว่าเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก เครือข่ายที่มีการต่อเสมือนกับใยแมงมุมครอบคลุมโลก อินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงโลกเข้าด้วยกันอย่างไร้มิติ จากคำกล่าวเหล่านี้ทำให้เราควรรู้ว่า อินเทอร์เน็ตจัดการส่วนประกอบต่างๆ อย่างไร จึงทำให้แต่ละส่วนสามารถรับส่งข้อมูลและทำงานสัมพันธ์กันได้เป็นอย่างดี เราจึงจำเป็นต้องศึกษาสถาปัตยกรรมของอินเทอร์เน็ตดังต่อไปนี้

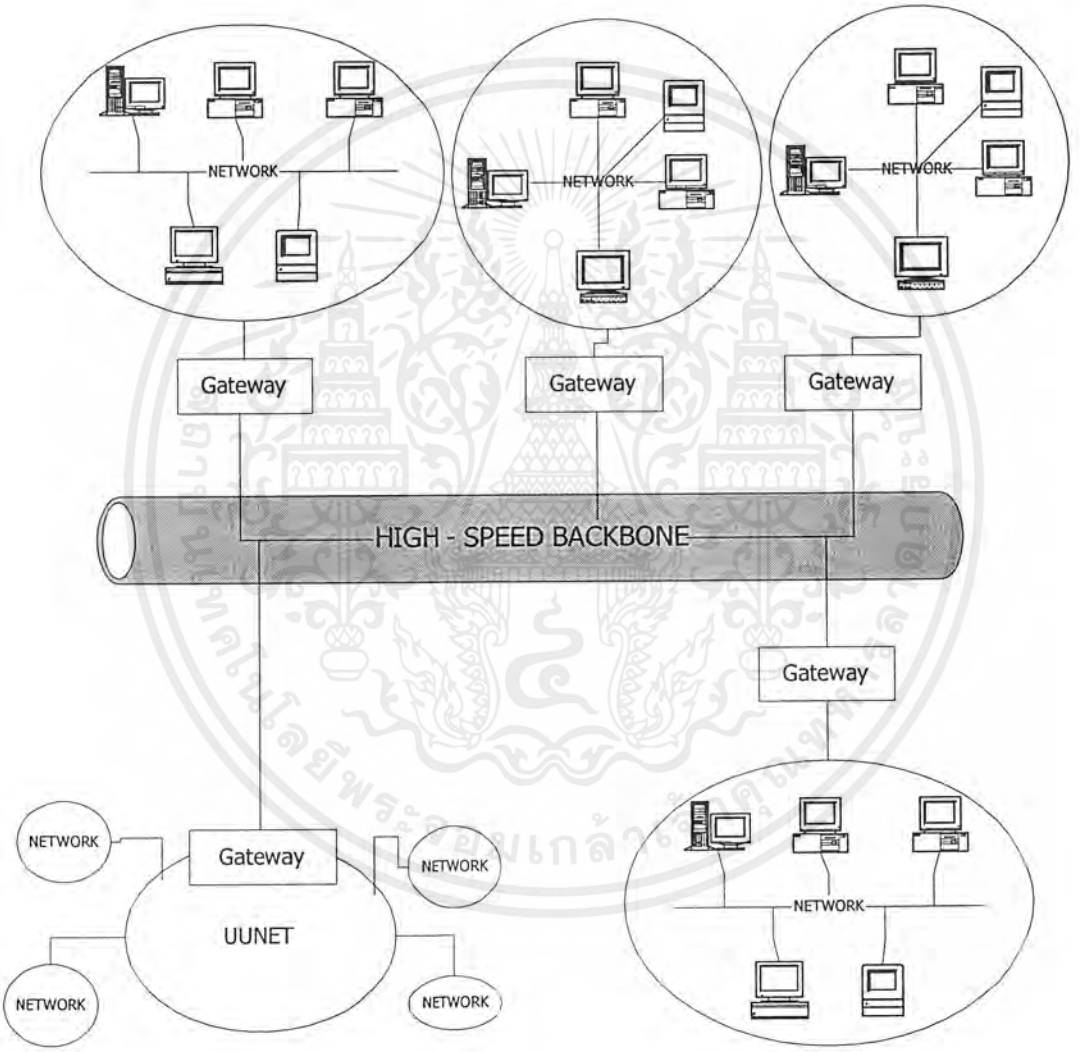
อินเทอรเน็ตประกอบด้วยสายสื่อสารความเร็วสูงเป็นแบคโบน(Back bone) เป็นสายโทรศัพท์ตาม มาตรฐาน TS สามารถวิ่งด้วยความเร็ว 44.736 เมกะบิทต่อวินาที

เครือข่ายที่ต้องการเชื่อมโยงโดยตรงกับอินเทอร์เน็ตจะต่อกับแบคโบน ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า "เกตเวย์" (Gateway) ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการ ผ่านเข้า-ออกของข่าวสารระหว่างเครือข่ายกับแบคโบน เกตเวย์ทุกตัวสามารถกำหนดการติดต่อกับเกตเวย์ตัวอื่น หรือเครือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข่ายอื่น ได้โดยใช้ไอพีแอดเดรส (IP Address)ของเครือข่าย อ้างอิงถึงกัน เช่น อินเทอร์เน็ต ประเทศไทยเป็นเกตเวย์ของเครือข่ายในกลุ่มติดต่อกับ เกตเวย์ของ UUNET ที่รัฐเวอร์จิเนียร์ สหรัฐอเมริกา

ข่าวสารจากเครือข่ายถูกส่งออกไปผ่านเกตเวย์เข้าสู่อินเทอร์เน็ต โดยที่เกตเวย์เป็นตัวเลือกทิศทางการเดินทางเพื่อไปยังปลายทางที่ต้องการ แต่ตามเส้นทางอาจจะต้องผ่านเกตเวย์อีกหลายตัวเพื่อรับช่วงส่งข่าวสารจนถึงที่หมาย ถึงแม้ว่าจะต้องเดินทางระยะไกลก็ตาม แต่ด้วยสายสื่อสารความเร็วสูงทำให้การส่งข่าวสารทำได้อย่างรวดเร็ว



รูป 2.1 แสดงเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 ข้อกำหนดรูปแบบของเกตเวย์ (Gateway Protocols)

เกตเวย์ต้องมีข้อมูลของเกตเวย์ตัวอื่นและรู้จักเครือข่ายปลายทาง เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดเส้นทางที่ข่าวสารสามารถเดินทางไปถึงได้เร็วที่สุด เกตเวย์จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันเกี่ยวกับเส้นทาง รายละเอียด สถานะเครือข่ายและคุณสมบัติเครือข่ายย่อยที่ติดต่อเข้าสู่เครือข่ายใหญ่ตามลำดับขั้นจึงต้องมีการ กำหนด รูปแบบพิเศษสำหรับเกตเวย์ขึ้นมา

ข้อกำหนดรูปแบบเกตเวย์แบ่งออกตามการใช้งานได้ดังนี้

1. IGP(Interior Gateway Protocol) ถูกนำใช้กับเกตเวย์ที่อยู่ในเครือข่ายลูกติดต่อกับเครือข่ายลูกที่อยู่ภายในเครือข่ายแม่เดียวกัน หรือติดต่อกันระหว่างเครือข่ายแม่กับครือข่ายลูก การเชื่อมโยงเกตเวย์ประเภทนี้มักจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง จึงเรียกว่าระบบอิสระจากกัน (Autonomous)หรือ Selfcomplete
2. EGP (External Gateway Protocol) ในเครือข่ายใหญ่ๆ การติดต่อกับเครือข่ายอื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ตามการเปลี่ยนแปลง ของเครือข่ายย่อยที่เชื่อมโยงอยู่เป็นจำนวนมากจึงมีข้อกำหนดรูปแบบที่ใช้กับการ สื่อสารระหว่างเกตเวย์ของเครือข่ายด้วย EGP
3. GGP (Gateway-to-Gateway Protocol) การเดินทางของข่าวสารระยะไกลบนแบคโบน อาจจะต้องผ่าน เกตเวย์หลายตัวกว่าจะถึงปลายทาง GGP เป็นข้อกำหนดรูปแบบของการสื่อสารระหว่างเกตเวย์บนแบคโบน เพื่อทำให้การจราจรบนแบคโบน ไม่ติดขัด ข่าวสารเคลื่อนที่ไปได้รวดเร็ว

2.1.2 โมเดลโอเอสไอ (OSI Model)

เพื่อลดปัญหาในความยุ่งยากสับสนในการติดต่อสื่อสารข้อมูล โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลภายใน อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะถูกแบ่งเป็นชั้นๆ โดยแต่ละชั้นมีอิสระไม่ขึ้นต่อกันทำให้การแปลงบริการชั้นใดๆ ไม่ก่อปัญหากับบริการ ชั้นอื่นการเพิ่มเติมการบริการใหม่ทำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมระบบเดิมและสิ่งที่สำคัญ ก็คือ การทำระดับชั้นนั้นทำให้ตัวโปรแกรมมีขนาดเล็กสามรถระบุ ส่วนที่จะต้องปรับปรุงได้แน่นอน ไม่ต้องวิตกกังวลถึงโปรแกรมส่วนอื่น ทำให้การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบทำได้ง่าย และดียิ่งขึ้น

ISO (International Standardization for Organization) ซึ่งเป็นองค์กรที่จัดขึ้นมาเพื่อดูแลและส่งเสริมตลอดจนกำหนดมาตรฐานของการติดต่อสื่อสารของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้พัฒนาสถาปัตยกรรม ข้อกำหนดรูปแบบ สำหรับ เครือข่าย ซึ่งเป็นลักษณะระบบเปิดที่เรียกว่า "Open System Interconnection Model " (OSI) โดยโมเดล OSI นี้มีลักษณะเป็นสถาปัตยกรรมแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเปิด (Open System) เพราะมุ่งหมายที่จะให้ระบบคอมพิวเตอร์ในหลายๆ รูปแบบที่แตกต่างกันสามารถเชื่อมต่อกันได้ OSI โมเดลได้แบ่งโพรโตคอล(Protocol) ในการสื่อสารออกเป็น 7 เลเยอร์(Layer) ซึ่งโพรโตคอล คือ ชุดหรือข้อตกลงในการติดต่อ ข้อสังเกตโมเดล OSI เป็นเพียงข้อเสนอแนะ มิใช่ข้อกำหนด และควรรู้ว่ายังไงก็ไม่มีระบบการเชื่อมต่อที่สร้างเหมือนกับโมเดล OSI จริง

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

ตาราง 2.1 โอ เอส ไอโมเดล

ข้อกำหนดรูปแบบแต่ละระดับชั้นของ โอ เอส ไอ มีการรุดหน้าที่ต้องปฏิบัติแน่นอน โดยจะต้องเป็นตาม กลุ่มการบริการดังนี้

1. *ระดับชั้น7 แอปพลิเคชั่น(Application Layer)* เป็นเลเยอร์ชั้นบนสุดของรูปแบบ OSI ซึ่งเป็นขั้นที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้โดยตรงระหว่างผู้ใช้ โดยตรงซึ่งได้แก่โฮสท์ คอมพิวเตอร์เทอร์มินัลอรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(PC)เป็นต้น แอปพลิเคชั่นในเลเยอร์นี้ สามารถนำเข้าหรือออกจากระบบเครือข่ายได้โดยไม่ต้องสนใจจะมีขั้นตอนการ ทำงานอย่างไรเพราะ จะมีชั้นพรีเซนเตชั่นเป็นผู้รับผิดชอบอยู่แล้วในรูปแบบ OSI นี้ แอปพลิเคชั่นจะการติดต่อกับชั้นพรีเซนเตชั่นโดยตรง
2. *ระดับชั้น6 ชั้นพรีเซนเตชั่นเลเยอร์(Presentation Layer)* คอยรวบรวมข้อความและแปลงรหัสหรือแปลงในแบบของข้อมูลที่รับมา จากระชั้น 7 เพื่อให้เป็นไปแบบการสื่อสารเดียวกัน เพื่อช่วยลด ปัญหาต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้ใช้งานในระบบ
3. *ระดับชั้น 5 เซสชั่นเลเยอร์(Session Layer)* ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้คอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ โดยผู้ใช้จะใช้คำสั่ง หรือข้อความที่กำหนดไว้ป้อนเข้าไปในระบบ ในการสร้างการเชื่อมโยงนี้ผู้ใช้จะต้องกำหนดรหัสตำแหน่งของ จุดหมายปลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางที่ต้องการติดต่อด้วยในบางครั้งเครือข่ายอาจมีชั้นเซสชั่นและชั้นทรานสปอร์ตรวมเป็นชั้นเลเยอร์เดียวกัน

4. *ระดับชั้น 4 ทรานสเปอร์ตเลเยอร์ (Transport Layer)* บางครั้งเรียกว่าขั้น เครื่องต่อเครื่อง(Host to Host)และจากเลเยอร์ชั้นที่ 4 ถึง ชั้นที่ 7 นี้เรียกรวมกันว่าเลเยอร์เอนทูเอน(End-to-End)ในเลเยอร์ ชั้นทรานสปอร์ต (Transport) นี้จะเป็นการสื่อสารระหว่างต้นทางและปลายทางกันจริงๆ สามารถแบ่งการบริการเป็น 2 กรณีคือ

   กรณีที่หนึ่ง ส่งข้อมูลของระดับชั้น 5 โดยนำมาใส่ข้อมูลของปลายทาง เช่นที่อยู่แล้วส่งออกไป โดยแบ่งช่วงสารยาวๆให้เป็นหน่วยที่เล็กลง เรียกว่าแพคเก็ท (Packet) หรือเฟรม(Feame)

   กรณีที่สอง เป็นบริการที่ทำการถอดรหัสข้อมูล ที่รับเข้ามาพิจารณาตัดสินว่ามี ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับข้อมูล ที่ได้ส่งออกไปรึเปล่า

   เลเยอร์ชั้น ทรานสปอร์ต จะทำหน้าที่ตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมาจากชั้นเลเยอร์ที่ 5 นั้นไปถึงปลายทางจริงหรือไม่ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลจึงสำคัญในชั้นนี้

5. *ระดับชั้น 3 เน็ตเวอร์คเลเยอร์(Network Layer)* เป็นชั้นที่ออกแบบหรือกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลที่ส่ง-รับในการ ส่งผ่านข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทางซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายการสื่อสารจะต้องมีเส้นทางการรับส่ง ข้อมูลมากกว่า 1 เส้นทางดังนั้นในชั้นนี้จะมีหน้าที่เลือกเส้นทางที่ใช้เวลาในการสื่อสารน้อยที่สุดและระยะทางสั้นที่สุดด้วย

6. *ระดับชั้น 2 ดาต้าลิ้งค์เลเยอร์(Data Link Layer)* เป็นเสมือนผู้ควบคุมการรวมบิทเข้าเป็นตัวอักษรและจัด ข้อมูลให้เป็น แพ็คเกตรวมทั้งตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งข้อมูล ถ้าผู้รับได้รับข้อมูลแล้วถูกต้องก็จะส่งสัญญาณยืนยันกลับมาว่าได้รับข้อมูลแล้ว เรียกว่าสัญญาณACK (Acknowledge)ให้กับผู้ส่งแต่ถ้าผู้ส่งไม่ได้รับสัญญาณ ACK หรือรับสัญญาณ NAK (Negative Acknowledge) กลับมาผู้ส่งอาจจะทำการส่งข้อมูลไปใหม่อีกหน้าที่ของชั้นนี้ คือ ป้องกันไม่ให้เครื่องส่งทำการส่งข้อมูลเร็วจนเกินขีดความสามารถของเครื่องผู้รับข้อมูลจะรับได้

7. *ระดับชั้น 1 ฟิสิกส์คอลเลเยอร์(Physical Layer)* เป็นระดับชั้นการติดต่อระหว่างอุปกรณ์กับสื่อกลางของเครือข่ายจริงๆ การส่ง ข้อมูลระดับชั้นนี้ข้อมูลนี้มีลักษณะเป็นบิท สื่อกลางทีใช้อาจจะเป็นสายไฟเบอร์ออปติค ไมโครเวฟ หรือ ดาวเทียม ตามระบบที่ใช้ โดยมาตรฐานสำหรับเลเยอร์ชั้นนี้จะกำหนดว่าแต่ละคอนเนคเตอร์ เช่น RS-232-C มีกี่พิน แต่ละพินทำหน้าที่อะไรบ้าง ใช้สัญญาณไฟกี่โวลต์ เทคนิคการมัลติเพลกซ์แบบต่างๆ ก็จะถูกกำหนดอยู่ในชั้นเลเยอร์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสื่อสารกันระหว่างระบบหรือระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์โพรโตคอลแบบหนึ่งก็จะ ถูกใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างชั้น N ของคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งกับชั้น N เดียวกันของคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งซึ่งในระหว่างการสื่อสารข้อมูลกันจริงๆนั้น โพรโตคอลชั้น N ของอุปกรณ์ทั้งสองเครื่องจะสื่อสารกันผ่านชั้นล่างซึ่งเป็นกายภาพหรือวัตถุ(สื่อกลางการสื่อสาร) แต่โดยแนวความคิดของการสื่อสารข้อมูลแล้วถือว่าชั้น ที่ N ของเครื่องหนึ่งกำลังติดต่อโดยตรงกับชั้น N ของอีกเครื่องหนึ่งเรียกการสื่อสารแบบนี้ว่าการสื่อสาร แบบเสมือนจริง
(Virtual Communication)

โพรโตคอลของในเลเยอร์แต่และชั้นจะแตกต่างกันออกไป แต่อย่างไรก็ตามการที่เครื่องคอมพิวเตอร์ หลายๆ เครื่องจะติดต่อสื่อสารกันได้ในแต่ละเลเยอร์ของแต่ละเครื่องจะต้องใช้โพรโตคอลแบบเดียวกันหรือถ้าใช้โพรโตคอลต่างชนิดกันต้องมีอุปกรณ์ หรือซอฟต์แวร์ที่สามารถแปลงโพรโตคอลที่ต่างกันนั้นให้มีรูปแบบ อย่างเดียวกันเพื่อเชื่อมโยงให้คอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่องสามารถติดต่อกันได้

ในหนึ่งชั้นของเลเยอร์ไม่ได้ มีการกำหนดว่าจะต้องมีเพียงหนึ่งโพรโตคอลเท่านั้นที่อยู่ระดับเลเยอร์เดียวกันและในทางตรงข้าม ชุดของโพรโตคอลใดๆ อาจจะมีมากกว่าหนึ่งเลเยอร์ประกอบกันเป็นข้อกำหนดของระบบเครือข่าย เรียกว่า ชุดโพรโตคอล (Protocol Suite) เป็นชุดโพรโตคอล TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นต้น ประโยชน์ในการแบ่งเลเยอร์คือ กำหนดการติดคต่อระหว่างเลเยอร์ทำโดยไม่ต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนในเลเยอร์ใดๆที่ติดกัน

2.1.3 ทีซีพี/ไอพี[TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)]

อินเทอร์เน็ตนับได้ว่าเป็นเครือข่ายบนเครือข่ายที่เปิดโอกาสให้เครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่นเชื่อมโยงเข้ามาใช้งาน หรือเป็นศูนย์กลางเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์อื่นๆ แต่หาที่เกิดขึ้นในการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันก็คือ แต่ละเครือข่ายใช้ คอมพิวเตอร์ต่างชนิด ต่างยี่ห้อและระบบปฏิบัติการที่ต่างกัน มาตรฐานของ ทีซีพี(TCP) จึงถูกใช้เป็นกุญแจสำคัญในการแก้ปัญหาเหล่านี้ โดยกลายเป็นระบบเปิดที่สมบูรณ์ แบบที่มีการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ได้ตั้งแต่เครื่องพีซี จนถึงเครื่องเมนเฟรม และไม่จำกัดระบบปฏิบัติการที่ใช้ ทีซีพี จึงเป็นมาตรฐานที่ทั่วโลกยอมรับ มีอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ผลิตออกมาสนับสนุน ทีซีพี/ไอพี มากมาย ดังนั้นจึงนับได้ว่า ทีซีพี/ไอพี เป็นหัวใจของอินเทอร์เน็ตเลยทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.1 *ทีซีพี/ไอพี คืออะไร*

ทีซีพี/ไอพี เป็นข้อกำหนดเกี่ยวกับรูปแบบการเชื่อมโยงในเครือข่าย (Network Protocol) จัดทำเพื่อใช้ เป็นกฎเกณฑ์ให้เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้งานร่วมกัน ในลักษณะของระบบเปิด (Open System) คือไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ชนิดใดหรือระบบใดก็ตาม จะสามารถติดต่อสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันใช้ได้

ทีซีพี/ไอพี เป็นการกำหนดรูปแบบการสื่อสารระหว่างซอฟต์แวร์ การจัดโอนย้ายข้อมูล การแสดงสถานะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่าย ตลอดจนกฎระเบียบต่างๆ ที่กำหนดให้ทำเมื่อเกิดความผิดพลาด หรือต้องทำเพื่อป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาด

ทีซีพี/ไอพี เกิดจากการนำข้อกำหนดของรูปแบบต่างๆ กันมาใช้ร่วมกัน ทีซีพี(TCP) และไอพี(IP) ต่างก็เป็นรูปแบบหนึ่งของชุดข้อกำหนดนี้ (แต่เรียกชุดข้อกำหนดรูปแบบนี้ว่า ทีซีพี/ไอพี) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้รับส่งหรือโอนย้ายข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนระบบเครือข่ายเดียวกันหรือต่างเครือข่ายกันก็ได้และมีการจัดเตรียมข้อมูลสถานะของเครือข่ายขึ้นได้ภายในข้อกำหนดรูปแบบเอง ในการสร้างซอฟต์แวร์ของระบบ เครือข่ายจะใช้ ทีซีพี/ไอพี เป็นส่วนสนับสนุนได้ทั้งระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ(Local Area Network)และเครือข่ายบริเวณกว้าง (Wide Area Network)ไม่ได้ใช้งานเฉพาะ กับอินเทอร์เน็ตเท่านั้น

2.1.3.2 *ส่วนประกอบของ ทีซีพี/ไอพี*

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า TCP/IP ประกอบไปด้วยชุดข้อกำหนดรูปแบบต่างๆซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มได้ ดังนี้

2.1.3.2.1 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบการขนส่ง (Transport Protocols) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายข้อมูล ระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่อง แบ่งย่อยออกได้เป็นสองชนิด คือ

1. TCP (Transmission Control Protocol) เป็นการบริการแบบ คอนเน็คชั่นเบสเซอร์วิส (Connection Based Service) ซึ่งคอมพิวเตอร์ด้านผู้รับและส่งต้องส่งต่อถึงกันอยู่ตลอดเวลาในระหว่างการสื่อสาร ถ้าเปรียบเทียบก็คล้ายกับระบบโทรศัพท์ที่ต้องติดต่อกันให้ได้ ก่อนจะพูดคุยกันได้
2. UDP (User Datagram Protocol) เป็นการให้บริการแบบ คอนเน็คชั่นเซอร์วิส(Connection Service) คอมพิวเตอร์ด้านผู้ส่งไม่จำเป็นต้องติดต่อกับด้านผู้รับก่อน เพียงรู้ที่อยู่ของด้านผู้รับแล้วใส่ที่อยู่นั้นไปกับข้อมูลที่ส่งออก ข้อมูลจะเดินทางตามเส้นทางต่างๆ เพื่อไปถึงปลายทางตามที่อยู่ คล้ายกับการส่งจดหมายที่ไปรษณีย์จะส่งให้ตามที่อยู่ที่จ่าหน้าซองจดหมายโดยผู้ส่งและผู้รับไม่ต้องติดต่อถึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2.2 กลุ่มข้อกำหนดเกี่ยวกับรูปแบบเส้นทาง(Routing Protocol) ทำหน้าที่พิจารณาเส้นทางที่ดีที่สุดที่ใช้ส่งข้อมูลและถ้ามีข้อมูลเป็นจำนวนมากหรือมีขนาดใหญ่ กลุ่มข้อมูลรูปแบบนี้ก็จะทำการแบ่งย่อยข้อมูลให้มีขนาดเหมาะสม แล้วส่งออกไป เมื่อถึงผู้รับปลายทาง กลุ่มข้อมูลนี้จะทำหน้าที่ตรงข้าม คือ รวบรวมข้อมูลย่อยให้ถูกต้องก่อนการแสดงผล กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบกลุ่มนี้ประกอบด้วย

1. IP (Internet Protocol) เป็นการกำหนดรูปแบบการส่งข้อมูล
2. ICMP (Internet Control Message Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบของข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสถานะของ IP เช่นข่าวสารความผิดพลาดและผลกระทบต่อเส้นทางเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ใน เครือข่าย
3. RIP (Routing Information Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับทำการพิจารณาวิธีการเลือกเส้นทางเพื่อให้ได้เส้นทางที่ดีที่สุดเหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด
4. OSPF (Open Shortest Path First) ข้อกำหนดรูปแบบอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ตัดสินเลือกเส้นทางโดยพิจารณาจากทางที่สั้นที่สุดก่อน

2.1.3.2.3 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับที่อยู่เครือข่าย (Network Address) ทำหน้าที่พิจารณาที่อยู่ของเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะตัวเลขหรือชื่อก็ตาม เพื่อความถูกต้องของข้อมูลที่จะไปยังผู้รับปลายทาง โดยที่ไม่ว่าเครือข่ายจะใหญ่โตสักเพียงใดหรือมีเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวนมากก็ตาม ที่อยู่ต้องไม่ซ้ำกัน กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบนี้มีดังนี้

1. ARP (Address Resolution Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบที่พิจารณาตัวเลขที่อยู่เพื่อไม่ให้เกิดที่อยู่ซ้ำกัน
2. DNS (Domain Name System) ข้อกำหนดรูปแบบที่พิจารณาตัวเลขที่อยู่เมื่อรู้ชื่อของเครือข่ายหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ เพราะการใช้งานจริงนั่นใช้เพียงที่อยู่ที่เป็นตัวเลข แต่ระบบชื่อจัดทำขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้
3. RARP (Reverse Address Resolution Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบที่พิจารณาตัวเลขที่อยู่เดียวกับ ARP แต่จะทำตรงข้ามกับ ARP

2.1.3.2.4 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับเส้นทางการสื่อสารระหว่างเครือข่าย (Gateway Protocols) และ สนับสนุนข้อมูลสถานะเพื่อนำไปใช้เลือกเส้นทางที่เหมาะสม ข้อกำหนดรูปแบบเหล่านี้ประกอบด้วย

1. EGP (Exterior Gateway Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบนี้จะหาการถ่ายโอนข้อมูลเส้นทางกันระหว่างเกตเวย์ กับเครือข่ายภายนอกเพื่อทำการสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. GGP (Gateway to Gateway Protocol) เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ทำงานถ่ายโอนข้อมูลเส้นทางกันระหว่างเกตเวย์ กับ เกตเวย์

3. IGP (Interior Gateway Protocol) ข้อกำหนดในแบบที่ถ่ายโอนข้อมูลเส้นทางกันภายในเครือข่ายเดียวกัน

2.1.3.2.5 กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบเกี่ยวกับการบริการผู้ใช้ (User Services) ผู้ใช้สามารถใช้ข้อกำหนดรูปแบบได้โดยตรง ข้อกำหนดรูปแบบนี้ประกอบด้วย

1. BOOTP (BOOT Protocol) เมื่อผู้ใช้เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายให้เริ่มทำงาน ข้อกำหนดรูปแบบนี้จะอ่านโปรแกรมควบคุมการทำงานจากคอมพิวเตอร์ให้บริการ(Server Computer) มาให้

2. FTP (File Transfer Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการถ่ายโอนไฟล์ข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่บนเครือข่ายเดียวกันหรือต่างเครือข่ายกันก็ได้

3. TELNET เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ทำให้บริการเกี่ยวกับการควบคุมการติดต่อระยะทางไกล (Remote Login)

กลุ่มข้อกำหนดรูปแบบอื่นที่นอกเหนือจากกลุ่มที่จัดไว้และบริการที่สำคัญๆจัดทำไว้ให้บนเครือข่ายที่สนใจมีดังนี้

1. NFS (Network File System) เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ทำให้ผู้ใช้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งสามารถเข้าใช้งานไฟล์ข้อมูลและดูไฟล์ข้อมูลซึ่งอยู่ในคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นได้
2. NIS (Network Information System) เป็นข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการกับ User Accounts ข้ามเครือข่าย เช่น Logins และ Password
3. RPC (Remote Procedure Call) ข้อกำหนดรูปแบบที่อำนวยความสะดวกให้กับโปรแกรมประยุกต์ที่ ใช้งานกับการควบคุมระยะทางไกล
   SMTP (Simple Procedure Call) ข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการถ่ายโอนจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail) ระหว่างคอมพิวเตอร์
4. SNMP (Simple Network Management Protocol) ข้อกำหนดรูปแบบที่ให้บริการข่าวสารต่างๆ ที่แสดงสถานะของเครือข่ายและอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 โครงสร้างของชุดโพรโตคอล ทีซีพี/ไอพี

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

ตาราง2.2 โครงสร้างของชุดโพรโตคอล ทีซีพี/ไอพี เปรียบเทียบกับ แบบจำลอง โอ เอส ไอ

1. Application Layer ในชั้นนี้ประกอบด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในเครือข่ายเช่น โปรแกรมส่งถ่ายข้อมูล (File-Transfer Program)และอาจกล่าวได้ว่าโพรโตคอล TCP/IP ก็คือ โพรโตคอลในชั้นแอปพลิเคชั่นรวมกับชั้นพรีเซนเตชั่นของ OSI โมเดลนั้นเอง

2. Transport Layer ในชั้นนี้เป็นชั้นที่ให้การส่งข้อมูลจากจุดปลายเปรียบเทียบได้กับชั้น รวมกับทรานสปอร์ตเลเยอร์นั่นเอง โดยโพรโตคอล TCP/IP มีซ็อกเก็ต (Socket) เป็นจุดปลาย (End-Point) ในการสื่อสารซึ่งซ็อกเก็ตนี้ประกอบไปด้วยหมายเลขของคอมพิวเตอร์และหมายเลขเพอร์ต (Port) ของเครื่องที่ต้องการส่งข้อมูลไปถึงในชั้นนี้มีการรับรองให้ถึงที่หมายและลำดับข้อมูลที่ส่ง โดยปราศจากข้อมูลซ้ำซ้อน โดยในชั้นนี้มีโพรโตคอลหลัก 2 ตัว คือ TCP และ UDP

3. Internet Layer ในชั้นนี้มีการกำหนดดาต้าแกรม (Datagram) และทำการหาเส้นทางการส่ง การทำงานในชั้นนี้จะเป็นแบบ Connectionless เนื่องจากไม่มีการเชื่อมต่อระหว่างต้นทางกับปลายทางก่อนดาต้าแกรมแต่ละตัวสามารถเลือกเส้นทางไปโดยอิสระและไม่มีการรับประกันความถูกต้องข้อมูลหรือลำดับการส่ง

4. Network Interface Physical Layer ทำหน้าที่ควบคุมตัวกลางที่ใช้สื่อสารข้อมูลและรูปแบบการเชื่อมต่อในทางกายภาพ ชั้นนี้จะแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วน ๆเรียกว่า เฟรม หรือแพคเก็ตและส่งข้อมูที่ได้ไปยังปลายทางที่เชื่อมต่อกันอยู่บนเครือข่ายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.4 ข้อแตกต่างระหว่างชุดโพรโตคอล TCP/IP

1. ลำดับการติดต่อสื่อสารของชั้นเลเยอร์ ในรูปแบบ OSI นั้นจะกำหนดลำดับชั้นการสื่อสารที่เป็นลำดับขั้นตอนการติดต่อที่แน่นอน โดยเฉพาะการอินเตอร์เฟสระหว่างชั้นเลเยอร์ซึ่งทำให้รูปแบบ OSI สามารถเป็นระบบเปิดสำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพราะไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงโพรโตคอลในเลเยอร์ชั้นใดก็ตามจะไม่มีผลกระทบต่อการสื่อสารเลเยอร์ชั้นถัดไป ในขณะที่ชุดโพรโตคอล TCP/IP จะไม่มีการกำหนดรูปแบบการติดต่อที่ตายตัวเพื่อให้ผู้ออกแบบเครือข่ายมีอิสระสามารถเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเครือข่ายได้ง่ายขึ้น

2. การติดต่อสื่อสาระหว่างเครือข่ายหรือการติดต่อผ่านอินเทอร์เน็ต คือการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างระบบคอมพิวเตอร์ 2 ระบบที่ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยผ่านทางเครื่อข่ายการสื่อสารข้อมูลเพียงเครือข่ายเดียวได้ต้องอาศัยเครือข่ายตั้งแต่ 2 เครือข่ายขึ้นไปในการติดต่อสื่อสารกันและเครือข่ายเหล่านี้อาจจะมีลักษณะของเครือข่ายที่ต่างกันก็ได้

ความแตกต่างในเรื่องของอินเทอร์เน็ตระหว่างชุดโพรโตคอล TCP/IP กับรูปแบบ OSI ก็คือในชุดโพรโตคอล TCP/IP จะใช้โพรโตคอลสำหรับอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า โพรโตคอล IP(Internet Protocol)ซึ่งในรูปแบบOSI จะเรียกว่าโพรโตคอลสำหรับการอินเทอร์เน็ตว่า โพรโตคอลเน็ตเวิร์ค

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

4. โพรโตคอลควบคุมการจัดการสื่อสาร ในชุดโพรโตคอล TCP/IP จะใช้โพรโตคอล TCP เป็นโพรโตคอลสำหรับควบคุมการสื่อสาร กำหนดตำแหน่งต้นทางและปลายทาง และอื่น ๆ กับข้อมูลซึ่งในรูปแบบ OSI นั้นจะแบ่งแยกการควบคุมการสื่อสารออกจากกันโดยใช้โปรโตคอลเซสชั่นและโปรโตคอลทรานสปอร์ตตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.5 ลักษณะของการติดต่อ

แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

Connection-Oriented คือการติดต่อที่ต้องมีการเชื่อมโพรเสส (Process) ที่จะมีการส่งหรือรับข้อมูลซึ่งใช้คำว่าวงจรเสมือน (Virtual Circuit) เพราะว่าจะทำงานเสมือนมีวงจรต่ออยู่ระหว่างโพรเสส ถึงแม้ว่าข้อมูลนี้อาจจะจ่าย Pocket-Switching Network บริการชนิดนี้ส่วนมากจะใช้ในกรณีที่มีข่าวสารต้องการมากกว่าหนึ่งข่าวสาร ดังนั้นสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น

- ขั้นการสร้างการติดต่อ (Connection Establishment)
- ขั้นการส่งผ่านข้อมูล (Data Transfer)
- ขั้นยกเลิกการติดต่อ (Connection Termination)

Connectionless หรือดาต้าแกรม คือจะไม่มีขั้นการสร้างการติดต่อ และขั้นการยกเลิกการติดต่อ แต่จะมีขั้นการส่งผ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว โดยข้อมูลซึ่งเรียกว่าดาต้าแกรมจะถูกส่งจากระบบหนึ่งไปสู่ระบบหนึ่งอย่างเป็นอิสระโดยไม่ขึ้นอยู่กับดาต้าแกรมอื่น

2.1.3.6 ความสัมพันธ์ของ TCP และ UDP กับอินเทอร์เน็ต

ตามสถาปัตยกรรมของชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP ระดับชั้น ทรานสปอร์ต จะมีบริการส่งข้อมูลอยู่ 2ประเภท คือ TCP และ UDP

ความแตกต่างของ TCP กับ UDP อยู่ที่วิธีการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่อง TCP ต้องสร้างการติดต่อให้ได้ก่อนแล้วจึงส่งข้อมูลและยกเลิกเส้นทางที่ต่อกันเมื่อจบการส่งข้อมูล ส่วน UDP จะไม่มีการสร้างการติดต่อ แต่จะใช้ ไอพีแดดเดรสของคอมพิวเตอร์ปลายทางใส่รวมกับข้อมูลแล้วส่งออกไป ข้อมูลจะเดินตามไอพีแอดเดรสด้วยเส้นทางที่ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมจนกว่าจะถึงคอมพิวเตอร์ปลายทาง

TCP เป็นวิธีการสื่อสารที่มีความเชื่อมั่นได้มากกว่า UDP ทั้งการส่งและการตอบรับข่าวสาร วิธีของ UDP จะไม่มีการรับประกันว่าข่าวสารจะไปถึงผู้รับแต่ UDP มีวิธีการที่จะตรวจสอบโดยให้เครื่องคอมเพิวเตอร์ปลายทางส่งข่าวสารการตอบรับกลับมาเมื่อได้รับข่าวสารที่ส่งไปให้ ทางด้านผู้ส่งจะตั้งเวลาว่านานเท่าใดควรมีการตอบกลับรับกลับมา ถ้าเกินเวลา (time-out) แล้วยังไม่มีการตอบรับกลับมาก็สันนิฐานได้ว่าข่าวสารสูญหาย UDP ก็จะทำการส่งข่าวสารเดิมให้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายขนาดใหญ่เช่นอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายเป็นจำนวนมาก การใช้ TCP ที่ต้องสร้างการติดต่อและยกเลิกอยู่บ่อย ๆ จึงเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติดังนั้นอินเทอร์เน็ต จึงใช้การส่งข่าวสารด้วย UDP แทน

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

2.1.3.7 พอร์ตและซ็อกเก็ต (TCP Port and Socket)

การใช้บริการของ TCP ทำโดยผ่านทางพอร์ต โดยมีการกำหนดหมายเลขให้กับการบริการต่าง ๆ การบริการที่ต่างกันจะมีหมายเลขพอร์ตไม่เหมือนกัน

พอร์ตถูกกำหนดตามชนิดของการบริการ เช่น ต้องการกำหนดหมายเลยให้กับการบริการต่าง การบริการที่ต่างกันจะมีหมายเลขพอร์ตไม่เหมือนกัน

พอร์ตถูกกำหนดตามชนิดของการบริการ เช่น ต้องการสื่อสารกันด้วย Telnet เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะส่งความต้องการออกทางพอร์ตหมายเลข 23 ที่จัดไว้สำหรับบริการ Telnet ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการติดต่อด้วย ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางยอมรับการติดต่อ การสื่อสาร Telnet ก็จะเริ่มขึ้น ในช่วงเวลานี้ถ้ามีความต้องการการสื่อสารด้วย Telnet จากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นเข้ามา จะไม่สามารถทำการติดต่อได้เนื่องจากพอร์ตหมายเลข 23 Telnet จากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นเข้ามา จะไม่สามารถทำการติดต่อได้เนื่องจากพอร์ตหมายเลข 23 สำหรับบริการ Telnet ถูกใช้งานอยู่ TCP พอร์ตเป็นพอร์ตทาง Logical ไม่ใช่พอร์ตที่อยู่ด้านหลังของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้คอนเน็กเตอร์(Connector)บนแบคโบนเพื่อให้สามารถสื่อสารบริการหลายประเภทได้พร้อม ๆกัน

ซ็อกเก็ตเป็นหมายเลขกำหนดวงจรซึ่ง ทางเข้า-ออก ของระดับชั้น TCP ของเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย หมายเลขซ็อกเก็ตประกอบด้วยเลข ไอพีแอดเดรส กับหมายเลขพอร์ตรวมกัน หมายเลขซ็อกเก็ตที่ใช้กับการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ต่างเครือขายได้เนื่องจากไอพีแอดเดรสของเครือข่ายจะไม่ซ้ำกัน ถึงแม้ว่าหมายเลขพอร์ตจะซ้ำกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายจะสร้างตารางพอร์ตขึ้นมาเก็บรายการของพอร์ตที่มีอยู่เพื่อใช้ตรวจสอบว่าจะใช้บริการพอร์ตที่ต้องการได้หรือไม่และพอร์ตมีสถานะเป็นอย่างไรการที่พอร์ตที่อยู่ในรายการตารางพอร์ตของแต่ละเครื่อง ร้องขอการสื่อสารซึ่งกันและกัน เรียกว่า 'Binding' ของพอร์ตและวิธีที่ทำให้พอร์ตที่ถูกใช้สามารถใช้สื่อสารได้อีกจากการขอใช้บริการเดียวกันเรียกว่า 'Multiplexing'

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

ตารางที่ 2.3 หมายเลขพอร์ตที่ให้บริการต่างๆ

2.1.3.8 ข้อกำหนดรูปแบบ IP (Internet Protocol)

IP เป็นข้อกำหนดรูปแบบหนึ่งในชุดข้อกำหนดรูปแบบ TCP/IP ลักษณะการให้บริการเป็นแบบ Connectionless เช่น เดียวกับ UDP มีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการจัดการ ดาต้าแกรม ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ที่อยู่ปลายทาง วิธีการหาเส้นทางที่ดีที่สุดที่จะไปถึงปลายทาง และจัดเตรียมวิธีการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในกรณีต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีหน้าที่แบ่งย่อยดาต้าแกรมที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่ IP Message กำหนดไว้(ประมาณ 64 กิโลไบต์) และรวบรวมดาต้าแกรม ย่อย ๆ กลับมาเป็น Message ให้เหมือนเดิมที่เครื่องปลายทาง การแบ่งย่อยและรวบรวมดาต้าแกรม มีอยู่ 4 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักวิทยบริการฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. Segmentation วิธีแบ่งดาต้าแกรมขนาดใหญ่ให้เป็นดาต้าแกรมย่อย
2. Reassemble วิธีรวบรวมดาต้าแกรมย่อย ๆ ให้กลับอยู่ในสภาพเดิม
3. Concatenation วิธีรวมดาต้าแกรมให้เป็นบล็อก
4. Separation วิธีแบ่งบล็อกให้เป็นดาต้าแกรม

2.1.3.9 ข้อกำหนดรูปแบบ ICMP (Internet Control Message Protocol)

ปัญหาหนึ่งทีเกิดขึ้นได้ง่ายกับดาต้าแกรม ก็คือ ดาต้าแกรมเดินทางผิดเส้นทาง ทำให้สูญหาย หรือบางส่วนข่าวสารเสียหาย เครื่องคอมพิวเตอร์ด้านส่งต้องรู้เงื่อนไขที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดต่าง ๆ บนเครือข่ายเพื่อให้ดาต้าแกรมถูกส่งออกไปอย่างถูกต้อง

ICMP จะรายงานความผิดพลาดในระบบให้กับไอพีพิเศษ ICMP มี Header เหมือนกับข่าวสารไอพีอื่น ๆ โดยจะถูกส่งรวมไปกับข่าวสารอื่นสู่เครื่องปลายทาง ซึ่งเครื่องปลายทางจะส่งรายงานของความผิดพลาดกลับมาให้เครื่องด้านส่งได้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นบ้านในการเดินทาง ซึ่งข้อมูลในรายงานจะถูกนำมาใช้แก้ปัญหาต่อไป

2.1.4 ไอพีแอดเดรส (IP Address)

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมกับอินเทอร์เน็ตหรือเครือข่ายที่ใช้ TCP/IP มีอยู่เป็นจำนวนมาก เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องต้องสามารถระบุหรือ อ้างอิงได้โดยไม่เกิดความซ้ำซ้อนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น มิฉะนั้นแล้วข่าวสารที่เครือข่ายรับมาจะไม่สามารถส่งไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการข่าวสารนั้นได้ จึงต้องมีการจัดระบบที่ดี เครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือเครือข่ายที่ใช้ TCP/IP ได้ออกแบบการจัดการระบบตรงส่วนนี้ไว้แล้ว เครือข่ายอินเทอร์เน็ตใช้รหัสหมายเลขมากำหนดให้แต่ละเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายที่เชื่อมโยงเรียกรหัสหมายเลขเหล่านี้ว่า**อินเทอร์เน็ตแอดเดรส(Internet Address)**

ไอพีแอดเดรส ประกอบด้วยเลขฐานสองจำนวน 32 บิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนมี 8 บิต เมื่อดูเฉพาะแต่ละส่วนเป็นเลขฐานสิบจะได้เลขจำนวน 256 ค่าไม่ซ้ำกัน (0-225)ไอพีแอดเดรสจะนำเอาหมายเลขทั้ง 4 ส่วนมารวมกัน โดยแยกแต่ละส่วนด้วยจุดดังนั้นหมายเลขทั้งหมดที่เป็นไปได้ โดยไม่ซ้ำกัน คือ 256^4 หรือ 4,294,967,296 จำนวน มีค่าหมายเลขจาก 000.000.000.000 จนถึง 255.255.255.255หมายเลขเหล่านี้เองที่อินเทอร์เน็ตใช้กำหนดให้กับเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้อ้างอิงถึง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42349

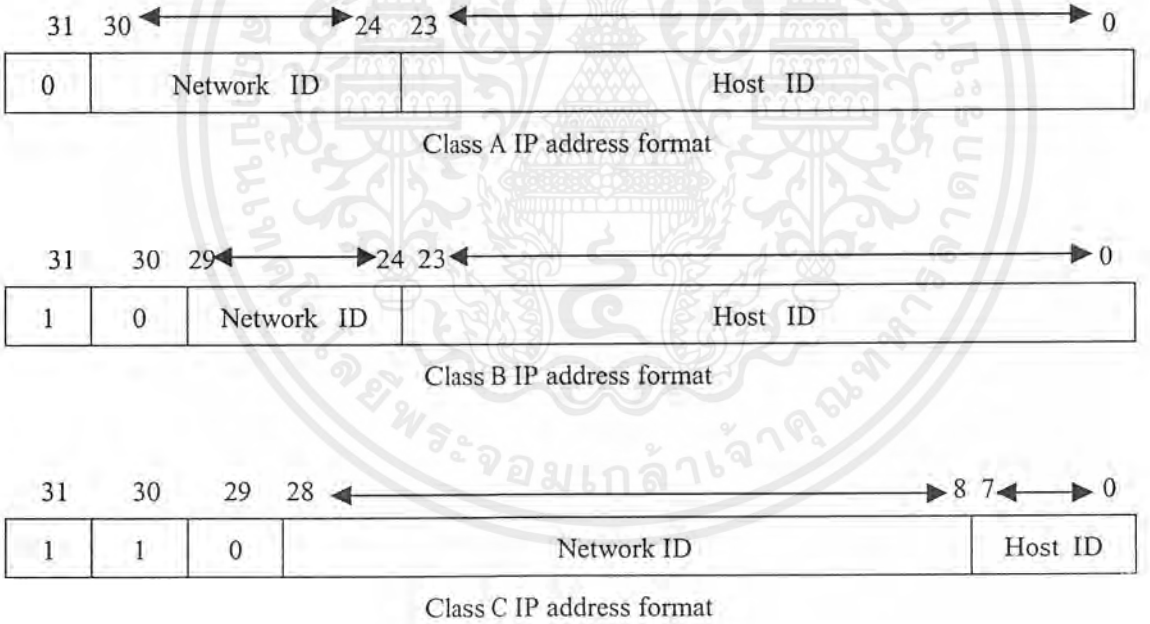
ไอพีแอดเดรสบางหมายเลขสงวนไว้ใช้ ด้วยจุดหมายกรณีพิเศษ ทำให้ ไอพีแอดเดรสที่ให้งานทั่วไปลดลงจากจำนวนที่เป็นไปได้ความหมายของไอพีแอดเดรสจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้เป็นระหัสประจำเครือข่าย

2. กลุ่มที่ใช้เป็นรหัสประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายในเครือข่าย (Host Computers)

ไอพีแอดเดรสในกลุ่มรหัสประจำเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถซ้ำกันได้ แต่กลุ่มรหัสประจำเครือข่ายจะซ้ำกันไม่ได้ดังนั้นรหัสเครื่องที่ซ้ำกันจึงไม่มีผลต่อการอ้างอิงถึง

นอกจากนี้เพื่อความเหมาะสมในการกำหนด ไอพีแอดเดรสให้กับผู้ขอ ทางผู้บริหารอินเทอร์เน็ตแบ่งคลาสของผู้ขอ ไอพีแอดเดรสตามขนาดของเครือข่ายเพื่อให้ทรัพยากรส่วนนี้ถูกใช้อย่างคุ้มค่าที่สุด องค์กรขนาดใหญ่ก็จะจัดให้อยู่ในคลาสที่สามารถกำหนด ไอพีแอดเดรสให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายได้มาก การแบ่งคลาสจะแบ่งได้ดังนี้



รูป 2.2 แสดงคลาสของไอพีแอดเดรส

การกำหนดหมายเลขของเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์นอกจากจะแบ่งไอพีแอดเดรสเป็นคลาสทั้ง 5 ประเภทแล้ว ยังมีข้อกำหนดปลีกย่อยอีกหลายประการที่ผู้วางระบบต้องรู้ไว้ เพื่อที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดแอดเดรสใช้งานได้อย่างถูกต้องไม่ผิดพลาด ได้แก่ ไอพีแอดเดรสที่เป็น '0' ทุกบิต จะไม่ใช้งานทั่วไป แต่นำไปใช้กับอุปกรณ์หาเส้นทาง (Router) เพื่อกำหนด 'Default Route'

1. ไอพีแอดเดรสในแต่ละส่วนคือ ส่วนหมายเลขเครือข่ายและส่วนหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็น '0'หรือ '1' ทุกบิตไม่ได้

- ถ้าส่วนของหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น '0' ทุกบิต หมายถึง หมายเลขเครือข่ายนั้นใช้งานร่วมกับอุปกรณ์หาเส้นทางหรือเพื่อบอกให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้ว่าตัวเองอยู่ในเครือข่ายใด

- ส่วนของหมายเลขประจำเครื่องคอมพิวเตอร์เป็น '1' บิต หมายถึง เลขเครือข่ายนั้นใช้สำหรับการกระจายข่าวภายในเครือข่าย (Broadcast Address)

- ถ้าไอพีแอดเดรสทั้งสองส่วนเป็น '1' ทุกบิต หมายถึง แอดเดรสที่ใช้กระจายข่าวหรืออีกนัยหนึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ส่งแอดเดรสนี้เข้าสู่ระบบไม่ทราบว่าตนเองอยู่ในเครือข่ายใด

3. ไอพีแอดเดรสของคลาส A หมายเลข 127.0.0.0 จะสงวนไว้ใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น IPC (Inter-Process Communication)

จากรูป 2.2 จะแสดงประเภทของ ไอพีแอดเดรสและข้อกำหนดปลีกย่อยต่างๆเราสามารถทราบได้ว่าเครือข่ายขององค์กรถูกจัดอยู่ใน Class ใด โดยดูจากค่าหมายเลขของ 8 บิทแรกซ้ายมือสุดดังนี้

Class A: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 1ถึง 126

Class B: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 128 ถึง 191

Class C: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 192 ถึง 233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การติดต่ออินเตอร์เน็ตของวิชวลเบสิคโดยใช้ MS Winsock Control

ในการที่เราจะทำการเขียน Internet Application โดยใช้ Visual Basic จะมี Control (ในที่นี้คือ ActiveX Control) อยู่หลายตัวที่ทำหน้าที่ช่วยเรา ซึ่ง Control เหล่านี้บางตัวก็จะถูกออกแบบมาสำหรับบริการบางประเภทเท่านั้นซึ่งต้องเลือกเอาเอง ตามความเหมาะสม ซึ่ง Control เหล่านี้บางตัวก็จะถูกออกแบบมาสำหรับบริการบางประเภทเท่านั้นซึ่งต้องเลือกเอาเอง ตามความเหมาะสม ซึ่งบริการเหล่านั้นจะเป็นบริการพื้นฐานเท่านั้น ถ้าเราต้องการจะสร้าง Application เพื่อติดต่อกับบริการบางประเภทที่ไม่เป็นที่นิยม หรือเป็นรูปแบบบริการที่เราสร้างขึ้นมาเอง ก็คงจำเป็นที่จะต้องใช้ Control ที่เป็น Control ด้าน **TCP** หรือ **UDP** ซึ่งเป็น Control ที่ค่อนข้างจะเป็น Control ที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารโดยใช้ Protocol ที่อยู่บน IP (Internet Protocol) โดยสามารถสร้างการติดต่อสื่อสารที่เป็น TCP(Transfer Control Protocol)ซึ่งเป็นProtocol ที่เป็น Connection-Oriented กับอีก Protocol หนึ่งก็คือ UDP (User Datagram Protocol) ซึ่งเป็น Protocol แบบ Connection-Less ซึ่งก็เพียงพอที่เราจะสร้าง Application ใดๆก็ได้สำหรับ Internet

MS Winsock Control เป็นControl ที่จะทำให้การใช้งาน TCP และ UDP ได้ง่ายขึ้น ซึ่ง Control ตัวนี้สามารถที่จะใช้ได้ทั้ง MS Visual Basic, MS Visual C++, MS Visual FoxPro หรือแม้แต่ MS Access ซึ่งทำให้เราสามารถที่จะสร้าง Client หรือ Server Application ได้โดยที่***ไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียด***เกี่ยวกับ TCP หรือวิธีที่จะทำการเรียกใช้ Windows API ระดับล่างเลยเราเพียงแค่ กำหนด Properties ต่างๆ แล้วเรียกใช้ Method เหล่านั้นเราก็จะสามารถที่จะสร้างการติดต่อสื่อสารกับเครื่องอื่นๆแล้วแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกัน

<u>โพรโตคอล TCP เบื้องต้น</u>

TCP เป็นการติดต่อสื่อสารที่เป็น Connection Oriented ที่จะมีการสร้าง Connection กันไว้ซึ่งก็จะทำให้ทั้งสองฝั่งสามารถที่จะส่งข้อมูลที่เป็นลักษณะ stream ไปมาระหว่างสองเครื่องนั้นได้ การสร้าง Application ในลักษณะนี้จะมีเครื่องอยู่สองฝั่งโดยฝั่งหนึ่งจะทำงานเป็น Server ที่จะรอให้เครื่อง Client ทำการขอการติดต่อสื่อสารเข้ามา

ในกรณีที่เราจะสร้าง Application ให้เป็น Client เราจำเป็นที่จะต้องทราบที่อยู่ของเครื่องปลายทางซึ่งอาจจะเป็น Hostname หรือหมายเลข IP เพื่อที่จะใช้ในการระบุใน RemoteHost property และต้องทราบหมายเลข Port เพื่อจะใช้ระบุใน RemotePort property ที่ทำการ Listen (รอการ connect) อยู่จากนั้นก็ทำการเรียก Connect method เพื่อสร้าง Connection

สำหรับถ้าต้องการสร้าง Application ที่เป็น Server ในส่วน Server นี้เราต้องกำหนด LocalPort property แล้วทำการเรียก Listen method เพื่อรอการร้องขอเข้ามาจาก Client เมื่อมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้องขอเข้ามา ก็จะเกิดเหตุการณ์ ConnectionRequest event เข้ามาเพื่อที่จะ สร้าง Coection เราจำเป็นต้องเรียก Accept method ในขณะที่เกิดเหตุการณ์ ConnectionRequest event

เมื่อสร้าง Connection แล้วเครื่อง Computer ทั้งสองฝั่งก็จะสามารถที่จะรับและส่ง Data ไปมาระหว่างกันได้ ถ้าต้องการจะส่ง Data ก็ทำการเรียก SendData method และเมื่อมีข้อมูลเข้ามาก็จะเกิดเหตุการณ์ DataArrival event ขึ้น ถ้าจะอ่านข้อมูลก็ทำการเรียก GetData method ในขณะที่เกิดเหตุการณ์ DataArrival event

โพรโตคอล UDP เบื้องต้น

UDP (User Datagram Protocol) เป็น Protocol ที่ทำงานในลักษณะ Connection-less ซึ่งจะต่างจาก TCP ตรงที่ UDP ไม่มีการการสร้าง Connection และเครื่องที่มีการส่งการติดต่อสื่อสารกันนั้นเครื่องจะเป็น Client หรือ Server ก็ได้

ในการที่จะส่งข้อมูลหากันนั้น เครื่องที่เป็น Client จะเพียงแค่กำหนดหมายเลข Port ใน LocalPort property และกำหนดหมายเลข Port ใน RemotePort property ซึ่งจะต้องเป็นหมายเลขเดียวกันที่กำหนดไว้ที่เครื่อง Client จากนั้นก็ทำการเรียก SendData method เพื่อส่งข้อมูล และเมื่อเครื่อง Client ต้องการจะอ่านข้อมูลก็เพียงเรียก GetData method ในขณะที่มีเหตุการณ์ DataArrival event

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของ Winsock Control (Properties)

Property นี้จะใช้สำหรับการกำหนดคุณสมบัติต่างให้กับวินซ็อก เช่น เลขหมายเครื่องปลายทางเลขหมายพอร์ต ที่เราต้องการจะติดต่อ หรือจะเป็นการเรียกดูคุณสมบัติของ วินซ็อกในขณะนั้น เช่นดูว่าขณะนั้น วินซ็อก มีสถานะเป็นอย่างไร อ่านค่า หมายเลขที่อยู่ IP หรือ ค่าพอร์ต ของเราเอง เป็นต้น

ชื่อ Property	*Return Value*	อ่านได้อย่างเดียว?	*คำอธิบาย*
BytesReceived	*Long*	ใช่	เป็นการคืนค่ากลับจำนวนของ ไบต์ ที่รอในการรับจาก buffer ซึ่งใช้ *GetData* method ในการรับข้อมูล
LocalHostName	*String*	ใช่	เป็นคืนค่า ชื่อที่อยู่ของเรา เพื่อให้เรารู้ว่าเป็นอะไร
LocalIP	*String*	ใช่	คืนค่าของ Local host ที่อยู่ IP ในรูปแบบของ String เช่น 198.164.0.94 เป็นต้น
LocalPort	*Long*	ไม่ใช่	กำหนด port ที่รับข้อมูลของเครื่องเรา เช่น 1000 ถ้ามีข้อมูลส่งมาที่ IP เราและตรงกับ LocalPort ในที่นี้ คือ 1000 เราก็จะได้รับ ข้อมูลนี้จากวินซ็อกตัวที่มี LocalPort อยู่ที่ 1000
Protocol	*Long*	ไม่ใช่	เป็นการ ตั้งค่าให้กับ Winsock ว่า จะใช้ Protocol อะไรซึ่งมีให้เลือก คือ *sckTCPProtocol* และ *sckUDPProtocol (TCP และ UDP)* ซึ่งการคืนค่าคือ 0 และ 1 ตามลำดับ
RemoteHost	*String*	ไม่ใช่	คืนค่าหรือตั้ง เครื่องปลายทางที่ติดต่อ ซึ่งสามารถที่จะตั้งให้เป็นแบบ String หรือ เลขหมายที่อยู่ IP ก็ได้แบบ String ก็เช่น **www.kmitl.ac.th** และ แบบเลขหมายที่อยู่ ก็เช่น **161.246.10.21**
RemoteHostIP	*String*	ใช่	คืนค่า ที่อยู่IP ของเครื่องปลายทาง สำหรับ TCP นี้จะได้ค่าเมื่อการติดต่อเสร็จแล้วเท่านั้น ส่วน UDP จะคืนค่านี้ได้เมื่อเกิดเหตุการณ์ *DataArrival* , ซึ่งตอนนั้นก็จะได้รับค่า ที่อยู่ IP ของเครื่องที่ส่งข้อมูลมาด้วย
RemotePort	*Long*	ไม่ใช่	จะคืนค่าหรือ ติดตั้ง ค่าพอร์ต เพื่อที่เราจะส่งข้อมูลไป
SocketHandle	*Long*	ใช่	คืนค่าที่ตรงกับที่การใช้ SocketHandle
State	*Integer*	ใช่	คืนค่าสถานะของตัวควบคุม, ซึ่งจะมีเป็นแต่ละชนิดไป

ตาราง 2.4 คุณสมบัติวินซ็อกคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะสถานะ(State Property)

คุณลักษณะสถานะนี้ จะ ส่งค่าสถานะของวินซ็อกเป็นค่าๆออกมาว่าขณะนั้นวินซ็อกต้วนั้นอยู่ในสถานะใด อาจจะเอาสถานะตัวนี้ไปเป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมเพื่อป้องกันการเกิดการผิดพลาดที่เกี่ยวกับข้อบังคับของวินซ็อกได้ หรือจะใช้เพื่อเช็คดูว่าขณะนี้กำลังทำอะไรอยู่เพื่อที่เราจะได้เขียนโปรแกรมได้ว่าถ้าเป็นอย่างนี้อยู่จะทำอะไรได้บ้าง ซึ่งโดยที่รายละเอียดทั้งหมดจะระบุอยู่ที่ตารางนี้

ค่าConstant	*ค่า*	*ความหมาย*
SckClosed	0	ปิด เป็นค่าปกติ
SckOpen	1	เปิด ซ็อกเกต
SckListening	2	การรอรับรู้สำหรับการเชื่อมต่อ
SckConnectionPending	3	การร้องขอการเชื่อมต่อมาถึงแล้วแต่ยังไม่เสร็จ
SckResolvingHost	4	Host ทำตามความต้องการ
SckHostResolved	5	ความต้องการของ Host เป็นจริง
SckConnecting	6	การร้องขอการติดต่อเริ่มทำ แต่ ยังไม่เสร็จ
SckConnected	7	การเชื่อมต่อสำเร็จ
SckClosing	8	เริ่มต้นการปิด
SckError	9	มีการผิดพลาดเกิดขึ้น

ตาราง 2.5 คุณลักษณะสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Methods ของ Winsock Control

Methods นี้จะเป็นวิธีการที่จะให้ วินซ็อกทำตามความต้องการของเราในการเขียนโปรแกรม การกำหนดก็จะมีลักษณะที่จะขึ้นต้นด้วยชื่อของ วินซ็อกแล้วตามด้วยวิธีที่จะให้วินซ็อกทำ เช่น ต้องการให้วินซ็อกที่ชื่อ winsock1 สร้างการเชื่อมต่อ ก็จะใช้คำสั่งดังนี้ Winsock1.connect

การที่จะใช้ Methods นี้ส่วนใหญ่จะต้องมีการกำหนด คุณสมบัติ ให้กับวินซ็อกก่อนจึงต้องระวังด้วยว่าเราได้กำหนดให้มันรึยัง ตัวอย่างก็เช่นการที่เราจะใช้ Winsock1.connect ได้นั้นต้องมีการกำหนด หมายเลขIP และ หมายเลข Port ปลายทางให้กับ วินซ็อกก่อน เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดต่างๆของ Method ก็อยู่ที่ตารางข้างล่างครับ

Method	**พารามิเตอร์**	***Return Value***	***คำอธิบาย***
Accept	*RequestID*	Void	สำหรับการติดต่อแบบ TCP เท่านั้นใช้ Method นี้ ในการยอมรับการติดต่อเมื่อเกิดเหตุการณ์ *ConnectionRequest*
Bind	*LocalPort* *LocalIP*	Void	ทำการเชื่อมต่อ ซ็อกเก็ตให้กับ *LocalPort* และ *LocalIP* ใช้ *Bind* ถ้ามี Network หลายตัว *Bind* จะต้องถูกเรียกก่อน *Listen*
Close	None	Void	ปิดการติดต่อ หรือ ปิดการรอรับการติดต่อ
Connect	*RemoteHost* *RemotePort*	Void	สร้างการเชื่อมต่อของ TCP ไปยังหมายเลข *RemotePort* ที่อยู่บน *RemoteHost*
GetData	*Data* *Type* *MaxLen*	Void	รับเอาข้อมูลที่ค้างอยู่เข้ามา มี *Type* และ *MaxLen* เป็นพารามิเตอร์ควบคุม พารามิเตอร์ *Type* จะใช้กำหนดชนิดของข้อมูลสำหรับอ่าน พารามิเตอร์ *MaxLen* จะใช้กำจำนวนไบต์ หรือ ตัวอักษรที่รับเข้ามา *GetData* จะข้ามพารามิเตอร์ *MaxLen* สำหรับชนิดอื่นๆที่มากกว่า ไบต์อะเรย์ และ string.
Listen	None	Void	สร้าง ซ็อกเก็ตและวางมันไว้ในโหมดการรอรับการติดต่อ *Listen* จะใช้สำหรับการติดต่อแบบ TCP เท่านั้น
PeekData	*Data* *Type* *MaxLen*	Void	คุณสมบัติเหมือนกับ *GetData* ยกเว้นแต่ว่าข้อมูลไม่ได้ถูกย้ายจาก Buffer ของระบบ
SendData	*Data*	Void	ส่งข้อมูลไปยังเครื่องปลายทาง ถ้า UNICODE string ผ่าน มันก็จะถูกแปลงเป็น ANSI string ก่อน จำไว้ว่าต้องใช้ ไบต์อะเรย์สำหรับข้อมูลไบนารี่เสมอ

ตาราง 2.6 Method ของวินซ็อกคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Events ของวินซ็อก

Event คือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อมีลักษณะของ ซ็อกเก็ตจากภายในและภายนอกเปลี่ยนไปจากเดิม เช่นการเข้ามาของข้อมูล การทำการติดต่อสำเร็จ

เราจะใช้ประโยชน์ของ Events ในการที่เรากำหนดให้กับโปรแกรมว่าเราต้องการให้โปรแกรมทำอะไรเมื่อเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น เช่น สมมุติว่า เมื่อมีข้อมูลเข้ามาถึงซ็อกเก็ต(ในที่นี้คือ DataArrival)ของเราให้เรารับข้อมูลนี้ไว้(โดยใช้ GetData Method) ซึ่งแต่ละ Event ก็มีดังตารางข้างล่างนี้

Event	*Arguments*	*คำอธิบาย*
Close	ไม่มี	เกิดขึ้นเมื่อขาดการติดต่อกันกับเครื่องปลายทางที่เราติดต่อด้วย
Connect	ไม่มี	เกิดขึ้นหลังจาก *Connect* method ติดต่อได้สำเร็จแล้ว
ConnectionRequest	*RequestID*	เกิดขึ้นเมื่อเครื่องปลายทางต้องการจะติดต่อด้วย
DataArrival	*BytesTotal*	เกิดขึ้นเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา
Error	*Number* *Description* *Scode* *Source* *HelpFile* *HelpContext* *CancelDisplay*	เมื่อ Winsock มีข้อผิดพลาด Event นี้ก็จะถูกสร้างขึ้น
SendComplete	ไม่มี	เกิดขึ้นเมื่อคำสั่งการส่งทำได้สำเร็จเรียบร้อยแล้ว
SendProgress	*BytesSent* *bytesRemaining*	เกิดขึ้นขณะที่ข้อมูลทำการส่ง

ตาราง 2.7 Event ของวินซ็อก

2.2 การบีบอัดเสียง(Voice Compression)

ในการที่จะส่งเสียงผ่านบนระบบ อินเทอร์เนตนั้นในเบื้องต้นจะมีการเปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดที่ได้รับจากไมค์โครโฟนซึ่งเป็น Analog เป็น Digital ก่อนซึ่งส่วนนี้ระบบ ปฏิบัติการและไดร์เวอร์ของ การ์ดเสียงจะเป็นตัวทำให้โดยอัตโนมัติอยู่แล้วจึงจะไม่กล่าวถึง แต่ว่าการที่เราจะส่งสัญญาณออกไปนั้นจะเอาสัญญาณที่ได้จากการแปลงข้างต้นนั้นไม่ไหวแน่เพราะว่าขนาดของข้อมูลจะใหญ่มากซึ่งจะสังเกตุได้จาก เมื่อเราทำการบันทึกเสียงเข้าทางไมค์โครโฟนไฟล์ที่ได้มาจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดใหญ่มาก เพราะฉะนั้น จึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลของเสียงก่อนที่จะส่งออกไปซึ่งการ Compression ที่ใช้มีดังนี้

GSM610 Compression

วิธีการบีบอัดข้อมูลแบบ GSM นี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นที่วิทยาลัยเทคนิคของเบอร์ลินในปี ค.ศ.1992 วิธีการบีบอัดแบบ GSM นี้เป็นวิธีที่มีความซับซ้อนในการบีบอัดข้อมูลเป็นอย่างมาก ซึ่งผลที่ได้รับคืออัตราการบีบอัดข้อมูลมีมากถึง 10 ต่อ 1 การทำงานของ GSM610 Compression มี พื้นฐานแนวความคิดมาจาก Global System for Mobile Telecommunication Protocol ซึ่ง Protocol นี้เป็นที่นิยมอย่างมากในการสื่อสารของระบบ โทรศัพท์เซลลูล่าดิจิตอล

Input ของ GSM ประกอบด้วย Frame ข้อมูลขนาด 160 ตัวแบบมีเครื่องหมายซึ่งได้มาจากวิธีการ PCM แบบที่ได้ข้อมูล 13 บิต ต่อการ แซมปลิ้ง(Sampling) 1 ครั้งซึ่งความถี่ในการ แซมปลิ้ง คือ 8000 ครั้งต่อ 1 วินาที GSM จะมีวิธีการแปลง เฟรมข้อมูลของ PCM ไปเป็น GSM และสามารถทำการแปลงกลับได้ ตัวเข้ารหัสจะทำการบีบข้อมูลขนาด 160 ตัว แต่ละตัวมีขนาด 16 บิต ให้เป็นของข้อมูลลงเหลือเพียง 1625 ไบต์ เท่านั้น ลองคิดดูว่าถ้าเราทำการบีบอัดข้อมูลแบบ GSM ลงในหน่วยความจำขนาด 1 MB. เราจะสามารถเก็บข้อมูลได้นานถึง 10 นาทีทีเดียว

สมมุติว่าถ้าใช้ข้อมูล 16 Bit/การ แซมปลิ้ง 1 ครั้ง ก็จะได้

(264 Bit x 8000 Samples/Sec.)/160 Sample = 13.2 Kbits/second

True Speech

True Speech 6.3/5.3 หรืออีกชื่อหนึ่งคือ True Speech G.723 เป็นสมาชิดใหม่ของกลุ่ม True Speech ซึ่งเป็นวิธีการบีบอัดข้อมูลเสียง ถูกพัฒนาโดย บริษัท **DSP GROUP INC.** มีอัตราบีบอัดข้อมูลอยู่ในช่วง 20 ต่อ 1 และ 24 ต่อ 1 (6.3 KBPS และ 5.3 KBPS ตามลำดับ) True Speech 6.3/5.3 หรือ G.723 และได้เป็นมาตรฐานของ International Telecommunication Union (ITU) ที่ได้กำหนดไว้ G.723 ได้ถูกนำมาใช้เป็นมาตรฐานของการสื่อสารด้วยภาพและเสียงผ่านเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ และเป็นส่วนหนึ่งของ ITU H.324 ซึ่งเป็นมาตรฐานในการสื่อสารสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพ โดยที่ *True Speech 6.3 มีคาต้าเรต 6.3 kBps ใช้การบีบอัดที่ 20 ต่อ 1 และ True Speech 5.3 มีคาต้าเรต 5.3 kBps ใช้การบีบอัดที่ 24 ต่อ 1*

คุณภาพของสัญญาณเสียงถูกทดสอบโดยการทดสอบที่เรียกว่า MEAN OPINION SCORE (MOS) ซึ่งใช้ค่าตัวเลขบอกถึงคุณภาพในระดับ สเกล(Scale) ที่สูงที่สุด แสดงถึงคุณภาพของเสียงที่ใช้ในสายโทรศัพท์ธรรมดา จากการทดสอบ True Speech G.723 ได้รับค่าถึง 3.98 ดังนั้น True Speech G.732 จึงสามารถสื่อสารด้วยเสียงผ่านระบบ Internet ได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 MCI(Multimedia Control Interface)

2.3.1 สถาปัตยกรรมของ MCI(The Architecture of MCI)

MCI (Media Control Interface) คือฟังก์ชันจำนวนหนึ่งที่ วินโดวส์ ได้จัดเตรียมไว้ เพื่อให้โปรแกรมเมอร์ สามารถเขียนโปรแกรม ควบคุมอุปกรณ์และไฟล์มัลติมีเดีย (เช่น .wav, .mid, .avi, หรือ CD Audio) ได้ โดยไม่ต้องเข้าใจการทำงานระดับล่างของฮาร์ดแวร์ และไม่ต้องเข้าใจฟอร์แมตของไฟล์มัลติมีเดีย เพียงแต่เขียนโปรแกรมในในลักษณะที่เข้าใจได้ง่าย เช่น สั่งให้ MCI เล่นเพลง, หยุด เป็นต้น

2.3.2 การเขียนโปรแกรมอินเทอร์เฟส(The MCI Programming Interfaces)

MCI ได้เตรียมโปรแกรมสำหรับอินเทอร์เฟสไว้อยู่ 2 ตัวคือ command string และ command message

2.3.2.1 อินเทอร์เฟส Command-String (The Command-String Interface)

อินเทอร์เฟส Command-String จะทำตามคำสั่งคุณโดยการใช้ ภาษาอังกฤษ เป็นคำสั่งในการติดต่อกับ ส่วนของMCI สำหรับตัวอย่าง ก็ เช่นว่าเราต้องการจะเล่น ไฟล์เวฟ(WAVE file) ที่ชื่อว่า TIMPANI.WAV ก็ใช้อย่างนี้

```
play timpani.wav
```

อินเทอร์เฟส Command-String นี้เป็นการออกแบบสำหรับใช้กับ การโปรแกรมระดับสูง(high-level programming) และผู้ที่เขียนโปรแกรมที่เป็นสภาพแวดล้อมอย่างเช่น วิชวลเบสิค(Microsoft ® Visual Basic™) อซิเมตริกทูลบุ๊ค(Asymetrix ® ToolBook ®) เดลไฟล์(Delphi) และอื่นๆ จะใช้อินเทอร์เฟส command-string สำหรับการประยุกต์ นั้นคือจะต้องมีการเตรียมอินเทอร์เฟส text-based ที่ให้กับผู้ใช้ การควบคุมอุปกรณ์ MCI

2.3.2.2อินเทอร์เฟสCommand-Message(Thi Command-Message Interface)

อินเทอร์เฟส command-message นี้ใช้ แบบ message-passing ในการติดต่อกับอุปกรณ์ MCI ตามตัวอย่างก็มีแบบเหมือนกับการดำเนินการเหมือนกับตัวอย่าง command-string คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
WORD wDeviceID;
MCI_PLAY_PARMS mciPlayParms;

    mciSendCommand(wDviceID,                    /* device identifier    */
        MCI_PLAY,                               /* command message      */
        0,                                      /* flags                */
        (DWORD) (LPVOID) &mciPlayParms);        /* structure            */
```

อินเทอร์เฟส command-message เป็นการออกแบบโดยใช้การต้องการของแอปพลิเคชั่น (application) เช่น อินเทอร์เฟสของภาษาซี ในการควบคุมอุปกรณ์มัลติมีเดีย ใช้อินเทอร์เฟส command-message สำหรับแอปพลิเคชั่นนั้นเป็นการควบคุมอุปกรณ์มัลติมีเดียโดยตรง

2.3.3 ชุดคำสั่ง MCI(The MCI Command Set) การเซ็ตคำสั่ง MCI เป็นการเตรียมชื่อในจำพวกของคำสั่งที่จะควบคุมความแตกต่างแต่ละชนิดของ อุปกรณ์มีเดีย สำหรับตัวอย่าง MCI ใช้คำสั่งเหมือนกับการเริ่มต้นเล่นกลับของ เสียงรูปแบบเวฟ วิดีโอดิสก์เทร็ก(videodisc track) และอินิเมชั่นซีเควนซ์(animation sequence) บางอุปกรณ์มีความสามารถอย่างเดียว เช่น ความสามารถของการเล่น อินิเมชั่น ที่ใช้รูปแบบเวลา(time format)แบบ frame-based สำหรับอุปกรณ์เหล่านั้น MCI จะจัดเตรียมคำสั่งส่วนขยายนั้นคืออุปกรณ์จะมีส่วนของชนิดเพียงส่วนเดียว

คำสั่งในอินเทอร์เฟส command-string ได้มีการจัดเตรียมโอเวอร์วิว(overview) ของชุดคำสั่งMCI แต่ละคำสั่งเป็นการแสดง โดยเหมือนกับข้อความใน command-message สำหรับตัวอย่างคำสั่ง close ของ string ก็จะเหมือนกับข้อความคำสั่ง คือ MCI_CLOSE

ตามหลักจะใช้บางคำสั่งดังนี้

คำสั่ง(Command)	คำอธิบาย(Description)
capability	ข้อมูลที่ต้องการเกี่ยวกับความสามารถของดีไวซ์(device)
close	ปิดดีไวซ์หลังจากที่ใช้เสร็จแล้ว
คำสั่ง(Command)	คำอธิบาย(Description)
info	ข้อมูลที่ต้องการเกี่ยวกับดีไวซ์(ตัวอย่าง ,การอิธิบายของความร่วมมือของส่วนเครื่องกับดีไวซ์)
open	เปิดและเริ่มต้นกับดีไวซ์
pause	หยุดชั่วคราว ในการเล่น หรือ การบันทึก บนดีไวซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

play	เริ่มต้นเล่นบนดีไวซ์
record	เริ่มต้นบันทึกบนดีไวซ์
resume	กลับมา เล่นหรือบันทึก เมื่อทำการหยุดชั่วคราว
seek	เปลี่ยนจุดที่อยู่ในมีเดีย
set	เปลี่ยนการจัดการควบคุม, เช่น รูปแบบของเวลา ดีไวซ์ที่ใช้
status	ต้องการข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานะของดีไวซ์(ยกตัวอย่างได้ คือ, ในขณะนี้ที่ดีไวซ์ทำการเล่นหรือหยุดอยู่)
stop	หยุดการเล่นหรือการบันทึกบนดีไวซ์

2.3.4 เกี่ยวกับ MCI ดีไวซ์(About MCI Devices)

ตัวจัดการ MCI สามารถที่จะจัดหมวดหมู่เป็นแต่ละชนิดตาม ซิมเปิ้ลดีไวซ์(simple device) หรือ คอมปาวด์ดีไวซ์(compound device) ซิมเปิ้ลดีไวซ์ นั้นจะไม่ต้องการไฟล์ข้อมูลสำหรับเล่นกลับ เช่น เครื่องเล่นวิดีโอดิสก์(videodisc players) และ คอมแพคดิสก์(compact disc(CD)) ส่วนคอมปาวด์ดีไวซ์นั้น ต้องการแฟ้มข้อมูลสำหรับเล่นกลับ เช่น MIDI ซีเคว้นซ์ และ เสียงรูปแบบเวฟ (waveform audio) แฟ้มข้อมูลนี้จะร่วมกับ คอมปาวด์ดีไวซ์เป็นการรู้กันในชื่อ ดีไวซ์อิลิเม็นท์ (device element) ตัวอย่างของ ดีไวซ์อิลิเม็นท์ก็เช่น แฟ้มMIDI แฟ้ม WAVE

2.3.5 มาตรฐานชนิด MCI ดีไวซ์(Standard MCI Device Types)

ดีไวซ์ไทป์(device type)ถูกกำหนดโดยชั้นของ MCI ดีไวซ์ นั้นคือเป็นการตอบสนองชุดหลักของคำสั่งตามที่ให้ความหมายของดีไวซ์ไทป์ได้ดังนี้

ดีไวซ์ไทป์	คำอธิบาย
animation	เอนนิเมชั่นดีไวซ์(Animation device)
cdaudio	เครื่องเล่นเสียง ซีดี(CD audio player)
dat	วิดีโอดิจิตอลในวินโดว
ดีไวซ์ไทป์	คำอธิบาย
other	อื่นๆที่ไม่กำหนดใน MCI ดีไวซ์
overlay	โอเวอร์เลย์ดีไวซ์(overlay device)(อะนาล็อกวิดีโอในวินโดว)
scanner	อิมเมจสแกนเนอร์(Image scanner)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

scanner	อิมเมจสแกนเนอร์(Image scanner)
sequencer	มีดี้ซีเควนเซอร์(MIDI sequencer)
videodisc	เครื่องเล่นวิดีโอดิสก์(Videodisc player)
waveaudio	ออดิโอดีไวซ์(audio device)ใช้เล่นแฟ้มรูปแบบเวฟ ดิจิตอล

2.3.6 ชื่อดีไวซ์(Device Name)

สำหรับทุกๆ ดีไวซ์ไทป์ที่ให้มา พบว่าเป็นไดร์วเวอร์MCI นั้นเป็นการแบ่งชุดคำสั่งแต่การดำเนินการเป็นการทำบนความแตกต่างบนรูปแบบข้อมูล การกำหนดไดร์วเวอร์MCI จะใช้ชื่อของดีไวซ์

ชื่อดีไวซ์ จะเป็นตัวกำหนดในส่วน[mci]ของการขึ้นทะเบียน นี่เป็นส่วนทั้งหมดที่กำหนด MCI ดีไวซ์ไดร์วเวอร์(device drivers) ที่วินโดวส์ ตามส่วนของชนิด [mci]

[mci]
waveaudio=mciwave.drv
sequencer=mciseq.drv
MMMovie=mcimmp.drv
Cdaudio=mcicda.drv

คีย์เนม((key name) จากด้านบนทางซ้ายของเครื่องหมายเท่ากับ) เป็นชื่อดีไวซ์ ค่าที่สอดคล้องกับชื่อดไวซ์จะกำหนดชื่อไฟล์ ของไดร์วเวอร์ MCI ชื่ออุปกรณ์ มีบ่อยที่ไปเหมือนกับชนิดอุปกรณ์(device type)สำหรับไดร์วเวอร์อย่างเช่นในเหตการณ์ของ waveaudio ,sequencer และ cdaudio

ถ้าไดร์วเวอร์ MCI ถูกติดตั้ง โดยใช้ชื่ออุปกรณ์นั่นคือก็จะเริ่มอยู่ในส่วน[mci]แล้ว วินโดวก็จะเพิ่มจำนวนเต็มที่ชื่อดีไวซ์ของไดร์วเวอร์ใหม่ , สร้างชื่อดีไวซ์ที่มีอยู่ชื่อเดียว ในตัวอย่างที่ผ่านมา ไดร์วเวอร์จะถูกติดตั้ง ชื่อดีไวซ์ของ cdaudio จะกำหนดชื่อดีไวซ์เป็น cdaudio1 ดีไวซ์ของ cdaudio ตัวต่อมาก็จะใช้การกำหนดชื่อ ดีไวซ์เป็น cdaudio2.

2.3.7 การเปิด MCI ดีไวซ์

ก่อนที่จะใช้ MCI ดีไวซ์ เราต้องเริ่มต้น โดยการเปิดมันขึ้นมา การเปิดนี้เป็นการที่ดีไวซ์ นำเอาไดร์วเวอร์ของมันเข้าไปไว้ในหน่วยความจำและตั้งค่าระบุให้ ดีไวซ์ในคำสั่งที่ตามมา(การระบุค่านี้จะไม่ใช้ในอินเทอร์เฟส command-string) ซึ่งวิธีที่เราจะกำหนด อุปกรณ์ที่ต้องการเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กับซิมเปิ้ลดีไวซ์ เราสามารถเปิดอุปกรณ์แบบนี้โดยการกำหนดที่ชื่ออุปกรณ์
- กับคอมปาวด์ดีไวซ์ เราสามารถเปิดอุปกรณ์โดยกำหนดชื่ออุปกรณ์ , ส่วนอุปกรณ์หรือทั้งสองส่วน

สำหรับตัวอย่าง ตามคำสั่ง command string ก็คือที่เปิด CD ออดิโอดีไวซ์ (นี่เป็นตัวอย่างอุปกรณ์) โดยกำหนดชื่ออุปกรณ์ดังนี้

open cdaudio

ถัดไปก็เป็น command string ที่เปิด เวฟฟอร์มออดิโอดีไวซ์ (เป็นคอมปาวด์ดีไวซ์)โดยกำหนดชื่อดีไวซ์และอิลิเมนต์ดีไวซ์

open bell.wav type waveaudio

เรายังสามารถเปิด คอมปาวด์ดีไวซ์ ได้โดยกำหนดแค่ อิลิเมนต์ดีไวซ์เท่านั้นซุ่งจะแสดงให้ดูในตัวอย่างข้างล่างนี้

open bells.wav

ถ้าเรากำหนด อิลิเมนต์ดีไวซ์เพียงอย่างเดียวเมื่อทำการเปิด คอมปาวด์อิลิเมนต์ MCI ก็จะใช้ชื่อไฟล์ตามชื่อ อิลิเมนต์ดีไวซ์ ซึ่งดีไวซ์จะถูกเปิดการขึ้นทะเบียนก็จะใส่ส่วน [mci extensions]นั้นจะร่วมมือกับ ชื่อไฟล์ขยาย(filename extensions) และสอดคล้องกับชนิดของ ดีไวซ์ MCI ตามส่วนของ [mci extensions]

[mci extensions]
wav = waveaudio
mid = sequencer
rmi = sequencer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7 การส่งคำสั่งข้อความคำสั่ง(Sending Command Messages)

วิน โดวได้มีการจัดเตรียมฟังก์ชั่นที่จะใช้ส่งข้อความคำสั่งไปยัง ดีไวซ์ และ คิวรี่ดีไวซ์ (query devices) สำหรับข้อมูลที่เกิดผิดพลาด

ฟังก์ชั่น	คำอธิบาย
mciSendCommand	ส่งข้อความคำสั่งไปยัง MCI ดีไวซ์
mciGetErrorString	นำค่าสตริง(string)ที่ผิดพลาดกลับมาโดยที่สอดคล้องกับจำนวนที่ผิดพลาด

2.3.7 การระบุ MCI ดีไวซ์(The MCI Deviec Identifier)

MCI จะส่งค่าของการระบุดีไวซ์กลับก็เมื่อ เราทำการเปิดดีไวซ์โดยใช้ข้อความคำสั่ง MCI_OPEN ใช้การระบุที่เหมือนกันนี้ในการเปิดดีไวซ์เมื่อส่งคำสั่งต่อมา

MMSYSTEM.H ก็คือเป็นค่าคงที่พิเศษ, MCI_ALL_DEVICE_ID, จะเป็นตัแสดงว่านั่นคือคำสั่งข้อความ ที่เป็นการส่ง ทุกๆ MCI ดีไวซ์ นั้นคือทุกแอปพลิเคชั่นจะถูกเปิด เราสามารถใช้ MCI_ALL_DEVICE_ID กับข้อความคำสั่งทุกๆตัว นั้นคือก็จะไม่มีการส่งข้อมูลกลับมา ยกตัวอย่างเช่น การปิดทุกๆ MCI ดีไวซ์ นั้นมีการเปิดโดยแอปพลิเคชั่น

```
DWORD dwReturn;
/*
*ปิดทุกๆ MCI ดีไวซ์ เปิดโดยแอปพลิเคชั่นนี้.
*คอยจนกว่าทุกๆดีไวซ์จะปิดก่อนที่จะส่งค่ากลับ.
*/
if (dwReturn = mciSendCommand(MCI_ALL_DEVICE_ID, MCI_CLOSE,
        MCI_WAIT, NULL))
        /*เกิดการผิดพลาดขึ้น, ยกเลิกการปิดทุกๆ ดีไวซ์*/
        return FALSE;
```

2.3.8 ข้อความคำสั่งของ MCI ที่สำคัญ(Summary of MCI Command Messages)

MCI จะแบ่งแยกออกเป็นประเภทประเภทได้อยู่ 4 ประเภทของข้อความคำสั่ง ข้อความคำสั่งและทางเลือกใน 2 ประเภทเป็นการอธิบายถึง ชุดคำสั่งอย่างเล็กๆ สำหรับ ทุกๆ MCI ไดร์วเวอร์ ดังนี้

- ระบบข้อความคำสั่งเป็นเครื่องมือโดยตรงโดย MCI มากกว่าที่จะโดยไดร์วเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความต้องการข้อความคำสั่งเป็นเครื่องมือโดยไดร์วเวอร์ ทุกๆไดร์วเวอร์จะเลือกเอาข้อความคำสั่งและทางเลือกที่เข้ากันได้

ข้อความคำสั่งในอีก 2ประเภทที่ไม่ซัพพอร์ทกับทุกไดร์เวอร์

- พื้นฐาน(หรือ ทางเลือก)ข้อความคำสั่ง เป็นการใช้โดยบางดีไวซ์ ถ้าดีไวซ์ซัพพอร์ทกับข้อความคำสั่งพื้นฐาน, มันต้องซัพพอร์ทกับชุดของทางเลือกสำหรับข้อความคำสั่ง
- ข้อความคำสั่งที่ขยายออก เป็น การกำหนดโดยแน่นอนชนิดดีไวซ์ หรือ ไดร์วเวอร์ มันทั้งหมดจะรวมเอาคำสั่งใหม่ๆเข้ามาด้วย

MCI โดยตรงการทำงานจะตามระบบข้อความคำสั่ง จะเร็วกว่าที่จะผ่าน MCI ดีไวซ์ไดร์วเวอร์

คำสั่ง	คำอธิบาย
MCI_BREAK	ตั้งค่าหยุดของคีย์สำหรับ MCI ดีไวซ์
MCI_SYSINFO	ส่งค่าข้อมูลที่เกี่ยวกับ MCI ดีไวซ์กลับ

ความต้องการ ข้อความคำสั่งต้องเข้ากันได้กับ ทั้งหมดของ MCI ดีไวซ์ไดร์วเวอร์ ตามตารางแสดงรายระเอียดความต้องการของ ข้อความคำสั่ง

คำสั่ง	คำอธิบาย
MCI_CLOSE	ปิดดีไวซ์
MCI_GETDEVCAPS	บรรจุความสามารถของดีไวซ์
MCI_INFO	บรรจุข้อมูลต้นฉบับจากดีไวซ์
คำสั่ง	คำอธิบาย
MCI_OPEN	ขั้นแรกของดีไวซ์
MCI_STATUS	บรรจุข้อมูลสถานภาพจากดีไวซ์

ตามข้อความคำสั่งพื้นฐาน จะใช้ข้อความคำสั่งโดยดีไวซ์เป็นทางเลือก

คำสั่ง	คำอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCI_LOAD	โหลดข้อมูลจากไฟล์
MCI_PAUSE	หยุดการเล่น
MCI_PLAY	เริ่มส่งข้อมูลไปยังเอาท์พุท(output)
MCI_RECORD	เริ่มบันทึกข้อมูล
MCI_RESUME	กลับมาเล่น หรือ บันทึกบนดีไวซ์ของการหยุดชั่วคราว
MCI_SAVE	บันทึกข้อมูลลงไฟล์
MCI_SEEK	เลื่อนไปหน้า หรือ กลับหลัง
MCI_SET	ตั้งค่าปฏิบัติการของดีไวซ์
MCI_STATUS	บรรจุข้อมูลสถานะที่เกี่ยวกับ ดีไวซ์
MCI_STOP	หยุดการเล่น หรือ บันทึก

ตามส่วนขยายข้อความคำสั่ง ที่สำคัญแน่นอนของชนิดดีไวซ์

คำสั่ง	ชนิดดีไวซ์	คำอธิบาย
MCI_CUE	waveaudio	เตรียมพร้อมสำหรับเล่นหรือบันทึก
MCI_DELETE	waveaudio	ลบข้อมูลเซกเมนต์จากมีเดียอิลิเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

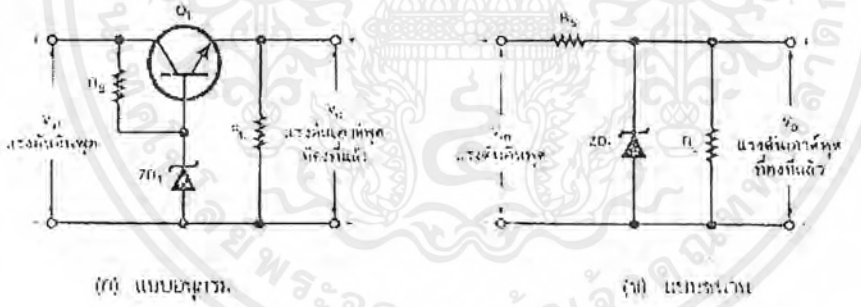
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง(ส่วนของฮาร์ดแวร์)

วงจรเรกูเลเตอร์

วงจรเรกูเลเตอร์ที่ง่ายที่สุด คือการใช้ซีเนอร์ไดโอด วงจรเรกูเลเตอร์สามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบอนุกรม (series regulator) และแบบขนาน (shunt regulator)

วงจรเรกูเลเตอร์แบบอนุกรมคือ วงจรเรกูเลเตอร์ที่ต่ออนุกรมระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงที่ยังไม่คงที่กับโหลด ดังแสดงวงจรในรูปที่ 3.1(ก) ในวงจรนี้ใช้ซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวกำหนดแรงดันเอาท์พุท กระแสแทนที่จะไหลจากตัวซีเนอร์ไดโอดออกไปยังโหลดโดยตรง จะผ่านเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเกิดแรงดันปรากฏขึ้นที่เอาท์พุท จากการต่อทรานซิสเตอร์เข้าไปนี้ ทำให้วงจรมีความสามารถในการจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้น และเมื่อไม่มีโหลดในวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าผ่านซีเนอร์ไดโอดเพียงอย่างเดียว ทำให้ไม่เกิดกำลังงานความร้อนสูญเสียที่ตัวทรานซิสเตอร์

ส่วนวงจรในรูปที่ 3.1(ข) เป็นวงจรเรกูเลเตอร์แบบขนาน ซึ่งยังคงใช้ซีเนอร์ไดโอดเป็นตัวกำหนดแรงดันเอาท์พุทอยู่ โดยมีตัวต้านทาน R_S ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวซีเนอร์ไดโอดไม่ให้มากเกินไป ปกติซีเนอร์ไดโอดต้องการกระแสเพียง 5 มิลลิแอมป์ก็ทำงานแล้ว



(ก) แบบอนุกรม (ข) แบบขนาน

รูปที่ 3.1 วงจรเรกูเลเตอร์แบบใช้ซีเนอร์ไดโอด

<u>การคำนวนวงจรเรกูเลเตอร์แบบใช้ซีเนอร์ไดโอด</u>

ในกรณีกระแสโหลดคงที่/แรงดันอินพุทเปลี่ยนแปลง

$$R_S = \frac{V_{in\,(min)} - V_D}{1.1\, I_L}$$

กำลังสูญเสียในซีเนอร์ $P_D = \left(\frac{V_{in\,(max)} - V_D}{R_S} - I_L \right) V_D$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่กระแสโหลดเปลี่ยนแปลง/แรงดันอินพุทคงที่

$$R_S = \frac{V_{in} - V_D}{1.1\, I_{L(max)}}$$

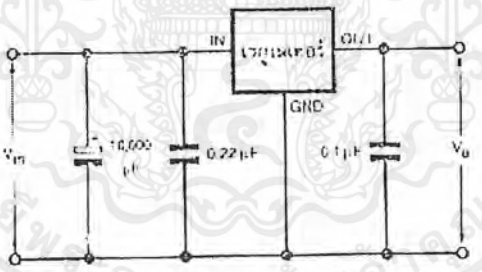
$$P_D = \left[\left(\frac{V_{in} - V_D}{R_S}\right) I_{L(min)}\ V_D\right]$$

ในกรณีกระแสโหลดเปลี่ยนแปลง/แรงดันอินพุทเปลี่ยนแปลง

$$R_S = \frac{V_{in\,(min)} - V_D}{1.1\, I_{L\,(max)}}$$

$$P_D = \left[\left(\frac{V_{in\,(max)} - V_D}{R_S}\right) - I_{L\,(min)}\right] V_D$$

วงจรเรกูเลเตอร์แบบใช้ไอซีเรกูเลเตอร์ 3 ขา

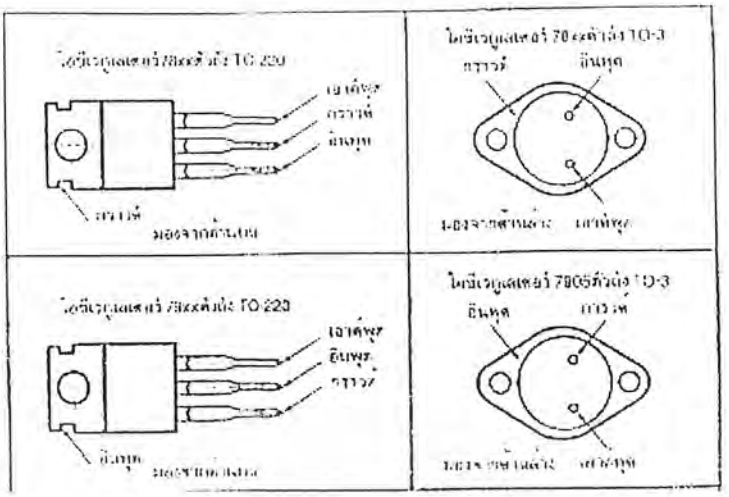


รูปที่ 3.2 วงจรจรเรกูเลเตอร์แบบใช้ไอซีเรกูเลเตอร์ 3 ขา

ตัวอย่างข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมแรงดัน และกระแสของแหล่งจ่ายไฟ

ในรูปที่ 3.3 เป็นตารางข้อมูลและการจัดขาของไอซีเรกูเลเตอร์แบบ 3 ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ข้อมูลของไอซีเรกูเลเตอร์

ตาราง 3.1 ข้อมูลไอซีเรกูเลเตอร์เบอร์ต่างๆ

เบอร์	ลักษณะตัวถัง	แรงดันอินพุตสูงสุด (โวลต์)	แรงดันเอาต์พุต (โวลต์)	กระแสเอาต์พุต (แอมป์)	กำลังงานสูญเสีย (วัตต์)
78L05	TO-92	30	5	0.1	0.7
78L12	TO-92	30	12	0.1	0.7
78L15	TO-92	30	15	0.1	0.7
7805T	TO-92	35	5	1.0	15.0
7808T	TO-92	35	8	1.0	15.0
7812T	TO-92	35	12	1.0	15.0
7805K	TO-3	35	5	1.0	15.0
7812K	TO-3	35	12	1.0	15.0
7815K	TO-220	35	15	1.0	15.0
7805T	TO-3	35	5	2.3	15.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นฐานโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ถือกำเนิดขึ้นโดยการคิดค้นของอเล็กซานเดอร์ เกรแฮมเบลล์ โทรศัพท์ระบบแรกที่เกิดขึ้นคือ ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์ (pulse) การเรียกหมายเลขต่างๆ จะใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวกำเนิดทั้งสิ้นเช่น เลข O ก็คือสัญญาณพัลส์ 10 ลูก เลข 9 คือ สัญญาณพัลส์ 9 ลูกเป็นต้น

โทรศัพท์ คือ เครื่องมือสื่อสาร เชื่อมโยงที่นำเสียงพูดระหว่างผู้ใช้ที่อยู่ ณ สถานที่แห่งหนึ่งกับบุคคลที่ต้องการติดต่อด้วย ณ สถานที่อีกแห่งหนึ่ง ให้สามารถพูดจาติดต่อกันได้เหมือนบุคคลทั้งสองนั่งสนทนาอยู่ด้วยกัน

ระบบโทรศัพท์มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้จะใช้ในการติดต่อระหว่างกัน ประกอบด้วย เครื่องส่ง (Transmitter) เครื่องรับ (Receiver) กระดิ่ง (Ringer) ฮุคสวิทช์ (Hook switch) หน้าปัทม์สำหรับหมุนหรือกดหมายเลข

2. สายโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง จะมีสายโทรศัพท์ 1 คู่ เพื่อเชื่อมโยงและเป็นสื่อนำสัญญาณต่างๆ จากชุมสายมายังตัวเครื่องรับโทรศัพท์ในขนาดเดียวกัน ซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อในการส่งสัญญาณไฟฟ้าแปลงมาจากสัญญาณเสียงระหว่างเครื่องรับโทรศัพท์

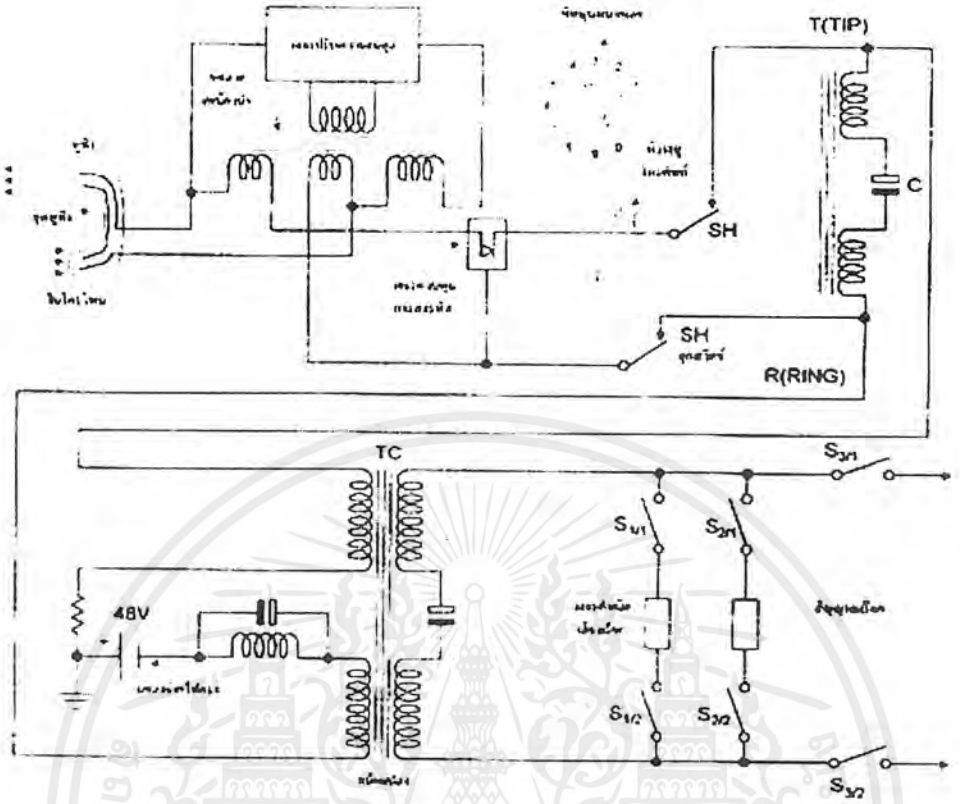
สายโทรศัพท์ ที่ต่อเชื่อมโยงระหว่างชุมสายเพื่อให้บริการระหว่างชุมสาย จะเรียกว่าทรังค์ (Trunk)

3. ชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์ เป็นสถานที่ที่รวมคู่สายของเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่องในพื้นที่ใกล้เคียงกันและทำหน้าที่เชื่อมคู่สายให้กับผู้ใช้โทรศัพท์ พร้อมกับส่งสัญญาณแจ้งภาวะการใช้ต่างๆ ให้ผู้ใช้ทราบ

ชุมสายโทรศัพท์ระบบเก่าจะเป็นระบบใช้พนักงานต่อ (Manual Telephone) ซึ่งในปัจจุบันได้รับการพัฒนามาเป็นระบบอัตโนมัติ (Automatic Telephone) คือ จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่อสลับคู่สายระหว่างสมาชิกผู้เรียก กับผู้รับโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.4 วงจรภายเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายโทรศัพท์

ระบบสัญญาณต่างๆ ทางโทรศัพท์

ขั้นตอนการทำงานของโทรศัพท์แบ่งออกเป็น สองกรณี คือ ผู้เรียก (CALLING) กับผู้ถูกเรียก (CALLED)

กรณีผู้เรียก (CALLING SUBSCRIBER)

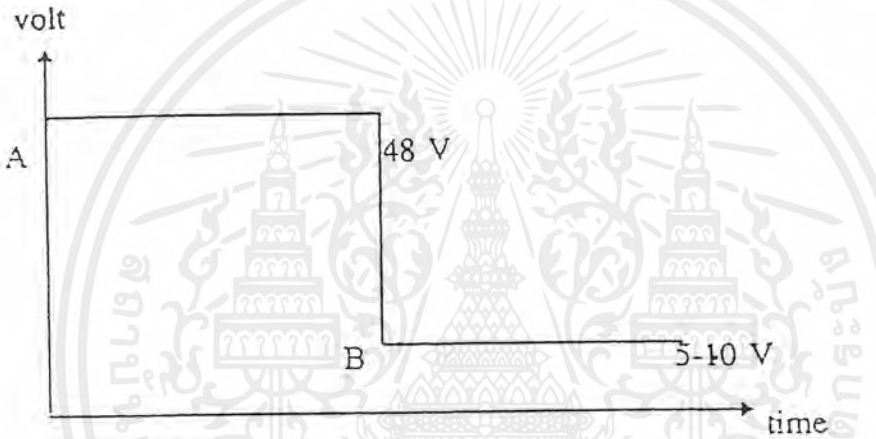
ขณะที่หูโทรศัพท์วางไว้นั้นจะมี ไฟ กระแสตรงตกคร่อม คู่สายโทรศัพท์ อยู่ +48 โวลท์ และเมื่อหูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นไฟกระแสตรงที่ตกคร่อมคู่สายโทรศัพท์ +48 โวลท์ จะตกลงมาเหนือ 5-10 โวลท์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบชุมสายย่อย ขณะเดียวกันนั้น ก็จะมีสัญญาณส่งมาจากชุมสายเสียงที่เราได้ยินคือสัญญาณ DIAL TONE แสดงว่าพร้อมที่จะหมุนเลขหมายได้หรือพร้อมที่จะกดเลขหมายได้ ถ้าเลขหมายที่ถูกเรียกไม่ว่าง ผู้เรียกจะได้ยินเสียง BUSY TONE ในกรณีที่คู่สายเลขหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะถูกเรียกว่างคือ ชุมสายจะต่อหมายเลขที่เรียกให้ได้ยินเสียงสัญญาณ RING BACK TONE หรือ RINGING TONE แสดงว่าเลขหมายที่เรียกไปพร้อมจะพูดได้ให้คอยจนกว่าผู้ถูกเรียกจะยกหูรับ

กรณีผู้ถูกเรียก (CALLED SUBSCRIBER)

ขณะที่คู่สายว่างจะมีไกระแสตรงคร่อมคู่สาย +48 โวลท์ และเมื่อมีการเรียกเลขหมายทางชุมสายต่อให้จะส่งสัญญาเรียก RINGING เป็นแรงดันไฟสลับประมาณ 110-150 โวลท์ และเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ทำให้วงจรภายในของเครื่องรับโทรศัพท์มีอินพีเดนซ์ ประมาณ 600 โอห์ม ต่อเข้ากับชุมสายในขณะเดียวกันชุมสายจะหยุดส่งสัญญาณ RINGING และทำการต่อคู่สายโทรศัพท์ให้



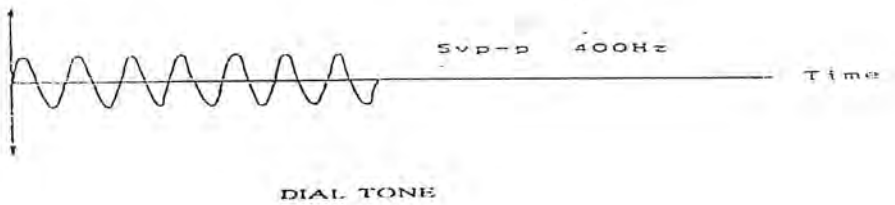
ช่วง A ขณะที่วางคู่สายโทรศัพท์อยู่มีไฟ DC ตกคร่อม +48 โวลท์

ช่วง B ขณะที่หูโทรศัพท์ถูกยกขึ้นมีไฟ DC ตกคร่อม 5 - 10 โวลท์

รูปที่ 3.5 แสดงไฟกระแสตรงเลี้ยงคู่สาย

ความถี่สัญญาณต่างๆ ที่เป็นมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์

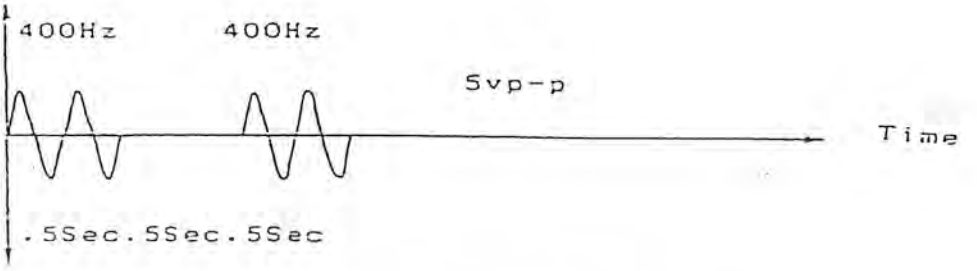
- **DIAL TONE** ใช้เพื่อแสดงให้ผู้เช่าทราบว่าขณะนี้ผู้เช่าสามารถที่จะเรียกไปยังหมายเลขอื่นได้ ลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป



รูปที่ 3.6 สัญญาณ Dial Tone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **BUSY TONE** ใช้เพื่อให้ผู้เรียกทราบว่าโทรศัพท์หมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยขณะนี้ยังไม่ว่าง ควรจะวางหูสักระยะหนึ่งก่อนจึงเรียกหมายเลขใหม่อีกทีลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป

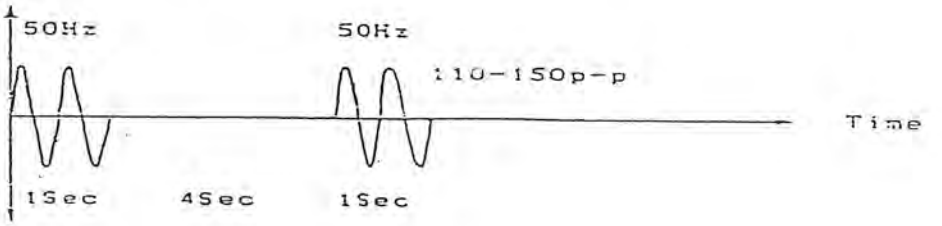


รูปที่ 3.7 สัญญาณ BUSY TONE

- **RINGING BACK TONE** ใช้แสดงให้ผู้เรียกทราบว่าสามารถที่จะติดต่อกับผู้ที่จะติดต่อสนทนาด้วยได้แล้ว แต่อยู่ระหว่างรอการยกหู โดยลักษณะสัญญาณเป็นดังรูป

รูปที่ 3.8 สัญญาณRINGING BACK TONE

-**RINGING TONE** ใช้พร้อมกับ RINGING BACK TONE เมื่อสัญญาณเรียกดังก็จะมีสัญญาณเรียกดังพร้อมๆ กัน แต่สัญญาณนี้ดังแรงมากเพื่อไปทำให้กระดิ่งในเครื่องโทรศัพท์ดัง โดยลักษณะสัญญาณเป็นดังดังรูป



รูปที่ 3.9 RINGING TONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ทั่วๆ ไปของสัญญาณที่ใช้กับสายโทรศัพท์ในปัจจุบันมีอยู่ 4 หน้าที่ คือ

1. การเตรียมพร้อม (Alerting)

2. การส่งที่อยู่ของข่าวสาร (Transmitting address information)

3. การตรวจตรา (Supervising)

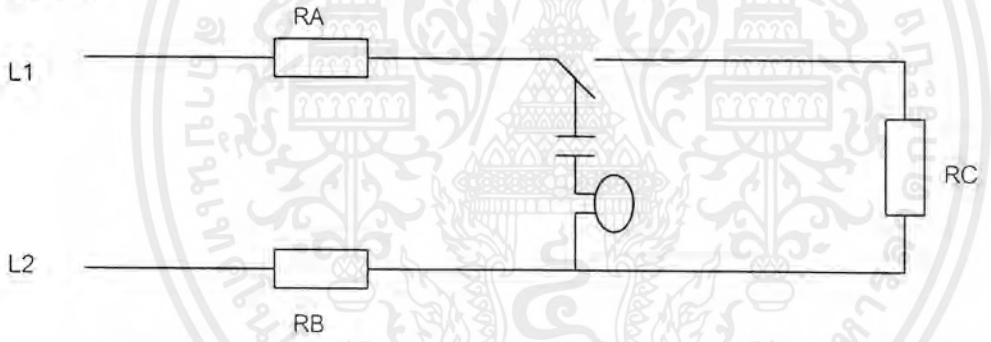
4. การส่งสัญญาณข่าวสาร (Transmitting information Signaling)

สัญญาณระหว่างผู้เช่ากับชุมสาย (Subscriber Signaling)

1. สัญญาณที่ส่งจากผู้เช่าไปยังชุมสาย

1.1 OFF HOOK คือ สภาพผู้เช่ายกหู โทรศัพท์สายจะมีสภาพ Closed Loop (Low Impedance)

1.2 ON HOOK คือ สภาพผู้เช่าวางหู หรือสภาพว่าง สายจะมีสภาพ Open Loop (High Impedance)



RA, RB = ค่าความต้านทานของสายโทรศัพท์

RC = ค่าความต้านทานของเครื่องโทรศัพท์

1.3 Dialing คือ สภาพที่ผู้เช่าหมุนเลขหมายเข้าเครื่องเป็น Rotary Dial สัญญาณจะเป็น Pulsing ค่า Impedance จะสูงต่ำ สลับกันไปตามที่หมุนเลขหมาย ถ้าเครื่องเป็นแบบกดปุ่ม Touch Tone สัญญาณออกจะเป็นความถี่ DTMF ส่งออกไปชุมสาย

สัญญาณติดต่อระหว่างชุมสายกับชุมสาย (INTER EXCHANGE SIGNALING)

สัญญาณพื้นฐานมีอยู่ 5 ประเภท คือ

1. Seizure (สัญญาณจับวงจร) เป็นสัญญาณให้ชุมสายปลายทางทราบว่า คู่สายขณะนี้ถูกใช้งานอยู่ ชุมสายปลายทางจะทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่รับเลขหมายของผู้ถูกเรียกที่จะส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Address information เป็นสัญญาณบอกเลขหมายหรือประเภทของผู้เช่า

3. Answer signal (สัญญาณตอบรับ) สัญญาณนี้ถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B ยกหูรับ หน้าที่หลักของสัญญาณก็คือ

3.1 เริ่มต้นคิดเงิน

3.2 ส่งสัญญาณคิดเงิน

3.3 ตัดวงจรจับเวลาการใช้อุปกรณ์

4. สัญญาณยกเลิกการต่อตรง (Clear Forward) จะถูกส่งเมื่อฝ่าย A วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้วางจรทางด้านปลายทางทำการยกเลิกการต่อวงจรต่าง ๆ

5. สัญญาณยกเลิกการตอบกลับ (Clear Back) จะถูกส่งเมื่อผู้เช่าฝ่าย B วางหู ผลของสัญญาณนี้จะทำให้ชุมสายต้นทางเริ่มการจับเวลา เมื่อเวลาผ่านไป 90-120 วินาที ชุมสายต้นทางจะยกเลิกการติดต่อมาพร้อมกับส่งสัญญาณ Clear Forward ออกไปเพื่อให้ชุมสายปลายทางยกเลิกเช่นกัน

เครื่องรับโทรศัพท์

เครื่องรับโทรศัพท์ (Telephone Set) จัดเป็นอุปกรณ์ปลายทางอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงพูดระหว่างเช่า (Subscriber) โดยทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งไปในสายและในทางกลับกันก็เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า กลับมาเป็นพลังงานเสียง นอกจากนั้นเครื่องโทรศัพท์ยังทำหน้าที่ต่อไปนี้

1. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเรียกไปยังชุมสายท้องถิ่น (Local-Exchange), (Hook off)

2. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Code ที่ใช้แทนหมายเลขผู้ถูกเรียก (B Subscriber)

3. ทำหน้าที่รับเสียงโทน (Tone) ที่ตอบรับจากชุมสาย ตลอดจนสัญญาณเรียก (Ringing Tone)

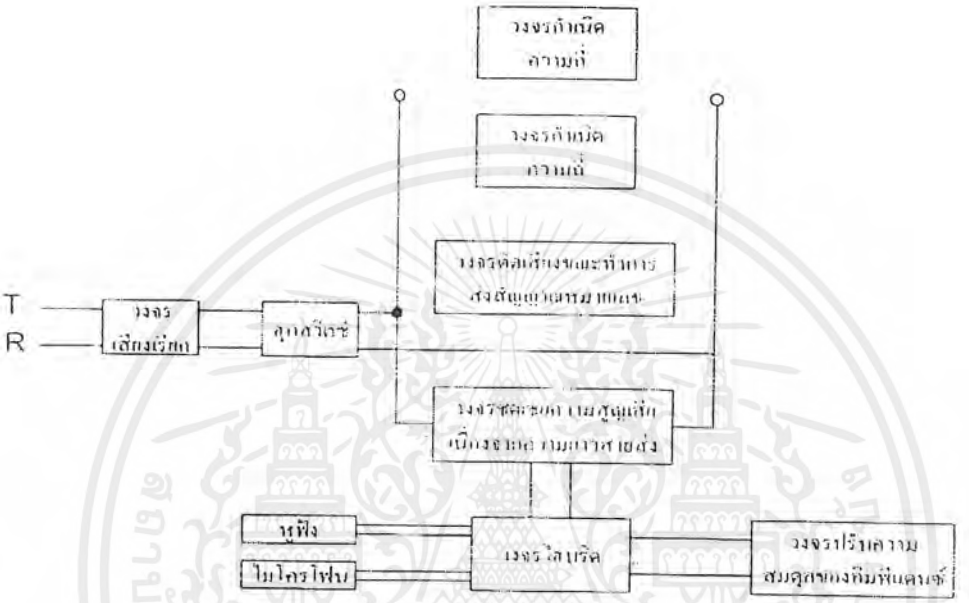
4. ทำหน้าที่ส่งสัญญาณยกเลิกการติดต่อเรียกไปยังชุมสาย (Hook on)

บล็อกไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์

ในรูป บล็อกไดอะแกรมการทำงานของโทรศัพท์ ไม่ว่าจะเป็นระบบพัลส์หรือโทนก็มีลักษณะเหมือนกัน แตกต่างกันตรงที่การกำเนิดสัญญาณเลขหมาย ว่าจะเป็นระบบพัลส์หรือ DTMF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรเสียงเรียกทำหน้าที่แจ้งให้ผู้ใช้โทรศัพท์ทราบว่ามีการเรียกเข้ามา ฮุคสิวทช์เป็นตัวบอกให้ชุมสายโทรศัพท์รับรู้ว่ามีการยกหูใช้งานโทรศัพท์แล้ว ก็จะทำการตัดต่อคู่สายให้ติดต่อกันได้ ในส่วนของวงจรตัดเสียงขณะทำการส่งเลขหมาย มีความชัดเจนถูกต้อง ไม่ถูกรบกวนด้วยสัญญาณเสียงพูด



รูปที่3.10 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องโทรศัพท์

ในขณะที่วงจรชดเชยความสูญเสีย เนื่องจากความยาวของสายส่งจะทำให้สัญญาณที่ติดต่อระหว่างต้นทางและปลายทางมีความแรงและชัดเจนมากที่สุด แม้ว่าต้นทางและปลายทางจะมีความห่างกันแค่ไหนก็ตาม วงจรไฮบริดจ์ทำหน้าที่เสมือนวงจรขยาย 2 ทิศทาง หรือสามารถให้สัญญาณผ่านเข้าออกได้ตลอดเวลา จึงมีเสียงจากปลายทางมาปรากฏที่หูฟัง ในขณะที่สัญญาณจากปากพูดก็จะผ่านออกไปทางคู่สายได้ สุดท้ายวงจรปลัดความสมดุลย์ของอิมพีแดนซ์ มีไว้เพื่อทำให้อิมพิแดนซ์ของส่วนต่างๆ ในโทรศัพท์เหมาะสม เพื่อให้การถ่ายทอดสัญญาณเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ส่วนประกอบหลักของเครื่องโทรศัพท์ แบ่งออกได้ 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนรับส่งสัญญาณเสียงพูด (Speech transmission)
2. ส่วนกำเนิดสัญญาณเลขหมายของผู้เรียก (Generator Tone Code)

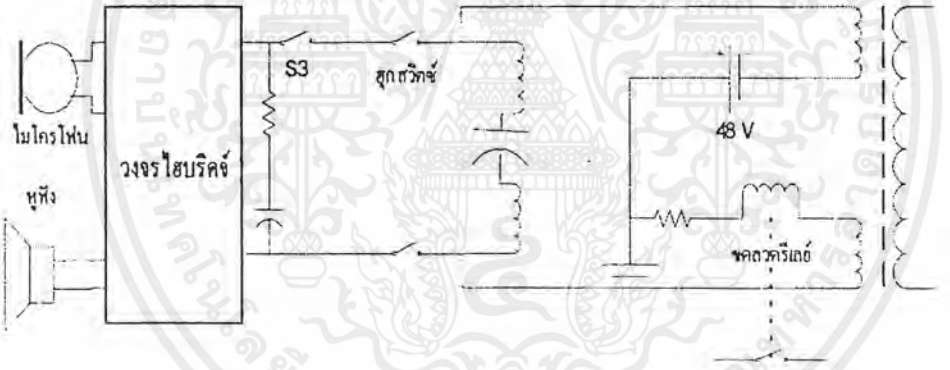
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนที่รับสัญญาณเรียกจากชุมสาย (Ringing Tone)

นอกจากนี้เครื่องโทรศัพท์ยังแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ

1. ระบบโทรศัพท์แบบพัลส์

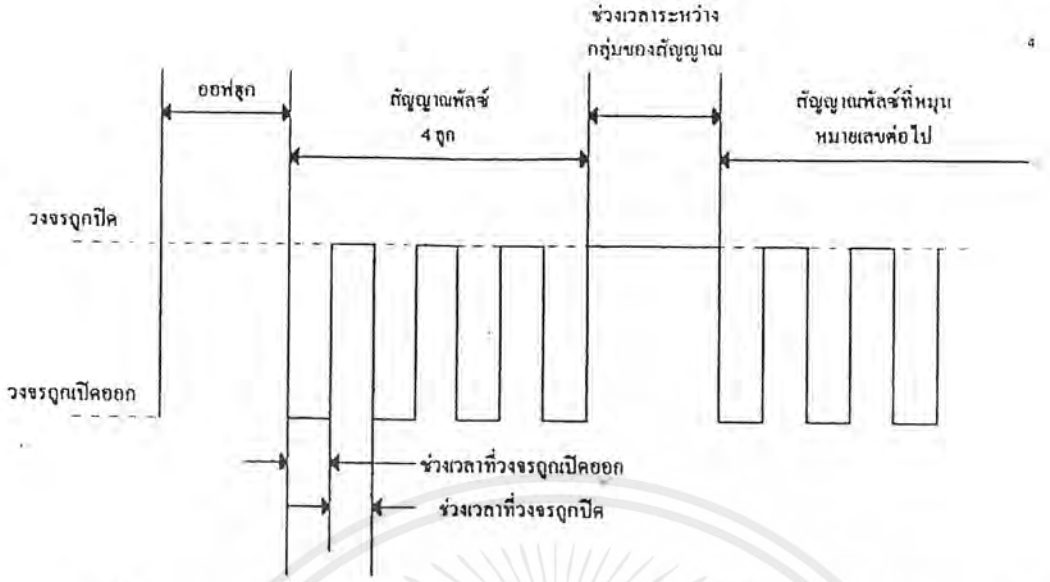
จากรูปที่ 3.11 เป็นวงจรที่ใช้ส่งหมายเลขโทรศัพท์ในแบบพัลซ์ เห็นได้ว่าสวิตซ์ S3 จะถูกเปิดวงจรออกเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เมื่อสวิตซ์ S3 ถูกเปิดวงจรออกก็จะไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าไปในวงจรส่วนที่อยู่ถัดไปได้ จึงเสมือนว่าเป็น การขัดจังหวะ (interruption) การไหลของกระแส สำหรับจำนวนครั้งที่สวิตซ์ S3 ถูกเปิดกระแสออกจะขึ้นอยู่กับระยะห่างของ แป้นหมุด (dialer) ที่ถูกหมุนไป กับตำแหน่งปกติในขณะที่ไม่มีการหมุนหมายเลขใดๆ เป็นต้นว่า ถ้าหมุนหมายเลข 4 สวิตซ์ S3 ถูกทำให้เปิดออก 4 ครั้ง ซึ่งสวิตซ์ S3 จะถูกเปิดวงจรในช่วงที่ปล่อยให้แป้นหมุนกลับสู่ตำแหน่งเดิมเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการหมุนหมายเลขอยู่



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรหมุนหมายเลขแบบพัลซ์อย่างง่าย

รูปที่3.12 จะแสดงถึงลักษณะของรูปสัญญาณเมื่อมีการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ จากรูปนี้จะเห็นว่าในตอนแรก โทรศัพท์อยู่ในสภาวะ On hook คือ หูโทรศัพท์วางอยู่บนที่วางหูโทรศัพท์ตามปกติ ไม่มีกระแสจากชุมสายเข้าสู่โทรศัพท์ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น โทรศัพท์จะอยู่ในสภาวะ off hook ฮุกสวิตซ์จะถูกเปิดวงจร ทำให้มีกระแสไหลครบวงจรได้ และเมื่อมีการหมุนหมายเลข 4 จะทำให้มีการเปิดวงจรออกด้วยสวิตซ์ S3 จำนวน 4 ครั้ง ได้รูปสัญญาณตามที่เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.12 แสดงไดอะแกรมของเวลาคร่าวๆ ของสัญญาณที่เกิดจากการหมุนหมายเลข 4

ในระบบโทรศัพท์แบบที่ส่งสัญญาณแบบพัลซ์นี้ จะถูกกำหนดให้สามารถส่งสัญญาณในอัตรา 10 พัลซ์ต่อวินาที (10 PPS, 10 pulse per sec) หรือ 20 พัลซ์ต่อวินาที (20 PPS) และ เพื่อความเข้าในที่ตรงกันในการพิจารณาสัญญาณที่เกิดขึ้น จึงควรทราบความหมายต่อไปนี้

- อัตราการส่งสัญญาณพัลซ์ (pulse rate) = จำนวนพัลซ์ที่ถูกส่งออกไปใน 1 วินาที = 1000/คาบเวลาของสัญญาณพัลซ์ (เป็นมิลลิวินาที)

- เปอร์เซ็นต์ของการเปิดวงจร (percent break) = 100 * อัตราส่วนการเปิดวงจร (break ratio) = 100 * ช่วงเวลาที่วงถูกเปิดออก/คาบของสัญญาพัลซ์

- ช่วงเวลาระหว่างกลุ่มของสัญญาณ (interdict interval) ถูกกำหนดให้มีค่าอย่างต่ำ 700 มิลลิวินาที

2. ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF

ในยุคแรกเริ่มของการใช้โทรศัพท์ เครื่องรับโทรศัพท์ที่ใช้จะเป็นแบบหน้าปัทม์หมุน ซึ่งการหมุนหมายเลขจะทำให้เกิดพัลส์ (Pulse) ของกระแสในจำนวนเท่ากับหมายเลขที่หมุน พัลส์ที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังชุมสายด้วยความเร็ว 10 พัลส์ ต่อ วินาที (Pluse per second, pps) หรือ 20 พัลส์ ต่อ วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากโทรศัพท์ที่ใช้ระบบหน้าปัทม์หมุนสำหรับการติดต่อผ่านชุมสายไม่ค่อยจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้โทรศัพท์เท่าใดนัก เพราะเป็นระบบเชิงกล ทำงานค่อนข้างช้า ดังนั้นจึงได้มีการคิดสร้างโทรศัพท์กดปุ่มขึ้น ระบบโทรศัพท์ชนิดกดปุ่มนี้เรียกว่า ระบบ DTMF (Dual Tone multi frequency) เนื่องจากการกดปุ่มหมายเลขแต่ละปุ่มบนหน้าปัทม์ เครื่องรับโทรศัพท์นั้นทำให้เกิดสัญญาณที่ประกอบขึ้นจาก 2 ความถี่ ส่งออกไปตามสายโทรศัพท์ไปยังชุมสาย เพื่อเรียกใช้ชุมสายรู้ว่าผู้ใช้โทรศัพท์ต้องการติดต่อกับโทรศัพท์เครื่องใดแทนการส่งพัลส์ของกระแสการหมุนหน้าปัทม์ของเครื่องรับโทรศัพท์หน้าปัทม์หมุน

ข้อดีของการใช้โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

1. ลดเวลาในการเรียกหมายเลขลง
2. การเรียกเลขหมายทำได้ง่ายขึ้น
3. สามารถใช้วงจรทางโซลิทสเตทอิเล็กทรอนิกส์แทนอุปกรณ์เชิงกล
4. มีความผิดพลาดในการส่งหมายเลขน้อย
5. ใช้สัญญาณระบบความถี่ซึ่งสามารถส่งระหว่างสถานีได้และสามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง
6. สามารถที่เพิ่มปุ่มได้อีก 4 ปุ่ม ในคอลัมน์ที่ 4 เพื่อการใช้งานอย่างอื่น

<u>สัญญาณของระบบ DTMF</u>

ระบบ DTMF นี้จะมีความถี่มาตรฐานในย่านความถี่เสียงที่แตกต่างกัน 8 ความถี่ โดยจะแบ่งความถี่เหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ และกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่ และสัญญาณ DTMF จะมาจากรวมสัญญาณความถี่จากกลุ่มความถี่ต่ำ 1 ความถี่และสัญญาณความถี่จากกลุ่มความถี่สูงอีก 1 ความถี่ ดังนั้นสัญญาณ DTMF จึงมีได้ทั้งหมด 16 สัญญาณ (4 ความถี่ต่ำ x 4 ความถี่สูง)

การเลือกความถี่มาตรฐานของระบบ DTMF นี้ ผู้ออกแบบระบบได้ใช้ความพยายามอย่างมากในการเลือกความถี่ที่จะใช้เพราะเนื่องจากต้องระวังไม่ให้สัญญาณเสียงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในสายโทรศัพท์ เช่น สัญญาณแจ้งภาวะการใช้งานต่างๆ สัญญาณรบกวนภายในสายโทรศัพท์มีความถี่อยู่ในช่วงความถี่ DTMF และยังต้องระวังความถี่ที่อาจเกิดขึ้นจากการรวมตัวกันแบบฮาร์โมนิกของความถี่ใดความถี่หนึ่งของความถี่ DTMF และในที่สุดก็ได้ความถี่มาตรฐานทั้ง 8 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความถี่มาตรฐานในกลุ่มความถี่ต่ำ 4 ความถี่ คือ 697, 770, 852 และ 941 เฮิรตซ์

2. ความถี่มาตรฐานในกลุ่มความถี่สูง 4 ความถี่ คือ 1209, 1336, 1477 และ 1633 เฮิรตซ์

ระบบ DTMF นี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบ 4x4 เนื่องจากการใช้แป้นกดขนาด 4x4 ในการสร้างสัญญาณ DTMF และได้กำหนดปุ่มแต่ละปุ่มเหล่านั้นได้ด้วยตัวเลข 0-9, * (star หรือ saterisk), # (pound หรือ octophorpe), A, B, C และ D ซึ่งในการกดปุ่มๆ หนึ่งจะให้สัญญาณความถี่คู่หนึ่งออกมาดังแสดงไว้ดังตาราง แสดงค่าความถี่

ในการใช้งานทั่วไป จะใช้เฉพาะปุ่มตัวเลข 0-9 เท่านั้น ส่วนปุ่ม *, #, A, B, C และ D สามารถนำมาใช้งานอื่น ๆ ได้

โทรศัพท์ที่ใช้ระบบ DTMF ผู้ใช้สามารถฟังเสียงสัญญาณ DTMF ได้โดยการยกหูโทรศัพท์ขึ้นฟัง แล้วกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งบนหน้าปัทม์ ตัวอย่างเช่น การกดปุ่มหมายเลข 8 จะเกิดสัญญาณความถี่ 852 เฮิรตซ์ และ 1336 เฮิรตซ์ ขึ้นพร้อมกัน สัญญาณจะถูกส่งผ่านคู่สายไปยังชุมสายและถูกถอดรหัสโดยตัวรับ DTMF ที่ชุมสายโทรศัพท์จะประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมที่ทำหน้าที่ในการจัดการติดต่อโทรศัพท์ภายในท้องถิ่น ในบริเวณหนึ่งภายในพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งถูกกำหนดด้วยเลข 3 ตัวแรกของเลขหมายหลังจากที่ชุมสายทำการเชื่อมต่อคู่สายระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียกเรียบร้อยแล้ว ตัวรับสัญญาณ DTMF ของชุมสายจะหยุดทำงานเพราะในการกดปุ่มบนหน้าปัทม์ โทรศัพท์ ครั้งต่อไปจะเป็นการติดต่อกันโดยตรงระหว่างผู้เรียกและผู้ถูกเรียก

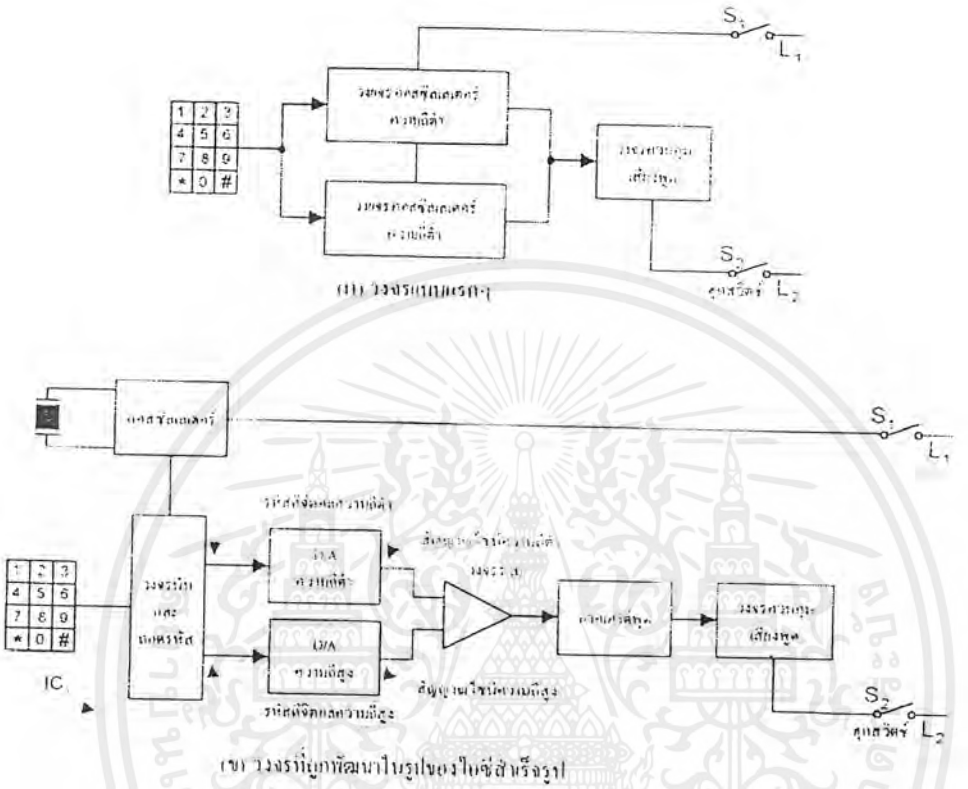
ความถี่ (Hz)	รหัสหรือหมายเลข			
679	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D
ความถี่ (Hz)	1209	1336	1477	1633

ตาราง 3.2 แสดงค่าความถี่ต่างๆ ที่ใช้ในระบบ DTMF

การส่งสัญญาณแบบ DTMF ด้วยการใช้ไอซีสำเร็จรูปในปัจจุบันดูจะเหมาะสมกว่าการนำอุปกรณ์มาต่อกันเพื่อทำการผลิตความถี่ต่างๆ ของเลขหมายที่ต้องการจะติดต่อ หลักการของไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำพวกนี้ก็ใช้หลักการเดิม คือ การนำความถี่ที่แตกต่าง 2 ความถี่เกิดจากการกดปุ่มหมายเลขโทรศัพท์มามอดดูเลทกัน แล้วส่งไปยังชุมสายต่อไป



รูป3.13 ระบบโทรศัพท์แบบ DTMF

ในรูปที่ 3.13 ก เป็นบล็อกไดอะแกรมของการส่งสัญญาณแบบ DTMF ซึ่งในระบบนี้ยังคงต้องใช้อุปกรณ์พาสซีฟ (passive elements) ในการวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งแน่นอนปัญหาที่จะพบในวงจรที่ใช้อุปกรณ์เหล่านี้ คือ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดจนอายุการใช้งาน ซึ่งผลที่ตามมาคือความถี่ที่ผลิตออกมาย่อมเปลี่ยนแปลงความไปด้วยผลสุดท้ายก็จะทำให้ชุมสายเกิดการทำงานผิดพลาดในการติดต่อกันผู้ที่ถูกเรียกใช้ ดังนั้นการสร้างไอซีสำหรับรูปมาใช้งานแทนอุปกรณ์พาสซีฟ ย่อมที่จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ในระดับหนึ่งใน รูปที่ 3.13ข เป็นบล็อกไดอะแกรมของไอซีที่นำมาใช้สร้างสัญญาณในระบบ DTMF ซึ่งวงจรภายในจะประกอบด้วยวงจรนับและถอดรหัส (counter and Decoder) ซึ่งก็จะแยกแยะว่าการกดหมายเลขแต่ละครั้งจะตรงกับตำแหน่งใดบ้างในแต่ละ แถวหรือแนว เมื่อทำการถอดรหัสจากการกดได้แล้ว จะนำค่าในแถวและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวไปหารจากค่าความถี่หลัก สัญญาณที่ออกจากวงจรนับและถอดรหัสก็จะออกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล 2 สัญญาณที่มีความถี่แตกต่างกัน หลังจากนั้นก็นำสัญญาณทั้ง 2 ไปผ่านวงจรแปลงสัญชาติดิจิตอลไปเป็นอะนาลอก (D/A converter และนำมารวมกันโดยการนำไปผ่านวงจรรวมและขยายสัญญาณ (summing amplifire แล้วจึงถูกส่งผ่านต่อไปยังวงจรควบคุมเสียงพูด (speech network) และผ่านต่อไปยังชุมชนสายโทรศัพท์ในที่สุด

<u>ข้อดีของระบบ DTMF เมื่อเทียบกับระบบพัลซ์</u>

ในการส่งสัญญาณแบบพัลซ์ 1 ลูก ใช้เวลาอย่างน้อย 100 มิลลิวินาที (60 วินาทีในช่วงการเปิดวงจร และ 40 มิลลิวินาทีในช่วงการปิดวงจร) และยังต้องมีช่วงเวลาที่แยกสัญญาณแต่ละกลุ่มออกจากกันอีกอย่างน้อย 700 มิลลิวินาที ดังนั้นถ้าหมายเลขที่ต้องการติดต่อมีความยาวมากขึ้นเท่าใด ย่อมจะต้องเสียเวลาในการส่งสัญญาณมากขึ้นเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น ในการส่งสัญญาณ 555-5555 ใช้เวลาในการส่ง

= 5 (พัลซ์/มิลลิวินาที) * 100 (มิลลิวินาที/พัลซ์) * (หมายเลข)

= 3.5 วินาที

ระยะเวลาของช่องว่างระหว่างกลุ่มสัญญาณ

= 700 (มิลลิวินาที) * 6

= 4.2 วินาที

ดังนั้นจะใช้เวลาในการส่งทั้งหมด

= 3.5 + 4.2 วินาที

= 7.7 วินาที

แต่ถ้าเป็นโทรศัพท์ที่ใช้ในการส่งระบบ DTMF จะใช้เวลาเท่ากับ

= 7 * 100 มิลลิวินาที

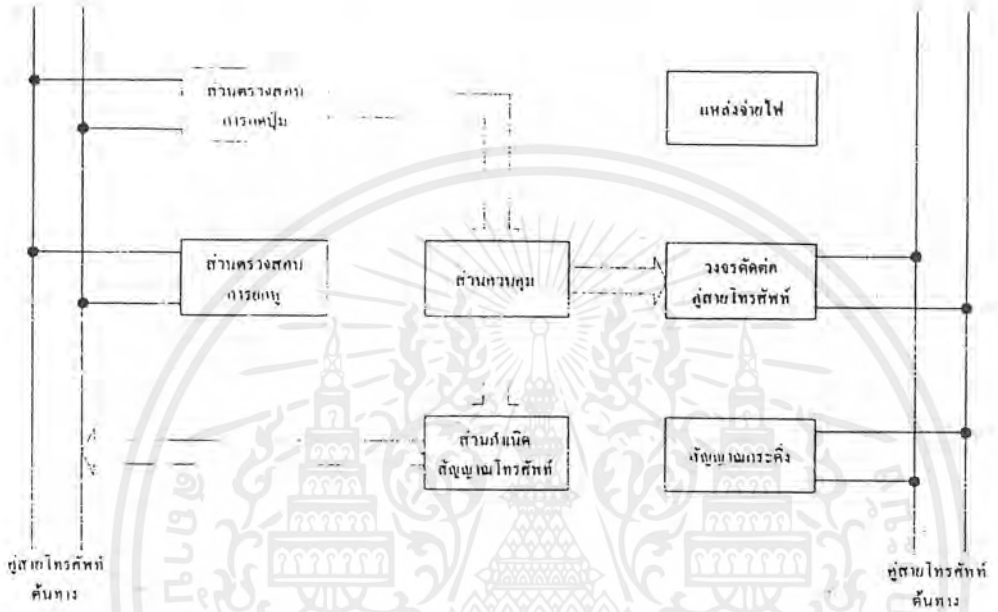
= 0.7 วินาที

ดังนั้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าข้อดีของระบบ DTMF คือ จะสามารถประหยัดเวลาในการส่งหมายเลขไปยังชุมสายได้มากกว่าระบบพัลซ์ สามารถใช้วงจรที่เป็นโซลิตสเตทได้ ทำให้เกิดความประหยัดและสะดวกซึ่งเป็นผลให้ชุมสายใช้อุปกรณ์หน่วยความจำภายในชุมสายได้อย่างมีประสิทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพมากขึ้นตามไปด้วยนอกจากนั้นยังสามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในชุมสายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชุมสายโทรศัพท์



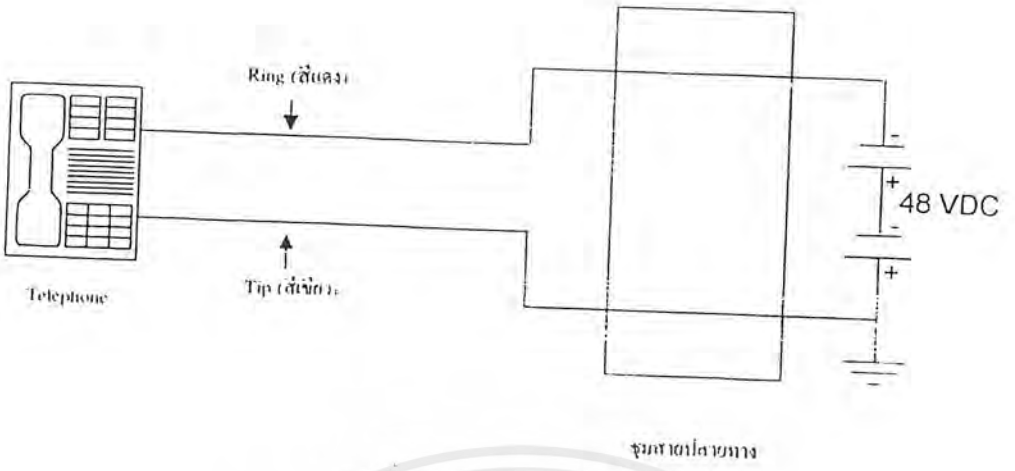
รูปที่3.14 บล็อกไดอะแกรมการทำงานพื้นฐานของชุมสายโทรศัพท์

ชุมสายโทรศัพท์ให้ต้นทางและปลายทางสามารถติดต่อพูดคุยกันได้ จากระบบชุมสายใหญ่ๆ ก็มีการนำมาประยุกต์ใช้ในสำนักงาน เพื่อให้การติดต่อระหว่างแผนกต่างๆ ในสำนักงานคล่องตัว จากเดิมที่ใช้รีเลย์เป็นตัวตัดต่อคู่สาย ทำให้ชุมสายมีขนาดใหญ่โตมาก ก็มีการพัฒนามาเป็นอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ ในรูปที่ เป็นบล็อกไดอะแกรมของชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

Local Loop

ความหมายของ Local Loop คือ สายส่งสองสายจากเครื่องโทรศัพท์ไปชุมสาย ปลายทางและมีค่าอิมพิแดนซ์ของสายเองประมาณ 500-1000 โอห์ม แต่ค่าที่ใช้ทั่วไปคือ 600 โอห์ม ถ้าในชุมสายปลายทางมีการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟร่วม DC ขนาด 48 โวลท์ ให้แต่ละลูปของผู้ใช้โทรศัพท์ลวดตัวนำ 2 เส้นในลูป มีชื่อว่าทิป (Tip) และ ริง (Ring) โดยริงจะต่อกับสัญญาณไฟ 48 โวลท์ ดีซี ทิปจะต่อกับกราวด์ ดังรูปที่ 3.15

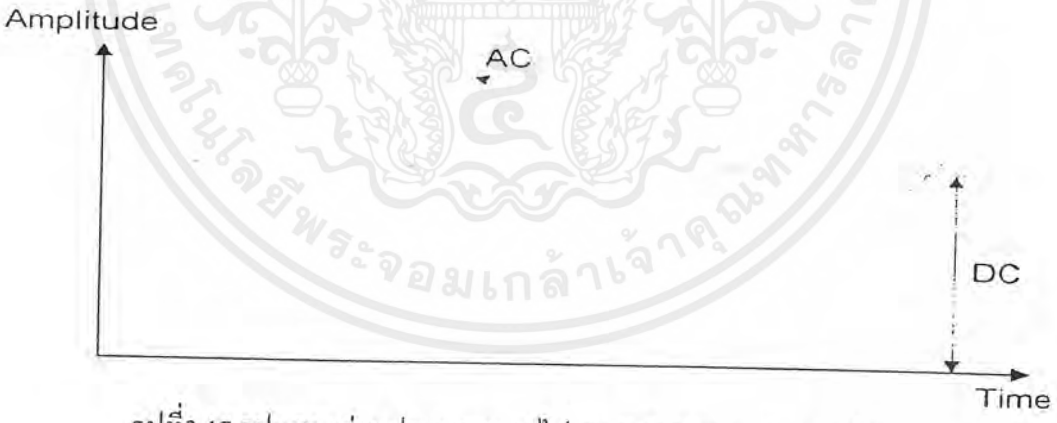
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.16 แสดงโลเคิลลูป

เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ มีผลทำให้ฮุคสวิตช์ปิดลง (Hook off) จากนั้นกระแสไฟตรงขนาด 20 มิลลิแอมป์ไหลวนอยู่ในลูปซึ่งสภาวะยกหูโทรศัพท์นี้ ระดับแรงดันไฟฟ้าระหว่างทิปกับริงมีค่าลดลงเหลือประมาณ 4 โวลท์

สัญญาณเสียงพูดจากเครื่องโทรศัพท์ถูกส่งไปในทิศใดทิศหนึ่งในลูป โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ภายในกระแสลูป (20 mA) ซึ่งเกิดจากสัญญาณ AC ทับบนกระแสลูป DC ดังรูปแสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและกระแสสลับ



รูปที่3.17 รูปแสดงส่วนประกอบของไฟกระแสตรงและกระแสสลับ

DTMF DECODER MT8870

MT8870 เป็นไอซีถอดรหัสความถี่ (INTEGATED DTMF RECEIVER) หรือเป็นตัวแปลงสัญญาณ DTMF เป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นตัวรับและถอดรหัสความถี่ (DTMF receiver)

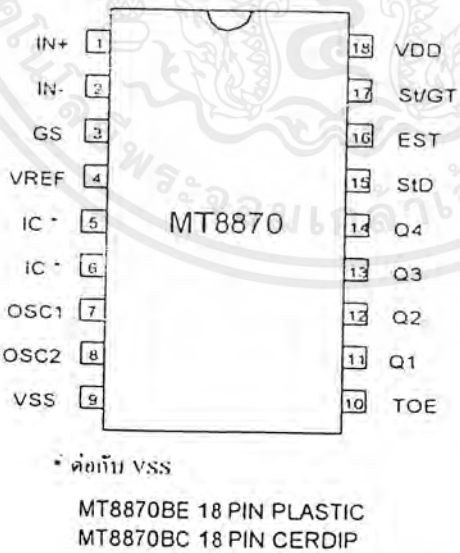
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กินไฟน้อย ใช้ไฟเลี้ยงระดับเดียวกับ TTL
- สามารถตั้งอัตราการขยายภายในตัวไอซีได้
- สามารถปรับการ์ดไทม์ (Guard time) ได้
- เป็นไอซีคุณภาพสูง

1. การนำ MT8870 ไปใช้งาน

- นำไปใช้งานด้านรีโมทคอนโทรล
- เครื่องป้องกันโทรศัพท์ทางไกล
- ใช้ในงานเกี่ยวกับเครดิตการ์ด
- ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์
- ใช้ในเครื่องชุมสายขนาดย่อมหรือ PABX
- ใช้กับงานทางด้านโทรศัพท์ทั่วไป
- เครื่องกันขโมย
- การควบคุมอุปกรณ์ทางโทรศัพท์
- ใช้ทำเครื่องสอบถามทางโทรศัพท์

2. โครงสร้างของ MT8870

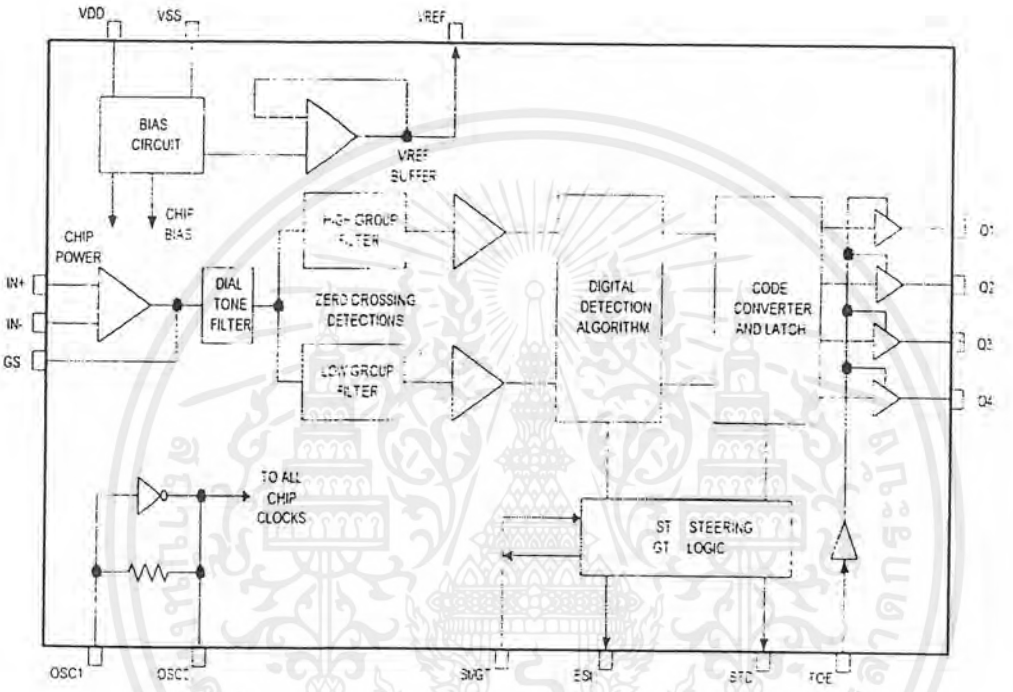


รูปที่3.18 แสดงรายระเอียดขาของ MT8870

โครงสร้างภายในของ MT8870 ประกอบไปด้วยวงจรกรองความถี่ และวงจรถอดรหัสฟังก์ชันทางดิจิตอล เป็นไอซีที่สร้างโดยใช้เทคโนโลยี ISO^2 - CMOS ในส่วนของวงจรกรองความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เทคนิคของสวิตช์คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ สำหรับกรองความถี่สูงและต่ำ ส่วนวงจรถอดรหัสใช้เทคนิคการนับทางดิจิตอลเพื่อตรวจจับและถอดรหัสทั้ง 16 ความถี่ออกเป็นเลขฐานสองขนาด 4 บิต และเช็คช่วงเวลาที่สัญญาณเข้ามา ส่วนภาคอินพุทเป็นออปแอมป์ ซึ่งสามารถปรับอัตราการขยายได้โดยต่ออุปกรณ์ภายนอก เอาท์พุทเป็นวงจรแลตช์ 3 สถานะ รูปที่ แสดงขาของ MT8870 และรูปที่แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870



รูปที่3.19 แสดงโครงสร้างภายในของ MT8870

3. ฟังก์ชั่นการทำงานภายใน MT8870

โครงสร้างภายใน MT8870 ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วนคือ

1. ภาคกรองความถี่ (Filter section)

2. ภาคถอดรหัส (Decoder section)

3. ภาคตรวจสอบสัญญาณ (Steering circuit)

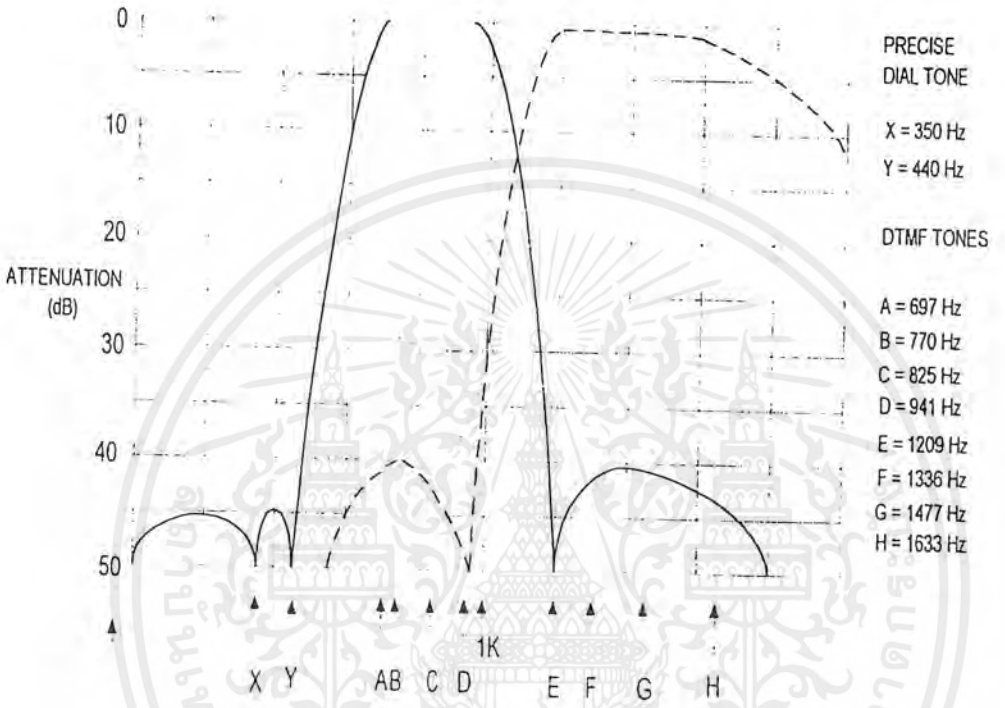
4. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง (Differential input)

5. ภาคกำเนิดความถี่ (Oscillator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคกรองสัญญาณความถี่

ในส่วนนี้จะแยกสัญญาณ DTMF ที่เข้ามาออกเป็นกลุ่มความถี่ คือ ช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ โดยใช้วงจรกรองแถบความถี่อันดับ 6 ชนิด สวิตช์คาปาซิเตอร์ (six order switched capacitor band pass filter) ซึ่งความถี่ที่แยกได้นี้มี 2 ช่วง คือช่วงความถี่ต่ำ



รูปที่3.20 แสดงความถี่ที่ได้จากภาคกรองความถี่

5. ภาคถอดรหัส

ความถี่ DTMF ที่ถูกกรองเรียบร้อยแล้วจะผ่านเข้าวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข โดยใช้เทคนิคการนับแบบดิจิตอล และมีการตรวจสอบความถี่เข้ามาเป็นความถี่มาตรฐาน DTMF หรือไม่ เพื่อป้องกันความถี่อื่นเข้ามาผสมเมื่อตรวจสอบว่าความถี่นั้นถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est (Early steering) ก็จะแอคทีฟสำหรับค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ นั้นแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FLOW	FHIGH	NO	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1447	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1447	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1447	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1447	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D		0	0	0	0
-	-	ANY	L	Z	Z	Z	Z

ตาราง 3.3 แสดงค่าที่ถอดรหัสได้จากความถี่ต่างๆ

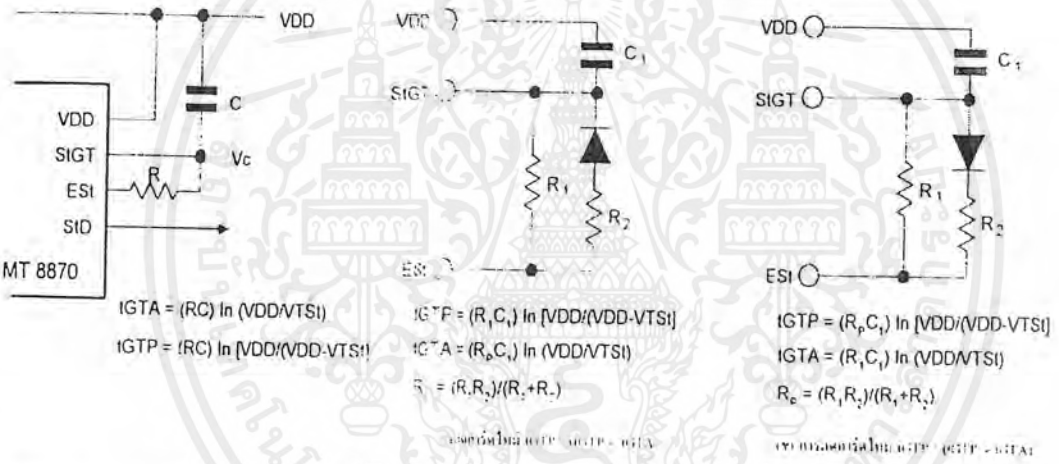
6. ภาคตรวจสอบสัญญาณ

ก่อนที่จะมีการถอดรหัสความถี่ออกไปที่เอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ที่เข้ามาว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ โดยสังเกตจากระยะเวลาการกดปุ่มโทรศัพท์ ซึ่งต้องกดปุ่มให้มีความถี่ออกมาเป็นช่วงเวลาพอสมควรมิฉะนั้นวงจรส่วนนี้จะไม่รับ โดยถือว่าสัญญาณนั้นไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนช่วงเวลายาวเท่าใดนั้นสามารถตั้งได้โดยใช้ RC ต่อภายนอก สัญญาณที่ขา ESt จะเป็น "HIGH" นานใกล้เคียงกับระยะเวลาที่มีความถี่ DTMF เข้ามา จากรูปที่ 11 เมื่อขา ESt เป็น "HIGH" ทำให้ Ve สูงขึ้น ตัวเก็บประจุ C จะคายประจุ ทำให้แรงดัน Ve สูงขึ้นจนถึงค่าเทรชโฮลด์ วงจรถอดรหัส จึงจะถอดรหัสออกมาเป็นตัวเลขขนาด 4 บิท รายละเอียดการทำงานขอให้ดูจากแผนภูมิเวลาหรือไทมิ่งไดอะแกรม (timing diagram) ในรูป จะเข้าใจได้ง่ายกว่า

สำหรับคำว่าการ์ดไทม์ (guard time) นั้นหมายถึง ช่วงคาบเวลาของความถี่ที่เข้ามา ซึ่งจะต้องนานเท่ากับหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เราตั้งไว้ จึงจะได้รับการยอมรับว่าสัญญาณความถี่นั้นถูกต้องหรือพูดได้ว่าเวลาที่เราตั้งไว้โดย RC ก็คือการ์ดไทม์นั้นเอง เมื่อสัญญาณความถี่เข้ามาสั้นกว่าก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นตัวเลขออกไป การตั้งเวลาและคำนวณเวลาดูได้จากรูปที่



รูปที่3.21 แสดงวงจรตรวจสอบสัญญาณอย่างง่ายและแสดงการกำหนดเวลาการ์ดไทม์(guard time) พร้อมวิธีคำนวณ

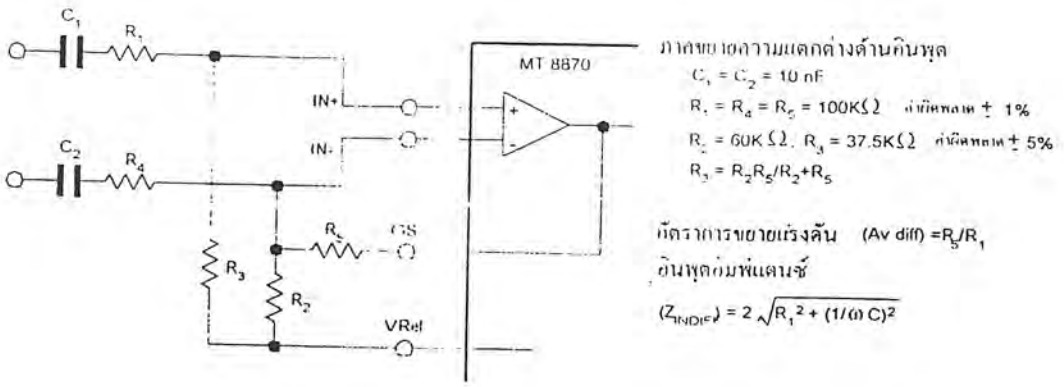
7. ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

วงจรส่วนอินพุทของ MT8870 เป็นภาคขยายออปแอมป์ที่สามารถปรับอัตราการขยายโดยต่อวงจรภายนอกเพิ่มเข้าไปรูปที่ 12 แสดงการต่อวงจรภายนอกเข้ากับอินพุทซึ่งสามารถคำนวณอัตราการขยายความแตกต่างของสัญญาณอินพุทและอิมพิแดนซ์ได้ดังนี้

อัตราขยาย (A_V diff) = $R_{5/}$ R1

อินพุทอิมพิแดนซ์ (Z_{in} diff) = $\sqrt{R_1^2 + (1\backslash wc)^2}$

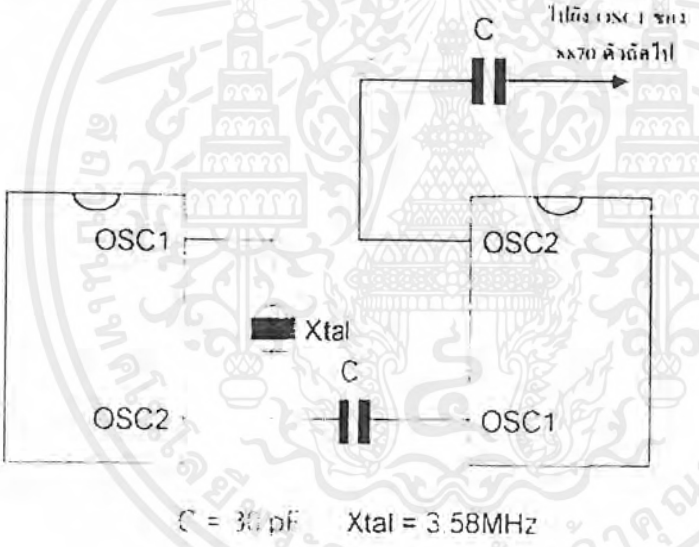
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.22 แสดงการต่อวงจรภาคอินพุท

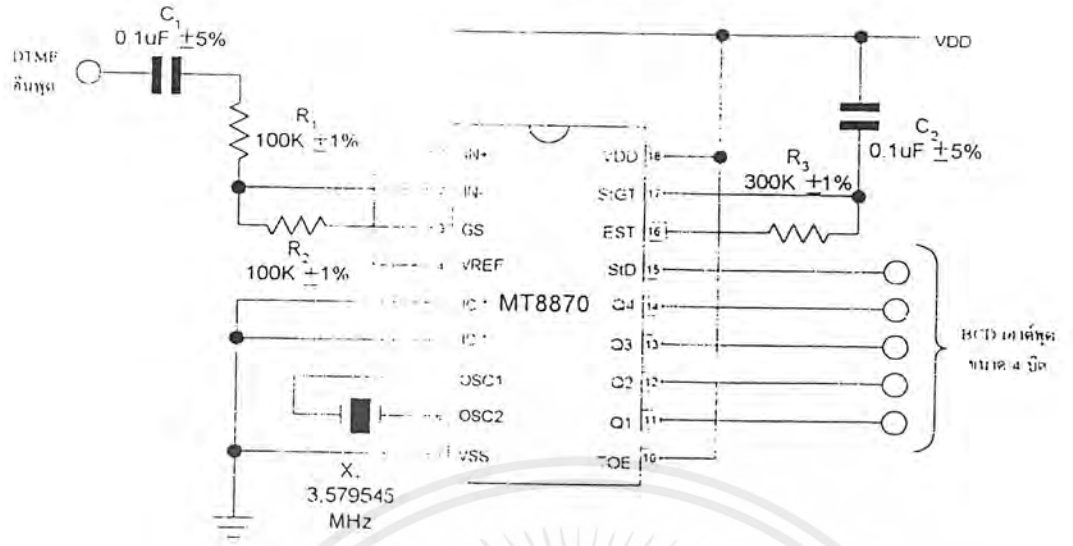
8. ภาคกำเนิดความถี่

ในภาคนี้ภายในไอซีจะมีวงจรเวลาอยู่ภายใน เพียงแต่ต่อแร่คริสตอลขนาด 3.58 MHz ก็สามารถใช้งานได้ทันทีการต่อวงจรกำเนิดความถี่แสดงในรูปที่

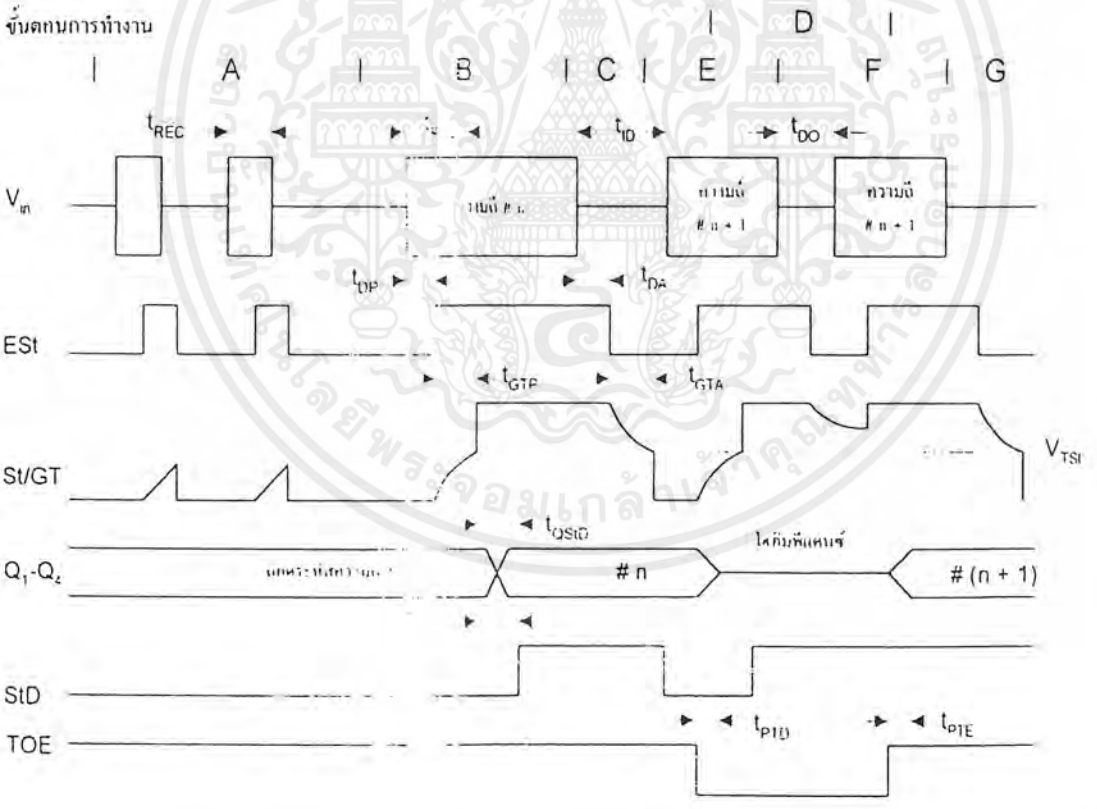


รูปที่3.23 แสดงการต่อวงจรผลิตความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.24 แสดงวงจรการใช้งานเบื้องต้นของ MT8870



รูปที่3.25 แสดงแผนภูมิเวลา (timing diagram) ของ MT8870

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายขั้นตอนการทำงาน

A - ตรวจพบความถี่เข้ามา แต่คาบเวลา ไม่ถูกต้อง เอาท์พุทไม่เปลี่ยน

B - ความถี่ # n ถูกตรวจพบและมีคาบเวลาที่ถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัส และแลตซ์ไว้ที่เอาท์พุท

C - จบความถี่ # n ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังคงแลตซ์อยู่จนกว่าจะได้รับความถี่ที่ถูกต้องใหม่

D - เอาท์พุทเปลี่ยนเป็นไฮอิมพีแดนซ์

E - ความถี่ # n + 1 ถูกตรวจพบคาบเวลาถูกต้อง ความถี่ถูกถอดรหัสและแลตซ์ไว้

F - ความถี่ # n + 1 หายไป ช่วงห่างไม่ถูกต้อง เอาท์พุทยังคงแลตซ์อยู่

G - จบความถี่ # n + 1 ช่วงห่างถูกต้อง เอาท์พุทยังคงแลตซ์อยู่จนถึงความถี่ใหม่ที่ถูกต้อง

อธิบายคำศัพท์

V_{in} - สัญญาณความถี่ DTMF ที่เข้ามา

Est - Early Sterring Output ใช้แสดงความถี่ที่ถูกต้อง

St/GT - Steering input/Guard Time output สำหรับต่อกับ RC ภายนอก

Q_1-Q_4 - เอาท์พุท BCD ขนาด 4 บิต

StD - Delayed Steering output ใช้แสดงว่าความถี่ที่ได้รับหรือหายไป มีคาบเวลาตามที่กำหนด เพื่อแสดงความถูกต้องของสัญญาณ

TOE - Tone Output Enable (input) ใช้ควบคุม Q_1-Q_4 ให้เป็นไฮอิมพีแดนซ์

t_{REC} - คาบเวลานานสุดที่ตรวจพบความถี่ DTMF แล้วยังไม่ถูกต้อง

t_{REC} - คาบเวลาสั้นสุดที่ต้องการเพื่อแสดงว่าสัญญาณถูกต้อง

t_{ID} - เวลาสั้นสุดระหว่างสัญญาณ DTMF ที่ถูกต้อง 2 สัญญาณ

t_{DD} - เวลานานสุดที่ยอมให้สัญญาณหายไปได้ในคาบเวลาความถี่ที่ถูกต้อง

t_{Dp} - เวลาที่ใช้ในการตรวจพบสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{DA} - เวลาที่ใช้ในการตรวจการหายไปของสัญญาณความถี่ DTMF ที่ถูกต้อง

t_{GTP} - การ์ดไทม์ของการปรากฏความถี่ DTMF

t_{GTA} - การ์ดไทม์ของการหายไปของความถี่ DTMF

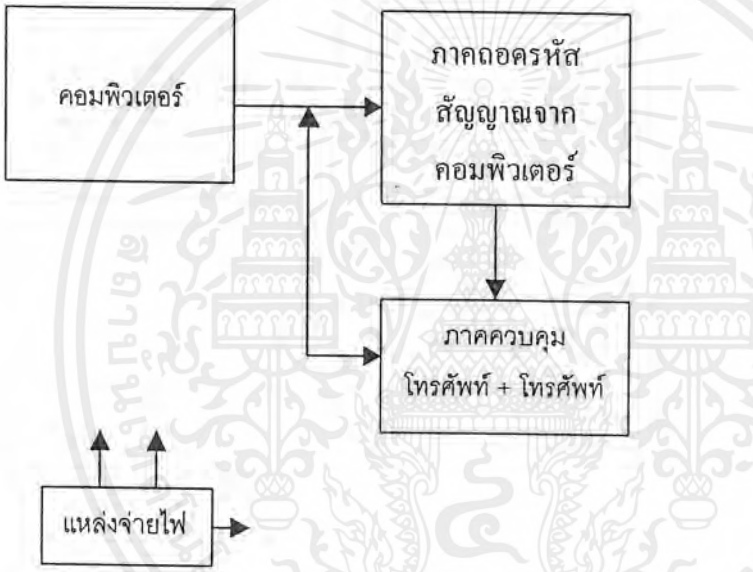
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4
การออกแบบและการสร้าง

แนวคิด

ในส่วนของฮาร์ดแวร์ เราจะต้องออกแบบให้วงจรสามารถทำการยกหูเมื่อมีการส่งสัญญาณจากคอมพิวเตอร์มา และเมื่อยกหูแล้วก็จะให้โทรศัพท์นั้นทำการหมุนหมายเลข โดยเราก็จะใช้สัญญาณจากคอมพิวเตอร์อีกครั้งในการส่งสัญญาณที่เป็นหมายเลขปลายทางเพื่อทำการโทรไปยังบุคคลที่เราต้องการจะคุยด้วย และ ก็ทำการติดต่อสื่อกันแบบปกติต่อไป

จากแนวคิดสามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้คร่าว ๆ ดังนี้

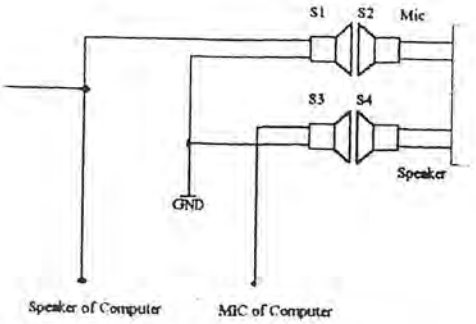


รูป 4.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมคร่าวๆ ของวงจร

เราจะควบคุมวงจรโดยใช้สัญญาณโทรศัพท์ที่ส่งมาจากคอมพิวเตอร์ คือเราจะต่อสัญญาณเอาท์พุทจากคอมพิวเตอร์โดยต่อจากซาวด์การ์ดของคอมพิวเตอร์ นั้นคือสัญญาณที่ได้มาเป็นสัญญาณเสียงนั้นเอง ซึ่งเราก็ต้องใช้อยู่แล้วในการพูดคุยผ่านเครือข่าย นั้นคือ เราจะต่อสายออกมาคอมพิวเตอร์มาเข้าวงจร 2 สาย คือ สายสัญญาณที่ต่อออกมาจากช่องเสียบสปีคเกอร์ของคอมและช่องเสียบไมค์ของคอมพิวเตอร์

โดยสปีคเกอร์ของคอมพิวเตอร์จะเป็นส่วนส่งสัญญาณเสียงออกมา ทั้งสัญญาณ DTMF และสัญญาณเสียงจากคอมพิวเตอร์อีกเครื่องที่ถูกส่งเข้ามา และ ไมค์ของคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณเสียงจากโทรศัพท์แล้วก็ส่งกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์อีกเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.2 แสดงการต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับโทรศัพท์และวงจร

จากรูป 4.2 จะเห็นได้ว่าเราจะใช้วิธีต่อโดย จาก Speaker of Computer ก็จะต่อไปยัง ลำโพง S1 ซึ่งถูกจ่ออยู่กับไมค์ของโทรศัพท์ และ จาก MIC of Computer ก็จะต่อไปยังลำโพง S3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นไมค์ได้ด้วย และรับสัญญาณจากสปีคเกอร์ของโทรศัพท์

จากการต่อดังที่กล่าวแล้วนั้นคือเราสามารถรับส่งเสียงระหว่างคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์ได้แล้ว แต่จะเราสามารถรับส่งได้ก็ต่อเมื่อ โทรศัพท์มีการยกหูแล้วเท่านั้น

ในโครงงานนี้เราต้องออกแบบให้โทรศัพท์ยกหูโดยใช้สัญญาณจากคอมพิวเตอร์เข้ามาทำการยกหูให้ โดยเราออกแบบให้ส่งสัญญาณ DTMF จากคอมพิวเตอร์ออกไป ซึ่งต้องใช้ส่งอยู่แล้วในการหมุนโทรศัพท์ แต่ในการหมุนจะเห็นได้ว่าเราจะกดตัวเลขเพียง 0-9 เท่านั้น แล้ว * กับ # ก็ไม่ค่อยได้ใช้ แต่บางกรณี * กับ # ต้องได้ใช้ แต่ใน คีย์โทรศัพท์จริงแล้วยังมีแนวตั้งที่ 4 อยู่ซึ่งโทรศัพท์ทั่วไปไม่มีดังรูป

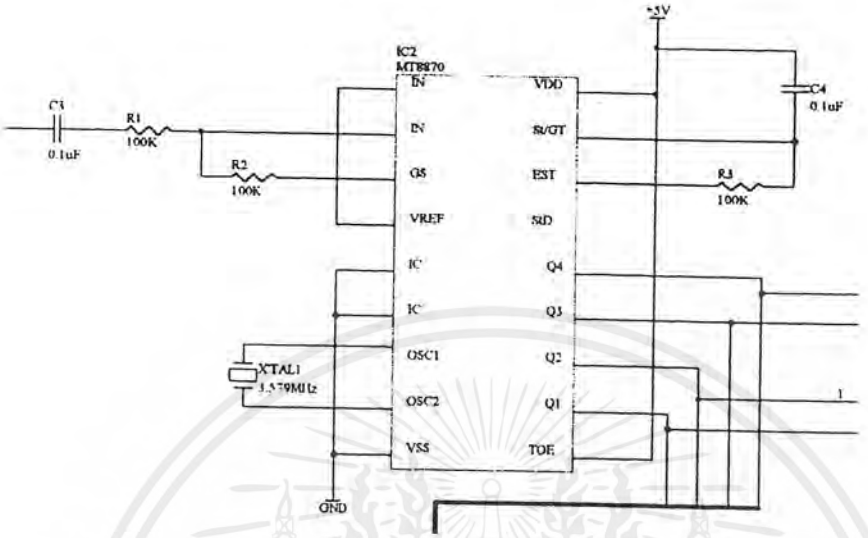
1	2	3	A
4	5	6	B
7	8	9	C
*	0	#	D

รูป 4.3 แสดงคีย์โทรศัพท์ทั้งหมด

จะเห็นได้ในโทรศัพท์ปกติจะไม่มี คีย์ A B C และ D ดังนั้นเราจะออกให้สัญญาณ A เป็นตัวควบคุมการยกหูและวางหูโทรศัพท์

โดยเราจะทำการต่อสัญญาณจาก Speaker of Computer เข้ามาวงจรถอดรหัส DTMF ซึ่งเราได้กล่าวไว้แล้วในส่วนของทฤษฎี นั้นคือจะใช้ IC เบอร์ MT8870 มาทำการถอดรหัส A

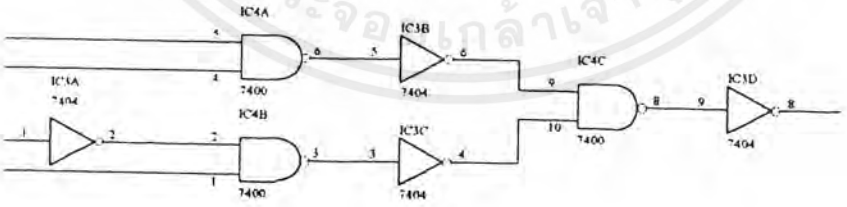
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.4 การต่อวงจร MT8870

จากรูป 4.4 เป็นวงจรที่อยู่ใน Data Sheet ของ MT8870 ซึ่งบริษัทได้ออกแบบมาให้แล้ว โดยอินพุทหรือสัญญาณเสียงที่ต่อจาก Speaker of Computer ก็จะเข้าที่ C3 ผ่าน R1 เข้าสู่ไอซี และเอาท์พุทที่ได้ คือ Q4-Q1 จะเป็นเอาท์พุทที่อยู่ในรูปของ BCD

จากทฤษฎี เมื่อเราดูในส่วนเอาท์พุทที่ได้จากการถอดรหัส A เอาท์พุทที่ได้คือ 1101 และเราจะนำ 1101 ไปถอดรหัสให้มีเอาท์พุทเป็น 1 เพื่อไปใช้ควบคุมให้ยกหู

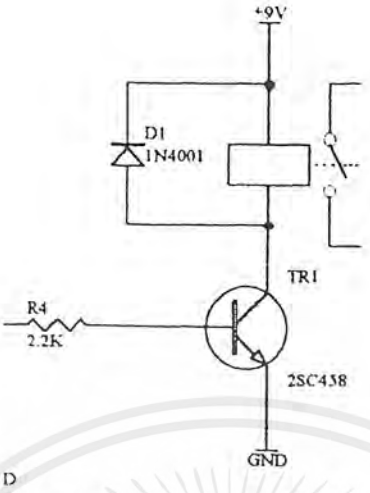


รูป 4.5 วงจรถอดรหัสสัญญาณ BCD 1101

จากรูป4.5 วงจรจะเห็นได้ว่าเมื่อ มีสัญญาณเข้ามาเป็น 1101 เอาท์พุทจะเป็น 1 ถ้าเป็นสัญญาณอื่นๆ เอาท์พุทก็จะเป็น 0

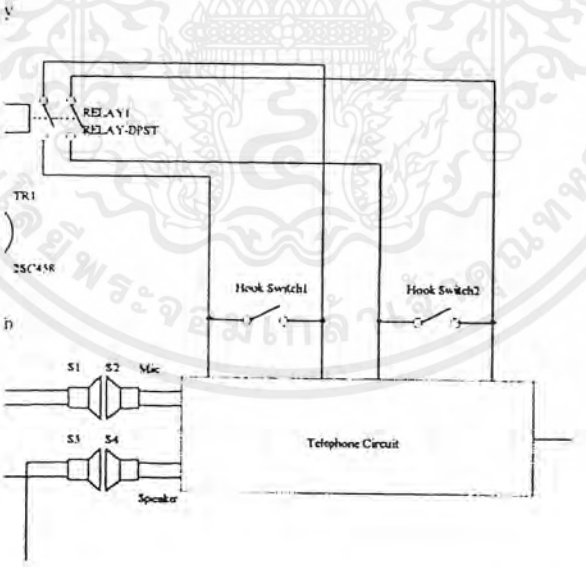
เราก็เอาเอาท์พุทของวงจรนี้ไปควบคุมให้โทรศัพท์ยกหูได้โดยต่อวงจรดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.6วงจรควบคุมรีเลย์

จากเอาท์ของวงจรถอดรหัสสัญญาณ BCD 1101 เรานำมาต่อเข้าวงจรควบคุมรีเลย์ เมื่อ อินพุทเป็น 1 ทรานซิสเตอร์จะทำงาน รีเลย์ก็จะทำงาน สวิทช์ของรีเลย์ก็จะต่อวงจร ซึ่งเราจะต่อสวิชท์ของรีเลย์กับสวิทช์ของโทรศัพท์ในลักษณะขนานกันดังรูป

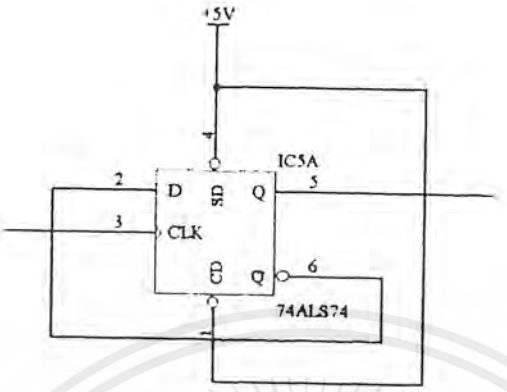


รูป 4.7 แสดงการต่อระหว่างสวิทช์ของรีเลย์กับสวิทช์ของโทรศัพท์

จากรูป 4.7 วงจรจะเห็นได้ว่าเมื่อรีเลย์ทำงานสวิทช์ก็จะปิดวงจร นั้นก็คือ โทรศัพท์ทำการยกหูแล้วนั้นเอง แต่ รีเลย์จะทำงานก็ต่อเมื่อ สัญญาณ A มาเท่านั้น แต่เมื่อในการใช้งานจริงเราส่ง A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาเพียงครั้งเดียวเพื่อเป็นการยกหูเท่านั้น จากนั้นก็ส่งหมายเลขต่างๆ ของหมายเลขโทรศัพท์ที่เราจะติดต่อด้วยตามมา ฉะนั้นเราจะต้องออกแบบให้ เมื่อส่ง A มาแล้ว รีเลย์จะต้องทำงานค้าง โดยเราสามารถออกแบบได้ดังรูป



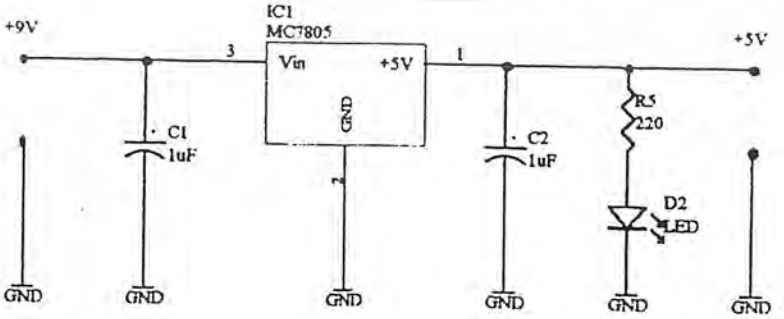
รูป 4.8 วงจรทำสัญญาณค้าง

จากรูป 4.8 วงจรเป็นรูปวงจรทำสัญญาณค้างหรือวงจรที่ทำหน้าที่เหมือน T Flip-flop นั้นเองแต่เนื่องจาก T Flip-flop ไม่มีขายจึงต้องใช้ D Flip-flop มาต่อให้เป็น T Flip-flop ดังแสดงในรูป

เราก็จะนำวงจรนี้มาต่อเข้า โดยอินพุทจะรับมาจากเอาท์พุทของวงจรถอดรหัสสัญญาณ BCD 1101 และเอาท์พุทก็จะต่อไปยังวงจรควบคุมรีเลย์

ภาคแหล่งจ่ายไฟ

เราจะใช้ไฟจาก Adapter 9 Volt ต่อเข้ามา ซึ่งไฟ 9 Volt เราใช้ไปต่อควบคุมรีเลย์ ส่วนไฟเลี้ยงไอซีต่าง ๆ เราต้องใช้ไฟ 5 Volt ดังนั้นเราจะต่อวงจรเรกกูเลเตอร์เพิ่มเข้ามา โดยเราจะใช้ไอซีเบอร์ LM7805 ซึ่งจะต่อวงจรดังรูป



รูป 4.9 แสดงวงจรเรกกูเลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรก็จะเห็นว่าเราต่อไฟ 9 Volt เข้ามา แล้วเมื่อผ่าน ไอซีก็จะเป็นไฟ 5 Volt เพื่อใช้ต่อไปเลี้ยงไอซีเบอร์ต่างๆ ส่วน R5 กับ D2 ที่ต่ออนุกรมกันนั้นก็เป็นการแสดงผลว่ามีไฟเข้ามาแล้ว

ส่วนของการแสดงผลด้วย LED นี้นอกจากที่ไฟเลี้ยงนี้แล้วเราก็จะต่อแสดงผลในส่วนของเอาท์พุทของภาคถอดรหัส DTMF คือ Q4-Q1 เพื่อให้รู้ว่าวงจรสามารถถอดรหัสได้ และ ตรงอินพุทของวงจรควบคุมรีเลย์ เพื่อแสดงว่าขณะนี้ยกหูหรือวางหูอยู่

จากวงจรทั้งหมดนำมาต่อรวมกันก็จะได้

-รูปวงจรรวม

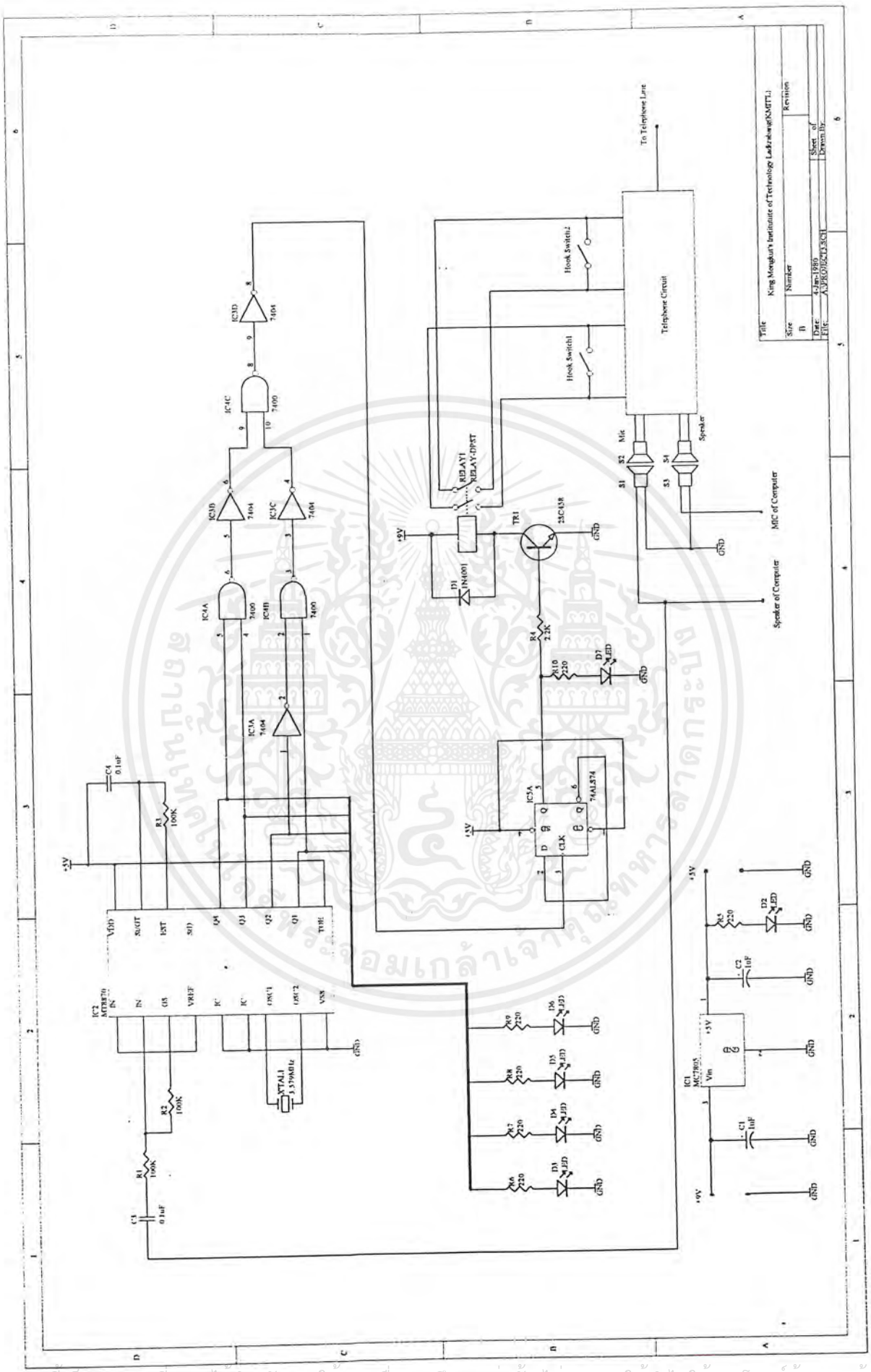
และนำรูปวงจรรวมมาออกแบบลายปรินส์ก็จะได้

-รูปแสดงลายปรินส์ขนาดเท่าของจริง

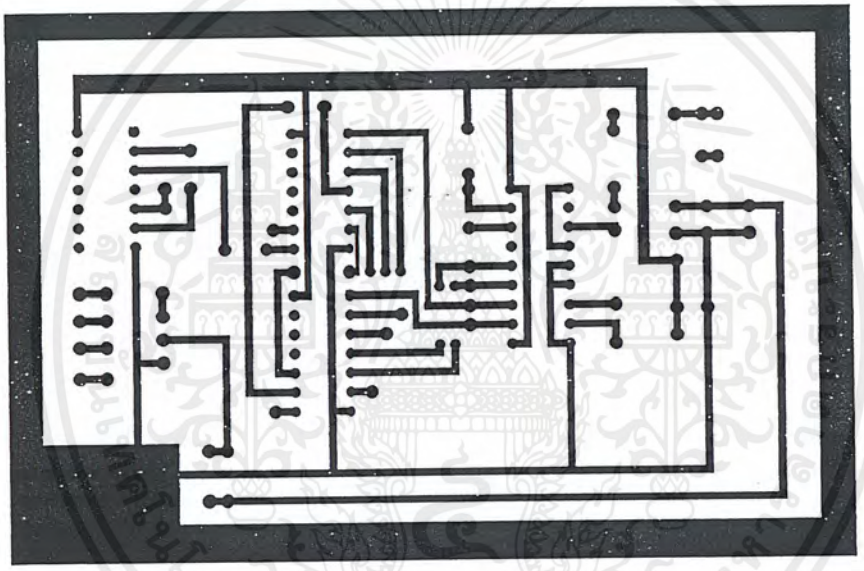
-รูปแสดงการจัดวางอุปกรณ์ และการ เดินสายไปต่างๆ

ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

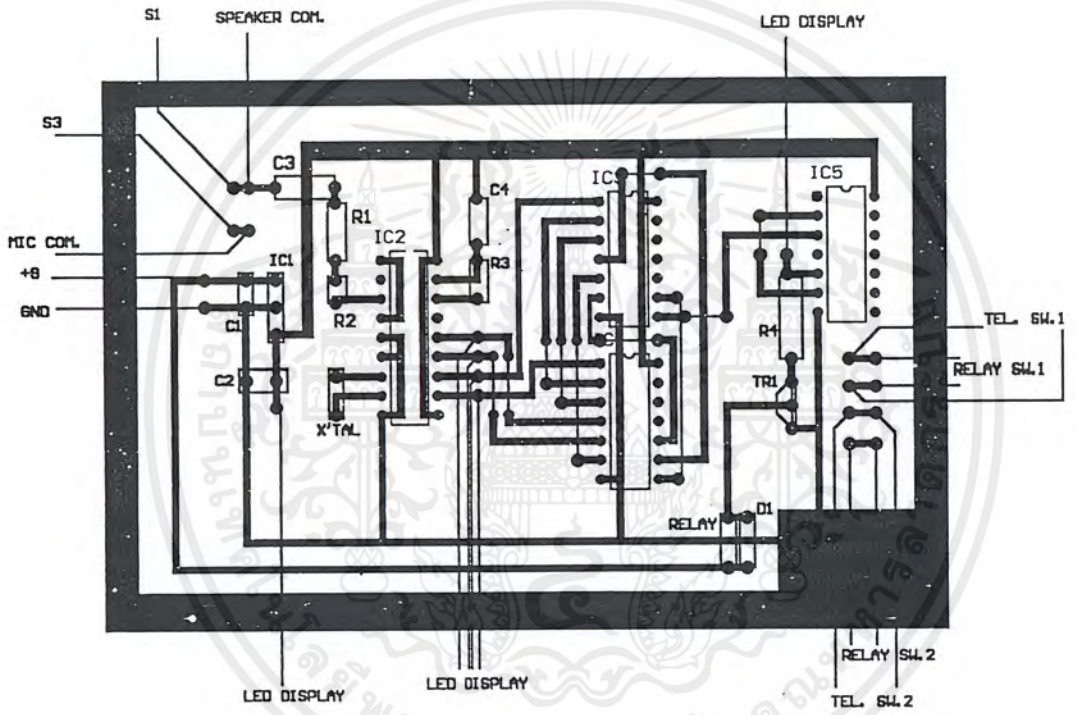


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป แสดงลายปรินส์ขนาดเท่าของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป แสดงการจัดวางอุปกรณ์ และ การเดินสายไฟต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
การทดลองและสรุปผล

ในการทดลองได้ทำตามขั้นตอนดังนี้

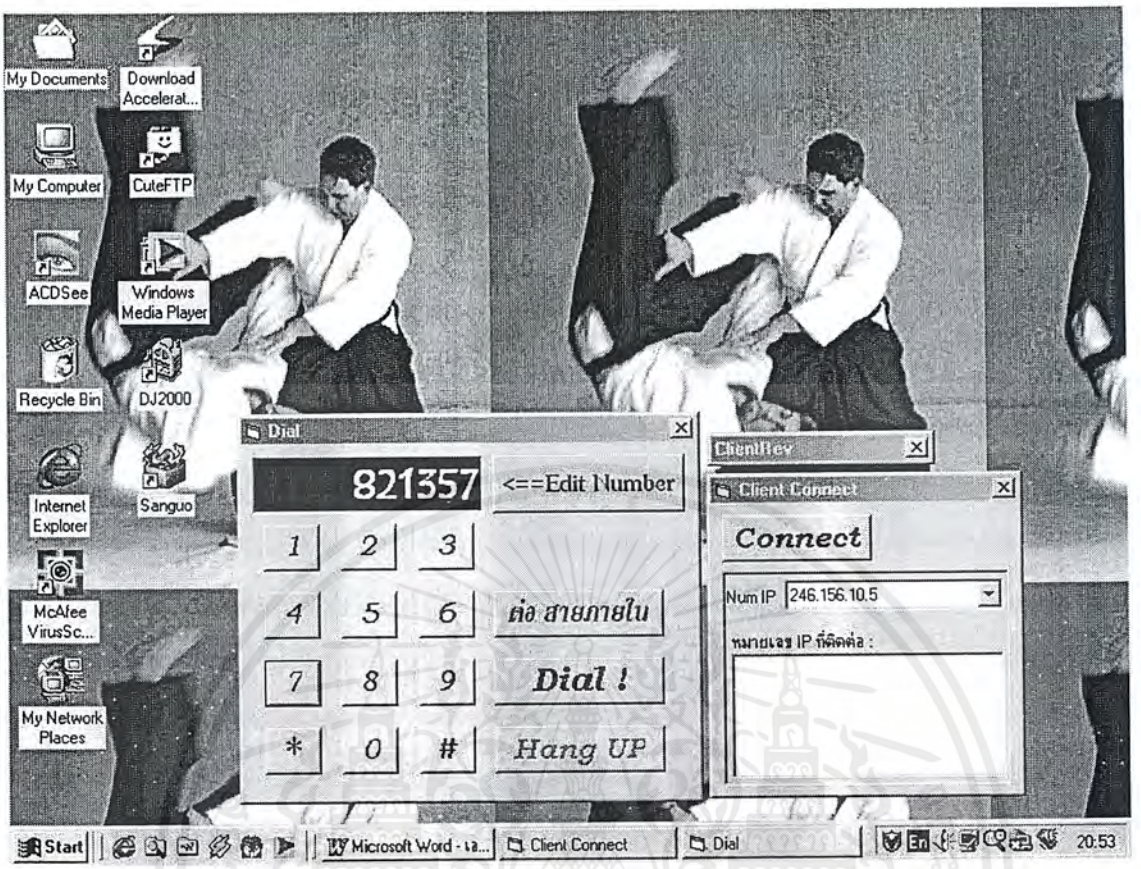
1. ทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมาทั้งฝั่ง Client และ Server โดยแต่ละฝั่งจะมีโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมาฝั่งละ 3 โปรแกรม
2. ทำการติดต่อโดยกดที่ปุ่ม connect! ซึ่งต้องพิมพ์หมายเลข IP ของฝั่ง Server ก่อน ที่โปรแกรม Client Connect
3. ขณะนี้สามารถที่จะส่งเสียงไปมาระหว่างเครื่อง 2 เครื่องได้แล้ว ใช้โปรแกรม Dial ที่ฝั่ง Client เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปยังโปรแกรม Dial tone ของฝั่ง Server เพื่อที่จะทำการสร้างเสียงสัญญาณ DTMF ขึ้นมาเพื่อทำการยกหู โทรศัพท์ของ ส่วนเครื่องและทำการหมุนเบอร์ซึ่งขณะนี้ที่การ์ดเสียงของเครื่อง Server จะทำการต่อสายสัญญาณจากช่องไมค์และช่องลำโพงเข้ากับ เครื่องต่อโทรศัพท์แล้วและ เครื่องต่อโทรศัพท์ก็ต้องมีสายโทรศัพท์ต่ออยู่ด้วย
4. ทำการต่อโทรศัพท์จากที่ฝั่งClientโดยการกด หมายเลขปลายทางแล้วกด Dial เพื่อที่จะส่งตัวเลขที่เราต้องการจะติดต่อออกไป ที่ฝั่ง Server ซึ่งตอนนี้การ์ดเสียงจะส่งสัญญาณไปให้ที่ตัวเครื่องต่อโทรศัพท์ทำการยกหู และหมุนหมายเลขด้วยเทคนิคของ DTMF
5. พูดคุยตามปกติ ถ้ามีคนรับถ้าไม่มีคนรับ เราจะได้ยินสัญญาณเองหรือว่าสายไม่ว่างก็จะได้ยินสัญญาณสายไม่ว่างเช่นกัน
6. ทดลองการต่อหมายเลขภายในโดยการกดที่ปุ่ม ***ต่อ สายภายใน*** เมื่อกดปุ่มนี้แล้ว ตัวเลขจะแสดงออกมาให้สามารถกดได้ เมื่อกดแล้วก็จะมีสัญญาณ DTMF เกิดขึ้นที่ฝั่ง Server
7. ทำการวางหูโดยการกดปุ่ม ***Hang Up***
8. ทำการต่อหมายเลขใหม่โดยทำซ้ำข้อ 4 ลงมา

ผลการทดลองที่ได้

ผลการทดลองที่ได้จากการทำการทดลองได้ผลเป็นที่หน้าพอใจคือ สามารถต่อเลขหมายปลายทางได้ เสียงที่ส่งออกไป ทางด้านโทรศัพท์ปลายทางรับได้ดีและเมื่อโทรศัพท์ปลายทางพูดกลับมาที่ฝั่ง Client ก็ได้ยินเสียงการทดสอบการต่อสายภายใน ได้ผลการทดลองวางหูแล้วโทรไปอีกเบอร์ ได้ผล แต่ว่ามีปัญหาเกิดขึ้นเกี่ยวกับ Side tone ของโทรศัพท์ คือ เมื่อเราพูดไปนั้นก็จะได้ยินเสียงตัวเองกลับมาคล้าย echo แต่ก็มีเสียงที่เบาแต่ว่าจะมาช้ากว่าปกติเพราะต้องผ่านเครื่อข่ายมานั่นเอง การหน่วงของเสียง ซึ่งก็เป็นปกติของข้อมูลที่ส่งผ่านอินเทอร์เน็ตก็ต้องมีเวลาการเดินทางไปซึ่งก็จะ หน่วงประมาณ 2 วินาที คือเมื่อเราพูดไปฝั่ง Server จะได้ยินในอีก ประมาณ 2 วินาทีต่อมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปของฝั่ง Client เมื่อทำการ รันโปรแกรม



รูปของฝั่ง Server เมื่อทำการ รันโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISO²-CMOS MT8870D/MT8870D-1
Integrated DTMF Receiver

ISSUE 5 March 1997

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

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.

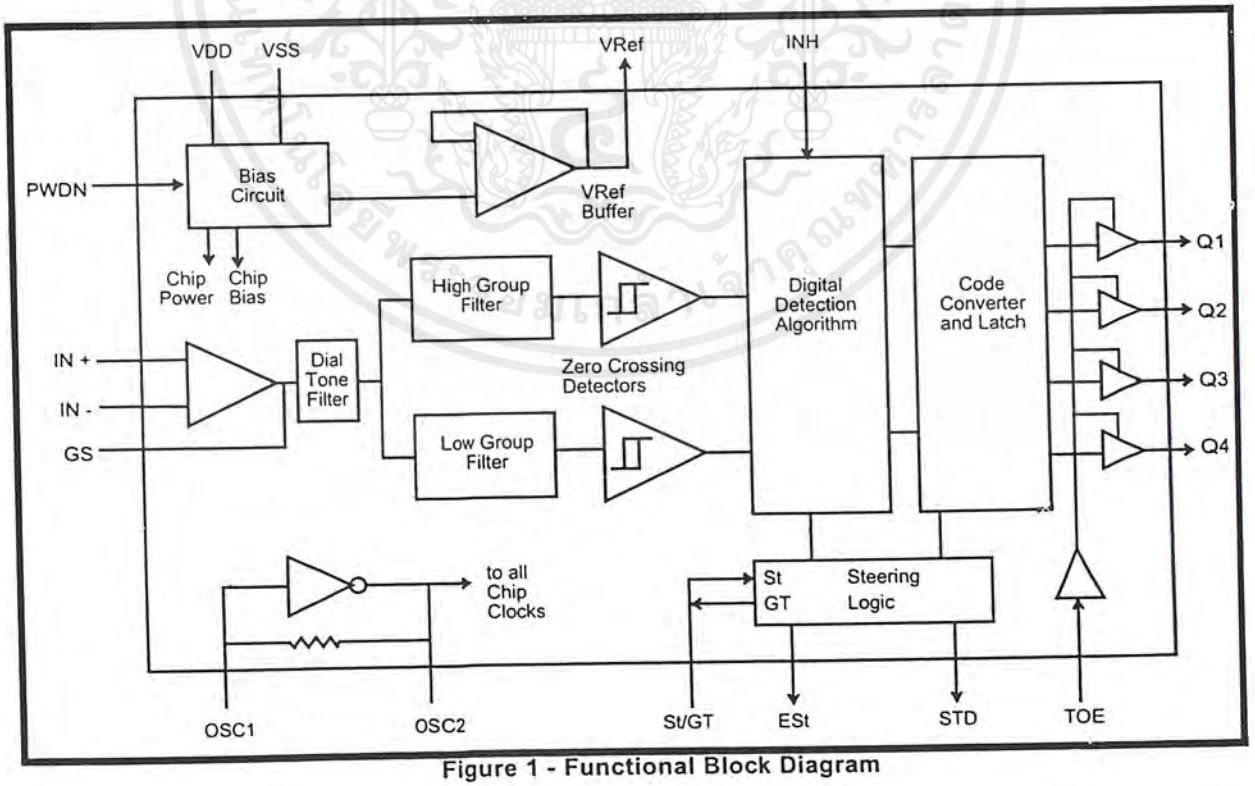


Figure 1 - Functional Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

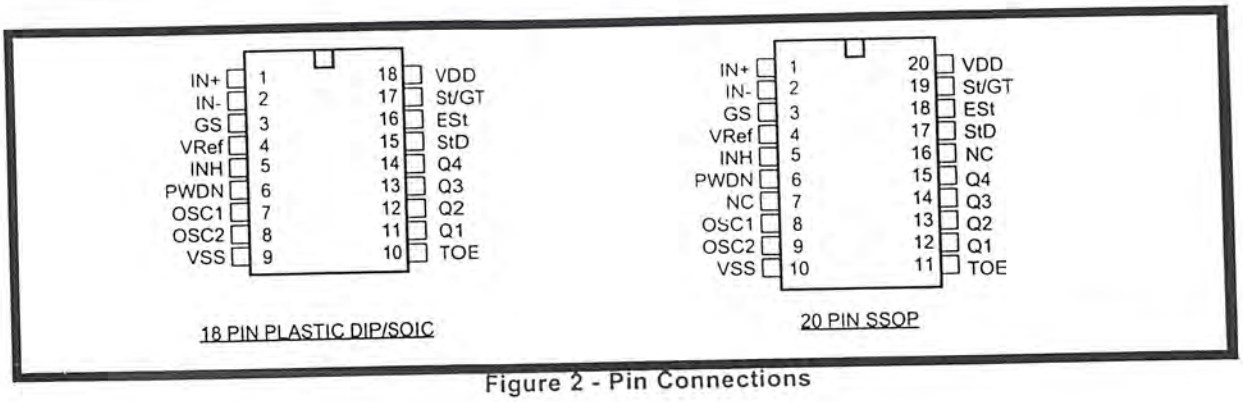


Figure 2 - Pin Connections

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

Functional Description

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

Filter Section

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

Decoder Section

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

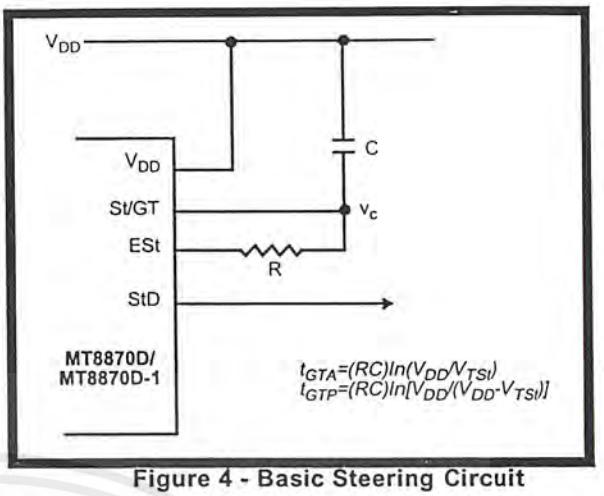


Figure 4 - Basic Steering Circuit

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

Steering Circuit

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

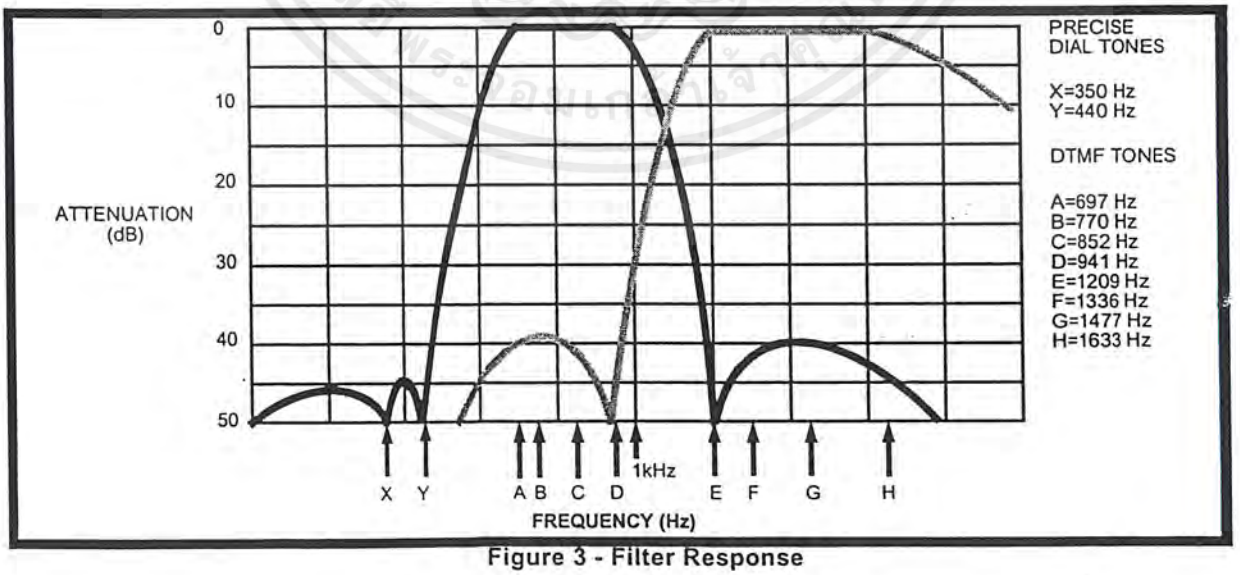


Figure 3 - Filter Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Table 1. Functional Decode Table

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

Guard Time Adjustment

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

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

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

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

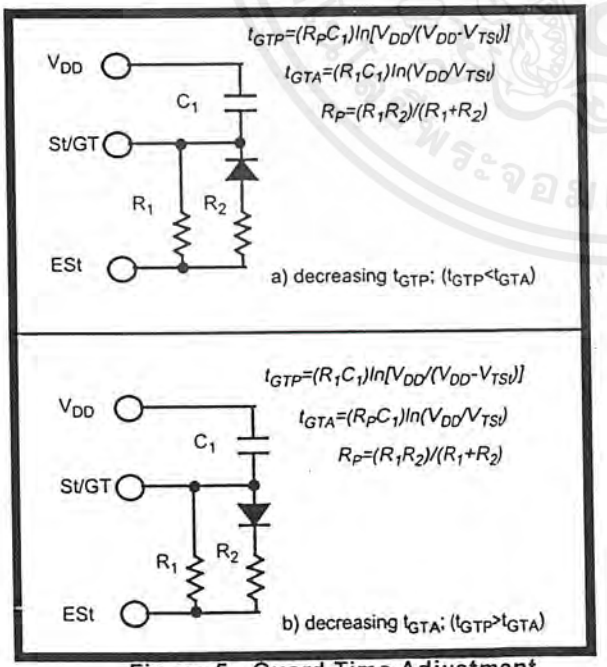


Figure 5 - Guard Time Adjustment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power-down and Inhibit Mode

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

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

Differential Input Configuration

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

Crystal Oscillator

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

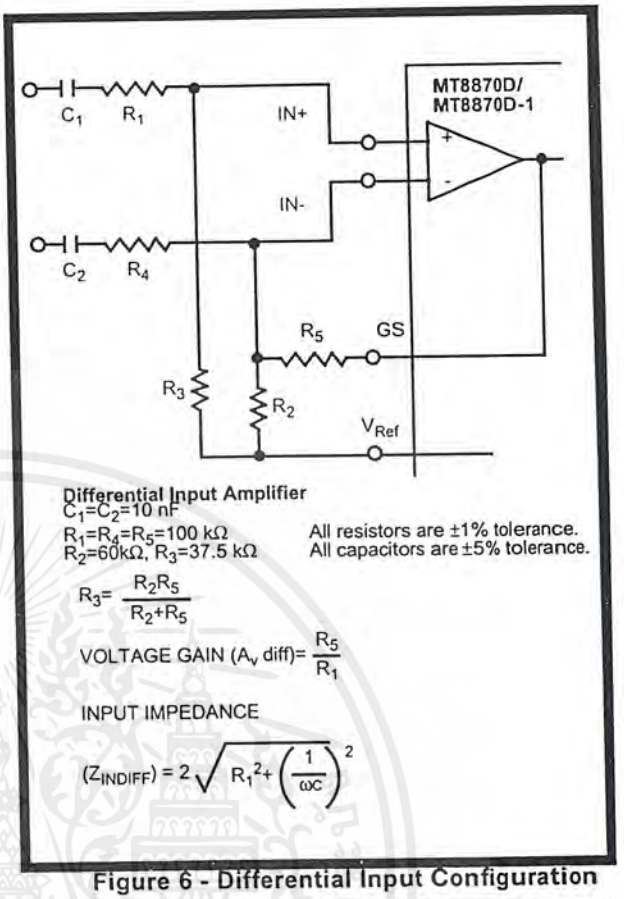


Figure 6 - Differential Input Configuration

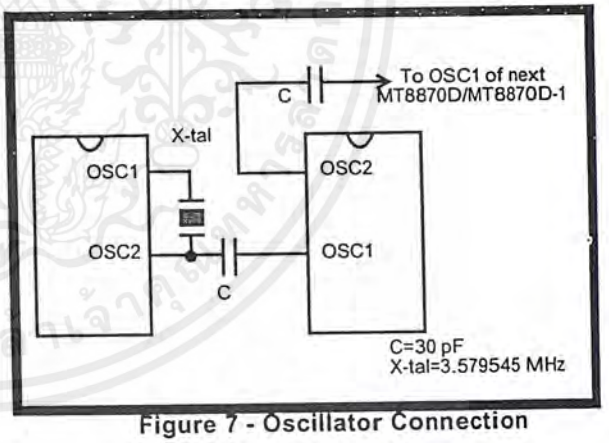


Figure 7 - Oscillator Connection

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

Table 2. Recommended Resonator Specifications

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications

RECEIVER SYSTEM FOR BRITISH TELECOM SPEC POR 1151

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

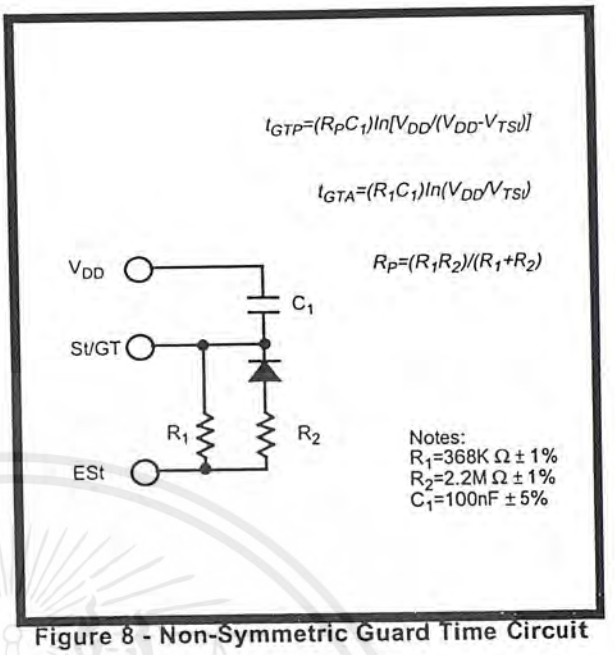


Figure 8 - Non-Symmetric Guard Time Circuit

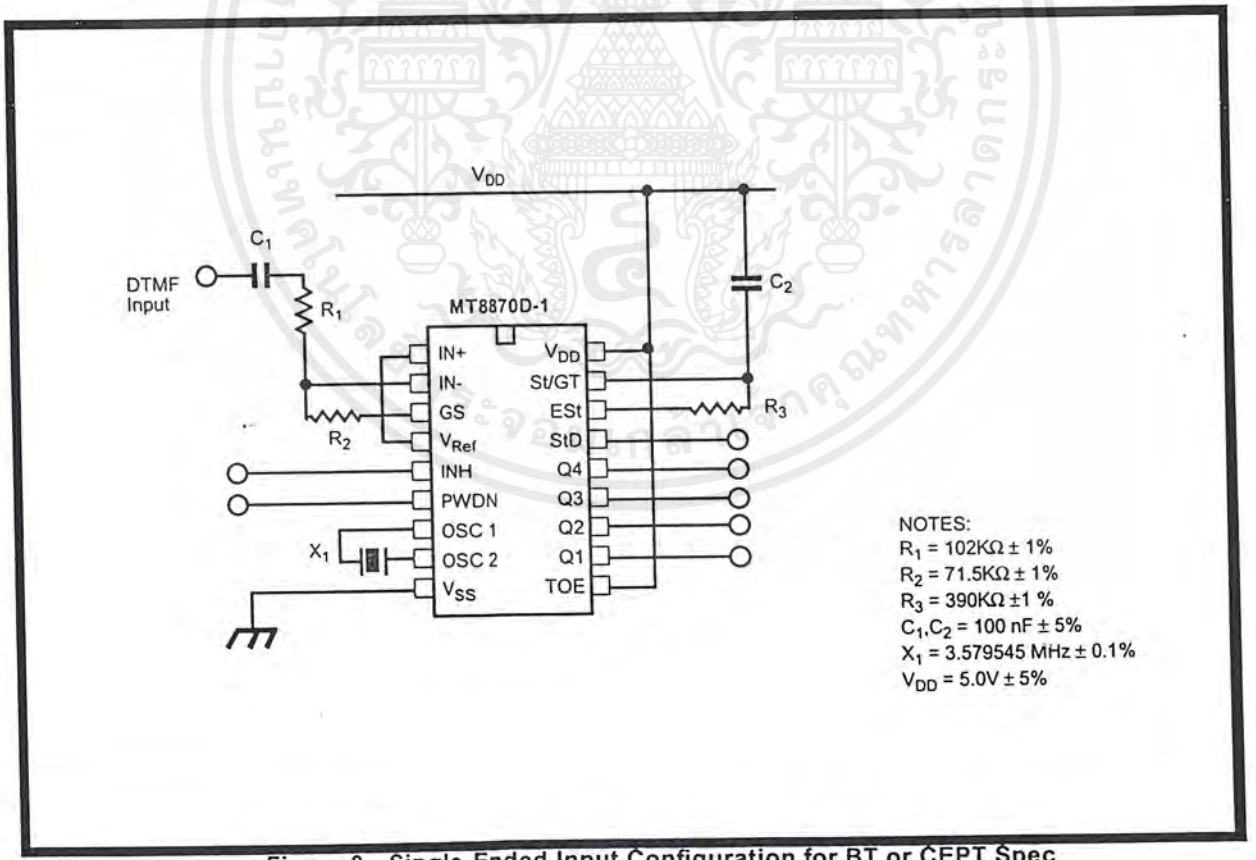


Figure 9 - Single-Ended Input Configuration for BT or CEPT Spec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings†

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

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

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

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Gain Setting Amplifier

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

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MT8870D-1 AC Electrical Characteristics

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

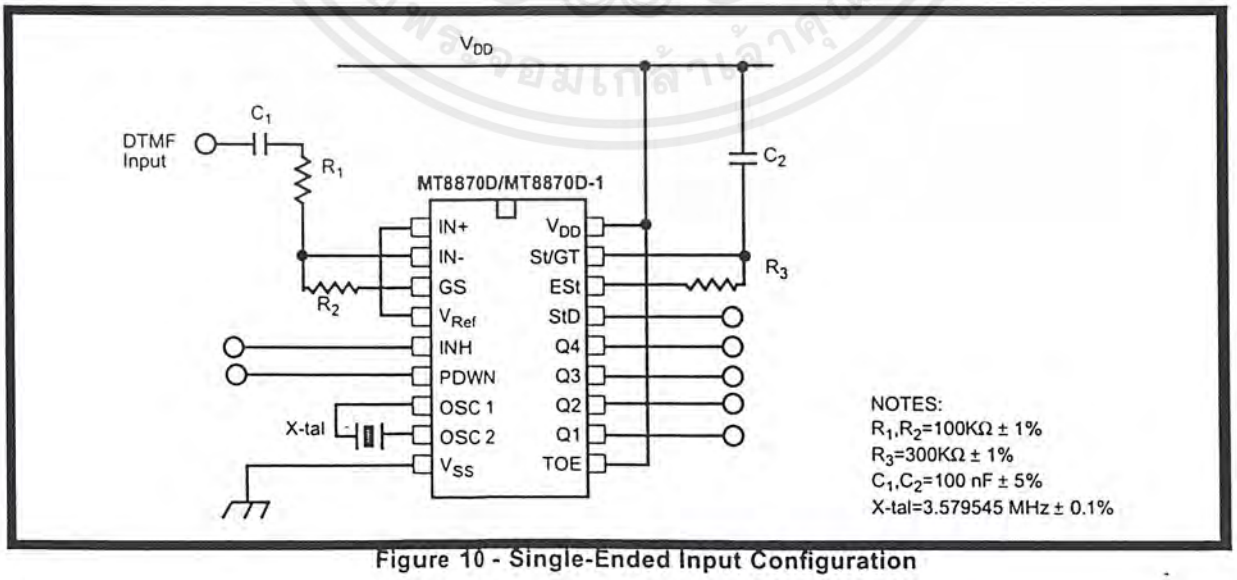
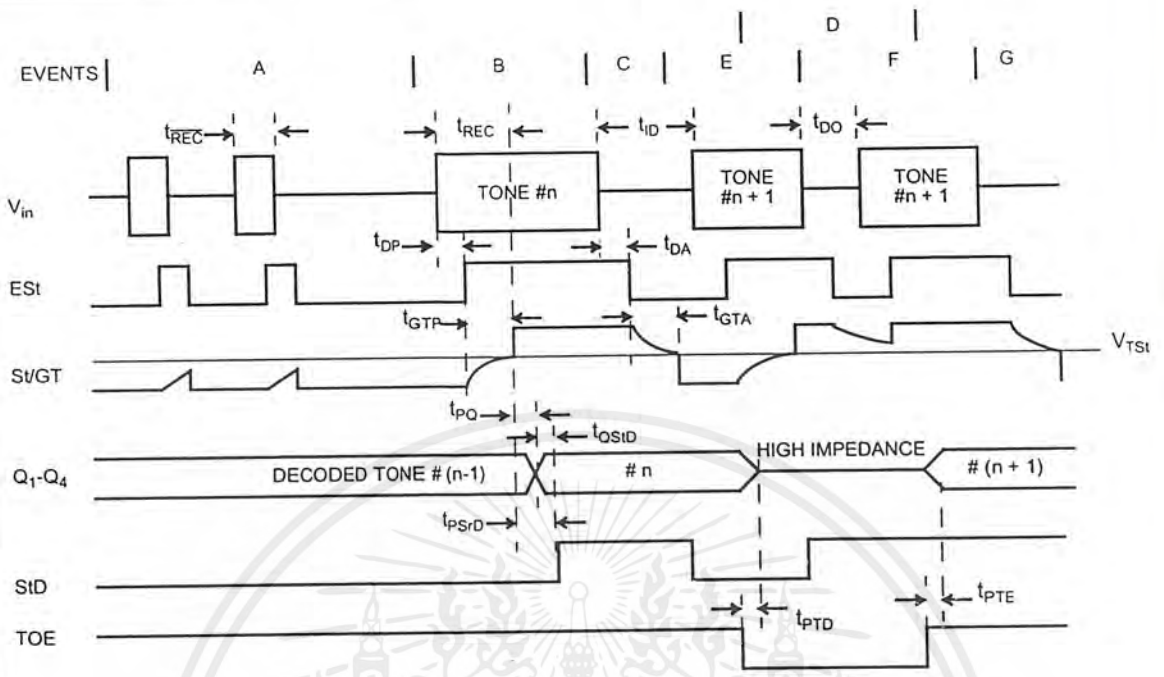


Figure 10 - Single-Ended Input Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



EXPLANATION OF EVENTS

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

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

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

D) OUTPUTS SWITCHED TO HIGH IMPEDANCE STATE.

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

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

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

EXPLANATION OF SYMBOLS

V_{in} DTMF COMPOSITE INPUT SIGNAL.

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

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

Q_1-Q_4 4-BIT DECODED TONE OUTPUT.

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

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

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

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

t_{ID} MAXIMUM TIME BETWEEN VALID DTMF SIGNALS.

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

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

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

t_{GTP} GUARD TIME, TONE PRESENT.

t_{GTA} GUARD TIME, TONE ABSENT.

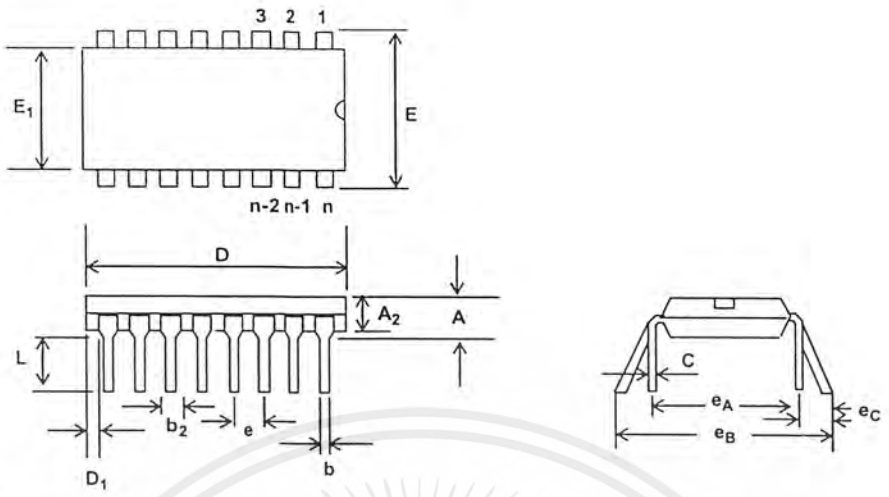
Figure 11 - Timing Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package Outlines



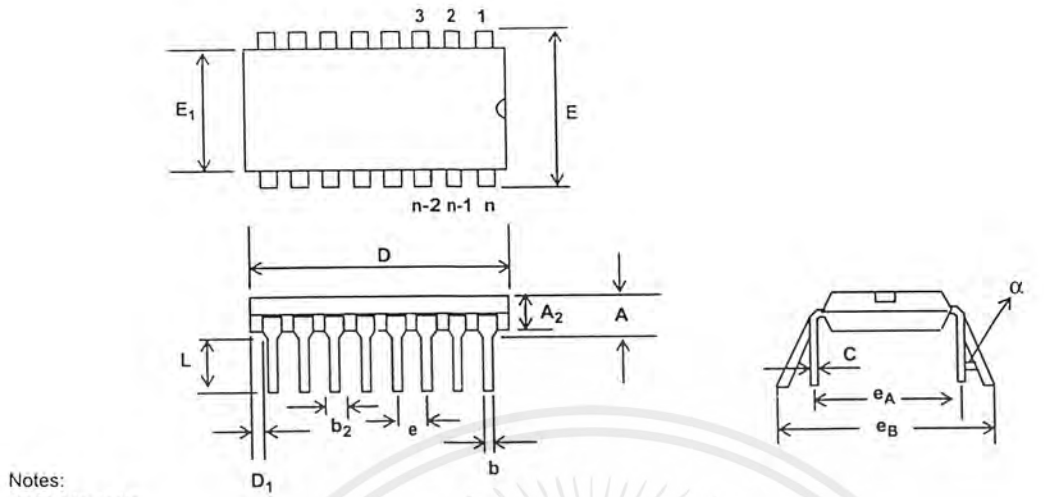
Notes:
1) Not to scale
2) Dimensions in inches
3) (Dimensions in millimeters)

Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

DIM	8-Pin Plastic		16-Pin Plastic		18-Pin Plastic		20-Pin Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)		0.210 (5.33)
A_2	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)	0.115 (2.92)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b_2	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)	0.045 (1.14)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014(0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)	0.008 (0.203)	0.014 (0.356)
D	0.355 (9.02)	0.400 (10.16)	0.780 (19.81)	0.800 (20.32)	0.880 (22.35)	0.920 (23.37)	0.980 (24.89)	1.060 (26.9)
D_1	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)	0.300 (7.62)	0.325 (8.26)
E_1	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)	0.240 (6.10)	0.280 (7.11)
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e_A	0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)		0.300 BSC (7.62)	
L	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)	0.115 (2.92)	0.150 (3.81)
e_B		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)		0.430 (10.92)
e_C	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)	0	0.060 (1.52)

NOTE: Controlling dimensions in parenthesis ( ) are in millimeters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



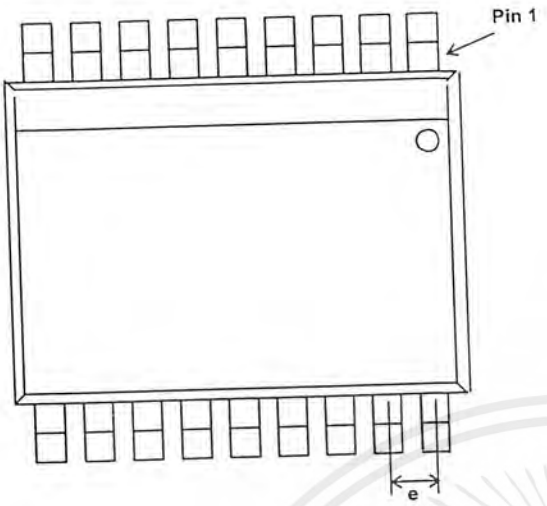
Notes:
1) Not to scale
2) Dimensions in inches
3) (Dimensions in millimeters)

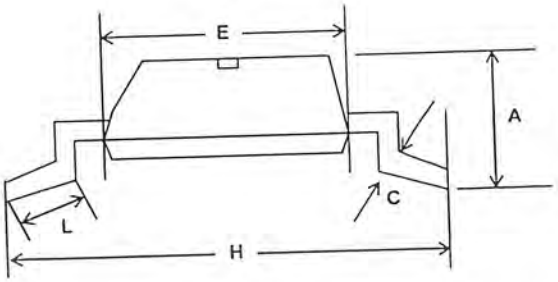
Plastic Dual-In-Line Packages (PDIP) - E Suffix

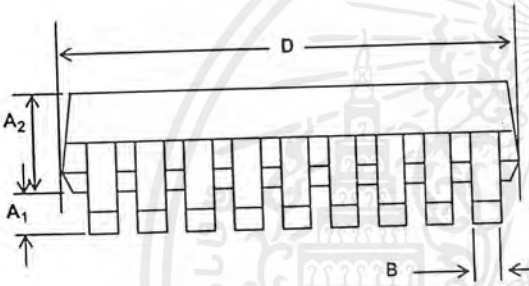
DIM	22-Pin Plastic		24-Pin Plastic		28-Pin Plastic		40-Pin Plastic	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.210 (5.33)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)		0.250 (6.35)
A_2	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)	0.125 (3.18)	0.195 (4.95)
b	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)	0.014 (0.356)	0.022 (0.558)
b_2	0.045 (1.15)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)	0.030 (0.77)	0.070 (1.77)
C	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)	0.008 (0.204)	0.015 (0.381)
D	1.050 (26.67)	1.120 (28.44)	1.150 (29.3)	1.290 (32.7)	1.380 (35.1)	1.565 (39.7)	1.980 (50.3)	2.095 (53.2)
D_1	0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)		0.005 (0.13)	
E	0.390 (9.91)	0.430 (10.92)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)	0.600 (15.24)	0.670 (17.02)
E			0.280 (7.37)	330 (8.38)				
E_1	0.330 (8.39)	0.380 (9.65)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)	0.485 (12.32)	0.580 (14.73)
E_1			0.246 (6.25)	0.254 (6.45)				
e	0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)		0.100 BSC (2.54)	
e_A	0.400 BSC (10.16)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)		0.600 BSC (15.24)	
e_A			0.300 BSC (7.62)					
e_B				0.430 (10.92)				
L	0.115 (2.93)	0.160 (4.06)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)	0.115 (2.93)	0.200 (5.08)
α		15°		15°		15°		15°

Shaded areas for 300 Mil Body Width 24 PDIP only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





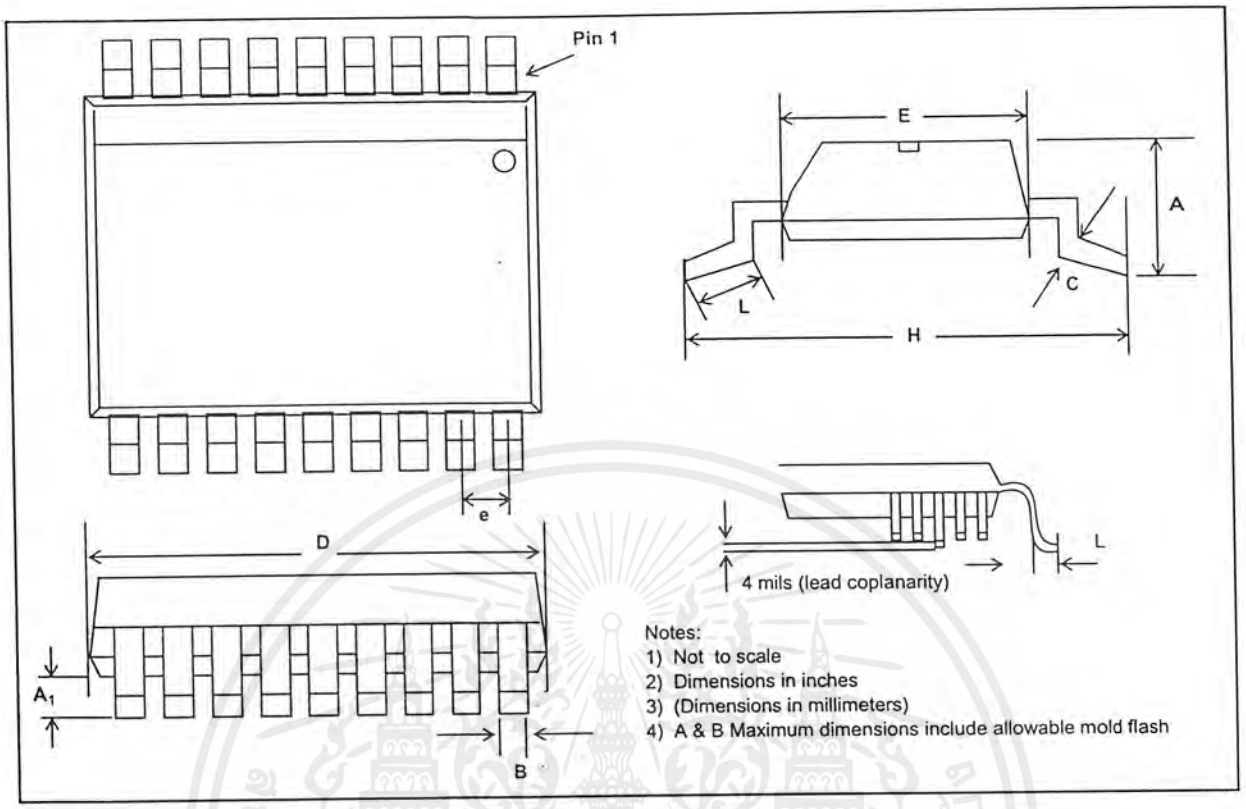


Notes:
1) Not to scale
2) Dimensions in inches
3) (Dimensions in millimeters)
4) Ref. JEDEC Standard M0-150/M0118 for 48 Pin
5) A & B Maximum dimensions include allowable mold flash

Dim	20-Pin		24-Pin		28-Pin		48-Pin	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A		0.079 (2)	-	0.079 (2)		0.079 (2)	0.095 (2.41)	0.110 (2.79)
A_1	0.002 (0.05)		0.002 (0.05)		0.002 (0.05)		0.008 (0.2)	0.016 (0.406)
B	0.0087 (0.22)	0.013 (0.33)	0.0087 (0.22)	0.013 (0.33)	0.0087 (0.22)	0.013 (0.33)	0.008 (0.2)	0.0135 (0.342)
C		0.008 (0.21)		0.008 (0.21)		0.008 (0.21)		0.010 (0.25)
D	0.27 (6.9)	0.295 (7.5)	0.31 (7.9)	0.33 (8.5)	0.39 (9.9)	0.42 (10.5)	0.62 (15.75)	0.63 (16.00)
E	0.2 (5.0)	0.22 (5.6)	0.2 (5.0)	0.22 (5.6)	0.2 (5.0)	0.22 (5.6)	0.291 (7.39)	0.299 (7.59)
e	0.025 BSC (0.635 BSC)		0.025 BSC (0.635 BSC)		0.025 BSC (0.635 BSC)		0.025 BSC (0.635 BSC)	
A_2	0.065 (1.65)	0.073 (1.85)	0.065 (1.65)	0.073 (1.85)	0.065 (1.65)	0.073 (1.85)	0.089 (2.26)	0.099 (2.52)
H	0.29 (7.4)	0.32 (8.2)	0.29 (7.4)	0.32 (8.2)	0.29 (7.4)	0.32 (8.2)	0.395 (10.03)	0.42 (10.67)
L	0.022 (0.55)	0.037 (0.95)	0.022 (0.55)	0.037 (0.95)	0.022 (0.55)	0.037 (0.95)	0.02 (0.51)	0.04 (1.02)

Small Shrink Outline Package (SSOP) - N Suffix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DIM	16-Pin		18-Pin		20-Pin		24-Pin		28-Pin	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)	0.093 (2.35)	0.104 (2.65)
A_1	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)	0.004 (0.10)	0.012 (0.30)
B	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.013 (0.33)	0.030 (0.51)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)	0.013 (0.33)	0.020 (0.51)
C	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)	0.009 (0.231)	0.013 (0.318)
D	0.398 (10.1)	0.413 (10.5)	0.447 (11.35)	0.4625 (11.75)	0.496 (12.60)	0.512 (13.00)	0.5985 (15.2)	0.614 (15.6)	0.697 (17.7)	0.7125 (18.1)
E	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)	0.291 (7.40)	0.299 (7.40)
e	0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)		0.050 BSC (1.27 BSC)	
H	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)	0.394 (10.00)	0.419 (10.65)
L	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)	0.016 (0.40)	0.050 (1.27)

Lead SOIC Package - S Suffix

NOTES: 1. Controlling dimensions in parenthesis ( ) are in millimeters.
2. Converted inch dimensions are not necessarily exact.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MITEL

SEMICONDUCTOR

http://www.mitelsemi.com

World Headquarters - Canada
Tel: +1 (613) 592 2122
Fax: +1 (613) 592 6909

North America
Tel: +1 (770) 486 0194
Fax: +1 (770) 631 8213

Asia/Pacific
Tel: +65 333 6193
Fax: +65 333 6192

Europe, Middle East, and Africa (EMEA)
Tel: +44 (0) 1793 518528
Fax: +44 (0) 1793 518581

Information relating to products and services furnished herein by Mitel Corporation or its subsidiaries (collectively "Mitel") is believed to be reliable. However, Mitel assumes no liability for errors that may appear in this publication, or for liability otherwise arising from the application or use of any such information, product or service or for any infringement of patents or other intellectual property rights owned by third parties which may result from such application or use. Neither the supply of such information or purchase of product or service conveys any license, either express or implied, under patents or other intellectual property rights owned by Mitel or licensed from third parties by Mitel, whatsoever. Purchasers of products are also hereby notified that the use of product in certain ways or in combination with Mitel, or non-Mitel furnished goods or services may infringe patents or other intellectual property rights owned by Mitel.

This publication is issued to provide information only and (unless agreed by Mitel in writing) may not be used, applied or reproduced for any purpose nor form part of any order or contract nor to be regarded as a representation relating to the products or services concerned. The products, their specifications, services and other information appearing in this publication are subject to change by Mitel without notice. No warranty or guarantee express or implied is made regarding the capability, performance or suitability of any product or service. Information concerning possible methods of use is provided as a guide only and does not constitute any guarantee that such methods of use will be satisfactory in a specific piece of equipment. It is the user's responsibility to fully determine the performance and suitability of any equipment using such information and to ensure that any publication or data used is up to date and has not been superseded. Manufacturing does not necessarily include testing of all functions or parameters. These products are not suitable for use in any medical products whose failure to perform may result in significant injury or death to the user. All products and materials are sold and services provided subject to Mitel's conditions of sale which are available on request.

M Mitel (design) and ST-BUS are registered trademarks of MITEL Corporation
Mitel Semiconductor is an ISO 9001 Registered Company
Copyright 1999 MITEL Corporation
All Rights Reserved
Printed in CANADA

TECHNICAL DOCUMENTATION - NOT FOR RESALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

description

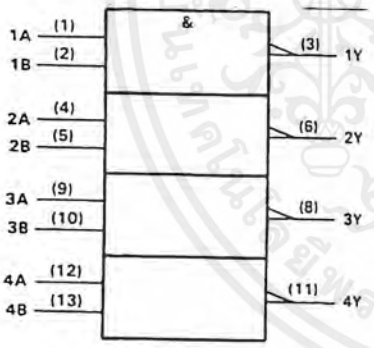
These devices contain four independent 2-input NAND gates.

The SN5400, SN54LS00, and SN54S00 are characterized for operation over the full military temperature range of −55°C to 125°C. The SN7400, SN74LS00, and SN74S00 are characterized for operation from 0°C to 70°C.

FUNCTION TABLE (each gate)

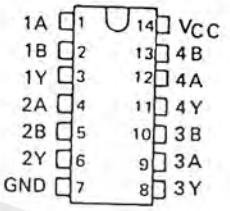
INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
H	H	L
L	X	H
X	L	H

logic symbol†

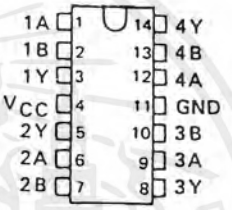


†This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.
Pin numbers shown are for D, J, and N packages.

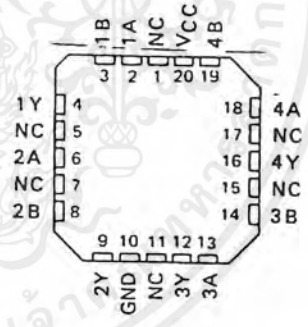
SN5400 . . . J PACKAGE
SN54LS00, SN54S00 . . . J OR W PACKAGE
SN7400 . . . N PACKAGE
SN74LS00, SN74S00 . . . D OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



SN5400 . . . W PACKAGE
(TOP VIEW)

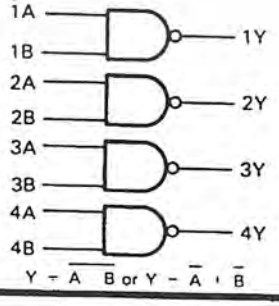


SN54LS00, SN54S00 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC - No internal connection

logic diagram (positive logic)

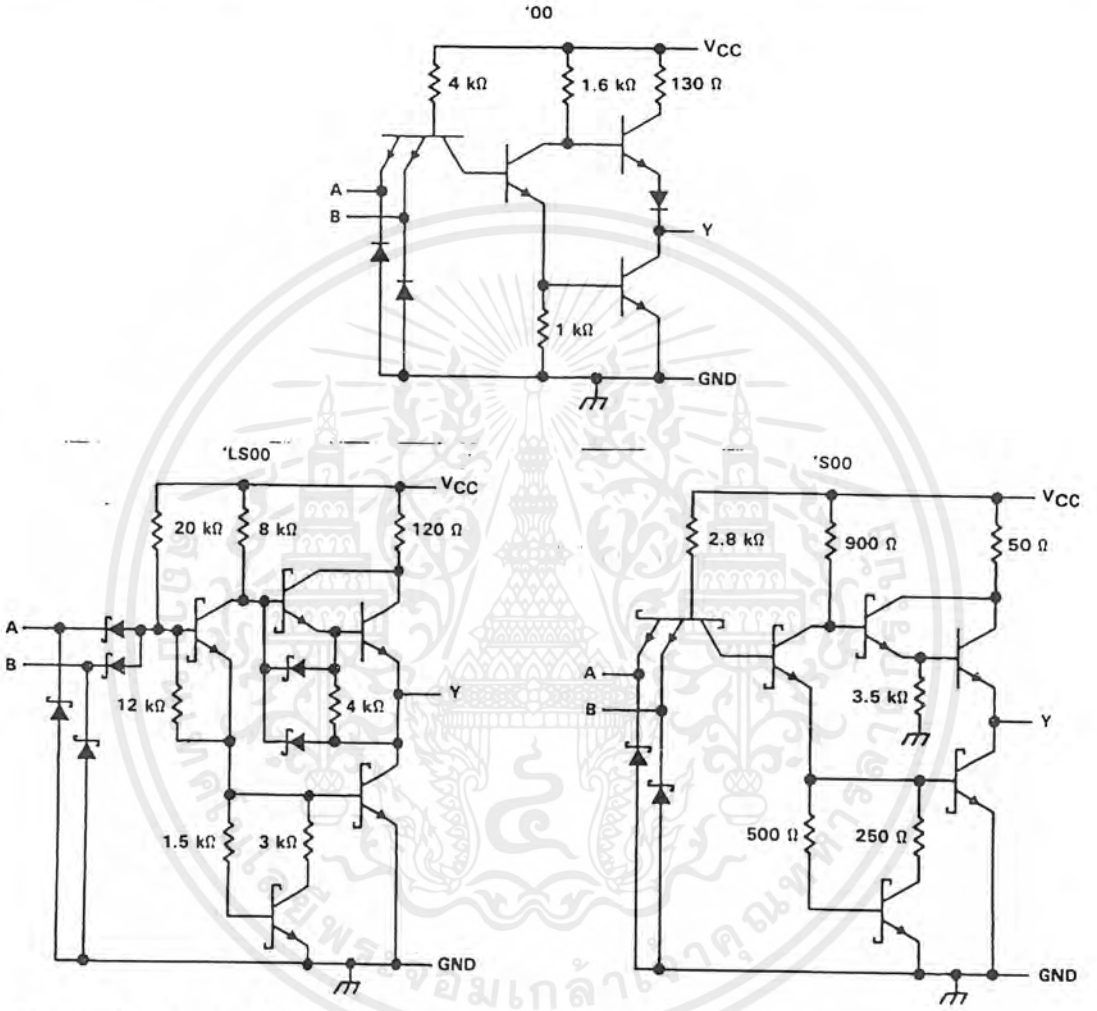


$Y = \overline{A}\ \overline{B}$ or $Y = \overline{A} + \overline{B}$

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

schematics (each gate)



Resistor values shown are nominal.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1) . . . . . 7 V
Input voltage: '00, 'S00 . . . . . 5.5 V
'LS00 . . . . . 7 V
Operating free-air temperature range: SN54' . . . . . −55°C to 125°C
SN74' . . . . . 0°C to 70°C
Storage temperature range . . . . . −65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions

	SN5400			SN7400			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC} Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH} High-level input voltage	2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I_{OH} High-level output current			−0.4			−0.4	mA
I_{OL} Low-level output current			16			16	mA
T_A Operating free-air temperature	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN5400			SN7400			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IK}	V_{CC} = MIN, I_I = −12 mA			−1.5			−1.5	V
V_{OH}	V_{CC} = MIN, V_{IL} = 0.8 V, I_{OH} = −0.4 mA	2.4	3.4		2.4	3.4		V
V_{OL}	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, I_{OL} = 16 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
I_I	V_{CC} = MAX, V_I = 5.5 V			1			1	mA
I_{IH}	V_{CC} = MAX, V_I = 2.4 V			40			40	μA
I_{IL}	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4 V			−1.6			−1.6	mA
I_{OS}§	V_{CC} = MAX	−20		−55	−18		−55	mA
I_{CCH}	V_{CC} = MAX, V_I = 0 V		4	8		4	8	mA
I_{CCL}	V_{CC} = MAX, V_I = 4.5 V		12	22		12	22	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A or B	Y	R_L = 400 Ω, C_L = 15 pF		11	22	ns
t_{PHL}					7	15	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions

	SN54LS00			SN74LS00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC} Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH} High-level input voltage	2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage			0.7			0.8	V
I_{OH} High-level output current			−0.4			−0.4	mA
I_{OL} Low-level output current			4			8	mA
T_A Operating free-air temperature	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †			SN54LS00			SN74LS00			UNIT
				MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IK}	V_{CC} = MIN,	I_I = −18 mA				−1.5			−1.5	V
V_{OH}	V_{CC} = MIN,	V_{IL} = MAX,	I_{OH} = −0.4 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V_{OL}	V_{CC} = MIN,	V_{IH} = 2 V,	I_{OL} = 4 mA		0.25	0.4		0.25	0.4	V
	V_{CC} = MIN,	V_{IH} = 2 V,	I_{OL} = 8 mA					0.35	0.5	
I_I	V_{CC} = MAX,	V_I = 7 V				0.1			0.1	mA
I_{IH}	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7 V				20			20	μA
I_{IL}	V_{CC} = MAX,	V_I = 0.4 V				−0.4			−0.4	mA
I_{OS}§	V_{CC} = MAX			−20		−100	−20		−100	mA
I_{CCH}	V_{CC} = MAX,	V_I = 0 V			0.8	1.6		0.8	1.6	mA
I_{CCL}	V_{CC} = MAX,	V_I = 4.5 V			2.4	4.4		2.4	4.4	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C
§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A or B	Y	R_L = 2 kΩ, C_L = 15 pF		9	15	ns
t_{PHL}					10	15	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

TEXAS INSTRUMENTS
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

recommended operating conditions

	SN54S00			SN74S00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V_{CC} Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH} High-level input voltage	2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I_{OH} High-level output current			−1			−1	mA
I_{OL} Low-level output current			20			20	mA
T_A Operating free-air temperature	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54S00			SN74S00			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V_{IK}	V_{CC} = MIN, I_I = −18 mA			−1.2			−1.2	V
V_{OH}	V_{CC} = MIN, V_{IL} = 0.8 V, I_{OH} = −1 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V_{OL}	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2 V, I_{OL} = 20 mA			0.5			0.5	V
I_I	V_{CC} = MAX, V_I = 5.5 V			1			1	mA
I_{IH}	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7 V			50			50	μA
I_{IL}	V_{CC} = MAX, V_I = 0.5 V			−2			−2	mA
I_{OS}§	V_{CC} = MAX	−40		−100	−40		−100	mA
I_{CCH}	V_{CC} = MAX, V_I = 0 V		10	16		10	16	mA
I_{CCL}	V_{CC} = MAX, V_I = 4.5 V		20	36		20	36	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A or B	Y	R_L = 280 Ω, C_L = 15 pF		3	4.5	ns
t_{PHL}					3	5	ns
t_{PLH}			R_L = 280 Ω, C_L = 50 pF		4.5		ns
t_{PHL}					5		ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments (TI) reserves the right to make changes to its products or to discontinue any semiconductor product or service without notice, and advises its customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that the information being relied on is current.

TI warrants performance of its semiconductor products and related software to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

Certain applications using semiconductor products may involve potential risks of death, personal injury, or severe property or environmental damage ("Critical Applications").

TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, INTENDED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT APPLICATIONS, DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS.

Inclusion of TI products in such applications is understood to be fully at the risk of the customer. Use of TI products in such applications requires the written approval of an appropriate TI officer. Questions concerning potential risk applications should be directed to TI through a local SC sales office.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards should be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance, customer product design, software performance, or infringement of patents or services described herein. Nor does TI warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used.

Copyright © 1996, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

June 1989

5404/DM5404/DM7404
Hex Inverting Gates

General Description

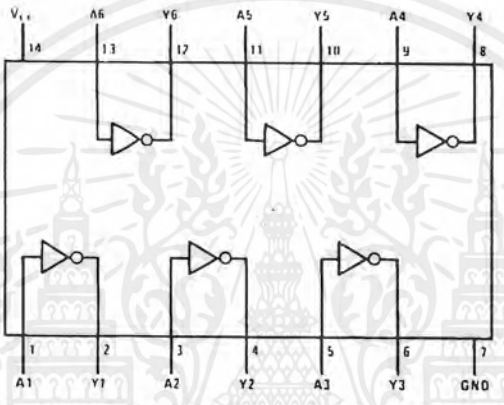
This device contains six independent gates each of which performs the logic INVERT function.

Features

- Alternate Military/Aerospace device (5404) is available. Contact a National Semiconductor Sales Office/Distributor for specifications.

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TL/F/6494–1

Order Number 5404DMQB, 5404FMQB, DM5404J, DM5404W, DM7404M or DM7404N
See NS Package Number J14A, M14A, N14A or W14B

Function Table

$Y = \overline{A}$

Inputs	Output
A	Y
L	H
H	L

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

©1995 National Semiconductor Corporation TL/F/6494

RRD-B30M105/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note)

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

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Operating Free Air Temperature Range	
DM54 and 54	−55°C to +125°C
DM74	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Note: *The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.*

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM5404			DM7404			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
I_{OH}	High Level Output Current			−0.4			−0.4	mA
I_{OL}	Low Level Output Current			16			16	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ (Note 1)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −12 mA				−1.5	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OH} = Max, V_{IL} = Max		2.4	3.4		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max, V_{IH} = Min			0.2	0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 5.5V				1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.4V				40	µA
I_{IL}	Low Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V				−1.6	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	V_{CC} = Max (Note 2)	DM54	−20		−55	mA
			DM74	−18		−55	
I_{CCH}	Supply Current with Outputs High	V_{CC} = Max			6	12	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs Low	V_{CC} = Max			18	33	mA

Switching Characteristics at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C (See Section 1 for Test Waveforms and Output Load)

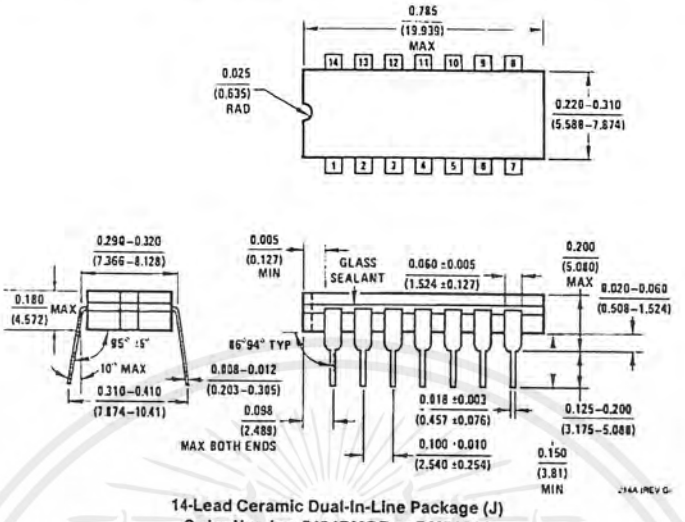
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	C_L = 15 pF, R_L = 400Ω		22	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output			15	ns

Note 1: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 2: Not more than one output should be shorted at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

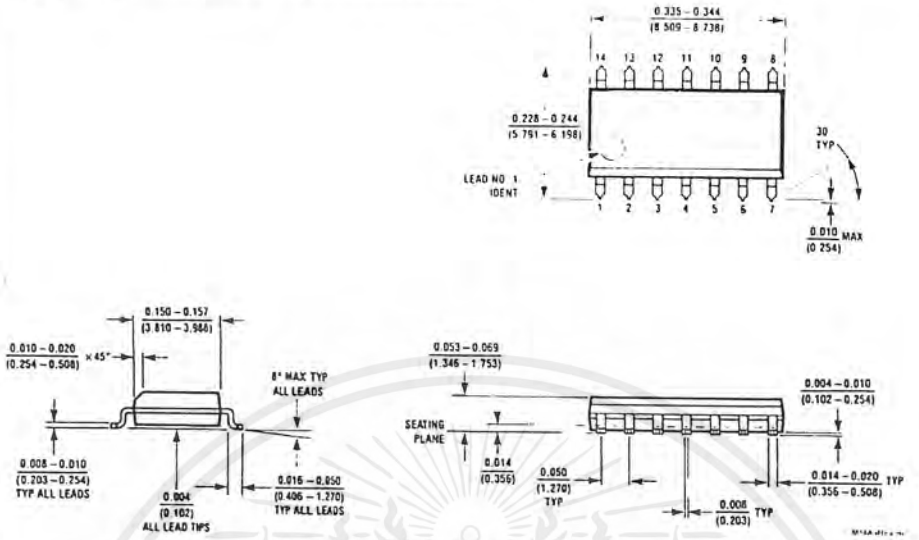
Physical Dimensions inches (millimeters)



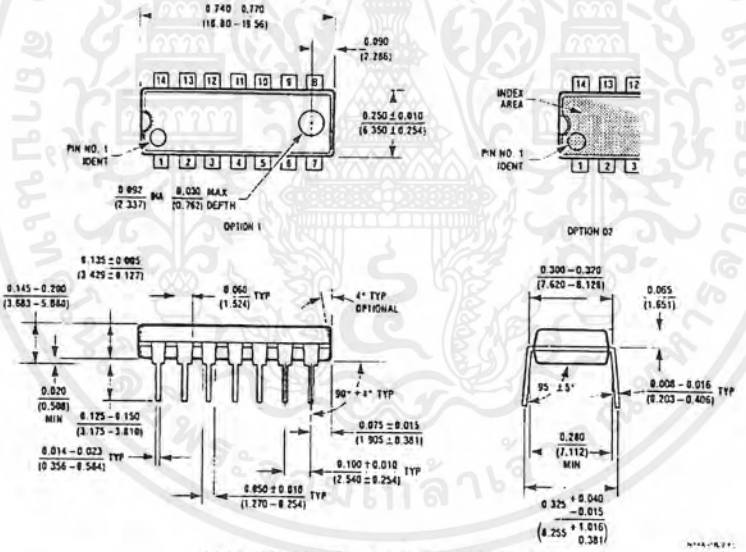
14-Lead Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number 5404DMQB or DM5404J
NS Package Number J14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



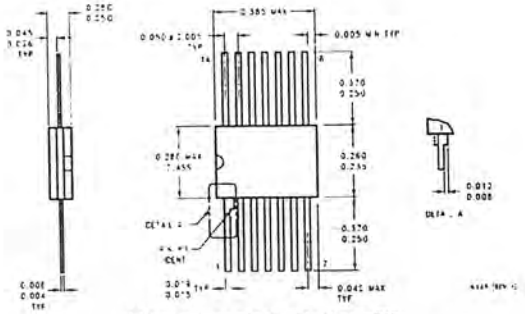
14-Lead Small Outline Molded Package (M)
Order Number DM7404M
NS Package Number M14A



14-Lead Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number DM7404N
NS Package Number N14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



14-Lead Ceramic Flat Package (W)
Order Number 5404FMQB or DM5404W
NS Package Number W14B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

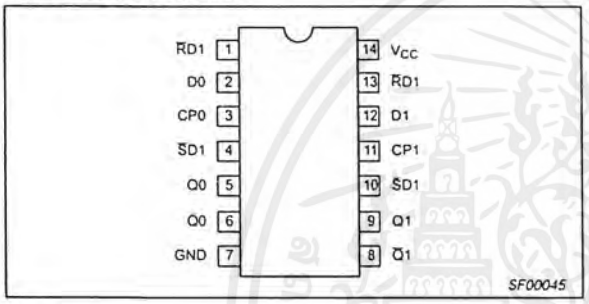
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dual D-type flip-flop | 74ABT74

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS T_{amb} = 25°C; GND = 0V	TYPICAL	UNIT
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation delay CPn to Qn, $\overline{Q}$n	C_L = 50pF; V_{CC} = 5V	3.0 2.5	ns
t_{OSLH} t_{OSHL}	Output to Output skew		0.5	ns
C_{IN}	Input capacitance	V_I = 0V or V_{CC}	3	pF
I_{CC}	Total supply current	Outputs disabled; V_{CC} = 5.5V	50	μA

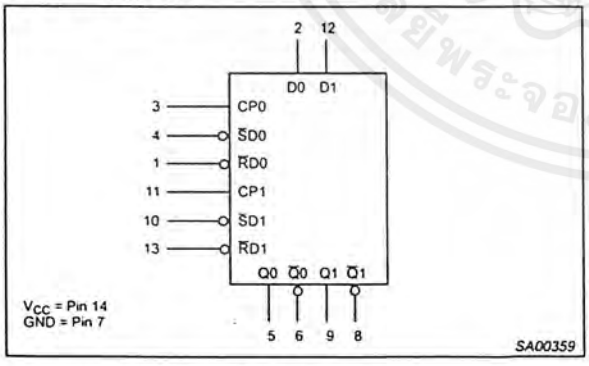
PIN CONFIGURATION



PIN DESCRIPTION

PIN NUMBER	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13	$\overline{R}$Dn, Dn, CPn, $\overline{S}$Dn	Data inputs
5, 6, 8, 9	Qn, $\overline{Q}$n	Data outputs
7	GND	Ground (0V)
14	V_{CC}	Positive supply voltage

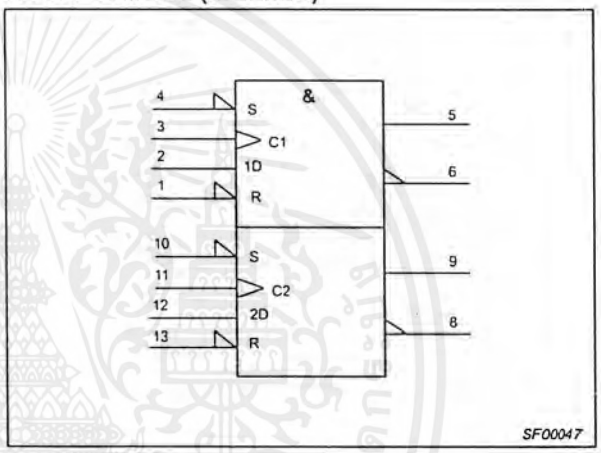
LOGIC SYMBOL



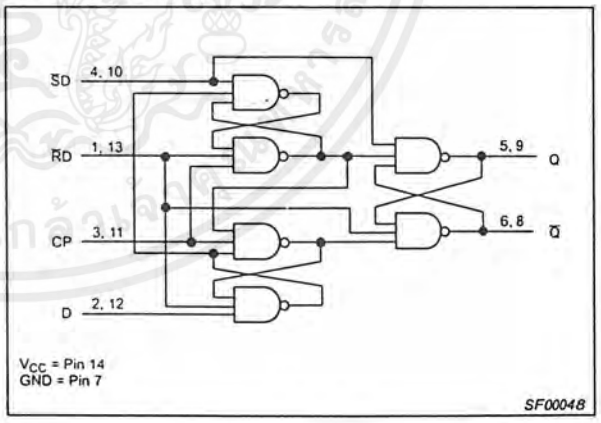
DESCRIPTION

The 74ABT74 is a dual positive edge-triggered D-type flip-flop featuring individual data, clock, set, and reset inputs; also true and complementary outputs. Set ($\overline{S}$D) and reset ($\overline{R}$D) are asynchronous active low inputs and operate independently of the clock input. When set and reset are inactive (high), data at the D input is transferred to the Q and $\overline{Q}$ outputs on the low-to-high transition of the clock. Data must be stable just one setup time prior to the low-to-high transition of the clock for predictable operation. Clock triggering occurs at a voltage level and is not directly related to the transition time of the positive-going pulse. Following the hold time interval, data at the D input may be changed without affecting the levels of the output.

LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



LOGIC DIAGRAM



ORDERING INFORMATION

PACKAGES	TEMPERATURE RANGE	OUTSIDE NORTH AMERICA	NORTH AMERICA	DWG NUMBER
14-Pin Plastic DIP	–40°C to +85°C	74ABT74 N	74ABT74 N	SOT27-1
14-Pin plastic SO	–40°C to +85°C	74ABT74 D	74ABT74 D	SOT108-1
14-Pin Plastic SSOP Type II	–40°C to +85°C	74ABT74 DB	74ABT74 DB	SOT337-1
14-Pin Plastic TSSOP Type I	–40°C to +85°C	74ABT74 PW	74ABT74PW DH	SOT402-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS		OPERATING MODE
$\overline{SD}$	$\overline{RD}$	CP	D	Q	$\overline{Q}$	
L	H	X	X	H	L	Asynchronous set
H	L	X	X	L	H	Asynchronous reset
L	L	X	X	H	H	Undetermined*
H	H	↑	h	H	L	Load "1"
H	H	↑	l	L	H	Load "0"
H	H	↕	X	NC	NC	Hold

NOTES:
H = High voltage level
h = High voltage level one setup time prior to low-to-high clock transition
L = Low voltage level
l = Low voltage level one setup time prior to low-to-high clock transition
NC = No change from the previous setup
X = Don't care
↑ = Low-to-high clock transition
↕ = Not low-to-high clock transition
* = This setup is unstable and will change when either set or reset return to the high level.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS[1, 2]

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	RATING	UNIT
V_{CC}	DC supply voltage		–0.5 to +7.0	V
I_{IK}	DC input diode current	$V_I < 0$	–18	mA
V_I	DC input voltage[3]		–1.2 to +7.0	V
I_{OK}	DC output diode current	$V_O < 0$	–50	mA
V_{OUT}	DC output voltage[3]	output in Off or High state	–0.5 to +5.5	V
I_{OUT}	DC output current	output in Low state	40	mA
T_{stg}	Storage temperature range		–65 to 150	°C

NOTES:
1. Stresses beyond those listed may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
2. The performance capability of a high-performance integrated circuit in conjunction with its thermal environment can create junction temperatures which are detrimental to reliability. The maximum junction temperature of this integrated circuit should not exceed 150°C.
3. The input and output voltage ratings may be exceeded if the input and output current ratings are observed.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS		UNIT
		MIN	MAX	
V_{CC}	DC supply voltage	4.5	5.5	V
V_I	Input voltage	0	V_{CC}	V
V_{IH}	High-level input voltage	2.0		V
V_{IL}	Low-level input voltage		0.8	V
I_{OH}	High-level output current		–15	mA
I_{OL}	Low-level output current		20	mA
$\Delta t/\Delta v$	Input transition rise or fall rate	0	10	ns/V
T_{amb}	Operating free-air temperature range	–40	+85	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LIMITS					UNIT
			T_{amb} = +25°C			T_{amb} = –40°C to +85°C		
			MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = 4.5V; I_{IK} = –18mA		–0.9	–1.2		–1.2	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = 4.5V; I_{OH} = –15mA; V_I = V_{IL} or V_{IH}	2.5	2.9		2.5		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = 4.5V; I_{OL} = 20mA; V_I = V_{IL} or V_{IH}		0.35	0.5		0.5	V
I_I	Input leakage current	V_{CC} = 5.5V; V_I = GND or 5.5V		±0.01	±1.0		±1.0	µA
I_{OFF}	Power-off leakage current	V_{CC} = 0.0V; V_O or V_I ≤ 4.5V		±5.0	±100		±100	µA
I_{CEX}	Output High leakage current	V_{CC} = 5.5V; V_O = 5.5V; V_I = GND or V_{CC}		5.0	50		50	µA
I_O	Output current[1]	V_{CC} = 5.5V; V_O = 2.5V	–50	–75	–180	–50	–180	mA
I_{CC}	Quiescent supply current	V_{CC} = 5.5V; V_I = GND or V_{CC}		2	50		50	µA
ΔI_{CC}	Additional supply current per input pin[2]	V_{CC} = 5.5V; One data input at 3.4V, other inputs at V_{CC} or GND		0.25	500		500	µA

NOTES:
1. Not more than one output should be tested at a time, and the duration of the test should not exceed one second.
2. This is the increase in supply current for each input at 3.4V.
3. For valid test results, data must not be loaded into the flip-flop or latch after applying the power.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

GND = 0V; t_R = t_F = 2.5ns; C_L = 50pF, R_L = 500Ω

SYMBOL	PARAMETER	WAVEFORM	LIMITS					UNIT
			T_{amb} = +25°C V_{CC} = +5.0V			T_{amb} = –40°C to +85°C V_{CC} = +5.0V ±0.5V		
			MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
f_{MAX}	Maximum clock frequency	1	180	250		150		MHz
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation delay CPn to Qn, $\overline{Q}$n	1	1.0 1.0	3.0 2.5	4.2 3.5	1.0 1.0	4.7 4.0	ns
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation delay $\overline{S}$n, $\overline{R}$n to Qn, $\overline{Q}$n	3	1.0 1.0	3.4 2.9	4.9 4.5	1.0 1.0	6.2 5.2	ns
t_{OSHL} t_{OSLH}[1]	Output to Output skew An or Bn to $\overline{Y}$n	4		0.5	0.6		0.6	ns

NOTE:
1. Skew is defined as the absolute value of the difference between the actual propagation delay for any two separate outputs of the same device. The specification applies to any outputs switching in the the same direction, either HIGH–to-LOW (t_{OSHL}) or LOW-to-HIGH (t_{OSLH}); parameter guaranteed by design.

AC SETUP REQUIREMENTS

GND = 0V; t_R = t_F = 2.5ns; C_L = 50pF, R_L = 500Ω

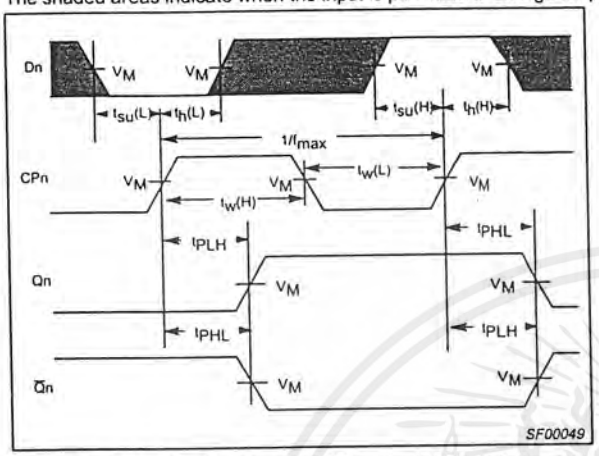
SYMBOL	PARAMETER	WAVEFORM	LIMITS			UNIT
			T_{amb} = +25°C V_{CC} = +5.0V		T_{amb} = –40°C to +85°C V_{CC} = +5.0V ±0.5V	
			MIN	TYP	MIN	
t_{su} (H) t_{su} (L)	Setup time, high or low Dn to CPn	1	2.6 2.4	1.4 1.4	2.6 2.4	ns
t_h (H) t_h (L)	Hold time, high or low Dn to CPn	1	0 0	–1.4 –1.4	0 0	ns
t_w (H) t_w (L)	CPn pulse width, high or low	1	1.7 1.7	1.0 1.0	2.1 2.1	ns
t_w (L)	$\overline{S}$Dn, $\overline{R}$Dn pulse width, low	3	2.0	1.3	2.2	ns
t_{rec}	Recovery time $\overline{S}$Dn, $\overline{R}$Dn to CPn	2	2.1	1.4	2.4	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

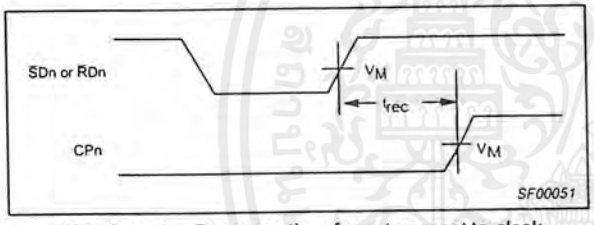
AC WAVEFORMS

V_M = 1.5V, V_{IN} = GND to 3.0V

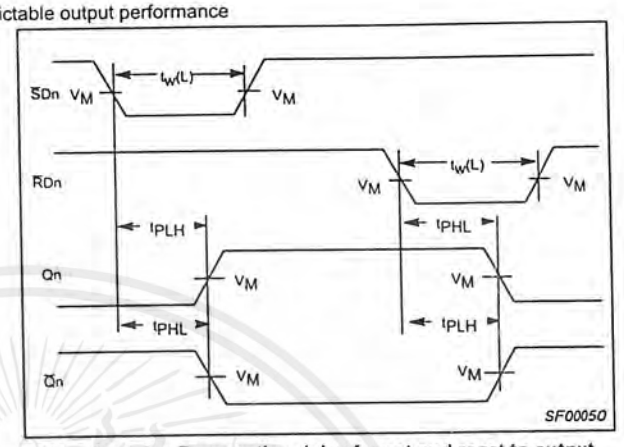
The shaded areas indicate when the input is permitted to change for predictable output performance



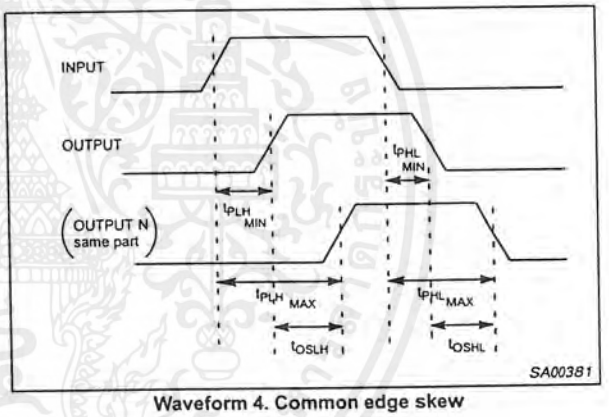
Waveform 1. Propagation delay for data to output, data setup time and hold times, and clock width, and maximum clock frequency



Waveform 2. Recovery time for set or reset to clock



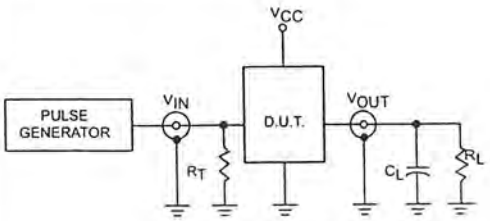
Waveform 3. Propagation delay for set and reset to output, set and reset pulse width



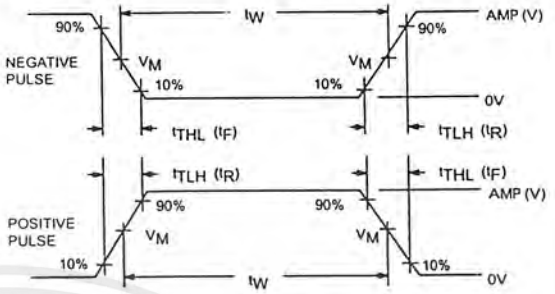
Waveform 4. Common edge skew

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS



Test Circuit for Outputs



V_M = 1.5V

Input Pulse Definition

DEFINITIONS

R_L = Load resistor; see AC CHARACTERISTICS for value.

C_L = Load capacitance includes jig and probe capacitance; see AC CHARACTERISTICS for value.

R_T = Termination resistance should be equal to Z_{OUT} of pulse generators.

FAMILY	INPUT PULSE REQUIREMENTS				
	Amplitude	Rep. Rate	t_W	t_R	t_F
74ABT	3.0V	1MHz	500ns	2.5ns	2.5ns

SH00067

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1995

LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expanded to make the LM78XX series of regulators easy to use and mininize the number of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

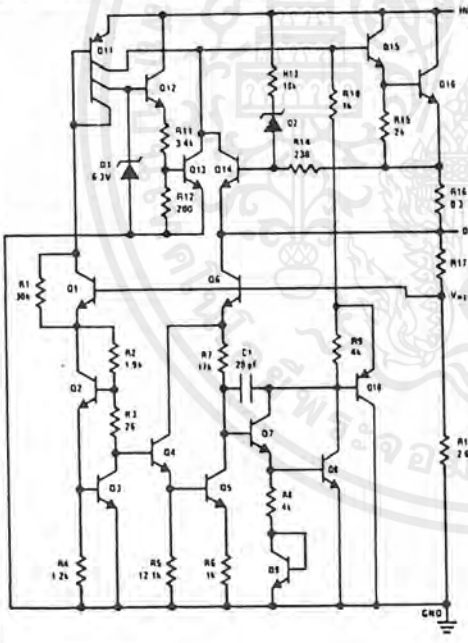
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



TL/H/7746–1

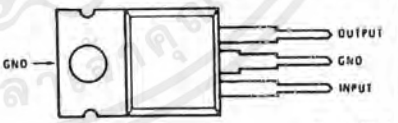
Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum

TL/H/7746–2

Bottom View

Order Number LM7805CK, LM7812CK or LM7815CK
See NS Package Number KC02A

Plastic Package
TO-220 (T)



TL/H/7746–3

Top View

Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
See NS Package Number T03B

© 1995 National Semiconductor Corporation TL/H/7746

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.

Input Voltage (V_O = 5V, 12V and 15V)	35V
Internal Power Dissipation (Note 1)	Internally Limited
Operating Temperature Range (T_A)	0°C to +70°C
Maximum Junction Temperature (K Package)	150°C
(T Package)	150°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec.)	
TO-3 Package K	300°C
TO-220 Package T	230°C

Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) 0°C ≤ Tj ≤ 125°C unless otherwise noted.

Output Voltage				5V			12V			15V			Units
Input Voltage (unless otherwise noted)				10V			19V			23V			
Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_O	Output Voltage	T_j = 25°C, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V
		P_D ≤ 15W, 5 mA ≤ I_O ≤ 1A		4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
ΔV_O	Line Regulation	I_O = 500 mA	T_j = 25°C		3	50		4	120		4	150	mV
			ΔV_{IN}	(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0°C ≤ T_j ≤ +125°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 1A	T_j = 25°C			50			120			150	mV
			ΔV_{IN}	(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.6 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.7 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
			0°C ≤ T_j ≤ +125°C			25			60			75	mV
			ΔV_{IN}	(8 ≤ V_{IN} ≤ 12)			(16 ≤ V_{IN} ≤ 22)			(20 ≤ V_{IN} ≤ 26)			V
ΔV_O	Load Regulation	T_j = 25°C	5 mA ≤ I_O ≤ 1.5A		10	50		12	120		12	150	mV
			250 mA ≤ I_O ≤ 750 mA			25			60			75	mV
		5 mA ≤ I_O ≤ 1A, 0°C ≤ T_j ≤ +125°C				50			120			150	mV
I_O	Quiescent Current	I_O ≤ 1A	T_j = 25°C			8			8			8	mA
			0°C ≤ T_j ≤ +125°C			8.5			8.5			8.5	mA
ΔI_O	Quiescent Current Change	5 mA ≤ I_O ≤ 1A				0.5			0.5			0.5	mA
		T_j = 25°C, I_O ≤ 1A				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7.5 ≤ V_{IN} ≤ 20)			(14.8 ≤ V_{IN} ≤ 27)			(17.9 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
		I_O ≤ 500 mA, 0°C ≤ T_j ≤ +125°C				1.0			1.0			1.0	mA
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(7 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(14.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			(17.5 ≤ V_{IN} ≤ 30)			V
V_N	Output Noise Voltage	T_A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 kHz			40			75			90		μV
$\frac{\Delta V_{IN}}{\Delta V_{OUT}}$	Ripple Rejection	f = 120 Hz	I_O ≤ 1A, T_j = 25°C or	62	80		55	72		54	70		dB
			I_O ≤ 500 mA	62			55			54			dB
			0°C ≤ T_j ≤ +125°C										
		V_{MIN} ≤ V_{IN} ≤ V_{MAX}		(8 ≤ V_{IN} ≤ 18)			(15 ≤ V_{IN} ≤ 25)			(18.5 ≤ V_{IN} ≤ 28.5)			V
R_O	Dropout Voltage	T_j = 25°C, I_{OUT} = 1A			2.0			2.0			2.0		V
	Output Resistance	f = 1 kHz			8			18			19		mΩ
	Short-Circuit Current	T_j = 25°C			2.1			1.5			1.2		A
	Peak Output Current	T_j = 25°C			2.4			2.4			2.4		A
	Average TC of V_{OUT}	0°C ≤ T_j ≤ +125°C, I_O = 5 mA			0.6			1.5			1.8		mV/°C
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	T_j = 25°C, I_O ≤ 1A			7.5		14.6			17.7			V

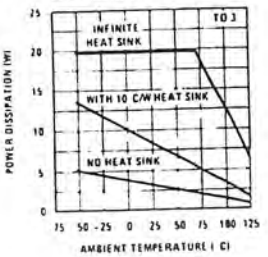
Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically 4°C/W junction to case and 35°C/W case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically 4°C/W junction to case and 50°C/W case to ambient.

Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of 0.22 μF, and a capacitor across the output of 0.1μF. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques (t_w ≤ 10 ms, duty cycle ≤ 5%). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

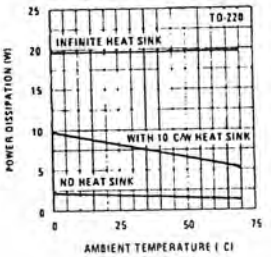
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

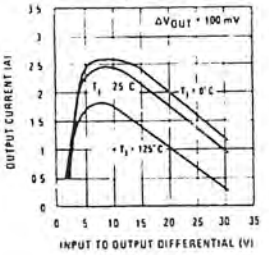
Maximum Average Power Dissipation



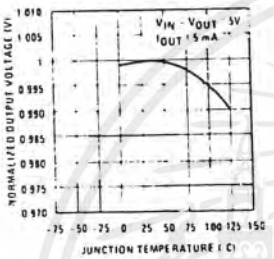
Maximum Average Power Dissipation



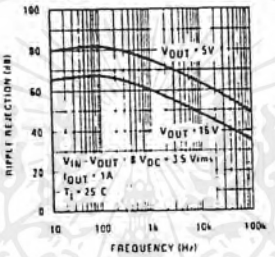
Peak Output Current



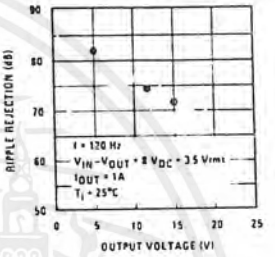
Output Voltage (Normalized to 1V at Tj = 25°C)



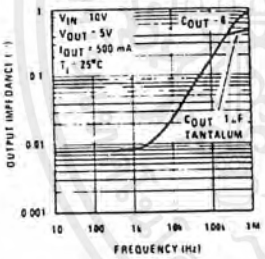
Ripple Rejection



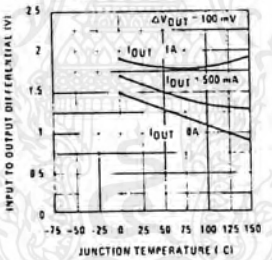
Ripple Rejection



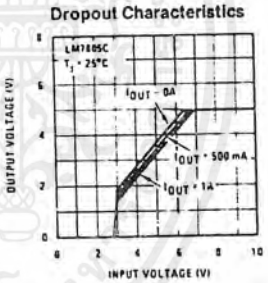
Output Impedance



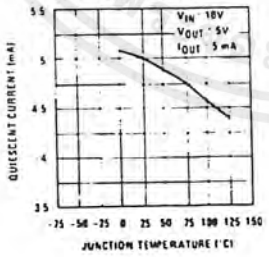
Dropout Voltage



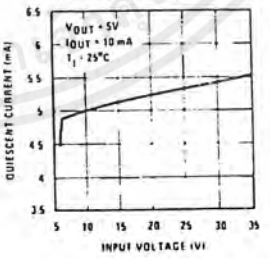
Dropout Characteristics



Quiescent Current



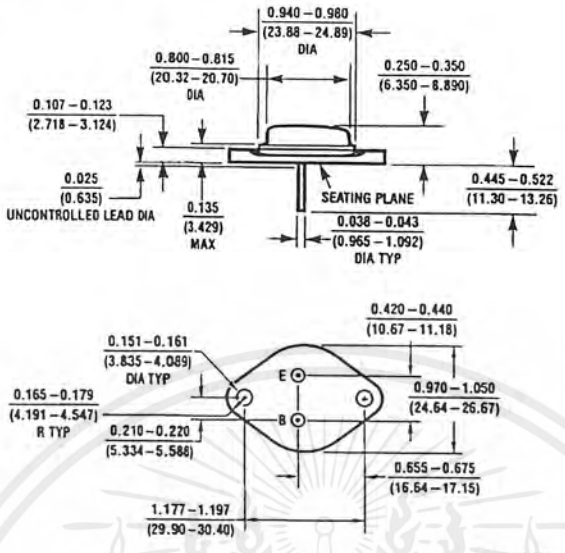
Quiescent Current



TL/H/7746–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

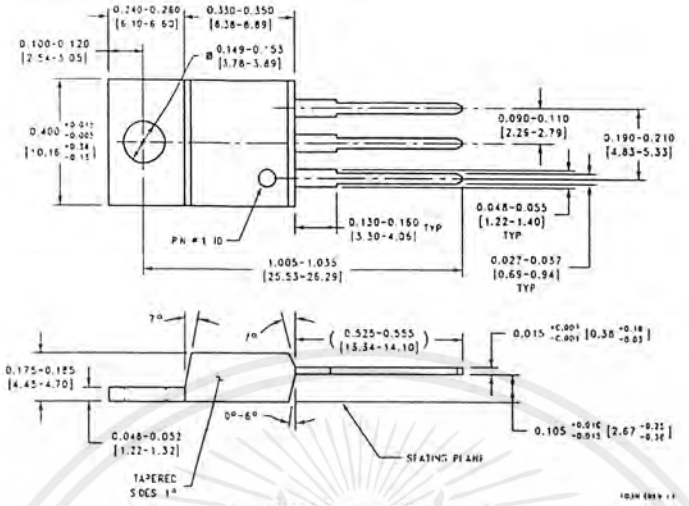
Physical Dimensions inches (millimeters)



Aluminum Metal Can Package (KC)
Order Number LM7805CK, LM7812CK or LM7815CK
NS Package Number KC02A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



TO-220 Package (T)
Order Number LM7805CT, LM7812CT or LM7815CT
NS Package Number T03B

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

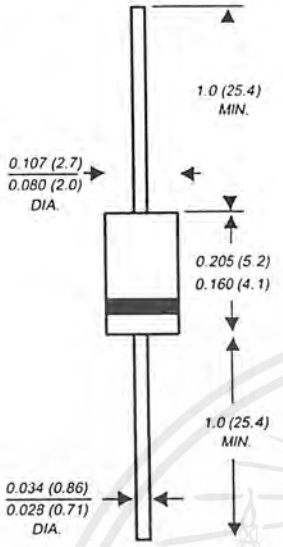
GENERAL SEMICONDUCTOR®

1N4001 THRU 1N4007

General Purpose Plastic Rectifier

Reverse Voltage 50 to 1000 V
Forward Current 1.0 A

DO-204AL (DO-41)



NOTE: Lead diameter is 0.026 (0.66) / 0.023 (0.58) for suffix "E" part numbers

Dimensions in inches and (millimeters)

Features

- Plastic package has Underwriters Laboratories Flammability Classification 94V-0
- Construction utilizes void-free molded plastic technique
- Low reverse leakage
- High forward surge capability
- High temperature soldering guaranteed: 250°C/10 seconds, 0.375" (9.5mm) lead length, 5 lbs. (2.3kg) tension

Mechanical Data

Case: JEDEC DO-204AL, molded plastic body
Terminals: Plated axial leads, solderable per MIL-STD-750, Method 2026
Polarity: Color band denotes cathode end
Mounting Position: Any
Weight: 0.012 ounce, 0.3 gram

Maximum Ratings & Thermal Characteristics

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

	SYMBOLS	1N 4001	1N 4002	1N 4003	1N 4004	1N 4005	1N 4006	1N 4007	UNITS
*Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
*Maximum RMS voltage	V_{RMS}	35	70	140	280	420	560	700	V
*Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	50	100	200	400	600	800	1000	V
*Maximum average forward rectified current 0.375" (9.5mm) lead length at T_A=75°C	$I_{F(AV)}$	1.0							A
*Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method) T_A=75°C	I_{FSM}	30							A
*Maximum full load reverse current full cycle average 0.375" (9.5mm) lead length at T_L=75°C	$I_{R(AV)}$	30							μA
Typical thermal resistance (NOTE 1)	$R_{\Theta JA}$ $R_{\Theta JL}$	50 25							°C/W
Maximum DC blocking voltage temperature	T_A	+150							°C
*Operating junction and storage temperature range	T_J, T_{STG}	-50 to +175							°C

Electrical Characteristics

Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.

	SYMBOLS	1N 4001	1N 4002	1N 4003	1N 4004	1N 4005	1N 4006	1N 4007	UNITS
*Maximum instantaneous forward voltage at 1.0A	V_F	1.1							V
*Maximum DC reverse current at rated DC blocking voltage T_A= 25°C T_A=100°C	I_R	5.0 50							μA
Typical reverse recovery time at I_{FM}=20mA, I_{RM}=1mA (NOTE 2)	t_{rr}	30							μs
Typical junction capacitance at 4.0V, 1MHz	C_J	15							pF

NOTES:
(1) Thermal resistance from junction to ambient, and from junction to lead at 0.375" (9.5mm) lead length, P.C.B. mounted
(2) Measured on Tektronix type "S" recovery plug-in. Tektronix 545 scope or equivalent.
*JEDEC registered values

11/29/99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ratings and Characteristic Curves (T_A = 25°C unless otherwise noted)

FIG.1 - FORWARD CURRENT DERATING CURVE

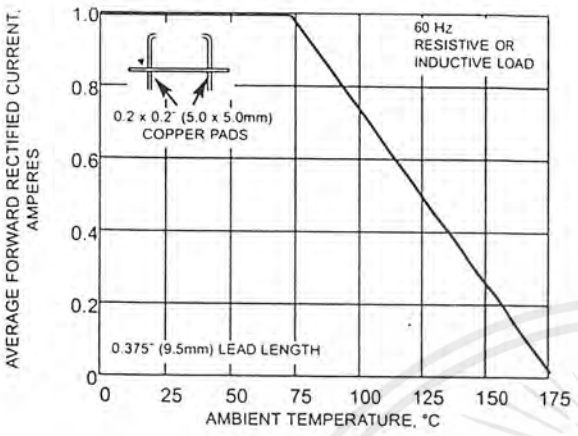


FIG. 2 - MAXIMUM NON-REPETITIVE PEAK FORWARD SURGE CURRENT

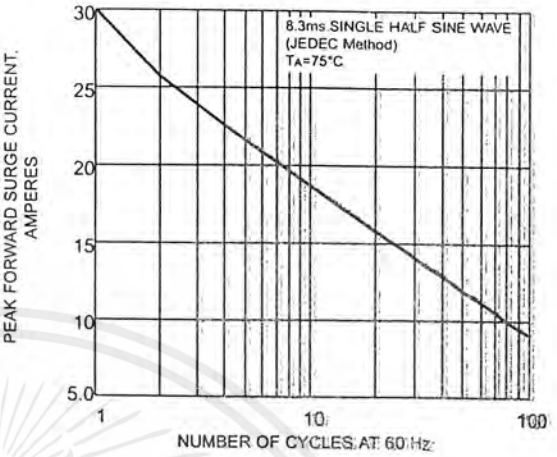


FIG. 3 - TYPICAL INSTANTANEOUS FORWARD CHARACTERISTICS

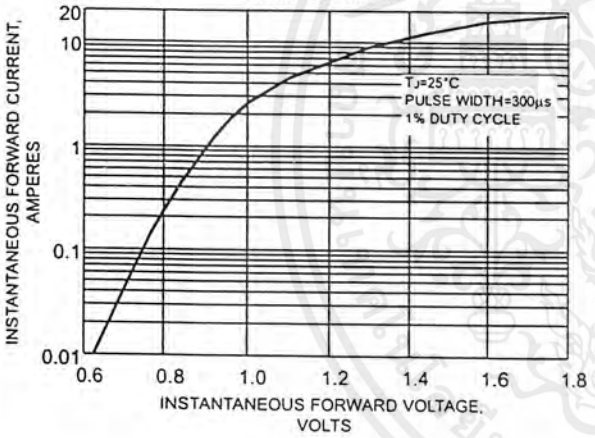


FIG. 4 - TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS

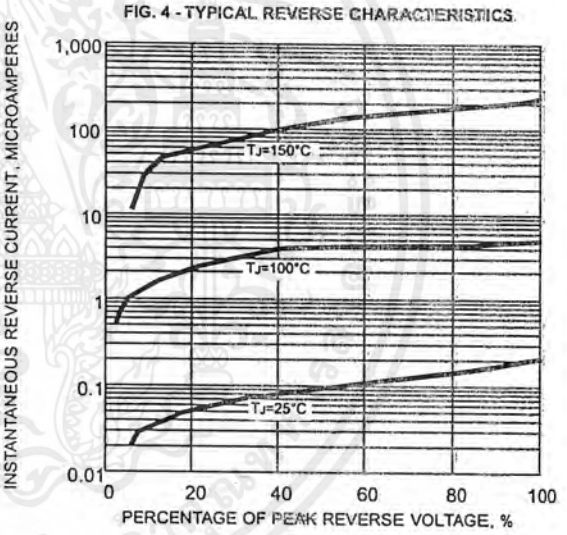


FIG. 5 - TYPICAL JUNCTION CAPACITANCE

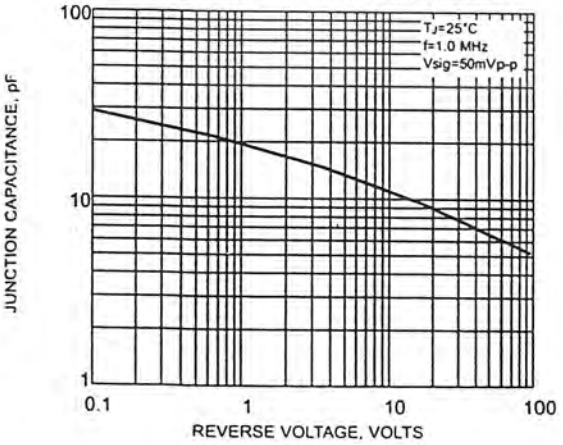
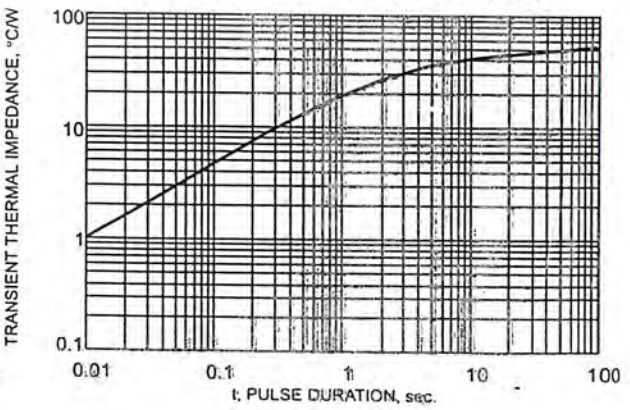


FIG. 6 - TYPICAL TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้