สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายไอพี

TELEPHONE SYSTEM ON IP NETWORK

โดย

นาย จรุพัฒน์ จงไพจิตร

นาย ทรงชัย พายัพทิศารักษ์

นาย ทวีชัย มากหลาย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104361
วัน,เดือน,ปี - 2 พ.ย. 2552

.b 12164143
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายไอพี

TELEPHONE SYSTEM ON IP NETWORK

โดย

นาย จรุพัฒน์ จงไพจิตร 48010103

นาย ทรงชัย พายัพทิศารักษ์ 48010307

นาย ทวีชัย มากหลาย 48010312

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ผศ.ดร จีรสุดา โกษียาภรณ์

ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจอีนงานหลัง

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายไอพี

TELEPHONE SYSTEM ON IP PHONE

ผู้จัดทำ

1. นาย จรุพัฒน์ จงไพจิตร 48010103
2. นาย ทรงชัย พายัพทิศารักษ์ 48010307
3. นาย ทวีชัย มากหลาย 48010312

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. จีรสุดา โกษียาภรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายไอพี

TELEPHONE SYSTEM ON IP NETWORK

โดย 1. นาย จรุพัฒน์ จงไพจิตร 48010103
2. นาย ทรงชัย พายัพทิศารักษ์ 48010307
3. นาย ทวีชัย มากหลาย 48010312

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน

ผศ.ดร จีรสุดา โกษียาภรณ์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายอีเทอร์เน็ตเพื่อใช้ติดต่อสื่อสารภายในองค์กรโดยใช้เทคโนโลยี VoIP โดยเทคโนโลยี VoIP จะทำการแปลงเสียงพูดให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถส่งผ่านโครงข่ายอีเทอร์เน็ตได้ โครงงานนี้ใช้โมดูลอีเทอร์เน็ตในการเชื่อมต่อกับโครงข่ายอีเทอร์เน็ตโดยใช้ระบบสมองกลฝังตัวในการควบคุมการส่งผ่านข้อมูล

ABSRRACT

This thesis is to study and develop the telephone system on the Ethernet network for communication inside an organization by using VoIP technology. The VoIP technology will transform voice signal into a format can be sent through the network . This thesis uses the Ethernet module to connect with the Ethernet network where the embedded system is used to control the data transmission .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านการสื่อสารได้มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของเรามาก มนุษย์เราทุกคนต้องมีการติดต่อสื่อสารกันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เทคโนโลยีโทรศัพท์จึงเป็นพื้นฐานของการสื่อสารที่ประหยัดค่าใช้จ่าย และสะดวกที่สุด และยังมีระบบการสื่อสารอีกระบบที่ใช้สำหรับสื่อสารกับคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องเข้าด้วยกันในอาคาร สำนักงาน บริษัท หรือตามบ้านเรือน ได้แก่ระบบ LAN นั่นเอง

Ethernet เป็นเทคโนโลยีสำหรับเครือข่ายแบบแลน (LAN) ที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบัน และเป็นมาตรฐานของการส่งข้อมูล ระบบที่ใช้ Ethernet นั้นเหมาะกับงานที่ต้องการรับส่ง/ข้อมูลในอัตราความเร็วสูงเป็นช่วง ๆ เป็นครั้งคราว การรับ/ส่งข้อมูลในเครือข่ายแบบ Ethernet แต่ละครั้งเป็นไปอย่างไม่มีวินัย นั่นคือเมื่อตรวจสอบแล้วว่าในขณะนั้นไม่มีเครื่องอื่น ๆ กำลังส่งข้อมูล แต่ละเครื่องจะแย่งกันส่งข้อมูลออกมา โดยเครื่องใดที่ส่งข้อมูลออกมาจะมีหน้าที่เฝ้าดูว่ามีเครื่องอื่นทำการส่งข้อมูลออกไปพร้อมกันด้วยหรือไม่ เพราะถ้าเกิดการส่งพร้อมกันแล้วจะก่อให้เกิดการชนกันของข้อมูล แต่เมื่อตรวจสอบพบว่ามีการชนกันขึ้นก็จะหยุดส่งแล้วรอคอยเป็นระยะเวลาสั้น ๆ ก่อนจะทำการส่งข้อมูลออกไปอีกครั้งหนึ่ง เวลาที่ใช้ในการรอคอยนั้นเป็นค่าที่สุ่มขึ้นมา ซึ่งมีความสั้นยาวต่างกันไป เทคนิคหลายอย่างได้ถูกนำมาใช้ในการรอคอยเพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันซ้ำสอง ระบบ Ethernet สามารถนำมาใช้งานถ่ายโอนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ การประชุมภาพเคลื่อนไหว (Video conference) สั่งพิมพ์งานใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ที่ใช้งานร่วมกันหลายๆคนในเครือข่ายนั้นๆ หรือจะใช้ในการเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตได้อีกด้วย

อุปกรณ์ที่ใช้การเชื่อมต่อโครงข่ายปัจจุบันนั้น ได้มีการนำเอา ระบบสมองกลฝังตัว มาใช้ในการทำอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ระบบสมองกลฝังตัว เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับงานควบคุม รวมถึงการแสดงผลการทำงานต่าง ๆ โดยที่ระบบเหล่านี้ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบและอุปกรณ์ควบคุม เครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ การที่ใช้คำว่า “ระบบแบบฝังตัว” เนื่องจากระบบเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ ในหลายกรณีที่ผู้ใช้ทั่วไปอาจไม่ทราบว่าอุปกรณ์ควบคุม เครื่องมือ เครื่องจักรรวมถึงระบบใดที่ใช้งานเป็นประจำเหล่านั้นเป็นระบบแบบฝังตัว ในบางครั้งแม้แต่ผู้ที่มีความรู้ทางด้านเทคนิคก็ไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่ามีระบบแบบฝังตัวอยู่ จนกว่าจะมีการทำงานและตรวจสอบกับระบบและอุปกรณ์ควบคุมนั้นระยะหนึ่งเลยทีเดียว ระบบแบบฝังตัวนี้แม้ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ก็มีระบบคอมพิวเตอร์อยู่ภายใน อาจจะเป็นเพียงไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือชิป (chip) ธรรมดาหรือโพรเซสเซอร์ (Processor) ที่ประกอบด้วย ชิป (Chip) ที่มีวงจรซับซ้อน โดยจะมีหลักการทำงาน คือ มีสัญญาณข้อมูลเข้า (Input) จากอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เข้าสู่ระบบ และมีสัญญาณผลลัพธ์ (Output) ของระบบไปควบคุมบังคับสวิตช์เครื่องควบคุมต่าง ๆ เช่นสวิตช์เครื่องจักร หรือ วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของท่อทางต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการสร้างโทรศัพท์บนโครงข่าย Ethernet โดยมีการนำระบบสมองกลฝังตัว มาใช้ในระบบควบคุม การส่งผ่านของข้อมูล และสัญญาณต่างๆของ โทรศัพท์ ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบโทรศัพท์บนโครงข่ายไอพี หรือที่เรียกว่า VoIP ระบบนี้จะช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการโทรศัพท์ลงได้และเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 Protocol TCP/IP

TCP/IP (Transmitsion Control Protocol/Internet Protocol) เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้ ชุดโปรโตคอลนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี 1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARRANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้ TCP/IP เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน

2.1.1 TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน สามประการคือ

1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่นในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้ หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ
3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบเวลาจริง (real-time) และการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data)

2.1.2 โครงสร้างของ Protocol TCP/IP

- Application Layer

มีโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน เรียกว่า TELNET โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และโปรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP โดยโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆก็ได้ โปรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา

- Transport Layer

แบ่งเป็นโปรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า แมสเสส ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทาง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง ทางอินเทอร์เน็ต

- Internet Layer

ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

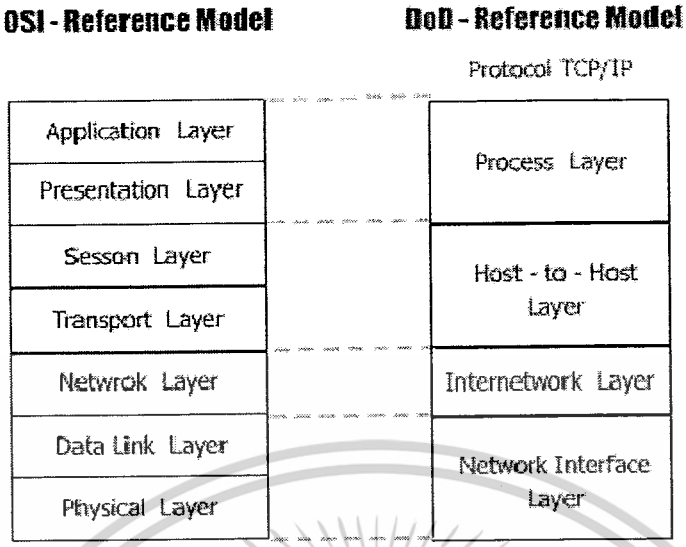
- Network Access Layer

โปรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูล ทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

DoD - Reference Model นั้นเป็นรูปแบบมาตรฐาน ของระบบเครือข่าย ที่ใช้ Protocol TCP/IP ซึ่งชื่อของ TCP/IP มาจากชื่อของโปรโตคอล 2 ตัวคือ TCP (Transmission Control Protocol) และ IP (Internet Protocol) โดยรูปแบบของข้อมูลมีลักษณะ เป็นแพ็กเกต (Packet) คือ เป็นอินเทอร์นัลแพ็กเกต (Internal Packet) ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับ Physical network ทำให้ผู้ใช้มองเห็นลักษณะเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งหมดที่เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายเดียวกัน

โดยเมื่อได้เทียบลำดับชั้น (Layer) กับมาตรฐานของ OSI - Reference Model แล้ว จะเป็นดังรูปที่ 2.1 ซึ่ง เราจะเห็นว่า บาง Layer ของ TCP/IP นั้นจะเทียบได้กับ มาตรฐาน ISO Model ได้ 2 ชั้น อย่างเช่น Layer ของ Process Layer ของโปรโตคอล TCP/IP จะเทียบได้กับ 2 Layer คือ Application Layer กับ Presentation Layer ของ OSI - Reference Model รวมกัน

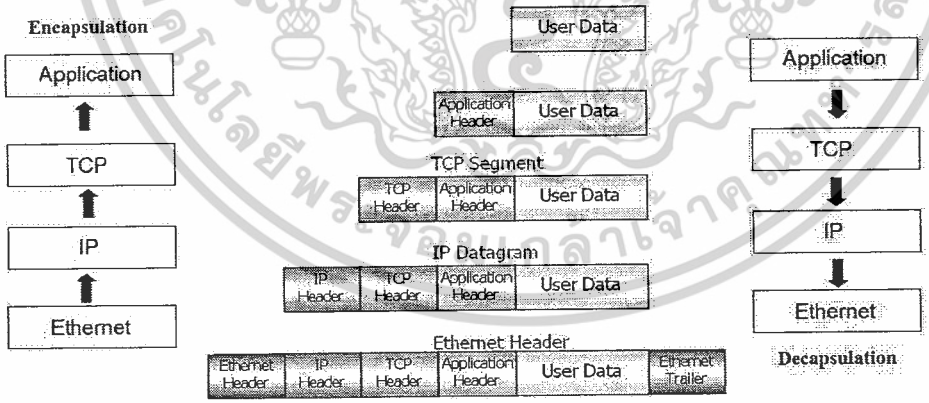
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดง OSI Model เมื่อเทียบกับ DoD Model

2.1.3 การ Encapsulation / Decapsulation

การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมา กับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือโปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า Eecapsulation ขั้นตอนการ Encapsution และการ Decapsolation แสดงดังรูป 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการ Encapsulation และการ Decapsulation

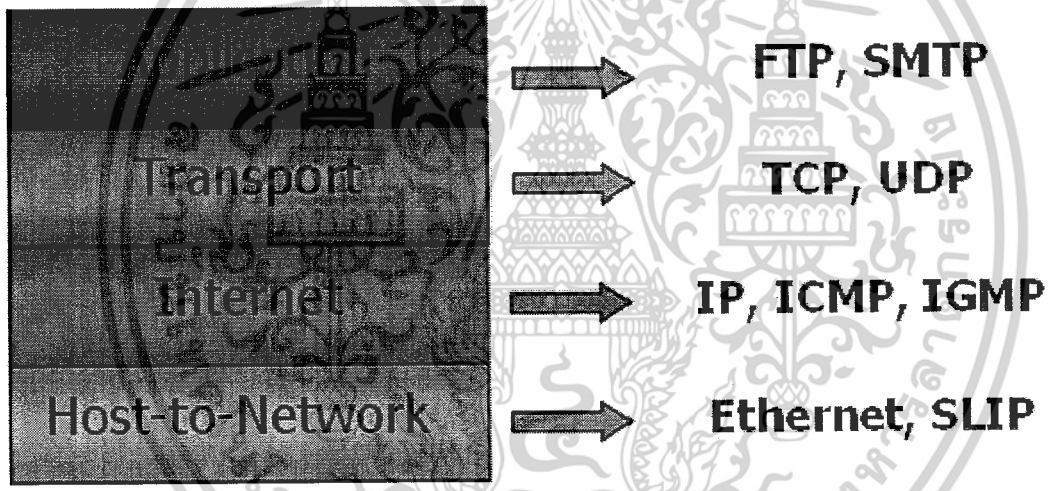
ข้อมูลที่ผ่านการ Encapsulate ในแต่ละเลเยอร์มีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลที่มาจาก ผู้ใช้งาน หรือก็คือข้อมูลที่ ผู้ใช้งาน เป็นผู้ป้อนให้กับการประยุกต์ใช้งาน เรียกว่า ข้อมูลผู้ใช้งาน (User Data)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อชั้นการประยุกต์ใช้งานได้รับข้อมูลจาก ผู้ใช้งาน ก็จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของการประยุกต์ใช้งาน เรียกว่า ข้อมูลชั้นการประยุกต์ใช้งาน (Application Data) และส่งต่อไปยังโปรโตคอล TCP
- เมื่อโปรโตคอล TCP ได้รับ ข้อมูลชั้นการประยุกต์ใช้งานก็จะนำมารวมกับ ส่วนหัว ของโปรโตคอล TCP เรียกว่า ส่วน TCP (TCP Segment) และส่งต่อไปยังโปรโตคอล IP
- เมื่อโปรโตคอล IP ได้รับ ส่วน TCP ก็จะนำมารวมกับ ส่วนหัว ของ โปรโตคอล IP เรียกว่า IP Datagram และส่งต่อไปยังเลเยอร์ Host-to-Network Layer
- ในระดับ Host-to-Network จะนำ IP Datagram มาเพิ่มส่วนแก้ไขความผิดพลาด (Error Correction) และ flag เรียกว่า Ethernet Frame ก่อนจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมโยงอยู่ต่อไป

ในแต่ละเลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของ TCP/IP

2.1.4 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)

โปรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูล ทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2.1.5 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)

ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) หลักการทำงานคือการปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ใน

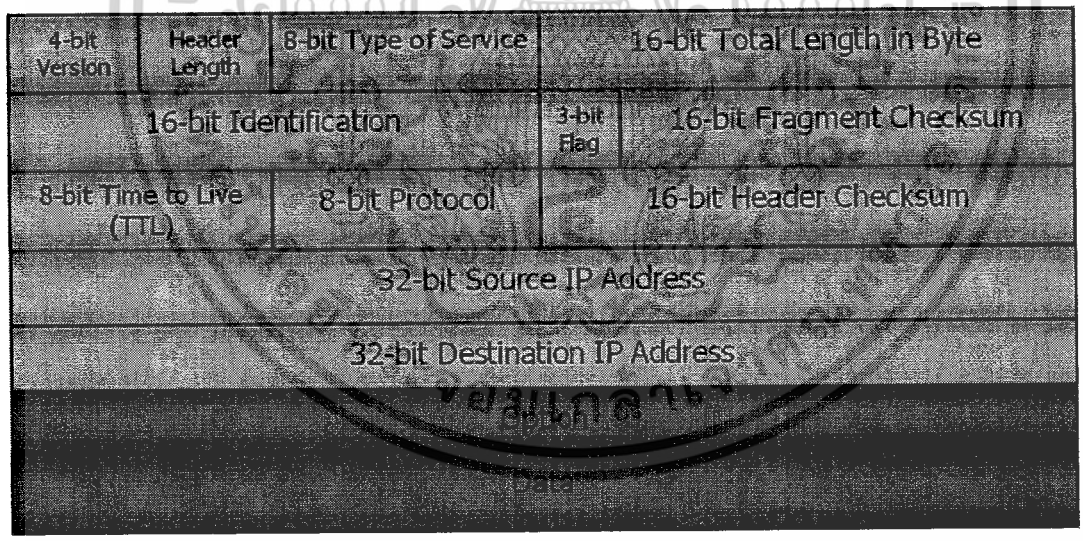
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระหากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่ายแพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกันดังนั้นแพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

2.1.5.1 IP (Internet Protolcol)

IP เป็นโปรโตคอลในระดับชั้นโครงข่าย ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแอดเดรสและการจัดหาเส้นทางและควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของแพ็กเก็ต ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล และมีระบบการแยกและประกอบดาต้าแกรม (datagram) เพื่อรองรับการส่งข้อมูลระดับ data link ที่มีขนาด MTU (Maximum Transmission Unit) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้หลากหลาย เช่น Ethernet, Token Ring หรือ Apple Talk

การเชื่อมต่อของ IP เพื่อทำการส่งข้อมูล จะเป็นแบบ connectionless หรือเกิดเส้นทางการเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 ดาต้าแกรมโดยจะไม่ทราบถึงข้อมูลดาต้าแกรมที่ส่งก่อนหน้าหรือส่งตามมา แต่การส่งข้อมูลใน 1 ดาต้าแกรมอาจจะเกิดการส่งได้หลายครั้งในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ (fragmentation) และถูกนำไปรวมเป็นดาต้าแกรมเดิมเมื่อถึงปลายทาง



รูปที่ 2.4 แสดง IP Header

เฮดเดอร์ของ IP ดังแสดงในรูปที่ 2.4 โดยปกติจะมีขนาด 20 ไบต์ ยกเว้นในกรณีที่มีการเพิ่ม option บางอย่าง ฟิลด์ของเฮดเดอร์ IP จะมีความหมายดังนี้

Version: Version มีขนาด 4 บิต ใช้ในการแสดงว่า เฮดเดอร์ของ IP มีความยาวกี่ไบต์โดยนำค่า IP ส่วนหัว Length คูณ4 จะได้เท่ากับความยาวของ IP ส่วนหัว เช่นถ้า Offset เป็น 5 จะได้ความยาว IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหัว เท่ากับ 20 ไบต์

Header Length: ความยาวส่วนหัว มีขนาด 4 บิต ใช้ในการแสดง IP ส่วนหัว โดยหมายเลขที่มากที่สุดที่ใช้แสดงให้เห็นว่ามี 4 บิต คือ 15 ดังนั้นความยาวส่วนหัว ไม่มีทางที่จะเป็น Byte Counter ได้

Type of Service (TOS) : Type of Service (TOS) มีขนาด 8 บิต ใช้ในการแสดงคุณสมบัติของ Service ที่ทำการส่ง Datagram โดยใช้ Internetwork Routers โดย TOS ประกอบด้วย Sub – Field และ Flags ที่ต้องการแสดงถึง precedence , delay ,throughput , reliability , และ cost characteristics TOS จะทำการตั้งค่าโดย Sending Host และไม่สามารถแก้ไขได้โดย Routers

Length: ความยาวทั้งหมดเป็นจำนวนไบต์ของดาต้าแกรม ซึ่งด้วยขนาด 16 บิตของฟิลด์ จะหมายถึงความยาวสูงสุดของดาต้าแกรม คือ 65535 ไบต์ (64k) แต่ในการส่งข้อมูลจริง ข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วนๆตามขนาดของ MTU ที่กำหนดในลิงค์เลเยอร์และนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง แอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะมีขนาดของดาต้าแกรมไม่เกิน 512 ไบต์

Identification: Identification มีขนาด 2 ไบต์ ใช้ในการแสดงลักษณะเฉพาะในการส่ง IP Packet ระหว่าง Source กับ Destination Node โดย Sending Host จะเป็นตัวตั้งค่า Identification และจะทำการต่อเข้ากับ IP Datagram

Flag: Flags มีขนาด 3 บิตประกอบด้วย 2 Flags สำหรับ Fragmentation โดย Flags ตัวแรกใช้แสดง IP Datagram ว่ามีลักษณะที่เหมาะสมสำหรับ Fragmentation หรือไม่ และ Flags อีกตัวหนึ่งใช้แสดงว่ามี Fragment ไปตาม Fragment IP Datagram หรือไม่

Fragment offset: Fragment Offset มีขนาด 13 บิต ใช้ในการแสดง Offset ที่เป็น Fragment เริ่มต้นที่เกี่ยวข้องกับ IP Payload เดิม

Time to live (TTL): กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ดาต้าแกรมจะถูกส่งระหว่าง hop (การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเน็ตเวิร์ค) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งไป 1 hop จะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิก และเราเตอร์สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมายังต้นทางว่าเกิด time out ในระหว่างการส่งข้อมูล

Protocol: Protocol มีขนาด 1 ไบต์ ใช้ในการแสดง Protocol ใน Layer ที่สูงกว่าซึ่งอยู่ใน IP Payload ค่าที่ใช้โดยปกติใน IP Protocol เป็น 1 สำหรับ ICMP, 6 สำหรับ TCP และ 17 (0x11) สำหรับ UDP

Header checksum: Header Checksum มีขนาด 2 ไบต์ จะแสดงการตรวจสอบ bit-level ที่สมบูรณ์ครบถ้วนบน IP Header เท่านั้น ไม่รวม IP Payload โดย Sending Host จะแสดง Checksum เริ่มต้นในการส่ง

Source IP address: หมายเลข IP ของผู้ส่งข้อมูล

Destination IP address: หมายเลข IP ของผู้รับข้อมูล

Data: ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP เป็นโปรโตรคอลในระดับชั้นโครงข่าย มีหน้าที่จัดหาเส้นทาง และควบคุมการส่งข้อมูล IP Header มีค่าบิตที่ตำแหน่งต่างๆ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าบิตที่ตำแหน่งต่างๆ ใน IP Header

ตำแหน่ง	ชื่อ	อธิบาย
0-3	Version	ขนาด 4 บิตเป็นเวอร์ชั่นของ IP ปัจจุบันค่านี้ถูกกำหนดให้เป็น 4
4-7	Lenght	มีขนาด 4 บิตเป็นค่าความยาวของส่วนหัวนี้ โดยปกติจะเป็น 5 หมายความว่า 5*32 บิต =20 ไบต์
8-15	Type of Service	ใช้ในการแสดงคุณสมบัติของ Service ที่ทำการส่ง Datagram
16-31	Total length	เป็นฟิลด์ที่บอกจำนวนไบต์ทั้งหมดของ IP Datagram ด้วยขนาด 16 บิตทำให้ Datagram มีขนาดสูงสุดไม่เกิน 65535 ไบต์ และมีขนาดเล็กสุดไม่ต่ำกว่า 512 ไบต์
32-47	Identification	ใช้ในกรณีที่มีการแบ่งดาต้าแกรมออกเป็นแฟรกเมนต์ เมื่อนำกลับมารวมกันใหม่
48-50	Flag	ใช้ในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นแฟรกเมนต์ มีความหมายดังนี้บิต0:reserved เป็น0 เสมอ บิต1(DF) 0=May Fragment, 1=Don't Fragment บิต 2(MF) 0=Last Fragment, 1=More Fragments
51-63	fragment offset	เป็นส่วนระบุข้อมูลที่ใช้แยกรวมข้อมูล เพื่อให้รู้ข้อมูลที่ถูกแยกออกเป็นแฟรกเมนต์กลับมารวมกันได้อย่างถูกต้องตามลำดับ
64-71	Time to Live (TTL)	เป็นจำนวนครั้งสูงสุดที่ดาต้าแกรมนี้จะถูกส่งผ่านครือข่ายไปยังปลายทางได้ เพื่อป้องกันไม่ให้ดาต้าแกรมถูกเราต์ไปเรื่อยๆอย่างไม่สิ้นสุดปกติค่านี้จะเริ่มต้นที่ 32และจะถูกลดค่าลงทีละ 1 เมื่อมีการเราต์จนค่านี้มีค่าเป็น 0 ก็จะไม่ถูกเราต์อีกต่อไปเป็นข้อมูลที่ระบุโปรโตคอลที่ส่งดาต้าแกรมนี้มา ตัวอย่างโปรโตคอลที่ใช้บ่อยๆ ได้แก่ ICMP มีค่าในฟิลด์โปรโตคอล=1
72-79	Protocol	เป็นข้อมูลที่ระบุโปรโตคอลที่ส่งดาต้าแกรมนี้มา ตัวอย่างโปรโตคอลที่ใช้บ่อยๆ ได้แก่ ICMP มีค่าในฟิลด์โปรโตคอล=1 TCP มีค่าในฟิลด์โปรโตคอล=6 UDP มีค่าในฟิลด์โปรโตคอล =17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าบิตที่ตำแหน่งต่างๆ ใน IP Header (ต่อ)

ตำแหน่ง	ชื่อ	อธิบาย
80-95	Header Checksum	เป็นส่วนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลใน ส่วนหัว โดยไม่เกี่ยวกับส่วนข้อมูลที่อยู่ภายใน payload ค่านี้จะถูกคำนวนใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใน Header(เช่น TTL ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุกครั้งที่ IP datagram ถูกส่งผ่านเราเตอร์)
86-127	Source IP Address	คือ IP Address ของผู้ส่งดาต้าแกรม
128-163	Destination IP	คือ IP Address ของผู้รับดาต้าแกรม
ไม่แน่นอน	Option	มีขนาดข้อมูลไม่แน่นอน ใช้สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ปลีกย่อย ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีการนำไปใช้งาน
	Padding	มีข้อมูลว่างเปล่า ใช้เป็นส่วนเติมเต็มของฟิลด์ Option ให้ครบ 32 ไบต์

Protocol

Protocol Field มีขนาดยาว 1 ไบต์และใช้เป็นตัวบ่งบอกในการบรรจุข้อมูลไปยัง Layer ที่สูงขึ้นกับใน IP Payload และยังเป็นตัวบ่งบอกลูกข่ายโปรโตคอลที่ชัดเจนโดยปกติค่าของ IP Protocol Field จะเป็น 1 สำหรับ ICMP , 6 สำหรับ TCP และ 17 (0x11) สำหรับ UDP Protocol field จะแสดงตัวได้อย่างมากมาย ดังนั้น payload สามารถที่จะผ่านไปยัง Layer ที่สูงขึ้นไปได้ถูกต้องโดยจะได้รับที่ destination

ค่าต่างๆ ใน IP Protocol Field จะถูกบรรจุเข้าไปใน Payload เพื่อที่จะสามารถทำให้ส่งผ่านไปยัง Layer ที่สูงขึ้นได้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าต่างๆ ของ IP Protocol Field

Value	Protocol
0	Reserved
1	Internet Control Message Protocol (ICMP)
2	Internet Group Management Protocol (IGMP)
4	IP in IP encapsulation
6	Transmission Control Protocol (TCP)
8	Exterior Gateway Protocol (EGP)
17	User Datagram Protocol (UDP)
46	Resource Reservation Protocol (RSVP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าต่างๆ ของ IP Protocol Field (ต่อ)

Value	Protocol
47	Generic Routing Protocol (GRE)
50	IP Security Encapsulating Security Payload (ESP)
51	IP Security Authentication Header (AH)
89	Open Shortest Path First (OSPF)

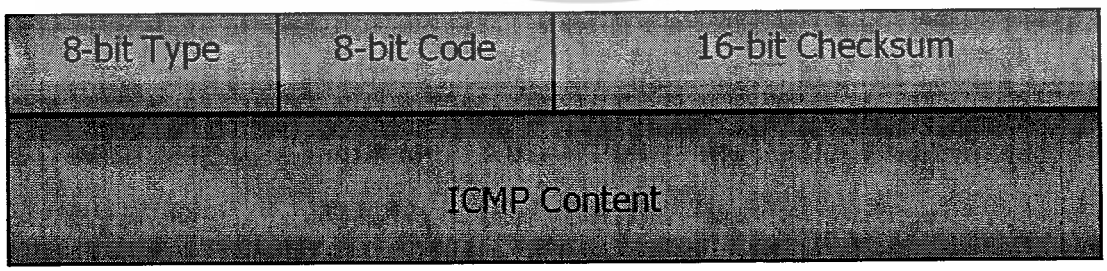
การกำหนด IP address ให้กับอุปกรณ์

ต้องกำหนดหมายเลข IP address ให้กับจุดเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายทุกจุด จุดเชื่อมต่อหรือ Interface อาจจะหมายถึง Network Interface card (LAN card) ที่ติดตั้งในเซิร์ฟเวอร์หรือ WAN port , Ethernet port ที่ Router ใช้เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายเป็นต้น การกำหนดหมายเลข IP address ให้กับจุดเชื่อมต่อนี้ทำให้เราเข้าใจได้ว่าในบางอุปกรณ์ที่มีจุดเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายมากกว่าหนึ่งจุด ต้องกำหนดหมายเลข IP address ให้ครบ

2.1.5.2 ICMP (Internet Control Message Protocol)

ICMP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและรายงานสถานภาพของดาต้าแกรม (Datagram) ในกรณีที่เกิดปัญหากับดาต้าแกรม เช่น เราเตอร์ไม่สามารถส่งดาต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ ICMP จะถูกส่งออกไปยังโฮสต้นทางเพื่อรายงานข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ดี ไม่มีอะไรรับประกันได้ว่า ICMP Message ที่ส่งไปจะถึงผู้รับจริงหรือไม่ หากมีการส่งดาต้าแกรมออกไปแล้วไม่มี ICMP Message ฟ้อง Error กลับมา ก็แปลความหมายได้สองกรณีคือ ข้อมูลถูกส่งไปถึงปลายทางอย่างเรียบร้อย หรืออาจจะมีปัญหา ในการสื่อสารทั้งการส่งดาต้าแกรม และ ICMP Message ที่ส่งกลับมาก็มีปัญหาระว่างทางก็ได้ ICMP จึงเป็นโปรโตคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (unreliable) ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของ โปรโตคอลในระดับสูงกว่าNetworkLayerในการจัดการให้การสื่อสารนั้นๆมีความน่าเชื่อถือ

ในส่วนของ ICMP Message จะประกอบด้วย Type ขนาด 8 บิต Checksum ขนาด 16 บิต และส่วนของ Content ซึ่งจะมีขนาดแตกต่างกันไปตาม Type และ Code ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดง ICMP Header

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3ProtocolARP(AddressResolutionProtocol)

โปรโตคอล ARP (Address Resolution Protocol) ถูกเรียกใช้งานโดยโปรโตคอล IP เพื่อช่วยแปลงหมายเลข IPไปเป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์ปลายทางตัว อย่างเช่น เว็บเซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่งเชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต และในการเชื่อมต่อนี้ต้องอาศัย Network Interface Card (NIC) หรือ LAN card ติดตั้งอยู่ที่ LAN cardนี้เองจะมีหมายเลขเฉพาะประจำฮาร์ดแวร์ที่ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อใช้อ้างอิงการส่งข้อมูลในเครือข่าย แต่เมื่อมาใช้งานในโปรโตคอล TCP/IP ก็จะต้องมีการกำหนดหมายเลข IP address ประจำตัวเพื่อใช้อ้างอิงกัน และโปรโตคอล ARP จะทำหน้าที่แปลงค่าหมายเลข IP ให้เป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์จริงให้ในระดับการทำงานที่ Internetwork Layer นี้ซึ่งกลไกการแปลงนี้เรียกว่า address resolution

โปรโตคอล ARP ย้อนกลับ RARP (Reverse Address Resolution Protocol)

วิธีการ ARP ช่วยแก้ปัญหาในการค้นหาที่อยู่ของข้อมูลที่ใช้การกำหนดที่อยู่ฮาร์ดแวร์แบบ IP แต่ถ้าทราบที่อยู่แบบ ฮาร์ดแวร์ แล้วต้องการแปลงที่อยู่เป็น IP จะทำอย่างไร ปัญหานี้มักเกิดขึ้นกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่เริ่มทำงานด้วยการอ่านข้อมูลทั้งหมดจากเครื่อง Host เครื่องประเภทนี้จะทราบเพียงที่อยู่ของตนเองจากอุปกรณ์สื่อสารเครือข่ายเท่านั้น

การค้นหาคำตอบสามารถทำได้โดยวิธีควบคุมการสื่อสารแบบ ARP ย้อนกลับหรือ RARP (ReverseAddress Resolution Protocol)วิธีการนี้คอมพิวเตอร์ที่เพิ่งจะเริ่มทำงาน (หรือเครื่องใดก็แล้วแต่) จะส่งคำถามออกไปว่า "ที่อยู่ขนาด 48 Bits แบบ ฮาร์ดแวร์ ของฉันคือ 14.04.05.18.01.25 มีใครทราบที่อยู่ IP ของฉันบ้าง" เครื่องที่ให้บริการ RARP จะตรวจดูข้อมูลในตารางข้อมูลของตนเองแล้วจึงส่งหมายเลข IP กลับไปให้ วิธีการนี้ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้หมายเลข IPเนื่องจากผู้ใช้ไม่มีหมายเลข IPเป็นของตนเอง ผู้ควบคุมระบบสามารถกำหนดหมายเลข IP ใดๆที่ไม่มีผู้ใช้งานในขณะนั้นให้ใช้ได้ หมายเลข IP ในที่นี้จึงเป็นเสมือนสมบัติส่วนกลางที่ทุกคนใช้ร่วมกัน

ข้อด้อยของวิธี RARP คือการที่ผู้ใช้จะส่งคำถามโดยใช้หมายเลข 1 จำนวน 48 ตัวเป็นที่อยู่ของผู้ให้บริการหมายเลขนี้เป็นหมายเลขพิเศษที่ Router จะไม่ยอมส่ง Packet ผ่านไปยังเครือข่ายอื่นเลย ฉะนั้นผู้ให้บริการ RARPจะต้องมีอยู่ประจำทุกเครือข่าย อย่างไรก็ตาม Protocol แบบ BOOTP ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหานี้โดยการใช้ Packet UDP แทน Packet ชนิดนี้สามารถส่งไปได้ทั่วทุกเครือข่ายและยังให้ข้อมูลอื่นเพิ่มเติม เช่น หมายเลข IP ของผู้ให้บริการแฟ้มข้อมูล หมายเลข IP ของ Router อัตโนมัติ และตารางข้อมูลเครือข่ายย่อยเป็นต้น

2.1.6ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล(TransportLayer)

แบ่งเป็นโปรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิมและTCP (Transmitsion Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

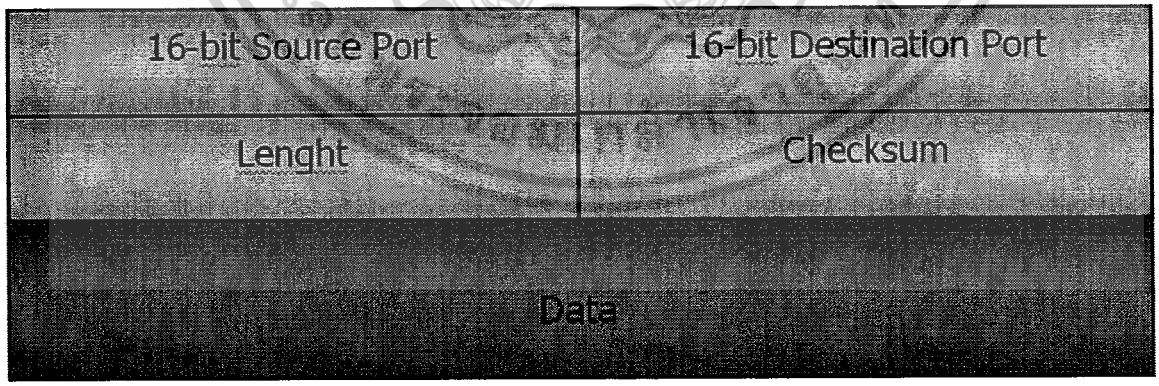
Protocol) ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

2.1.6.1UDP:(UserDatagramProtocol)

เป็นโปรโตคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับโมเดล OSI โดยการส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างดาต้าแกรมและจะไม่มีกลไกการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล

กลไกการตรวจสอบโดย checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไขหรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะได้รู้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่จะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง, หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error Message จากระดับ IP เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใดมีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 2.6 แสดง UDP Header

Source Port Number : มี 16 บิตใช้ระบุเป็น Source Application Layer ทำการส่ง UDP Message โดย Source Port เป็น port ที่ใช้ในการเลือก เมื่อใดที่ไม่ได้ใช้มัน จะตั้งค่าเป็น 0x00-00 IP multicast traffic เปรียบเสมือน videocasts ใช้ส่ง UDP สามารถใช้ค่า 0x00-00 เพราะจะไม่ตอบรับ video

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

traffic เป็นเพียงการสมมุติ Application Layer ใช้ Source Port ในการนำ UDP Message เข้ามา Destination Port สำหรับการตอบรับ

Destination Port Number : มี 16 บิตใช้ระบุเป็น Destination Application Layer Protocol การรวม Destination IP Address ของ IP Header และ Destination Port ของ UDP Header จะไม่เหมือนใครสำหรับกระบวนการที่จะส่งข้อมูล

UDP Length : มี 16 บิตที่ใช้ในการแสดงความยาวใน UDP Message มีความยาวน้อยที่สุด 8 ไบต์(ขนาดของ UDP Header) และมากที่สุด 65,515 ไบต์ (ค่าสูงสุด IP Datagram 65,535 ไบต์ น้อยกว่าค่าน้อยที่สุด IP Header20 ไบต์) ความยาวมากที่สุดที่แท้จริงถูกจำกัดโดย MTU ซึ่งจะทำการเชื่อมโยงโดย UDP Message เป็นตัวส่งความยาว UDP สามารถคำนวณได้จากความยาวทั้งหมดและความยาวของ IP Header field ใน IP Header

Checksum: มี 16 บิตโดยจะทำการตรวจระดับของบิตอย่างสมบูรณ์สำหรับ UDP Message โดย ที่ UDP Checksum คำนวณโดยใช้วิธีเดียวกันกับ IP Header Checksum

UDP เป็นโปรโตรคอลในระดับ Transport Layer มีค่าบิตที่ตำแหน่งต่างๆ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของ UDP Header

ตำแหน่ง	ชื่อ	อธิบาย
บิต 0-15	Source port Number	หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้ มีความยาว 16 บิต
บิต 16-31	destination port number	หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม มีความยาว 16 บิตเช่นกัน
บิต 32-47	UDP length	ความยาวของดาต้าแกรม ทั้งส่วน Header และ data นั่นหมายความว่าค่าที่น้อยที่สุดในฟิลด์นี้คือ 8 ซึ่งเป็นขนาดของ Header
บิต 48-63	Checksum	เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของ UDP datagram และจะนำข้อมูลบางส่วนใน IP Header มาคำนวณด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UDP PORT

UDP PORT จะแสดงที่ตั้งหรือแถวของ message ที่ชัดเจนสำหรับการส่ง message ถึง Application Layer protocol โดยใช้ UDP services รวมถึงในแต่ละตัวของ UDP message เป็น Source Port และDestination Port ซึ่ง Internet Assigned Number Authority (IANA) จะเป็นตัวกำหนดหมายเลข Port

UDP เป็นโปรโตคอลที่มีการกำหนดหมายเลขของ PORT เพื่อให้รู้ว่าเซอร์วิสใดต้องการเรียกใช้มีค่า Port Number ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดง UDP Port Number

Port Numbers	Application Layer Protocol
53	Domain Name System (DNS)
67	BOOTP client (Dynamic Host Configuration Protocol [DHCP])
68	BOOTP server (DHCP)
69	Trivial File Transfer Protocol (TFTP)
137	NetBIOS Name Service
138	NetBIOS Datagram Service
161	Simple Network Management Protocol (SNMP)
520	Routing Information Protocol (RIP)
445	Direct hosting of server Message Block (SMB) datagram over TCP/IP
1812 , 1813	Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)

UDP Checksum

Checksum เป็น เลข 16 บิตถูกคำนวนด้วยวิธี one's complement โดยนำ Pseudo Header และข้อมูลทั้งหมดใน UDP Datagram มาคำนวน

Pseudo Header เป็นข้อมูลที่อยู่ในส่วนของ IP Headerประกอบด้วยฟิลด์ source IP address, destination IP address, zero, protocol, UDP length

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

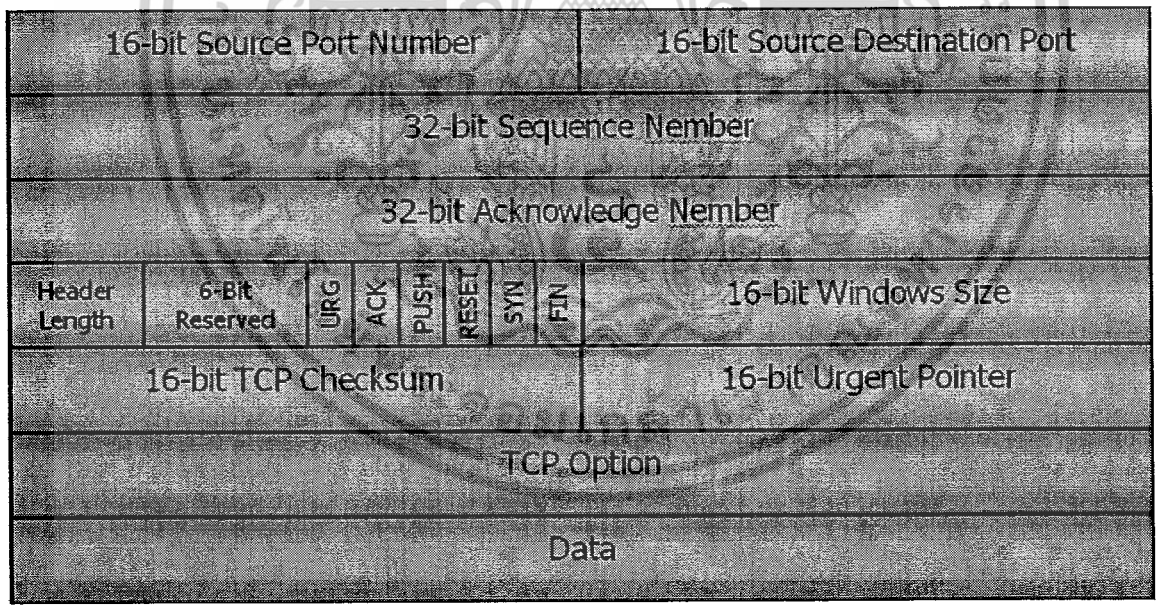
16-bit Source IP address		
16-bit Destination IP address		
Zero	8-bit protocol (17 for UDP)	16-bit length

รูปที่ 2.7 แสดง Pseudo Header

หากค่า Checksumที่คำนวนออกมาเป็น 0 ค่า checksumจะถูกเซ็ตเป็น 1 ทั้งหมดแทน (มีค่าเท่ากันในระบบ 1's complement) ทั้งนี้เพราะในบาง Application ที่ไม่ต้องการตรวจสอบค่า checksum ในระดับ UDP จะเซ็ตค่านี้เป็น 0 (disable checksum)

2.1.6.2TCP:(TransmissionControlProtocol)

อยู่ใน Transport Layer เช่นเดียวกับ UDP ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง(reliable)และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ (connection-oriented)



รูปที่ 2.8 แสดง TCP Header

มีรายละเอียด ดังนี้

- **Source Port Number** : หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้
- **Destination Port Number** : หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- **Sequence Number** : ฟิลด์ที่ระบุหมายเลขลำดับอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการแยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใด และนำมาจัดลำดับได้ถูกต้อง
- **Acknowledgment Number** : ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ Sequence Number แต่จะใช้ในการตอบรับ
- **Header Length** : โดยปกติความยาวของเฮดเดอร์ TCP จะมีความยาว 20 ไบต์ แต่อาจจะมากกว่านั้น ถ้ามีข้อมูลในฟิลด์ option แต่ต้องไม่เกิน 60 ไบต์
- **Flag** : เป็นข้อมูลระดับบิตที่อยู่ในเฮดเดอร์ TCP โดยใช้เป็นตัวบอกคุณสมบัติของแพ็กเก็ต TCP ขณะนั้นๆ และใช้เป็นตัวควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่ง Flag มีอยู่ทั้งหมด 6 บิต แบ่งได้ดังนี้

ค่า Flag Field เป็นค่าที่ควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูลมีค่าแสดงดังตารางที่ 2.5

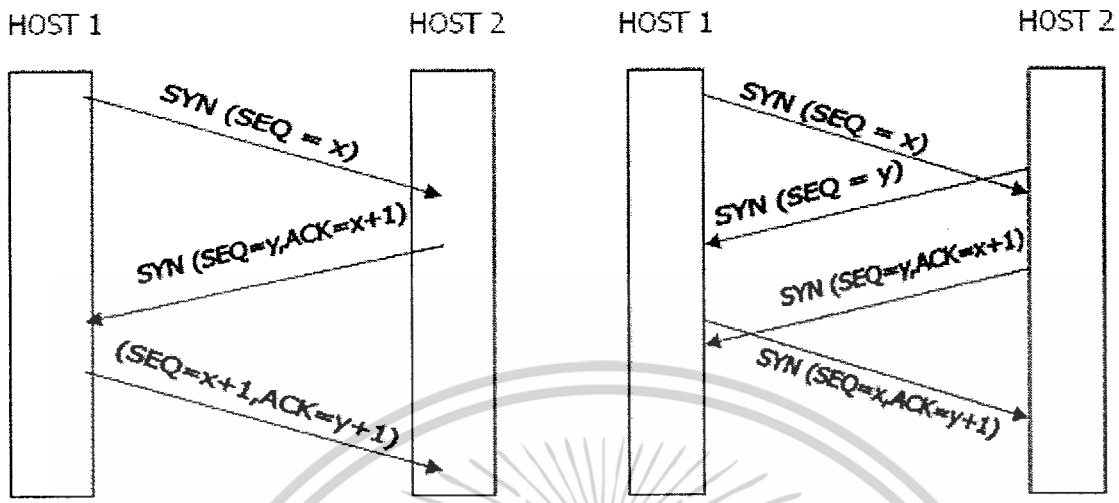
ตารางที่ 2.5 แสดงข้อมูลส่วน Flag Field

Type	Description
URG	ใช้บอกความหมายว่าเป็นข้อมูลด่วน และมีข้อมูลชนิดพิเศษมาด้วย (อยู่ใน Urgent pointer)
ACK	แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Acknowledge Number นำมาใช้งานได้
DSH	เป็นการแจ้งให้ผู้รับข้อมูลทราบว่าควรจะส่งข้อมูล Segment นี้ไปยัง Application ที่กำลังอยู่โดยเร็ว
RST	ยกเลิกการติดต่อ (reset) เนื่องจากในกรณีที่เกิดการสับสนขึ้นด้วยเหตุผลต่าง ๆ เช่น โฮสต์มีปัญหา ให้เริ่มต้นสื่อสารกันใหม่
SYN	ใช้ในการเริ่มต้นขอติดต่อกับปลายทาง
FIN	ใช้ส่งเพื่อแจ้งให้ปลายทางทราบว่ายุติการติดต่อ

Flag ในเฮดเดอร์ของ TCP มีความสำคัญในการกำหนดการทำงานของ TCP segment เนื่องจากข้อมูลในเฮดเดอร์ของ TCP จะมีข้อมูลครบถ้วนทั้งการรับและการส่งข้อมูล ซึ่งในการสทำงานแต่ละอย่างจะมีการใช้งานฟิลด์ไม่เหมือนกัน flag จะเป็นตัวกำหนดว่าให้ใช้งานฟิลด์ไหน เช่น ฟิลด์ Acknowledgment number จะไม่ถูกใช้ในขั้นตอนการเริ่มต้นการเชื่อมต่อ แต่จะมีข้อมูลในฟิลด์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่มีความหมายใดๆ ซึ่งถ้าไม่มี flag เป็นตัวกำหนดก็อาจจะมีการนำข้อมูลมาใช้ และก่อให้เกิดความผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104361

การสื่อสารของ TCP



รูปที่ 2.9 แสดงลำดับขั้นตอนการส่งส่วน TCP

เมื่อเซกเมนต์ CONNECT (SYN = "1" และ ACK = "0") เดินทางมาถึง Entity TCP ที่โฮสต์ปลายทางจะค้นหากระบวนการตามหมายเลขพอร์ตที่กำหนดในเขตข้อมูล Destination port ซึ่งถ้าหากไม่พบก็จะตอบปฏิเสธด้วยเซกเมนต์ที่มีRST="1"กลับไปยังผู้ส่ง

เซกเมนต์ CONNECT ของผู้ส่งจะถูกส่งต่อไปยังโพรเซส ตามพอร์ตที่ระบุซึ่งอาจจะตอบรับหรือตอบปฏิเสธก็ได้ ถ้าโพรเซสนั้นต้องการสื่อสารด้วยก็จะส่งเซกเมนต์ตอบรับกลับไป รูปที่ 2.9 แสดงลำดับขั้นตอนการส่งส่วนTCPในการสร้างการเชื่อมต่อในสภาวะปกติระหว่างผู้ส่งและผู้รับ

ในกรณีที่โฮสต์สองแห่งพยายามสร้างการเชื่อมต่อระหว่างซ็อคเก็ตคู่เดียวกันจะเกิดเป็นลำดับขั้นตอนแสดงในรูปที่ 2.9 ผลสุดท้ายจะมีการเชื่อมต่อเกิดขึ้นเพียงหนึ่งช่องทางเท่านั้น เนื่องจากการเชื่อมต่อในแต่ละช่องทางจะถูกกำหนดขึ้นโดยใช้หมายเลขซ็อคเก็ตผู้ส่งและผู้รับ ถ้าการเชื่อมต่อลำดับแรกสำเร็จก็จะถูกบันทึกไว้ในตารางการสื่อสาร เช่น (x, y) ถ้าการเชื่อมต่อลำดับที่สองสำเร็จในเวลาต่อมาข้อมูลนี้ก็จะถูกบันทึกไว้ที่เดียวกันคือ (x, y)

ขั้นตอนในการสร้างการเชื่อมต่อและการยกเลิกสามารถเขียนอธิบายด้วยไฟไนท์สเตทแมชชีนที่มีการทำงาน 11 สถานะ ในแต่ละสถานะจะมีเหตุการณ์บางอย่างที่เป็นไปได้ซึ่งจะได้รับการตอบสนองด้วยการกระทำที่เหมาะสม ในทางตรงกันข้าม เหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้จะกลายเป็นข้อผิดพลาดที่จะต้องรายงานให้ทราบ

การเชื่อมต่อเริ่มต้นจากสถานะ CLOSED เมื่อเรียกใช้บริการ LISTEN หรือ CONNECT ก็จะมีการเปลี่ยนสถานะไปจากเดิม และถ้าอีกฝ่ายต้องการเชื่อมต่อด้วย การเชื่อมต่อก็จะเกิดขึ้นและย้ายไปอยู่ใน

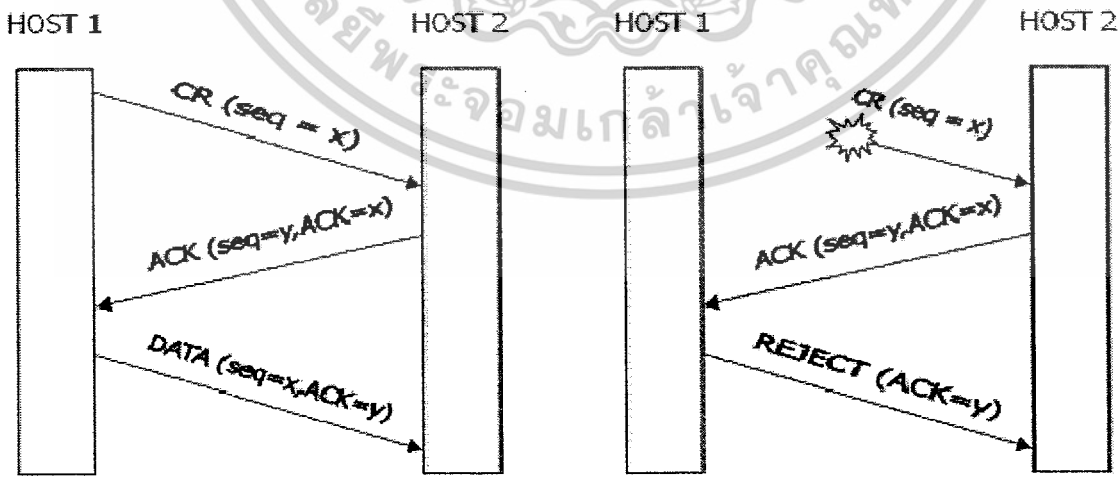
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะ ESTABLISHED คือการเชื่อมต่อสมบูรณ์ และเมื่อยกเลิกการติดต่อก็จะกลับไปสู่สถานะ CLOSED อย่างเดิม

การเริ่มต้นการสื่อสารของTCPโดยใช้การบันทึกเวลาแบบThree-wayhandshake

Three-way Handshake เป็นวิธีการส่งแพ็กเก็ตที่สามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องแพ็กเก็ตซ้ำซ้อนได้ดี แต่วิธีนี้จำเป็นจะต้องสร้างช่องสื่อสารให้ได้ก่อนที่จะเริ่มรับ-ส่งข้อมูล อย่างไรก็ตาม แพ็กเก็ตควบคุมที่ใช้ในการต่อรองค่าตัวแปรสำหรับการสื่อสารต่างๆ อาจเกิดการตกค้างอยู่ในระบบได้ ทำให้การกำหนดค่าหมายเลขลำดับมีปัญหาไปด้วย เช่นการสร้างช่องสื่อสารระหว่างโฮสต์1 และ โฮสต์2 เริ่มจาก โฮสต์1 ขอเริ่มการเชื่อต่อด้วยการส่งแพ็กเก็ต CR (Connection Request) ไปยังโฮสต์2 ซึ่งจะมีค่าตัวแปรต่างๆสำหรับการสื่อสารรวมทั้งหมายเลขลำดับและหมายเลขช่องสื่อสารไปด้วย ผู้รับคือโฮสต์2 ก็จะส่ง ACK (Acknowledge) กลับมายังโฮสต์1 แต่ถ้าแพ็กเก็ต จากผู้ส่งเกิดสูญหายระหว่างทางและสำเนาแพ็กเก็ตที่ยังตกค้างอยู่ระบบเกิดเดินทางไปถึงผู้รับในภายหลังก็จะทำให้การสร้างช่องสื่อสารใช้การไม่ได้เนื่องจากมีค่าตัวแปรต่างๆไม่ตรงกัน

การใช้ Three-way handshake เป็นการไม่บังคับให้ผู้ส่งและผู้รับข้อมูลจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นของหมายเลขลำดับเป็นเลขเดียวกัน ทำให้สามารถนำวิธีนี้มาใช้ร่วมกับวิธีการจัดจังหวะการทำงานให้พร้อมกัน (Synchronization) ในแบบต่างๆได้ แทนที่จะเป็นการใช้วิธีการบันทึกเวลา ดังรูปที่ 2.10 แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นการทำงานจากโฮสต์ 1 ไปยังโฮสต์ 2 สมมุติให้โฮสต์ 1 เลือกหมายเลขลำดับเป็น “x” และส่งแพ็กเก็ต CONNECTION REQUEST ไปยังโฮสต์ 2 โฮสต์ 2 ตอบรับด้วยแพ็กเก็ต CONNECTION ACCEPTED ซึ่งจะยอมรับหมายเลขลำดับ “x” พร้อมกับประกาศหมายเลขลำดับ “y” ที่เป็นของตนเอง จากนั้นโฮสต์ 1 ก็จะตอบรับค่าตัวเลือกของโฮสต์ 2 ผ่านทางเขตข้อมูลสำหรับการควบคุมในแพ็กเก็ตข้อมูลแรกที่ส่งมา



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการเริ่มต้นการทำงานจากโฮสต์ 1 ไปยังโฮสต์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่าได้เกิดปัญหาการสูญหายของแพ็กเก็ตในขณะที่สำเนาแพ็กเก็ตที่ค้างในระบบเดินทางไปถึงผู้รับแทน รูปที่ 2.10 แสดงเหตุการณ์ที่แพ็กเก็ตTPDU (ตัวแรกในรูป) เป็นสำเนาแพ็กเก็ตเก่าที่พึ่งจะเดินทางไปถึงโฮสต์ 2 โดยที่โฮสต์ 1 ไม่ทราบ โฮสต์ 2 ก็จะทำงานตามปกติคือจะตอบรับด้วยการส่งแพ็กเก็ต CONNECTION ACCEPTED TPDU กลับมา ที่โฮสต์ 1 ซึ่งโฮสต์1 จะสามารถตรวจสอบได้ว่าหมายเลขลำดับโฮสต์2 ตอบกลับมานั้นเป็นหมายเลขลำดับที่ได้เลิกใช้ไปแล้ว จึงมีการส่งแพ็กเก็ต REJECTกลับมายังโฮสต์ 2 เพื่อบอกยกเลิกการทำงาน จะเห็นว่าวิธีการนี้อาศัยการสื่อสารผ่านแพ็กเก็ต 3 ตัวซึ่งเป็นที่มาของคำว่า "การจับมือร่วมสามขั้นตอน" ผลสุดท้าย ทั้งโฮสต์ 1 และโฮสต์ 2 ก็จะไม่มีการสร้างช่องสื่อสารขึ้นมาจากข้อมูลในสำเนาแพ็กเก็ตเก่าแต่อย่างใด

2.1.7ชั้นสื่อสารการประยุกต์(ApplicationLayer)

มีโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน เรียกว่า TELNET โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และโปรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP โดยโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆก็ได้ โปรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา

2.1.8MACAddress

MAC Address เป็นตัวบ่งชี้ลักษณะเฉพาะของแต่ละ machine ดังนั้นจึงต้องเป็นค่าที่ไม่ซ้ำกัน (unique) MAC Address เป็นเลข 48 บิต โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดย 24 บิต แรกเป็นค่าที่แสดงถึงบริษัทที่ ผลิตการ์ดนั้น ๆส่วน 24 บิต หลังเป็น serial number ที่ทางบริษัทกำหนดให้ซึ่งแต่ละตัวต้องไม่ซ้ำกัน เราเรียกเลข 24 บิต นี้ว่า OUI (Organizationally Unique Identifier) ซึ่ง OUI จะใช้เพียง 22 บิต เท่านั้น ส่วนอีก 2 บิต ที่เหลือจะถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น โดย บิต หนึ่งจะใช้เพื่อแสดงว่า address นั้นเป็น broadcast/multicast address ส่วนอีก บิต หนึ่งนั้นไว้แสดงว่า adapter นั้นถูกกำหนด locally administered addressซึ่ง admin ของระบบจะทำการกำหนด MAC Address เพื่อความเหมาะสมของนโยบายระบบ เช่น MAC Address = 03 00 00 00 00 00 01 ซึ่งจะเห็นว่า ไบต์ แรก = 03 = 00000011 นั่นคือ ทั้ง 2 บิต ถูก set (reset = 0) ซึ่งเอาไว้กรณี multicast ให้ทุกเครื่องที่ run บนโปรโตคอล NetBEUI

2.1.9เครือข่ายEthernet

ระบบเครือข่าย Ethernet เป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่นหรือ LAN (Local Area Network) ประกอบ ด้วยส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ทำงานร่วมกันเพื่อการส่งถ่ายข้อมูลในระบบ Digital ระหว่างคอมพิวเตอร์ระบบที่ใช้ Ethernet นั้นเหมาะกับงานที่ต้องการรับส่ง/ข้อมูลในอัตราความเร็วสูงเป็นช่วงๆเป็นครั้งคราวการรับ/ส่งข้อมูลในเครือข่ายแบบ Ethernet แต่ละครั้งเป็นไปอย่างไม่มีวินัย นั่นคือเมื่อตรวจสอบแล้วว่าในขณะนั้นไม่มีเครื่องอื่นๆกำลังส่งข้อมูลแต่ละครื่องจะแย่งกันส่งข้อมูลออกมา โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องใดที่ส่งข้อมูลออกมาจะมีหน้าที่เฝ้าดูว่ามีเครื่องอื่นทำการส่งข้อมูลออกไปพร้อมกัน ด้วยหรือไม่ เพราะถ้าเกิดการส่งพร้อมกันแล้วจะก่อให้เกิดการชนกันของข้อมูลแต่ถ้าตรวจจับได้ว่ามีการชนกันขึ้นก็จะหยุดส่งแล้วรอคอยเป็นระยะเวลาสั้นๆก่อนจะทำการส่งข้อมูลออกไปอีกครั้งหนึ่ง เวลาที่ใช้ในการรอคอยนั้นเป็นค่าที่สุ่มขึ้นมาซึ่งมีความสั้นยาวต่างกันไปเทคนิคหลายอย่างเช่นที่นำมาใช้ในการรอคอยเพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันซ้ำสองหนึ่งในนั้นคือคำนวณการเพิ่มระยะเวลารอคอยแบบ Exponential ซึ่งมีชื่อ เรียกว่าCarrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) ระบบเครือข่าย Ethernet มีลักษณะพิเศษดังนี้

- เป็นระบบเครือข่ายที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลที่มีความเร็วตั้งแต่ 10 Mbps จนถึง 1,000 bps (1 Gbps)

- เป็นเครือข่ายที่มีขนาด Diameter ตั้งแต่ 205 เมตรจนถึง 4,000 เมตร

- ใช้โปรโตคอลการทำงานที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect) ซึ่งเป็นมาตรฐานของ IEEE802.3 นอกจากนี้ก็ยังมีมาตรฐาน IEEE802.3u สำหรับ 100 Mbps Fast Ethernet และ IEEE2.3 สำหรับ Gigabit Ethernet รวมทั้ง IEEE802.3ab สำหรับ Gigabit Ethernet ที่ใช้สายทองแดง

- หนึ่งเครือข่าย Ethernet สามารถมีอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น คอมพิวเตอร์ลูกข่าย อุปกรณ์ Repeater เป็นต้น ได้มากมายถึง 1,024 รายการหรือเรียกว่า Node

- เป็นระบบเครือข่ายที่มีการเชื่อมต่อในรูปแบบ Bus และ Star Topology

- อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาประหยัด

- มีความน่าเชื่อถือสูง โดยเฉพาะหากใช้สื่อที่เป็นสาย Optical Fiber มีเครื่องมือในรูปแบบของซอฟแวร์ที่ใช้บริหารจัดการเครือข่ายมากมายที่ทำงานภายใต้ SNMP (Simple Network Management Protocol)

2.1.10 ส่วนประกอบหลักที่สำคัญของเครือข่าย Ethernet

ระบบเครือข่าย Ethernet มีส่วนประกอบหลักซึ่งเมื่อทำงานด้วยกันแล้วก็จะเป็นเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพการทำงานสูงดังนี้

1. ตัวเฟรมเป็นชุดรูปแบบของบิตข้อมูลข่าวสารที่ใช้ส่งผ่านมาบนระบบ หากไม่มีเฟรมเราจะไม่สามารถสื่อสารข้อมูลบนเครือข่ายได้โดยเด็ดขาด การรับส่งข้อมูลข่าวสารบนเครือข่าย Ethernetจะต้องเป็นไปในรูปแบบเฟรมมาตรฐาน 2 แบบ และเป็นแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น (การ์ด LAN เป็นผู้สร้างเฟรมนี้ขึ้นมา)

2. ชุดโปรโตคอลที่ใช้ในการควบคุมการแอกเซสเข้าไปที่เครือข่าย (Media Access Control Protocol) ซึ่งประกอบด้วยชุดของกฎกติกาที่อยู่ใน Ethernet Interface (เช่นการ์ด LAN เป็นต้น) ซึ่งเป็นกฎมาตรฐานที่จะยอมให้คอมพิวเตอร์ต่างๆสามารถเข้ามาที่เครือข่ายและแบ่งใช้ทรัพยากรต่างๆบนเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์ที่ใช้รับส่งสัญญาณบนเครือข่าย (Signaling Components) ประกอบด้วยชุดของอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อและส่งสัญญาณเพื่อการรับส่งข้อมูลภายในเครือข่าย

4. สื่อที่ใช้ในการรับส่งสัญญาณข้อมูลบนเครือข่าย (Physical Medium) ประกอบด้วยสายสัญญาณรวมทั้งอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์อื่นๆที่จะช่วยในการนำพาข้อมูลข่าวสารต่างๆในรูปแบบ Digital วิ่งไปมาบนเครือข่าย

2.1.11 เฟรมบนระบบ Ethernet

หัวใจสำคัญของระบบ Ethernetได้แก่เฟรมข้อมูลทางข่าวสารและอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อสื่อสารบนเครือข่ายซึ่งได้แก่การ์ด Ethernet LANสายสัญญาณและอุปกรณ์เสริมอื่นๆที่จะช่วยนำพาข้อมูลในรูปแบบของบิตทาง Digital ที่เรียกว่าเฟรม วิ่งไปมาระหว่างคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย เฟรมข้อมูลสำหรับระบบ Ethernet ประกอบขึ้นด้วยกลุ่มของบิตที่เป็นข้อมูลและข่าวสารสำคัญ แบ่งออกเป็นขนาดสัดส่วนที่แน่นอนที่เรียกว่าช่อง Field

Preamble	SFD	FRAME (65-1518 Octets)

Destination Address 48 bits	Source Address 48 bits	Length 16 bits	Data 368 – 12000 bits	CRC 4 byte/ 32 bits

รูปที่ 2.11 ลักษณะโครงสร้างของเฟรมข้อมูล

จากรูปที่ 2.11 แสดงให้เห็นรูปแบบของเฟรมข้อมูลที่ใช้บน Ethernet ได้แก่ Ethernet Frameตามมาตรฐาน IEEE802.3 ส่วนรูปที่ 2.12 เป็น Ethernet II Frame ซึ่งทั้งสองเฟรมจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ทำให้เครือข่ายที่ใช้เฟรมแตกต่างกันนี้อาจไม่สามารถเข้ากันได้หมายความว่าระบบเครือข่าย Ethernetของท่านจะต้องเลือกใช้อุปกรณ์เครือข่ายที่คอยสนับสนุนเฟรมอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นแต่ก็เป็นเรื่องที่ดีที่ผู้ผลิตอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้เชื่อมต่อเครือข่าย Ethernet มีการใช้มาตรฐาน IEEE802.3 เป็นหลัก อย่างไรก็ดีมีผู้ที่ผลิตอุปกรณ์สนับสนุนเฟรมทั้งสองแบบในตัวเดียวกัน

Preamble	Destination MAC Address (6 Byte)	Source MAC Address (6 Byte)	Type (2 Byte)	Data Field (1500 Byte Max)	Frame Check Sequence (4 Byte)

รูปที่ 2.12 ลักษณะของ Ethernet II Frame

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟรมมาตรฐานของ IEEE802.3

ช่อง Preamble

ช่อง Preamble ประกอบด้วยบิตข่าวสารที่เป็นเลข 1 และ 0 สลับกัน และสิ้นสุดที่ 11 ซึ่งเป็นบิตที่ 63 และ64 เป็นบิตข่าวสารที่ยังไม่ใช่ข้อมูลจริงของผู้ส่ง Preamble ประกอบด้วยข่าวสารที่มีขนาด 7หรือ 8 ไบต์ จุดประสงค์ของข่าวสารนี้ก็เพื่อใช้สร้างจังหวะการรับข้อมูลให้แก่ผู้รับโดยที่ส่วนนี้จะไปถึงตัวผู้รับก่อนทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้รับสามารถปรับจังหวะความเร็วให้เข้ากับผู้ส่งได้(Synchronize)สำหรับเฟรมแบบ Ethernet II จะมีขนาด 8 ไบต์ และถ้าเป็นมาตรฐาน IEEE802.3 แล้ว ช่องนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. Preamble
2. Start of Frame Delimeter

จุดประสงค์อีกประการหนึ่งของ Preamble ได้แก่การทำให้แน่ใจว่าระยะเวลาความห่างระหว่างเฟรมที่ 1 กับเฟรมถัดมาจะมีความห่างอยู่ที่ 9.6 ไมโครวินาทีโดยมาตรฐาน ทั้งนี้ก็เพื่อการปฏิบัติการตรวจสอบความผิดพลาดและกู้สถานการณ์เมื่อเกิดปัญหา

Preamble	
10101010101010101010101010101010101011010101	10101010101011

รูปที่ 2.13 แสดงส่วนการทำงานของ Preamble

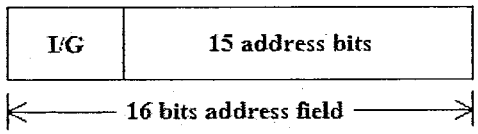
ช่อง Preamble รวมทั้ง Start of Frame Delimeter นี้จะถูกถอดออกไปเป็นอันดับแรกหลังจากคอมพิวเตอร์ของผู้รับได้เฟรมข้อมูลนี้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยการ์ด LAN ของผู้รับจะทำการตรวจสอบว่าจำนวนบิตในช่องPreambleมีครบ 64 บิตหรือไม่ หากไม่ครบก็แสดงว่าเป็นเฟรมที่ไม่สมบูรณ์ โดยอาจเป็นเฟรมที่หลงเหลือมาจากการชนกับเครือข่ายก็ได้ ลักษณะเช่นนี้ การ์ด LAN ของผู้รับจะปฏิเสธที่จะรับและโยนทิ้ง (Frame Drop) ในทันที

ช่อง Destination Address

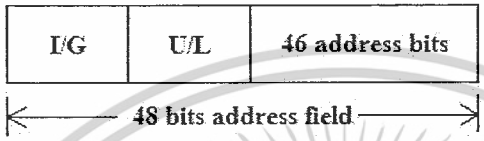
ในช่อง Destination Addressประกอบด้วยข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับแอดเดรสหรือที่อยู่ของผู้รับปลายทาง ช่องนี้ถูกแบ่งออกเป็นช่องย่อยๆที่เรียกว่า Sub-fields ซึ่งเก็บข้อมูลข่าวสารที่ใช้ดูแลการทำงานของเครือข่ายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแอดเดรสที่ปรากฏอยู่ในช่องนี้ไม่ว่าช่องแอดเดรสนี้จะมีแอดเดรสที่ถูกเจาะจงเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มของผู้รับก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ช่องข่าวสารขนาด 2 ไบต์



ข. ช่องข่าวสารขนาด 6 ไบต์



หมายเหตุ

หากค่าบิตในช่องย่อย I/G มีค่าเป็น "0" ก็หมายถึงแอดเดรสที่ระบุตัวคอมพิวเตอร์ผู้รับอย่างเฉพาะเจาะจงแต่ถ้ามีค่าเป็น "1" ก็หมายถึงคอมพิวเตอร์ที่ระบุแอดเดรสเป็นกลุ่ม ไม่เจาะจงเครื่องใดเครื่องหนึ่ง

หากค่าบิตในช่อง U/L มีค่าเป็น "0" ก็หมายความว่าแอดเดรสนี้ถูกกำหนดมาตรฐานโดย IEEE และถ้ามีค่าเป็น "1" ก็จะหมายถึงเป็นแอดเดรสมาตรฐานเฉพาะองค์กรที่ระบุมาตรฐานในซอฟต์แวร์ซึ่งแอดเดรสมาตรฐานที่เราใช้กันอยู่ทุกวันนี้ถูกควบคุมโดย IEEE

จากกรอบแผนผังในข้อ ก. และข้อ ข. เป็นการแสดงรูปภาพในช่องย่อยๆของ Destination Address ซึ่งมีทั้งแบบขนาด 2ไบต์สำหรับเฟรมแบบ IEEE802.3 เท่านั้น ส่วนแบบ 6ไบต์สำหรับเฟรมแบบ Ethernet และ IEEE802.3 ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ช่องย่อยใน Destination Address ทั้งแบบ2 ไบต์และ 6 ไบต์ อย่างใดอย่างหนึ่งและเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้เป็นแบบ IEEE802.3 ดังนั้นทุกสถานีเครือข่ายทุกเครื่องจะต้องใช้โครงสร้างการอ้างอิงแอดเดรสแบบเดียวกันเสมอ เช่นหากเลือกใช้แบบ 2 ไบต์ก็หมายความว่าคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายจะต้องใช้แบบ 2 ไบต์ทั้งหมด

ทุกวันนี้เครือข่ายเกือบทั้งหมดใช้มาตรฐานแบบ 6 ไบต์เพื่อการอ้างอิงแอดเดรสถึงกัน แต่ก็ยังร่วมช่องขนาด 2 ไบต์นี้เข้าไปเป็นทางเลือกอีกด้วย

ช่อง I/G

มีการจัดตั้งค่าบิตขึ้นในช่องนี้โดยการ์ด LAN ซึ่งหากค่านี้ถูกตั้งค่าไว้ที่ "0"ก็แสดงว่าตัวแอดเดรสที่ระบุอยู่ในช่อง Destination Address นั้นเป็นแอดเดรสที่ระบุตัวคอมพิวเตอร์ผู้รับแบบเฉพาะเจาะจง แต่ถ้าถูกตั้งค่าเป็น "1"ก็แสดงว่าแอดเดรสในช่อง Destination Address นี้เป็นแอดเดรสที่ใช้ติดต่อผู้รับที่เป็นกลุ่มคอมพิวเตอร์ทั้งหลาย เราเรียก Group Address ตัวอย่างของ Group Address ได้แก่ "FFFFFFFFFFFF" ซึ่งถือว่าเป็น Broadcasting Address หรือแอดเดรสที่ไม่เจาะจงผู้รับ โดยผู้รับเป็นกลุ่มหรือทั้งหมดก็สามารถรับข้อมูลข่าวสารนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องย่อย U/L

ช่องย่อย U/L มีไว้สำหรับช่องขนาด 6 ไบต์เท่านั้น ค่าที่ถูกตั้งไว้ในช่องย่อยนี้เป็นการบ่งบอกให้ทราบว่าแอดเดรสที่ปรากฏอยู่ในช่อง Destination Address นี้เป็นแอดเดรสที่ถูกกำหนดมาตรฐานโดย IEEE หรือองค์กรอย่างเฉพาะเจาะจง

ช่อง Source Address

สำหรับช่อง Source Address นี้มีไว้เพื่อแสดงตัวสถานีเครือข่ายต้นทางที่เป็นต้นทางส่งข้อมูลข่าวสารเข้ามาและเช่นเดียวกับช่อง Destination Address กล่าวคือ ช่อง Source Address สามารถมีช่องย่อยได้ทั้งแบบ 2 ไบต์หรือ 6 ไบต์อย่างใดอย่างหนึ่ง

ช่องย่อย Source Address แบบ 2 ไบต์ใช้กับมาตรฐาน IEEE802.3 และต้องใช้แอดเดรสปลายทางขนาด 2ไบต์เท่านั้น รวมทั้งทุกสถานีลูกข่ายจะต้องใช้ช่องแอดเดรสขนาด 2 ไบต์ส่วนช่องย่อยขนาด 6 ไบต์ สามารถใช้ได้ทั้งมาตรฐาน Ethernet ทั่วไปและ IEEE802.3 และเมื่อมีการเลือกใช้ช่องย่อย 6 ไบต์ก็จะมีการกำหนดให้ 3 ไบต์แรกเป็นแอดเดรสที่ IEEE กำหนดให้ผู้ผลิตต่างๆซึ่งแอดเดรสนี้จะถูกฝังตัวอยู่ในไมโครชิป บนการ์ด LAN ส่วนที่เหลืออีก 3 ไบต์ก็จะเป็นแอดเดรสที่ผู้ผลิตการ์ด LAN แต่ละแห่งนำไปกำหนดกันเองต่อไป

Source Address จะเป็นตัวแสดงสถานีเครือข่ายมีรหัสผู้ผลิตการ์ดแลนแตกต่างกันออกไป ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงตัวอย่าง Source Address ของผู้ผลิต

ผู้ผลิตการ์ด LAN	รหัสผู้ผลิตขนาด 3 ไบต์
Cisco	00-00-0C
Cabletron	00-00-1D
Intel	00-AA-00
3 Com	02-60-8C
Hewlett Packard	08-00-09
Sun	08-00-20
DEC	08-00-2B
Shiva	00-80-D
Xerox	00-00-AA
IBM	08-00-5A

ช่อง แสดง TYPE

ช่องแสดง Type มีขนาด 2 ไบต์ ใช้กับ Ethernet Frame เท่านั้น โดยช่องนี้ใช้เพื่อแสดงว่าโปรโตคอลการทำงานของเฟรมนี้เป็นแบบใด จุดประสงค์คือเพื่อต้องการให้ทราบว่าข้อมูลที่อยู่ในเฟรมนี้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำงานภายใต้โปรโตคอลใด ซึ่งผู้รับจะได้เตรียมการแปลความหมายที่อยู่ในช่องข้อมูล (Data Field) ได้ถูกต้อง

ภายใต้ระบบเครือข่าย Ethernet เราสามารถใช้โปรโตคอลได้หลายตัวพร้อมกันบนเครือข่าย LAN และบริษัท XEROX ทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการกำหนดพิกัดระยะของแอดเดรสที่เป็นลิขสิทธิ์ให้แก่ผู้ผลิตการ์ด LAN ต่างๆรวมทั้งการกำหนดค่าที่ใช้แสดงแทนโปรโตคอลที่ใช้ในช่อง Type แห่งนี้

ค่า Type เป็นค่าที่ใช้กับ Ethernet Frame เพื่อที่แสดงว่าการทำงานของเฟรมเป็นแบบใดมีค่าแสดงรหัสในช่อง Type ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงรหัสที่ใช้แสดงโปรโตรคอลในช่อง Type

โปรโตรคอลที่ใช้	ค่าที่เป็นรหัสแบบเลขฐาน 16
IP	0800
X.75 Internet	0801
X.25 Level 3	0805
Address Resolution Protocol (ARP)	0806
Banyan Systems	0BAD
BBN Simnet	5208
DEC MOP Dump/Load	6001
DEC MOP Remote Console	6002
DEC DECNET Phase IV Route	6003
DEC LAT	6004
DEC Diagnostic Protocol	6005
DEC LANBridge	8038
DEC Ethernet Encryption	803D
Apple Talk	809B
IBM SNA Service on Ethernet	80D5
Apple Talk ARP	80F3
NetWare IPX/SPX	8137
SNMP	8147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่อง TYPE

ช่องนี้มีขนาดความยาวเพียง 2 ไบต์ใช้ได้กับเฟรมมาตรฐาน IEEE802.3 เท่านั้นเป็นช่องที่ใช้แสดงขนาดจำนวนของไบต์ที่มีปรากฏอยู่ในช่อง Data

ภายใต้มาตรฐาน Ethernet และ IEEE802.3 ขนาดของเฟรมจะมีขนาดเล็กที่สุดไม่ต่ำกว่า 64 ไบต์ นับตั้งแต่ชุดแรกสุดคือ Preamble จนถึงช่องสุดท้ายได้แก่ FCS และการกำหนดให้มีขนาดเล็กที่สุดไม่น้อยกว่า 64ไบต์นี้จุดประสงค์ก็เพื่อให้แน่ใจว่าช่วงระยะการส่งข้อมูลมีมากพอที่จะทำให้การ์ด LAN สามารถตรวจพบการเกิด การชนกันของข้อมูลบนสายสัญญาณที่มีขนาดความยาวที่สุดของเครือข่าย หากขนาดเฟรมเล็กกว่า 64 ไบต์ก็อาจเกิดปัญหาการชนกันของข้อมูล ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาบนเครือข่ายได้

บนพื้นฐานของเฟรมขนาดเล็กที่สุดคือ 64 ไบต์ และมีการใช้ช่องแอดเดรสขนาด 2 ไบต์หมายความว่าช่องสำหรับ Data จะต้องมีขนาดเล็กสุดไม่ต่ำกว่า 46 ไบต์ (เมื่อหักขนาดและจำนวนช่อง ต่างๆ ออกไปหมดแล้ว)เมื่อใดที่ข้อมูลมีขนาดเล็กกว่า 46 ไบต์ช่องของ Data ที่อยู่ในเฟรมจะถูกใส่ค่าเพิ่มให้ได้อย่างน้อยเป็น 46 ไบต์

ช่อง Data (Data Field)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าช่องของ Data อย่างน้อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 46 ไบต์ เพื่อให้แน่ใจว่าเฟรมมีขนาดไม่ต่ำกว่า 64 ไบต์ซึ่งหมายความว่าการแพร่ข้อมูลขนาดหนึ่งไม่ว่า 1 หรือ 10 ไบต์ก็ตามต้องมาจาก 46ไบต์นี้แต่ถ้าข้อมูลในช่องนี้เล็กกว่า 46 ไบต์ จะต้องมีการเพิ่มไบต์ลงไปอีกเพื่อให้ได้ขนาด 46 ไบต์ขนาดของข้อมูลที่อยู่ใน Data จะต้องมีขนาดสูงสุดไม่เกิน 1,500 ไบต์ช่องตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลในเฟรม (Frame Check Sequence)

ช่อง Frame Check Sequence

ใช้ได้ในเฟรมมาตรฐานทั้ง Ethernet และ IEEE802.3 เป็นช่องที่ประกอบด้วยข้อมูลที่ใช้เป็นกลไกในการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลภายในเฟรม

หลักการทำงานมีอยู่ว่าก่อนที่เครื่องผู้ส่งจะส่งข้อมูลออกไปที่เครือข่าย การ์ด LAN จะคำนวณค่าต่างๆในช่องต่างๆซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ช่อง Address ต่างๆของtype และช่อง Length รวมทั้งช่อง Data การคำนวณค่าแบบนี้เรียกว่า Cyclic Redundancy Check (CRC) ซึ่งหลังจากที่ได้คำนวณค่าเสร็จสิ้นแล้ว ผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีขนาด 4 ไบต์จะถูกนำไปใส่ไว้ในช่อง Frame Check Sequence แห่งนี้

เมื่อเฟรมถูกส่งมาถึงผู้รับแล้ว ตัวการ์ด LAN ของผู้รับจะทำการตรวจสอบค่าที่อยู่ในช่อง Preamble เพื่อดูว่ามีความถูกต้องหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าเฟรมที่ทำการตรวจสอบอยู่นี้ไม่ได้เป็นเฟรมที่เหลือรอดจากการชนกันของสัญญาณในเครือข่ายและหาก Preambleไม่มีปัญหาเรื่องความถูกต้องก็จะมีการคำนวณค่าที่อยู่ในช่อง Frame Check Sequence ต่อไป หากมีความผิดพลาดกล่าวคือค่าที่ได้ไม่ต้องกับค่าที่ได้จากการที่คำนวณได้จากต้นทางแสดงว่าเป็นเฟรมที่มีปัญหา ซึ่งก็มักเป็นปัญหาจากสายสัญญาณ รวมทั้งสัญญาณรบกวน ซึ่งในที่สุดการ์ด LAN ก็จะปฏิเสธที่จะรับเฟรมที่เข้ามานี้ในที่สุด

ข้อกำหนดเกี่ยวกับขนาดของ Data Frame

ขนาดของ Data Frame มีมาตรฐานดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขนาดเล็กที่สุด ต้องไม่น้อยกว่า 64 ไบต์ โดยมี 12 ไบต์สำหรับแอดเดรส 2 ไบต์สำหรับช่อง Length 46 ไบต์สำหรับเก็บข้อมูล และ 4 ไบต์สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดข้อมูล หรือ Frame Check Sequence
- ขนาดใหญ่ที่สุด ต้องไม่เกิน 1,518 ไบต์ โดยแบ่งออกเป็น 12 ไบต์สำหรับแอดเดรส 2 ไบต์สำหรับ Length 1,500 ไบต์สำหรับข้อมูล และ 4 ไบต์สำหรับช่องตรวจสอบความผิดพลาดข้อมูล
- เฟรมที่มีขนาดเล็กที่สุด 64 ไบต์นี้เทียบกับ 512 บิต (Bit/Byte) โดยที่ระบบ Ethernet มีค่า Bit Time อยู่ที่ 0.1 ไมโครวินาที (Bit Time เป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลขนาด 1 บิต) ดังนั้นการส่งข้อมูลขนาดเล็กที่สุดคือ 64 ไบต์จะต้องใช้เวลาอยู่ที่ 51.2 ไมโครวินาที

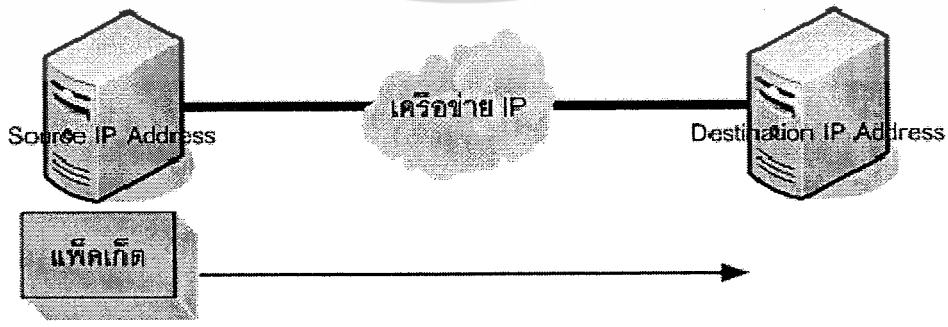
2.2 VOICE OVER IP

เมื่ออินเทอร์เน็ตมีบทบาทกับชีวิตประจำวันมากขึ้นและใช้งานกันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งความจำเป็นที่จะต้องแบ่งข้อมูลหรือจะต้องใช้ข้อมูลร่วมกันระหว่างสำนักงาน ความต้องการประยุกต์แบบใหม่ ๆ บนอินเทอร์เน็ตจึงได้รับการพัฒนาเพื่อรองรับการสื่อสารรูปแบบต่าง ๆ เช่น การใช้โทรศัพท์บนเครือข่าย การติดต่อด้วยเสียง ระบบวิดีโอการประชุมภาพเคลื่อนไหว การกระจายสัญญาณเสียงหรือภาพบนเครือข่าย และสิ่งหนึ่งที่มีการพัฒนาการ คือระบบการสื่อสารด้วยเสียงผ่านเครือข่าย IP จนสามารถใช้งานได้ดีขึ้นเพื่อได้รับประโยชน์มากที่สุดและมีความสะดวกมากขึ้น

2.2.1 หลักการพื้นฐานของเครือข่ายไอพี

เครือข่ายไอพี (Internet Protocol) มีพัฒนาการมาจากรากฐานระบบการสื่อสารแบบแพ็กเก็ต โดยระบบมีการกำหนดแอดเดรส ที่เรียกว่า ไอพีแอดเดรส จากไอพีแอดเดรสหนึ่ง ถ้าต้องการส่งข่าวสารไปยังอีกไอพีแอดเดรสหนึ่ง ใช้หลักการบรรจุข้อมูลใส่ในแพ็กเก็ตแล้วส่งไปในเครือข่าย ระบบการจัดส่งแพ็กเก็ตกระทำด้วยอุปกรณ์สื่อสารจำพวกเราเตอร์ มีหลักพื้นฐานการส่งแบบไปรษณีย์สมัยเก่า บางที่เราจึงเรียกการส่งแบบนี้ว่า ดาต้าแกรม

การสื่อสารแบบไอพีแพ็กเก็ต จะเป็นการส่งแพ็กเก็ตเข้าไปในเครือข่าย โดยไม่มีการประกันว่าแพ็กเก็ตนั้นจะถึงปลายทางเมื่อใด ดังนั้นรูปแบบของเครือข่ายไอพีจึงไม่เหมาะสมกับการสื่อสารแบบต่อเนื่อง เช่น ส่งเสียง หรือวิดีโอ



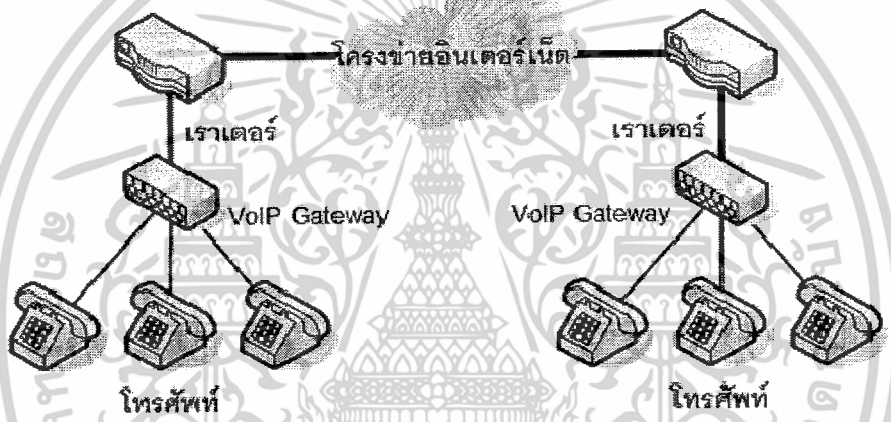
รูปที่ 2.14 การสื่อสารแบบไอพีแพ็กเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อจะส่งสัญญาณเสียง

เมื่อมีเครือข่ายไอพีกว้างขวางและเชื่อมโยงกันมากขึ้น ความต้องการส่งสัญญาณข้อมูลเสียงที่ได้คุณภาพก็เกิดขึ้น สิ่งที่สำคัญ คือระบบประกันคุณภาพการสื่อสาร โดยจัดลำดับความสำคัญ หรือจองช่องสัญญาณไว้ให้ก่อน ระบบการสื่อสารในรูปแบบใหม่นี้ จะต้องกระทำโดยเราเตอร์ ดังรูปที่ 2.15

การส่งเสียงบนเครือข่ายไอพี หรือเรียกว่า VoIP-Voice over IP หรือที่เรียกกันว่า "VoIP Gateway" เป็นระบบที่แปลงสัญญาณเสียงในรูปของสัญญาณไฟฟ้ามาเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลคือข้อมูลเสียงมาบีบอัดและบรรจุลงเป็นแพ็กเก็ต ไอพี (IP) แล้วส่งไปโดยที่เราเตอร์ (Router) มีวิธีการปรับตัวเพื่อรับสัญญาณแพ็กเก็ต และยังแก้ปัญหาบางอย่างให้ เช่น การบีบอัดสัญญาณเสียง ให้มีขนาดเล็กลง การแก้ปัญหาเมื่อมีบางแพ็กเก็ตสูญหาย หรือได้มาล่าช้า (delay)



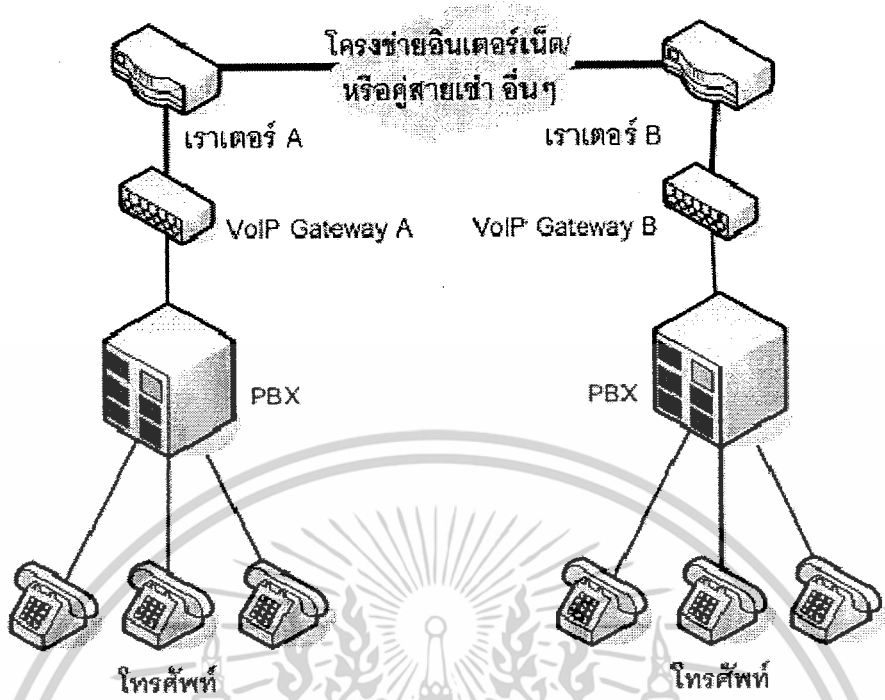
รูปที่ 2.15 การส่งเสียงบนเครือข่ายไอพี

ระบบ VoIP เป็นระบบที่นำสัญญาณเสียงที่ผ่านการดิจิไตซ์ โดยหนึ่งช่องเสียงเมื่อแปลงเป็นข้อมูลจะมีขนาด 64 กิโลบิตต่อวินาที การนำข้อมูลเสียงขนาด 64 Kbps นี้ ต้องนำมาบีบอัด โดยทั่วไปจะเหลือประมาณ 8-10 Kbps ต่อช่องสัญญาณเสียงแล้วจึงบรรจุลงในไอพีแพ็กเก็ต เพื่อส่งผ่านทางเครือข่ายไอพี

การสื่อสารผ่านทางเครือข่ายไอพีต้องมีเราเตอร์ (Router) ที่ทำหน้าที่พิเศษเพื่อประกันคุณภาพช่องสัญญาณไอพีนี้ เพื่อให้ข้อมูลไปถึงปลายทางหรือกลับมาได้อย่างถูกต้อง และอาจมีการให้สิทธิพิเศษก่อนแพ็กเก็ตไอพีอื่น (Quality of Service: QoS) เพื่อการให้บริการที่ทำให้เสียงมีคุณภาพ

จากระบบดังกล่าวนี้เอง จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบเชื่อมโยงเครือข่ายโทรศัพท์ระหว่างสำนักงานดังแสดงในรูปที่ 2.16 โดยแต่ละสำนักงานสามารถ ใช้ระบบสื่อสารโทรศัพท์ผ่านทางเครือข่ายไอพี (VoIP) รวมถึงยังสามารถรับส่งข้อมูล (data) ไปพร้อมๆ กันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การใช้งานระหว่างสำนักงาน

ด้วยวิธีการสื่อสารแบบ VoIP จึงทำให้ระบบโทรศัพท์ที่เป็นตู้ชุมสายภายในขององค์กร สามารถเชื่อมถึงกันผ่านทางเครือข่ายไอพี การสื่อสารแบบนี้ทำให้สามารถใช้โทรศัพท์ข้ามถึงกันได้ในลักษณะ PBX กับ PBX และทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มาก

2.2.2 กระบวนการทำงานของ VoIP

เมื่อมีการรับสัญญาณเสียงเข้ามาในตอนแรกนั้นจะต้องมีการแปลงสัญญาณเสียงที่เป็นรูปแบบของสัญญาณอนาลอก ให้เป็นรูปแบบดิจิตอล (Analog to Digital : A/D) เสียก่อน แล้วจึงทำการแบ่งและจัดรูปของสัญญาณดิจิตอลนั้นขึ้นมาใหม่ให้อยู่ในรูปของเฟรม หลังจากนั้นจะทำการแปลงเฟรมให้อยู่ในรูป packetโดยมีการเพิ่มHeader เข้าไปใน packet และหลังจากที่ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ packet เรียบร้อยแล้วก็จะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่า IP Address ปลายทางต่อจากนั้นจึงทำการส่งข้อมูล และเมื่อทางปลายทางได้รับข้อมูลแล้วนั้นก็จะทำการนำ packetนั้นมาแยก Header ออกเพื่อให้เหลือเพียง Voice Frame เท่านั้น หลังจากนั้นจึงทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลนี้กลับมาเป็นสัญญาณอนาลอก (Digital to Analog : D/A) เพื่อให้ได้ยินอีกครั้งดังแสดงในรูปที่ 2.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Analog to Digital (A/D)

IP UDP RTP 0110111000101001000101011011001001101001001

Framing Process

0110111000101001000101011011001001101001001

การเพิ่ม Header และ IP Address

Digital to Analog (D/A)

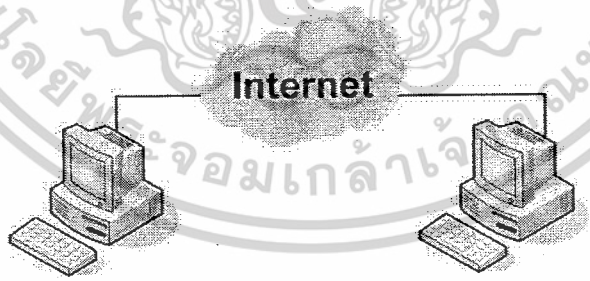
รูปที่ 2.17 การแปลงสัญญาณดิจิตอลกลับมาเป็นสัญญาณอนาลอก

2.2.3 รูปแบบการใช้งานของ VOIP

สามารถแบ่งได้ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ (PC-to-PC)

คอมพิวเตอร์ มีการติดตั้ง Sound card และไมโครโฟน ที่เชื่อมต่ออยู่กับเครือข่าย IP การประยุกต์ใช้ PC และ IP-enabled telephones สามารถสื่อสารกันได้แบบจุดต่อจุด หรือ แบบจุดต่อหลายจุด โดยอาศัย software ทางด้าน IP telephony ดังรูปที่ 2.18

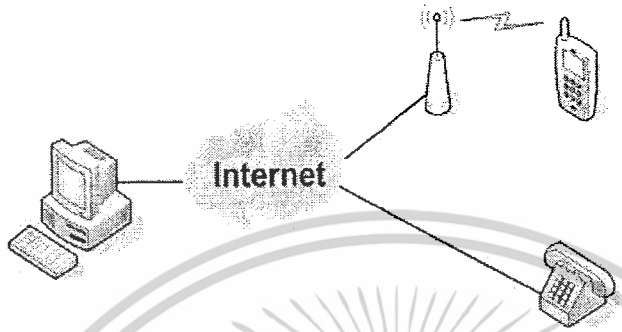


รูปที่ 2.18 การใช้งาน VoIP แบบ PC-to-PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากเครื่องคอมพิวเตอร์สู่เครื่องโทรศัพท์ (PC-to-Phone)

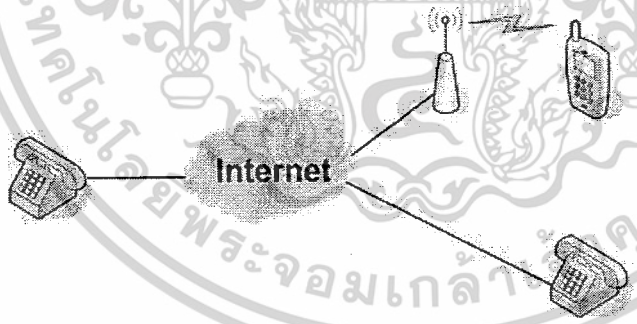
เป็นการเชื่อมเครือข่ายโทรศัพท์เข้ากับ เครือข่าย IP ทำให้โดยอาศัย Voice trunks ที่สนับสนุน voicepacket ทำให้สามารถใช้ PC ติดต่อกับ โทรศัพท์ระบบปกติได้ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.19 การใช้งานแบบ PC-to-Phone

3.จากเครื่องโทรศัพท์สู่เครื่องโทรศัพท์ (Phone-to-Phone)

เป็นการใช้โทรศัพท์ธรรมดา ติดต่อกับโทรศัพท์ธรรมดา แต่ในกรณีนี้จริงๆแล้วประกอบด้วยขั้นตอนการส่งเสียงบนเครือข่าย Packet ประเภทต่างๆซึ่งการใช้โทรศัพท์ร่วมกับเครือข่ายข้อมูลจำเป็นต้องใช้ VoIP gateway ดังรูปที่ 2.20



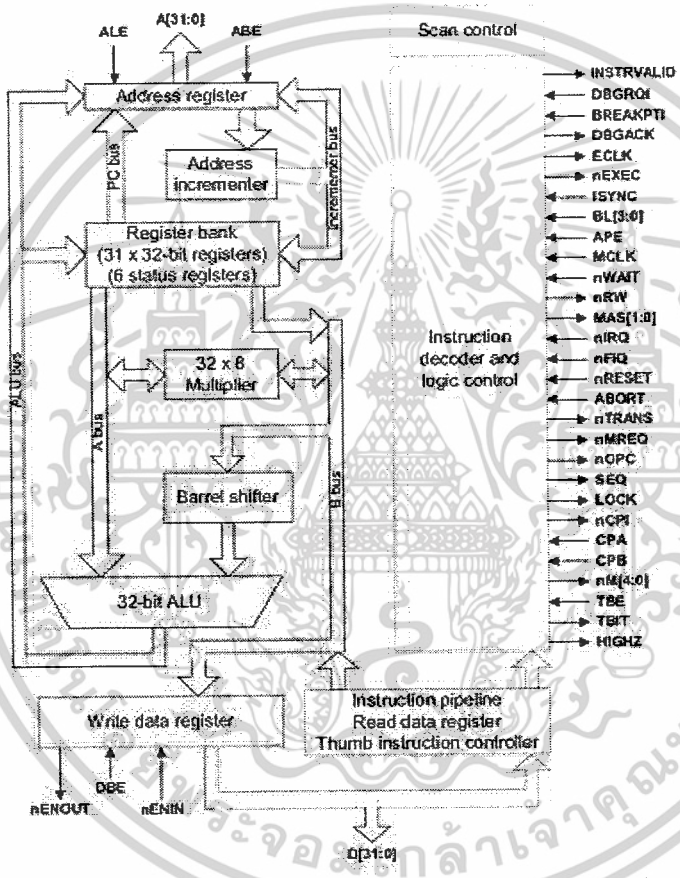
รูปที่ 2.20 การใช้งานแบบ Phone-to-Phone

2.3 สถาปัตยกรรมของ CPU ARM 7

สถาปัตยกรมของ ARM7 ดังรูปที่ 2.21 เป็นซีพียูแบบ RISC ขนาด 32 บิต ภายในมีบัสขนาด 32 บิต คำสั่งจะมีขนาด 32 บิตคงที่ ในขณะที่ข้อมูล สามารถเลือกได้ว่าจะมีขนาด 8,16 หรือ 32 บิต สถาปัตยกรรมของ ARM7 จะเป็นแบบ load-and-store ในการประมวลผลข้อมูลใดๆ ต้องทำผ่านทางรีจีสเตอร์ เริ่มต้นด้วยการโหลดค่าจากหน่วยความจำ รีจีสเตอร์นำค่ามาประมวลผล เสร็จแล้วจะเขียนค่าเก็บในหน่วยความจำดังเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจีสเตอร์ของ ARM7 ที่ใช้งานได้สำหรับผู้ใช้ทั้งหมด 16 ตัวคือ RO-R15 โดยทุกตัวมีขนาด 32 บิต โดย RO-R12 เป็นรีจีสเตอร์ทั่วไปที่ไม่ได้กำหนดหน้าที่การทำงานพิเศษ ส่วน R12 ทำหน้าที่เป็น stack pointer (SP) R14 ทำหน้าที่เป็น link register (LR) และ R15 ทำหน้าที่เป็น program pointer (PC) ในการติดต่อกับอุปกรณ์รอบข้างเช่น GPIO, I^2C,SPI,UART ฯลฯ จะติดต่อกับหน่วยความจำจำนวน 32 เส้น ทำให้สามารถอ้างหน่วยความจำได้ถึง 4GB ตัวแกนหลักของ ARM7 จะมีสถาปัตยกรรมแบบ Von Neumann ที่ใช้บัสขนาด 32 บิตชุดเดียวกันสำหรับตัวคำสั่งของโปรแกรม และข้อมูลโดยมีแค่คำสั่ง load , store และ swap เท่านั้น ที่ใช้ในการเรียกข้อมูลที่เก็บในหน่วยความจำ



รูปที่ 2.21 แสดง CPU ARM7

2.3.1 ARM7 TDMI

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM7 ที่ภายในมีแกนกลางเป็นซีพียู ARM7 ที่เพิ่มความสามารถอีก 4 ประเภท ที่นำตัวอักษรมาเขียนเป็นชื่อย่อได้แก่

T: สนับสนุนคำสั่ง 16 บิตที่มีชื่อว่า Thumb instruction set

D: สนับสนุนการดีบัก (debug)

M: สนับสนุนการคูณแบบยาว (long multiplies)

I: มีโมดูล Embedded ICE เพื่อสนับสนุนการดีบักภายในซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thumb mode (T)

ชุดคำสั่งของ ARM มีขนาด 32 บิตในซีพียู ARM7TDMI จะสนับสนุนชุดคำสั่งประเภทที่สองที่บีบอัดคำสั่งให้มีขนาด 16 บิต เรียกว่า Thumb instruction set เมื่อทำงานในโหมดนี้จะทำงานกับหน่วยความจำขนาด 16 บิตได้เร็วขึ้น และบีบอัดโปรแกรมให้มีขนาดเล็กลงทำให้สามารถนำ ARM7TDMI ไปใช้งานกับสมองกลฝังตัวได้ดี

อย่างไรก็ตาม Thumb mode มีข้อจำกัดคือ เมื่อใช้กับงานประเภทเดียวกันจะใช้จำนวนคำสั่งมากกว่าโหมด 32 บิต ทำให้ทำงานช้ากว่า ดังนั้นสำหรับงานความเร็วสูงยังคงต้องใช้โหมด 32 บิตปกติ

ประการที่สองใน Thumb instruction set ไม่มีคำสั่งที่จำเป็นสำหรับจัดการกับเอ็กเซบชั่น (exception handling)

Long multiplies (M)

ในชุดคำสั่งของ ARM7TDMI มีการเพิ่มคำสั่งพิเศษอีก 4 คำสั่งที่สามารถคูณเลขขนาด 32 x 32บิตได้ผลลัพธ์เป็น 64 บิต และการคูณสะสมค่า (multiplication accumulation: MAC) โดยสามารถคูณข้อมูลขนาด32 x 32 บิตจำนวนหลายชุดได้ผลลัพธ์เป็น 64 บิต ทำให้สามารถทำการคำนวณคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ชิปประมวลผลสัญญาณดิจิตัล (Digital Signal Processor: DSP) ช่วย

Debugging (D)

ภายในมีส่วนขยายของฮาร์ดแวร์เพื่อรองรับการดีบักโปรแกรมได้ในขณะที่ทำงาน ซึ่งทำงานกับพอร์ต JTAG และ TAG controller

Embedded ICE (I)

ส่วนของ Embedded ICE ช่วยเพิ่มฟังก์ชั่นการทำการการดีบักโปรแกรม และภายในโมดูลนี้มีเบรกพอยต์ และวอทช์พอยต์รีจิสเตอร์ทำให้สามารถพักการทำงานของโปรแกรมเพื่อดีบักการทำงาน เราสามารถควบคุมรีจิสเตอร์เหล่านี้ผ่านทาง JTAG test port และ ซอร์ฟแวร์ดีบักกิ้งทูลส์ที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อพบเบรกพอยต์หรือวอทช์พอยต์ ตัวซีพียูจะหยุดการทำงานและเข้าสู่สถานะดีบัก เมื่ออยู่ในสถานะดีบักจะสามารถดูค่าของรีจิสเตอร์หรือค่าของหน่วยความจำทั้งแบบ Flash/EEPROM, SRAM และค่าของรีจิสเตอร์ที่จัดเทียบตำแหน่งกับหน่วยความจำ (Memory Mapped Registers)

2.3.2 ARM 7 ตระกูล LPC 2368

ARM 7 LPC 2368 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรนเลอร์ตระกูล ARM7TDMI-S COREซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ 16/32-Bit ขนาด 100 Pin(LQFP) แบบใช้พลังงานต่ำเป็น MCU ประจำบอร์ดซึ่งบอร์ดนี้เลือกใช้ MCU เบอร์ LPC2368 ของ Philips (NXP) โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องของการจัดวางอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน และ ศึกษาทดลอง ขั้นพื้นฐานรวมไว้อย่างครบถ้วน เช่น LED แสดงสถานะของ Output Logic และ Push Button Switch สำหรับสร้างสัญญาณ Logic เพื่อทดสอบการทำงานของ Input หรือ Volume ปรับค่าแรงดัน เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของ A/D รวมถึงวงจรขับเสียงโดยใช้ Mini-Speaker สำหรับสร้างเสียง Beep ต่างๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

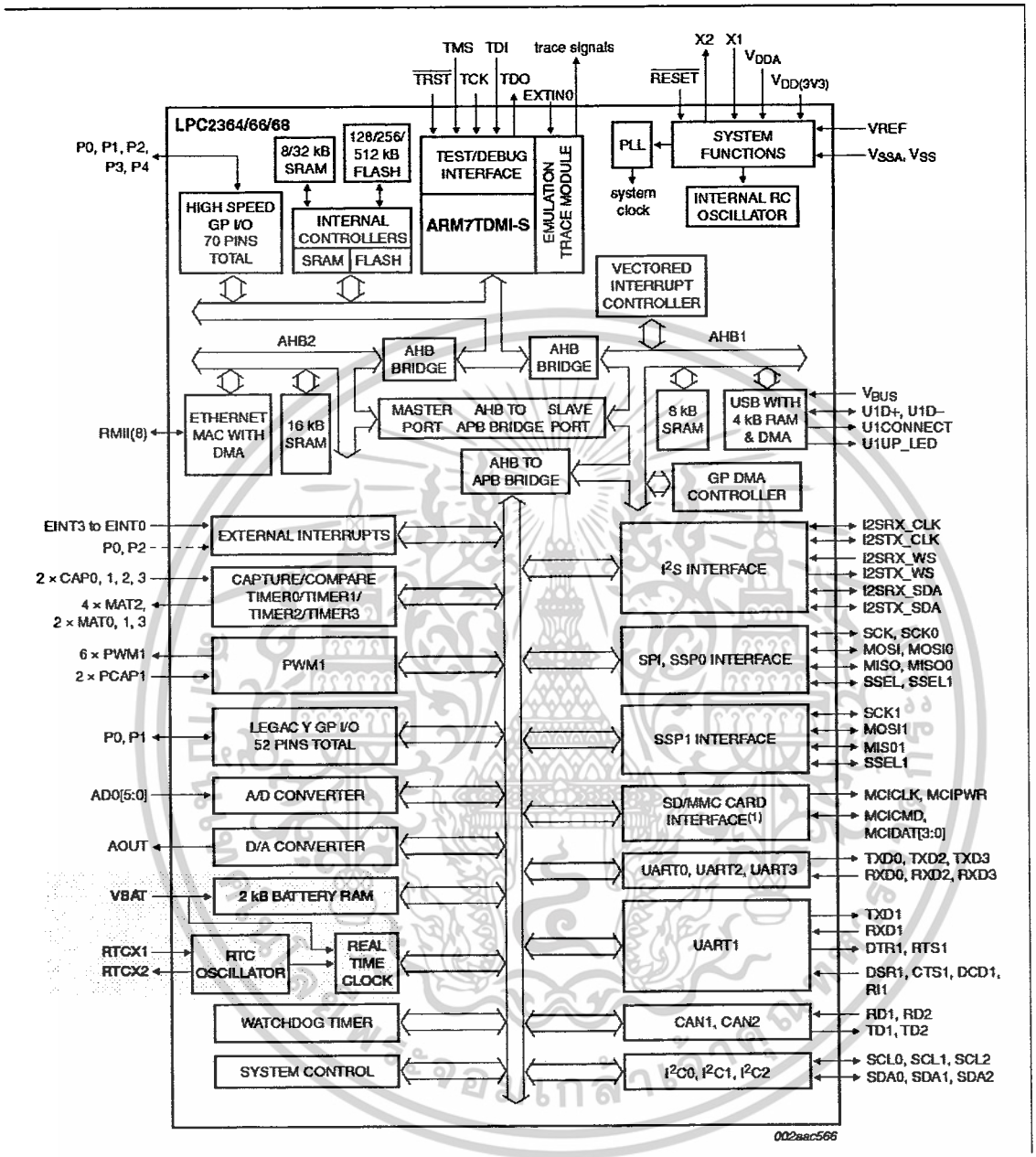
คุณสมบัติของบอร์ด

1. ใช้ MCU ตระกูล ARM7TDMI-S เบอร์ LPC2368 ของ Philips (NXP) ซึ่งเป็น MCU ขนาด 16/32 บิต
2. ภายใน MCU มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบ Flash ขนาด 512KB, Static RAM ขนาด 58KB
3. ใช้ Crystal 12.00 MHz โดย MCU สามารถประมวลผลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 72 MHz เมื่อใช้งานร่วมกับ Phase-Locked Loop (PLL) ภายในตัว MCU เอง
4. มีวงจร RTC (Real Time Clock) พร้อม XTAL ค่า 32.768 KHz และ Battery Backup
5. รองรับการโปรแกรมแบบ In-System Programming (ISP) และ In-Application Programming (IAP) ผ่านทาง On-Chip Boot-Loader Software ทางพอร์ต UART-0 (RS232)
6. มีวงจรเชื่อมต่อกับ JTAG ARM ขนาด 20 Pin มาตรฐาน เพื่อทำการ Debug แบบ Real Time ได้
7. Power Supply ใช้แรงดันไฟฟ้า 7-12 VAC/DC โดยใช้ขั้วต่อแบบ Terminal และ DC-Jack พร้อมวงจร Bridge Rectifier และ Regulate +5V/800mA และ +3V3/3A
8. มีวงจร USB มาตรฐาน 2.0 แบบ Full Speed ภายในตัว (USB Function มี 32 End Point)
9. มีวงจรเชื่อมต่อ Ethernet LAN 10/100Mb โดยใช้ขั้วต่อแบบ RJ45 มาตรฐาน จำนวน 1 ช่อง
10. มีวงจรเชื่อมต่อการ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card หรือ MMC Card จำนวน 1 ช่อง
11. มีวงจรสื่อสาร RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ 4-PIN มาตรฐาน ETT จำนวน 2 ช่อง
12. มีวงจรสื่อสารอนุกรม RS422/485 โดยใช้ขั้วต่อแบบ 6-PIN มาตรฐาน ETT จำนวน 1 ช่อง
13. มีวงจรเชื่อมต่อ Dot-Matrix LCD พร้อมวงจรปรับความสว่าง ใช้ขั้วต่อ 14 Pin มาตรฐาน ETT
14. มีวงจร Push Button Switch จำนวน 3 ชุด พร้อมสวิตช์ RESET
15. มีวงจร LED แสดงสถานะเพื่อทดลอง Output จำนวน 2 ชุด
16. มีวงจร สร้างแรงดัน 0-3V โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้สำหรับทดสอบ A/D จำนวน 1 ชุด
17. มีวงจรกำเนิดและขับเสียง Beep โดยใช้ Mini Speaker จำนวน 1 ชุด
18. มี 25 Bit GPIO อิสระ สำหรับประยุกต์ต่างๆ เช่น A/D,D/A,I2C,SPI และ Input / Output

- Header 10Pin IDE (P2[0..7]) สำหรับ GPIO หรือ Full-Duplex Serial UART
- Header 10Pin IDE (P0[4..7],P1[20..23]) สำหรับ GPIO หรือ Matrix Key ขนาด 4x4
- 3 Pin Header(P0[26]) สำหรับ GPIO หรือ D/A
- 4 Pin Header(P0[24..25]) สำหรับ GPIO หรือ A/D
- 4 Pin Header(P0[27..28]) สำหรับ GPIO หรือ I2C Bus
- 6 Pin Header(P0[15..18] สำหรับ GPIO หรือ SPI Bus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 Block diagram ของ LPC2368



รูปที่ 2.22 แสดง Block diagram ของ LPC 2368

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

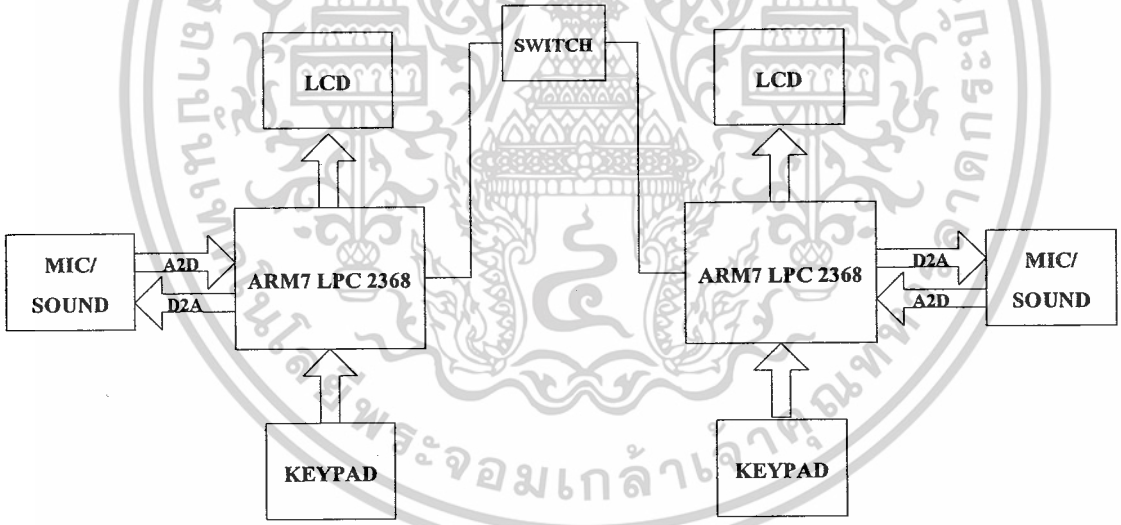
บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 บล็อคไดแกรมของโครงงาน

ในโครงงานนี้จะใช้ไมโครโฟนในการรับสัญญาณเสียง จากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกเปลี่ยนรูปเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้การแปลงอนาลอกให้เป็นดิจิตอลโดยบอร์ด ARM7 LPC2368 หลังจากนั้นจะนำข้อมูลส่งเข้าเฟรมเพื่อส่งผ่านอีเทอร์เนต (Ethernet) ซึ่งใช้โปรโตรคอล UDP ในการส่งข้อมูล

การส่งข้อมูลจะใช้คีย์แพด (KEYPAD) พิมพ์เบอร์ไอพีแอดเดรส (IP Address) เพื่อทำการส่งข้อมูลไปยังเบอร์ไอพีแอดเดรส ที่ต้องการส่ง เบอร์ไอพีแอดเดรส ที่ส่งจะแสดงผ่านจอผลึกเหลว (LCD)

การรับข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งผ่านอิเทอร์เนตแล้วข้อมูลจะอยู่ในเฟรมเราจะทำการถอดเฟรมข้อมูลออกจึงจะทำการแปลงสัญญาณ ดิจิตอลเป็นอนาลอกเพื่อจะแสดงผลผ่านลำโพงเป็นเสียงต่อไปซึ่งบล็อคไดอะแกรมของระบบโดยรวมแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดง บล็อคไดอะแกรม ของระบบ

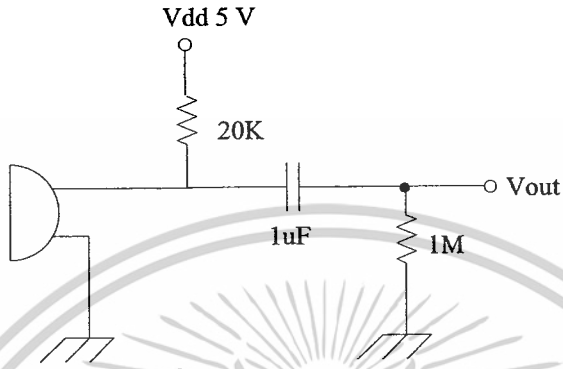
3.2 วงจรภาคต้น

วงจรภาคต้น ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและขยายกำลังไฟเพื่อเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 Mic-Bias (ไมค์ไบอัส)

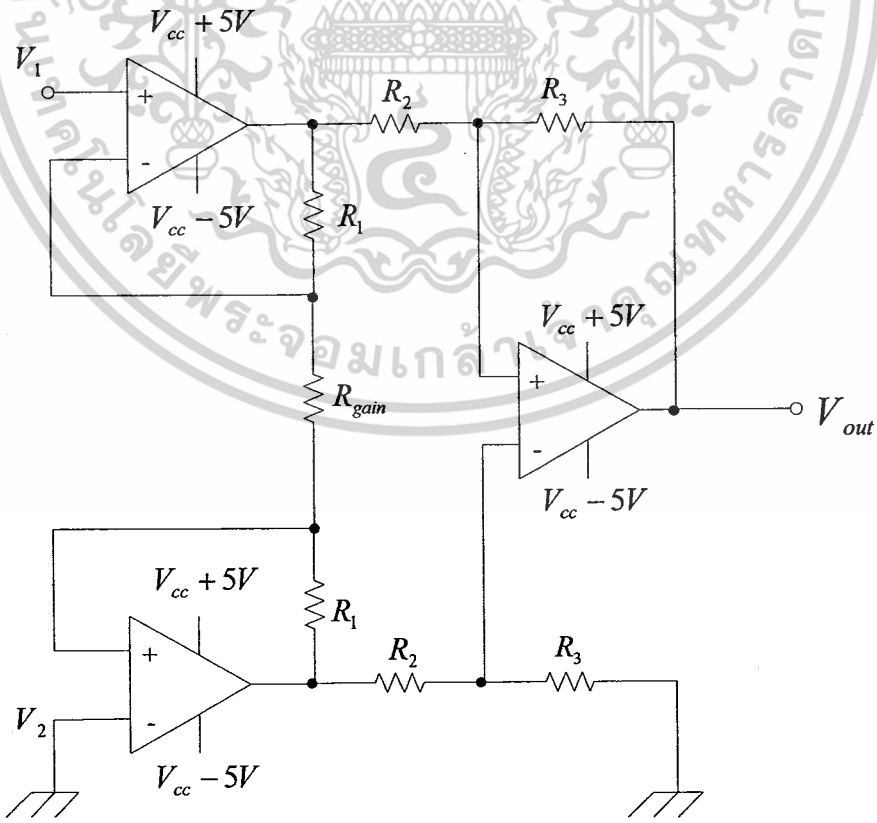
วงจร Mic-Bias ทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยจะทำการต่อวงจรดังรูปที่ 3.2 V_{out}ของ รูปที่ 3.2 ที่ได้จะเป็นสัญญาณไฟฟ้าของสัญญาณเสียงที่ผ่านไมโครโฟน และจะนำไปผ่านวงจรอินสตูเมนต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์ เพื่อเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ต่อไป



รูปที่ 3.2 แสดงวงจร Mic-Bias

3.2.2 วงจรขยายสัญญาณอินสตรูเมนต์เตชั่น แอมป์พลิฟลายเออร์ (Instrumentation Amplifiers)

วงจรขยายสัญญาณอินสตรูเมนต์เตชั่น แอมป์พลิฟลายเออร์ คือ วงจรขยายผลต่างสามารถปรับแรงดันได้โดย ตัวต้านทานที่ต่อเพิ่มภายนอกได้ จะมีรูปวงจรดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรขยายอินสตูเมนต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์ ปรับเกนด้วยตัวต้านทานภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์จะมีสมการความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเอาท์พุตและแรงดันอินพุตเป็น

$$\frac{V_{out}}{V_2 - V_1} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_{gain}}\right)\frac{R_3}{R_2}$$

$$V_2 = 0V$$

เมื่อค่า Voltage gain หาได้จาก

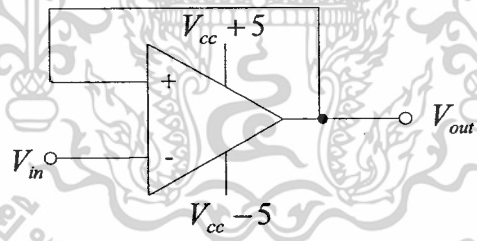
$$A_v = \left(1 + \frac{2R_1}{R_{gain}}\right)\frac{R_3}{R_2}$$

การสร้างนั้นทำโดยใช้ค่า $R_1 = 20K, R_2 = 10K, R_3 = 10K$ และใช้ $R_{gain} = 2K$

คำนวณกำลังขยาย $A_v = \left(1 + \frac{2(10K)}{50K}\right)\left(\frac{10K}{10K}\right)$, $A_v = 30$

3.2.3 วงจรรักษาระดับสัญญาณ (Voltage Follower (Buffer))

วงจรขยายสัญญาณแบบตามแรงดัน จะมีแรงดันทางด้านเอาท์พุตเท่ากับแรงดันทางด้านอินพุต



รูปที่ 3.4 วงจรรักษาระดับสัญญาณ

พิจารณาจากรูปจะได้ $V_{(+)} = V_{in} = V_{(-)}$

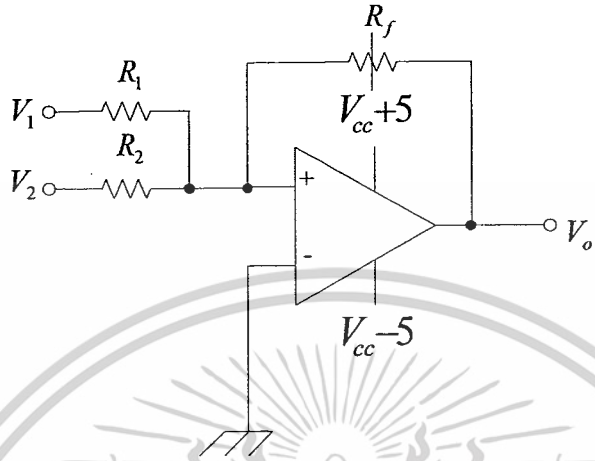
และ $V_{(-)} = V_{out}$

$V_{out} = V_{in}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรรวมสัญญาณ (Summing)

วงจรขยายสัญญาณแบบรวมสัญญาณ คือ วงจรออปแอมป์ที่รวมอินพุตตั้งแต่ 2 อินพุตขึ้นไปมารวมกันดังแสดงรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรรวมสัญญาณ

พิจารณาที่ขาบวกของออปแอมป์

$$V_{(+)} = 0 = V_{(-)}$$

พิจารณาที่โหนด $V_{(-)}$ จาก KCL;

$$\frac{V_{(-)} - V_1}{R_1} + \frac{V_{(-)} - V_2}{R_2} + \frac{V_{(-)} - V_o}{R_f} = 0$$

เมื่อแทนค่า $V_{(-)} = 0$ ในสมการข้างต้น จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาท์พุต คือ

$$-\frac{V_1}{R_1} - \frac{V_2}{R_2} - \frac{V_0}{R_f} = 0$$

$$V_o = \frac{R_f}{R_1}V_1 + \frac{R_f}{R_2}V_2$$

การสร้างนั้นทำโดยใช้ $R_1 = R_2 = 100K$ และใช้ $R_f = 50K$

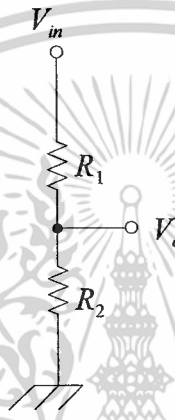
การคำนวณ นำ V_1 = 1.66V จากวงจร Voltage Divider และ V_2 = 1.00V

$$V_o = \frac{50K}{100K}(1.66V) + \frac{50K}{100K}(1.00V),\ V_o = 1.33V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วงจรแบ่งแรงดัน (Voltage Divider)

วงจรแบ่งแรงดันเป็นวงจรที่นำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมกัน เมื่อเราป้อนป้อนแรงดันให้แก่วงจร จะมีแรงดันตกคร่อมที่ ตัวต้านทานทั้ง 2 ตัว โดยแรงดันตกคร่อมที่ตกคร่อม R_1 และ R_2 รวมกันแล้วจะเท่ากับแรงดับของแหล่งจ่าย แต่ เอาพุตที่เรานำไปใช้งานคือ แรงดันที่ตกคร่อม R_2 สังเกตว่าแรงดันที่ตกคร่อม R_2 จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ค่าความต้านทานของ R_2 ถ้า R_2 มีค่ามากกว่า R_1 จะทำให้แรงดันเอาพุตมีค่ามากไปด้วย และถ้า R_2 มีค่าน้อยกว่า R1 ก็จะทำให้แรงดันเอาพุตมีค่าน้อยไปด้วย ตามกฎของโอมห์ รูปวงจรแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรแบ่งแรงดัน

การสร้างนั้นทำโดยใช้ $V_{in} = +5V$, $R_1 = 20K$, $R_2 = 10K$

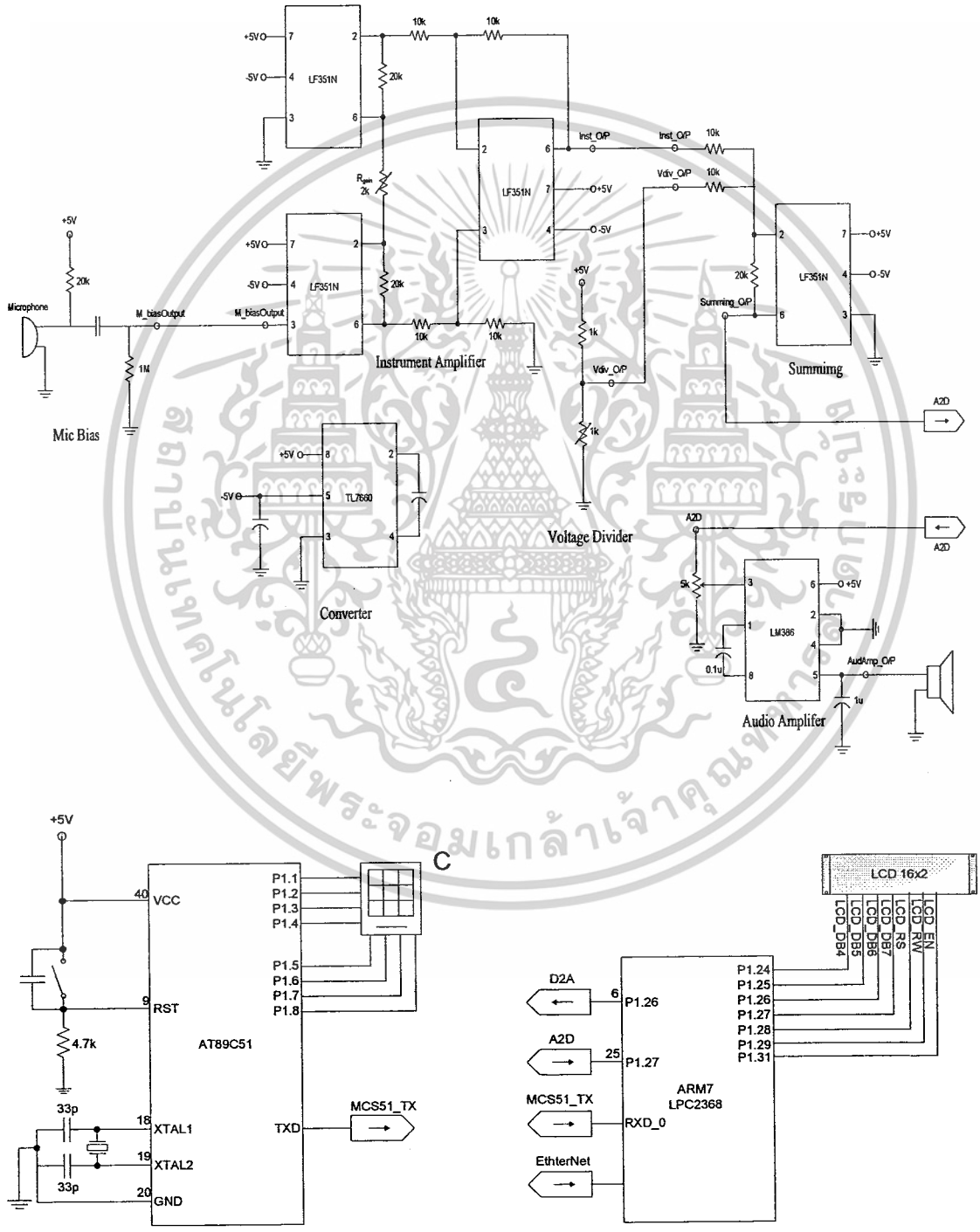
$$V_{out} = V_{in}\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$$

$$V_{out} = 5\left(\frac{10K}{(20K + 10K)}\right), \quad V_{out} = 1.66V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วงจรรวมของระบบ

วงจรรวมของทั้งระบบนั้นทางด้านฝั่งส่งข้อมูล และทางด้านฝั่งรับข้อมูลนั้นจะมีวงจรที่เหมือนกันดังรูปที่ 3.7

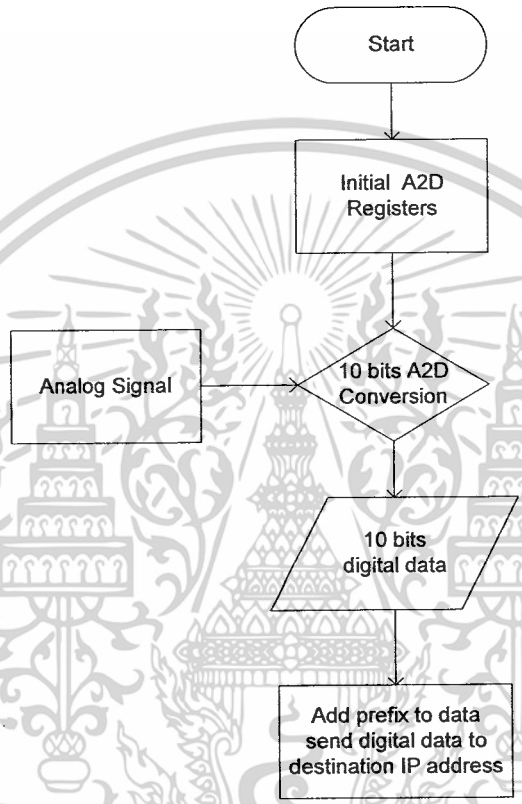


รูปที่ 3.7 วงจรรวมทางด้านฝั่งส่ง และฝั่งรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 โฟร์ชาร์ทของการทำงานด้านการส่งข้อมูล และรับข้อมูล

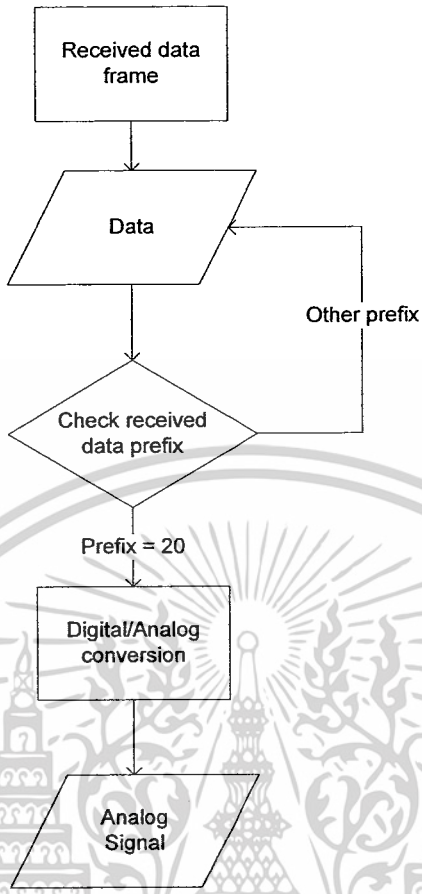
หลังจากที่สัญญาณนั้นผ่านวงจรรวมสัญญาณแล้ว เพื่อที่จะเข้าสู่การแปลงสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลและส่งผ่านอีเทอร์เน็ต สัญญาณที่เข้าต้องมีค่าไม่เกิน 3.3 โวลต์โฟร์ชาร์ทของการทำงานในการส่งข้อมูลผ่านอีเทอร์เน็ตดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โฟวชาร์ทของการทำงานในการส่งข้อมูลผ่านอีเทอร์เน็ต

เมื่อสัญญาณนั้นถูกส่งผ่านอีเทอร์เน็ตจากบอร์ดอาร์ม7 ของฝั่งส่งสัญญาณไปยังบอร์ดอาร์ม7 ของฝั่งรับสัญญาณ จะแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาลอกมีโฟวชาร์ทของการทำงานดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



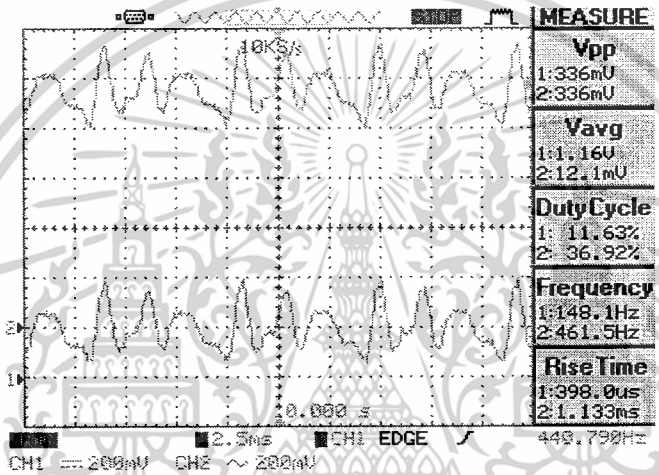
รูปที่ 3.9 โฟวชาร์ทของการทำงานในการรับข้อมูลผ่านอีเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 วงจรไมค์ไบอัส (Mic-bias)

ในการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้านั้นเราจะต้องใช้วงจรไมค์ไบอัส จากนั้นสัญญาณที่ได้จะพบว่ามีขนาดเล็กมากเราจึงต้องขยายสัญญาณด้วยวงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์โดยแต่สัญญาณก่อนการแปลง A/D นั้นสัญญาณที่จะเข้าจะต้องเป็นสัญญาณบวก และจะมีต้องมีขนาดไม่เกิน 3.3 โวลต์ การทดลองวงจรไมค์ไบอัส มีผลการทดลองดังรูป



รูปที่ 4.1 ผลการทดลองการนำเสียงผ่านวงจรไมค์ไบอัส โดยป้อนเสียงผ่านไมโครโฟน

Ch1: สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านไมโครโฟน

Ch2: สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านวงจรไมค์ไบอัส

การทดลองวงจร อินสตูเม้นต์แอมทำโดยนำความถี่ 1 - 4 kHz มาเป็นอินพุทของวงจร อินสตูเม้นต์แอมแล้ววัดเอ้าท์พุทที่ได้ออกมาจากวงจรมีผลการทดลองดังรูปต่อไปนี้

4.2 วงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์ (Instrumentation Amplifier)

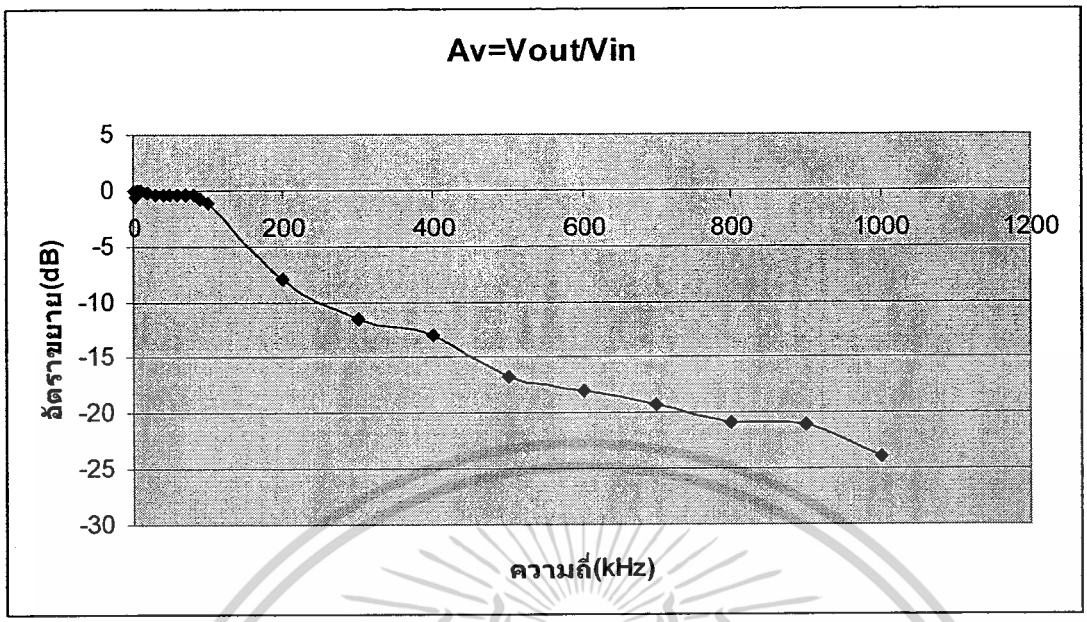
ทำการทดลองโดยป้อนสัญญาณไซน์ (Sine wave) เข้าสู่วงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์ โดยทำการบันทึกผลการทดลองและวัดสัญญาณสเปกตรัมของสัญญาณอินพุทก่อนเข้าวงจร อินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์และหลังจากผ่านวงจร อินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์ แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (kHz) และเกนท์ Av=Vout/Vin ของวงจรอินสตูเม้นต์แอมพลีฟลายเออร์

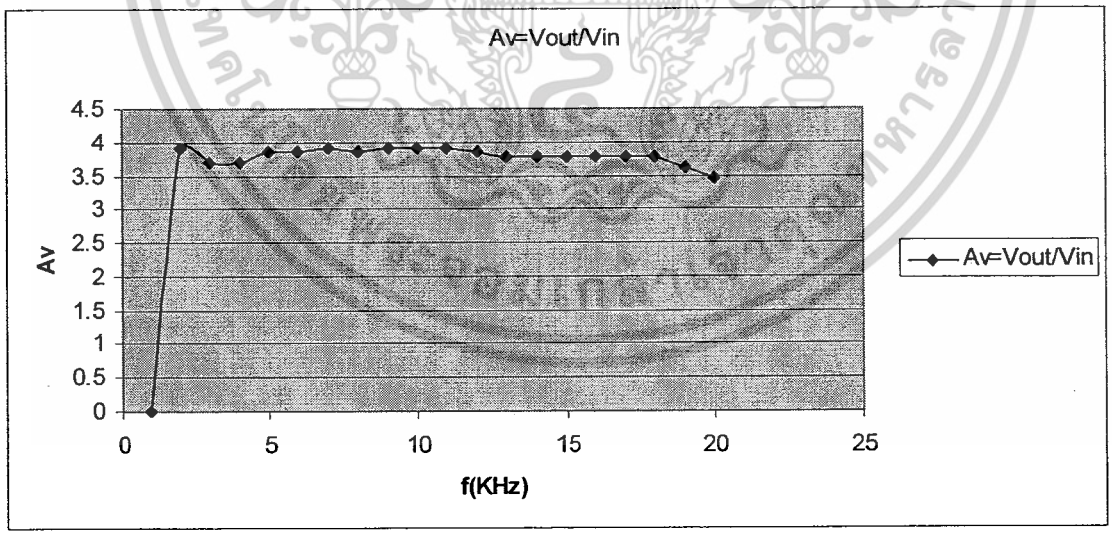
f(KHz)	Vin(p-p)	Vout(p-p)	Av=Vout/Vin	20LogAv	20LogAv
1	0.27	1.06	3.92592593	11.87884203	0
2	0.28	1.04	3.71428571	11.39750615	-0.481335882
3	0.28	1.04	3.71428571	11.39750615	-0.481335882
4	0.27	1.04	3.85185185	11.7133915	-0.165450533
5	0.27	1.04	3.85185185	11.7133915	-0.165450533
6	0.27	1.06	3.92592593	11.87884203	0
7	0.27	1.04	3.85185185	11.7133915	-0.165450533
8	0.27	1.06	3.92592593	11.87884203	0
9	0.27	1.06	3.92592593	11.87884203	0
10	0.27	1.06	3.92592593	11.87884203	0
20	0.27	1.04	3.85185185	11.7133915	-0.165450533
30	0.27	1.02	3.77777778	11.54472816	-0.334113874
40	0.27	1.02	3.77777778	11.54472816	-0.334113874
50	0.27	1.02	3.77777778	11.54472816	-0.334113874
60	0.27	1.02	3.77777778	11.54472816	-0.334113874
70	0.27	1.02	3.77777778	11.54472816	-0.334113874
80	0.27	1.02	3.77777778	11.54472816	-0.334113874
90	0.27	0.98	3.62962963	11.19724623	-0.6815958
100	0.26	0.9	3.46153846	10.78538323	-1.093458806
200	0.28	0.44	1.57142857	3.925892895	-7.952949136
300	0.28	0.29	1.03571429	0.304799367	-11.57404266
400	0.27	0.24	0.88888889	-1.023050438	-12.90189247
500	0.28	0.16	0.57142857	-4.860760995	-16.73960303
600	0.28	0.14	0.5	-6.020599913	-17.89944194
700	0.28	0.12	0.42857143	-7.359535677	-19.23837771
800	0.28	0.1	0.35714286	-8.943160557	-20.82200259
900	0.27	0.094	0.34814815	-9.164718165	-21.0435602
1000	0.27	0.068	0.25185185	-11.97709709	-23.85593912

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (kHz) และเกนท์ Av=Vout/Vin ของวงจรอินสตูเม้นต์แอมพลีฟลายเออร์ที่ความถี่ (kHz) 0-1000 kHz

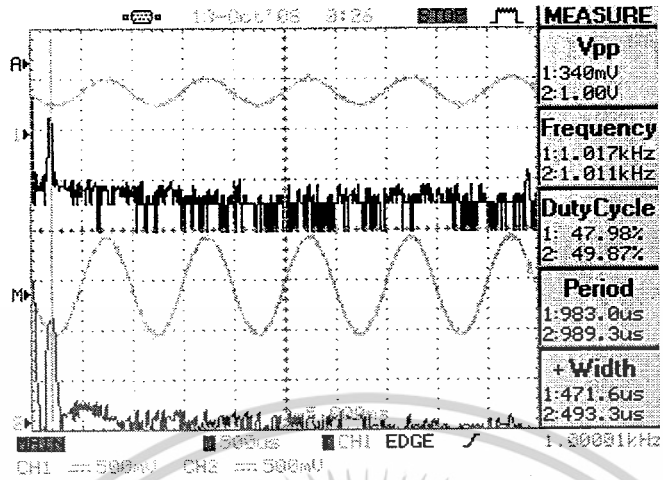
จากรูปที่ 4.20 จะพบว่าช่วงความถี่ (kHz) ประมาณ 100KHz เกนท์ของวงจรจะเริ่มลดลงไปซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มไม่สามารถใช้งาน อินสตูเม้นต์แอมพลีฟลายเออร์ได้



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ (kHz) และเกนท์ Av=Vout/Vin ของวงจรอินสตูเม้นต์แอมพลีฟลายเออร์ที่ความถี่ (kHz) 0-20 KHz

การทดลองของเรานั้นใช้งานช่วงความถี่ (kHz) ไม่เกิน 4KHz ดังนั้นเป็นช่วงที่สามารถใช้งานวงจรอินสตูเม้นต์แอมพลีฟลายเออร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์โดยป้อนสัญญาณไซน์ ที่ความถี่ 1 kHz

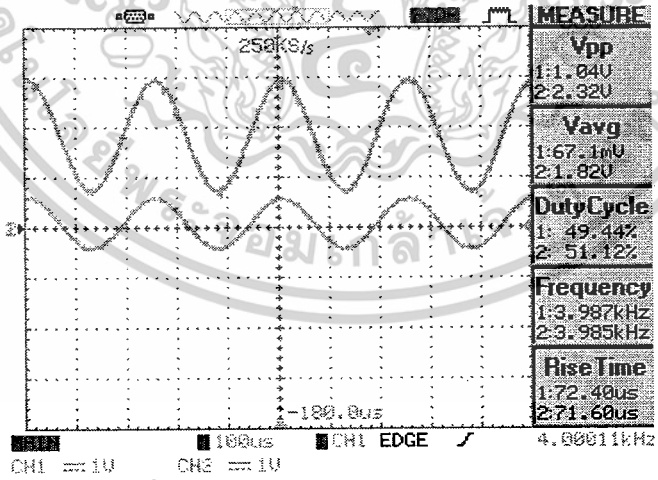
Ch1 : สัญญาณอินพุทก่อนผ่านวงจร อินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์

Ref A : สเปกตรัมของสัญญาณอินพุทก่อนเข้าวงจร อินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์

Ch2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังผ่านวงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร์

Ref M: สเปกตรัมของสัญญาณเอ้าท์พุทหลังผ่านวงจรอินสตูเม้นต์เตชั่น แอมพลิฟลายเออร

4.3 วงจรรวมสัญญาณ (Summing)



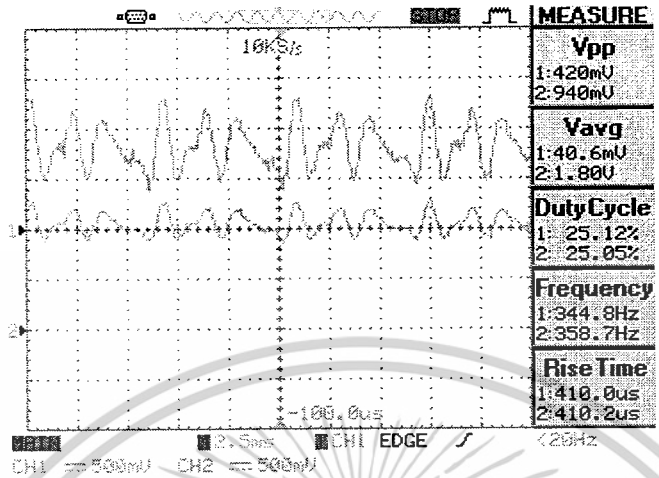
รูปที่ 4.5 ผลการทดลองวงจรรวมสัญญาณ

Ch1 : สัญญาณอินพุทก่อนผ่านวงจรรวมสัญญาณ

Ch2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังผ่านวงจรรวมสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วงจรไมค์ไบอัส และวงจรรวมสัญญาณ



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองวงจรไมค์ไบอัส และ วงจรรวมสัญญาณ

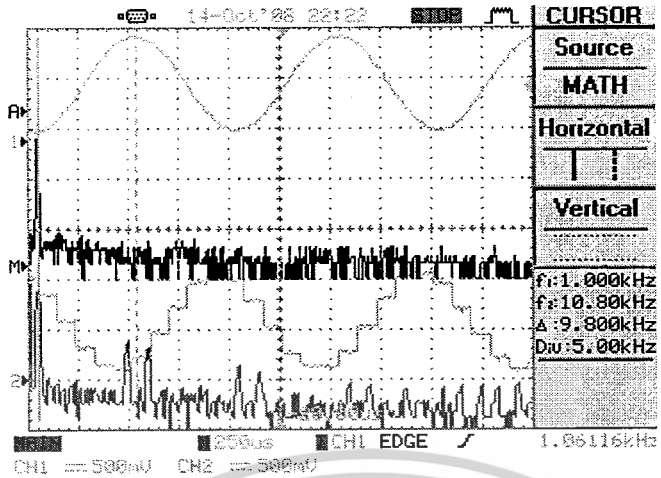
Ch1 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านวงจรไมค์ไบอัส

Ch2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังผ่านวงจรรวมสัญญาณ

4.5 การนำสัญญาณจากวงจรไมโครโฟน เข้าบอร์ดอาร์ม7

การส่งสัญญาณเสียงผ่านเครือข่ายอิเทอร์เน็ต นั้นจะต้องมีการแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและทำการขยายสัญญาณเสียงนั้นโดยผ่านวงจรไมโครโฟน วงจรไมค์ไบอัส เสียก่อน จากนั้นจึงเริ่มกระบวนการส่งสัญญาณผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต โดยเริ่มจากการส่งสัญญาณไฟฟ้านี้เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ดอาร์ม7 เพื่อทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่อยู่ในรูปสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบดิจิตอล แล้วจึงทำการส่งผ่านสัญญาณนั้นเข้าสู่เครือข่าย อิเทอร์เน็ต ไปยังปลายทาง และ บอร์ดอาร์ม7 ปลายทางจะทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบดิจิตอลนั้นกลับคืนสู่รูปแบบอนาลอก แล้วทำการส่งไปยังวงจรขยายออดิโอ เพื่อทำการขยายสัญญาณและแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้อยู่ในรูปสัญญาณเสียงดังเดิม โดยผลการทดลองของการส่งสัญญาณอนาลอกผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต ซึ่งมีการกำหนดความถี่ของการชักค่าสัญญาณที่ 10 kHz นั้นแสดงดังรูป

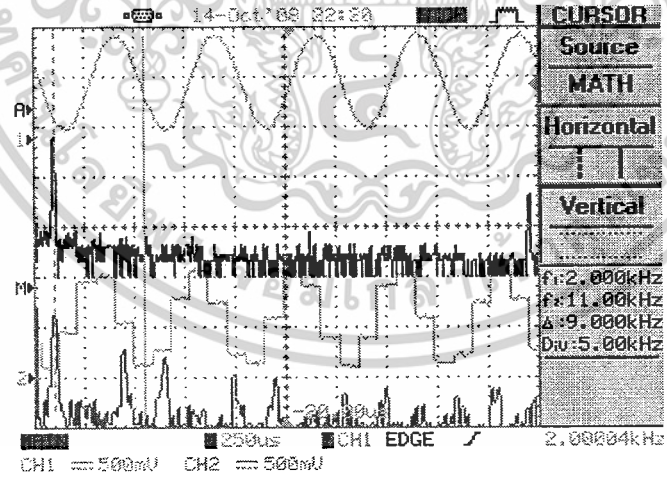
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ผลการทดลองการส่งสัญญาณอนาลอกผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต
โดยป้อนสัญญาณไซน์ ที่ความถี่ 1 kHz

Ch1 : สัญญาณอินพุตก่อนส่งเข้าให้ บอร์ดอาร์ม7 แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลและส่งผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต

Ch2 : สัญญาณเอาต์พุตหลังจากสัญญาณดิจิตอลถูกส่งผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต และถูกแปลงเป็นสัญญาณอนาลอกกลับโดย บอร์ดอาร์ม7

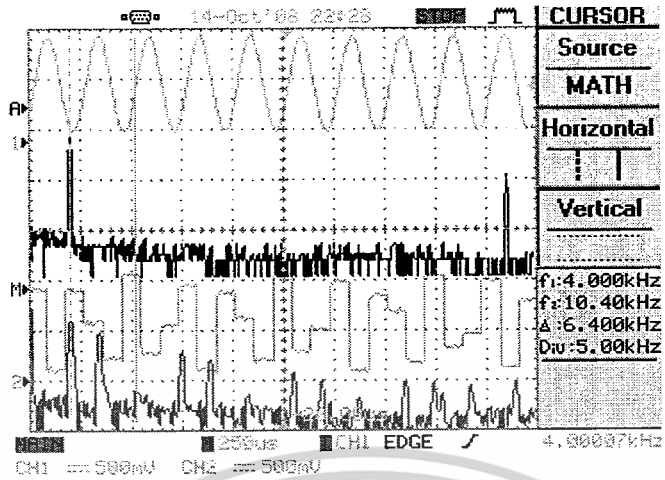


รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการส่งสัญญาณอนาลอกผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต
โดยป้อนสัญญาณไซน์ ที่ความถี่ 2 kHz

Ch 1 : สัญญาณอินพุตก่อนส่งเข้าให้ บอร์ดอาร์ม7 แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลและส่งผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต

Ch 2 : สัญญาณเอาต์พุตหลังจากสัญญาณดิจิตอลถูกส่งผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต และถูกแปลงเป็นสัญญาณอนาลอกกลับโดย บอร์ดอาร์ม7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



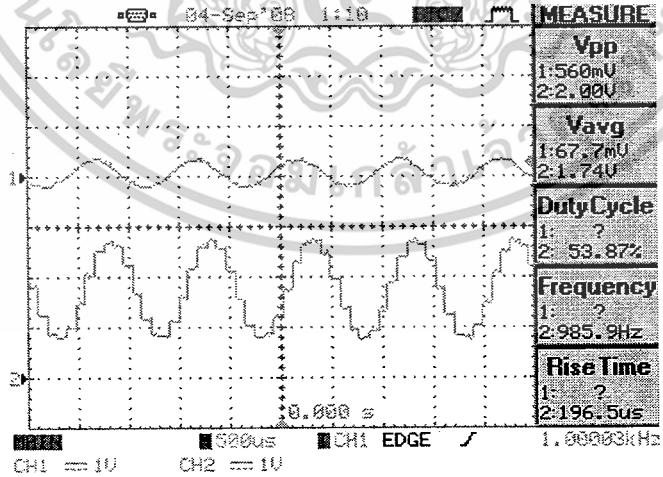
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการส่งสัญญาณอนาลอกผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต
โดยป้อนสัญญาณไซน์ ที่ความถี่ 4 kHz

Ch 1 : สัญญาณอินพุตก่อนส่งเข้าให้ บอร์ดอาร์ม7 แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลและส่งผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต

Ch 2 : สัญญาณเอาต์พุตหลังจากสัญญาณดิจิตอลถูกส่งผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต และถูกแปลงเป็นสัญญาณอนาลอกกลับโดย บอร์ดอาร์ม7

4.6 วงจรไมค์ไบอัส และบอร์ดอาร์ม7

เมื่อนำสัญญาณไซน์ ป้อนเข้าที่วงจรไมค์ไบอัส แล้วแล้วผ่าน บอร์ดอาร์ม7 เพื่อส่งสัญญาณผ่านเครือข่าย อิเทอร์เน็ต ไปยังปลายทาง และ บอร์ดอาร์ม7 ปลายทางจะทำการแปลงสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบดิจิตอลนั้นกลับคืนสู่รูปแบบอนาลอก แล้วได้ผลการทดลองดังรูปต่อไปนี้

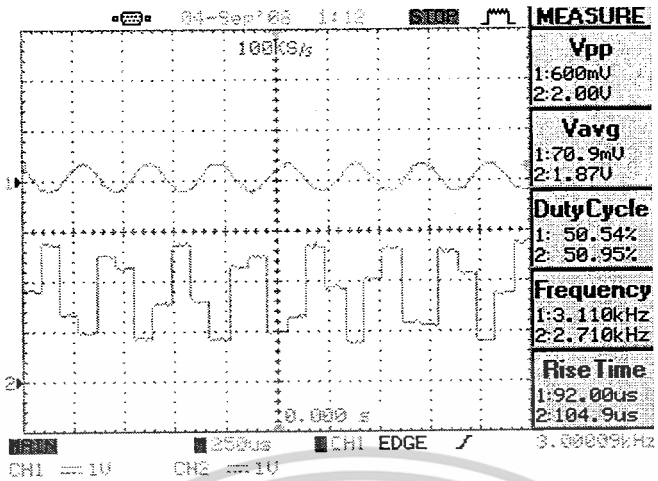


รูปที่ 4.10 ผลการทดลองวงจรไมค์ไบอัส และส่งผ่าน อิเทอร์เน็ต ไปยังบอร์ดอาร์ม7 ที่ 1 kHz

Ch 1 : สัญญาณอินพุทก่อนเข้าวงจรไมค์ไบอัส

Ch 2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านบอร์ดอาร์ม7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

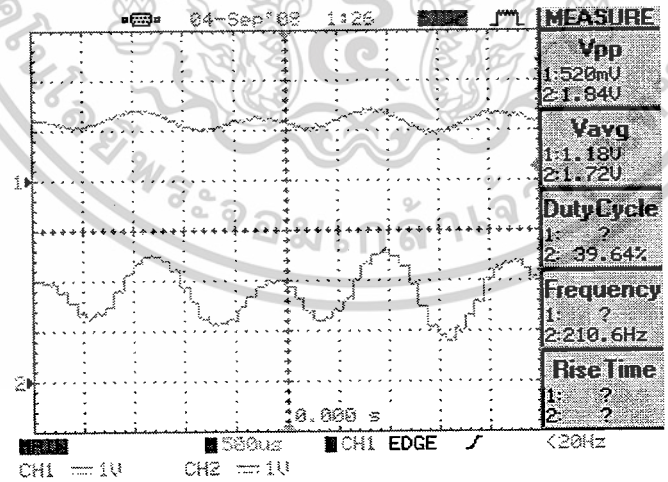


รูปที่ 4.11 ผลการทดลองวงจรไมค์ไบอัส และส่งผ่าน อิเทอร์เน็ต ไปยังบอร์ดอาร์ม7 ที่ 3 kHz

Ch 1 : สัญญาณอินพุทก่อนเข้าวงจรไมค์ไบอัส

Ch 2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านบอร์ดอาร์ม7

4.7 สัญญาณเสียง และบอร์ดอาร์ม7

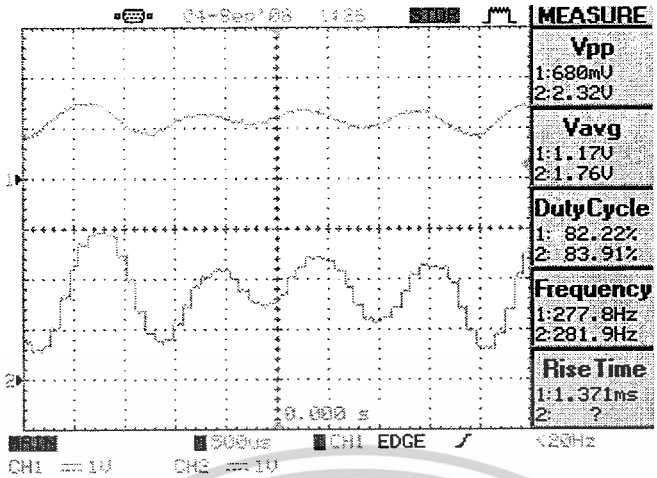


รูปที่ 4.12 ผลการทดลองสัญญาณเสียงผ่าน วงจรไมค์ไบอัส และส่งผ่านอิเทอร์เน็ต ไปยังบอร์ดอาร์ม7 (1)

Ch 1 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่าน วงจรไมค์ไบอัส

Ch 2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านบอร์ดอาร์ม7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



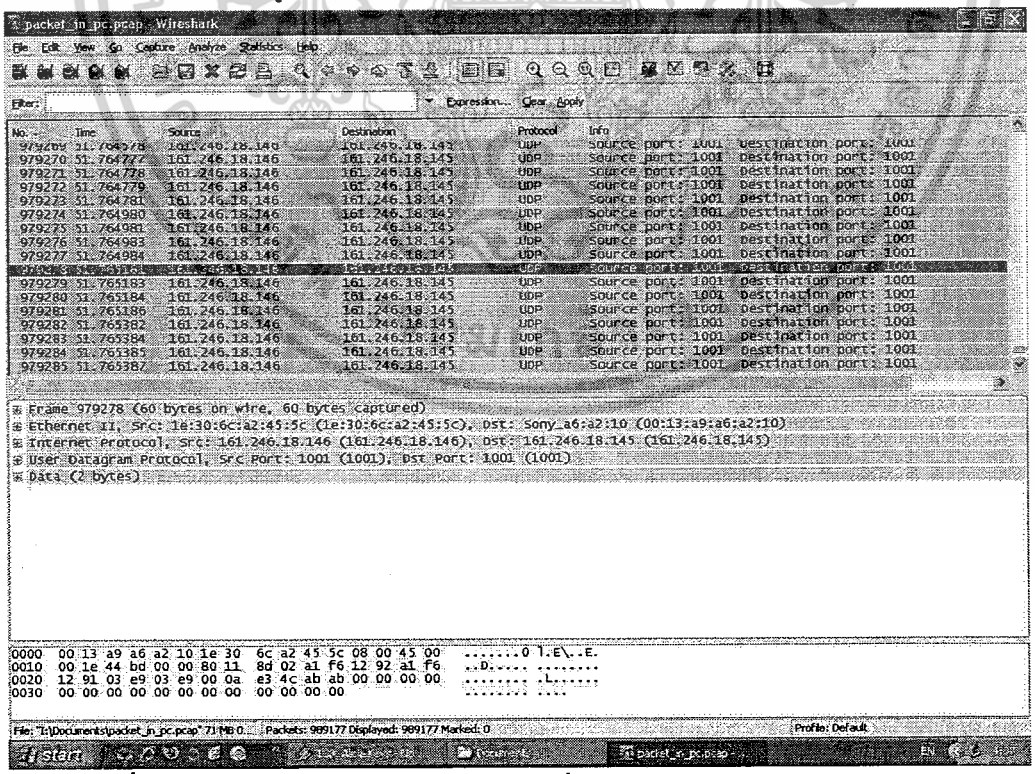
รูปที่ 4.13 ผลการทดลองสัญญาณเสียงผ่าน วงจรไมค์ไบอัส และส่งผ่านอิเทอร์เน็ต ไปยังบอร์ดอาร์ม7 (2)

Ch 1 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่าน วงจรไมค์ไบอัส

Ch 2 : สัญญาณเอ้าต์พุทหลังจากผ่านบอร์ดอาร์ม7

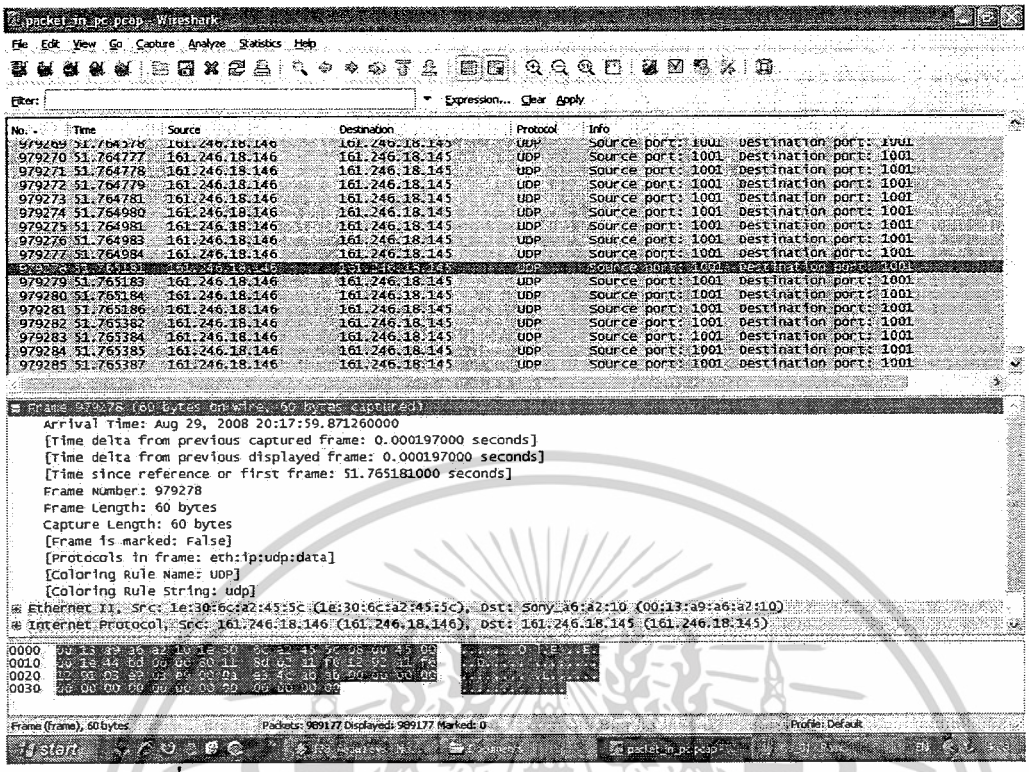
4.8 การดักจับข้อมูล (Sniffer) โดยโปรแกรมไวร์ชาร์ค (Wire Shark)

ทำการดักจับข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อเครือข่าย อิเทอร์เน็ต จากการทดลองทดลองโดยเขียนโปรแกรมให้ บอร์ดอาร์ม7 ทำการส่งข้อมูลมายังไมโครคอมพิวเตอร์

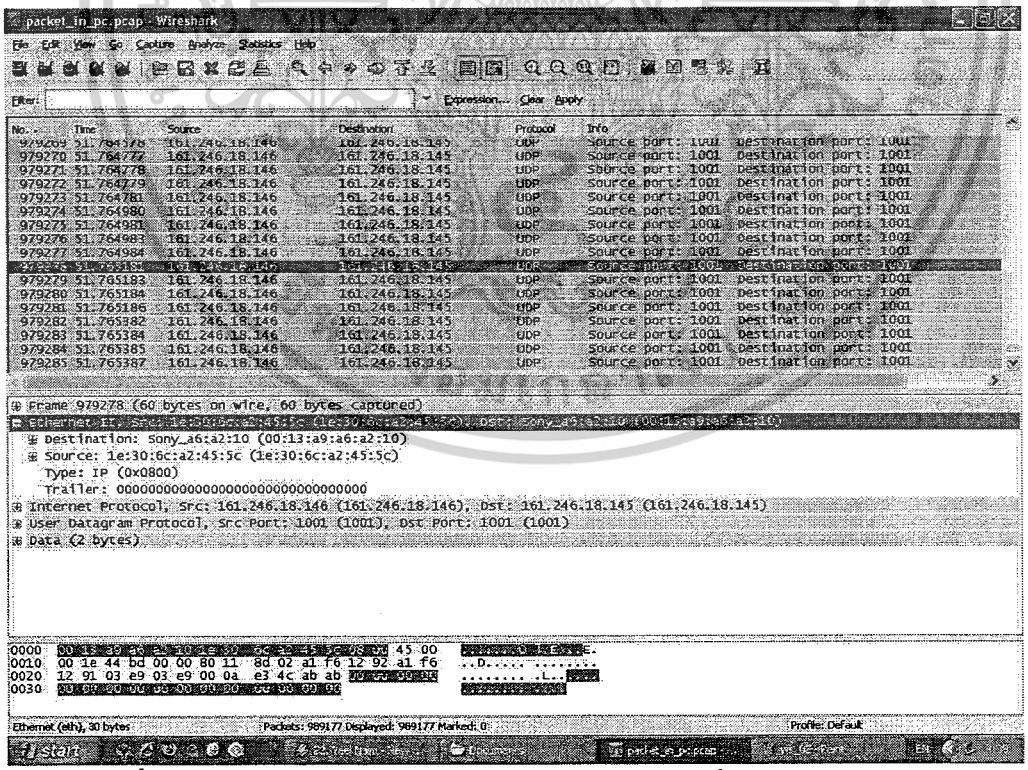


รูปที่ 4.14 หน้าต่างแสดงข้อมูลของแพคเก็ต ที่ถูกดักจับได้โดยโปรแกรมไวร์ชาร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

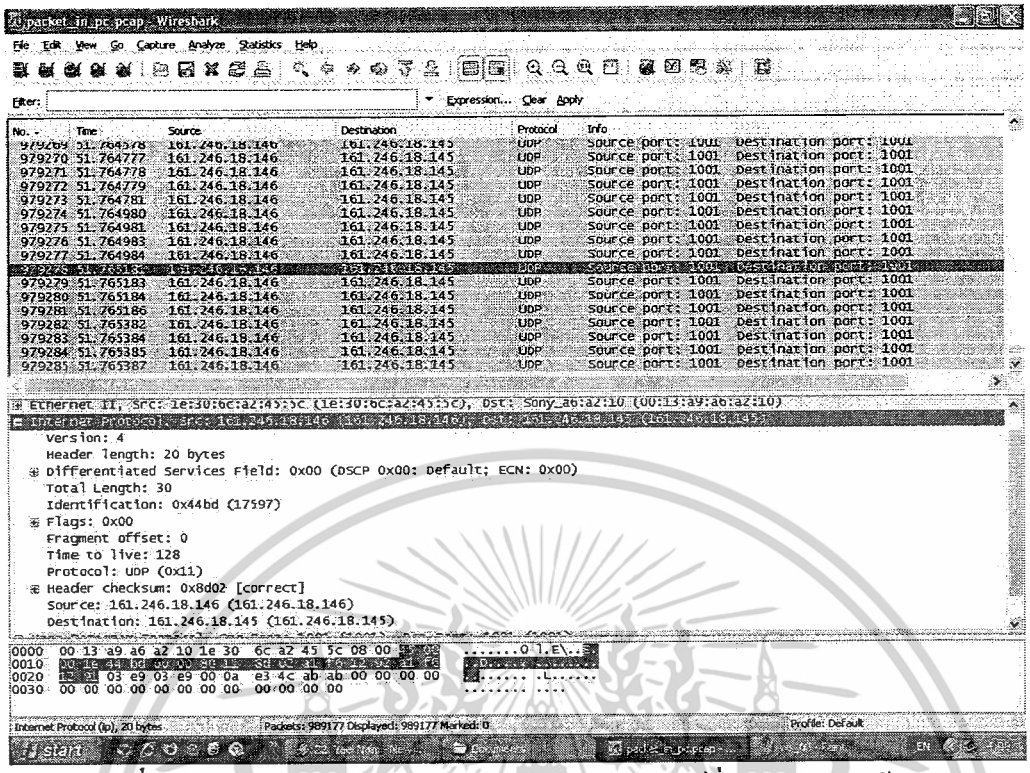


รูปที่ 4.15 หน้าต่างแสดงลำดับของเฟรมข้อมูลและขนาดของเฟรมข้อมูล

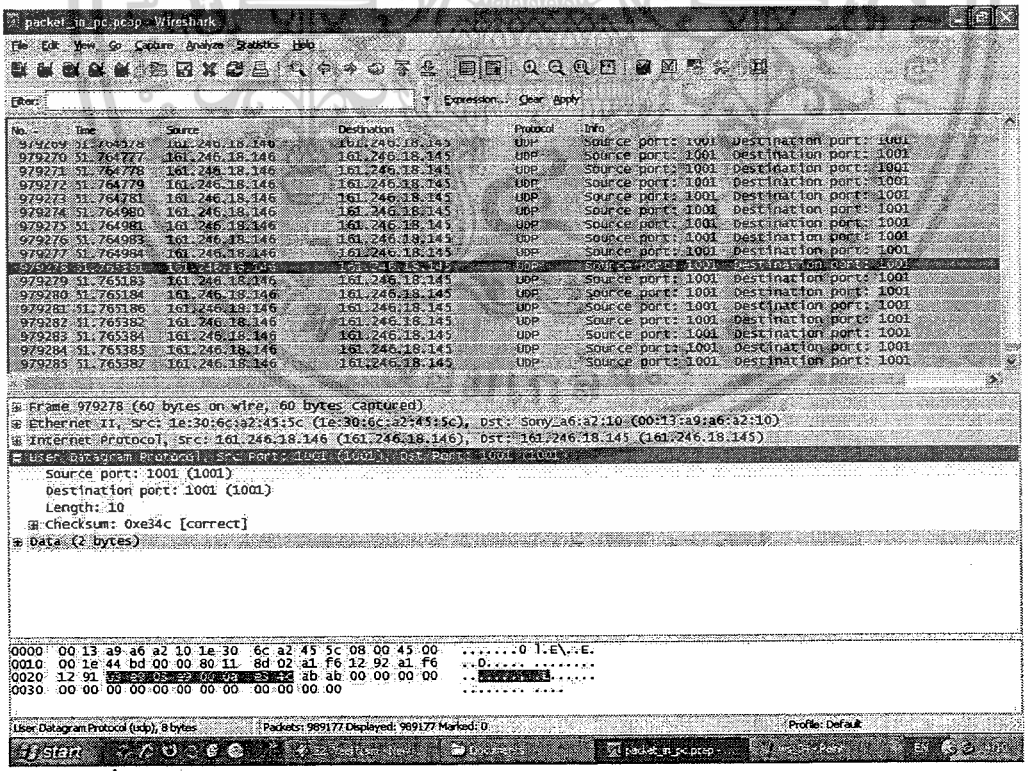


รูปที่ 4.16 แสดงข้อมูลของต้นทางและปลายทางในเลเยอร์ที่สองของเฟรมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

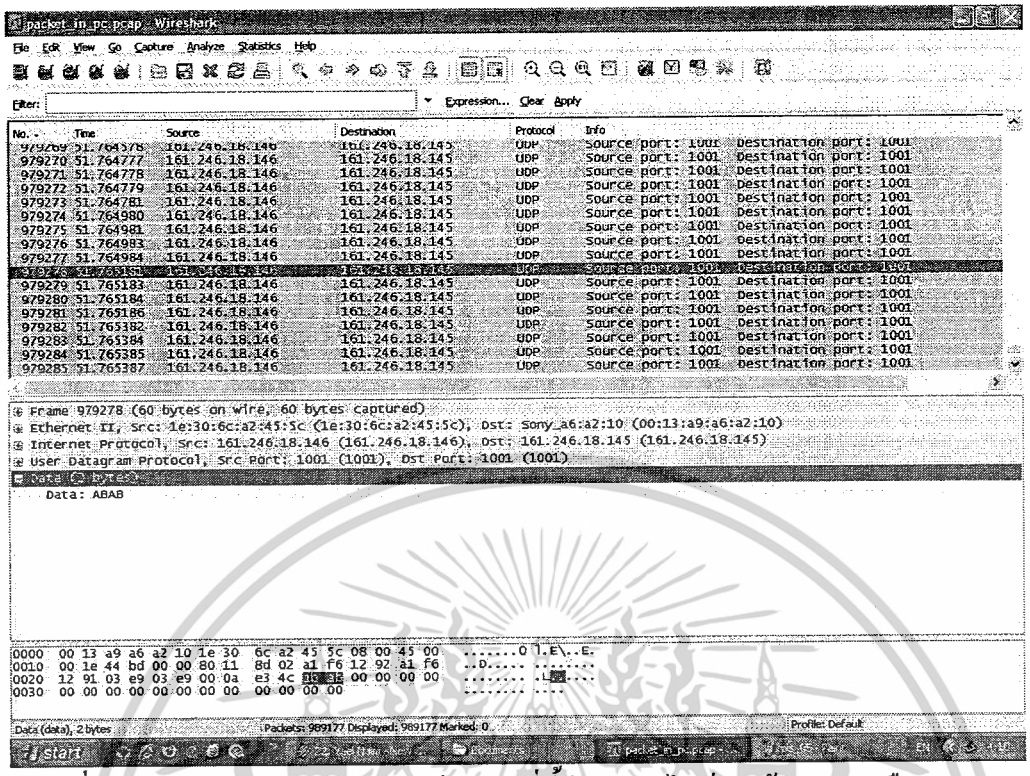


รูปที่ 4.17 แสดงข้อมูลของต้นทางและปลายทางในเลเยอร์ที่สามของเฟรมข้อมูล



รูปที่ 4.18 แสดงประเภทของเฟรมพอร์ตต้นทาง และ พอร์ตปลายทางของเฟรมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

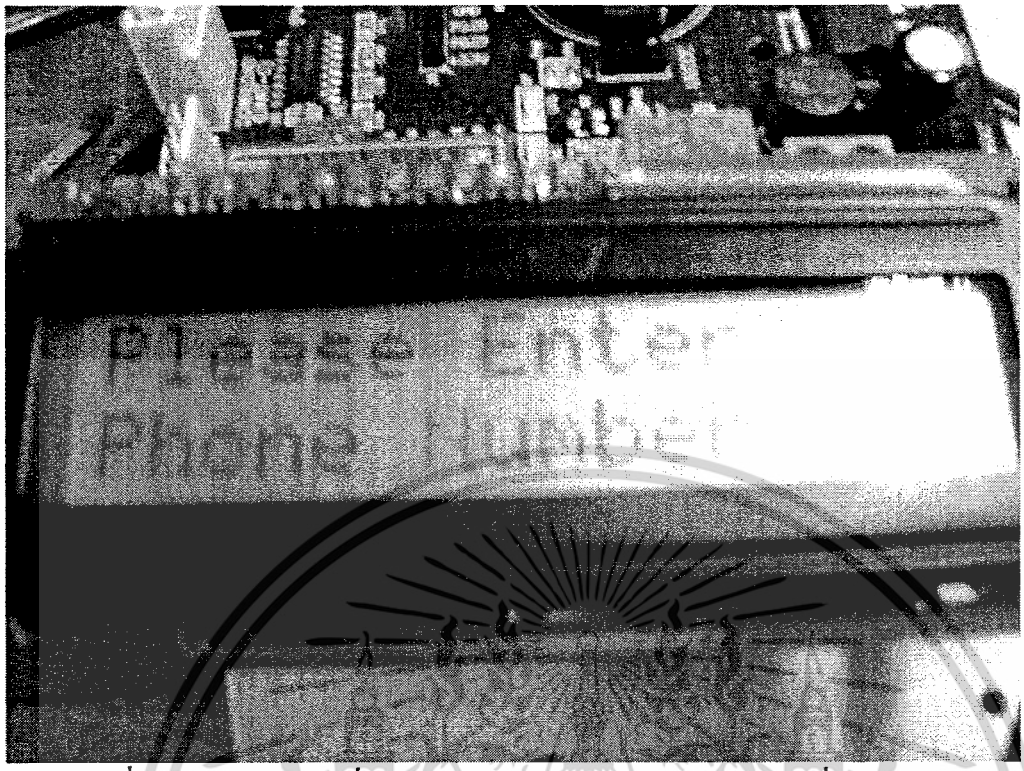


รูปที่ 4.19 แสดงข้อมูล dataของเฟรมข้อมูลในที่นี้มีขนาด 2 ไบต์และข้อมูล data คือ ABAB

4.9 การส่งสัญญาณเพื่อหมุนเบอร์โทรศัพท์ และการสิ้นสุดการติดต่อจากบอร์ดอาร์ม7 ต้นทางไปยังปลายทาง

การทดลองหมุนโทรศัพท์จากบอร์ดอาร์ม7 ทำการทดลองโดยการกดปุ่มคีย์แพทที่ต่อบนบอร์ดอาร์ม7ต้นทางหมายเลขที่กดจะไปปรากฏบนจอ LCD จากนั้นกดปุ่ม Enter จะหมุนหมายเลขของโทรศัพท์จากบอร์ดอาร์มต้นทางไปยังอาร์ม7ปลายทางดังรูปต่อไปนี้

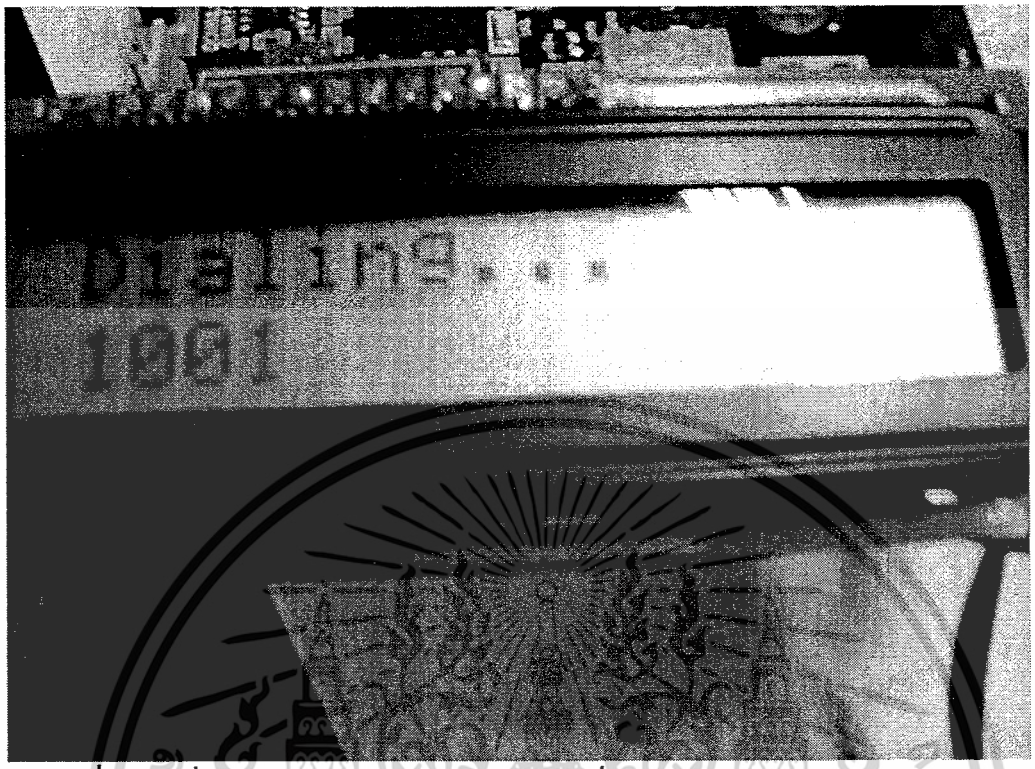
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 แสดงสถานะเมื่อบอร์ดอาร์ม7 ต้นทางรอการกดหมายเลขเพื่อหมุนโทรศัพท์ออก

รูปที่ 4.21 เมื่อกดหมายเลขบนคีย์แพทจะไปปรากฏหมายเลขบนจอ LCD

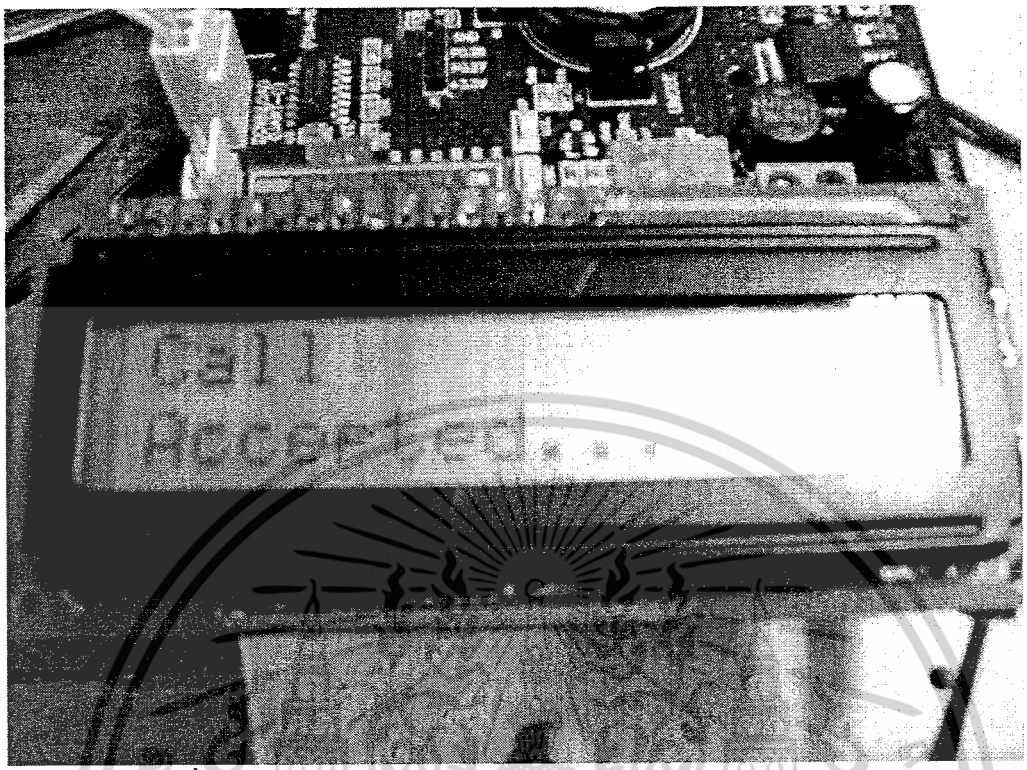
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



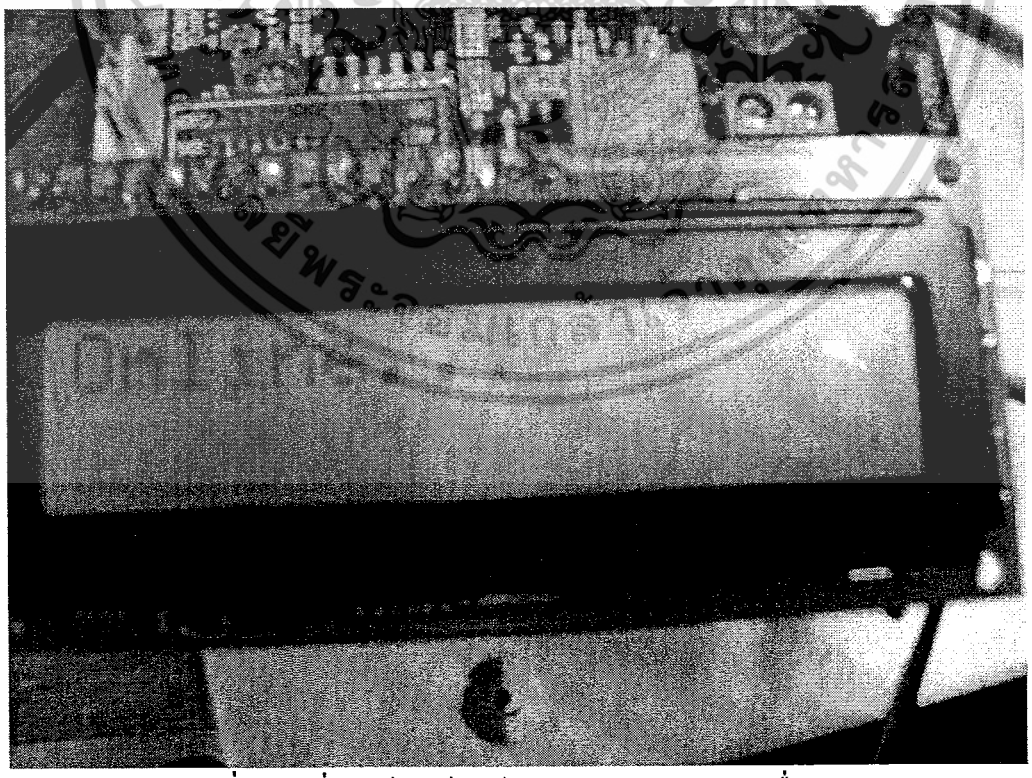
รูปที่ 4.22 เมื่อกด Enter จะทำการหมุนโทรศัพท์เพื่อติดต่อไปยังบอร์ดอาร์ม7ปลายทาง

รูปที่ 4.23 เมื่อบอร์ดอาร์ม7 ปลายทางได้รับสัญญาณหมุนโทรศัพท์จากบอร์ดอาร์ม 7 ต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

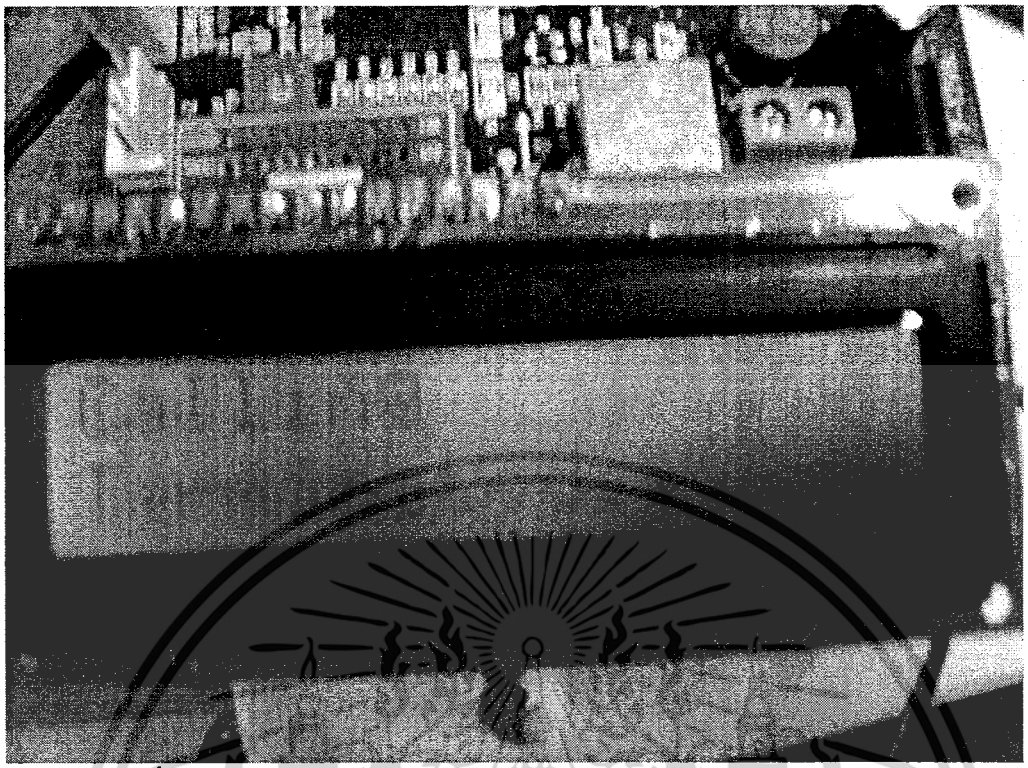


รูปที่ 4.24 เมื่อบอร์อาร์ม7 ปลายทางตอบรับจากบอร์ดอาร์ม7 ต้นทาง



รูปที่ 4.25 เมื่อบอร์ดอาร์ม7 ต้นทางและปลายทางกำลังสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 เมื่อบอร์ดอาร์ม7 ต้นทางหรือปลายทางมีการยกเลิกการติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้จัดทำระบบโทรศัพท์ผ่านโครงข่ายไอพี (TELEPHONE SYSTEM ON IP NETWORK) ซึ่งเป็นการออกแบบการส่งสัญญาณเสียงผ่านโครงข่ายไอพีโดยใช้ไมโครคอนโทรนเลอร์ ARM7 ในโครงานนี้ ได้ทำการออกแบบ

วงจรรับสัญญาณเสียง

วงจรขยายสัญญาณเสียง

การแปลงสัญญาณแอนาลอกเป็นดิจิตอล

การส่งข้อมูลผ่านอีเทอร์เน็ต

การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นแอนาลอก

สัญญาณควบคุมเพื่อควบคุมการทำงานบนโครงข่ายไอพี

การควบคุมการเชื่ยมต่อผ่านคีย์แพด

การแสดงผลผ่านแอลซีดี

จากผลการทดลอง ได้ทำการทดสอบวงจรและทดสอบโปรแกรมทั้งหมดได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการ สามารถติดต่อกันระหว่างโทรศัพท์ทั้งสองเครื่องได้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองวงจรไมค์ไบอัส และวงจรอินสตูเมนต์แอมพลิไฟเออร์ พบว่ายังมีสัญญาณรบกวนอยู่บ้าง ทำให้เสียงที่เราได้ยินนั้นยังไม่ชัดเจนมากนัก และการทดสอบการโทรศัพท์ข้ามเน็ตเวิร์กคุณภาพของเสียงนั้นลดลงเนื่องมาจากดีเลย์ของโครงข่าย การพัฒนาต่อควรจะทำฟิลเตอร์เพื่อกรองสัญญาณรบกวนออก จะทำให้เสียงที่ได้ยินนั้นชัดเจนมากยิ่งขึ้น หรือจะทำการติดตั้งกล้องเพิ่มเติมทำให้สื่อสารกันสามารถเห็นภาพผู้สนทนาได้เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. โอภาส ศิริครรชิต, เรียนรู้และพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 LPC2368 ด้วยภาษาซี, วชิรินทร์สาส์น, 2549

2. เรืองไกร รังสิพล, เจาะระบบ TCP/IP, บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

3. วิวัฒน์ กิรานนท์, วิศวกรรมสื่อสาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2540

4. http://www.thaiinternetwork.com/chapter/detail.php?id=0050

5. http://www.diw.go.th/y2k/diwy2k/embedded1.htm

6. http://www.thaicert.org/paper/basic/tcp-ip.php#internet

7. http://mail.hu.ac.th/~s3051030/w5.html

8. http://www.adslcool.com/network/viewrecord.php?id=98#host

9. http://www.voipthailand.com/voip/articles/voip_articles_00002.html

10. http://campus.en.kku.ac.th/~coe2008-14/main/?page_id=44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในการควบคุมคีย์แพทขนาด 4*4

```
                ORG 0000H

                MOV   PCON,#00H
                MOV   SCON,#50H
                MOV   TMOD,#20H
                MOV   TH1,#0FDH  ;9600

                SETB  TR1

MAIN:           MOV   P2,#00000000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_R1:         MOV   P2,#11111110B
CHK_1:          JB    P2.4,CHK_2
                MOV   A,#031H            ;1
                LCALL DELAY_100mS
                LCALL TX
                MOV   P0,#10000000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_2:          JB    P2.5,CHK_3
                MOV   A,#034H            ;4
                LCALL DELAY_100ms
                LCALL TX
                MOV   P0,#00100000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_3:          JB    P2.6,CHK_4
                MOV   A,#037H            ;7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#11100000B
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_4:  JB    P2.7,CHK_R2
        MOV   A,#02AH           ;*
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#2AH
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_R2:     MOV   P2,#11111101B
CHK_5:  JB    P2.4,CHK_6
        MOV   A,#032H           ;2
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#01000000B
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_6:  JB    P2.5,CHK_7
        MOV   A,#035H           ;5
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#10100000B
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_7:  JB    P2.6,CHK_8
        MOV   A,#038H           ;8
        LCALL DELAY_100ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                LCALL TX
                MOV   P0,#00010000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_8:          JB    P2.7,CHK_R3
                MOV   A,#030H              ;0
                LCALL DELAY_100ms
                LCALL TX
                MOV   P0,#00000000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_R3:         MOV   P2,#11111011B
CHK_9:          JB    P2.4,CHK_10
                MOV   A,#033H              ;3
                LCALL DELAY_100ms
                LCALL TX
                MOV   P0,#11000000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_10:         JB    P2.5,CHK_11
                MOV   A,#036H              ;6
                LCALL DELAY_100ms
                LCALL TX
                MOV   P0,#11000000B
                LCALL DELAY_100ms
                MOV   P0,#00000000B

CHK_11:         JB    P2.6,CHK_12
                MOV   A,#039H              ;9
                LCALL DELAY_100ms
                LCALL TX
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   P0,#01100000B
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_12: JB    P2.7,CHK_R4
        MOV   A,#023H                ;#
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#10010000B
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_R4: MOV   P2,#11110111B
CHK_13: JB    P2.4,CHK_14
        MOV   A,#041H                ;A
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#00010000B
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_14: JB    P2.5,CHK_15
        MOV   A,#042H                ;B
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#42H
        LCALL DELAY_100ms
        MOV   P0,#00000000B

CHK_15: JB    P2.6,CHK_16
        MOV   A,#02EH                ;.
        LCALL DELAY_100ms
        LCALL TX
        MOV   P0,#2EH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R5,DELAY_10ms_1
                RET
;*******************************************************************************
;               Delay time 100ms
;*******************************************************************************
DELAY_100ms: MOV    R7,#100         ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:      MOV    R6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:      NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
                RET
;*******************************************************************************
;               Delay time 1s
;*******************************************************************************
DELAY_1s:       MOV    R5,#0AH
DELAY_1s_1:     CALL   DELAY_100ms
                DJNZ    R5,DELAY_1s_1
                RET

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้