การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP

AN ELECTRICAL REMOTE CONTROLLER UNIT DESIGN AND CONCEPT FOR MINI DSLAM THROUGH THE TCP/IP NETWORK

วีรพันธ์ กรโยธิน

WEERAPHAN KORNYOTIN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-EN-M-010-173

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP

AN ELECTRICAL REMOTE CONTROLLER UNIT DESIGN AND CONCEPT FOR MINI DSLAM THROUGH THE TCP/IP NETWORK

T105552

วีรพันธ์ กรโยธิน

WEERAPHAN KORNYOTIN

วพ.
Q8324
2552

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....105552
วัน,เดือน,ปี.....26 พ.ย. 2552

b.....12170501.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL 2009-EN-M-010-173

AN ELECTRICAL REMOTE CONTROLLER UNIT DESIGN AND CONCEPT FOR MINI DSLAM THROUGH THE TCP/IP NETWORK

WEERAPHAN KORNYOTIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL 2009-EN-M-010-173

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP

Thesis Title An Electrical Remote Controller Unit Design and Concept for Mini DSLAM Through The TCP/IP Network

นักศึกษา นายวีรพันธ์ กรโยธิน

รหัสประจำตัว 47061080

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2009-EN-M-010-173

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.พิพัฒน์	พรหมมี	
รศ.สมยศ	จุณณะปิยะ	
รศ.จิระศักดิ์	ชาญวุฒิธรรม	
รศ.เกรียงไกร	วงศ์โรจนภรณ์	
รศ.ดร.สุวิพล	สิทธิชีวภาค	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2552 เวลา 15.00-17.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 3 ห้องประชุม 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 27 ตุลาคม พ.ศ. 2552

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 30 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552
ลงชื่อ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP
นักศึกษา	นายวีรพันธ์ กรโยธิน
รหัสนักศึกษา	47061080
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุวิพล สิทธิชีวภาค

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP เป็นระบบที่นำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ และระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในตู้ Mini DSLAM ในระยะไกล (Remote Control) สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์และระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากศูนย์กลางในการควบคุมเพื่อลดปัญหาในการเดินทางเพื่อไปทำการซ่อมบำรุง พนักงานที่ทำหน้าที่ดูแลสามารถตรวจซ่อมเหตุเสียเบื้องต้น เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริป ระบบสื่อสัญญาณขัดข้อง เป็นต้น จากศูนย์ควบคุมได้ในทันที อุปกรณ์และระบบไฟฟ้าจะถูกเชื่อมเข้ากับชุดควบคุม (Control Unit) และต่อเชื่อมเข้ากับระบบด้วยโครงข่าย TCP/IP ผ่านEthernet Port ใน Port Uplink2 ของอุปกรณ์ Mini DSLAM โดยชุดแผงควบคุมสามารถกำหนดไอพีแอดเดรสได้ในแต่ละชุดเพื่อสะดวกต่อการเชื่อมต่อและควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	An Electrical Remote Controller Unit Design and Concept for Mini DSLAM Through The TCP/IP Network
Student	Mr. Weeraphan Kornyotin
Student ID.	47061080
Degree	Master of Engineering
Program	Telecommunications Engineering
Year	2009
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Suvepon Sitthichivapak

ABSTRACT

This thesis presents the design of the mini DSLAM booths control unit which can be remotely controlled through the TCP/IP Network. In the design method, the controllers compose of all the equipments mounting inside the mini DSLAM booths; the circuit breaker and some of the communication equipments to avoid users who wait for the service's staff to onsite. The main controller unit is connected to the TCP/IP network through its own Ethernet port, and the port is linked directly to the last mini DSLAM's Uplink 2 port. The control unit has its own IP address and can be changed to fit according to its network environment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำที่ดีจาก รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ซึ่งข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาจากท่านอาจารย์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ พี่ นฤทธิ์ สมเจริญ สำเภาพล และพี่ วิชัย โรมไธสง จากสถาบันนวัตกรรม บมจ. ทีโอที ที่ได้สนับสนุนเครื่องมือ ตลอดจนคำแนะนำรวมไปถึงข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการค้นคว้าทำวิจัย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

วีรพันธ์ กรโยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....3

1.5 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....3

บทที่ 2 TCP/IP Protocol 4

2.1 โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี 4

2.2 แบบจำลองการสื่อสารขององค์กรมาตฐานสากล ISO.....5

2.2.1 ชั้น Physical.....6

2.2.2 ชั้น Data-Link.....6

2.2.3 ชั้น Network.....7

2.2.4 ชั้น Transport..... 7

2.2.5 ชั้น Session.....7

2.2.6 ชั้น Presentation.....8

2.2.7 ชั้น Application.....8

2.3 โปรโตคอลแสตค.....8

2.3.1 การส่งถ่ายข้อมูลระหว่างชั้น.....9

2.4 ไอพีแอดเดรส.....10

2.4.1 การจัดการคลาสเครือข่าย.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP 13

3.1 ชุดควบคุม (Control Unit) 13

3.1.1 ขั้นตอนการ Setup Program สำหรับอัพโหลดบอร์ดคอนโทรล 16

3.2 บอร์ด I/O 18

3.2.1 การรับค่าทางด้าน Input 19

3.2.2 การรับค่าทางด้าน Output 20

3.3 ชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์อัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller) 22

3.4 Temperature Sensor 24

3.5 Fast Ethernet Desktop Switch 5 port 10/100Mbps 26

3.6 พัดลมระบายความร้อน 27

3.7 Media Converter 28

3.8 Mini DSLAM 28

3.9 ระบบไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง 29

3.9.1 การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าหลักและระบบไฟฟ้าสำรอง 30

3.9.2 การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้ากระแสสลับและระบบไฟฟ้ากระแสตรง 31

3.10 การต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับอุปกรณ์สื่อสัญญาณผ่านโครงข่ายไอพี 33

บทที่ 4 การพัฒนาระบบ 36

4.1 รูปแบบการสื่อสาร 37

4.1.1 ข้อจำกัดของระบบเครือข่ายและนโยบายด้านความปลอดภัย 40

4.2 ระบบ VLAN 40

4.2.1 ลักษณะพิเศษของ VLAN โดยทั่วไป 40

4.2.2 ข้อจำกัดของการใช้งาน VLAN บน Controller 41

4.3 หลักการทำงาน 41

4.3.1 การตรวจสอบและบันทึกข้อมูล 42

4.3.2 การตรวจสอบกระแสไฟฟ้าขัดข้องและทำการต่อกลับโดยอัตโนมัติ 43

4.3.3 การตรวจสอบ Mini DSLAM ว่าพร้อมทำงานหรือไม่ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.4 การทำงานของ ARP Protocol และการประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบ.....45

4.3.5 การสลับการทำงานของพัดลม.....47

4.3.6 การรายงานเข้าสู่ส่วนกลาง.....49

4.4 MAC Address และ โปรแกรมสนับสนุน.....51

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง.....58

5.1 การโปรแกรมลงในชุดควบคุม.....58

5.2 การทดลอง..... 61

5.3 ผลการทดลอง.....67

5.3.1 ผลการทดลองที่ 5.3.1 67

5.3.2 ผลการทดลองที่ 5.3.2 69

5.3.3 ผลการทดลองที่ 5.3.3 72

5.3.4 ผลการทดลองที่ 5.3.4 74

5.3.5 ผลการทดลองที่ 5.3.5 77

5.3.6 ผลการทดลองที่ 5.3.6 82

5.3.7 ผลการทดลองที่ 5.3.7 85

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....87

บรรณานุกรม.....88

ภาคผนวก.....89

ภาคผนวก ก. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....90

ประวัติผู้เขียน.....98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 อุปกรณ์ประกอบที่ใช้ต่อเชื่อมเข้ากับระบบ..... 34

4.1 รูปแบบการสื่อสาร.....38

4.2 รูปแบบคำสั่ง.....38

5.1 ตารางการใช้งาน MAC Address ที่เกี่ยวข้อง 66

5.2 ค่าที่ส่งกลับจาก Controller.....71

5.3 ค่าที่ส่งกลับจาก Controller.....84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 OSI Model 7 Layer.....6

2.2 โปรโตคอลแสตคของ TCP/IP 8

2.3 การห่อหุ้มข้อมูลตามลำดับโปรโตคอลแสตค 9

2.4 การแบ่งคลาสเครือข่าย.....10

2.5 การแบ่งคลาส D และ E 11

2.6 ตัวอย่างการแบ่งคลาสเครือข่ายย่อย 11

2.7 ช่วงของ IP Address แต่ละคลาส.....11

3.1 ส่วนต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368.....14

3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368.....14

3.3 การต่อสายโหลดโปรแกรมเข้ากับบอร์ดคอนโทรล.....15

3.4 RTUSet ในไดเรกทอรี่.....16

3.5 RTU Settings.....17

3.6 ไฟลข้อมูลที่มีนามสกุล .hex.....17

3.7 โปรแกรม Flash Magic.....18

3.8 ต้นแบบบอร์ด I/O ที่ลงอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว.....19

3.9 การเชื่อมต่อบอร์ดคอนโทรลกับบอร์ด I/O.....19

3.10 วงจรบอร์ด I/O ทางด้าน input 20

3.11 วงจรควบคุมพัดลม โซลินอยด์ รีเลย์ 21

3.12 คอนเนคเตอร์บนบอร์ด I/O สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ 22

3.13 ไดอะแกรมชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller).....23

3.14 เงื่อนไขในการทำงานของชุดควบคุม CB อัตโนมัติ.....23

3.15 Automatic Circuit Breaker Controller.....24

3.16 การต่อเซนเซอร์อุณหภูมิเข้ากับบอร์ด I/O.....25

3.17 ไดแกรมของอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิแบบดิจิตอลรุ่น DS1820.....25

3.18 อุปกรณ์ Fast Ethernet Desktop Switch.....26

3.19 ไดอะแกรมการต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับ Fast Ethernet Desktop Switch.....26

3.20 พัดลมระบายความร้อนขนาด 3.5 นิ้ว กระแสตรง 12 โวลท์.....27

3.21 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้าที่จ่ายกระแสให้กับพัดลม.....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.22 อุปกรณ์ Media Converter....28

3.23 อุปกรณ์ Mini DSLAM....28

3.24 ไดอะแกรมการตรวจสอบและรีเซ็ทอุปกรณ์ Mini DSLAM....29

3.25 อุปกรณ์ Switching Power Supply 48 VDC 7.2A....30

3.26 อุปกรณ์ Regulator 12 VDC....30

3.27 แบตเตอรี่ 12โวลท์ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองกรณีไฟฟ้าดับ....30

3.28 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้า....31

3.29 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ....32

3.30 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้ากระแสตรง....32

3.31 อุปกรณ์ภายในตู้ชุมสายขนาดเล็กที่ติดตั้ง Mini DSLAM....33

3.32 Port ของอุปกรณ์ Mini DSLAM....35

3.33 ไดอะแกรมการต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับโครงข่ายไอพี....35

4.1 ชุดพัฒนาโปรแกรมของ Keil สำหรับ ARM Processor....36

4.2 หลักการสื่อสาร....37

4.3 รูปแบบของเฟรม 802.3 ก่อนที่จะทำ VLAN Tagging....41

4.4 รูปแบบของเฟรม 802.3 ที่มีการ Tagging 802.1Q....41

4.5 การใช้ฐานเวลาภายใน....42

4.6 โฟลวชาร์ตแสดงการตรวจสอบกระแสไฟฟ้า....44

4.7 โฟลวชาร์ตแสดงการตรวจสอบสถานะของ Mini DSLAM....45

4.8 ARP Cache บนเครื่องคอมพิวเตอร์....46

4.9 การควบคุมการทำงานของพัดลม....48

4.10 การรายงานผล....49

4.11 การทำงานของโปรแกรมส่วนกลาง....50

4.12 โครงสร้างของ MAC Address....51

4.13 MAC Address จากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป....52

4.14 รูปแบบ Hex File....53

4.15 ผังการทำงานของ RTUSet....56

4.16 การใช้โปรแกรมเพื่อเปลี่ยนค่า IP และ MAC Address....57

4.17 การเปรียบเทียบ Hex File ก่อนและหลังการแก้ไข....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.1 Icon โปรแกรม Flash Magic....58
5.2 โปรแกรม Flash Magic....58
5.3 การต่อสายสำหรับโปรแกรมเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์....59
5.4 การต่อสายสำหรับโปรแกรมเข้ายังชุดควบคุม....59
5.5 รูประหว่างทำการโปรแกรม....60
5.6 เมื่อโปรแกรมเสร็จ....60
5.7 การเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับโครงข่าย IP Network....61
5.8 การทดลองใช้งานระบบ....62
5.9 ผังการทดลองและใช้โปรแกรม Wireshark ในการตรวจจับข้อมูล และ IP Address....62
5.10 การต่ออุปกรณ์ และเปลี่ยนจาก Network Switch เป็น Network Hub....63
5.11 การต่อเข้ากับ Hub เพื่อตรวจจับข้อมูล....63
5.12 Icon โปรแกรม Wireshark....64
5.13 หน้าจอหลักเมื่อเข้าสู่โปรแ กรม wireshark....64
5.14 หน้าจอแสดงการเริ่ม Capture Packet....65
5.15 การแสดงผลที่ได้จากการตรวจจับ Packet....65
5.16 การทำ Filter เพื่อดูเฉพาะส่วนที่สนใจ เช่น ARP....66
5.17 เส้นทางข้อมูลการ Ping....67
5.18 ผลการทดสอบ Ping ไปยังชุดควบคุม....68
5.19 Packet Ping Request จากส่วนกลาง....68
5.20 Packet Ping Reply จากชุดควบคุมกลับไปส่วนกลาง....69
5.21 ทิศทางการส่งข้อมูลตามคาบเวลา....69
5.22 Packet ที่ตรวจจับด้วยโปรแกรม Wireshark....70
5.23 ค่าที่เครื่อง Server จากตารางที่ 5.2....71
5.24 ทิศทางการส่งข้อมูลตามคาบเวลา....72
5.25 คำสั่งที่มีให้เลือก....72
5.26 การส่งคำสั่งจาก Center ไปยัง Controller เพื่อหยุดพัดลม....73
5.27 ค่าที่เครื่อง Server หลังการ Off พัดลมตัวที่ 1....74
5.28 ทิศทางของข้อมูล....74
5.29 การเปลี่ยน Temp Setpoint....75

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.30 Packet การสั่งเปลี่ยน Temp Setpoint 75
5.31 Packet การรายงานค่ากลับหลังเปลี่ยน Temp Setpoint 76
5.32 การเปลี่ยน Temp Setpoint และพัดลมทำงานทั้งคู่ 76
5.33 ทิศทางการตรวจสอบสถานะ Mini DSLAM 77
5.34 การส่ง ARP Packet ออกไปสอบถาม Mini DSLAM ตัวที่1 และ 2 78
5.35 ลำดับการส่งและตอบกลับ 78
5.36 การไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 1 79
5.37 การรายงานผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 1 79
5.38 ผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 1 ที่ส่วนกลาง 80
5.39 การไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 2 80
5.40 การรางานผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 2 81
5.41 ผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 2 ที่ส่วนกลาง 81
5.42 ทิศทางการส่งข้อมูล 82
5.43 การตัดกระแสไฟฟ้า 83
5.44 การรายงานผลหลังตัดกระแสไฟฟ้า 83
5.45 การรายงานผลหลังตัดกระแสไฟฟ้าที่ส่วนกลาง 84
5.46 ระบบต่อกระแสไฟฟ้าคืนโดยอัตโนมัติ 85
5.47 Packet ของการถอด Temp Sensor 85
5.48 ผลที่ส่วนกลางกรณีถอด Temp Sensor 86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งหวังเพื่อลดปัญหาในการเดินทาง ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง และทรัพยากรณ์บุคคลในการเดินทางไปซ่อมบำรุง เมื่อตู้ชุมสายที่ติดตั้ง Mini DSLAM เกิดปัญหาขึ้น ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบเหตุเสียและการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระยะไกล (Remote Control) จากศูนย์กลางการควบคุมและเฝ้าระวังเหตุเสียของระบบ (Management Center) โดยที่ไม่ต้องเดินทางไปยังจุดติดตั้งตู้ชุมสายนั้นๆ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอวิธีการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP ซึ่งสามารถควบคุมจากศูนย์กลางในการควบคุมโดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่จำเป็นต้องเดินทางไปยังตู้ชุมสายนั้นๆ โดยออกแบบให้มีหน้าที่ดังนี้

1.2.1 ทำการต่อกระแสไฟฟ้ากลับอัตโนมัติหากตรวจพบว่ากระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกจ่ายเข้ามาระบบตามปกติ แต่ Circuit Breaker (CB) ตัดกระแสไฟฟ้าเข้าตู้

1.2.2 ทำการตรวจสอบสภาวะของ Mini DSLAM ผ่านทางช่องทางซ่อมบำรุง (Port Management) โดยทำการส่งคำสั่งเข้าไปถาม และรอการตอบกลับ หากไม่พบการตอบกลับแสดงว่า Mini DSLAM หยุดทำงาน ระบบจะทำการ Reset กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้า Mini DSLAM โดยอัตโนมัติ

1.2.3 สั่งเปลี่ยนจุดตัดของอุณหภูมิเพื่อให้พัดลมทำงานที่อุณหภูมิที่เหมาะสมและควบคุมการทำงานของพัดลมให้สลับการทำงาน เพื่อระบายความร้อนภายในตู้ หากพบว่าอุณหภูมิเกินกว่าที่กำหนด ระบบจะเปิดการทำงานพัดลมพร้อมกันทั้งระบบ เพื่อเร่งระบายความร้อนโดยเร็วและสามารถสั่งเปิดปิดพัดลมแต่ละตัวได้ในทางกลับกัน หากอุณหภูมิลดต่ำมาก เช่น ที่ภาคเหนือในฤดูหนาว ระบบก็จะส่งให้พัดลมทั้งคู่หยุดทำงาน

1.2.4 รายงานสภาวะภายในตู้เข้าสู่ส่วนกลางตามคาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบ และเฝ้าระวังที่ส่วนกลางหากเกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เนื่องจากโครงข่าย IP เป็นโครงข่ายที่สะดวกในการเชื่อมต่อและสามารถเข้าถึงได้ในทุกที่ที่มีการเชื่อมต่อเข้ากับระบบ Internet การส่งผ่านข้อมูลควบคุมอุปกรณ์ในระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP จึงมีปัญหาในเรื่องของความปลอดภัยของระบบโครงข่ายประกอบกับการรับส่งข้อมูลในจำนวนมากๆในเวลาเดียวกันอาจเกิดข้อผิดพลาดและคลาดเคลื่อนของข้อมูล

การแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดค่า VLAN ให้กับอุปกรณ์ Mini DSLAMและชุดควบคุม ส่วนการแก้ปัญหาความเร็วและค่าคลาดเคลื่อนของการรับส่งข้อมูลจะแบ่งช่วงการส่งข้อมูลกลับมายังส่วนกลางเป็นช่วงเวลาโดยกำหนดค่าฐานเวลาจากส่วนกลางของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การรับส่งข้อมูลและการควบคุมอุปกรณ์ในระยะไกล(Remote Control) โดยใช้ช่องทางระบบการจัดการ(Management Port)ของอุปกรณ์ Mini DSLAM ผ่านโครงข่าย TCP/IP ซึ่งลักษณะเด่นของวิธีการที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้คือ การสื่อสารผ่านช่องทางของอุปกรณ์สื่อสัญญาณโดยไม่ไปใช้ ช่องทางใช้งานที่มีไว้ให้บริการลูกค้า ทำให้เกิดความปลอดภัยสูง เป็นอิสระและคงเหลือช่องสัญญาณให้บริการอย่างเพียงพอ นอกจากนั้นศูนย์กลางยังสามารถควบคุมระบบได้ทำให้การตรวจสอบข้อมูลหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบกระทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว และเพิ่มเติมการทำงานอัตโนมัติในระบบควบคุม เพื่อลดขั้นตอนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่จะออกไปแก้ไขข้อผิดพลาดจากอุปกรณ์ในระบบ อีกทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพเวลาในการให้บริการ (Uptime) ให้สูงยิ่งขึ้น

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆผ่านช่องทางการสื่อสารของอุปกรณ์ Mini DSLAM ผ่านโครงข่าย TCP/IP Network โดยการรับส่งค่าต่างๆระหว่างศูนย์กลางระบบ (Management Center) กับอุปกรณ์ปลายทาง รวมไปถึงการส่งรหัสคำสั่งจากศูนย์กลางฯไปยังอุปกรณ์ปลายทาง การเปรียบเทียบการรับส่งข้อมูลจะใช้โปรแกรม Socket Server ในการจำลองการรับส่งค่าต่างๆระหว่างศูนย์กลางฯกับอุปกรณ์ปลายทาง

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึง TCP/IP Protocol

บทที่ 3 กล่าวถึงวิธีการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP

บทที่ 4 กล่าวถึงการพัฒนาระบบ รูปแบบการสื่อสาร ฟังก์ชั่นการทำงาน

บทที่ 5 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง

บทที่ 6 กล่าวถึงบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

TCP/IP Protocol

2.1 โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี

ในการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต้องมีมาตรฐานหรือระเบียบที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารที่เรียกว่า โปรโตคอล สำหรับการติดต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันและมีผู้ใช้บริการจำนวนมากมาย ก็จำเป็นต้องมีการกำหนดวิธีการที่ใช้เป็นมาตรฐาน โดยใช้โปรโตคอลชื่อว่า โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) ซึ่งย่อมาจากคำว่า Transmission Control Protocol/Internet Protocol

โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี จะมีการกำหนดกฎเกณฑ์ รูปแบบการเชื่อมต่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย การโอนย้ายข้อมูล การแสดงสถานะที่ใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องต้นทางและเครื่องปลายทางที่มีขั้นห้อมากมายหลายระดับ (ตั้งแต่ระดับคอมพิวเตอร์พีซีแตนอโลน เวิร์คสเตชั่น เครื่องมินิคอมพิวเตอร์ เครื่องเมนเฟรมหรือเครื่องซุปเปอร์คอมพิวเตอร์) ให้สามารถติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันได้อย่างดีไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น โดยโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี จะใช้เทคนิคในการรับส่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากที่เรียกว่า แพ็คเก็ตสวิตชิ่งเน็ตเวิร์ค (Packet Switching Network) โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางที่เป็นผู้ส่งข้อมูลจะทำการแตกย่อยข้อมูลที่ส่งผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเป็นข้อมูลย่อยหลายส่วน ข้อมูลย่อยแต่ละส่วนเรียกว่า แพ็คเก็ต (Packet) ในการส่งจะนำแพ็คเก็ตเหล่านี้ส่งผ่านเครือข่ายไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่เป็นผู้รับข้อมูลในเส้นทางที่ต่างกัน (มีข้อมูลย่อยพิเศษส่วนหนึ่งที่ระบุถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่เป็นผู้รับข้อมูลที่จะนำส่ง) เมื่อส่งข้อมูลถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางที่ระบุไว้ เครื่องคอมพิวเตอร์ปลายทางจะทำหน้าที่รวบรวมแพ็คเก็ตย่อยเหล่านี้และจะนำมาจัดเรียงใหม่ตามลำดับที่ถูกต้องเพื่อประกอบเป็นข้อมูลเดิม

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) เป็นชุดโปรโตคอลที่ใช้ในอินเตอร์เน็ต ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากในปัจจุบัน ในหัวข้อนี้จะได้อธิบายถึงพื้นฐานของโปรโตคอลชุดนี้ จุดเริ่มต้นของชุดโปรโตคอลนี้มาจากกลุ่มงานวิจัยของ Defense Advanced Research Project Agency (DARPA) ซึ่งได้ตั้งเครือข่าย ARPANET แนวความคิดในการทำ internet work ของ ARPANET นี้มีมาก่อนที่จะเกิด OSI model แต่เนื่องจากมาตรฐานของ ISO ก็มีบทบาทมากในการอ้างอิงทางด้าน computer network จึงควรพิจารณาเปรียบเทียบชุด TCP/IP นี้กับ OSI model ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

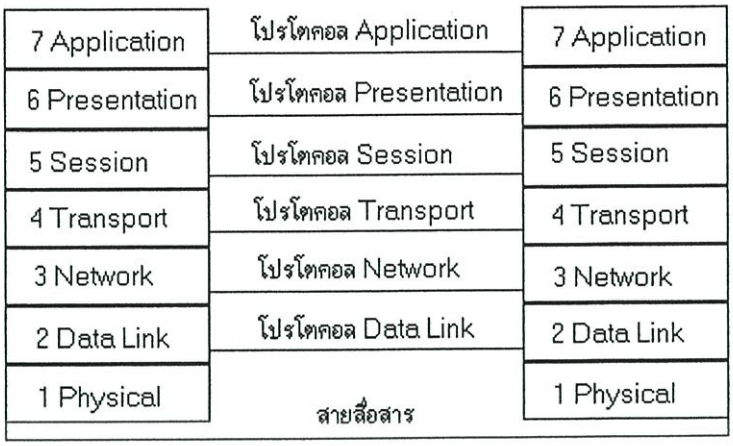
ตามแนวความคิดของ OSI นั้นอาจมองเป็นภาพรวมได้ว่า ในระดับชั้นที่ 1-3 เป็น local procedures และในระดับชั้นที่ 4-7 เป็น end-to-end procedures ถ้าสังเกตจะเห็นว่า ในระดับชั้นที่ 2 และ 4 นั้น จะมีหน้าที่จัดการกับข้อผิดพลาด เพิ่มความเชื่อถือได้ ซึ่งอาจมองว่าซ้ำซ้อนกัน ทั้งนี้เพราะในระดับชั้นที่ 3 อาจทำให้เกิดการสูญหายของข้อมูลในช่วงที่อยู่ใน queue ที่โหนดเอง แทนที่จะไปหายบน line หรืออีกสาเหตุหนึ่งคือ อาจมีความจำเป็นต้องละทิ้งข้อมูลบางส่วนไป เพราะเกิด Congestion จึงทำให้ดูเหมือนว่าระดับชั้นที่ 2 และ 4 นี้มีหน้าที่ซ้ำซ้อนกันในบางส่วน ที่อธิบายถึงแนวความคิดนี้ก่อนเพราะต้องการให้เข้าใจว่าในการออกแบบโปรโตคอลแต่ละชั้นนั้น จะต้องพิจารณาสภาพแวดล้อมของโปรโตคอลระดับล่าง คือผู้ให้บริการด้วย

TCP เป็นโปรโตคอลในระดับชั้นที่ 4 เมื่อเทียบกับ OSI มีลักษณะการทำงานเป็น Virtual Circuit คือจะมีการทำวงจรเสมือนขึ้นมาก่อนที่จะรับส่งข้อมูลกัน นั่นคือ แต่ละโหนดต้องมีตารางของ address และ destination route เพื่อให้รู้ว่าจะต่อกับใครจึงจะได้วงจรเสมือนตามต้องการ เมื่อทำ connection setup เสร็จแล้วก็จะรับส่งข้อมูลกันโดยใช้เส้นทางนี้ตลอด ดังนั้นจะไม่มีปัญหาเรื่องการเรียงลำดับของชุดข้อมูลผิดพลาด หรือ เกิดการซ้ำซ้อนของข้อมูล การส่งผ่านข้อมูลบน TCP เป็น byte stream-oriented สำหรับหน้าที่ของ TCP นี้ก็คือ จัดการเรื่อง ตรวจสอบ error , ทำ flow control , ทำการ multiplex หรือ demultiplex application layer connection นอกจากนี้ก็ยังทำหน้าที่ควบคุมแลกเปลี่ยนสถานะและทำ Synchronization ด้วย

2.2 แบบจำลองการสื่อสารขององค์กรมาตรฐานสากล ISO

ในหัวนี้จะกล่าวถึงแบบจำลองของการสื่อสารข้อมูลที่กำหนดขึ้นมาโดยองค์การมาตรฐานสากล (International Standard Organization-ISO) และมีชื่อเรียกว่า Open System interconnection Model (OSI Model) ซึ่งก็อาจเรียกรวมกันแบบย่อๆ เป็น ISO/OSI Model แบบจำลองนี้ได้แบ่งระบบการทำงานในการสื่อสารออกเป็นชั้นย่อยๆ จำนวน 7 ชั้น (หรือ 7 เลเยอร์) ดังรูปที่ 2.1 เหตุผลที่ทำให้ต้องมีการแบ่งออกเป็น 7 ชั้นก็เพื่อกำหนดมาตรฐานและแบบจำลองที่จะใช้ในการอ้างอิงในแต่ละชั้นของการทำงาน, ช่วยลดขนาดของปัญหาในการสื่อสารให้เล็กลงเพื่อที่จะสามารถจัดการได้ง่ายขึ้น และสนับสนุนให้ผู้ผลิตรายต่างๆ สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามรถทำงานร่วมกันได้ นอกจากนี้ยังช่วยในการพัฒนาระบบการสื่อสารไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นจากศูนย์และต้องทำให้ครบทุกองค์ประกอบ แต่สามารถพัฒนาขึ้นมาเพียงชั้นเดียวจากจำนวน 7 ชั้นแล้วนำไปใช้งานร่วมกับชั้นอื่นที่มีการพัฒนาไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 OSI Model 7 Layer

โดยหลักการแล้วแต่ละชั้นจะสื่อสารกับชั้นในระดับเดียวกันที่อยู่บนเครื่องอีกเครื่องหนึ่ง แต่ในทางปฏิบัติแต่ละชั้นที่อยู่ติดกันทั้งที่อยู่บนหรือล่างเท่านั้น จะยกเว้นก็แต่ชั้นล่างสุดคือชั้น Physical ที่จะติดต่อกับชั้น Physical ของอีกเครื่องหนึ่งได้ มีข้อสังเกตว่าในทางปฏิบัติจริงมีบางโอกาสเครื่องคอมพิวเตอร์อาจจะมีการใช้ชั้นใดชั้นหนึ่งพร้อมๆ กันหลายๆ ครั้ง โดยแต่ละครั้งมีความเป็นอิสระต่อกัน เช่น กรณีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งการ์ดเครือข่ายจำนวนหลายการ์ด โดยอาจจะเป็นอีเทอร์เน็ต(Ethernet) ทั้งหมด หรืออีเทอร์เน็ตผสมกับโทเคนริง(Token Ring) และอื่นๆ ก็ได้ในโลกแห่งจินตนาการของแบบจำลอง ISO/OSI นั้น ควรจะได้ถูกกำหนดตัวสถาปัตยกรรมนี้ขึ้นมาก่อน จากนั้นชิ้นส่วนต่างๆ ทางด้านเครือข่ายจึงตามมาทีหลัง โดยหน่วยงานทางการค้า, หน่วยงานวิจัย และองค์กรมาตรฐาน แต่ละชิ้นส่วนที่ถูกสร้างขึ้นมาจะต้องตรงตามมาตรฐานชั้นใดชั้นหนึ่งของสถาปัตยกรรมนี้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งรายละเอียดของแต่ละชั้นในแบบจำลองมีดังนี้

2.2.1 ชั้น Physical

เป็นการอธิบายคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น คุณสมบัติทางไฟฟ้า และกลไกต่างๆ ของวัสดุที่ใช้เป็นสื่อกลาง ตลอดจนสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูล คุณสมบัติที่กำหนดไว้ในชั้นนี้ประกอบด้วยคุณลักษณะทางกายภาพของสาย, อุปกรณ์เชื่อมต่อ (Connector), ระดับความต่างศักย์ของไฟฟ้า (Voltage) และอื่นๆ กล่าวโดยรวมแล้ว ระดับชั้นฟิสิคัลกำหนดวิธีการถ่ายโอนข้อมูลในระดับบิต ตัวอย่างของการเชื่อมต่อที่ตรงกับระดับชั้นฟิสิคัลได้แก่ RS232 และ X.21 เป็นต้น

2.2.2 ชั้น Data-Link

เป็นชั้นที่อธิบายถึงการส่งข้อมูลไปบนสื่อกลาง ชั้นนี้ยังได้ถูกแบ่งออกเป็นชั้นย่อย (Sub Layer) คือ Logical Link Control (LLC) และ Media Access Control (MAC) การแบ่งแยกเช่นนี้จะทำให้ชั้น LLC ชั้นเดียวสามารถจะใช้ชั้น MAC ที่แตกต่างกันออกไปได้หลายชั้น ชั้น MAC นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการดำเนินการเกี่ยวกับแอดเดรสทางกายภาพอย่างที่ใช้ในมาตรฐานอีเทอร์เน็ตและโทเคนริง แอดเดรสทางกายภาพนี้จะถูกฝังมาในการ์ดเครือข่ายโดยบริษัทผู้ผลิตการ์ดนั้น แอดเดรสทางกายภาพนั้นเป็นคนละอย่างกับแอดเดรสทางตรรกะ เช่น IP Address ที่จะถูกใช้งานในชั้น Network เพื่อความชัดเจนครบถ้วนสมบูรณ์ของการใช้ชั้น Data-Link นี้

2.2.3 ชั้น Network

ในขณะที่ชั้น Data-Link ให้ความสนใจกับแอดเดรสทางกายภาพ แต่การทำงานในชั้น Network จะให้ความสนใจกับแอดเดรสทางตรรกะ การทำงานในชั้นนี้จะเป็นการเชื่อมต่อและการเลือกเส้นทางนำพาข้อมูลระหวางเครื่องสองเครื่องในเครือข่ายชั้น Network ยังให้บริการเชื่อมต่อในแบบ "Connection Oriented" อย่างเช่น X.25 หรือบริการแบบ "Connectionless" เช่น Internet Protocol ซึ่งใช้งานโดยชั้น Transport ตัวอย่างของบริการหลักที่ชั้น Network มีให้คือ การเลือกเส้นทางนำพาข้อมูลไปยังปลายทางที่เรียกว่า Routing ตัวอย่างของโปรโตคอลในชั้นนี้ประกอบด้วย Internet Protocol (IP) และ Internet Control Message Protocol (ICMP)

2.2.4 ชั้น Transport

ชั้นที่ทำหน้าที่จัดเตรียมการส่งข้อมูลระหว่างสถานีต้นทางและปลายทางโดยสถาปนาการเชื่อมต่อและรักษาสภาพการเชื่อมต่อตลอดจนยกเลิกการเชื่อมต่อเมื่อสิ้นสุด กระบวนการ และอาจมีหน้าที่เพิ่มเติมในการับประกันความถูกต้องของข้อมูลที่จัดส่ง TCP/IP มีโปรโตคอลประจำชั้นนี้จำนวนสองโปรโตคอลคือ TCP และ UDP

2.2.5 ชั้น Session

ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อ, การจัดการระหว่างการเชื่อมต่อ และการตัดการเชื่อมต่อคำว่า "เซสชัน" (Session) นั้นหมายถึงการเชื่อมต่อกันในเชิงตรรกะ (Logic) ระหว่างปลายทางทั้งสองด้าน (เครื่อง 2 เครื่อง) ชั้นนี้อาจไม่จำเป็นต้องถูกใช้งานเสมอไป อย่างเช่นถ้าการสื่อสารนั้นเป็นไปในแบบ "Connectionless" ที่ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อ เป็นต้น ระหว่างการสื่อสารในแบบ "Connection-less" ทุกๆ แพ็กเก็ต (Packet) ของข้อมูลจะมีข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปลายทางที่เป็นผู้รับติดอยู่อย่างสมบูรณ์ในลักษณะของจดหมายที่มีการจ่าหน้าซองอย่างถูกต้องครบถ้วน ส่วนการสื่อสารในแบบ "Connection Oriented" จะต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อหรือเกิดเป็นวงจรในเชิงตรรกะขึ้นมาก่อนที่การรับ/ส่งข้อมูลจะเริ่มต้นขึ้น แล้วเมื่อการรับ/ส่งข้อมูลดำเนินไปจนเสร็จสิ้นก็ต้องมีการดำเนินการบางอย่างเพื่อที่จะตัดการเชื่อมต่อลง ตัวอย่างของการเชื่อมต่อแบบนี้ได้แก่การใช้โทรศัพท์ที่ต้องมีการกดหมายเลขปลายทาง จากนั้นก็ต้องมีการดำเนินการบางอย่างของระบบจนกระทั่งเครื่องปลายทางมีเสียงดังขึ้น การสื่อสารจะเริ่มขึ้นจริงเมื่อมีการทักทายกันของคู่สนทนา จากนั้นเมื่อคู่สนทนาฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งวางหูก็ต้องมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการบางอย่างที่จะตัดการเชื่อมต่อลงชั้น Session นี้มีระบบการติดตามด้วยว่าฝั่งใดที่ส่งข้อมูลซึงเรียกว่า "Dialog Management" Simple Mail Transport Protocol (SMTP), File Transfer Protocol (FTP) และ Telnet เป็นตัวอย่างของโปรโตคอลที่นิยมใช้ และมีการทำงานครอบคลุมในชั้น Session, Presentation และ Application

2.2.6 ชั้น Presentation

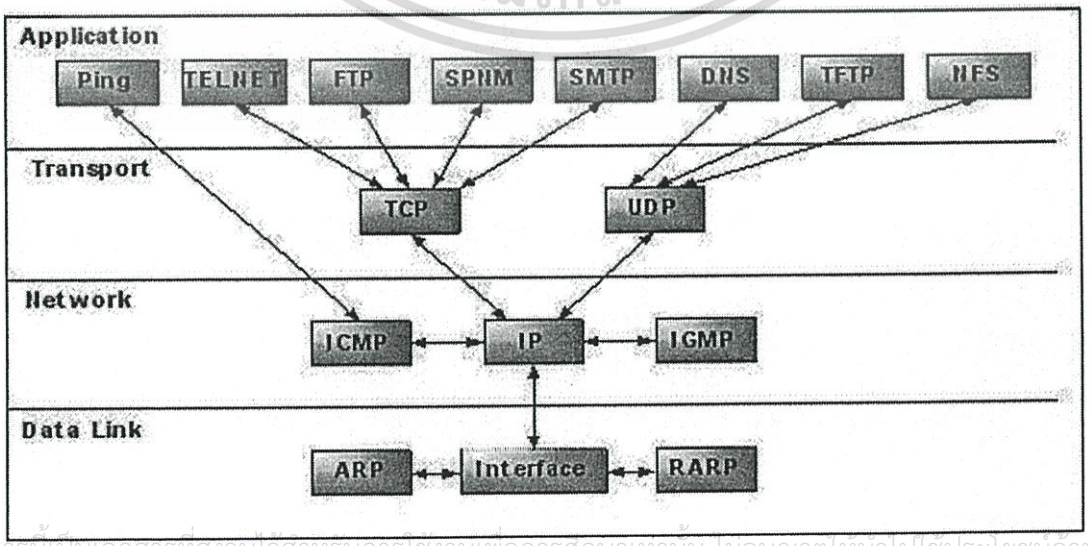
ชั้น Presentation ให้บริการทำการตกลงกันระหว่างสองโปรโตคอลถึงไวยากรณ์ (Syntax) ที่จะใช้ในการรับ/ส่งข้อมูล เนื่องจากว่าไม่มีการรับรองถึงไวยากรณ์ที่จะใช้ร่วมกัน การทำงานในชั้นนี้จึงมีบริการในการแปลข้อมูลตามที่ได้รับการร้องขอด้วย

2.2.7 ชั้น Application

ชั้น Application เป็นชั้นบนสุดของแบบจำลอง ISO/OSI เป็นชั้นที่ใช้บริการของชั้น Presentation (และชั้นอื่นๆ ในทางอ้อมด้วย) เพื่อประยุกต์ใช้งานต่างๆ เช่น การทำ E-mail Exchange (การรับ/ส่งอีเมล์), การโอนย้ายไฟล์ หรือการประยุกต์ใช้งานทางด้านเครือข่ายอื่นๆ

2.3 โปรโตคอลแสตค

IP ซึ่งอยู่ในระดับชั้นเน็ตเวิร์คตามรูปที่ 2.2 เป็นแกนสำคัญของโปรโตคอลแสตค เนื่องจากทั้ง TCP และ UDP ต้องใช้ IP เพื่อเลือกเส้นทางส่ง Packet ในระดับชั้นเน็ตเวอร์คยังมี ICMP สนับสนุนการทำงานของ IP เพื่อรายงานข้อผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการส่งแพ็กเก็ตและมี IGMP ดูแลการจัดกลุ่ม Host ในเครือข่ายมัลติคาสต์



รูปที่ 2.2 โปรโตคอลแสตคของ TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

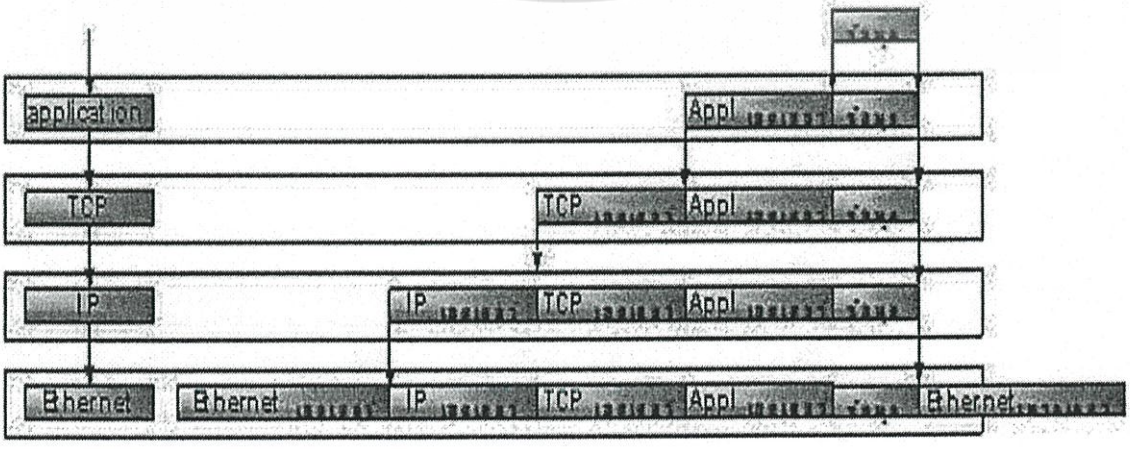
ระดับชั้นทรานสปอร์ต มีสองโปรโตคอลสำคัญ TCP และ UDP แอพลิเคชั่นจะเลือกใช้ TCP หรือ UDP ตามลักษณะงาน โปรโตคอลระดับล่างถัดจาก IP ได้แก่ โปรโตคอลระดับดาต้าลิงค์ซึ่งกำหนดการทำงานตามเทคโนโลยีเครือข่ายที่ใช้งานเช่นโปรโตคอล CSMA/CD ตามมาตรฐาน Ethernet ใส่ระดับชั้นนี้มีโปรโตคอลในชุดของ TCP/IP ทำหน้าที่สนับสนุนการทำงานอยู่สองโปรโตคอลคือ ARP และ RARP ทั้งสองโปรโตคอลทำหน้าที่แปลงค่า ระหว่าง IP Address กับ Hardware Address

2.3.1 การส่งถ่ายข้อมูลระหว่างชั้น

โปรโตคอลในแต่ละชั้นล้วนมีหน้าที่เกี่ยวข้องในการส่งผ่านข้อมูลจากสถานีต้นทางไปยังสถานีปลายทางข้อมูลจะถูกส่งผ่านจากโปรโตคอลระดับบนสุดจากสถานีต้นทางไปยังระดับล่างจนกระทั่งข้อมูลถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าแล้วเดินทางผ่านเครือข่ายไปยังสถานีปลายทางโปรโตคอลระดับล่างสุดที่สถานีปลายทางจะรับสัญญาณและส่งผ่านขึ้นไปยังโปรโตคอลระดับบนต่อไป

เมื่อข้อมูลผ่านแต่ละระดับชั้น โปรโตคอลในชั้นนั้นจะผนวกข่าวสารกำกับการทำงานประจำโปรโตคอลซึ่งเรียกว่า โปรโตคอลเฮดเดอร์ (Protocol header) เข้ากับข้อมูล เฮดเดอร์และตัวข้อมูลจากระดับบนจะถูกส่งผ่านไปยังระดับล่าง โปรโตคอลระดับล่างจะมองเฮดเดอร์หุ้มเป็นชั้น ๆ กระบวนการนี้เรียกว่า การเอ็นแคปซูเลต ตัวอย่างในรูปที่ 2.3 แสดงการเอ็นแคปซูเลตแพ็กเก็ต TCP/IP ในอีเทอร์เน็ต

เมื่อสถานีปลายทางได้รับแพ็กเก็ตก็จะดำเนินการส่งไปตามลำดับชั้น โปรโตคอลประจำชั้นจะถอดเฮดเดอร์ออกและส่งส่วนที่เหลือไปยังชั้นถัดไปเฮดเดอร์จะถูก ถอดออกเหลือเฉพาะข้อมูลเมื่อถึงชั้นบนสุด กระบวนการนี้เรียกว่า การดีแคปซูเลต (Decapsulation)



รูปที่ 2.3 การห่อหุ้มข้อมูลตามลำดับโปรโตคอลแสตค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

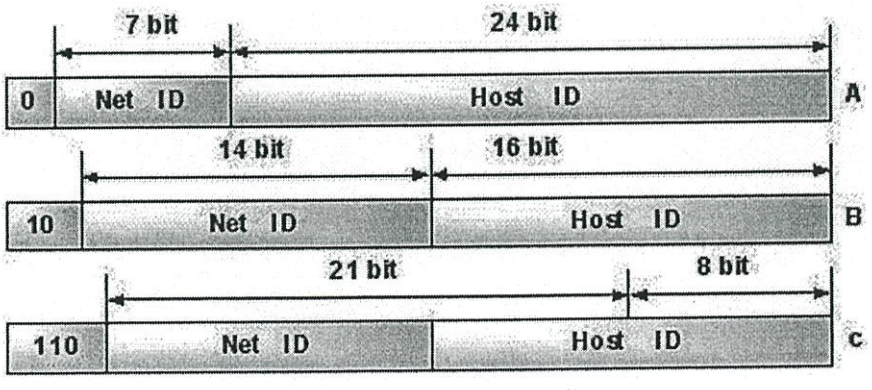
TCP/IP ประกอบด้วยโปรแกรมที่ทำงานร่วมกัน 2 ตัวคือ Transmission Control Protocol (TCP) และInternet Protocol (IP) การแบ่งลักษณะในการทำงานก็จะแบ่งเป็น TCP มีหน้าที่ในการตรวจสอบการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้รับ และเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ส่งให้ได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน หรือว่าหากมีการสูญหายของข้อมูลก็จะมีการแจ้งให้ต้นทางที่ส่งข้อมูลมารับทราบ แล้ว ให้ทำการส่งข้อมูลมาให้ใหม่ ส่วนลักษณะการทำงานของ IP นั้น จะทำหน้าที่ในการเลือกเส้นทางที่จะใช้ในการรับส่งข้อมูลในระบบเครือข่าย และทำการตรวจสอบที่อยู่ของผู้รับโดยการใช้ข้อมูลขนาด 4 byte เป็นตัวกำหนด Address หรือที่เราเรียกกันว่า IP Addressโปรโตคอล IP ให้การสื่อสารแบบดาต้าแกรมระหว่าง Node บนเครือข่ายคล้าย IPX โปรโตคอล TCP เหมือนกับ NetBIOS ในแง่การสื่อสารแบบจุดต่อจุดและประกันการได้รับข้อมูล โดยยูทิลิตี FTP การเรียกทำงานระยะไกล(Telnet)

2.4 ไอพีแอดเดรส (IP Address)

อินเทอร์เน็ตแยกแยะเครื่องโดยใช้ IP Address ประจำฮาร์ดแวร์อินเทอร์เฟสที่เชื่อมเข้าเครือข่าย ตัวอย่างของฮาร์ดแวร์อินเทอร์เฟสได้แก่การ์ดเครือข่าย คอมพิวเตอร์ที่มีมากกว่าหนึ่งอินเทอร์เฟสสามารถมี IP Address ได้ตามจำนวนอินเทอร์เฟส แต่คอมพิวเตอร์โดยทั่วไปมักมีเพียงอินเทอร์เฟสเดียว จึงมักเรียกว่าไอพีแอดเดรสเป็นแอดเดรสประจำเครื่อง ส่วนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ เช่น เรามักมีอินเทอร์เฟสจำนวนมากเพื่อใช้โยงเครือข่าย เราเตอร์ (Router) จึงมี IP Address หลายค่าตามจำนวนอินเทอร์เฟส

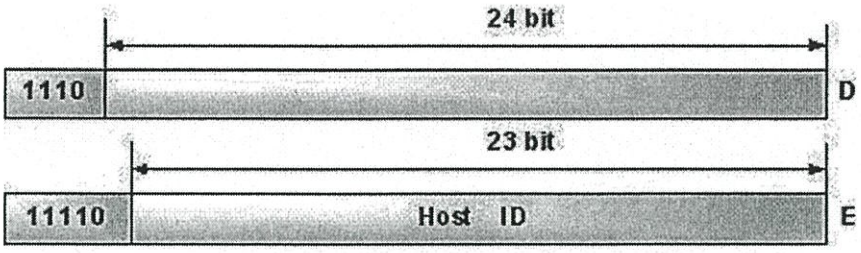
2.4.1 การจัดการคลาสเครือข่าย (Class)

ไอพีแอดเดรสมีการจัดแบ่งออกเป็นกลุ่มหรือคลาส (class) เครือข่ายที่ใช้งานในปัจจุบันมักสังกัดอยู่ใน class ใด class หนึ่งคือคลาส A, B หรือ C การแบ่ง class อาศัยจำนวนพรีฟิกซ์เครือข่ายที่แตกต่างกันตามรูป 2.4 แต่ละ class จึงมีจำนวนเครือข่ายในสังกัดและจำนวนโฮสต์ต่อเครือข่ายไม่เท่ากัน

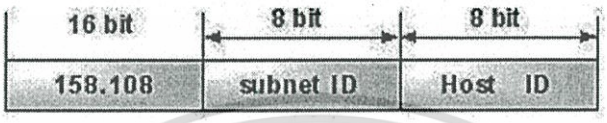


รูปที่ 2.4 การแบ่งคลาสเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การแบ่งคลาส D และ E



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการแบ่งคลาสเครือข่ายย่อย

Class	Range
A	0.0.0.0 - 127.255.255.255
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255
D	244.0.0.0 - 239.255.255.255
E	240.0.0.0 - 255.255.255.255

รูปที่ 2.7 ช่วงของ IP Address แต่ละคลาส

TCP จะทำหน้าที่เปรียบเสมือน Transport Layer และ Data Link Layer บางส่วนใน OSI Model คือเป็นผู้ทำให้เกิดขบวนการ การส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องระหว่างผู้รับและผู้ส่ง ส่วน IP เป็นหมายเลขที่ใช้ในการบ่งบอกถึง DTE ต้นทางและปลายทาง เป็น Protocol ที่ใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เป็นระบบ internetworking TCP/IP เป็น Protocol ที่ใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าเป็นเครือข่าย Internetworking ซึ่งในแต่ละเครือข่ายอาจใช้อุปกรณ์ต่างชนิด ต่างยี่ห้อกัน ซึ่ง TCP/ IP เป็น Open System ที่ไม่มีข้อจำกัดในระบบปฏิบัติการที่ใช้ อีกทั้งยังมีเป็นยอมรับจึงมีการผลิตทั้ง Hardware และ Software มาสนับสนุน Protocol TCP/IP อย่างมากในการเชื่อมโยงเครือข่าย เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องอาจมีระบบที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน การใช้งานเครือข่ายจึงต้องมีมาตรฐานหรือระเบียบที่ใช้ในการติดต่อให้แต่ละเครื่องมีวิธีการติดต่อสื่อสารเป็นไปในแนวทางเดียวกันเพื่อให้การเชื่อมต่อข้อมูลและการติดต่อสื่อสารของเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละเครื่องมีความเข้าใจถูกต้องตรงกันสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างดี ไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น จึงมีการกำหนดวิธีการมาตรฐานขึ้นเรียกว่า โปรโตคอล ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า โปรโตคอล หมายถึง กฎเกณฑ์ ข้อตกลง ภาษาสื่อสาร รูปแบบ วิธีการเชื่อมต่อของเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่าย (ระบบใดๆ ก็ตาม) ให้สามารถติดต่อสื่อสาร มีการใช้งานร่วมกันได้หลากหลาย เช่น การกำหนดรูปแบบการโอนย้ายข้อมูล การแสดงสถานะ การวางกฎระเบียบเกี่ยวกับการใช้งานเครือข่าย เป็นต้น เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่เชื่อมต่อกันในเครือข่ายต้องใช้โปรโตคอลเดียวกันจึงจะติดต่อสื่อสารกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย และพื้นฐานของระบบการสื่อสารในระยะไกลผ่านโครงข่ายไอพี ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิคเชื่อมต่ออุปกรณ์สื่อสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมที่เชื่อมต่อในรูปแบบต่างๆ คุณลักษณะของช่องทางการสื่อสารและการตั้งค่าต่างๆให้กับอุปกรณ์สื่อสัญญาณ และพื้นฐานของระบบโครงข่ายไอพี ซึ่งเนื้อหาทั้งหมดนี้จำเป็นสำหรับการศึกษา

3.1 ชุดควบคุม (Control Unit)

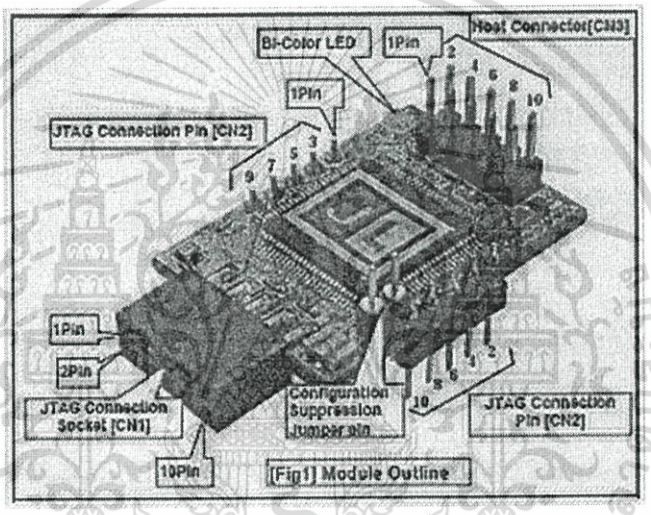
ระบบควบคุมจะออกแบบให้มีการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการเขียนคำสั่งควบคุมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล ARM7 TDMI-S CORE เบอร์ LPC2368 [2] เนื่องจากมีความเร็วสูง มี Port LAN ให้ใช้งาน และมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายนอกอาคารดังรูปที่ 3.1 และรูป 3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล ARM7TDMI-S Core ซึ่งเลือกใช้ MCU เบอร์ LPC2368 16/32บิต ขนาด100pin ของPhilips (NXP) นอกจากวงจรขั้นพื้นฐานยังมีวงจรสำหรับประยุกต์ใช้งานขั้นสูงจัดเตรียมไว้ให้ใช้งานด้วย เช่น

- วงจรเชื่อมต่อกับ USB ซึ่งรองรับการเชื่อมต่อกับ USB 2.0 ได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปพัฒนาเป็น USB Device แบบต่างๆได้โดยสะดวก
- วงจรเชื่อมต่อกับการ์ดหน่วยความจำ ซึ่งสามารถใช้งานได้กับการ์ดหน่วยความจำแบบ SD Card และการ์ดหน่วยความจำแบบ MMC Card
- วงจรเชื่อมต่อ Ethernet LAN แบบ 10/100 Mbps สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย LAN ได้
- วงจรเชื่อมต่อกับDot-Matrix LCD พร้อมวงจรปรับความสว่าง
- วงจรสื่อสารข้อมูลแบบ RS232 พร้อม Line Driver จำนวน 2 ช่อง
- วงจรสื่อสารข้อมูลแบบ RS422/485 ทั้งแบบ Half-Duplex และ Full-Duplex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

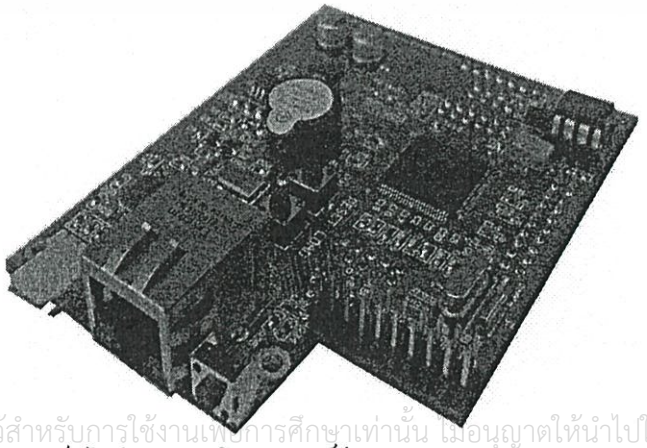
สำหรับวิธีการพัฒนาโปรแกรมของบอร์ดนั้นก็มีความคล่องตัวและยืดหยุ่นเป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถพัฒนาโปรแกรมจากภาษาคอมคอมพิวเตอร์ได้ตามมาตรฐานหลายๆภาษา กล่าวคือ สามารถใช้การพัฒนาแบบ ISP Download ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 และการพัฒนาแบบ JTAG โดยใช้งานร่วมกับ ARM JTAG มาตรฐานสำหรับ Download และ Debug ได้โดยง่าย

การโปรแกรมแบบISP (In system program) คือการอัดโปรแกรมลงในตัวICโดยตรงเลยผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์โดยใช้สายแพรดาวน์โหลดแค่ 3เส้นเท่านั้น โดยใช้โปรแกรม Flash Magic เวอร์ชั่น 4.33 และโปรแกรม Keil uVision IDE เวอร์ชั่น 3.24 ซึ่งเป็นฟรีโปรแกรม แต่จะมีการจำกัดการใช้งานอยู่ที่16K โดยสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมได้ฟรีจากเว็ปไซด์ของผู้พัฒนาโปรแกรมได้



รูปที่ 3.1 ส่วนต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368

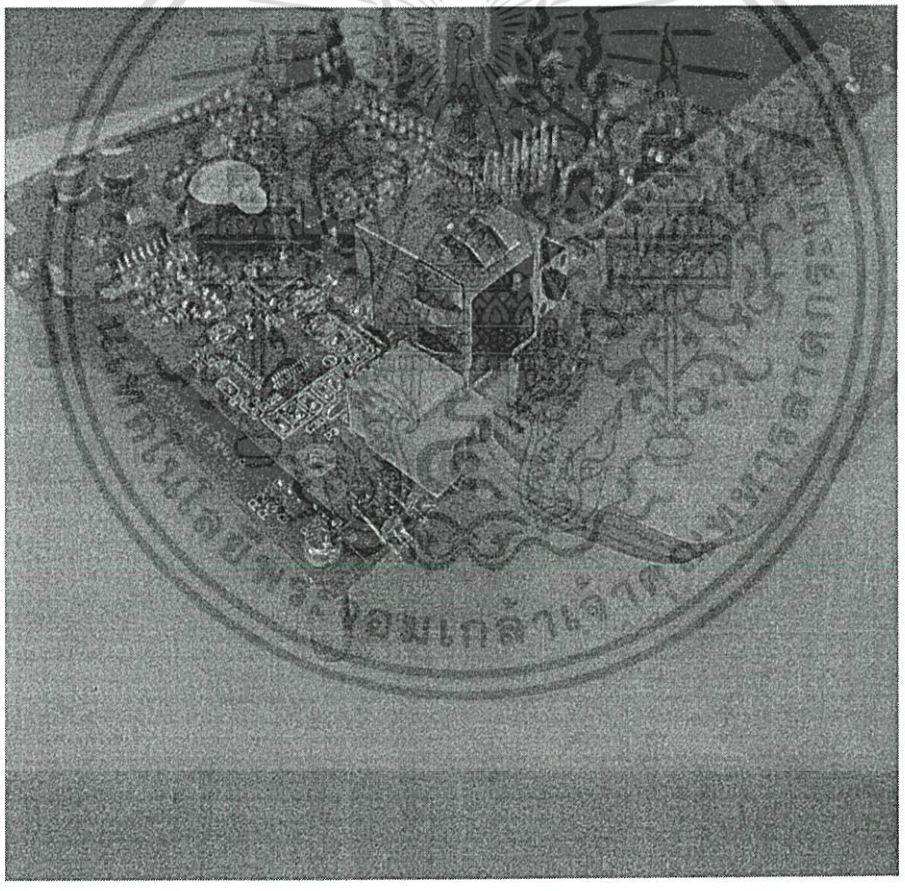
การโปรแกรมแบบJTAG คือการDebug หรือทดลองแก้ไขโปรแกรมผ่านARM JTAG เป็นพอร์ต pin header ขนาด 10 pin โดยใช้โปรแกรม Keil uVision Review ซึ่งเป็นการโปรแกรมแบบซิมมูเลตหรือจำลองแบบเสมือนจริงโดยดาวน์โหลดโปรแกรมได้ฟรีจากเว็ปไซด์ของผู้พัฒนาโปรแกรมเช่นกัน



รูปที่ 3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การโปรแกรมหรืออัดโปรแกรมลงในตัวICโดยตรงเลยผ่านพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ในที่นี้จะลงโปรแกรมผ่านโปรแกรม Flash Magic โดยมีวิธีการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดคอนโทรลกับคอมพิวเตอร์ผ่านสายโหลดโปรแกรมดังรูปที่ 3.3



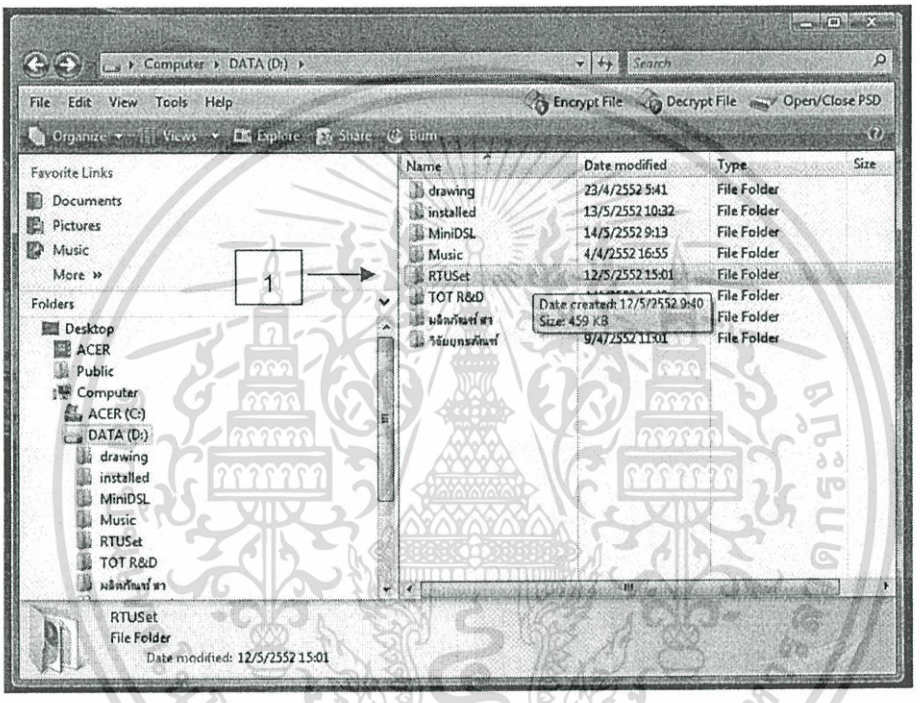
รูปที่ 3.3 การต่อสายโหลดโปรแกรมเข้ากับบอร์ดคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ขั้นตอนการ Setup Program สำหรับอัพโหลดบอร์ดคอนโทรล

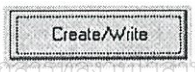
ในงานวิจัยนี้เพื่อให้ง่ายต่อการนำโปรแกรมไปใช้งานและติดตั้งค่าฟังก์ชันต่างๆของโปรแกรมผู้วิจัยได้สร้างไดเรกทอรี่สำหรับการติดตั้งโปรแกรมและการใส่ค่าต่างๆของโปรแกรม ได้แก่ IP Address, VLAN, Gate way เป็นต้น ซึ่งเมื่อใส่ค่าดังกล่าวแล้วโปรแกรมจะทำการบันทึกค่าล่าสุดแบบอัตโนมัติให้ทุกครั้งที่มีการเข้าไปใช้งาน โดยมีขั้นตอนการใช้งานดังต่อไปนี้

1. เปิดโฟลเดอร์ RTUSet ในไดเรกทอรี่ที่กำหนด ดังรูปที่ 3.4



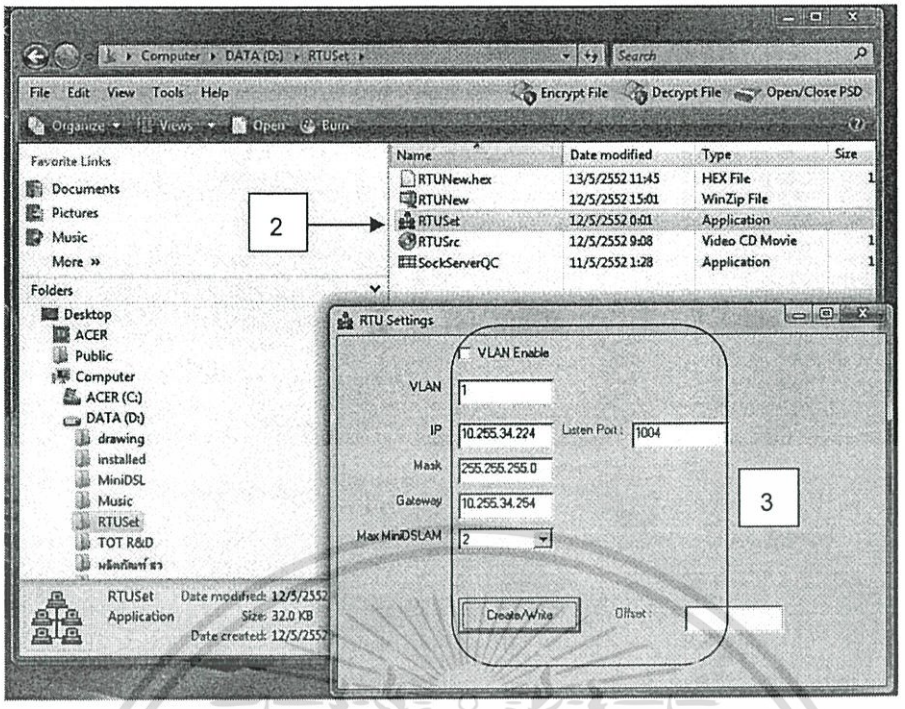
รูปที่ 3.4 RTUSet ในไดเรกทอรี่

2. คลิก RTUSet จะปรากฏหน้าต่าง RTU Settings ดังรูปที่ 3.5
3. ในหน้าต่าง RTU Settings ให้กรอกรายละเอียดในช่อง Text box ดังนี้

- ถ้ากำหนดค่า VLAN ของMini DSLAM เป็นค่าDefault (VLAN1) ไม่ต้องกดเลือกในช่อง VLAN Enable
- ถ้ากำหนดค่า VLAN ของMini DSLAM เป็นค่าอื่นให้กดเลือกช่องVLAN Enable แล้วกรอกค่าVLAN
- กำหนดค่า IP, MASK, GATEWAY ตามกำหนด - กำหนดจำนวนMini DSLAM ที่ติดตั้ง ในช่อง Max Mini DSLAM
- คลิก 

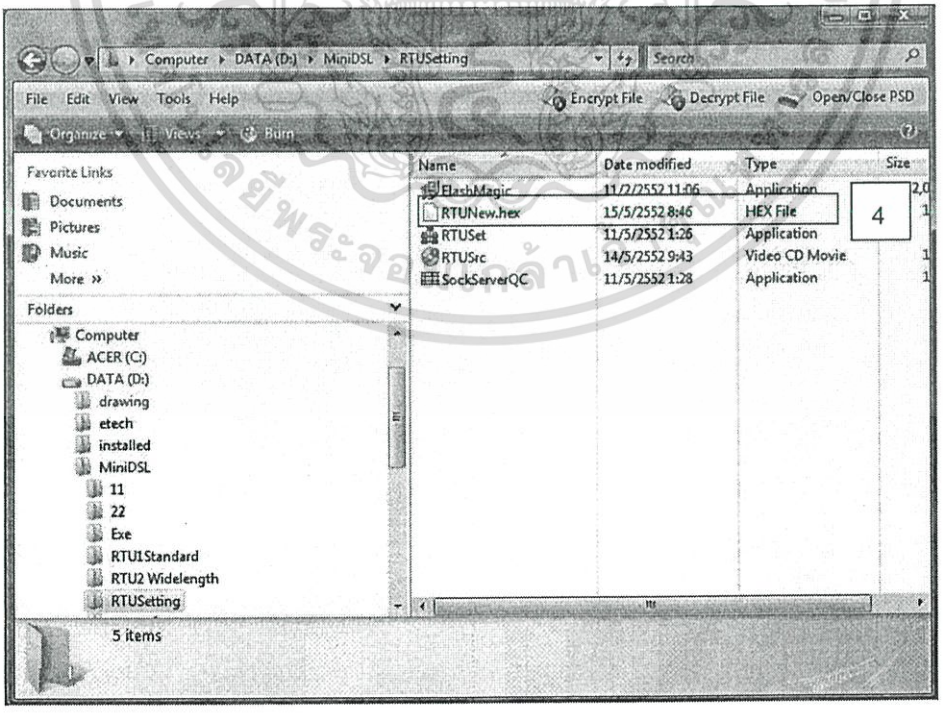
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.5 RTU Settings

4. หลังจากนั้นจะได้ ไฟล์ข้อมูลที่มีนามสกุลเป็น .hex เพื่อใช้อัดลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.6

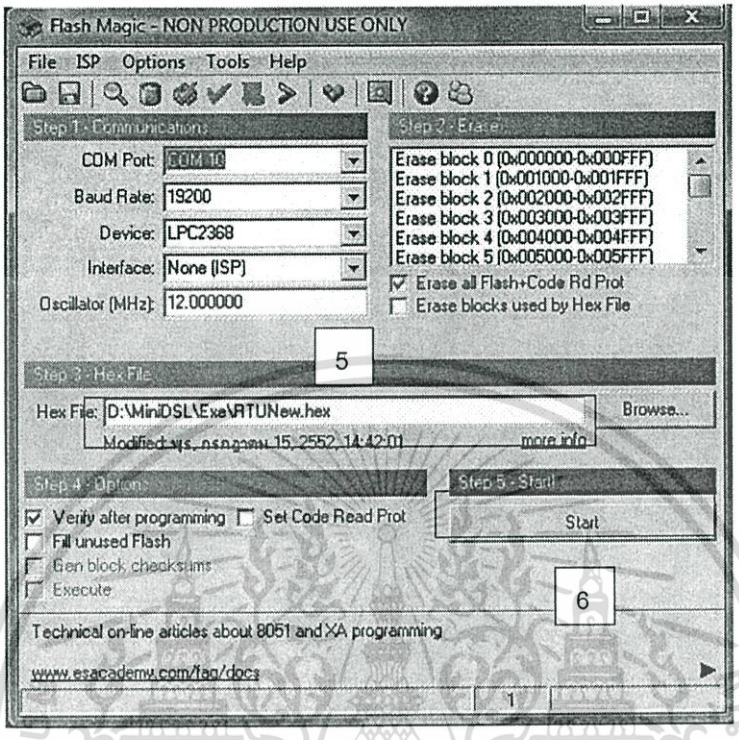


รูปที่ 3.6 ไฟลข้อมูลที่มีนามสกุล .hex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
105552

5. เปิดโปรแกรม Flash Magic แล้วเลือกไฟล์นามสกุล .hex ที่สร้างขึ้นอัดลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.7

6. คลิกปุ่ม Start เพื่อโหลดโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์



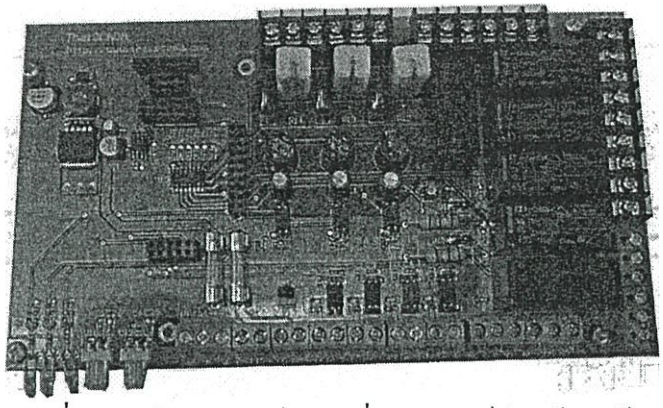
รูปที่ 3.7 โปรแกรม Flash Magic

3.2 บอร์ด I/O

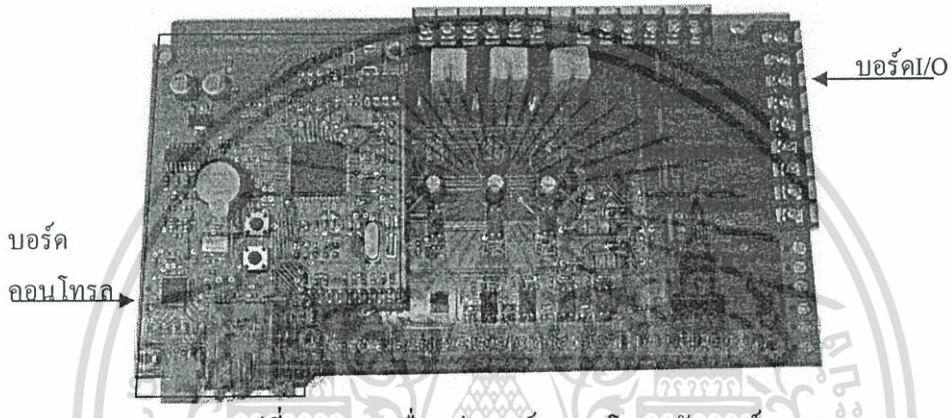
บอร์ด I/O เป็นบอร์ดที่ถูกออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณตามเงื่อนไขที่กำหนดในบอร์ดคอนโทรล ซึ่งคำสั่งต่างๆจะถูกโหลดลงในไมโครคอนโทรลเลอร์บนบอร์ดคอนโทรล ซึ่งบอร์ดคอนโทรลจะออกแบบให้มี Input และ Output ในการควบคุมดังรูปที่ 3.8 ประกอบด้วย

- Temperature Sensor
- Status Sensor 12VDC(x 3 ch.)
- Status Sensor 220VAC(x 3 ch.)
- 12 VDC Power Supply 1.5A - 2A(x 1 ch.)
- 12 VDC Power Supply สำหรับพัดลม 0.5A(x 1 ch.)
- Relay Dry Contact 220VAC 5A(x 2 ch.)
- CB Control Dry Contact 220VAC 5A(x 1 ch.)
- Mini DSLAM Dry Contact 220VAC 5A(x 2 ch.)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ต้นแบบบอร์ด I/O ที่ลงอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว



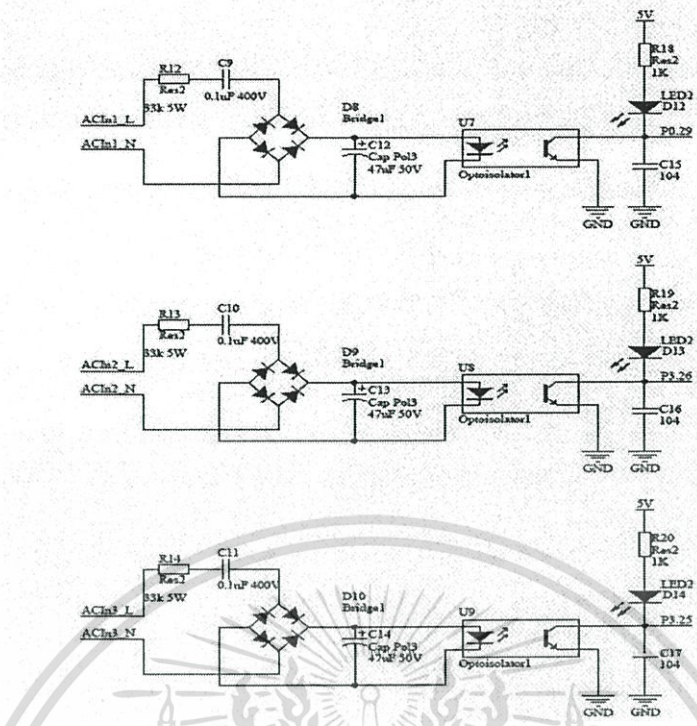
รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อบอร์ดคอนโทรลกับบอร์ด I/O

3.2.1 การรับค่าทางด้าน Input

การรับค่าต่างๆทางด้าน Input บอร์ด I/O จะทำหน้าที่รับสัญญาณต่างๆจากการสร้างเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ส่งต่อให้กับบอร์ดคอนโทรลทำการประมวลผล ซึ่งสัญญาณที่ได้รับหลักๆจะประกอบด้วยสัญญาณไฟฟ้าและการเปิด-ปิดของหน้าคอนแทค (Dry Contact)

การรับค่า Input ของบอร์ด I/O จะเป็นการตรวจสอบสถานะของระบบไฟฟ้า ประกอบไปด้วย การตรวจสถานะทางไฟฟ้ากระแสสลับและการตรวจสอบสถานะทางไฟฟ้ากระแสตรง โดยจะทำการต่อระบบไฟฟ้าจากจุดที่ต้องการทำการตรวจสอบเข้ากับบอร์ด เช่น จุดต่อด้านไฟเข้าเซอร์กิตเบรกเกอร์ของระบบไฟฟ้า , จุดต่อด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ , กระแสไฟฟ้าจากอุปกรณ์ AC Line Surge Protector , กระแสไฟฟ้าของพัดลมระบายความร้อน เป็นต้น เมื่อบอร์ด I/O ได้รับสัญญาณไฟฟ้าเข้ามาบอร์ดคอนโทรลที่เชื่อมต่ออยู่จะทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของระบบไฟฟ้าและหน้าคอนแทคจากนั้นก็จะทำงานตามเงื่อนไขต่างๆตามฟังก์ชั่นที่ถูกกำหนดในโปรแกรม ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อของการพัฒนาระบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

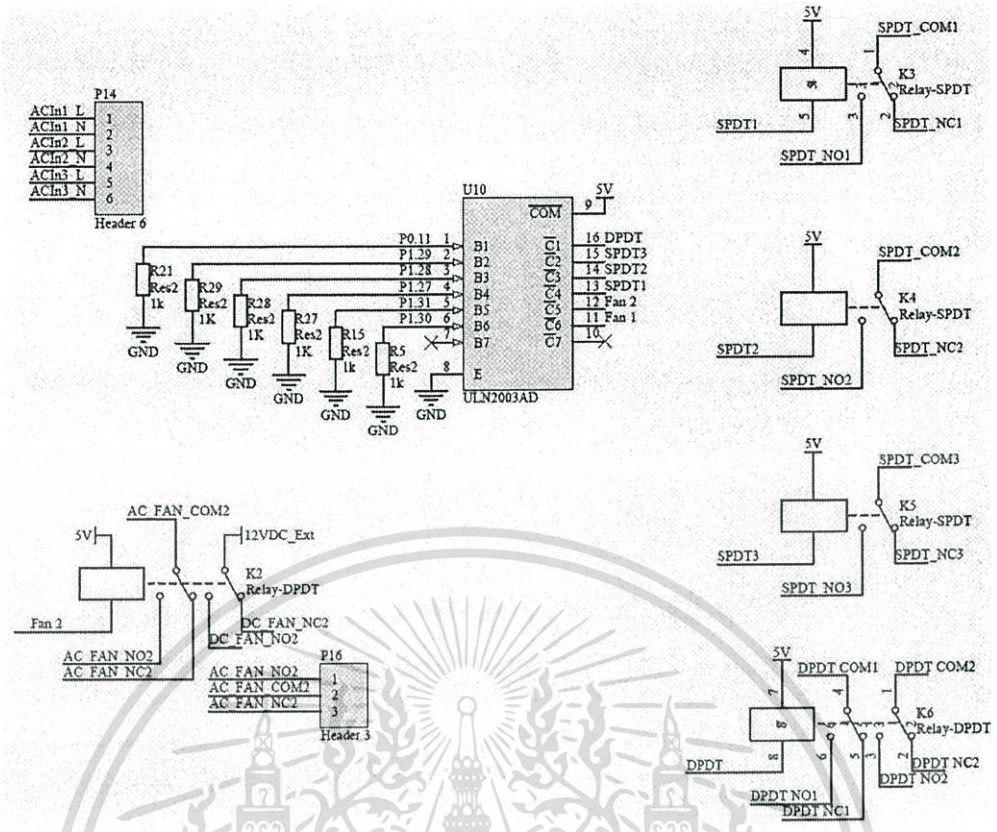


รูปที่ 3.10 วงจรบอร์ด I/O ทางด้าน input

3.2.2 การส่งสัญญาณทางด้าน Output

การทำงานทางด้าน Output จะเป็นการทำงานที่ตรงกันข้ามทางฝั่ง Input กล่าวคือบอร์ดจะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ต่างๆผ่านรีเลย์โดยจะทำงานตามเงื่อนในโปรแกรมที่กำหนดจากบอร์ดคอนโทรล เมื่อเกิดเหตุการณ์ตามฟังก์ชันของโปรแกรม เช่น การเปรียบเทียบสถานะของระบบไฟฟ้าด้านไฟเข้าและด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าด้านไฟเข้าและด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ โปรแกรมจะประมวลได้ว่าระบบไฟฟ้าเป็นปกติจะไม่มีการสั่งให้รีเลย์ทำการต่อหน้าคอนแทคเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ เช่นเดียวกันในกรณีที่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าจากด้านไฟเข้าเซอร์กิตเบรกเกอร์และด้านไฟออกเซอร์กิตเบรกเกอร์โปรแกรมจะประมวลผลได้ว่าระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าแห่งประเทศไทยบกพร่องหรือไฟฟ้าดับโปรแกรมก็จะไม่สั่งให้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ แต่ถ้าในกรณีที่ตรวจสอบสถานะของสัญญาณไฟฟ้าแล้วพบว่าด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์มีแรงดันไฟฟ้าแต่ด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่มีแรงดันไฟฟ้าโปรแกรมจะประมวลผลว่าเกิดเหตุการณ์เบรกเกอร์ทริปโปรแกรมจะสั่งให้รีเลย์เชื่อมต่อหน้าคอนแทคเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์เพื่อดึงก้านโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้อยู่ในตำแหน่ง ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 วงจรควบคุมพัดลม โซลินอยด์ รีเลย์

ฟังก์ชั่นการทำงานของระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP จะแบ่งเป็นสองส่วนคือส่วนของการตรวจสอบกับส่วนของการควบคุม ดังนี้

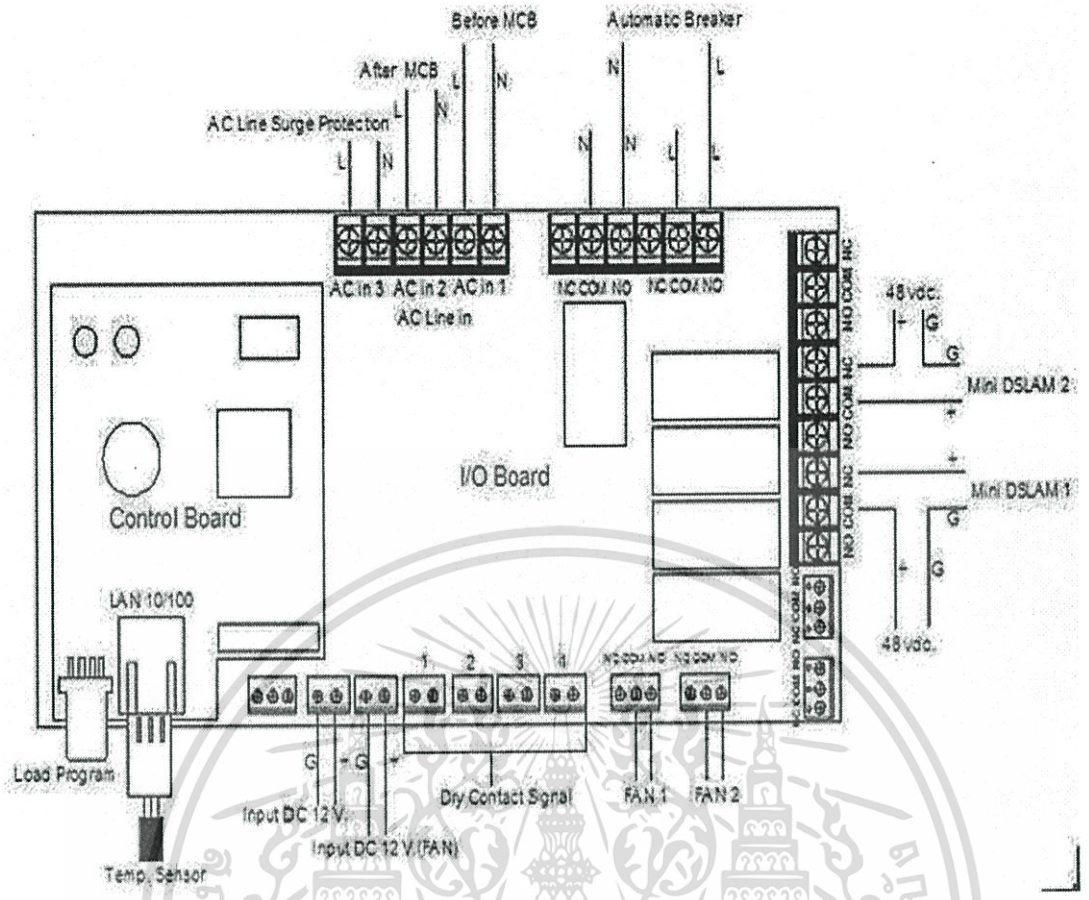
ฟังก์ชันการตรวจสอบหรือเฝ้าระวังเหตุเสียของอุปกรณ์

- การตรวจสถานะของระบบไฟฟ้า
- การตรวจสอบการทริปของเบรกเกอร์
- การตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ
- การตรวจสอบสถานะของMini DSLAM
- การตรวจสอบสถานะของพัดลมระบายอากาศ
- การตรวจวัดอุณหภูมิภายในตู้ฯ

ฟังก์ชันการควบคุมอุปกรณ์ภายในตู้ฯ

- การสั่ง ON เบรกเกอร์ในกรณีเบรกเกอร์ทริป
- การสั่งรีเซ็ท Mini DSLAM ในกรณีที่เครื่องแฮงก์
- การสั่งเปลี่ยนอุณหภูมิ Setpoint เพื่อให้พัดลมทำงานพร้อมกัน 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



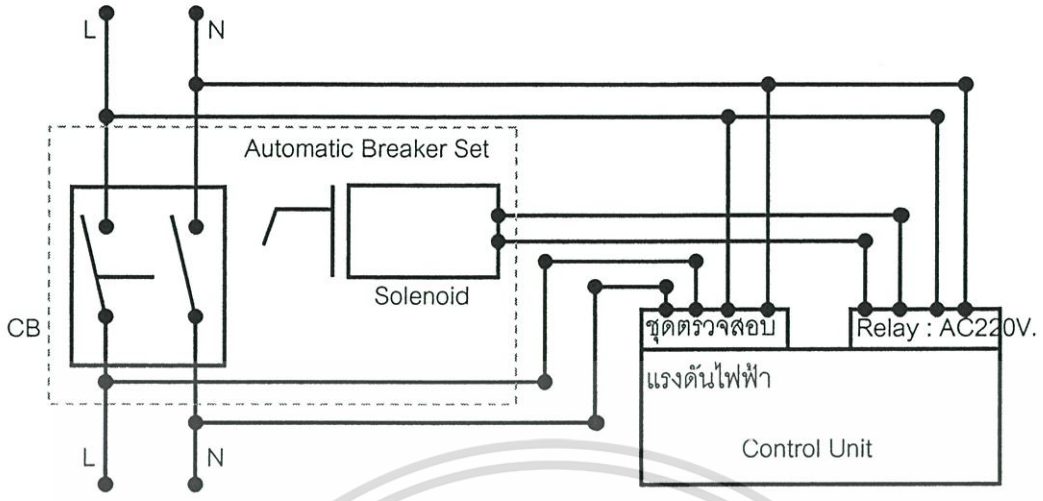
รูปที่ 3.12 คอนเนคเตอร์บนบอร์ดI/O สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ

3.3 ชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller)

จะทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งค่าไว้โดยจะต้องสัมพันธ์กับสถานะของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะทำการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยชุด AC Line sensor ชุดตรวจสอบจะทำการตรวจสอบเปรียบเทียบสถานะของแรงดันไฟฟ้าจากจุดเชื่อมวงจรไฟฟ้าด้านไฟเข้าของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ และด้านไฟออกของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ แล้วทำการส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงาน

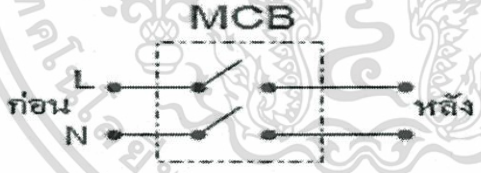
การออกแบบจะออกแบบให้ชุด Solenoid 220 VAC เป็นอุปกรณ์ในการดึงให้แขนกลไปเกี่ยวกับก้านโยก (Actuator Lever) ของ เซอร์กิตเบรกเกอร์ [3] ซึ่งเปรียบเสมือนการผลักก้านโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปในตำแหน่ง ON ด้วยมือในกรณีที่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ Solenoid แขนกลจะเกี่ยวให้ก้านโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ไปอยู่ในตำแหน่ง ON แต่ในกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับ Solenoid แขนกลจะเป็นอิสระซึ่งจังหวะการจ่ายการไฟฟ้าจะถูกกำหนดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ไดอะแกรมชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ(Automatic Circuit Breaker Controller)

เงื่อนไขการทำงานของระบบตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า ไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดโซลินอยด์ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ในเงื่อนไขที่ 2 เท่านั้น แต่ในเงื่อนไขอื่นจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดโซลินอยด์ดังรูปที่ 3.14, 3.15

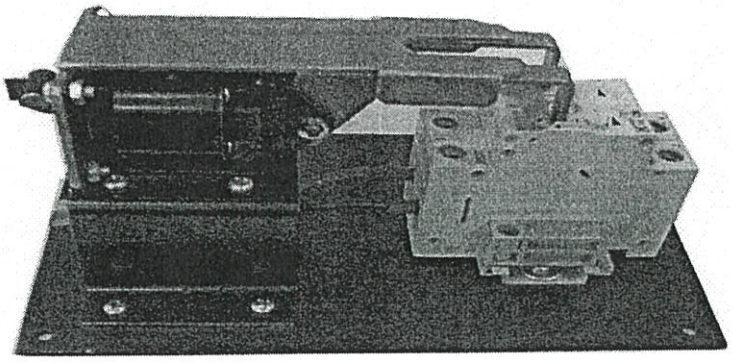


เงื่อนไข	ก่อน	หลัง	สถานะ
1	1	1	ปกติ
2	1	0	ทริป
3	0	0	ระบบไฟฟ้าขัดข้อง

1 = มีแรงดันไฟฟ้า , 0 = ไม่มีแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 3.14 เงื่อนไขในการทำงานของชุดควบคุม CB อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



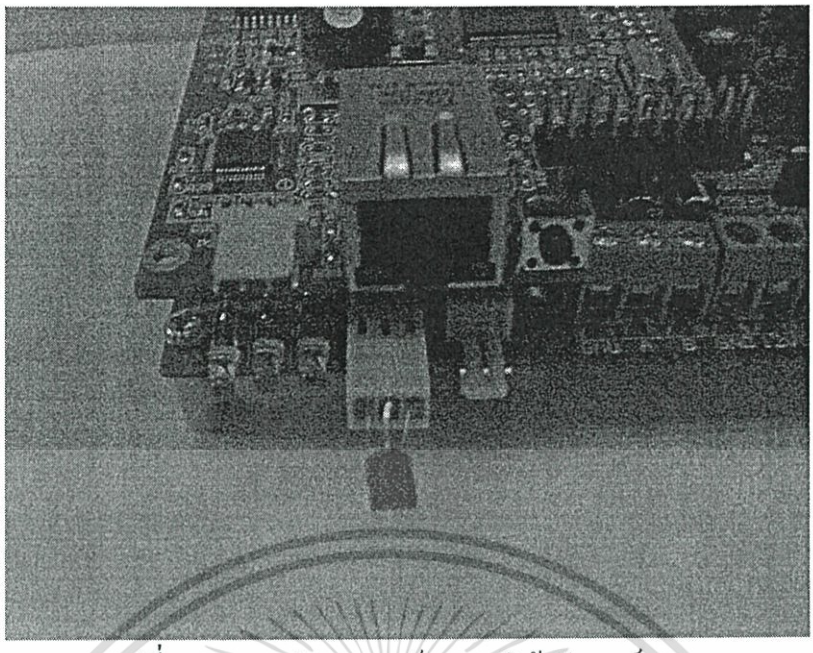
รูปที่ 3.15 Automatic Circuit Breaker Controller

บอร์ดควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า 2จุดคือ ด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์และด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าทั้งด้านไฟเข้าและด้านไฟออกหรือไม่มีแรงดันไฟฟ้าทั้งด้านไฟเข้าและด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ บอร์ดควบคุมจะไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์แต่ถ้าบอร์ดควบคุมตรวจแล้วพบว่ามีแรงดันไฟฟ้าที่ด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์แสดงว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปดังนั้นบอร์ดควบคุมจะสั่งให้รีเลย์ทำงานเป็นสวิตช์จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ทำให้แขนกลไปดึงก้านโยกเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ ON เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบโดยการทำงานจะกระทำเป็นระยะเวลาสั้นๆเพื่อให้แขนกลอยู่ในสภาวะปกติซึ่งจะทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถทริปลงได้อีกในกรณีที่ระบบไฟฟ้าภายในตู้ยังมีปัญหาอยู่ ถ้าระบบไฟฟ้ายังมีการขัดข้องอยู่ซึ่งการสั่งให้โซลินอยด์ทำงานจะกระทำในช่วงเวลาที่ห่างกันประมาณ1นาที ทำทั้งหมด 3 รอบการทำงาน แต่ถ้าโซลินอยด์ทำงานเกิน 3 รอบเซอร์กิตเบรกเกอร์ยังทริปอีกให้หยุดกระบวนการแล้วทำการแจ้งเตือนกลับไปศูนย์ควบคุมเพื่อส่งเจ้าหน้าที่มาทำการตรวจสอบแก้ไขต่อไป

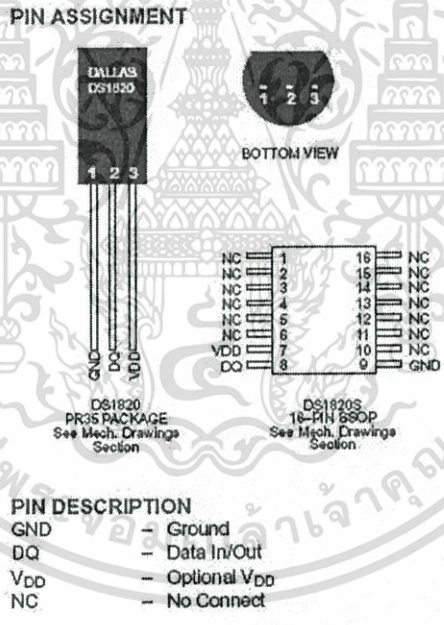
3.4 Temperature Sensor

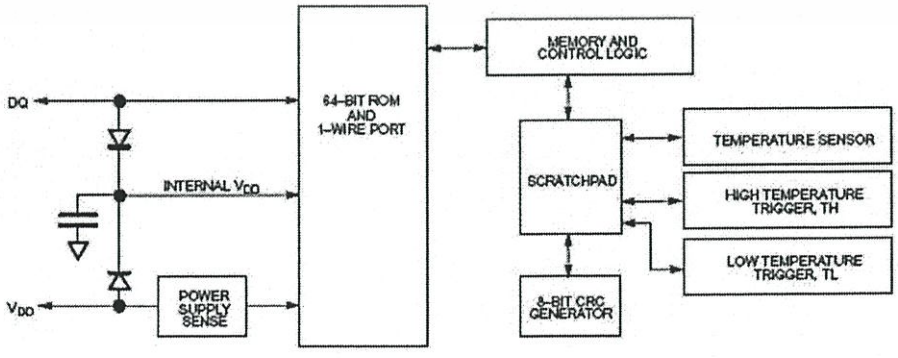
การตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้ Mini DSLAM จะใช้อุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital Thermometer) โดยเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิรุ่น DS1820 Digital Thermometer ต่อเข้าบอร์ด I/O ดังรูปที่ 3.16 และแสดงไดอะแกรมตรวจสอบอุณหภูมิแบบดิจิตอลรุ่น DS1820 ดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 การต่อเซนเซอร์อุณหภูมิเข้ากับบอร์ด I/O



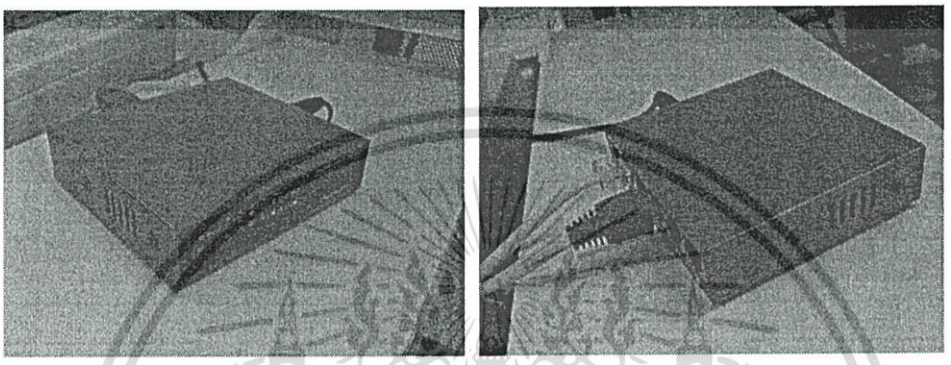


รูปที่ 3.17 ไดแกรมของอุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิแบบดิจิตอลรุ่น DS1820

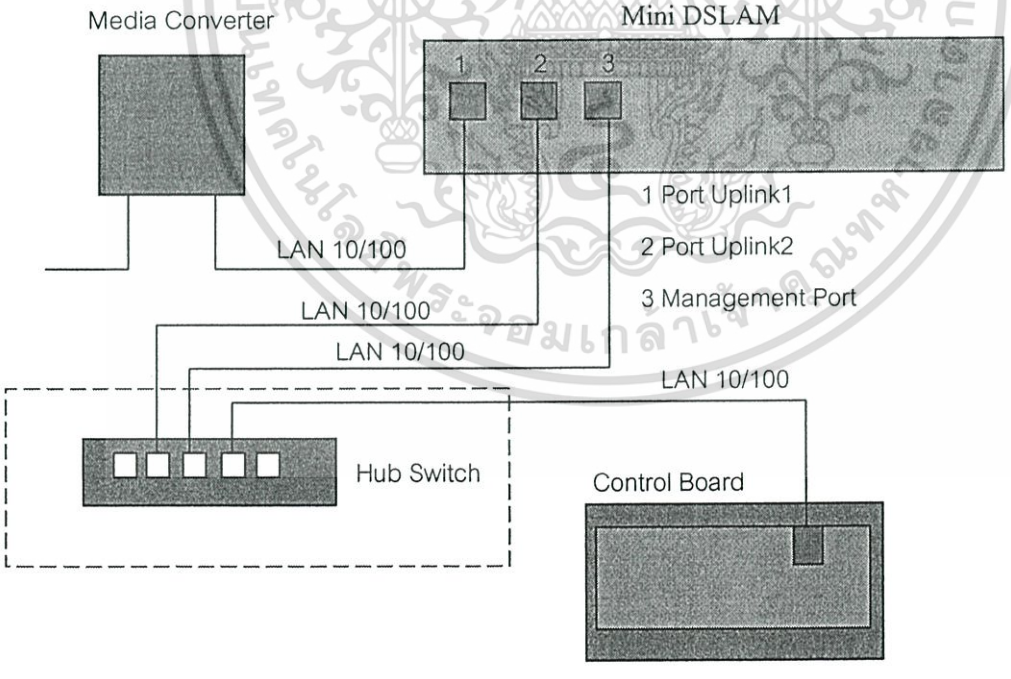
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Fast Ethernet Desktop Switch 5 ports 10/100 Mbps

Fast Ethernet Desktop Switch เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อเชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดเข้ากับระบบเครือข่าย โดยประเภทอุปกรณ์ที่นำมาใช้เป็นอุปกรณ์ Switch ขนาด 5 พอร์ท ความเร็ว 10/100 Mbps พอร์ทLAN เป็นแบบ RJ-45 มี 5 พอร์ทสำหรับเชื่อมต่อระบบแลน รองรับการทำงาน Auto MDI/MDI-X, Half/Full Duplex Mode ดังรูปที่ 3.18, 3.19



รูปที่ 3.18 อุปกรณ์ Fast Ethernet Desktop Switch

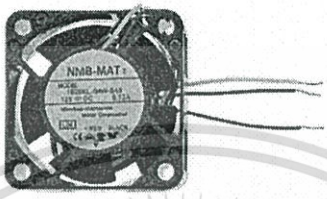


รูปที่ 3.19 ไดอะแกรมการต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับ Fast Ethernet Desktop Switch

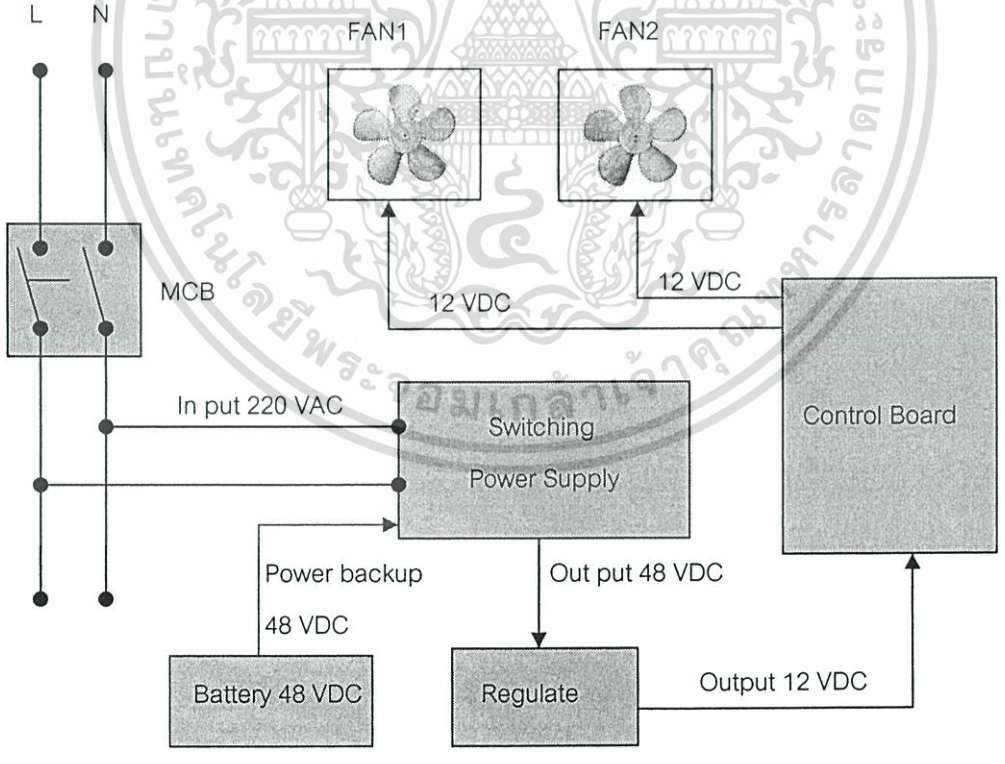
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 พัดลมระบายความร้อน

ระบบระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์จะใช้การระบายอากาศด้วยพัดลม 12 โวลท์ ตามรูปที่ 3.20 โดยกำหนดเงื่อนไขการทำงานจากโปรแกรมจากบอร์ดคอนโทรล ประกอบไปด้วยระยะเวลาในการทำงานของพัดลมแต่ละตัว, การทำงานตามเงื่อนไขของอุณหภูมิ เป็นต้น



รูปที่ 3.20 พัดลมระบายความร้อนขนาด 3.5 นิ้ว กระแสตรง 12 โวลท์

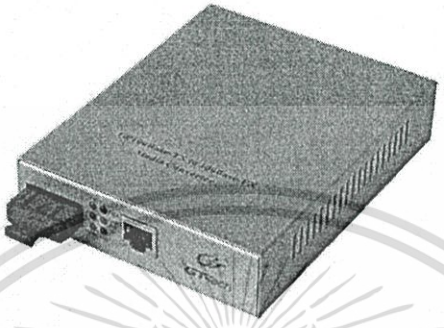


รูปที่ 3.21 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้าที่จ่ายกระแสให้กับพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 Media Converter

อุปกรณ์ Media Converter เป็นอุปกรณ์ในโครงข่ายที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากสัญญาณบนสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Cable) เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งสัญญาณให้กับอุปกรณ์ Mini DSLAM ผ่านพอร์ท Ethernet LAN 10/100 Mbps ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 อุปกรณ์ Media Converter

3.8 Mini DSLAM

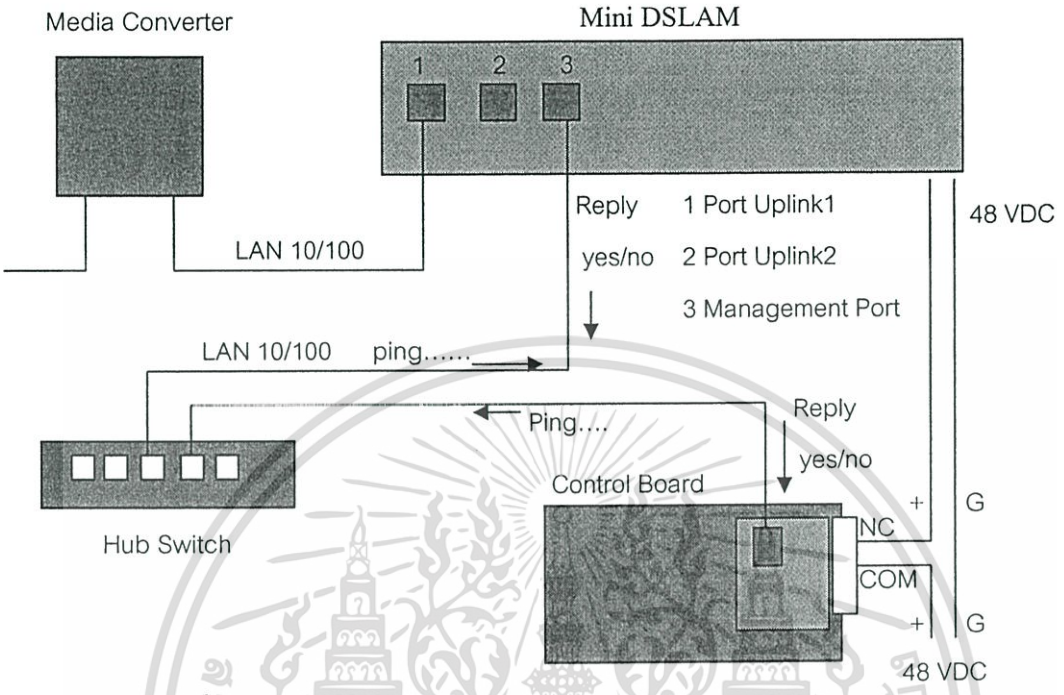
Mini DSLAM เป็นอุปกรณ์สื่อสัญญาณในโครงข่ายการให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง (High-speed Internet) โดยจะเป็นอุปกรณ์หลักในการเชื่อมสัญญาณจากโครงข่ายของผู้ให้บริการผ่านโครงข่ายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Network) เช่น บมจ.ทีโอที จะเป็นโครงข่าย Metro LAN เป็นต้น โดยจะทำการเชื่อมต่อและกระจายจุดการให้บริการไปยังผู้ใช้บริการตามจุดให้บริการหรืออาคารบ้านเรือนต่างๆ ซึ่ง Mini DSLAM 1 Unit สามารถเปิดให้บริการถึง 48 พอร์ท หรือ 48 User ตามรูปที่ 3.23

รูปที่ 3.23 อุปกรณ์ Mini DSLAM

ในส่วนของการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Mini DSLAM ผ่านระบบควบคุมฯ จะมีฟังก์ชั่นในการตรวจสอบการทำงานของ Mini DSLAM โดยระบบจะทำการ ping เข้าไปตรวจสอบว่า Mini DSLAM อยู่ในสภาวะพร้อมทำงานหรือไม่ เช่น ถ้าระบบทำการ ping เข้าไปหา Mini DSLAM ถ้ามีการตอบกลับแสดงว่า Mini DSLAM อยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน แต่ถ้าไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตอบกลับแสดงว่า Mini DSLAM ไม่อยู่ในสภาวะไม่พร้อมทำงานหรือ Mini DSLAM แฮงก์ ระบบจะทำการรีเซ็ท Mini DSLAM โดยการ OFF Power แล้วกลับมา ON Power อีกครั้ง

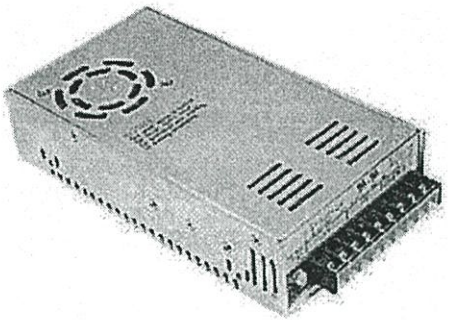


รูปที่ 3.24 ไดอะแกรมการตรวจสอบและรีเซ็ทอุปกรณ์ Mini DSLAM

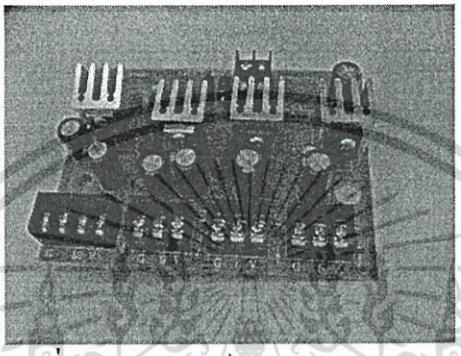
3.9 ระบบไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง

ระบบไฟฟ้าเป็นระบบที่ใช้ในการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่างๆในระบบ โดยระบบกระแสไฟฟ้าหลัก(Main Power) ที่นำมาใช้จะเป็นระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ จากการไฟฟ้าแห่งประเทศไทย และจะถูกนำมาแปลงเป็นระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์สื่อสัญญาณ และ 12 โวลท์ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดบอร์ดคอนโทรลและพัดลมระบายความร้อน โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการแปลงระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ เป็นระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ จะใช้อุปกรณ์ Switching Power Supply 48 VDC 7.2A ดังรูปที่ 3.25 ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ เป็น 12 โวลท์ เพื่อจ่ายให้กับบอร์ดคอนโทรลจะใช้อุปกรณ์ Regulator 12 VDC ดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

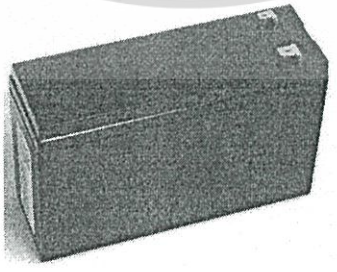


รูปที่ 3.25 อุปกรณ์ Switching Power Supply 48 VDC 7.2A



รูปที่ 3.26 อุปกรณ์ Regulator 12 VDC

นอกจากการออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อนำไปจ่ายกระแสให้กับอุปกรณ์ต่างๆในระบบแล้ว อีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญในระบบไฟฟ้าคือระบบไฟฟ้าสำรองในกรณีไฟฟ้าดับ เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ได้อย่างต่อเนื่องซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้เป็นพลังงานไฟฟ้าสำรองกรณีไฟฟ้าดับก็คือ แบตเตอรี่(Battery) ขนาด 12 โวลท์ จำนวน 4 ลูก นำมาต่ออนุกรมกัน ก็จะได้แรงดันไฟฟ้าสำรองขนาด 48 โวลท์ เพียงพอสำหรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์สื่อสัญญาณและชุดบอร์ดคอนโทรล ดังรูปที่ 3.27 แสดงแบตเตอรี่ที่นำมาใช้เป็นพลังงานไฟฟ้าสำรองในกรณีไฟฟ้าดับ



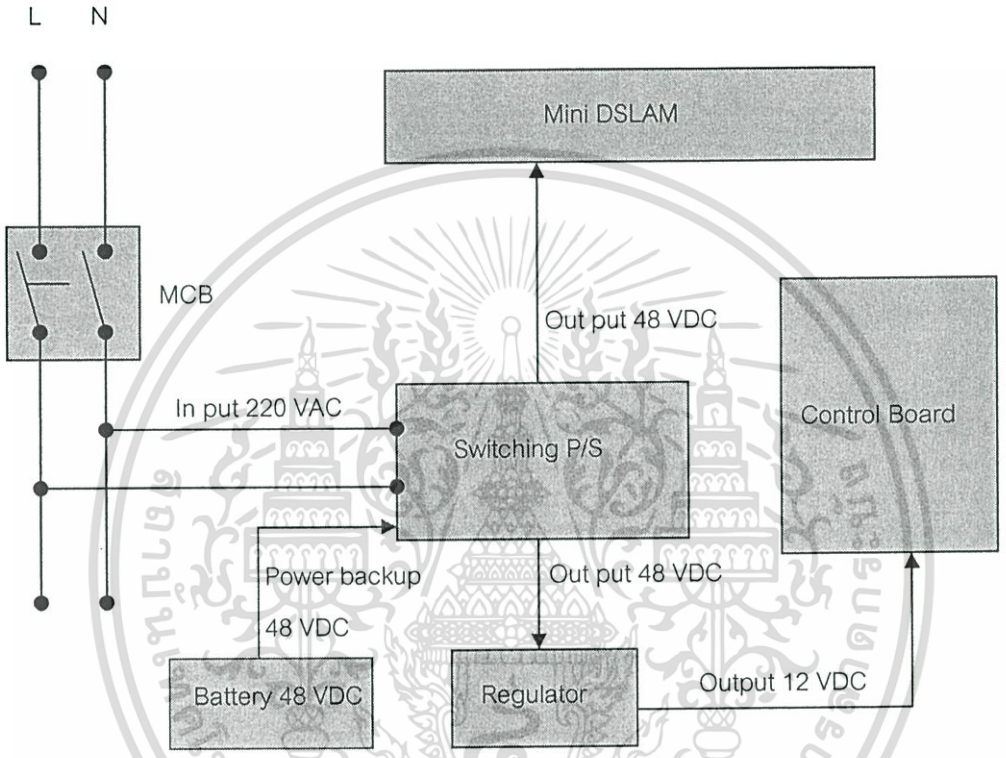
รูปที่ 3.27 แบตเตอรี่ 12โวลท์ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองกรณีไฟฟ้าดับ

3.9.1 การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าหลักและระบบไฟฟ้าสำรอง

การเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจะทำการต่อเชื่อมกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าแห่งประเทศไทยต่อผ่านชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์อัตโนมัติ ซึ่งทางด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อเชื่อมไปยังSwitching Power Supply เพื่อลดแรงดันให้เหลือ 48 โวลท์ กระแสตรง เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์Mini DSLAM และอีกด้านของ Switching Power Supply จะต่อเชื่อมจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ Regulator เพื่อทำการลดแรงดันให้เหลือ 12 โวลท์ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับบอร์ดคอนโทรล สำหรับระบบไฟฟ้าสำรอง 48 โวลท์ จะต่อขนานเข้ากับ Switching Power Supply ในกรณีไฟฟ้าดับ Switching Power Supply จะสามารถนำเอาไฟฟ้าสำรองมาจ่ายให้กับอุปกรณ์ได้ ดังรูปที่ 3.28 แสดงไดอะแกรมของระบบไฟฟ้า

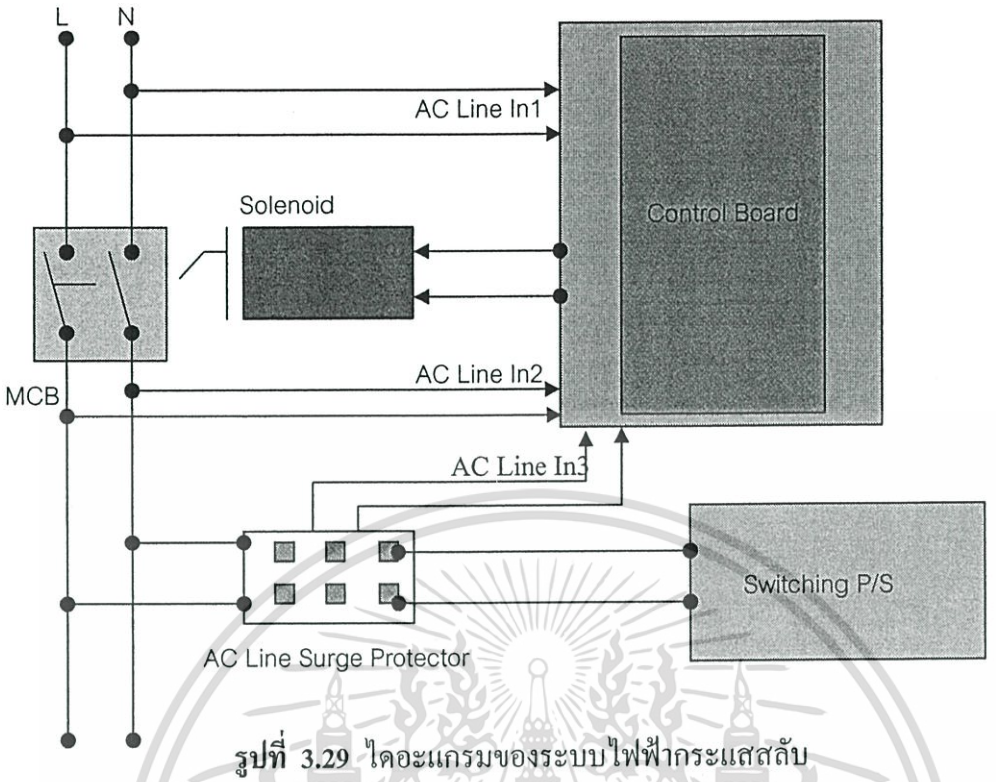


รูปที่ 3.28 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้า

3.9.2 การต่อเชื่อมระบบไฟฟ้ากระแสสลับและระบบไฟฟ้ากระแสตรง

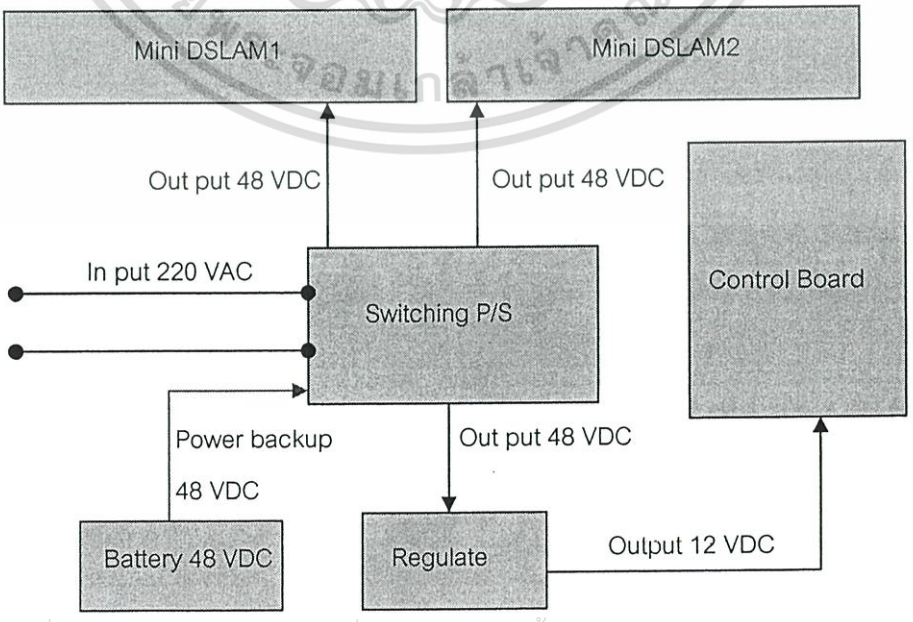
การต่อระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Line System) ซึ่งจะเป็นแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้า 220 โวลท์ จะต่อผ่านชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller) โดยนำสัญญาณไฟฟ้าด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์ต่อเข้ากับชุดตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าจุดที่ 1 (AC Line Sensor1)ในจุดต่อ AC Line In1 และนำสัญญาณไฟฟ้าด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ต่อเข้ากับชุดตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าจุดที่ 2 (AC Line Sensor2) ในจุดต่อ AC Line In2 จุดต่อเชื่อมของระบบไฟฟ้าด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะถูกต่อเชื่อมไปยังปลั๊กเสียบของอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ (Switching Power Supply) ดังรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

ระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ จะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าจากกระแสสลับ 220 โวลท์ เป็นกระแสตรง 48 โวลท์ เพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์ Mini DSLAM และอีกส่วนหนึ่งจะต่อเชื่อมไปยัง ชุดจ่ายระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลท์ (Regulator 12 VDC) เพื่อลดแรงดันให้เหลือ 12 โวลท์เพื่อจ่ายให้กับบอร์ดควบคุมและพัดลมระบายอากาศ ดังรูปที่ 3.30



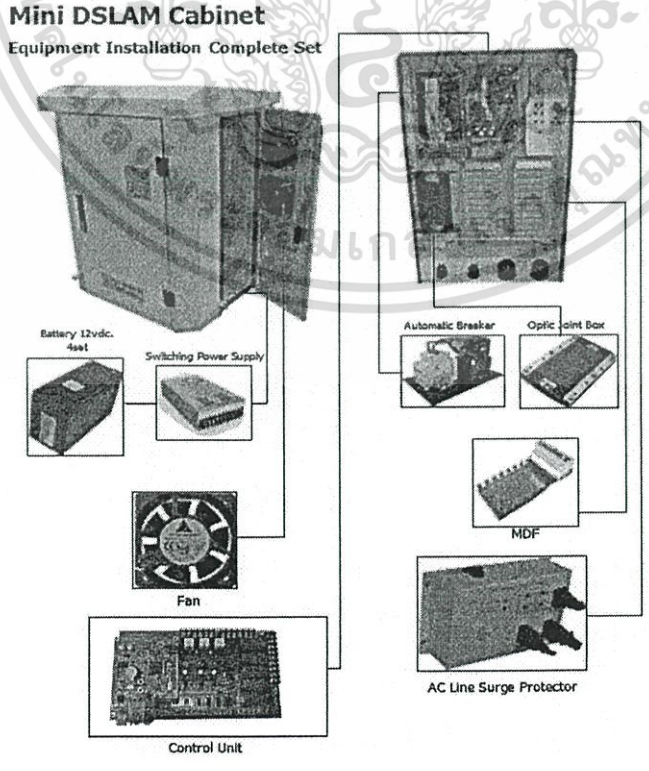
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.30 ไดอะแกรมของระบบไฟฟ้ากระแสตรง

3. 10 การต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับอุปกรณ์สื่อสัญญาณผ่านโครงข่ายไอพี

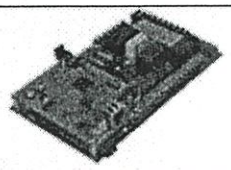
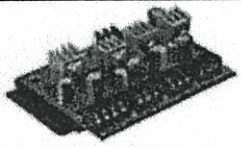
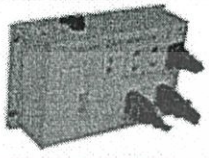
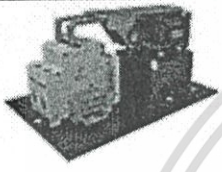
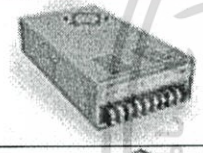
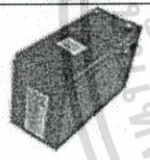
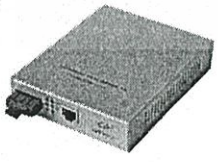
การต่อเชื่อมบอร์ดควบคุม (Control Board) เข้ากับระบบเพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่านโครงข่ายไอพีซึ่งอุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมในโครงข่ายจะประกอบไปด้วย

- อุปกรณ์สื่อสัญญาณ Mini DSLAM
- อุปกรณ์แปลงสัญญาณจากสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Media Converter : M/C)
- สายใยแก้วนำแสง
- อุปกรณ์แยกช่องสัญญาณ(IIub Switch)
- บอร์ดควบคุม(Control Board)
- ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ (Switching Power Supply)
- ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลท์ (Regulator 12 VDC)
- ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์(Power Line 220 Vac.)
- ชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller)
- พัดลมระบายความความร้อน 12 โวลท์
- อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (AC Line Surge Protector)
- แบตเตอรี่สำหรับสำรองไฟฟ้า



รูปที่ 3.31 อุปกรณ์ภายในตู้ชุมสายขนาดเล็กที่ติดตั้ง Mini DSLAM

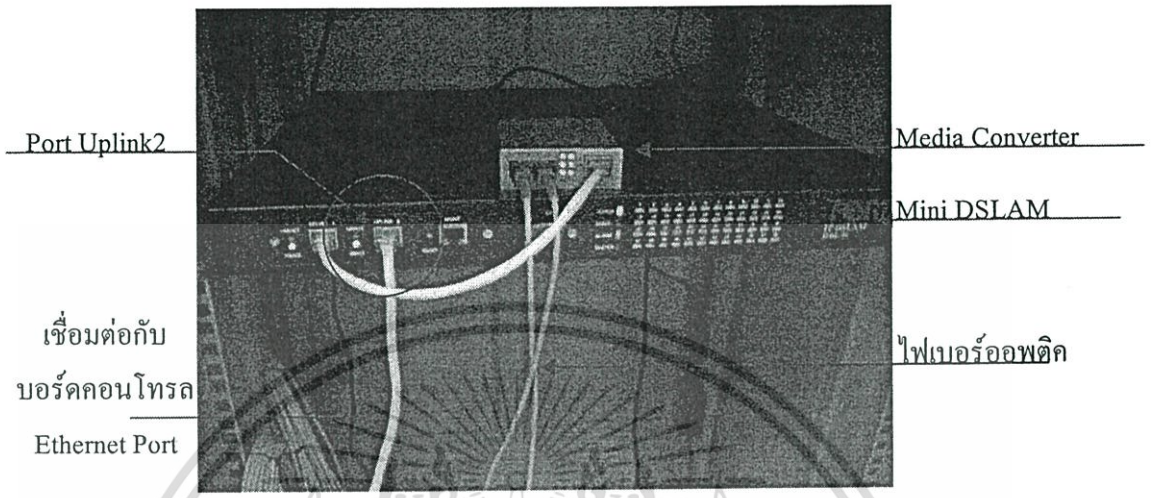
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ประกอบ	รายละเอียด
	บอร์ดควบคุม(Control Board) เชื่อมต่อกับเซิฟเวอร์ผ่านโครงข่ายไอพี ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์และรายงานผล
	ชุดจ่ายระบบไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ (Regulator 12 VDC) ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้า 48 VDC เป็น 12 VDC
	อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ(AC Line Surge Protector)แบบปลั๊กเสียบ ป้องกันเสิร์จจากไฟฟ้ากระแสสลับ
	ชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ(Automatic Circuit Breaker Controller) ทำหน้าที่ON เบรกเกอร์เมื่อได้รับคำสั่งจากชุดคอนโทรล ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์
	ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลท์ (Switching Power Supply) แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220vac. เป็น 48 VDC
	แบตเตอรี่ 12 VDC. ติดตั้งทั้งหมด 4 ลูก ใช้ในระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองในกรณีไฟฟ้าดับ
	พัดลม 12 VDC. สำหรับระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์ทำงานตามเงื่อนไขของอุณหภูมิ
	Media Convertor เป็นอุปกรณ์ในโครงข่ายทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากใยแก้วนำแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

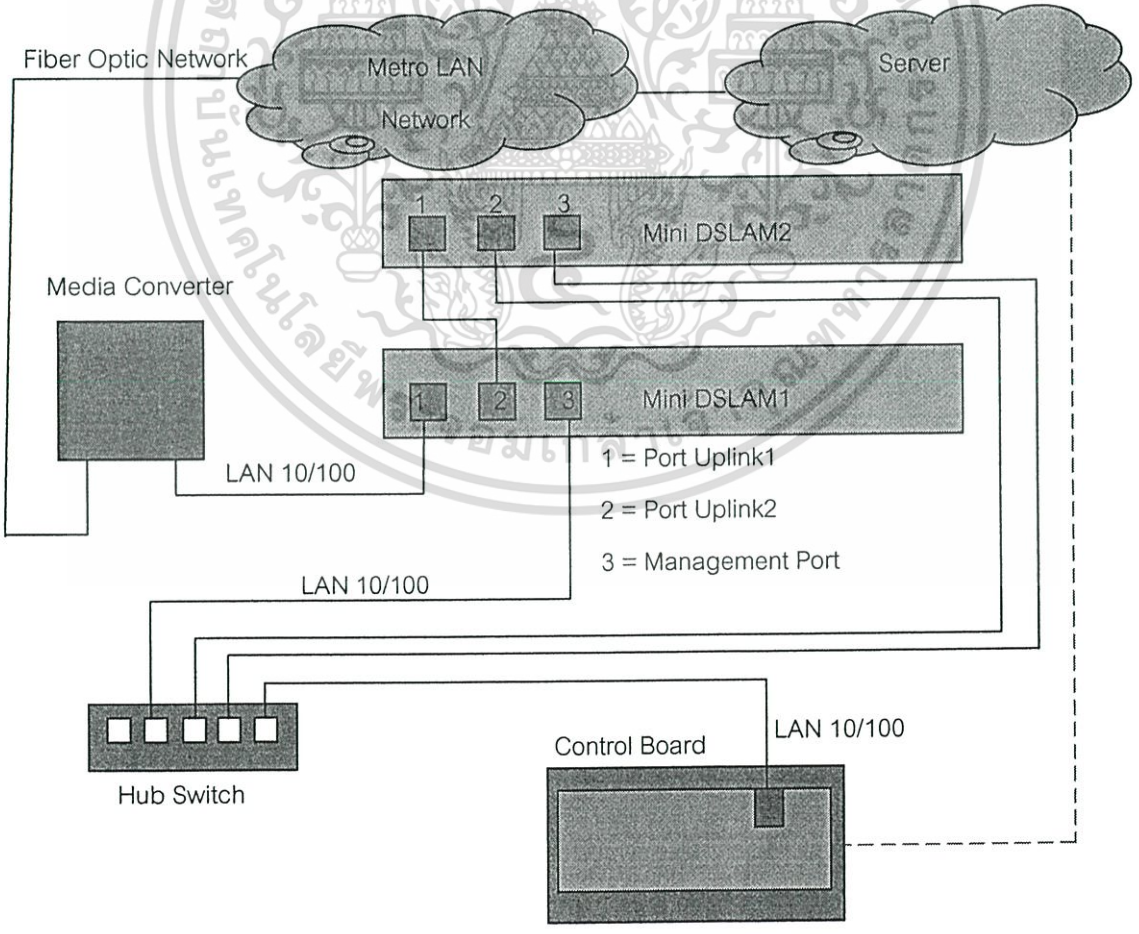
ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ประกอบที่ใช้ต่อเชื่อมเข้ากับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อเชื่อมชุดควบคุมเข้ากับโครงข่ายจะต่อผ่าน Port สื่อสัญญาณของอุปกรณ์ DSLAM [4] ทาง Port Uplink 2 เนื่องจากอุปกรณ์ DSLAM จะเชื่อมต่อเข้ากับ Metro LAN ทาง Port Uplink 1 เพียง Port เดียว ดังรูปที่ 3.32, 3.33



รูปที่ 3.32 Port ของอุปกรณ์ Mini DSLAM

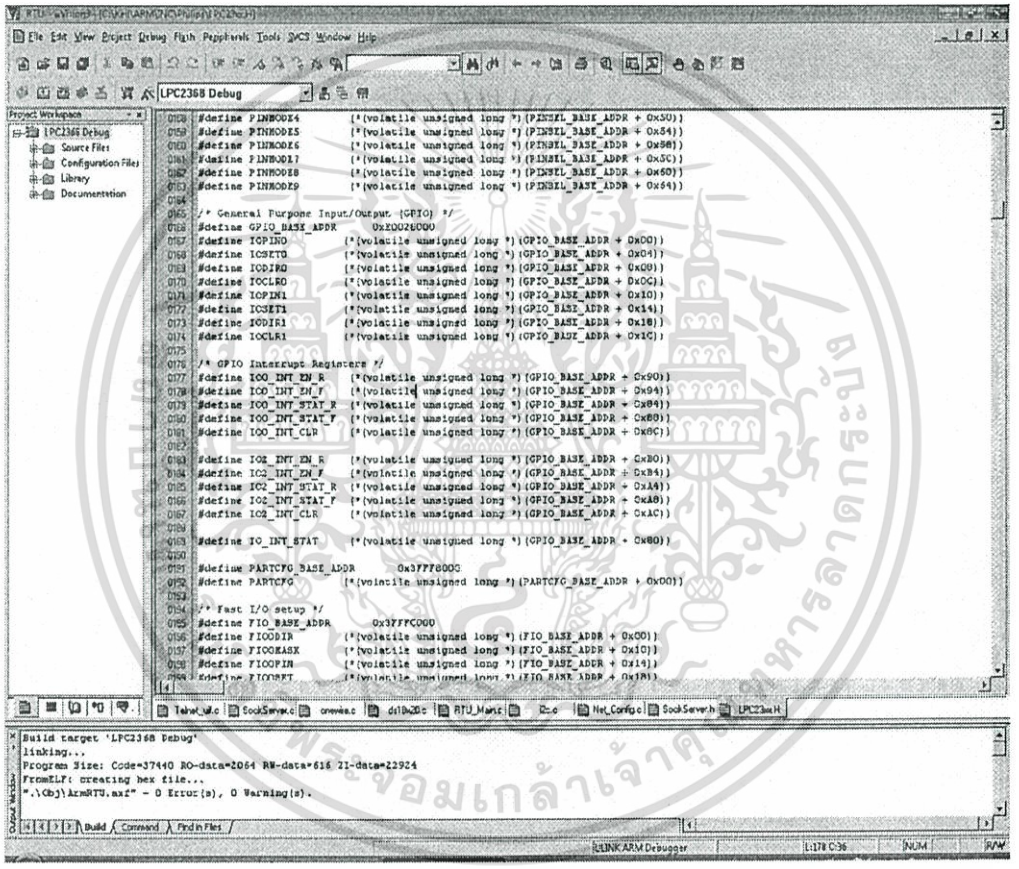


รูปที่ 3.33 ไดอะแกรมการต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับโครงข่ายไอพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การพัฒนาระบบ

สำหรับส่วนโปรแกรมควบคุมจะพัฒนาด้วย ภาษา C/C++ เพื่อความคล่องตัวในการทำงาน ให้ผลลัพธ์ที่มีขนาดเล็ก ไม่เกินหน่วยความจำของชุดควบคุม อีกทั้งยังทำงานได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้ชุดพัฒนาของ Keil ซึ่งสามารถใช้กับ ARM Processor LPC2368 ที่เลือกใช้ในชุดควบคุมได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 4.1 ชุดพัฒนาโปรแกรมของ Keil สำหรับ ARM Processor

ข้อดีของการใช้ชุดพัฒนา ARM ของ Keil

1. เป็น IDE (Integrated Environment Development) ทำให้พัฒนาและทำการทดสอบโปรแกรมได้ง่าย

2. มี Library ที่สนับสนุนการทำงานของ Network

3. สามารถโปรแกรมลง ARM Controller ผ่านทาง J-TAG Port ได้โดยตรง หรือใช้ร่วมกับ Flash Magic ก็ได้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนโปรแกรมของส่วนกลาง จะพัฒนาด้วย Visual Basic เพื่อให้ทำได้ด้วยความรวดเร็ว และตรวจสอบการทำงานได้โดยง่าย

4.1 รูปแบบการสื่อสาร

การที่จะส่งข้อมูลเข้าสู่ส่วนกลางจากชุดควบคุมได้นั้น จำเป็นจะต้องมีการกำหนดรูปแบบการสื่อสาร ให้ตรงกันก่อน ระหว่าง ผู้ส่ง คือชุดควบคุม ผู้รับ คือโปรแกรมที่ส่วนกลาง

รูปที่ 4.2 หลักการสื่อสาร

ในการส่งข้อมูลนั้นถึงแม้เป็นการส่งผ่านเครือข่าย IP แต่เนื้อหาสาระของข้อมูลที่จะส่งผ่านเครือข่าย IP นั้นคือส่งที่จะต้องกำหนดขึ้นมาเป็น Protocol หรือเป็นข้อตกลงระหว่างโปรแกรมทั้ง 2 ฝ่าย ดังจะมีรายเอียดต่อไป

หัวข้อนี้จะแสดงในส่วนของการกำหนดค่าเฉพาะ (Unique) สำหรับแต่ละค่าที่มีอยู่ในระบบ ตามตาราง เพื่อแทนที่เป็นหมายเลข ให้เข้าใจตรงกันทั้ง 2 ฝ่าย เช่น หมายเลข 1 หมายถึงค่าอุณหภูมิที่ทำการตรวจวัดได้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 รูปแบบการสื่อสาร

ID	Name	ความหมาย
1	Temperature	ค่าอุณหภูมิ °C
2	Temperature SP.	Set Point ของพัดลม °C
3	FanMode	Mode การทำงานของพัดลม
4	Fan1	สถานะพัดลม 0 = หยุด , 1 = ทำงาน
5	Fan2	สถานะพัดลม 0 = หยุด , 1 = ทำงาน
6	PowerAfterCB	สถานะของแรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์
7	PowerBeforeCB	สถานะของแรงดันไฟฟ้าด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์
8	ACSurgeStatus	สถานะอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ 0 = หยุด , 1 = ทำงาน
9	ControllerStatus	สถานะของ Controller 0 = มีปัญหา , 1 = ปกติ
10	MiniDSLAM1	สถานะ MiniDSLAM 0 = หยุด , 1 = ทำงาน
11	MiniDSLAM2	สถานะ MiniDSLAM 0 = หยุด , 1 = ทำงาน

ในการติดต่อสื่อสาร จะมี 2 ทาง คือ จาก Controller ไปยัง Center และจาก Center ไปยัง Controller ทั้งสองทางจะใช้รูปแบบ Protocol เดียวกันที่กำหนดขึ้นมาดังนี้ < n1, c1, p1 > หรือ

< n1,n2,n3,n4,c1,p1,c2,p2,c3,p3,.....>

โดย n1, n2, n3, n4 = รหัสคำสั่งเป็นตัวเลข มีค่าเป็นตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 รูปแบบคำสั่ง

รหัสคำสั่ง n1	ทิศทาง	ความหมาย	n2	n3	n4
0	Controller --> Center	ส่งค่าตามเวลาจริงเมื่อมีการร้องขอจากส่วนกลาง	0	1	ไม่มี
1	Center --> Controller	ตั้งค่าใหม่	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
2	Controller --> Center	ส่งค่าตามคาบเวลา	0	1	วันที่เวลา (ถ้ามี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c1 c2 c3 เป็น หมายเลขจากตารางในช่อง ID

p1 p2 p3 เป็นค่าตามจริง และหากเป็นการสั่งการ 1(n1=1) จะหมายถึง สั่งให้ Close Relay และ 0 สั่งให้ Open Relay เช่น

ตัวอย่างที่ 1

กรณีส่งจาก Center ไปยัง Controller โดยเครื่องจากส่วนกลางจะติดต่อไปยัง Port 1004 และส่งข้อมูลออกไป แล้ว Controller จะตอบกลับตามตัวอย่างที่ 2

<1, 2, 350>

เป็นการส่ง Set Point ของการตั้งอุณหภูมิไปยัง Controller ให้เป็น 35.0 °C (จุด Set Point คือจุดที่ทำให้พัดลมทำงานพร้อมกันทั้ง2ตัว)

ตัวอย่างที่ 2

กรณี Center ต้องการข้อมูล Real-time จาก Controller โดย Center จะติดต่อไปยัง Controller ที่ Port 1004 และส่งข้อมูลออกไปอย่างน้อย 1 byte หรือจะส่งเป็นคำสั่งตามตัวอย่างที่ 1 ออกไปก็ได้ จากนั้น Controller จะรายงานกลับมาดังนี้

<0, 0, 1, 1, 21.5, 5, 0, 9, 0>

- 0, 0, 1 = ส่งข้อมูลตามเวลาจริง
- 1, 21.5 = ขณะนี้อุณหภูมิ 21.5 °C
- 5,0 = พัดลมตัวที่ 2 หยุด
- 9,0 = Controller มีปัญหา

ตัวอย่างที่ 3

กรณีส่งจาก Controller สู่ Center โดย Controller จะติดต่อไปยัง Center ที่ Port 1002 และส่งข้อมูลออกไป

<2, 0, 1, , 1, 21.5, 5, 0, 9, 0> = เป็นการรายงานสถานะตามคาบเวลา โดย

- 2, 0, 1, , = ส่งข้อมูลตามคาบเวลา และ ไม่มีวันเวลาจาก Controller จะใช้ Real-time Clock จาก Center
- 1, 21.5 = ขณะนี้อุณหภูมิ 21.5 °C
- 5,0 = พัดลมตัวที่ 2 หยุด
- 9,0 = Controller มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามปกติแล้วระบบจะถูกกำหนดให้ส่งข้อมูลเข้าสู่ส่วนกลางตามคาบเวลาที่กำหนดเช่น ทุก ๆ 10 นาที แต่หากมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น เช่นอุหณหภูมิสูงกว่าจุดที่ตั้งไว้ ระบบจะเปลี่ยนมาส่งข้อมูลทุก ๆ นาที เป็นต้น

4.1.1 ข้อจำกัดของระบบเครือข่ายและนโยบายด้านความปลอดภัย

อุปกรณ์ไอพีในระบบจะต้องติดต่อเข้าสู่ส่วนกลางโดยใช้ IP Protocol ที่มี VLAN Tag จึงจะนำมาเชื่อมต่อ และส่งข้อมูลเข้าสู่ส่วนกลางได้ โดยในระบบนี้กำหนดให้ใช้ VLAN เป็น 188

นอกจากนี้นโยบายด้านความปลอดภัยในระบบเครือข่ายยังไม่อนุญาติให้ DHCP Protocol วิ่งผ่านได้ ดังนั้นอุปกรณ์ Controller ในระบบ จะต้องถูกกำหนด IP Address ไว้ก่อนล่วงหน้า จึงจะนำไปติดตั้งใช้งานและส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางได้

อย่างไรก็ดี ในโครงข่ายจริงที่มีการใช้งาน ในบางพื้นที่ ก็จะมีการจัดให้มี VLAN ID ที่แตกต่างกัน ซึ่งหน่วยงานกลางที่ดูแล Metro LAN จะเป็นผู้กำหนด ในการนำระบบควบคุมไปติดตั้งเพื่อใช้งาน จึงต้องปรับเปลี่ยน Parameters ต่าง ๆ ให้ตรงกับการใช้งานจริง ซึ่งการใช้โปรแกรม RTUSet ที่พัฒนาร่วมขึ้นมาก็เป็นอีกทางหนึ่งที่ทำได้โดยง่าย โดยผู้ใช้งานเอง

4.2 ระบบ VLAN

ในการสื่อสารผ่านระบบ IP Network เพื่อเป็นการแยกส่วนข้อมูลการซ่อมบำรุง และข้อมูลของผู้ใช้งานทั่วไปที่วิ่งผ่านระบบเครือข่ายออกจากกันเพื่อความปลอดภัย ซึ่ง Controller ในระบบนี้ก็ถูกพัฒนาให้รองรับ VLAN ได้

VLAN ย่อมาจาก Virtual Local Area Network เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำลองสร้างเครือข่าย LAN แต่ไม่ขึ้นอยู่กับการต่อทางกายภาพ เนื่องจาก VLAN เป็น LAN แบบจำลอง ถึงแม้ว่าจะต่อทางกายภาพอยู่บนอุปกรณ์เครือข่ายตัวเดียวกัน แต่การติดต่อกันนั้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความสามารถในการค้นหาเส้นทาง เช่น เราเตอร์ หรือสวิตช์เลเยอร์สาม จากโครงสร้างของ OSI

4.2.1 ลักษณะพิเศษของ VLAN โดยทั่วไป

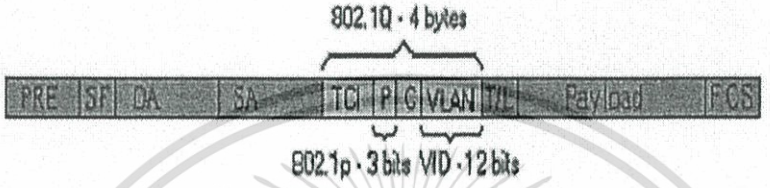
1. VLAN แต่ละเครือข่ายที่ติดต่อกันนั้น จะมีลักษณะเหมือนกับต่อแยกกันด้วยบริดจ์
2. VLAN สามารถต่อข้ามสวิตช์หลายตัวได้
3. ท่อเชื่อม (Trunks) ต่างๆ จะรองรับทราฟฟิกที่คับดั่งของแต่ละ VLAN ได้

การต่อเติมเฟรม (Tagging Frame) ด้วยมาตรฐาน 802.1Q นั้นจะทำในระดับ Data-Link layer และการทำ VLAN Tagging นั้นจะเป็นการเปลี่ยนรูปแบบของ Ethernet Frame มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

802.3 ให้เป็นรูปแบบใหม่ที่เป็นมาตรฐาน 802.3 ac ซึ่งมีไดอะแกรมของเฟรมมาตรฐาน802.3 ให้เป็นรูปแบบใหม่ที่เป็นมาตรฐาน 802.3 ac ซึ่งมีไดอะแกรมของเฟรมมาตรฐาน 802.3 และไดอะแกรมของมาตรฐาน 802.3 ac ดังรูป 4.4 (ส่วนสีเหลืองแทนส่วนของ tag 802.1Q)

รูปที่ 4.3 รูปแบบของเฟรม 802.3 ก่อนที่จะทำ VLAN Tagging



รูปที่ 4.4 รูปแบบของเฟรม 802.3 ที่มีการ Tagging 802.1Q

4.2.2 ข้อจำกัดของการใช้งาน VLAN บน Controller

ในการติดต่อจาก Controller ไปยัง Center จำเป็นต้องส่งข้อมูลแบบ VLAN ส่วนการติดต่อระหว่าง Controller ไปยัง Mini DSLAM ผ่าน Port Management นั้นจะติดต่อโดยไม่มี VLAN ดังนั้นจึงต้องพัฒนาให้ Controller เสมือนมี IP Address 2 แบบ คือแบบมี และ ไม่มี VLAN Tagged แต่เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องทรัพยากรของระบบทั้งหน่วยความจำมีจำกัด และความเร็วในการทำงานจำกัด จึงไม่สามารถพัฒนาให้เป็นระบบ 2 IP ในทุก ๆ protocol การทำงานได้ ทั้งนี้จึงมีการพัฒนาเฉพาะ Protocol ARP ที่จำเป็นในการตรวจสอบสภาวะของ Mini DSLAM เท่านั้น

4.3 หลักการทำงาน

ชุดควบคุมจะมีส่วนการทำงานย่อยหลายส่วน โดยแต่ละส่วนจะทำงานในลักษณะ Time Slice คือมีการสลับการทำงาน โดยอาศัยความร่วมมือกันของแต่ละส่วน ซึ่งวิธีนี้จะแตกต่างจากการทำงานแบบ Multi Threading หรือการทำงานพร้อม ๆ กันในหลาย ๆ ส่วนดังเช่นในระบบคอมพิวเตอร์ชั้นสูง หรือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในทุกวันนี้ ทั้งนี้ก็เป็นเพราะข้อจำกัดของระบบและความเร็วในการทำงานของ CPU ในชุดควบคุมนั่นเอง

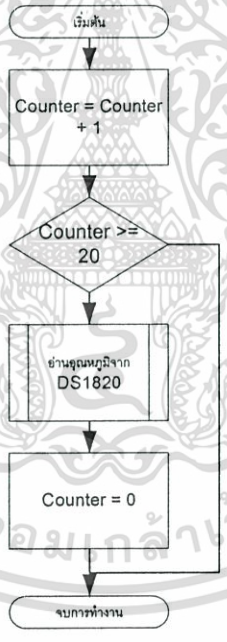
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การตรวจสอบและบันทึกข้อมูล

เพื่อป้องกันปัญหาจากการใช้งานระยะยาว ในชุดควบคุมจะไม่มี Battery สำหรับภาค RTC (Real Time Clock) และไม่มีส่วนสำหรับเก็บข้อมูลประเภทอื่น ๆ เช่น SD Card หรือ Compack Flash Disk ต่าง ๆ เนื่องจากไม่มี RTC การทำงานในชุดควบคุมจึงมีการกำหนด ฐานเวลาในตัวเอง ดังนั้นระบบจึงให้ความสำคัญกับการส่งข้อมูลเข้าสู่ส่วนกลาง โดยกำหนดให้ทำการส่งข้อมูลตามคาบเวลา 10 นาทีต่อครั้ง และหากเกิดการผิดปกติจะทำการส่งถี่ขึ้น จนกระทั่งเหตุการณ์คลี่คลาย และให้โปรแกรมส่วนกลางทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเพื่อจัดบันทึกและแจ้งเตือนต่อไป

- ฐานเวลาในชุดควบคุม

โปรแกรมจะอาศัยการนับคาบเวลาของ CPU ที่จะเกิดขึ้นทุก ๆ 100 มิลลิวินาทีต่อครั้ง แล้วนำมานับเป็นจำนวนเวลาที่ต้องการ เช่น กรณีต้องการตรวจสอบค่าอุณหภูมิทุก ๆ 2 วินาที หรือ 2000 มิลลิวินาทีนั้น จะต้องรอให้ระบบทำงานทั้งสิ้น 20 ครั้ง ซึ่งสามารถดำเนินการได้ตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การใช้ฐานเวลาภายใน

สืบเนื่องจากปัญหาที่หลายครั้งพบว่า ตู้ Mini DSLAM ทั้งระบบหยุดการทำงานโดยไม่ทราบสาเหตุ และเมื่อเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบ พบว่า Circuit Breaker (CB) หลักของตู้ได้ทำการตัดกระแสไฟเอง เจ้าหน้าที่แก้ไขปัญหาโดยการทำการต่อกระแสไฟฟ้าที่ CB กลับคืนระบบก็จะทำงานได้ตามปกติ ซึ่งพบปัญหานี้อยู่บ่อยครั้ง และมีผลกระทบโดยตรงต่อการให้บริการ และลดระยะเวลาที่ระบบหยุดการทำงานลงให้มากที่สุด อีกทั้งลดภาระของเจ้าหน้าที่ในการเดินทางไปตรวจสอบ และ ประหยัดค่าใช้จ่าย ถึงแม้ว่าในบางกรณีก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดปัญหาหากมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

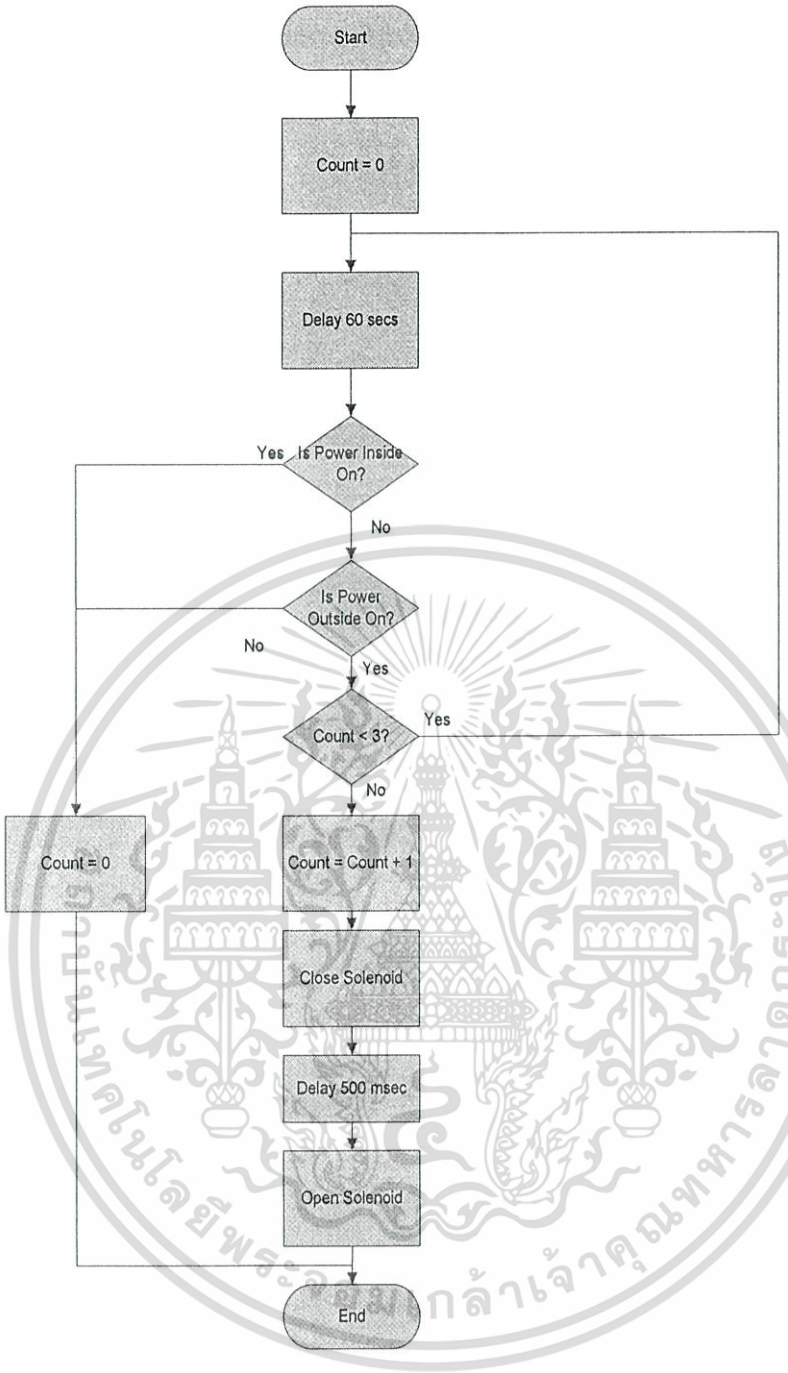
ลัดวงจรอย่างแท้จริงในระบบ ซึ่งในกรณีนั้น ระบบควบคุมจึงจะทำการต่อคืนอัตโนมัตินี้เพียง 3 ครั้ง เท่านั้น ต่อการตรวจพบปัญหาในลักษณะนี้ ในส่วนการทำงานของระบบควบคุมจึงได้จัดให้มีการต่อกลับอัตโนมัติหากตรวจพบว่ากระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกจ่ายเข้ามาระบบตามปกติ แต่เซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดกระแสไฟฟ้าเข้าตู้

4.3.2 การตรวจสอบกระแสไฟฟ้าขัดข้องและทำการต่อกลับโดยอัตโนมัติ

หากตู้ควบคุม Mini DSLAM หยุดการทำงานเพราะกระแสไฟฟ้าขัดข้อง หรือ มีเหตุทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์หลักตัดกระแสไฟ ระบบนี้จะทำการต่อกระแสไฟฟ้าเข้ากลับคืนสู่ระบบ โดยอัตโนมัติโดยภาค Controller จะทำการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ และ แรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าภายในตู้ และทำการเปรียบเทียบ เพื่อเริ่มทำงาน โดยระบบจะเริ่มทำงาน หากตรวจพบว่ามีแรงดันไฟฟ้าที่ด้านไฟเข้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์ แต่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของเซอร์กิตเบรกเกอร์แล้วเท่านั้น ดังรูปที่ 4.6

การต่อกระแสไฟฟ้า ระบบนี้จะทำการต่อกระแสไฟฟ้าคืน โดยการไปกระตุ้นการทำงานของ Solenoid ที่มีแขนกลเพื่อผลัก หรือ ดึงก้านโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้กลับสู่สภาวะปิดวงจรทั้งนี้เพื่อป้องกันการเสียหายแก่อุปกรณ์ต่างๆระบบจะทำงานเพียงแค่3ครั้งเท่านั้นถึงแม้แรงดันไฟฟ้าจะยังไม่กลับสู่สภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



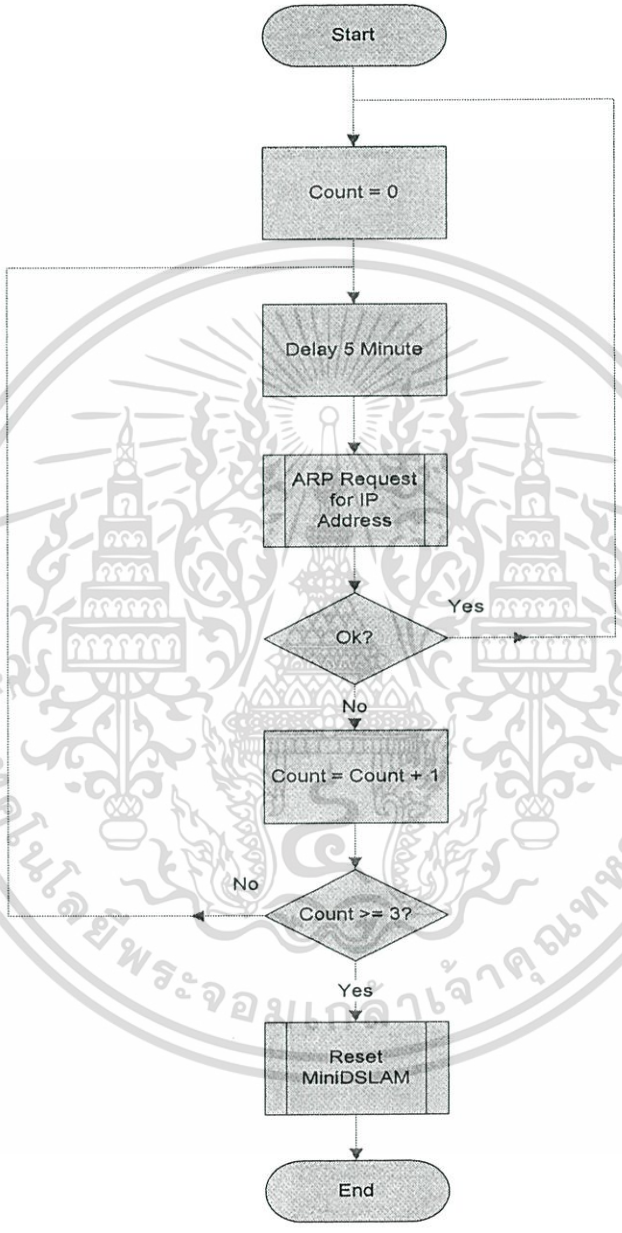
รูปที่ 4.6 โฟลวชาร์ตแสดงการตรวจสอบกระแสไฟฟ้า

4.3.3 การตรวจสอบ Mini DSLAM ว่าพร้อมทำงานหรือไม่

Controller จะติดต่อไปยัง IP Address ของ Mini DSLAM โดยเว้นระยะประมาณ 5 นาที หากไม่มีการตอบกลับ จะทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบอีกรวมเวลาทั้งสิ้นประมาณ 15 นาที และจะทำการตัดกระแสไฟฟ้าเลี้ยง Mini DSLAM หากยังไม่ทำงานดังรูปที่ 4.7 โดยระบบ Controller จะมีการทำงานแบบนี้ 2 ชุด เพื่อตรวจสอบแยกกันระหว่าง Mini DSLAM ตัวที่ 1 และ Mini DSLAM ตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการตรวจสอบสภาวะของ Mini DSLAM ผ่านทางช่องทางซ่อมบำรุง (Port Management) โดยทำการส่งคำสั่งเข้าไปถาม และรอการตอบกลับ หากไม่พบการตอบกลับแสดงว่า Mini DSLAM หยุดทำงาน ระบบจะทำการ Reset กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้า Mini DSLAM โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.7 โฟลวชาร์ตแสดงการตรวจสอบสถานะของ Mini DSLAM

4.3.4 การทำงานของ ARP Protocol และการประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบ

ARP หรือ Address Resolution Protocol เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาหมายเลข MAC Address ของเครื่องปลายทาง โดยเครื่องต้นทางจะส่ง Package ไปหาเนื่องจากการทราบหมายเลข IP ปลายทางของ Host ที่ต้องการติดต่อเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ ในการส่ง IP Package ไปยัง Host ปลายทางนั้น เครื่องต้นทางจะต้องทำการห่อหุ้ม IP Package ลงใน Ethernet

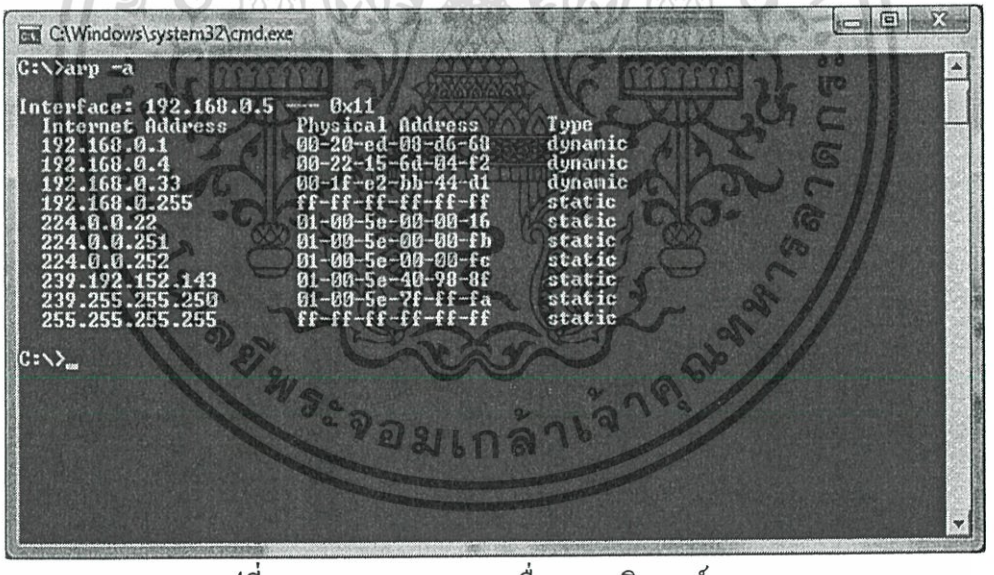
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Frame ก่อน แล้วค่อยให้ Network Interface Card เป็นผู้ส่ง Frame นั้นไปตามสาย Cable ไปยัง Network Interface Card ปลายทาง เมื่อปลายทางได้รับ Package มาแล้วก็จะทำการแยก Frame เพื่อเอา IP Package ออกมาแล้วจึงส่งให้ Driver ของ TCP/IP ทำงานต่อไป

ใน Ethernet Frame นั้นส่วนหัวของ Frame จะประกอบไปด้วยหมายเลข MAC Address ของ Network Card ต้นทาง และ MAC Address ของ Network Card ปลายทาง ใน Package ที่จะส่งออกไปนั้น จะทราบ MAC Address ต้นทางอยู่แล้ว แต่ทางปลายทางจะยังไม่ทราบ ดังนั้นในระบบจะทำการ ARP นี้ก่อน เพื่อหาว่าเครื่องปลายทางที่มีหมายเลข IP นั้นมีหมายเลข MAC Address เป็นเบอร์อะไร จึงจะสามารถส่ง Ethernet Frame ออกไปหาได้

ดังนั้นทุกครั้งที่มีการติดต่อผ่าน IP Protocol ก็จะมีกระบวนการใช้ ARP นี้เสมอ เพียงแต่ผู้ใช้งานจะไม่รู้สึกได้เท่านั้นเอง

ARP Protocol นี้ทำงานอยู่ระว่าง Internet work Layer กับ Network Access Layer โดยจะถือเป็น Protocol เสริมอันหนึ่งของ TCP/IP โดยที่ ARP Protocol จะมี ARP Package เป็นของตัวเองได้แก่ ARP Request และ ARP Reply โดย Package ทั้งสองจะถูกจัดให้เข้าสู่ Ethernet Frame ก่อนแล้วค่อยส่งออกไปเพื่อค้นหา MAC Address ที่ต้องการ



รูปที่ 4.8 ARP Cache บนเครื่องคอมพิวเตอร์

ARP Cache

หลังจากที่ Host แต่ละเครื่องได้ MAC Address ของเครื่องปลายทางมาแล้ว เครื่องต้นทางที่ได้รับ MAC Address จะเก็บความสัมพันธ์ระหว่างหมายเลข MAC Address ของเครื่องปลายทางกับหมายเลข IP Address ของเครื่องปลายทางไว้ในหน่วยความจำที่ถูกกันไว้เป็น Cache เรียกว่า ARP Cache เผื่อว่าในการส่งข้อมูลคราวต่อไปยัง IP Address เดิมจะได้เรียกใช้ MAC Address จาก Cache ได้เลยโดยไม่ต้องส่ง Request Packet ออกไปสอบถามใหม่

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 การสลับการทำงานของพัดลม

ระบบควบคุมการทำงานของพัดลมให้สลับการทำงาน เพื่อระบายความร้อนภายในตู้ หากพบว่าอุณหภูมิเกินกว่าที่กำหนด ระบบจะเปิดการทำงานพัดลมพร้อมกันทั้งระบบ เพื่อเร่งระบายความร้อนโดยเร็ว ในทางกลับกัน หากอุณหภูมิลดต่ำมาก เช่น ที่ภาคเหนือในฤดูหนาว ระบบก็จะส่งให้พัดลมทั้งคู่หยุดทำงาน

เพื่อยืดอายุการงานของพัดลมในการระบายความร้อน ชุดควบคุมจะกำหนดให้พัดลมสลับการทำงานโดยอัตโนมัติได้ โดยมีการทำงานหลัก ๆ ดังนี้

- สามารถสั่งการจากส่วนกลางได้ว่าจะทำงานแบบ Manual หรือแบบ Automatic ถ้าเป็นแบบ

- กรณี Automatic จะสลับการทำงานทุก 1 ชั่วโมง หากอุณหภูมิสูงกว่าจุดที่กำหนด (Setpoint) ก็จะสั่งการให้พัดลมทั้ง 2 ชุดทำงานพร้อมกันโดยอัตโนมัติ และเมื่ออุหณหภูมิ ต่ำลงกว่าจุด Setpoint ก็จะสั่งการให้หยุดการทำงาน และกลับมาทำงานแบบสลับกันอีกครั้ง

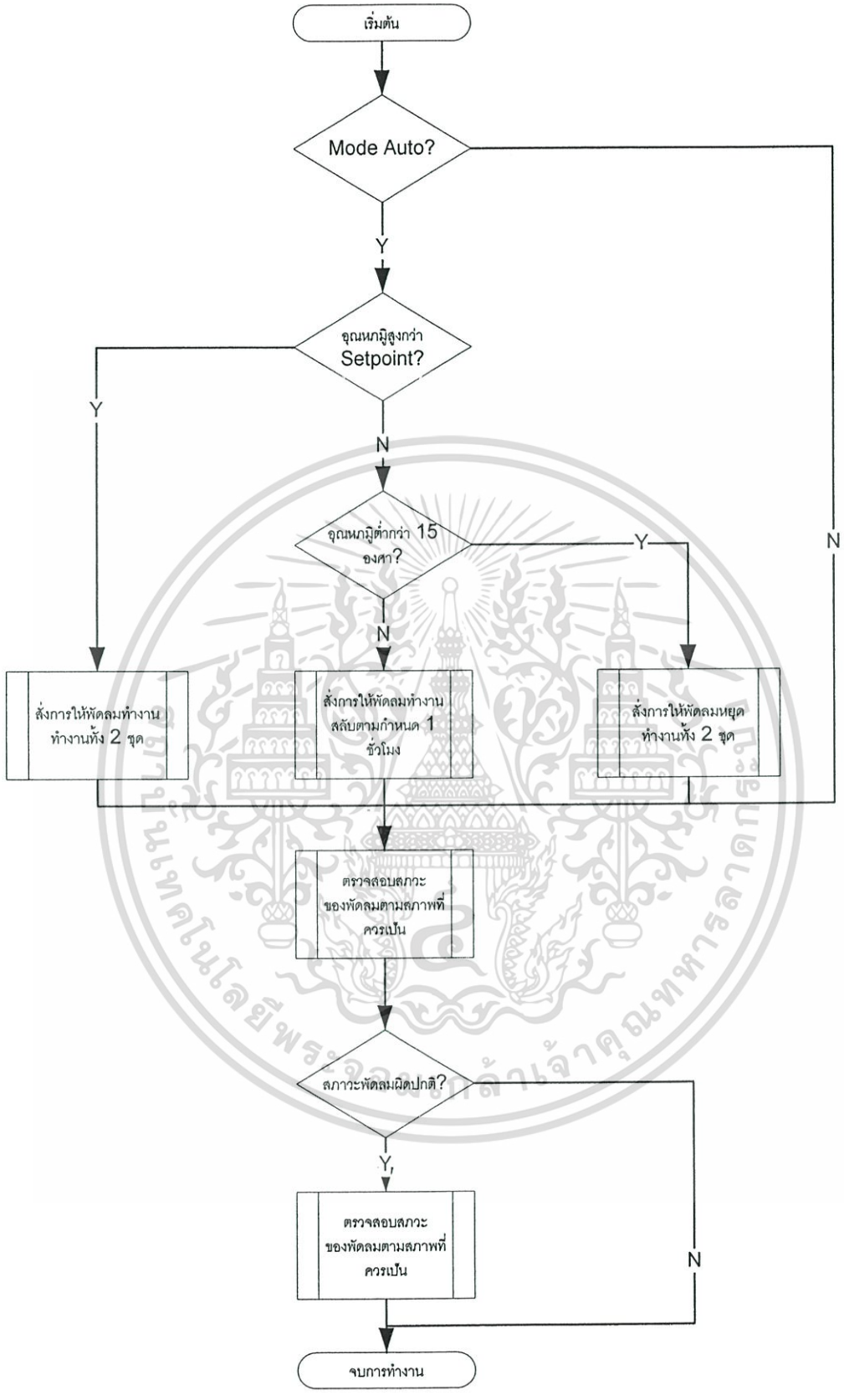
- ค่า Setpoint สำหรับทำงานพร้อมกันนั้น สามารถเปลี่ยนแปลงจากส่วนกลางได้

- กรณี Automatic จะมี Setpoint ที่ 2 ซึ่งจะกำหนดไว้คงที่ คือที่ 15 องศาเซลเซียส ระบบควบคุมจะสั่งการให้พัดลมทั้ง 2 ชุดหยุดทำงาน ในกรณีนี้ก็เพื่อประโยชน์เมื่อติดตั้งระบบพื้นที่ที่มีสภาพอากาศเย็น เช่นทางภาคเหนือ และเป็นสภาพอากาศในฤดูหนาว เป็นต้น

- หากพัดลมไม่ทำงาน หรือ หยุดการหมุน จะมีการส่งสัญญาณแจ้งไปยังส่วนกลาง

- ในกรณีส่วนกลางพบว่าพัดลมไม่ทำงาน และ ต้องการยกเลิกการแจ้งเตือน สามารถกำหนดไปยังระบบ Manual เพื่อให้พัดลมทำงานเฉพาะตัวที่ยังทำงานได้อย่างสมบูรณ์ไปก่อนเพื่อรอเจ้าหน้าที่เข้าไปแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

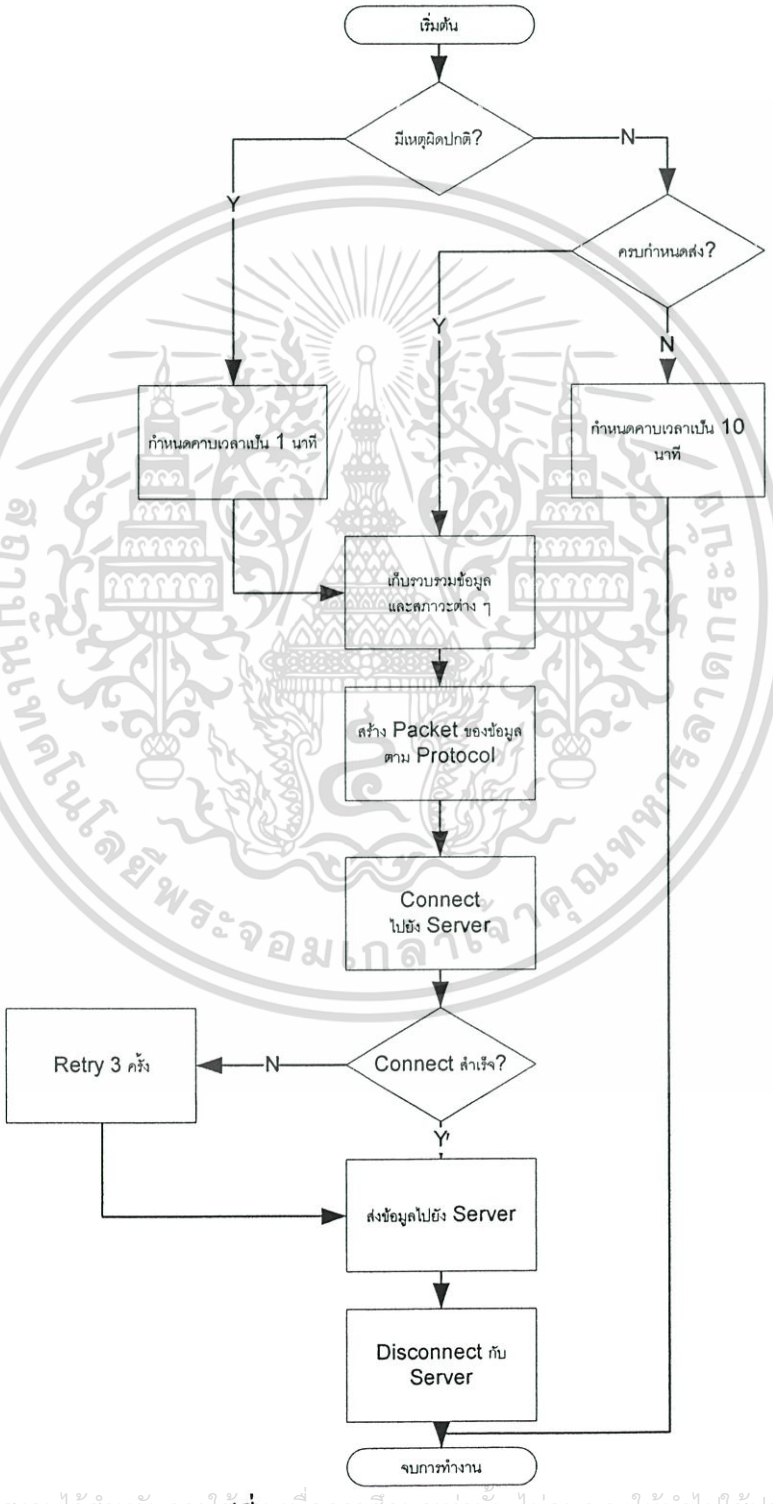


รูปที่ 4.9 การควบคุมการทำงานของพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 การรายงานเข้าสู่ส่วนกลาง

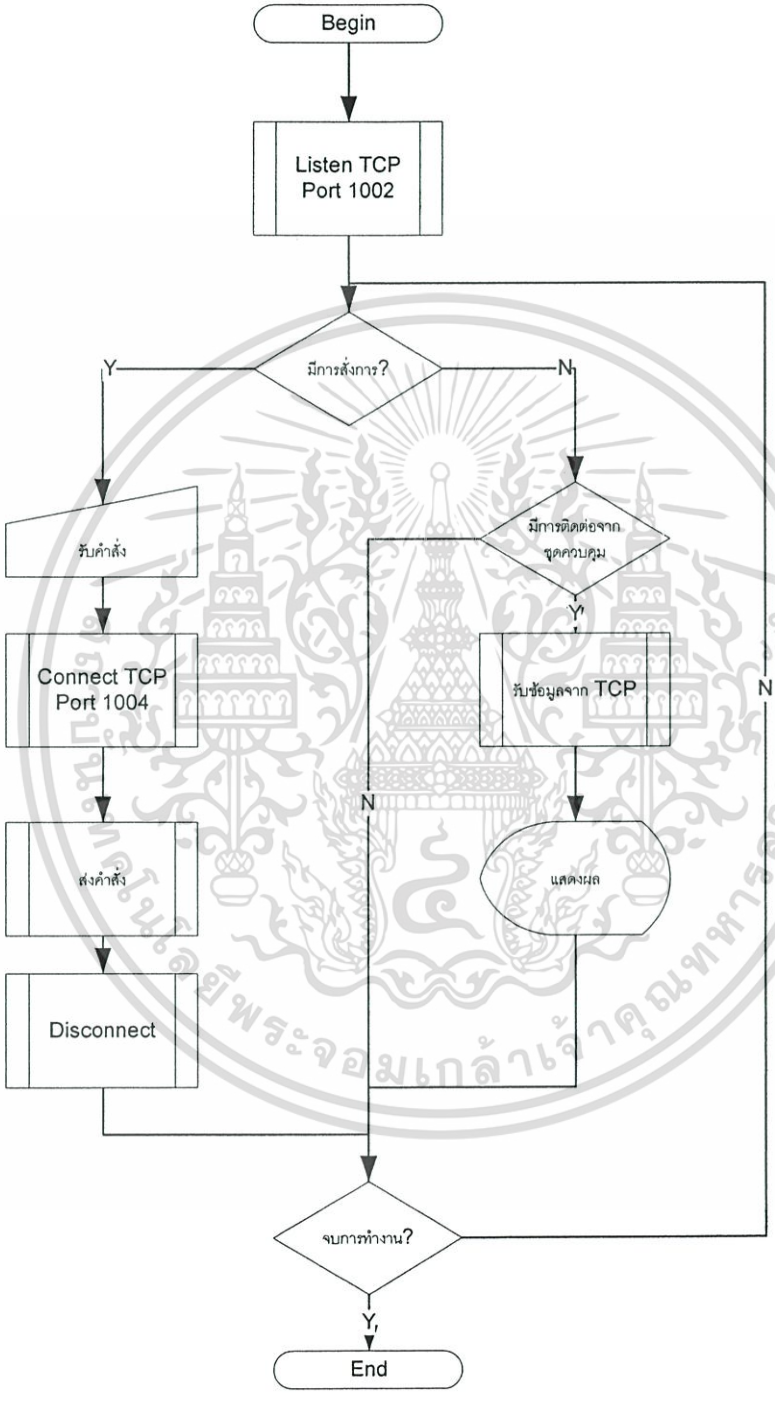
ระบบควบคุมจะมีกำหนดการรายงานสภาวะภายในตู้เข้าสู่ส่วนกลางตามคาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบ ค่าโดยปริยายในส่วนนี้คือทุก ๆ 10 นาที อย่างไรก็ดีเมื่อมีเหตุผิดปกติที่ระบบตรวจสอบพบ ระบบจะทำการเปลี่ยนคาบเวลามาส่งเป็นทุก 1 นาทีทันที และจะส่งทุก 1 นาทีจนกว่าเหตุผิดปกติสิ้นสุดลงไปแล้วเป็นเวลา 2 นาที ทั้งนี้ก็เพื่อให้มีการแจ้งเตือนที่ส่วนกลางหากเกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ อย่างทันท่วงที



รูปที่ 4.10 การรายงานผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ส่วนกลาง Socket Server จะทำงาน 2 ลักษณะ คือ รับคำสั่งจากผู้ใช้งาน แล้วส่งคำสั่งไปยังชุดควบคุมผ่าน TCP/IP และ รอรับการติดต่อจากชุดควบคุมที่ส่งข้อมูลเข้ามาเป็นระยะ

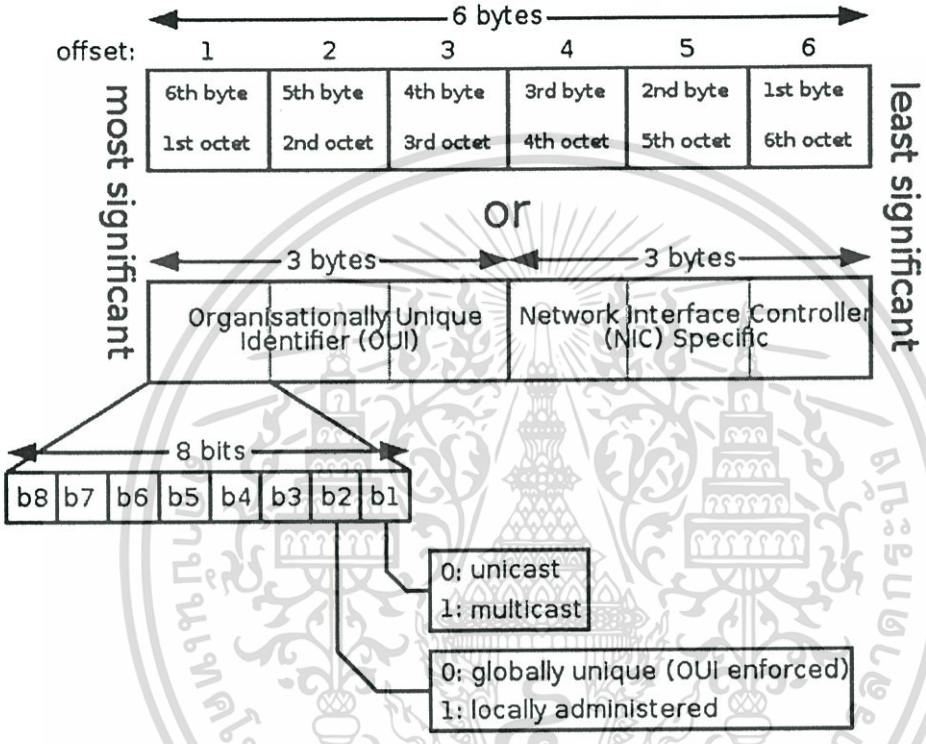


รูปที่ 4.11 การทำงานของโปรแกรมส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 MAC Address และ โปรแกรมสนับสนุน

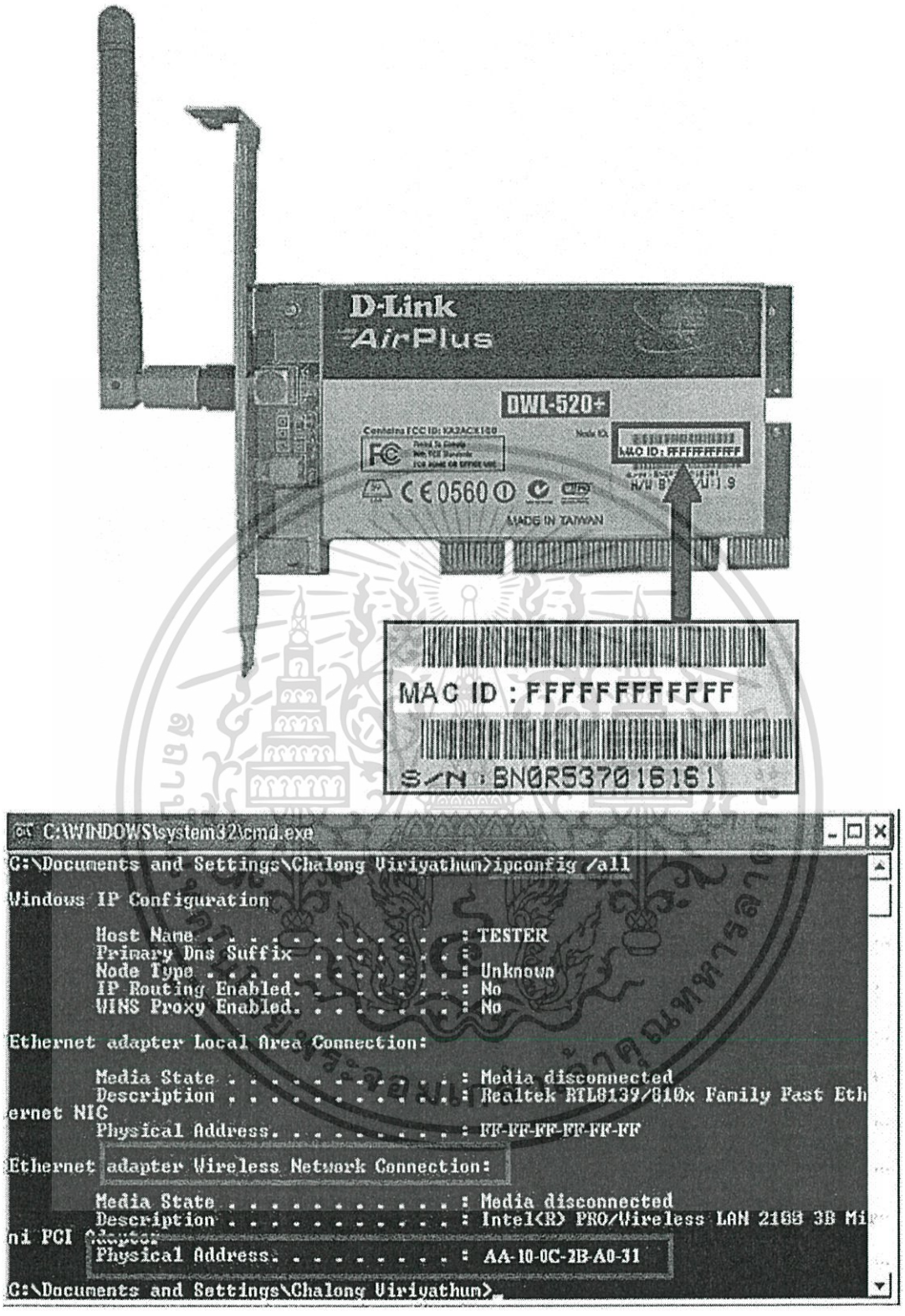
MAC Address หรือ Media Access Code เป็นหมายเลขเฉพาะของ Network Interface Card หรือ LAN Card แต่ละชุด เพื่อไม่ให้ซ้ำกัน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Physical Address ตามปกติแล้วในการเขียนโปรแกรมในระบบควบคุม จะสามารถกำหนด MAC Address ให้เป็นหมายเลขอะไรก็ได้ แต่จะต้องแก้ไขในโปรแกรมต้นฉบับ และทำการ Compile โปรแกรมและนำไปบันทึกลงในชุดควบคุมครั้งแต่ครั้ง ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองเวลา



รูปที่ 4.12 โครงสร้างของ MAC Address

จากรูปที่ 4.12 หมายเลข MAC Address ปกติจะมี 12 หลัก ซึ่งจะมีตัวเลขผสมกับตัวอักษร (เลขฐาน 16) เช่น AA-10-0B-2B-A0-31 เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ Network แต่ละเครื่องจะมีหมายเลข Mac Address ไม่ซ้ำกัน (Unique) ดังจะเห็นได้จากการรับส่งข้อมูลใน Ethernet Packet ซึ่งในแต่ละ Frame จะมีการระบุ Address ต้นทางและปลายทาง อย่างชัดเจน โดยที่ผู้ผลิตอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายแต่ละรายจะมีการลงทะเบียนกับหน่วยงานกลาง (IEEE) เพื่อกำหนดหมายเลขตั้งต้น ให้แตกต่างกันออกไปสำหรับแต่ละรายใน 3 หลักแรก และ 3 หลักสุดท้ายนั้นผู้ผลิตสามารถจัดสรรการใช้ได้เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 MAC Address จากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบควบคุมนี้ได้จัดทำโปรแกรมสนับสนุนสำหรับให้เปลี่ยน MAC Address สำหรับชุดควบคุมแต่ละเครื่องโดยอัตโนมัติก่อนการบันทึกโปรแกรมแบบ ISP เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการทำงาน โดยไม่ต้องทำการ Compile โปรแกรมทีละครั้งสำหรับชุดควบคุมแต่ละชุด

ผลลัพธ์ที่ได้จากการ Compile โปรแกรมจะเป็น ASCII หรือ Text File ในรูปแบบเฉพาะหรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า Hex File ซึ่ง Hex File นี้จะถูกนำไปโปรแกรมลงในชุดควบคุม

ในปัจจุบันมีมาตรฐาน Hex File Format ของ บริษัท Intel อยู่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงมาตรฐาน "Intel MCS-86 Hex Object" ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้โดยระบบควบคุมนี้ โดยรายละเอียดดังนี้

โครงสร้างข้อมูลบนระบบ Intel Hex จะถูกแบ่งเป็น Record ย่อยโดยแต่ละ Record จะแยกอยู่เป็น 1 บรรทัด ทั้งนี้โครงสร้างของ Record สามารถอธิบายได้ดังนี้

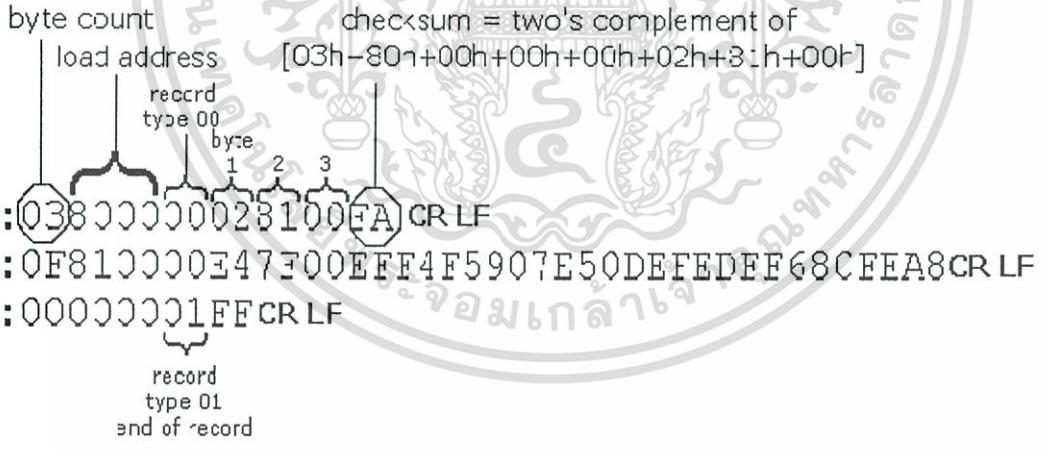
ตัวอักษรแรก: เป็นตัวอักษรเริ่มต้นจะต้องเป็น ":" เท่านั้น (Start Character)

ตัวอักษรที่ 2 และ 3: บอกจำนวนตัวอักษร (Byte count)

ตัวอักษรที่ 4 ถึง 7: แสดง Address เริ่มต้น

ตัวอักษรที่ 8 และ 9: แสดงประเภทของข้อมูลในบรรทัดนั้น (Record type)

ตัวอักษร 2 ตัวสุดท้าย: ค่า checksum ของ Record นั้น (CC)



รูปที่ 4.14 รูปแบบ Hex File

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ที่ 1

:1080000090F801E0C2E7F0853C83853D827A7612E4

:10801000009FE583458260EF85833C85823D20217A

:108020000D1280B45008753C99753D9980D9853AF8

.

.

.

:1080F00000002290F801E054F8F0748090F800F04D

:01810000225C

:00000001FF

ตัวอย่าง ที่ 2

:020000020000FC

:10000000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF00

:10001000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF0

:10002000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFE0

:10003000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFD0

:10004000FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFC0

:00000001FF

ความหมายของ Record types (ตัวอักษรลำดับที่ 8 และ 9)

00 DATA RECORD

ข้อมูลจะแสดงต่อจาก record type (00) ในลักษณะของเลขฐาน 16 (Hex) ตามจำนวนที่แสดงใน (Byte Count). บนตำแหน่ง Address ที่ระบุ โดย checksum ในที่นี้จะเป็นผลรวมแบบ 2' complement แบบ binary ของข้อมูลทั้งหมด รวมถึง byte count, address, record type และ ข้อมูล

01 END RECORD

ข้อมูลในประเภทนี้จะเริ่มต้นด้วย ":" (colon) จำนวน byte count เป็น 00 และ address เป็น 0000 มี record type เป็น 0, และ checksum เป็น FF. เท่านั้น ซึ่งข้อมูลประเภทนี้จะใช้เพื่อบอกว่าจบข้อมูลแล้ว

02 EXTENDED SEGMENT ADDRESS RECORD

ข้อมูลในประเภทนี้ใช้เพื่อบอก Segment ของข้อมูลใน Intel Hex Object ดังกล่าว โดย address field จะต้องเป็น 0000 ข้อมูล record แบบนี้อาจจะปรากฏขึ้นที่ใดก็ได้ใน Object file ซึ่งจะมีผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address ที่อยู่หลัง Record ดังกล่าวนั้นสัมพัทธ์กับ record ที่ระบุนี้ การคำนวณ address นั้นจะกระทำในลักษณะเดียวกับการคำนวณ segment บน CPU หมายเลข 8088

ในแต่ละบรรทัดจะมีค่า Checksum หรือ CC ปิดท้ายเพื่อบ่งชี้ถึงความถูกต้องของข้อมูล ดังวิธีการคำนวณนี้

BC AAAA TT <----------HHH...HHH ----------> CC

:10 8000 00 90 F8 01 E0 C2 E7 F0 85 3C 83 85 3D 82 7A 76 12 E4

นำข้อมูลที่เป็นตัวเลขหลังจากเครื่องหมาย : ทุกไบท์มาบวกกัน แล้วนำผลรวมขนาด 1 ไบท์มาคิด ส่วนที่เกินตัดออกไป

10+80+00+00 +90+F8+01+E0+C2+E7+F0+85+3C+83+85+3D+82+7A+76+12 = 91C

ใช้เฉพาะ 2 ไบท์ หลังคือ 1C

หา one's complement FFh - 1Ch = E3h

หา two's complement E3h + 1 = E4h

ตัวอย่างการคำนวนที่เรคคอร์ดสุดท้าย

:00 0000 01 FF

00 + 0000 + 01 = 01h

หา one's complement FFh - 01h = FEh

หา two's complement FEh + 1 = FFh

หลักการทำงานของโปรแกรม RTU Set

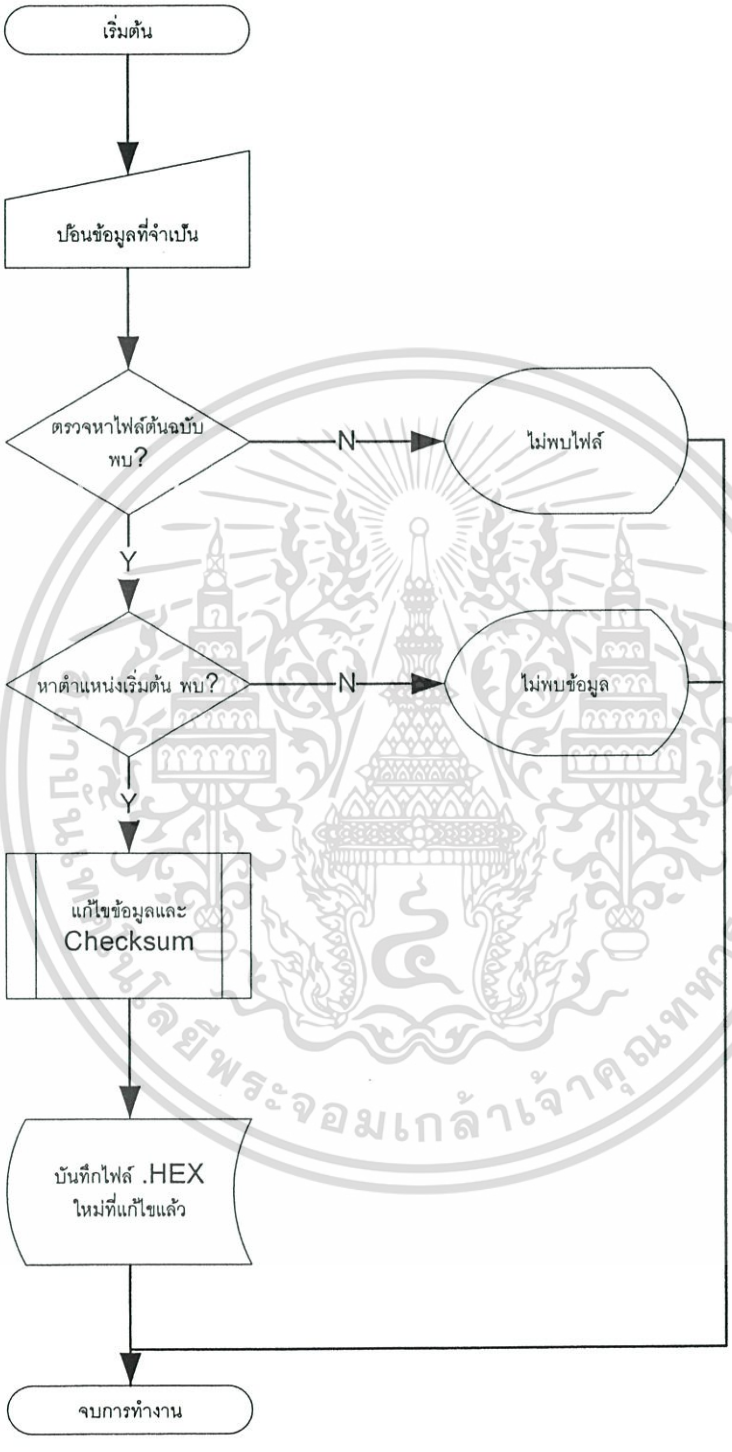
โปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูล Hex File ต้นฉบับขึ้นมา และทำการเปลี่ยนค่าตั้งต้นในส่วนที่เกี่ยวข้องลงไปในจุดที่กำหนด ดังรูปที่ 4.16

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลใด ๆ โปรแกรมจะทำการคำนวณการเปลี่ยนแปลงค่า CC และทำการปรับเปลี่ยนให้ถูกต้องทุก ๆ ครั้งไป

ทุกครั้งที่มีการใช้โปรแกรมเพื่อสร้างไฟล์ใหม่ โปรแกรมจะทำการเพิ่มค่า MAC Address โดยอัตโนมัติ จาก LSB (Last Significant Bit) เพื่อให้เครื่องควบคุมทุกเครื่องมีหมายเลขประจำเครื่องที่ไม่ซ้ำกัน

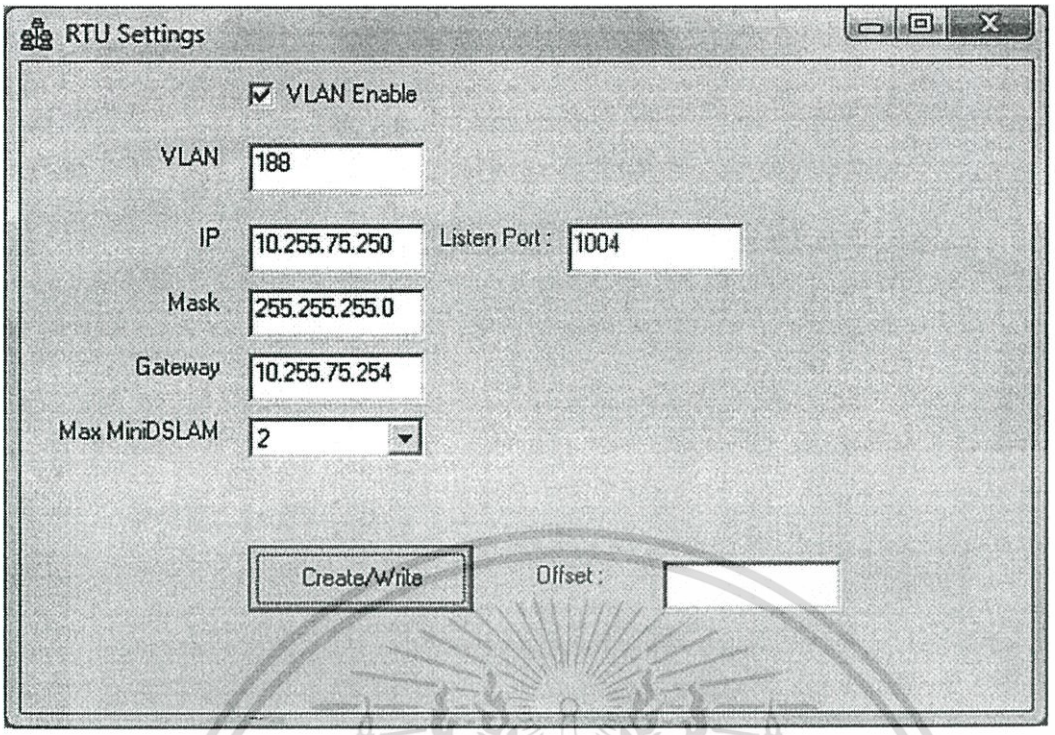
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกระจายชุดควบคุมเพื่อติดตั้งไปยังจุดต่าง ๆ จึงสามารถใช้งานได้ทันที ตามค่าเริ่มต้นที่กำหนดให้

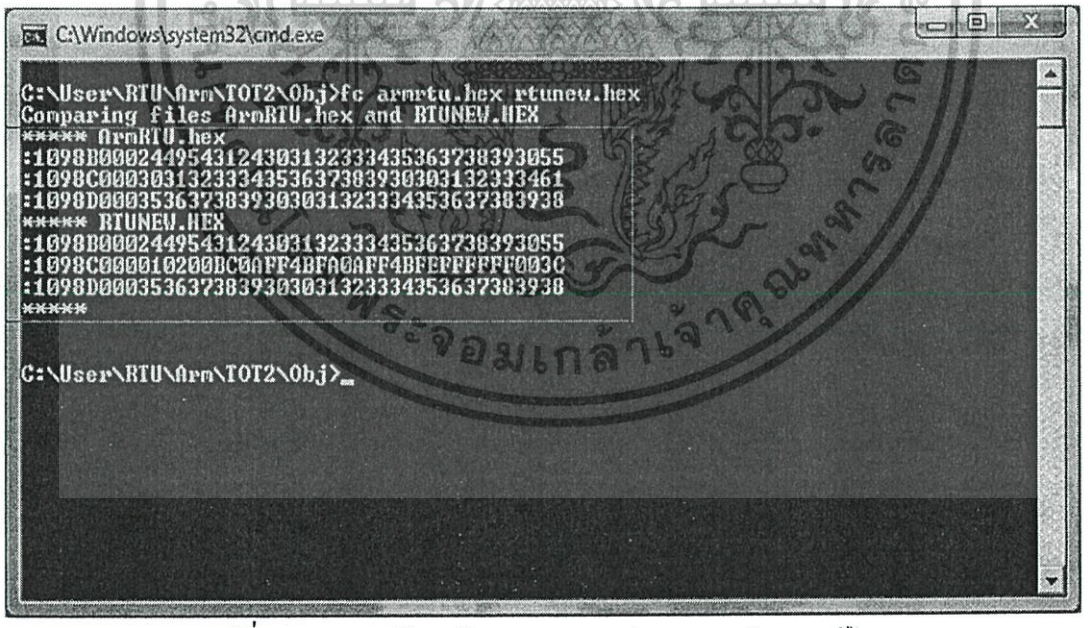


รูปที่ 4.15 ผังการทำงานของ RTUSet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 การใช้โปรแกรมเพื่อเปลี่ยนค่า IP และ MAC Address



รูปที่ 4.17 การเปรียบเทียบ Hex File ก่อนและหลังการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

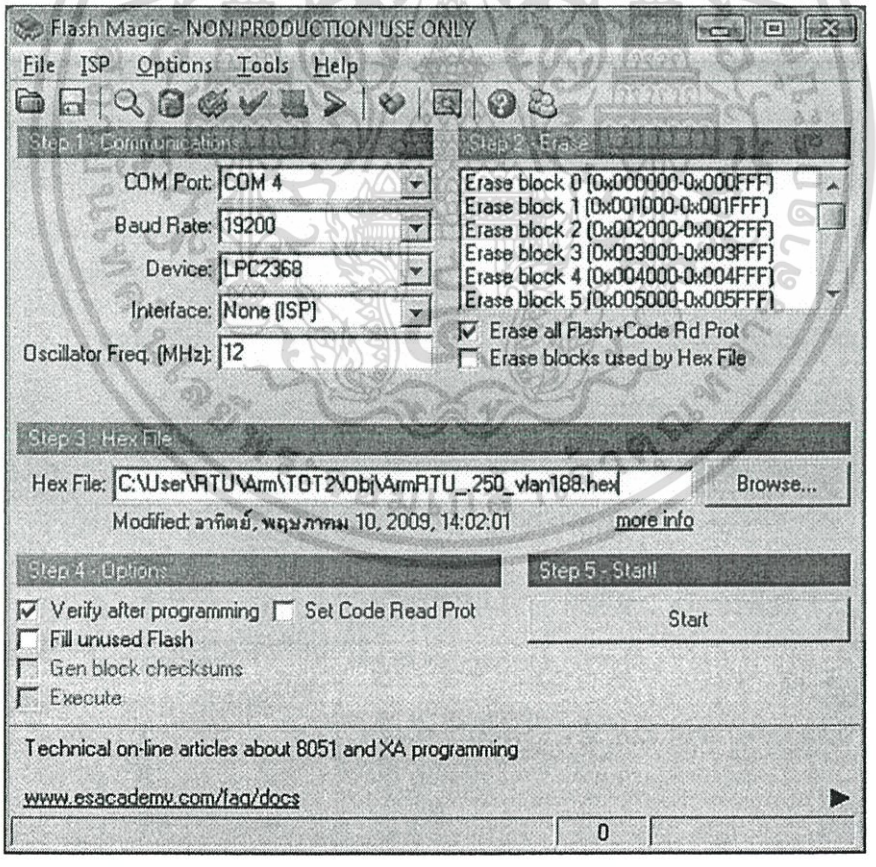
บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การโปรแกรมลงในชุดควบคุม

หลังจาก Compile โปรแกรมเป็น Hex File แล้วจะต้องทำการโปรแกรม Hex File นั้นลงในชุดควบคุม โดยในขั้นตอนนี้จะใช้โปรแกรม Flash Magic ซึ่งเมื่อเรียกให้ทำงานแล้วจะแสดงดังรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.1 Icon โปรแกรม Flash Magic

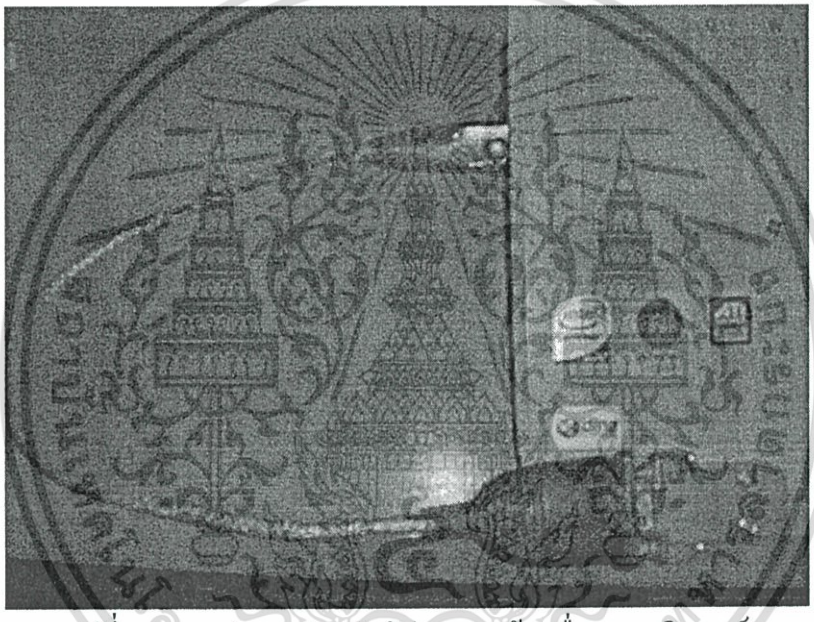


รูปที่ 5.2 โปรแกรม Flash Magic

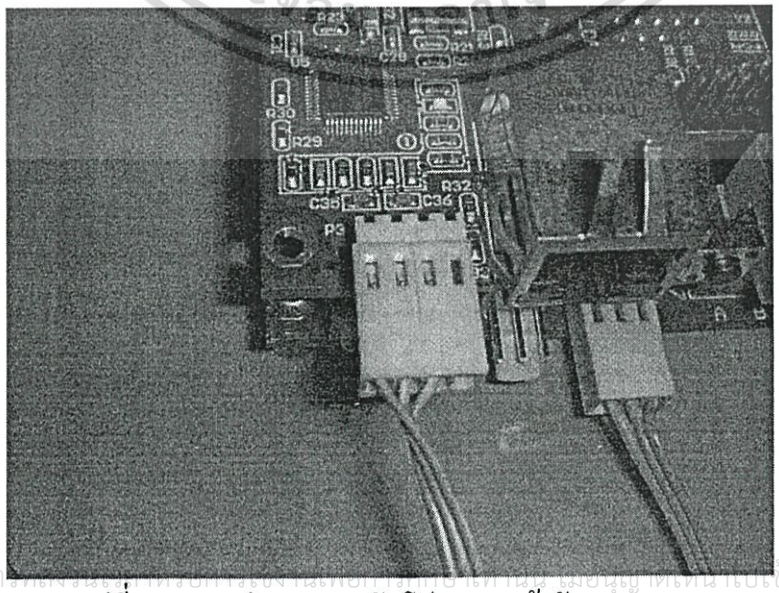
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นให้ทำการปรับแต่งข้อมูลเพื่อให้ตรงตามข้อกำหนดของชุดควบคุม ดังนี้

1. เลือก COM Port ที่จะใช้เชื่อมต่อไปยัง ชุดควบคุม ในกรณีนี้เป็นแบบ USB เปลี่ยนไปเป็น RS232 ซึ่งจะทำงานที่ COM4
2. เลือก Baud Rate ให้เป็น 19200
3. เลือก Device เป็น LPC2368
4. เลือก Interface เป็น None (ISP)
5. กำหนด Oscillator Frequency เป็น 12 ซึ่งหมายถึง 12 MHz
6. เลือก Hex File ที่ต้องการจะโปรแกรมลงไปยังชุดควบคุม
7. กดปุ่ม Start

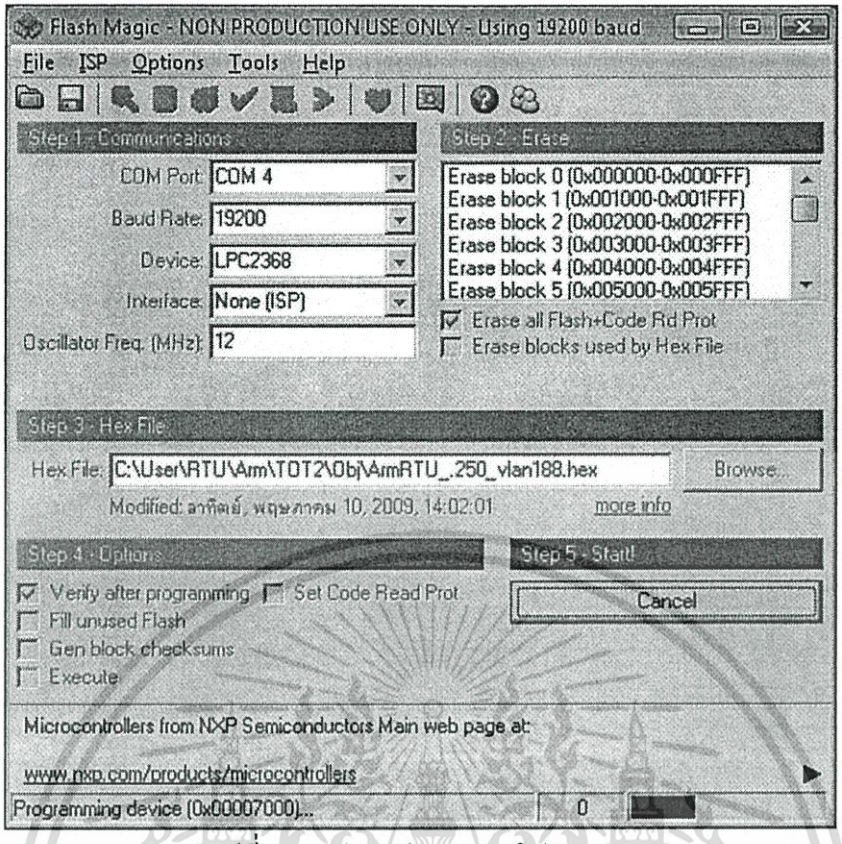


รูปที่ 5.3 การต่อสายสำหรับโปรแกรมเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์



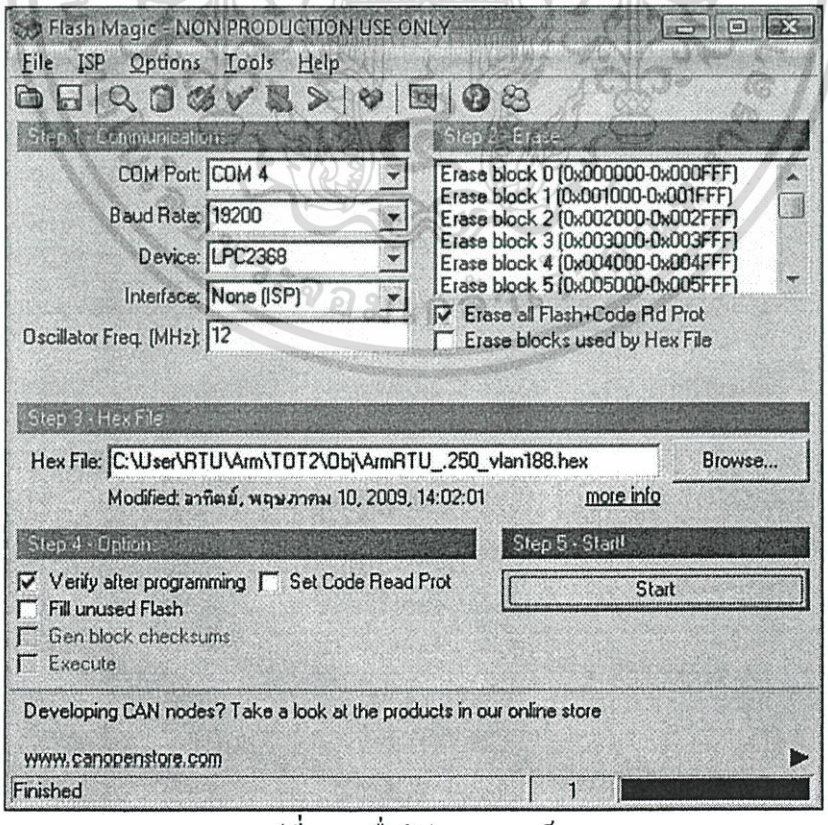
รูปที่ 5.4 การต่อสายสำหรับโปรแกรมเข้ายังชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 รูประหว่างทำการโปรแกรม

เมื่อแล้วเสร็จโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ 5.6

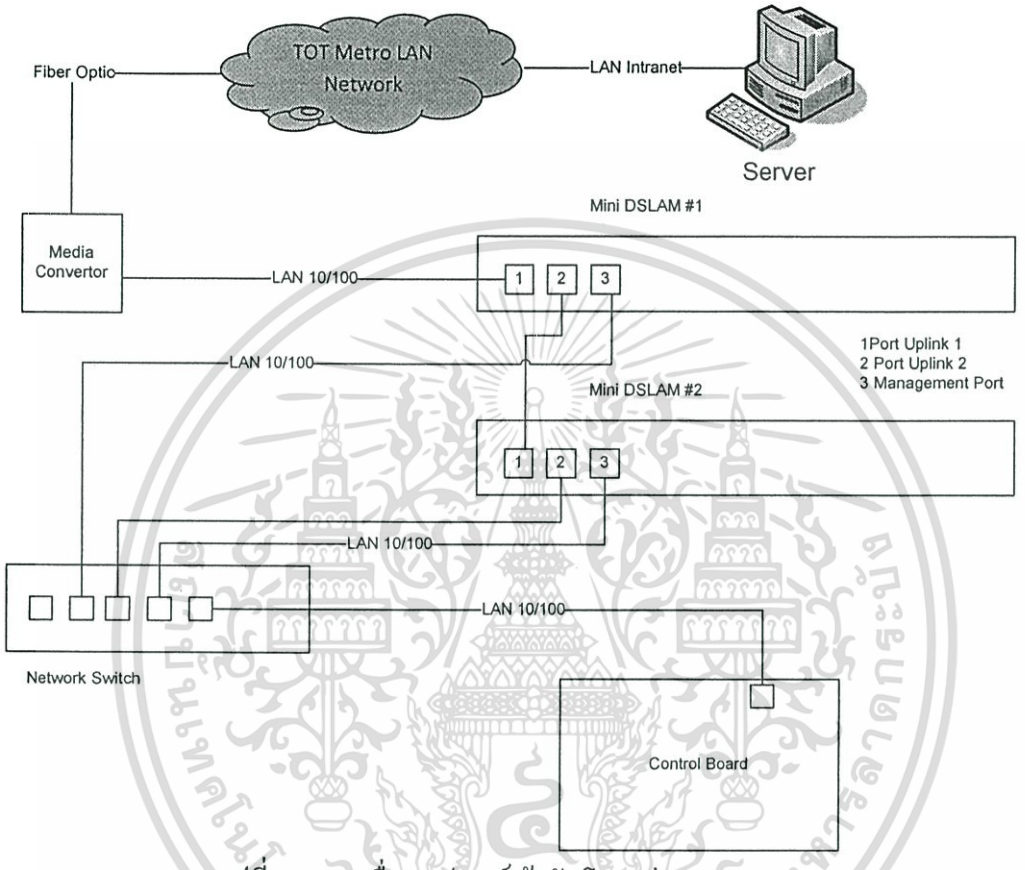


รูปที่ 5.6 เมื่อโปรแกรมเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลอง

การทำการทดลองใช้ระบบควบคุมในตู้ Mini DSLAM จะทำการต่อเชื่อมอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยเชื่อมผ่านโครงข่าย TCP/IP NETWORK ตามรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 การเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับโครงข่าย IP Network

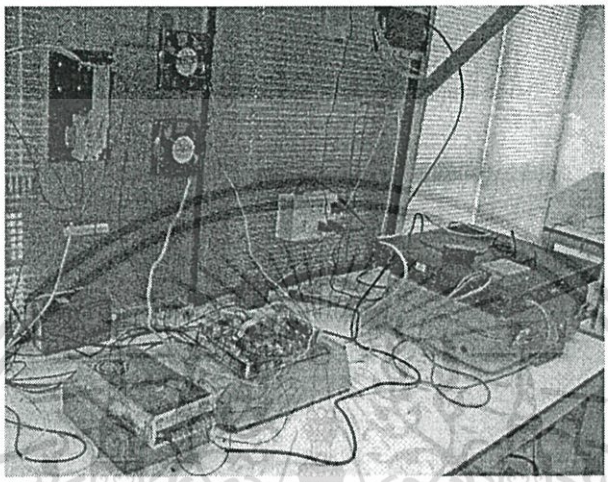
บอร์ดควบคุมที่ทำการต่อเชื่อมเข้ากับโครงข่ายจะต้องทำการกำหนด IP Address เป็นแบบใช้งานถาวร (Fix IP Address) เพื่อให้สามารถทำการรายงานและควบคุมอุปกรณ์ภายในตู้ตามพื้นที่ต่างๆได้อย่างถูกต้อง เช่น ในกรณีบอร์ดที่ทำการนำมาใช้ในการทดสอบเราจะกำหนด IP Address และรายละเอียดต่างดังนี้

IP Address	10.255.75.250
Gateway	10.255.75.254
VLAN	188

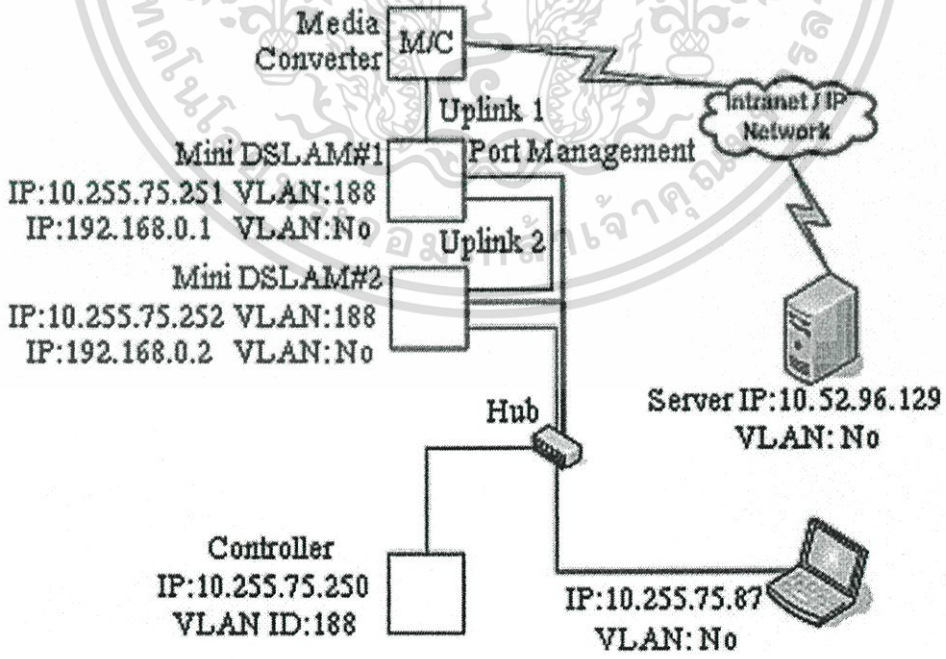
อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุมในตู้ Mini DSLAM ได้แก่ AC Power Plug, Switching Power Supply 48 VDC, Mini DSLAM 2 unit, Board Controller (CP-JR Arm7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LPC2368), Optic Joint Box, MDF Rack 2 ชุด, พัดลมระบายอากาศขนาด 12VDC จำนวน 2ชุด และCircuit Breaker (Miniature CB) ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Solenoid อุปกรณ์และระบบไฟฟ้าจะถูกเชื่อมเข้ากับแผงวงจรควบคุม (Control Unit) และต่อเชื่อมเข้ากับระบบด้วยโครงข่าย TCP/IP Network ผ่าน Ethernet Port ใน Port Uplink 2 ของอุปกรณ์ Mini DSLAM ส่วนการแสดงผลหลักแสดงโดยโปรแกรมแสดงผลที่พัฒนาด้วย Visual Basic [5]

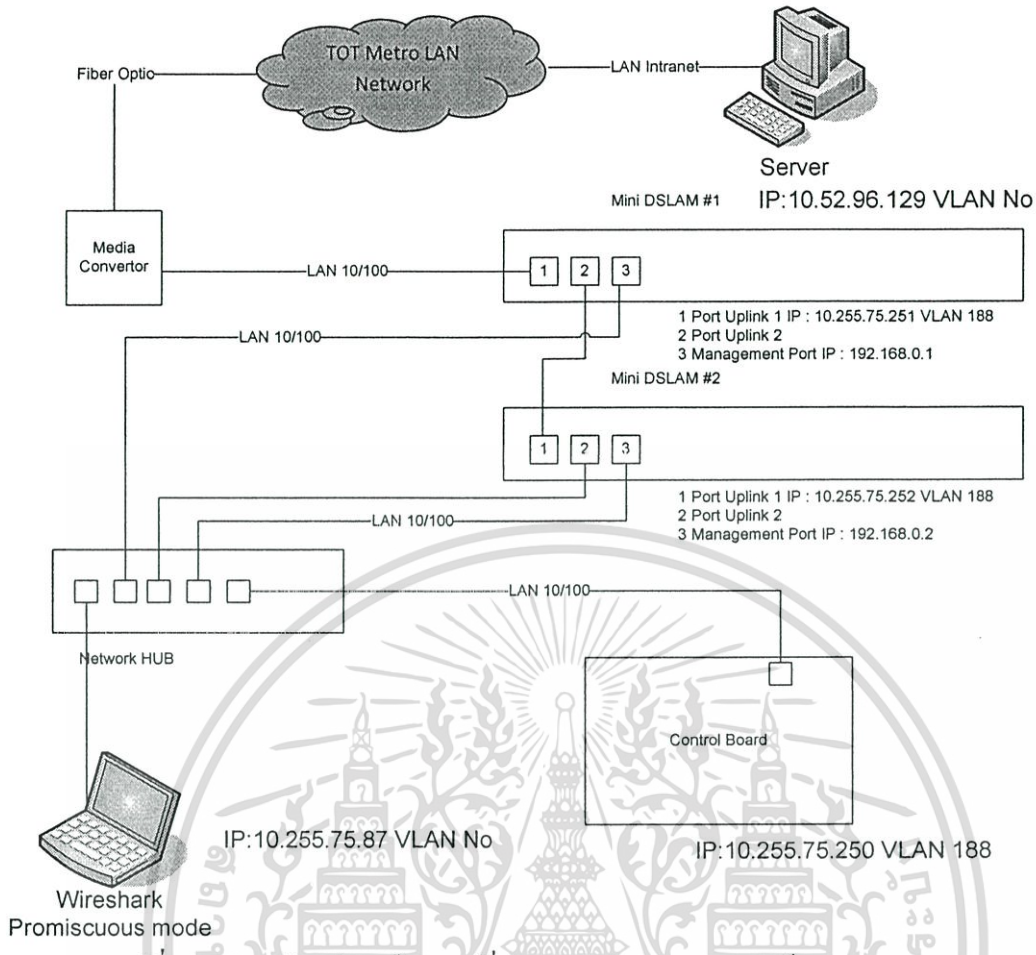


รูป 5.8 การทดลองใช้งานระบบ



รูป 5.9 ผังการทดลองและใช้โปรแกรม Wireshark ในการตรวจจับข้อมูล และ IP Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



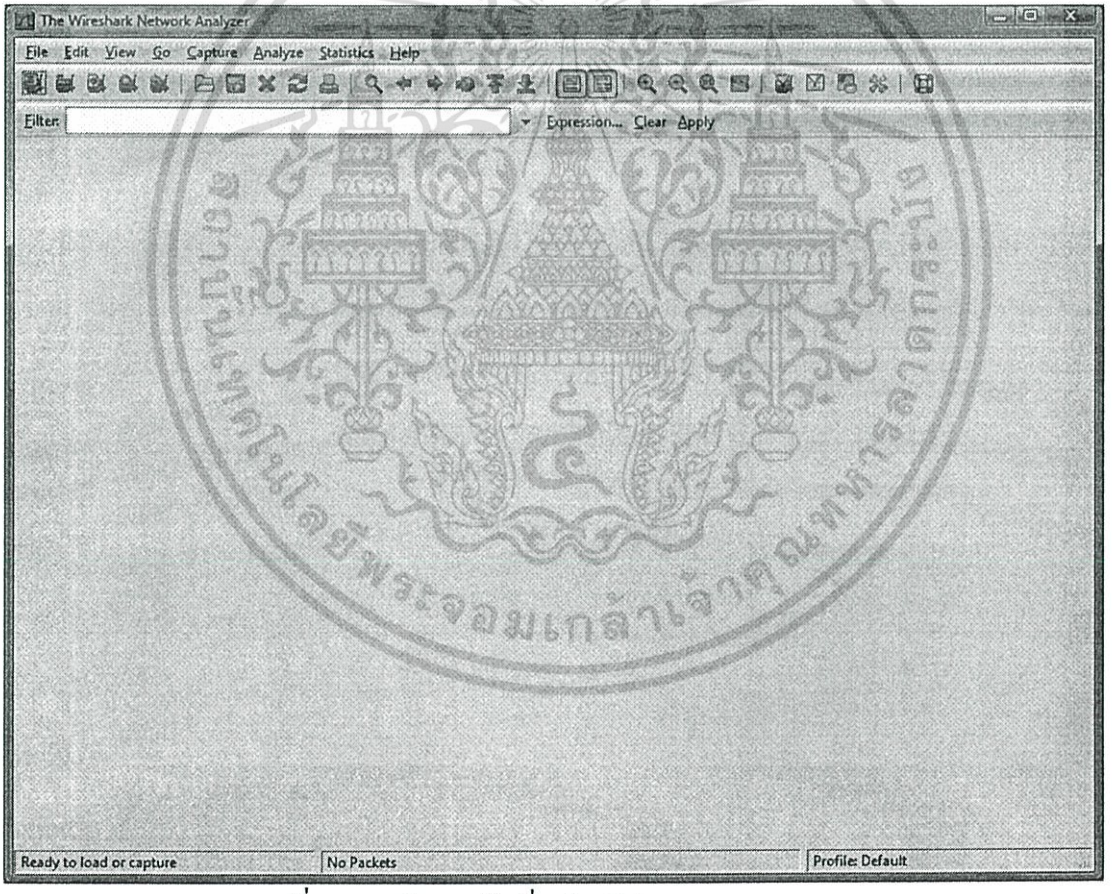
รูปที่ 5.10 การต่ออุปกรณ์ และเปลี่ยนจาก Network Switch เป็น Network Hub

รูปที่ 5.11 การต่อเข้ากับ Hub เพื่อตรวจจับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Wireshark ทำการตรวจจับข้อมูลใน Promiscuous mode ได้ โดยใช้คู่กับ Hub ซึ่ง Promiscuous mode จะหมายถึงการกำหนดให้ Network Interface Card นั้นรับทุก ๆ Packet ที่ผ่านเข้ามาและส่งไปให้ CPU ซึ่งโดยปกติแล้วในแต่ละ Packet นั้นจะมีการระบุ MAC Address ปลายทางอยู่ใน Packet และเมื่อ Network Interface Card รับ Packet เข้ามาก็จะตรวจสอบว่า MAC Address ปลายทางใน Packet นั้นตรงกับของตัวเองหรือไม่ ถ้าเกิดว่าตรงก็จะรับ Packet นั้น แต่ถ้าไม่ตรงก็จะทำการ Drop Packet แต่เมื่อกำหนดให้ทำงานใน Promiscuous mode แล้ว Network Interface Card จะไม่ Drop Packet ใด ๆ เลย แต่จะอ่าน Packet ทั้งหมดแทน

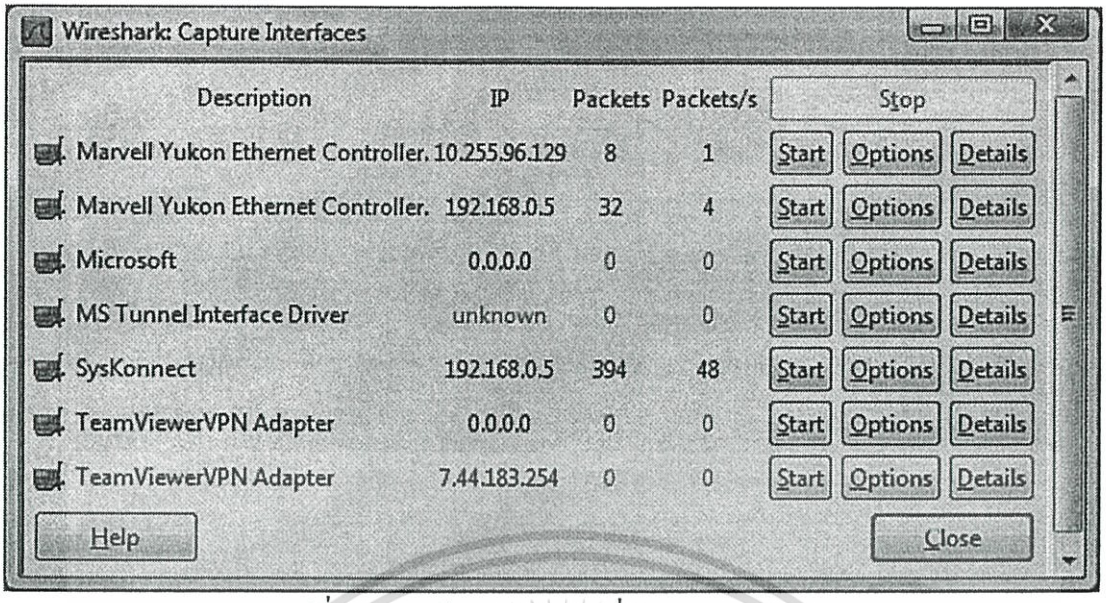
รูปที่ 5.12 Icon โปรแกรม Wireshark



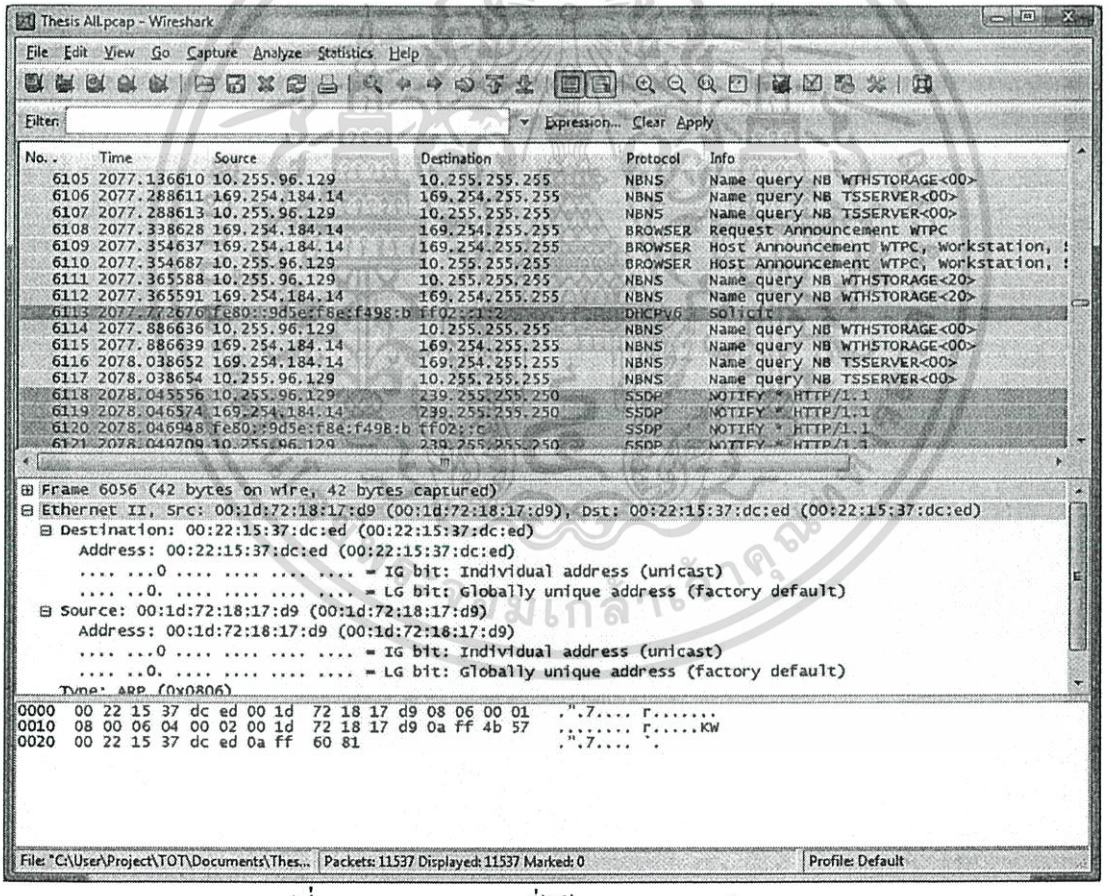
รูปที่ 5.13 หน้าจอหลักเมื่อเข้าสู่โปรแ กรม wireshark

จากนั้นสามารถเลือก Network Interface ที่ต้องการจะ Capture โดยเลือกที่ Menu --> Capture --> Interface แล้ว เลือกกดปุ่ม Start จาก Network Interface ที่ต้องการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



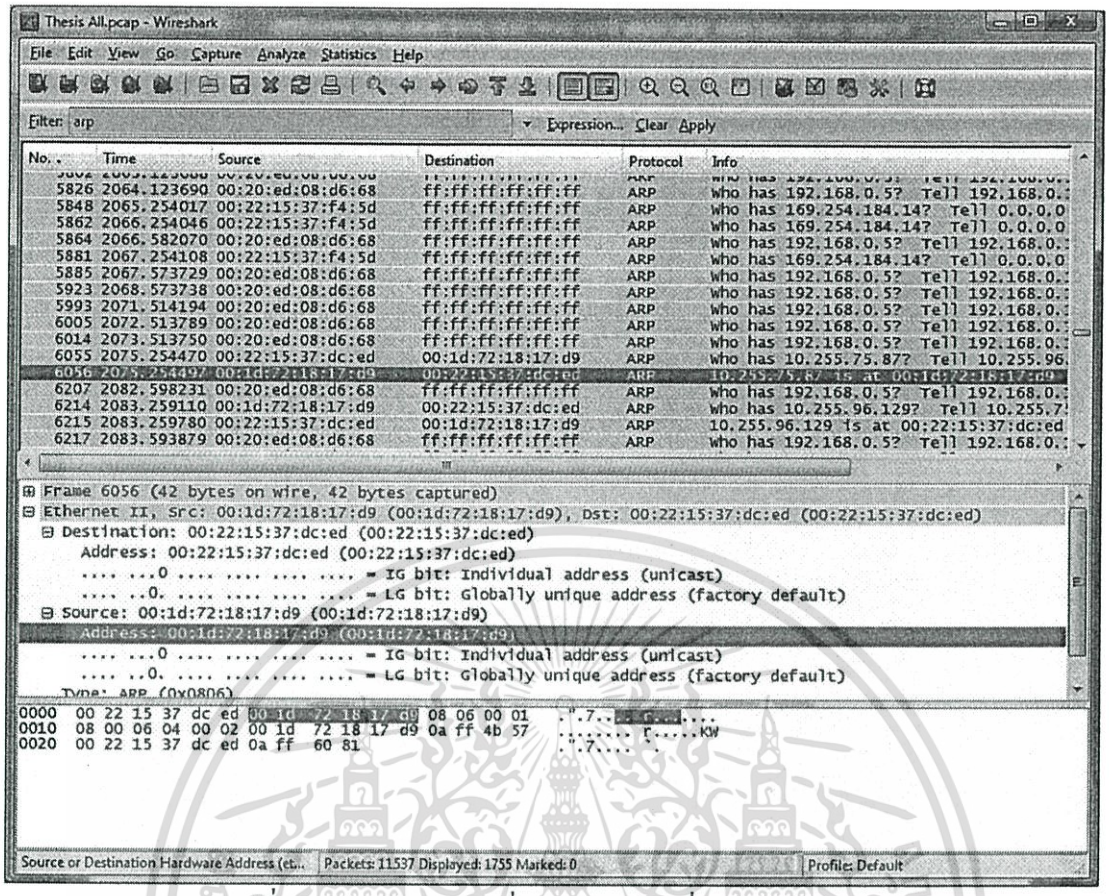
รูปที่ 5.14 หน้าจอแสดงการเริ่ม Capture Packet



รูปที่ 5.15 การแสดงผลที่ได้จากการตรวจจับ Packet

ตามปกติแล้วในการดักจับ Packet จะมี Packet ที่ผ่านเข้ามาในระบบเป็นจำนวนมาก การที่จะให้โปรแกรมแสดงผลและตรวจสอบได้สะดวกจะต้องมีการใช้ Filter เพื่อกรองให้โปรแกรมแสดงเฉพาะส่วนที่ต้องการ เช่น การใส่ ARP ในช่อง Filter แล้วกดปุ่ม Apply จะทำให้โปรแกรมแสดงเฉพาะ ARP Packet ทั้ง Request และ Reply มาให้ตรวจสอบเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 การทำ Filter เพื่อดูเฉพาะส่วนที่สนใจ เช่น ARP

ในการทดลองครั้งนี้ มีการใช้งาน MAC Address ที่เกี่ยวข้องดังนี้ ตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

MAC Address	IP Address	คำอธิบาย
1e:57:54:00:00:0e	10.255.75.250	ชุดควบคุม
00:01:e8:08:38:b0	10.255.75.251	Mini DSLAM #1 Uplink 1
00:01:e8:08:38:b1	-	Mini DSLAM #1 Uplink 2
00:01:e8:08:38:b2	192.168.0.1	Mini DSLAM #1 Management Port
00:01:e8:09:55:b0	10.255.75.252	Mini DSLAM #2 Uplink 1
00:01:e8:09:55:b1	-	Mini DSLAM #2 Uplink 2
00:01:e8:09:55:b2	192.168.0.2	Mini DSLAM #2 Management Port
00:1d:72:18:17:d9	10.255.75.87	Notebook สำหรับ Capture Packet

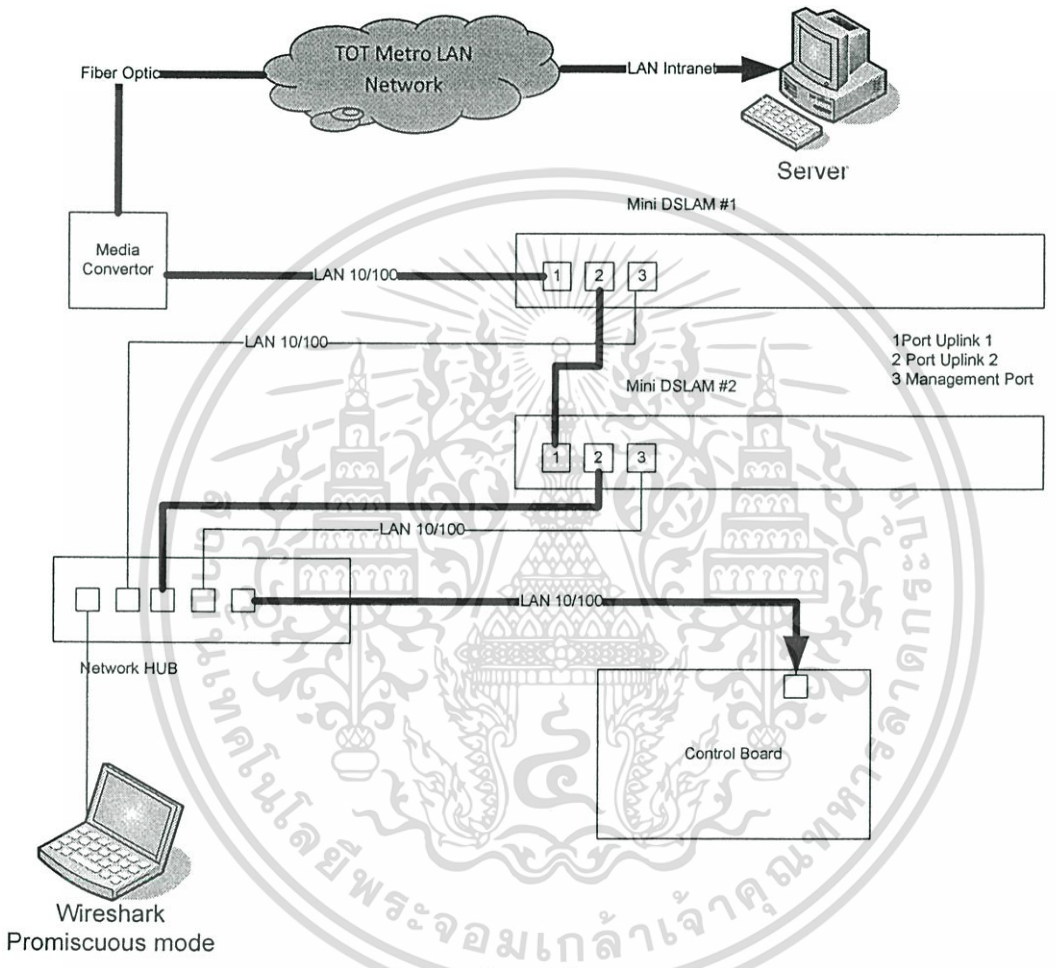
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ 5.3.1

การทดสอบ Ping จาก Center ไปยัง ชุดควบคุม

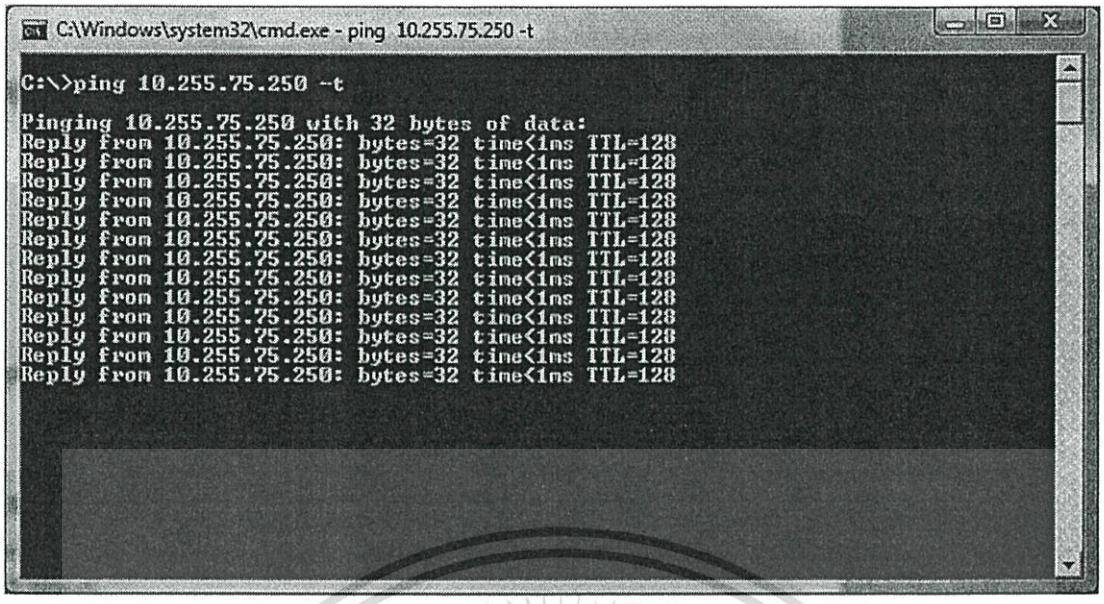
ใช้คำสั่ง Ping จาก Center ไปยัง IP ของ ชุดควบคุมเพื่อตรวจสอบการรับส่งข้อมูล โดยเส้นทางของการส่งข้อมูลจะเป็นตามเส้นสีเข้ม



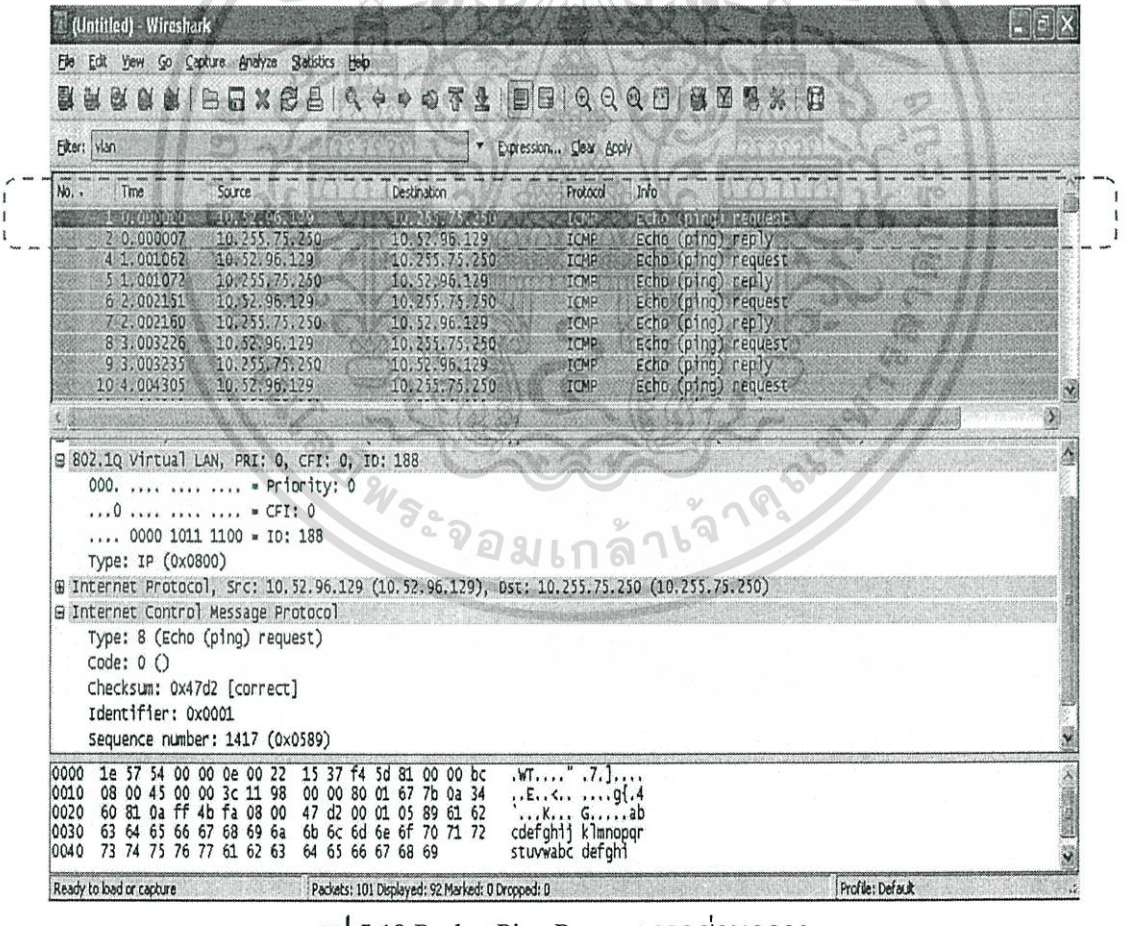
รูป 5.17 เส้นทางข้อมูลการ Ping

มีการตอบรับจากชุดควบคุม และ การ Ping ทดสอบสำเร็จ และในส่วน Wireshark จะแสดง VLAN ID เป็น 188 ตามที่ได้กำหนดไว้ ดังแสดงในรูป 5.19, 5.20 สำหรับ Packet ที่ 1 ของ Ping Request และ Packet ที่ 2 สำหรับ Ping Reply ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

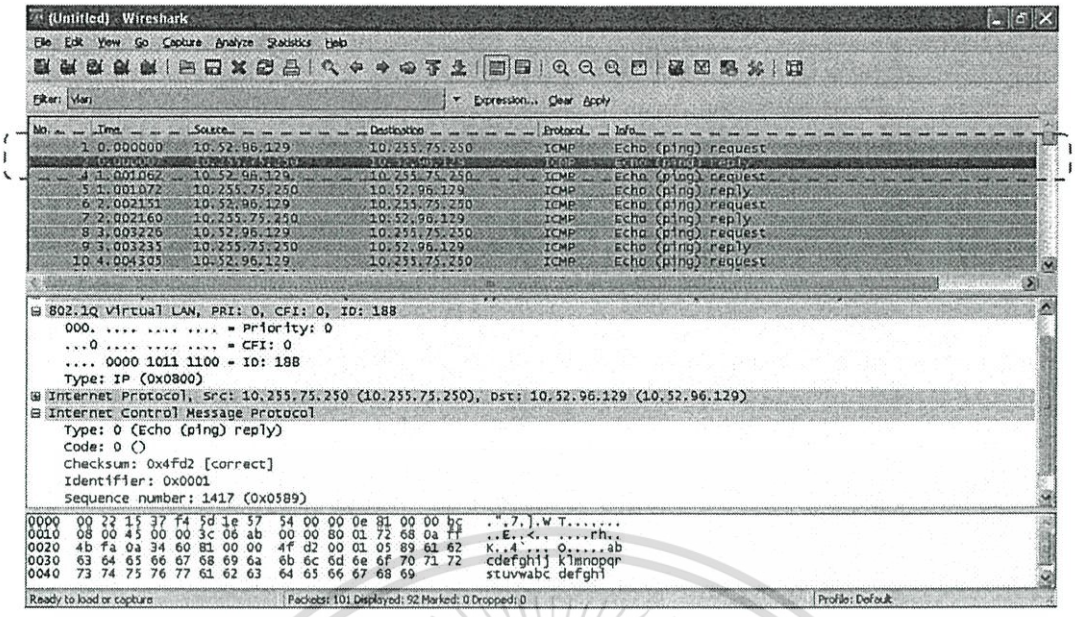


รูป 5.18 ผลการทดสอบ Ping ไปยังชุดควบคุม



รูป 5.19 Packet Ping Request จากส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

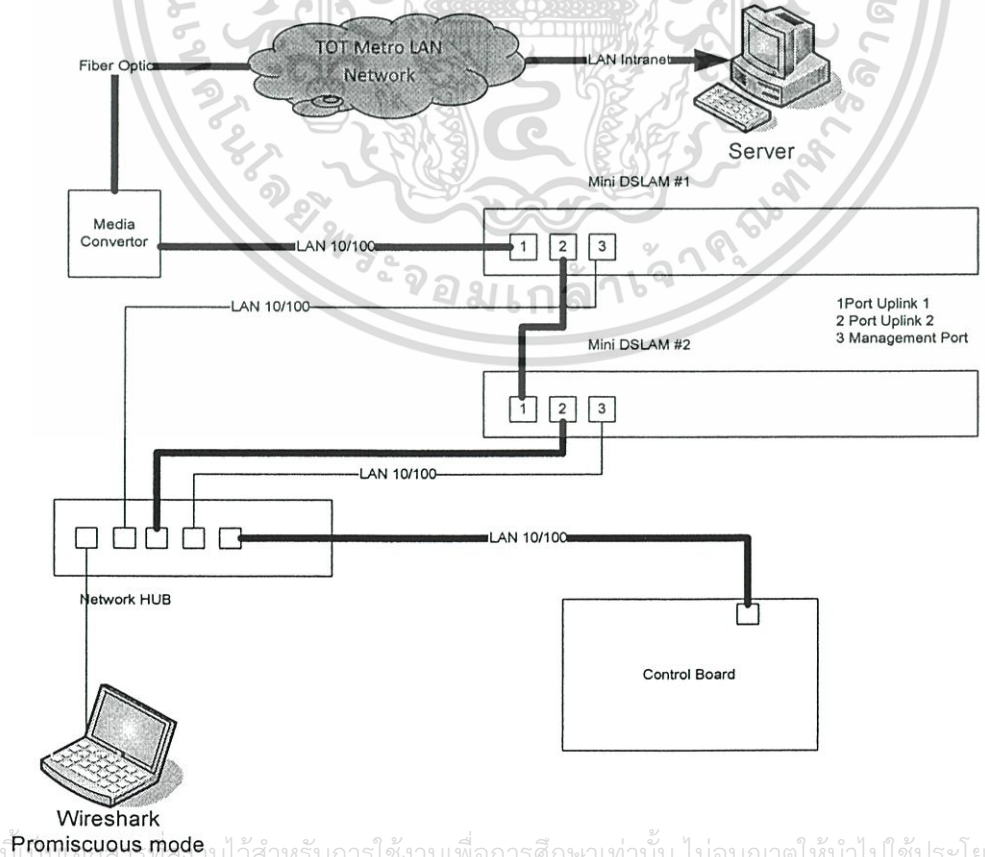


รูป 5.20 Packet Ping Reply จากชุดควบคุมกลับไปส่วนกลาง

ผลการทดลองที่ 5.3.2

การส่งข้อมูลตามคาบเวลา

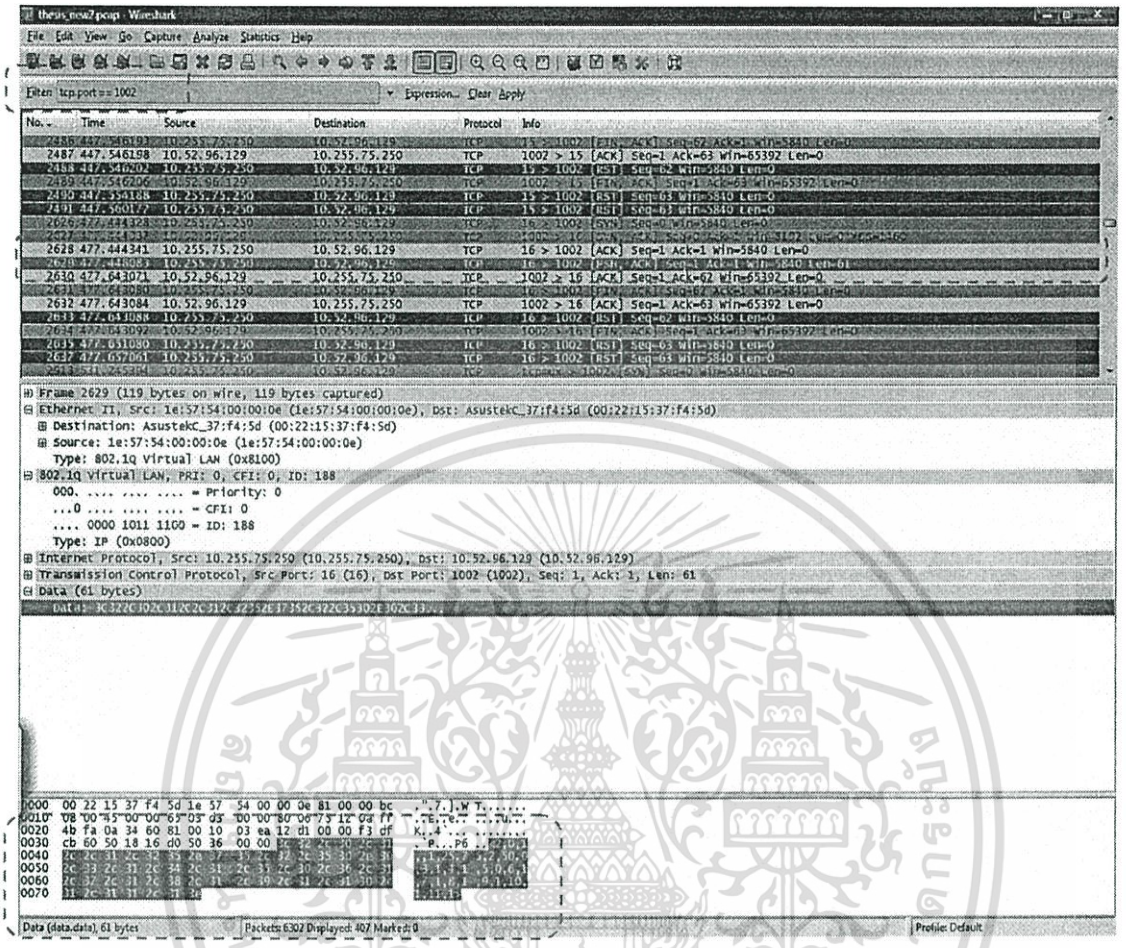
ได้ทำการทดลองให้ชุดควบคุมทำการส่งข้อมูลตามกำหนดเข้าสู่ Server ส่วนกลาง และทำการตรวจจับ Packet จะเห็นการส่งข้อมูลจะเป็นดังนี้



รูป 5.21 ทิศทางการส่งข้อมูลตามคาบเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบPacket และดูการแสดงผลที่โปรแกรมส่วนกลางได้ดังรูปที่ 5.22 และรูปที่ 5.23



รูป 5.22 Packet ที่ตรวจจับด้วยโปรแกรม Wireshark

เมื่อดูจาก Packet ที่ตรวจจับได้ด้วยโปรแกรม Wireshark จะพบว่า ที่ Packet # 2629 จะพบการส่งข้อมูลจาก IP Address 10.255.75.250 ไปยัง 10.52.96.129 ด้วย TCP Protocol และ Destination Port เป็น 1002 โดย Source Port จะมาจากการ Random

จากรูปภาพของ Packet จะเห็นข้อมูลใน Frame ส่วนที่เป็น Data ดังนี้

<2,0,1,,1,25.75,2,50.0,3,1,4,1,5,0,6,1,7,1,8,1,9,1,10,1,11,1>

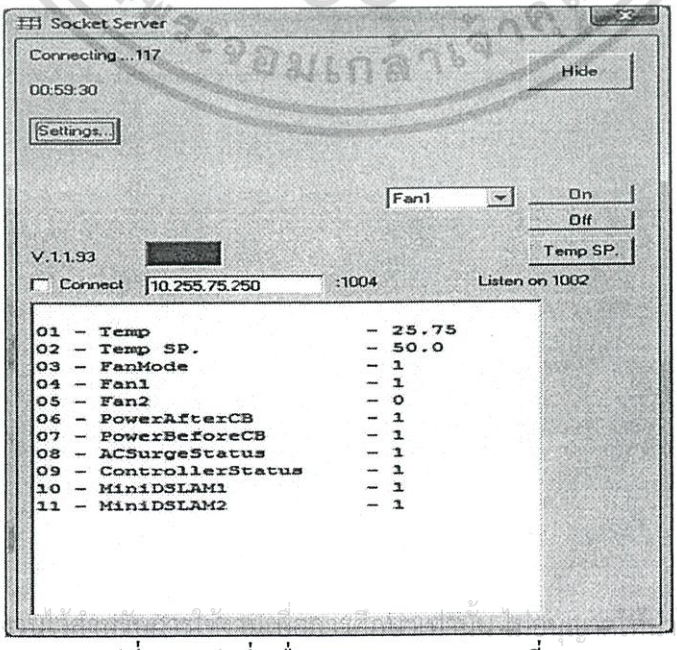
ทั้งนี้ ในข้อมูลตัวเลข 4 ชุดแรกคือ 2, 0, 1, , จะเป็นตัวเลขแสดงรหัสของคำสั่งว่าเป็นการส่งข้อมูลไปยังส่วนกลาง ในส่วนค่าอื่น ๆ ตั้งแต่ลำดับที่ 5 จะเป็น ID และ ลำดับที่ 6 จะเป็นค่าที่ส่งกลับตามรายละเอียดในตาราง 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ค่าที่ส่งกลับจาก Controller

ID	Name	ความหมาย	ค่าที่ส่งกลับ
1	Temperature	ค่าอุณหภูมิ (°C)	25.75
2	Temperature Set Point	Set point ของพัดลม (°C)	50.0
3	Fan Mode	Mode การทำงานของพัดลม	1
4	Fan1	สถานะ พัดลม 0=หยุด 1=ทำงาน	1
5	Fan2	สถานะ พัดลม 0=หยุด 1=ทำงาน	0
6	Power After CB	สถานะของกระแสไฟฟ้าหลัง CB	1
7	Power Before CB	สถานะของกระแสไฟฟ้าก่อน CB	1
8	AC Surge Status	สถานะอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ 0=หยุด 1=ทำงาน	1
9	Controller Status	สถานะของ Controller 0=มีปัญหา 1=ปกติ	1
10	Mini DSLAM1	สถานะ MiniDSLAM 1 0=หยุด 1=ทำงาน	1
11	Mini DSLAM2	สถานะ MiniDSLAM 2 0=หยุด 1=ทำงาน	1

และเมื่อตรวจสอบที่ Center ในส่วนของ Software แสดงผล โปรแกรมจะนำค่าที่ได้รับการรายงานเข้ามาแสดงผลแก่ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง



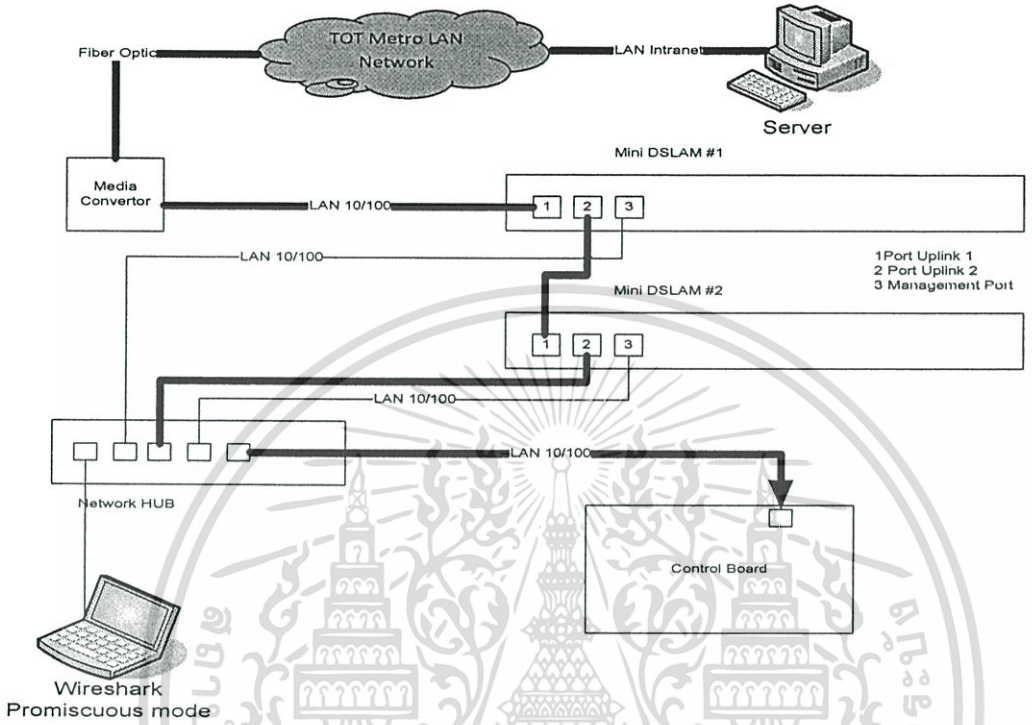
รูปที่ 5.23 ค่าที่เครื่อง Server จากตารางที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 5.3.3

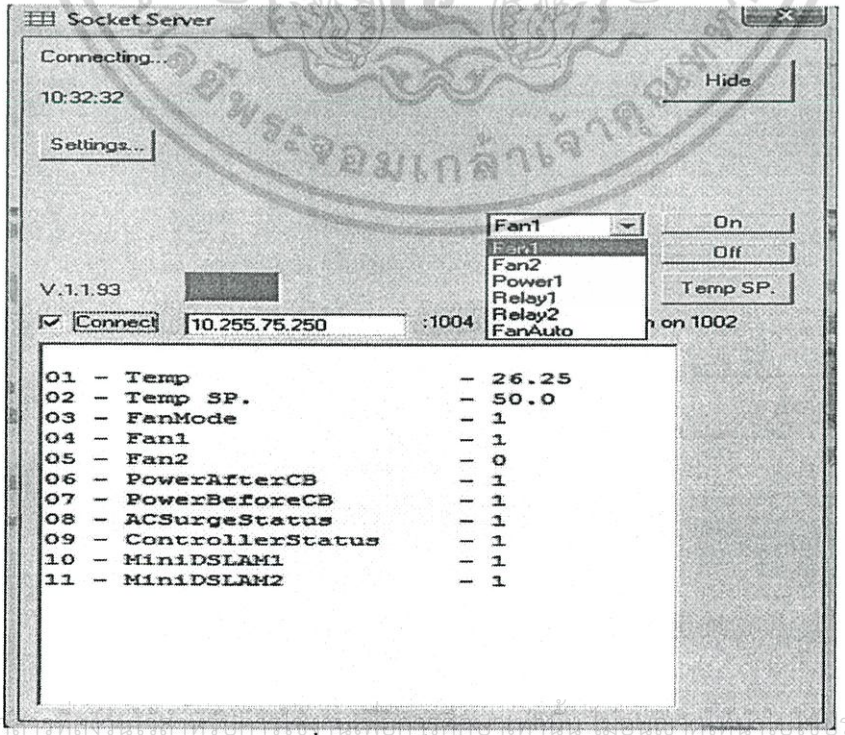
การทดลองส่งคำสั่งจากส่วนกลางไปยังชุดควบคุม

ทิศทางของข้อมูลเป็นมีทั้งส่งไปและส่งกลับโดยขากลับจะแสดงในลักษณะของการส่งตามคาบเวลาตามปกติ



รูป 5.24 ทิศทางการส่งข้อมูลตามคาบเวลา

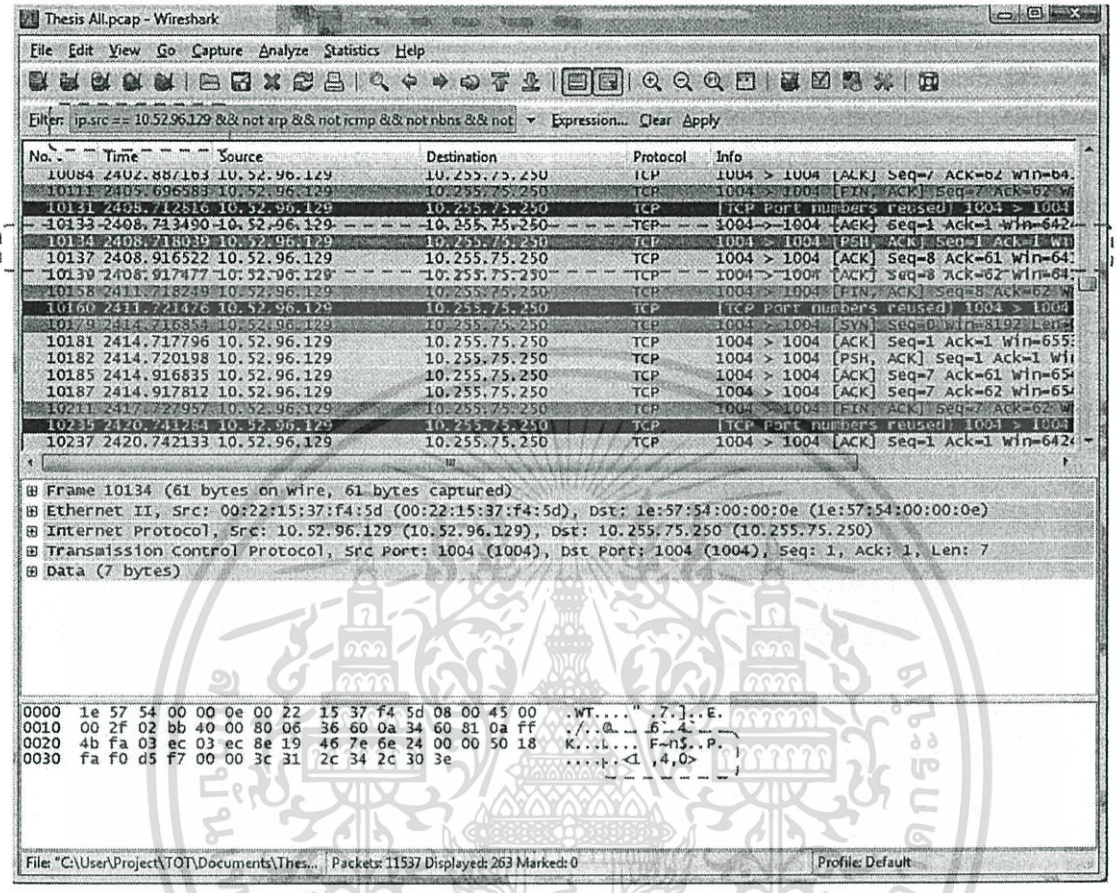
ทดลองส่งคำสั่งเพื่อปิดพัดลมตัวที่ 1จากส่วนกลาง



รูปที่ 5.25 คำสั่งที่มีให้เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเลือกคำสั่งแล้วกดปุ่ม Off เพื่อส่งคำสั่งไปยังชุดควบคุม ตรวจสอบ Packet ที่ส่งจากส่วนกลางไปยังชุดควบคุมพบคำสั่งดังรูปที่ 5.26

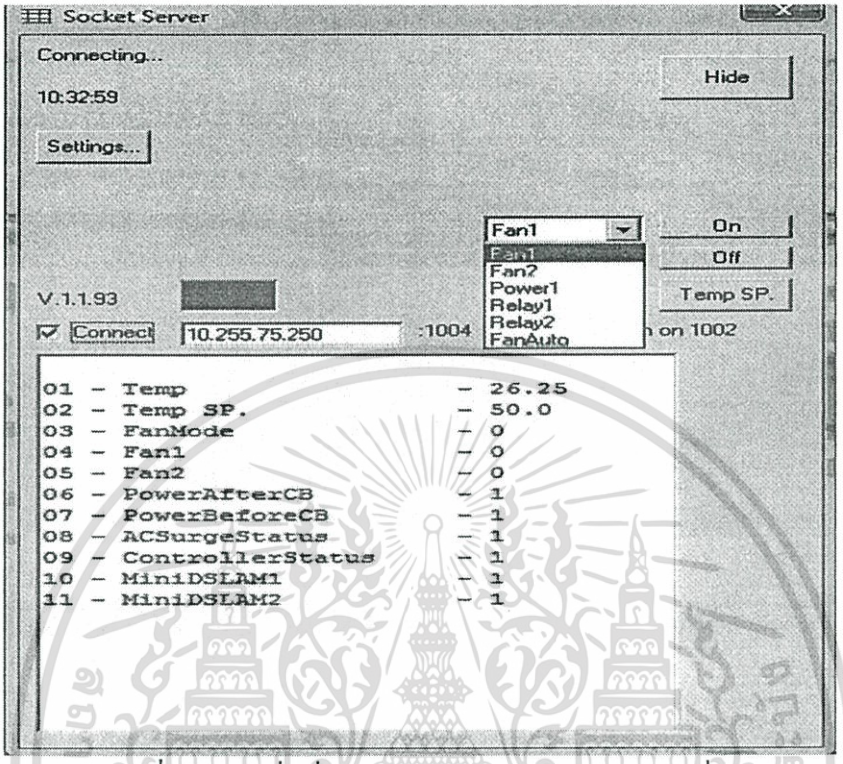


รูป 5.26 การส่งคำสั่งจาก Center ไปยัง Controller เพื่อหยุดพัดลม

เมื่อตรวจจับ Packet ด้วย Wireshark ก็จะพบการส่งคำสั่งกลับไปยังชุดควบคุม โดยที่เมื่อชุดควบคุมได้รับแล้วก็จะนำคำสั่งไปปฏิบัติงานต่อไป เช่นคำสั่ง On/Off พัดลมระบายความร้อนโดยตรง หรือ สั่งเปลี่ยน Setpoint ของการตัดต่อการทำงานของพัดลม เป็นต้น จากรูป จะเป็นการส่งจาก IP Address 10.52.96.129 ไปยัง 10.255.75.250 โดยใช้ TCP Protocol และ Port คือ 1004 ในการส่งคำสั่งอื่น ๆ ก็จะทำในลักษณะเดียวกัน โดยต่างกันที่หมายเลขเฉพาะของแต่ละค่า และค่าที่ต้องการกำหนด รวมไปถึงการตั้งค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

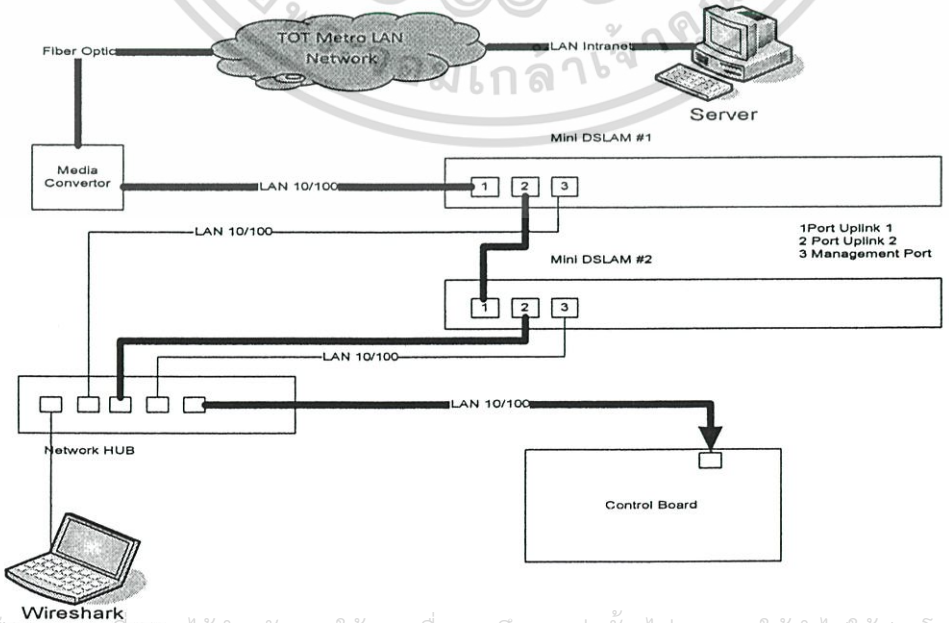
เมื่อตรวจสอบที่ Center ในส่วนของ Software แสดงผล โปรแกรมจะนำค่าที่ได้รับการรายงานเข้ามาแสดงผลแก่ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องดังรูปที่ 5.27



รูปที่ 5.27 ค่าที่เครื่อง Server หลังการ Off พัดลมตัวที่1

ผลการทดลองที่ 5.3.4

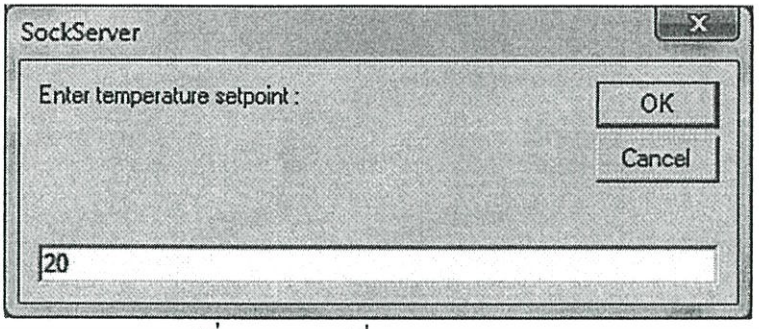
ทดลองเปลี่ยน Temp Setpoint ของอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิปกติเพื่อให้พัดลมทำงานพร้อมกันทั้ง 2 ตัว ทิศทางการส่งข้อมูลเป็นดังนี้



รูปที่ 5.28 ทิศทางของข้อมูล

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการเปลี่ยน Temp Setpoint เป็น 20.0 องศาเซลเซียส

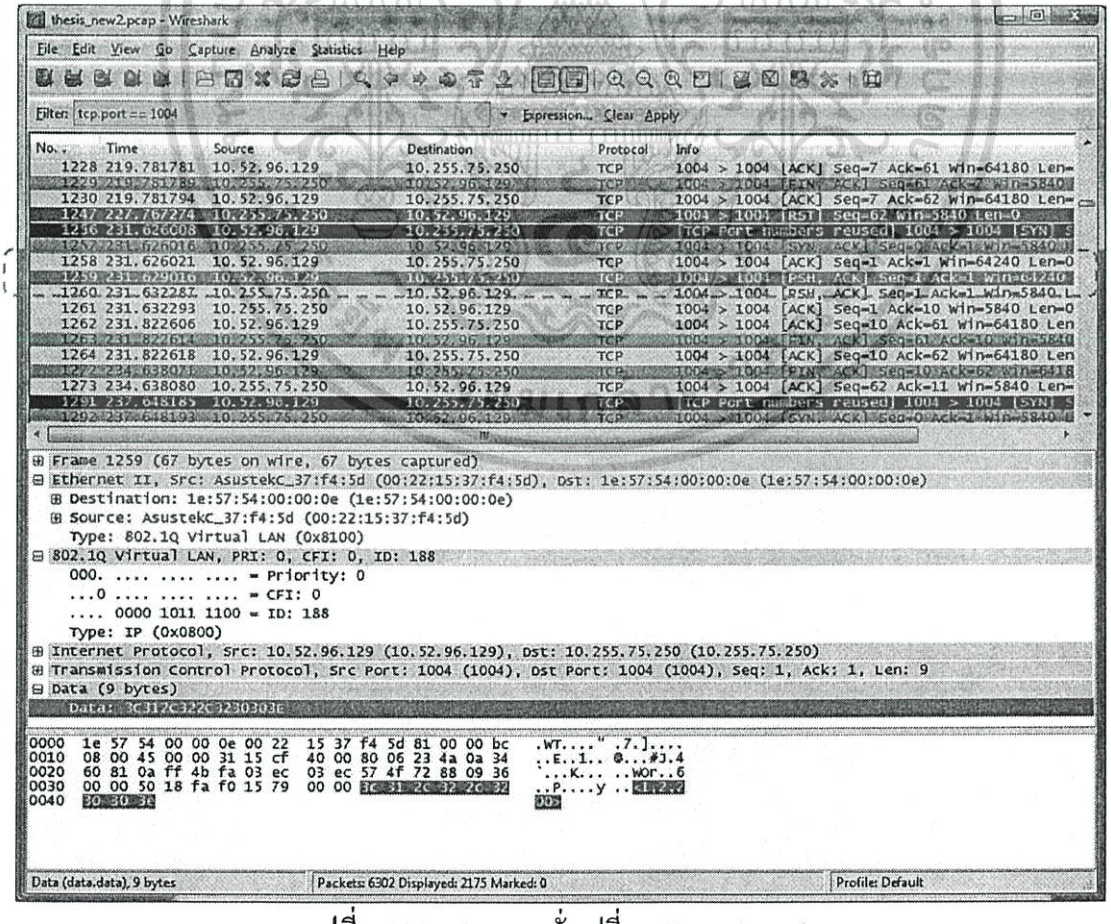


รูปที่ 5.29 การเปลี่ยน Temp Setpoint

2. ตรวจจับ Packet การส่ง และ การตอบกลับ

3. ตรวจสอบการแสดงผลที่ Center

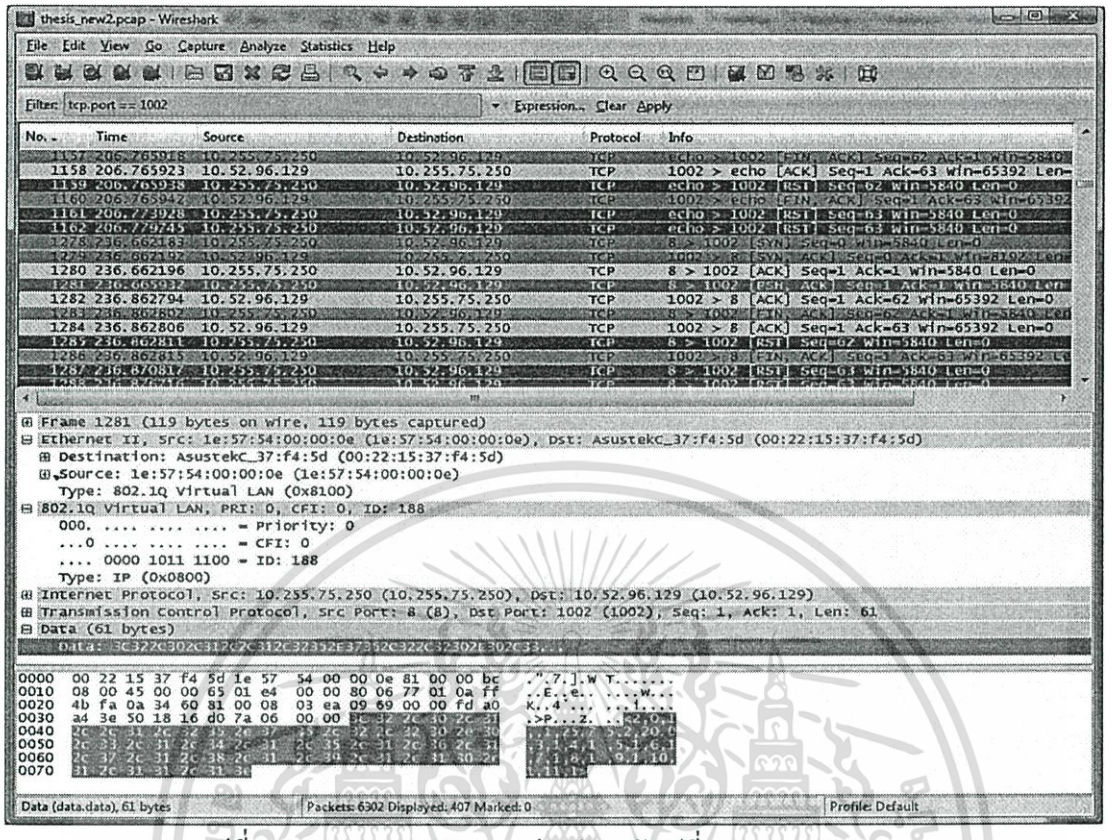
เมื่อตรวจจับ Packet จะแสดง Packet #1259 ดังรูป 5.30 โดยข้อมูลที่ส่งไปคือ <1, 2,200> ซึ่งหมายถึง 20.0 องศาเซลเซียส



รูปที่ 5.30 Packet การสั่งเปลี่ยน Temp Setpoint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการรายงานผลกลับจะแสดงใน Packet # 1281 ดังรูป 5.31

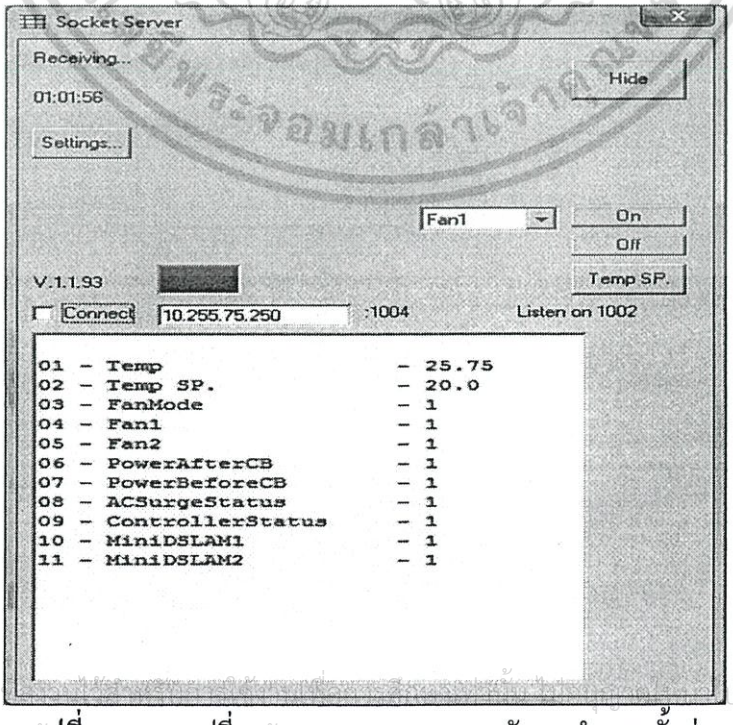


รูปที่ 5.31 Packet การรายงานค่ากลับหลังเปลี่ยน Temp Setpoint

โดยมีค่าดังนี้

<2,0,1,,1,25.75,2,20.0,3,1,4,1,5,1,6,1,7,1,8,1,9,1,10,1,11,1>

และมีการแสดงที่ Center โดยค่าการทำงานของพัดลมจะทำงานทั้งคู่ ดังรูป 5.32



รูปที่ 5.32 การเปลี่ยน Temp Setpoint และพัดลมทำงานทั้งคู่

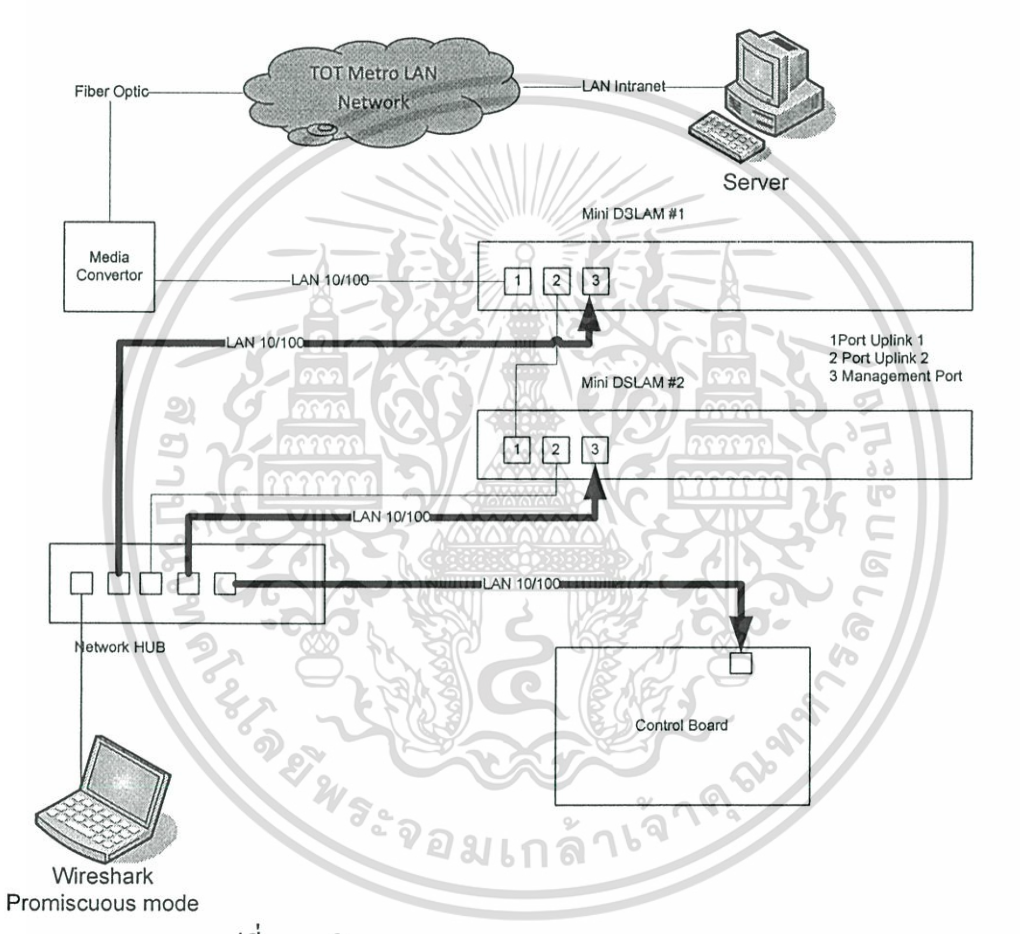
เอกสารนี้เป็นเอกสาร ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้าง ของเจ้าของเอกสาร ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 5.3.5

การทดลองตรวจสอบสถานะ ของ Mini DSLAM ตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2

เป็นการตรวจจับ Packet เพื่อหาข้อมูลการที่ระบบควบคุมทำการตรวจสอบไปยัง Mini DSLAM #1 ใน Management Port เพื่อที่นำผลที่ได้ไปส่งสู่ส่วนกลางต่อไป และทดสอบถอดสาย LAN ออกจาก Management Port เพื่อดูการตอบสนองของ Packet และการแสดงสถานะ

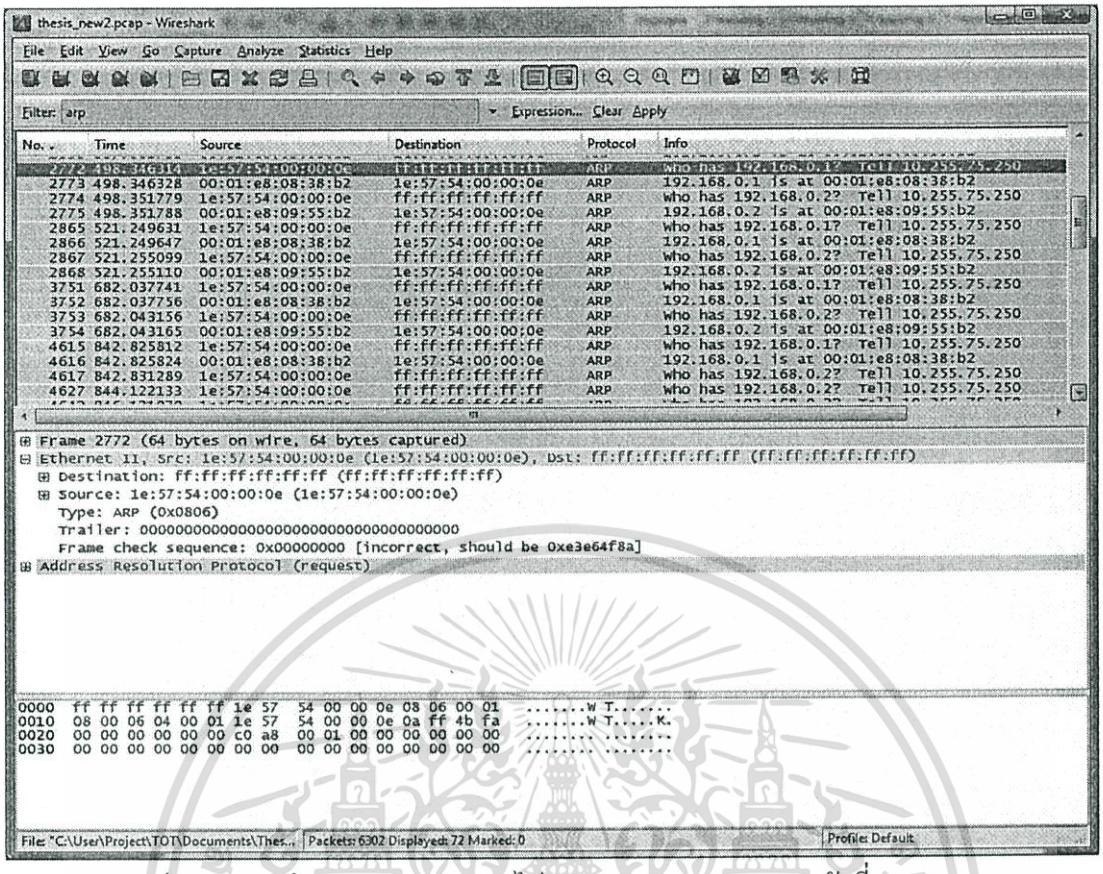
เนื่องจากการส่ง Packet นี้จะไม่มี VLAN Tagged จึงไม่สามารถผ่าน MiniDSLAM ไปยัง Metro Lan ได้ ดังนั้นทิศทางของข้อมูลเป็นดังรูป 5.33



รูปที่ 5.33 ทิศทางการตรวจสอบสถานะ MiniDSLAM

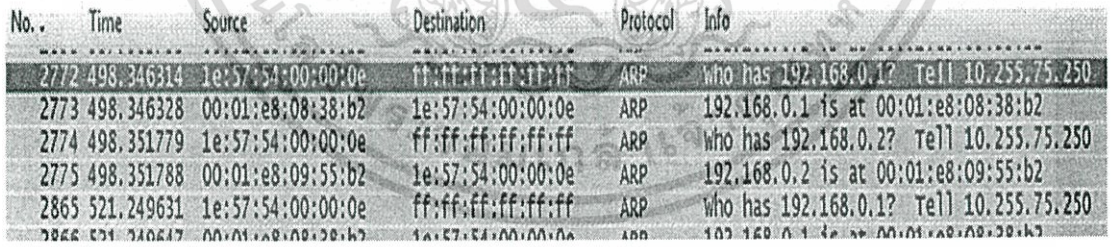
เมื่อทำ Filter ของ Wireshark ให้แสดงเพียง ARP Protocol จะตรวจพบ Packet ดังรูป 5.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.34 การส่ง ARP Packet ออกไปสอบถาม Mini DSLAM ตัวที่ 1 และ 2

จากรูป 5.34 จะเห็นว่า Packet นี้จะไม่มี VLAN Tagged และ เห็นการตอบกลับอย่างชัดเจนตามภาพขยายด้านล่าง ทั้งจากตัวที่ 1 และ ตัวที่ 2 สลับกันไปตามลำดับ



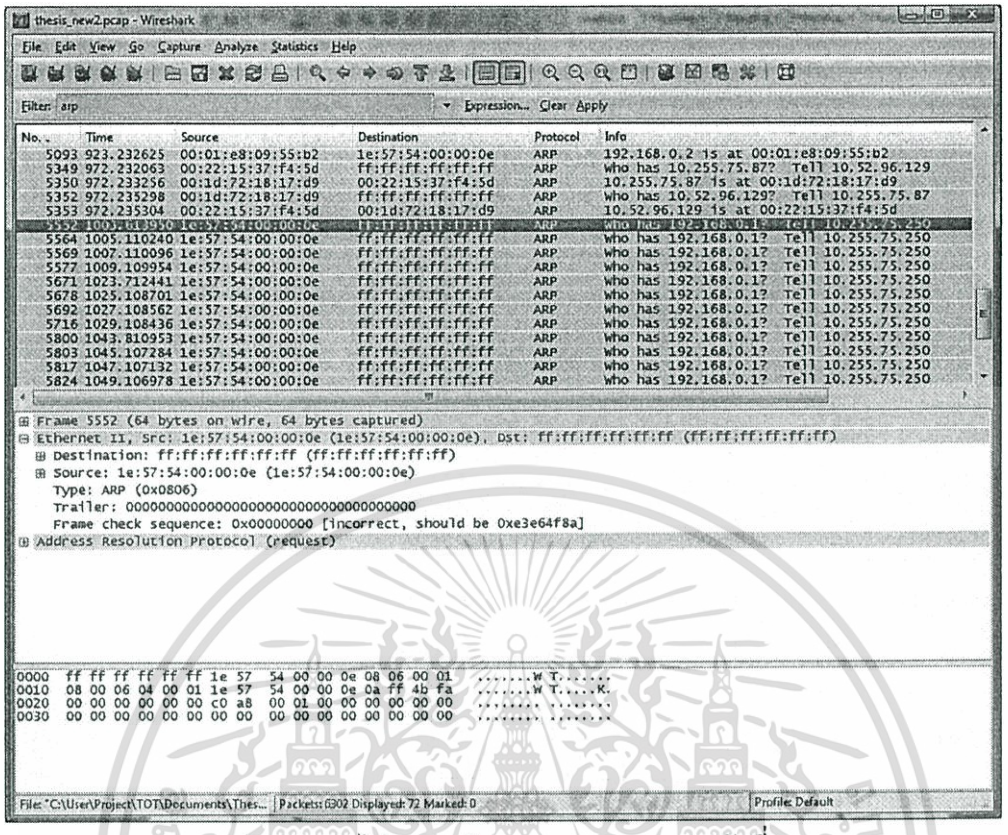
รูป 5.35 ลำดับการส่งและการตอบกลับ

จากรูป 5.35 จะเห็นการ Broadcast จาก MAC Address ของชุดควบคุม ไปใน Network และจะเห็นการตอบรับจาก Mini DSLAM เป็น ARP Reply Packet จาก IP Address 192.168.0.1 ไปยัง MAC Address ของชุดควบคุม ซึ่งชุดควบคุมจะนำไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ว่า Mini DSLAM ตัวนี้ยังทำงานได้ตามปกติ หรือว่าหยุดทำงานไปแล้ว ถ้าไม่มีการตอบกลับมาหลาย ๆ ครั้ง

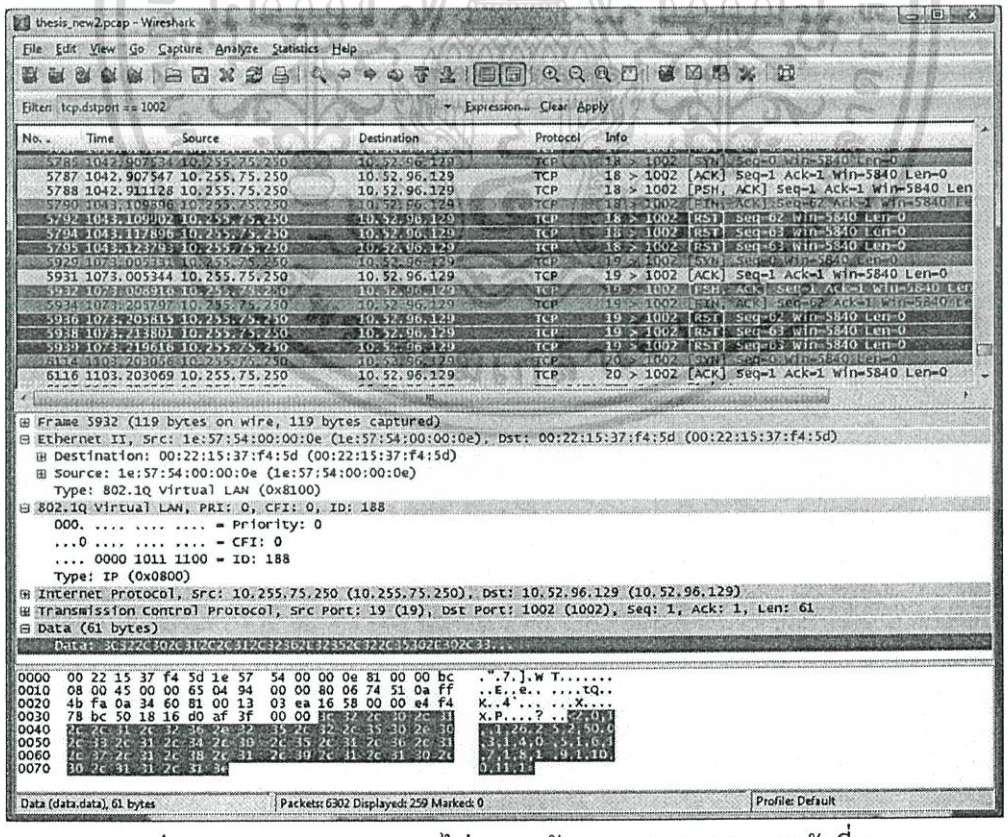
จากรูปเดียวกัน ในลำดับที่ 2774 และ 2775 จะเห็น ARP Reply Packet จาก IP Address ของ Mini DSLAM ตัวที่ 2 เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเมื่อได้ถอดสาย Network ออกและดูผลจะได้ดังนี้



รูป 5.36 การไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 1

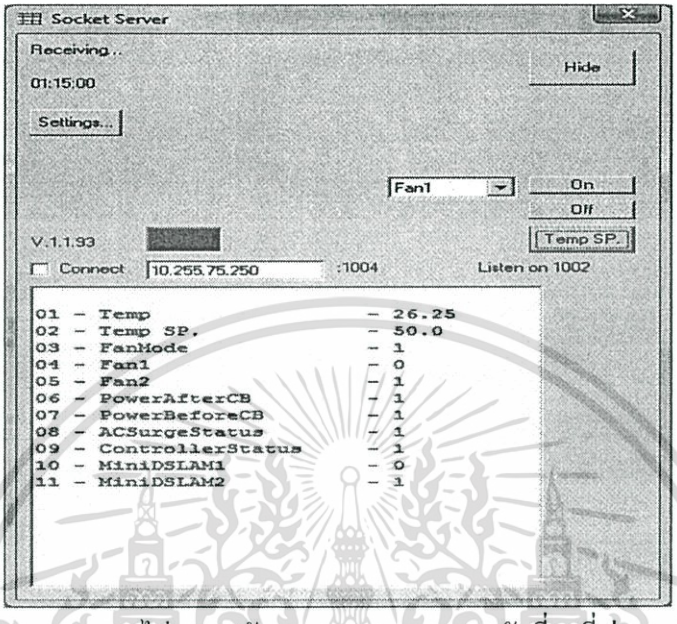


รูป 5.37 การรายงานผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

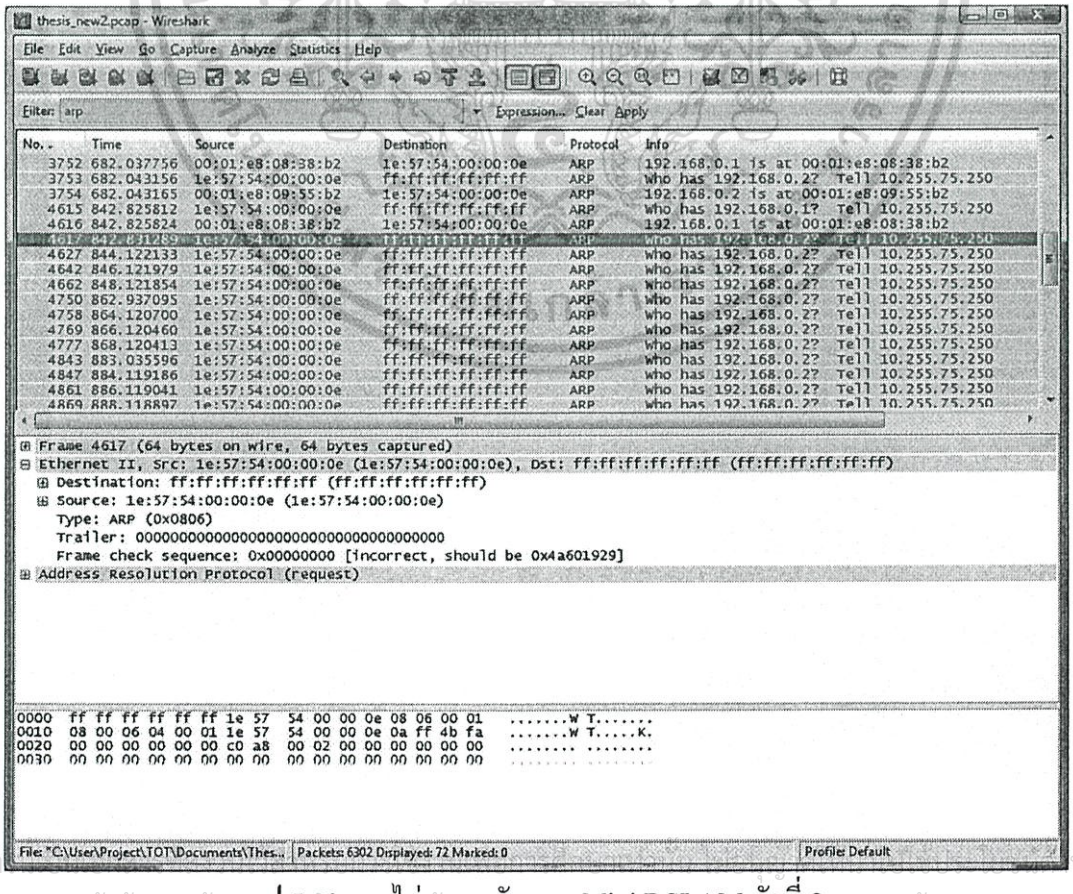
จากรูปข้อมูลที่ส่งกลับเป็นดังนี้

<2,0,1,,1,26.25,2,50.0,3,1,4,0,5,1,6,1,7,1,8,1,9,1,10,0,11,1> ซึ่งจะนำไปแสดงที่ส่วนกลาง ดังรูป 5.38



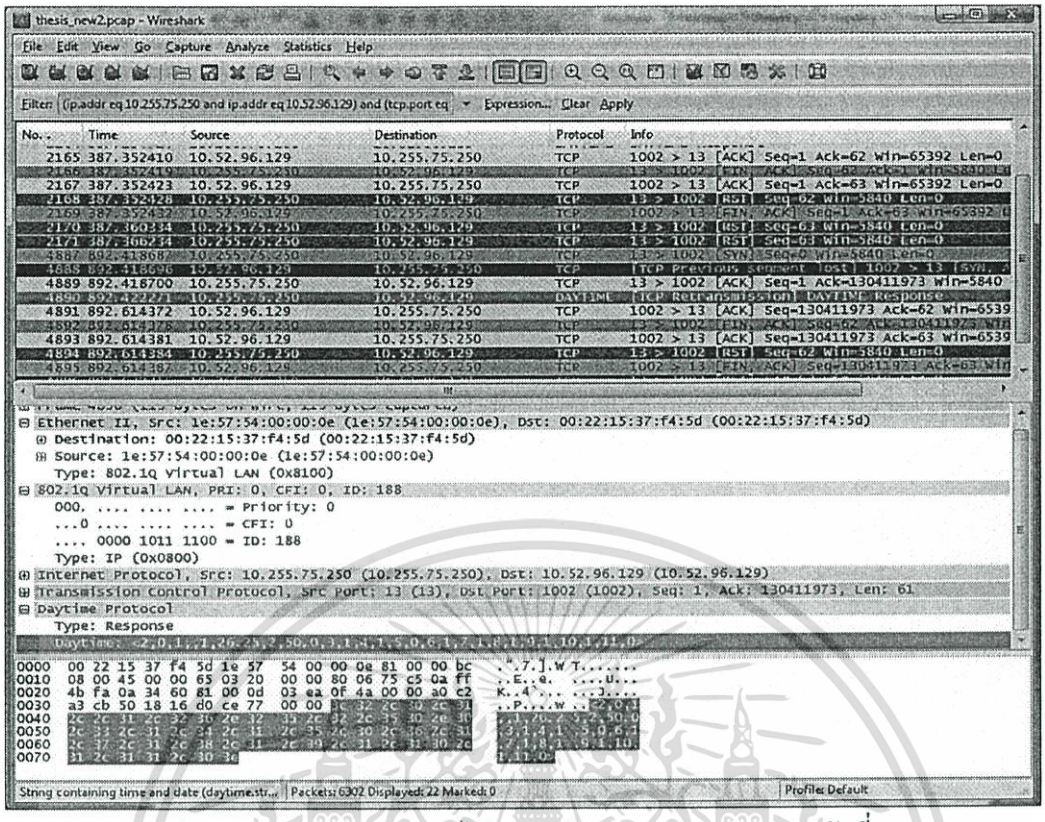
รูป 5.38 ผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 1 ที่ส่วนกลาง

สำหรับ Mini DSLAM ตัวที่ 2 จะให้ผลดังนี้



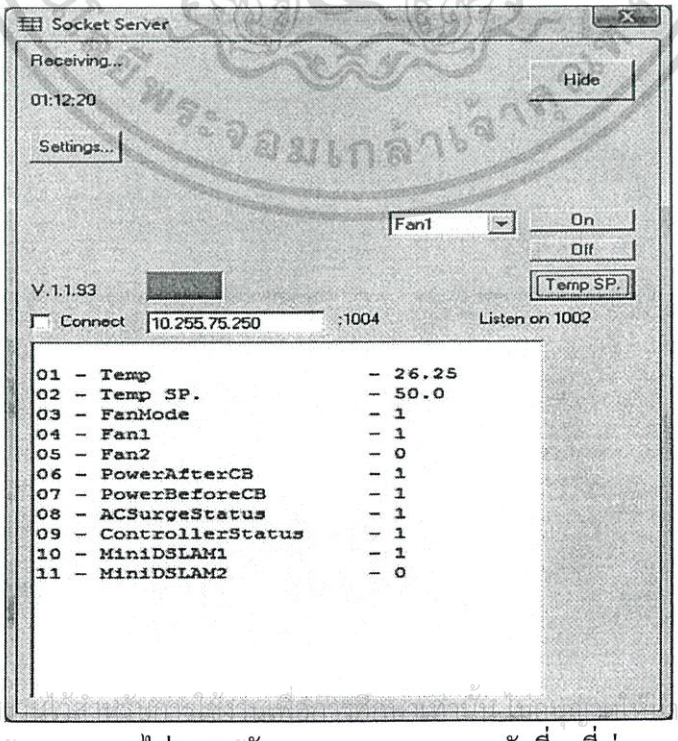
รูป 5.39 การไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 2

เอกสาร... ...นการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.40 การรายงานผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 2

จากรูป 5.40 เนื่องจาก Source Port ไปตรงกับ Daytime Protocol ทำให้ Wireshark วิเคราะห์ Protocol ไม่ตรง แต่อย่างไรก็ดี เนื้อหาของข้อมูลยังถูกต้องและข้อมูลที่ส่งกลับเป็นดังนี้ <2,0,1,,1,26.25,2,50.0,3,1,4,1,5,0,6,1,7,1,8,1,9,1,10,1,11,0> ซึ่งจะนำไปแสดงที่ส่วนกลางดังรูป 5.41



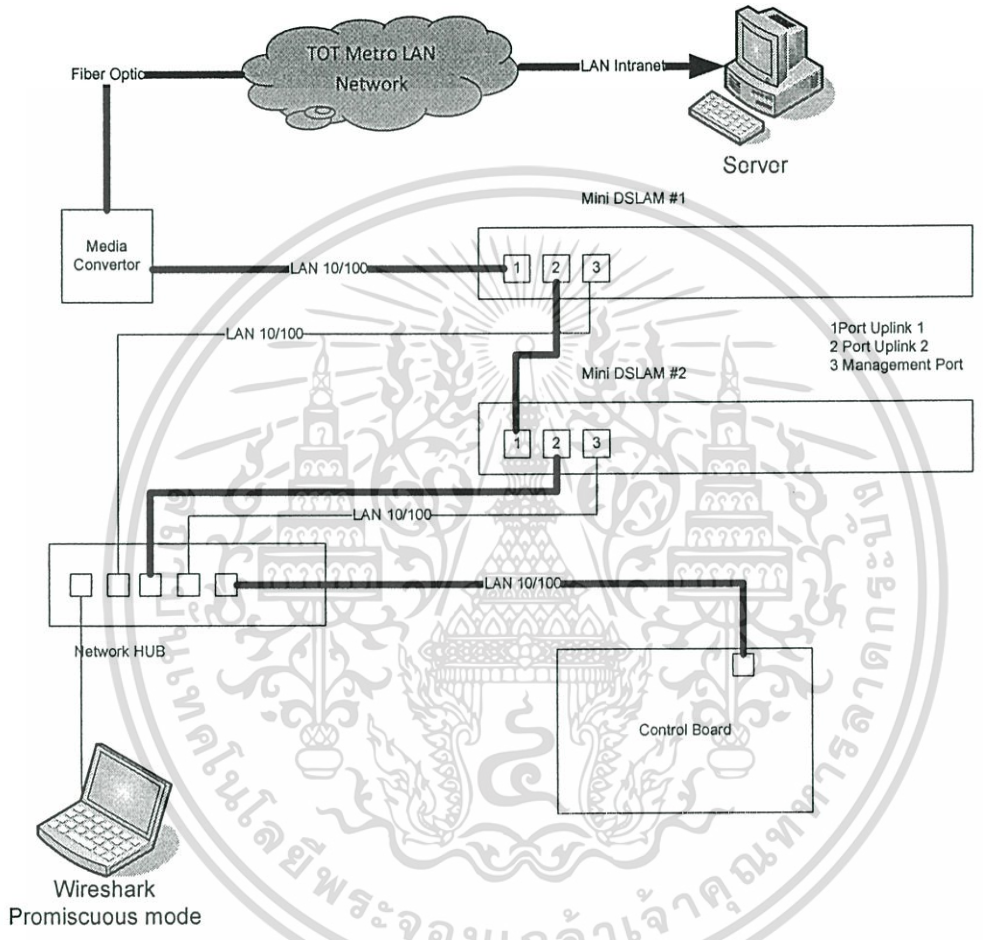
รูป 5.41 ผลการไม่ตอบกลับของ Mini DSLAM ตัวที่ 2 ที่ส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่ 5.3.6

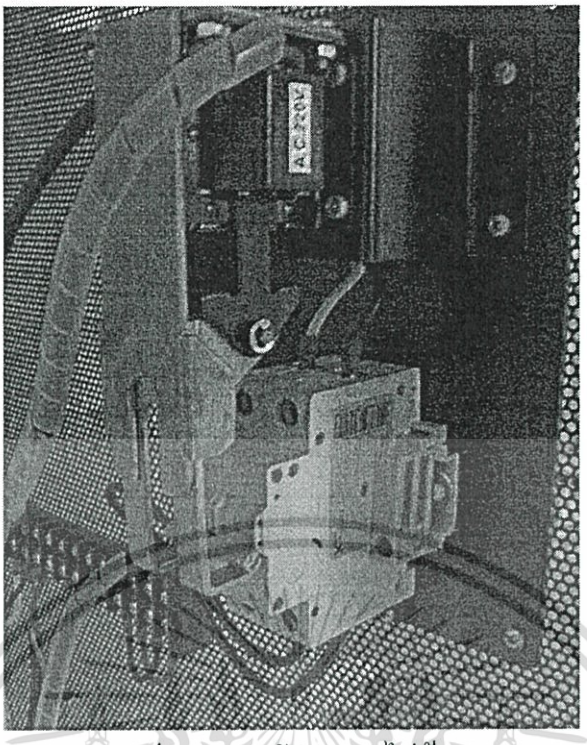
การจำลองการเกิดเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริป ซึ่งจะกระตุ้นให้ Solenoid ทำงาน

ในการทดลองได้ทดลองให้ Off Circuit Breaker เพื่อตัดกระแสไฟฟ้าหลัง Circuit Break และตรวจผลที่ส่วนกลาง ซึ่งในระหว่างนั้นระบบจะทำงานจาก Battery สำรอง โดยมีทิศทางการส่งข้อมูลรายงานดังรูปที่ 5.42



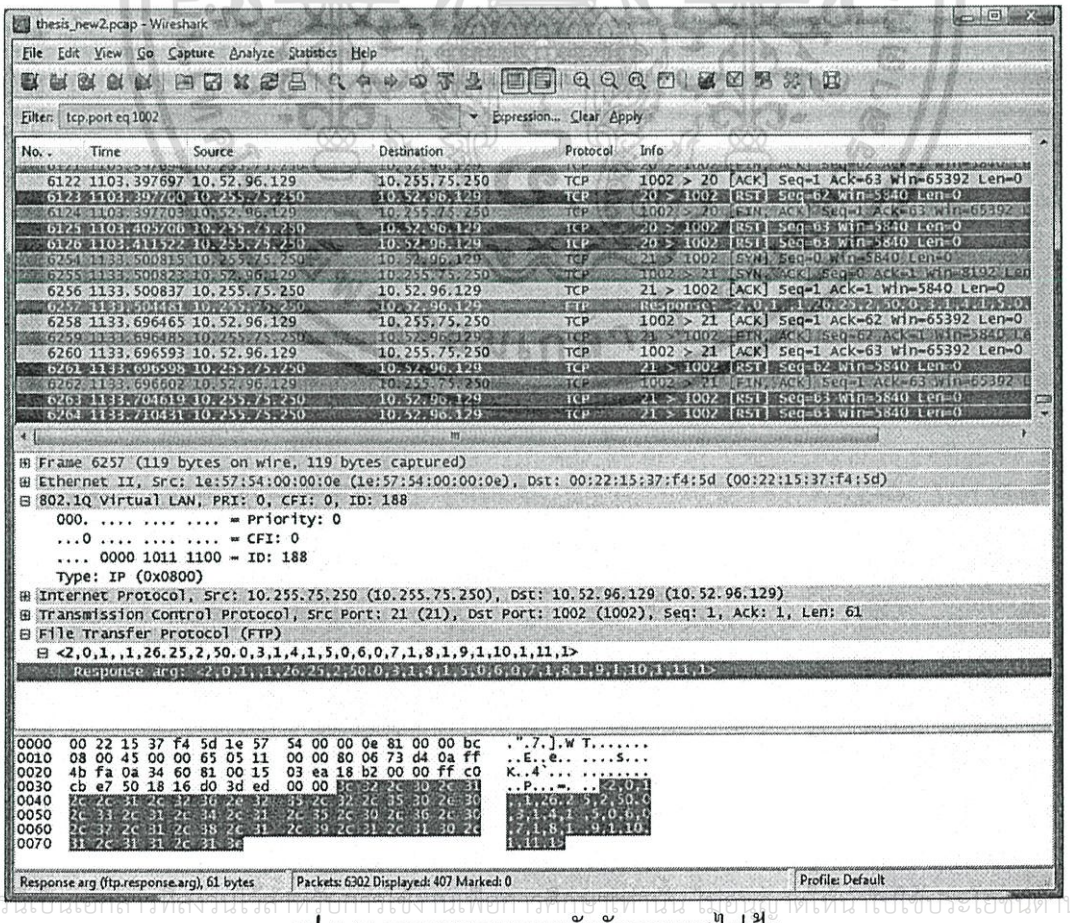
รูป 5.42 ทิศทางการส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.43 การตัดกระแสไฟฟ้า

เมื่อตัดกระแสไฟฟ้าแล้ว จะมีการรายงานผลและแสดงผลดังรูป 5.44



รูป 5.44 การรายงานผลหลังตัดกระแสไฟฟ้า

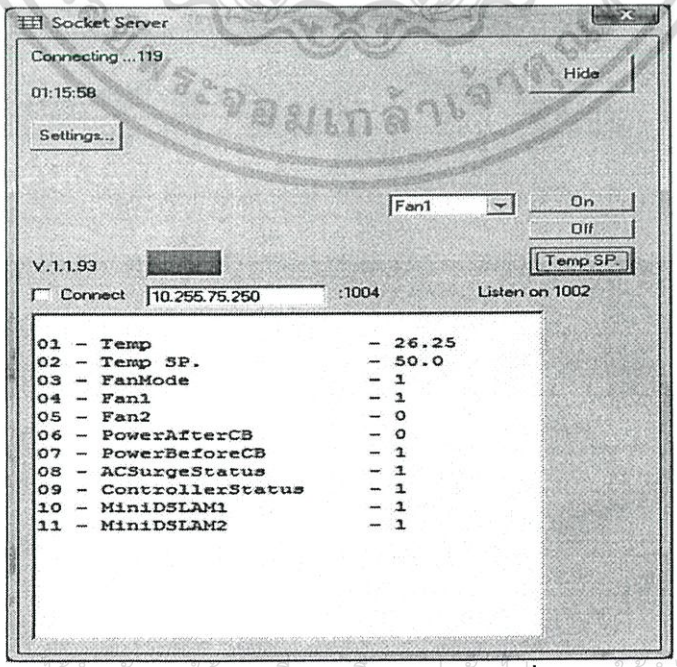
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลที่ได้จาก Packet #6257 ที่ตรวจจับข้อมูลได้เป็นดังนี้

<2,0,1,,1,26.25,2,50.0,3,1,4,1,5,0,6,0,7,1,8,1,9,1,10,1,11,1>

ตารางที่ 5.3 ค่าที่ส่งกลับจาก Controller

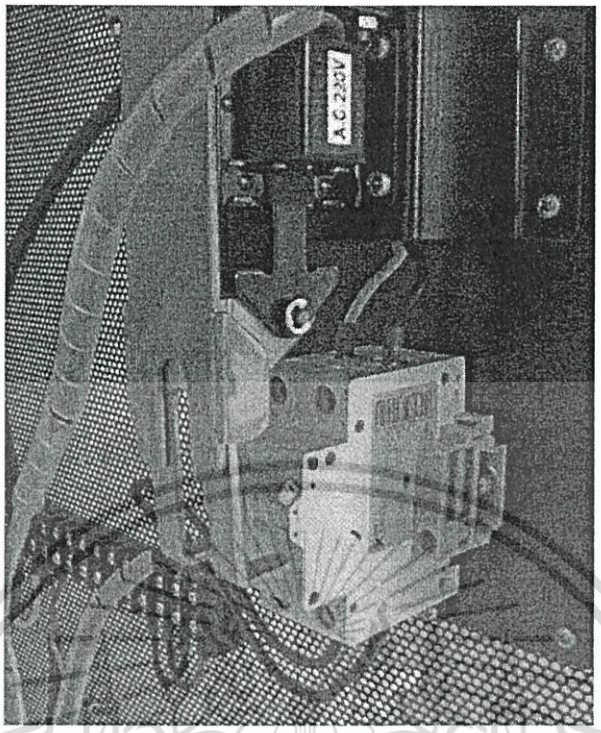
ID	Name	ความหมาย	ค่าที่ส่งกลับ
1	Temperature	ค่าอุณหภูมิ (°C)	26.25
2	Temperature Set Point	Set point ของพัดลม (°C)	50.0
3	Fan Mode	Mode การทำงานของพัดลม	1
4	Fan1	สถานะ พัดลม 0=หยุด 1=ทำงาน	1
5	Fan2	สถานะ พัดลม 0=หยุด 1=ทำงาน	0
6	Power After CB	สถานะของกระแสไฟฟ้าหลัง CB	0
7	Power Before CB	สถานะของกระแสไฟฟ้าก่อน CB	1
8	AC Surge Status	สถานะอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ 0=หยุด 1=ทำงาน	1
9	Controller Status	สถานะของ Controller 0=มีปัญหา 1=ปกติ	1
10	Mini DSLAM1	สถานะ MiniDSLAM 1 0=หยุด 1=ทำงาน	1
11	Mini DSLAM2	สถานะ MiniDSLAM 2 0=หยุด 1=ทำงาน	1



รูป 5.45 การรายงานผลหลังตัดกระแสไฟฟ้าที่ส่วนกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

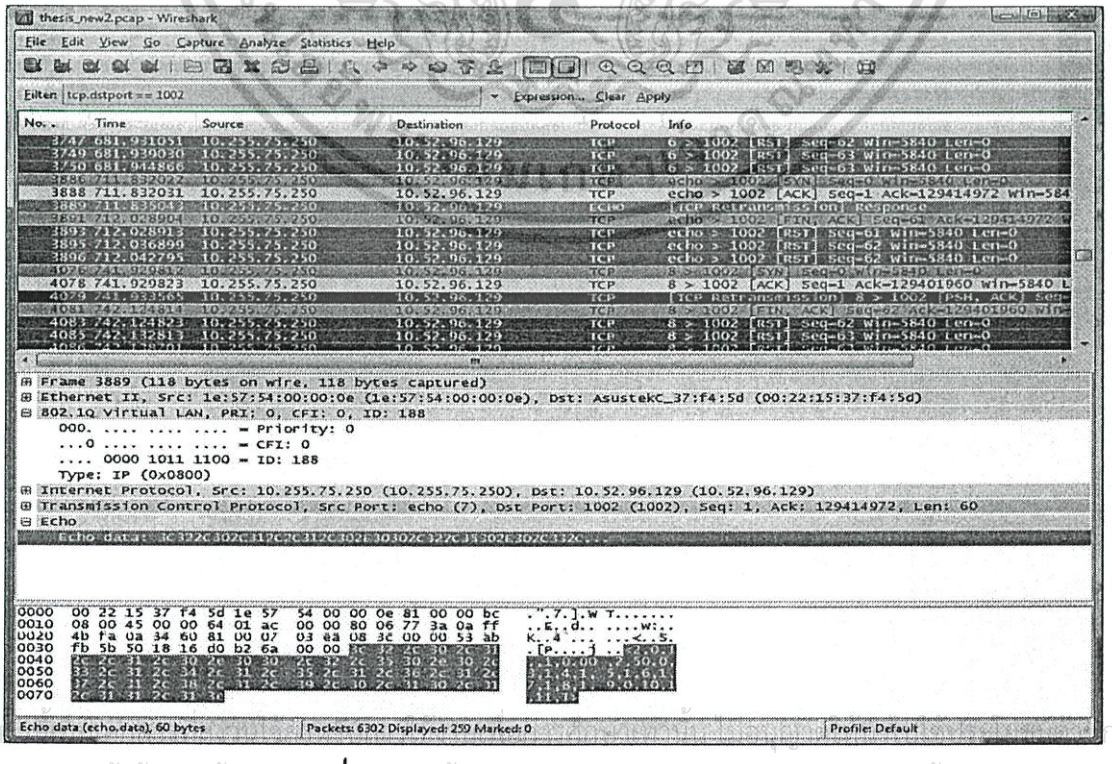
จากนั้นชุดควบคุมจะทำการต่อสัญญาณไฟฟ้ากลับ และ กลับสู่สภาพเดิมโดยอัตโนมัติ



รูป 5.46 ระบบต่อกระแสไฟฟ้าคืนโดยอัตโนมัติ

ผลการทดลองที่ 5.3.7

จำลองการตรวจสอบ Controller Status โดยทำการถอด Temp Sensor ออกแล้วทำการตรวจจับ Packet ที่ส่งข้อมูลเข้าสู่ Center ได้ผลดังรูปที่ 5.47



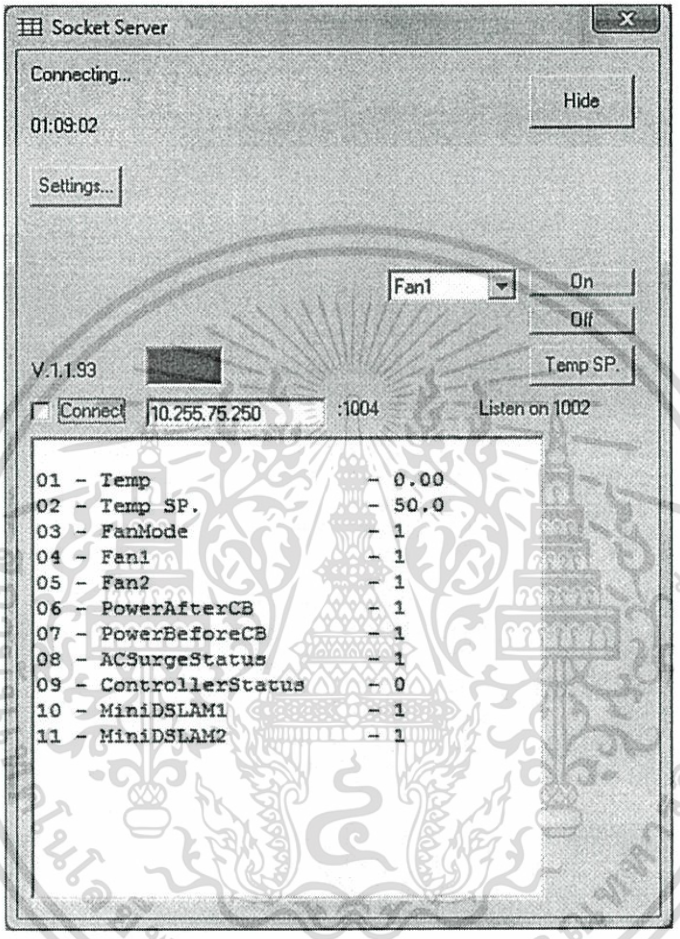
รูป 5.47 Packet ของการถอด Temp Sensor

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบเปลี่ยนข้อความนี้ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 5.47 เนื่องจาก Source Port ไปตรงกับ Port Echo ทำให้ Wireshark วิเคราะห์ข้อมูลผิด แต่เนื้อหาภายในยังคงความถูกต้อง โดยมีข้อมูลที่ส่งเข้าดังนี้

<2,0,1,,1,0.00,2,50.0,3,1,4,1,5,1,6,1,7,1,8,1,9,0,10,1,11,1>

และเมื่อนำไปแสดงผลในโปรแกรมที่ส่วนกลางจะเป็นดังรูป 5.48



รูปที่ 5.48 ผลที่ส่วนกลางกรณีถอด Temp Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การสื่อสารและระบบโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ในปัจจุบัน มุ่งเน้นให้บริการให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง (IIi-Speed Internet) หรือที่รู้จักกันในชื่อADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) บริษัทที่ให้บริการ ADSL ปรับปรุงคุณภาพบริการ ด้วยการติดตั้งอุปกรณ์ DSLAM ขนาดเล็กที่เรียกว่าอุปกรณ์ "Mini DSLAM" ภายในตู้ชุมสายขนาดเล็กบนเสาไฟฟ้าและเชื่อมต่ออุปกรณ์ Mini DSLAM เข้ากับโครงข่ายหลัก (Metro LAN) ด้วยสายเคเบิลใยแก้วนำแสง ตู้ชุมสายขนาดเล็กที่ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า บางพื้นที่ห่างจากชุมสายหลักมาก (สูงสุดไม่เกิน 120 กิโลเมตร) เมื่อระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ Mini DSLAM มีปัญหา พนักงานที่ซ่อมบำรุงต้องเดินทางไปแก้ไขปัญหาให้อุปกรณ์ Mini DSLAM สามารถกลับมาสู่สภาวะปกติ

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP ซึ่งสามารถลดปัญหาในการเดินทางเพื่อไปทำการซ่อมบำรุง พนักงานที่ทำหน้าที่ดูแลสามารถตรวจซ่อมเหตุเสียเบื้องต้น เช่น อุปกรณ์เบรกเกอร์ทริป การตรวจสอบสถานะของ Mini DSLAM และรายงานสถานะของอุปกรณ์เข้าสู่ส่วนกลาง เพื่อบันทึกผล และแจ้งเตือนต่อไป สำหรับพนักงานซ่อมบำรุงในกรณีที่พบว่าระบบมีปัญหาก็จะทราบสาเหตุที่ชัดเจนจากการรายงานผลเข้ามาที่ส่วนกลาง และเตรียมการไปแก้ไขให้ตรงกับปัญหาที่เกิดได้อย่างรวดเร็ว

6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการพัฒนาต่อ

6.2.1 ใช้ระบบ Real-time Operating System เข้ามาช่วยในการทำงานหลายอย่างพร้อม ๆ กัน

6.2.2 เพิ่มการทำงานของ Remote I/O เพื่อให้ระบบทำงานได้ยืดหยุ่นจากการแก้ไขอื่น ๆ เช่นตรวจวัดระดับ Battery และสภาวะการ Charge Battery เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] R. Neogi, K. Lee, K. Panesar and J. Zhou, **"Design and performance of a network-processor- based intelligent DSLAM"**, IEEE Network, Volume 17, Issue 4, July-Aug. 2003, pp. 56 – 62.

[2] http://www.keil.com/dd/docs/datashts/philips/lpc236x_ds.pdf

[3] Thompson, M.J., **"Fundamentals and Advancements in Breaker Failure Protection"**, Atlanta, GA, 1999.

[4] http://www.forth.co.th/catalog/Catalog_IP-DSLAM48(Internet_for_Apartment).pdf

[5] http://thaiio.com/prog-cgi/programing.cgi?0013

[6] http://www.avrportal.com/?lang=th&page=wireshark

[7] http://www.thaimicrotron.com/Referrence/HEXFILE/IntelHEXFile.htm

[8] http://pandamaster.exteen.com/20080609/intel-hex-file

[9] http://www.vwin.co.th/document.php?node=7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. วีรพันธ์ กรโยธิน สุวิพล สิทธิชีวภาค นฤทธิ์สมเจริญ สำเภาพล, "การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP," วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 กันยายน 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ISSN 0125-1724

วิศวสารลาดกระบัง /

LADKRABANG ENGINEERING JOURNAL

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Volume 26 Number 3 September 2009

ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 กันยายน 2552

http://www.kmitl.ac.th/ej

Telecommunication Engineering

1. Performance Evaluation of MPLS/VPN Network Versus Traditional IP Network 1
   B. Jiwyam and K. Dejhan
2. Ternary Schmitt Trigger Circuit Design 7
   S. Wisetphanichkij C. Hamchana and K. Dejhan
3. Mechanism Control QoS Using DiffServ-aware Traffic Engineering 13
   W. Chaikunpol and K. Dejhan
4. An Electrical Remote Controller Unit Design and Concept for Mini DSLAM Through The TCP/IP Network 19
   W. Komyotin S. Sittichevapak and N. Sumpoopol
5. Evaluation of Multipath Channel in High Voltage Power Line Communication Impaired by Corona Noise 25
   P. Angkananupong S. Kamuaang and S. Sittichevapak

Electrical Power Engineering

6. Five-Leg Inverter Control for Driving Two Three-Phase Induction Motors Using Space Vector Pulse Width Modulation 31
   S. Somyadee and V. Kinnares

Mechanical Engineering

7. Study of a Solar Cells Chimney Wall Assisted With DC Fan Under the Climate of Bangkok 37
   P. Chantawong

Chemical Engineering

8. Adsorption of β- Carotene In Crude Palm Oil Using Mesoporous Carbon Adsorbents 43
   L. Bureerak K. Kraiwattanawong and P. Kitchaiya
9. Rheological Characteristics of Virgin Coconut Oil Spread 49
   P. Ruechokchai and M. Phongpipatpong

Industrial Engineering

10. Prioritizing Enabling Factors in Reverse Logistics Strategy Implementation 55
    P. Poonnaidtikaserm P. Tangkaprasert and T. Laosirihongthong

ISSN 0125-1724

LADKRABANG ENGINEERING JOURNAL

วิศวสารลาดกระบัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 กันยายน 2552

http://www.kmitl.ac.th/ej

วิศวกรรมโทรคมนาคม

1. การหาประสิทธิภาพบนโครงข่าย MPLS/VPN เปรียบเทียบกับโครงข่าย IP แบบดั้งเดิม 1
   บลินทร์ จิ๋วแย้ม กอบชัย เดชหาญ
2. การออกแบบวงจรทอร์นารีชมิตต์ทริกเกอร์ 7
   สมโชค วิเศษพาณิชกิจ ชัยแรงค์ หาญชนะ กอบชัย เดชหาญ
3. กลไกควบคุมคุณภาพการให้บริการ โดยใช้ DiffServ-aware Traffic Engineering 13
   วิรัช ชัยกุลพล กอบชัย เดชหาญ
4. การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP 19
   วีรพันธ์ กรโยธิน สุวิทย์ สิทธิชีวภาค นฤทธิ์สมเจริญ สำเภาทอง
5. การประเมินช่องสัญญาณแบบหลายเส้นทางของระบบสื่อสารผ่านสายส่งไฟฟ้าแรงสูงที่ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนโคโรน่า 25
   พงศ์พันธุ์ ยังคุณานุพงศ์ เศรษฐกร วานเมือง สุวิทย์ สิทธิชีวภาค

วิศวกรรมไฟฟ้า

6. การควบคุมอินเวอเตอร์แบบห้าขั้วเพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟสสองตัวโดยการมอดูเลตความกว้างพัลส์ด้วยวิธีสเปซเวคเตอร์ 31
   สาธิต สมญาดี วิชิตร กินรส

วิศวกรรมเครื่องกล

7. การศึกษาปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมระบายความร้อนภายใต้สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร 37
   บริดา จันทวงษ์

วิศวกรรมเคมี

8. การดูดซับเบต้าแคโรทีนในน้ำมันปาล์มดิบโดยใช้ตัวดูดซับเมโซพอรัสคาร์บอน 43
   ลลิตา บุรีรักษ์ เกรียงศักดิ์ ไกรวัฒนวงศ์ ประกอบ กิจไธยา
9. คุณสมบัติด้านรีโอโลยีของผลิตภัณฑ์สเปรดจากน้ำมันมะพร้าวอินทรีย์ 49
   พรรณิภา ฤาไชยชัย มาฤดี ผ่องพิทักษ์พงศ์

วิศวกรรมอุตสาหการ

10. การศึกษาลำดับความสำคัญของตัวแปรที่ส่งผลต่อการประยุกต์ใช้กลยุทธ์โลจิสติกส์แบบย้อนกลับ 55
    ปราถนา ปุณณกิติเกษม พงศ์ทัณน์ ตังคะประเสริฐ ตรีทศ เหล่าศิริพงษ์ทอง

การออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP

An Electrical remote controller unit design and concept for Mini DSLAM through the TCP/IP Network

วีรพันธ์ กรโยธิน สุวิพล สิทธิชีวภาค นฤทธิ์สมเจริญ สำเภาพล

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ระยะไกลผ่านโครงข่าย TCP/IP เป็นระบบที่นำมาใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆและระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งภายในตู้ Mini DSLAM ในระยะไกล (Remote Control) สามารถควบคุมการทำงานของอุปกรณ์และระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากศูนย์กลางในการควบคุมเพื่อลดปัญหาในการเดินทางเพื่อไปทำการซ่อมบำรุง พนักงานที่ทำหน้าที่ดูแลสามารถตรวจซ่อมเหตุเสียเบื้องต้น เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริป ระบบสื่อสัญญาณขัดข้อง เป็นต้น จากศูนย์ควบคุมได้ในทันที อุปกรณ์และระบบไฟฟ้าจะถูกเชื่อมเข้ากับชุดควบคุม(Control Unit) และต่อเชื่อมเข้ากับระบบด้วยโครงข่าย TCP/IP ผ่าน Ethernet Port ใน Port Uplink2 ของอุปกรณ์ Mini DSLAM โดยชุดแผงควบคุมจะสามารถกำหนดไอพีแอดเดรสได้ในแต่ละชุดเพื่อสะดวกต่อการเชื่อมต่อและควบคุม

คำสำคัญ : เซอร์กิตเบรกเกอร์, DSLAM, VLAN, Wireshark

Abstract

This paper presents the design of the Mini DSLAM booths control unit which can be remotely controlled through the TCP/IP Network. In the design method, the controllers compose of all the equipments mounting inside the Mini DSLAM booths; the circuit breaker and some of the communication equipments to avoid users who wait for the service's staff to onsite. The main controller unit is connected to the TCP/IP Network through its own Ethernet port, and the port is linked directly to the last Mini DSLAM's Uplink 2 port. The Control Unit has its own IP address and can be changed to fit according to its network environment.

Key Words: Circuit Breaker, DSLAM, VLAN, Wireshark

1. บทนำ

การสื่อสารและระบบโทรคมนาคมผ่านโครงข่ายโทรศัพท์ในปัจจุบัน(พ.ศ. 2552) มุ่งเน้นให้บริการอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง (Hi-Speed Internet) หรือที่รู้จักกันในชื่อADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) บริษัทที่ให้บริการ ADSL ปรับปรุงคุณภาพบริการ ด้วยการติดตั้ง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ DSLAM[1] ขนาดเล็กที่เรียกว่าอุปกรณ์ "Mini DSLAM" ภายในตู้ชุมสายขนาดเล็กบนเสาไฟฟ้าและเชื่อมต่ออุปกรณ์ Mini DSLAM เข้ากับโครงข่ายหลัก (Metro LAN) ด้วยสายเคเบิลใยแก้วนำแสง ซึ่งเพื่อความปลอดภัย อุปกรณ์ที่นำไปต่อพ่วงจะต้องมีความสามารถด้าน VLAN ด้วยเท่านั้น ทั้งนี้ตู้ชุมสายขนาดเล็กสามารถรองรับอุปกรณ์ Mini DSLAM ได้ไม่ต่ำกว่า 2 unit ซึ่งอุปกรณ์ Mini DSLAM 1 unit ให้บริการได้ถึง 48 Ports (สูงสุด 2 unit / 96 Ports)

ตู้ชุมสายขนาดเล็กที่ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า บางพื้นที่ห่างจากชุมสายหลักมาก (สูงสุดไม่เกิน 120 กิโลเมตร) เมื่อระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ Mini DSLAM มีปัญหา พนักงานที่ซ่อมบำรุงต้องเดินทางไปแก้ไขปัญหาให้อุปกรณ์ Mini DSLAM สามารถกลับมาสู่สภาวะปกติ ปัญหาจำนวนตู้ชุมสายในพื้นที่ต่ออัตราส่วนพนักงาน ไม่เพียงพอนี่เองเกิดปัญหาต่างๆ ในการให้บริการตามมา ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. จำนวนพนักงานไม่เพียงพอ เสียเวลาในการเดินทางไปดูแลซ่อมบำรุงรักษาตู้ชุมสายต่าง ๆ
2. สิ้นเปลืองงบประมาณ เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง, ค่าซ่อมบำรุงยานพาหนะ เป็นต้น
3. การให้บริการไม่ต่อเนื่อง ทั้งที่การแก้ปัญหาเพียงรีเซ็ทระบบเท่านั้น

เพื่อลดปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบควบคุมอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าในตู้ Mini DSLAM ผ่านโครงข่าย TCP/IP เพื่อควบคุมอุปกรณ์ เช่น ระบบจ่ายไฟฟ้า (Power Supply System), รีเซ็ทระบบต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งสามารถควบคุมจากศูนย์กลาง (Management Center) ผ่านโครงข่าย IP โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่จำเป็นต้องเดินทางไปยังชุมสายที่ติดตั้งในพื้นที่ต่าง ๆ โดยมีหน้าที่ดังนี้

1. ทำการต่อกระแสไฟฟ้ากลับอัตโนมัติหากตรวจพบว่ากระแสไฟฟ้าจากแหล่งภายนอกจ่ายเข้ามาระบบตามปกติ แต่ Circuit Breaker (CB) ตัดกระแสไฟฟ้าเข้าตู้
2. ทำการตรวจสอบสภาวะของ Mini DSLAM ผ่านทางช่องทางซ่อมบำรุง (Port Maintenance) โดยทำการส่งคำสั่งเข้าไปถาม และรอการตอบกลับ หากไม่พบการตอบกลับแสดงว่า Mini DSLAM หยุดทำงาน ระบบจะทำการ Reset กระแสไฟฟ้าที่จ่ายเข้า Mini DSLAM โดยอัตโนมัติ
3. สั่งเปลี่ยนจุดตัดของอุณหภูมิเพื่อให้พัดลมทำงานที่อุณหภูมิที่เหมาะสมและควบคุมการทำงานของพัดลมให้สลับการทำงาน เพื่อระบายความร้อนภายในตู้ หากพบว่าอุณหภูมิเกินกว่าที่กำหนด ระบบจะเปิดการทำงานพัดลมพร้อมกันทั้งระบบ เพื่อเร่งระบายความร้อนโดยเร็วและสามารถสั่งเปิดปิดพัดลมแต่ละตัวได้
4. รายงานสภาวะภายในตู้เข้าสู่ส่วนกลางตามคาบเวลาที่กำหนด เพื่อตรวจสอบ และให้มีการแจ้งเตือนที่ส่วนกลางหากเกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ

2. การออกแบบ

2.1 ชุดควบคุม (Control Unit)

ระบบควบคุมจะออกแบบให้มีการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการเขียนคำสั่งควบคุมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น CP-JR ARM7 LPC2368 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล ARM7 TDMI-S CORE เบอร์ LPC2368 [2] เนื่องจากมีความเร็วสูงและมี Port LAN ให้ใช้งาน

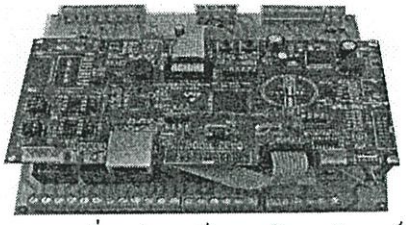
2.2 บอร์ด I/O

จะออกแบบให้มี Input และ Output ในการควบคุม ประกอบด้วย

- Temperature Sensor
- Status Sensor 12VDC(x 3 ch.)
- Status Sensor 220VAC(x 3 ch.)
- 12 VDC Power Supply 1.5A - 2A(x 1 ch.)
- 12 VDC Power Supply สำหรับพัดลม 0.5A(x 2 ch.)
- Dry Contact 220VAC 5A(x 2 ch.)
- CB Control Dry Contact 220VAC 5A(x 2 ch.)
- Mini DSLAM Dry Contact 220VAC 5A(x 2 ch.)

ทำการเชื่อมต่อบอร์ดคอนโทรลเข้ากับบอร์ด I/O ได้ดังรูปที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

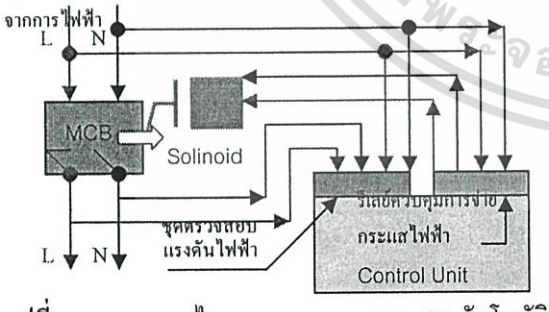


รูปที่ 1 : ภาพการเชื่อมต่อบอร์ดคอนโทรลกับบอร์ด I/O

2.3 ชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller)

จะทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งค่าไว้โดยจะต้องสัมพันธ์กับสถานะของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะทำการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยชุด AC Line sensor ชุดตรวจสอบจะทำการตรวจสอบเปรียบเทียบสถานะของแรงดันไฟฟ้าจากจุดเชื่อมวงจรไฟฟ้าด้านไฟเข้าของ CB และด้านไฟออกของ CB แล้วทำการส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงาน

การออกแบบจะออกแบบให้ชุด Solenoid 220 VAC เป็นอุปกรณ์ในการดึงให้แขนกลไปเกี่ยวกับก้านโยก (Actuator Lever) ของ CB [3] ซึ่งเปรียบเสมือนการผลักก้านโยกของ CBไปในตำแหน่ง ON ด้วยมือ ในกรณีที่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ Solenoid แขนกลจะเกี่ยวให้ก้านโยกของ CBไปอยู่ในตำแหน่ง ON แต่ในกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับ Solenoid แขนกลจะเป็นอิสระ ซึ่งจังหวะการจ่ายการไฟฟ้าจะถูกกำหนดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 2



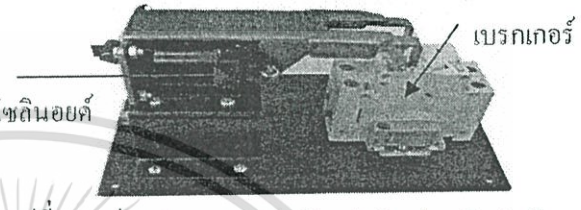
รูปที่ 2 : ภาพแสดงไดอะแกรมชุดควบคุม CB อัตโนมัติ

เงื่อนไขการทำงานของระบบตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดโซลินอยด์ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ในเงื่อนไขที่ 2 เท่านั้น แต่ในเงื่อนไขอื่นจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดโซลินอยด์ดังรูปที่ 3,4

เงื่อนไข	ก่อน	หลัง	สถานะ
1	1	1	ปกติ
2	1	0	ทริป
3	0	0	ระบบไฟฟ้าขัดข้อง

1 = มีแรงดันไฟฟ้า , 0 = ไม่มีแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 3 : ภาพแสดงเงื่อนไขในการทำงานของชุดควบคุม CB อัตโนมัติ



รูปที่ 4 : รูปแสดง Automatic Circuit Breaker Controller

บอร์ดควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า 2จุด คือ ด้านไฟเข้า CB และด้านไฟออกของ CB ในกรณีที่มีแรงดันไฟฟ้าทั้งด้านไฟเข้าและด้านไฟออกหรือไม่มีแรงดันไฟฟ้าทั้งด้านไฟเข้าและด้านไฟออกของ CB บอร์ดควบคุมจะไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์แต่ถ้าบอร์ดควบคุมตรวจแล้วพบว่ามีแรงดันไฟฟ้าที่ด้านไฟเข้าของ CB แต่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของ CB แสดงว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปดังนั้นบอร์ดควบคุมจะสั่งให้รีเลย์ทำงานเป็นสวิตช์จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ทำให้แขนกลไปดึงก้านโยกของ CB ให้ ON เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับระบบโดยการทำงานจะกระทำเป็นระยะเวลาสั้นๆเพื่อให้แขนกลอยู่ในสภาวะปกติซึ่งจะทำให้ CB สามารถ ทริปลงได้อีกในกรณีที่ระบบไฟฟ้าภายในตู้ยังมีปัญหาอยู่ ถ้าระบบไฟฟ้ายังมีการขัดข้องอยู่ซึ่งการสั่งให้โซลินอยด์ทำงานจะกระทำในช่วงเวลาที่ห่างกันประมาณ1 นาที ทำทั้งหมด3 รอบการทำงานแต่ถ้าโซลินอยด์ทำงานเกิน3รอบ CB ยังทริปอีกให้หยุดกระบวนการแล้วทำการแจ้งเตือนกลับไปศูนย์ควบคุมเพื่อส่งเจ้าหน้าที่มาทำการตรวจสอบแก้ไขต่อไป

2.4 Temperature Sensor

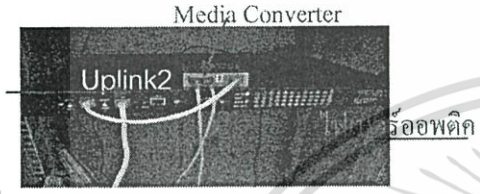
การตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้ Mini DSLAM จะใช้อุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thermometer) โดยเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิรุ่น DS1820 Digital Thermometer ต่อเข้าบอร์ด I/O

3. การต่อเชื่อมอุปกรณ์เข้ากับระบบ

การต่อเชื่อมชุดควบคุมเข้ากับโครงข่ายจะต่อผ่าน Port สื่อสัญญาณของอุปกรณ์ DSLAM [4] ทาง Port Uplink 2 เนื่องจากอุปกรณ์ DSLAM จะเชื่อมต่อเข้ากับ Metro LAN ทาง Port Uplink 1 เพียง Port เดียว ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 : รูปแสดง Port ของอุปกรณ์ Mini DSLAM

4. การเขียนโปรแกรม

ในส่วน Controller จะใช้ MCU ที่ทันสมัย ขนาด 16/32 bit เพื่อเตรียมขยายงานในอนาคต และออกแบบส่วนอุปกรณ์หลัก และ อุปกรณ์ I/O ให้อยู่ใน Board ให้แยกจากกันเพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุงในอนาคต สำหรับส่วนโปรแกรมควบคุมจะพัฒนาด้วย ภาษา C/C++

รูปแบบการสื่อสาร

ระบบมีการกำหนดค่าเฉพาะ (Unique) สำหรับแต่ละค่าที่มีอยู่ในระบบ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1. รูปแบบการสื่อสาร

ID	Name	ความหมาย
1	Temperature	ค่าอุณหภูมิ °C
2	Temperature SP.	Set point ของพัดลม °C
3	FanMode	Mode การทำงานของพัดลม
4	Fan1	สถานะพัดลม 0=หยุด 1=ทำงาน
5	Fan2	สถานะพัดลม 0=หยุด 1=ทำงาน
6	Power Status	สถานะของแรงดันไฟฟ้าหลัง CB
7	Power BeforeCB	สถานะของแรงดันไฟฟ้าก่อน CB
8	ACSurgeStatus	สถานะอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ 0=หยุด1=ทำงาน
9	ControllerStatus	สถานะของ Controller 0=ปกติ 1=มีปัญหา
10	Mini DSLAM1	สถานะ MiniDSLAM 0=หยุด 1=ทำงาน
11	Mini DSLAM2	สถานะ MiniDSLAM 0=หยุด 1=ทำงาน

ในการติดต่อสื่อสาร จะมี 2 ทาง คือ จาก Controller ไปยัง Center และจาก Center ไปยัง Controller ทั้งสองทางจะใช้รูปแบบ Protocol เดียวกันที่กำหนดขึ้นมาดังนี้

<n1,c1,p1> หรือ < n1,n2,n3,c1,p1,c2,p2,c3,p3,.....>

โดย n1, n2, n3 = รหัสคำสั่งเป็นตัวเลข มีค่าเป็นตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2. รูปแบบคำสั่ง

รหัสคำสั่ง n1	ทิศทาง	ความหมาย	n2	n3
0	Controller --> Center	รายงานค่าตามคาบเวลา	0	1
1	Center --> Controller	ตั้งค่าใหม่	ไม่มี	ไม่มี

c1 c2 c3 เป็น หมายเลขจากตารางในช่อง ID

p1 p2 p3 เป็นค่าตามจริง และหากเป็นการสั่งการ1 (n1 = 1) จะหมายถึง สั่งให้ Close Relay และ 0 สั่งให้ Open Relay

ข้อจำกัดของระบบเครือข่ายและนโยบายด้านความปลอดภัย

อุปกรณ์ไอพีในระบบจะต้องติดต่อเข้าสู่ส่วนกลางโดยใช้ IP Protocol ที่มี VLAN Tag จึงจะนำมาเชื่อมต่อ และส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเข้าสู่ส่วนกลางได้ โดยในระบบนี้กำหนดให้ใช้ VLAN เป็น 188

นอกจากนี้นโยบายด้านความปลอดภัยในระบบเครือข่ายยังไม่อนุญาตให้ DHCP Protocol วิ่งผ่านได้ ดังนี้ อุปกรณ์ Controller ในระบบ จะต้องถูกกำหนด IP Address ไว้ก่อนล่วงหน้า จึงจะนำไปติดตั้งใช้งานและส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางได้

ข้อจำกัดของการใช้งาน VLAN บน Controller

ในการติดต่อจาก Controller ไปยัง Center จำเป็นต้องส่งข้อมูลแบบ VLAN ส่วนการติดต่อระหว่าง Controller ไปยัง MiniDSLAM ผ่าน Port Management นั้นจะติดต่อโดยไม่มี VLAN ดังนั้นจึงต้องพัฒนาให้ Controller เสมือนมี IP Address 2 แบบ คือแบบมี และไม่มี VLAN Tagged แต่เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องทรัพยากรของระบบทั้งหน่วยความจำมีจำกัด และความเร็วในการทำงานจำกัด จึงไม่สามารถพัฒนาให้เป็นระบบ 2 IP ในทุก ๆ protocol การทำงานได้ ทั้งนี้จึงมีการพัฒนาเฉพาะ protocol ARP ที่จำเป็นในการตรวจสอบสภาวะของ MiniDSLAM เท่านั้น

หลักการทำงาน

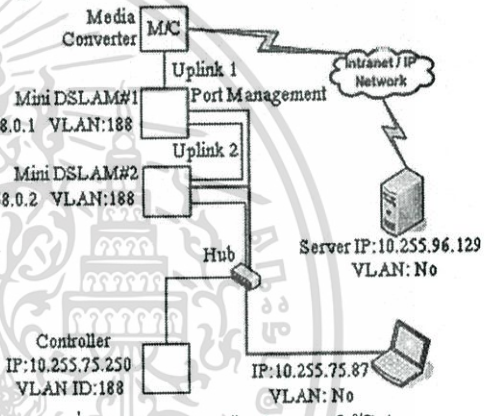
การตรวจสอบกระแสไฟฟ้าขัดข้อง และ ทำการต่อกลับโดยอัตโนมัติ หากตู้ควบคุม Mini DSLAM หยุดการทำงานเพราะกระแสไฟฟ้าขัดข้อง หรือ มีเหตุทำให้ CB หลักตัดกระแสไฟไม่ว่าด้วยกรณีใดๆ ระบบจะทำการต่อกระแสไฟฟ้าเข้ากลับคืนสู่ระบบ โดยอัตโนมัติโดยภาค Controller จะทำการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้านไฟเข้าของ CB ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ และแรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของ CB ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าภายในระบบ และทำการเปรียบเทียบ เพื่อเริ่มทำงาน โดยระบบจะเริ่มทำงาน หากตรวจพบว่ามีแรงดันไฟฟ้าที่ด้านไฟเข้าของ CB แต่ไม่มีแรงดันไฟฟ้าด้านไฟออกของ CB แล้วเท่านั้น

ระบบนี้จะทำการต่อกระแสไฟฟ้าคืน โดยการไปกระตุ้นการทำงานของ Solenoid ที่มีแขนกลเพื่อผลัก หรือดึงก้านโยกของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้กลับสู่สภาวะปิดวงจรทั้งนี้เพื่อป้องกันการเสียหายแก่อุปกรณ์ต่างๆระบบจะทำงานเพียงแค่3ครั้งเท่านั้นถึงแม้แรงดันไฟฟ้าจะยังไม่กลับสู่สภาวะปกติ

การตรวจสอบ Mini DSLAM ว่าพร้อมทำงานหรือไม่ Controller จะติดต่อไปยัง IP Address ของ Mini DSLAM โดยเว้นระยะประมาณ 5 นาที หากไม่มีการตอบกลับ จะทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบอีกรวมเวลาทั้งสิ้นประมาณ 15 นาที และจะทำการตัดกระแสไฟฟ้าเลี้ยง Mini DSLAM หากยังไม่ทำงาน

5. การทดลอง

ทำการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายในขั้นการทดลองและเก็บข้อมูลดังรูปที่6



รูปที่ 6 : การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายและใช้โปรแกรม Wireshark ในการตรวจจับข้อมูล

บอร์ดควบคุมที่ทำการต่อเชื่อมเข้ากับโครงข่ายจะต้องทำการกำหนด IP Address เป็นแบบใช้งานถาวร (Fix IP Address) เพื่อให้สามารถทำการรายงานและควบคุมอุปกรณ์ภายในตู้ตามพื้นที่ต่างๆได้อย่างถูกต้อง เช่น ในกรณีบอร์ดที่ทำการนำมาใช้ในการทดสอบเราจะกำหนด IP Address และรายละเอียดต่างๆดังนี้

IP Address	10.255.75.250
Gateway	10.255.75.254
VLAN	188

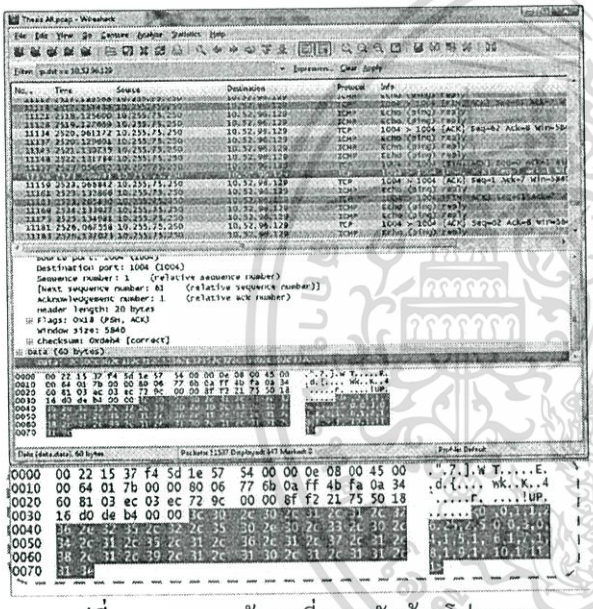
อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุมในตู้ Mini DSLAM ได้แก่ AC Power Plug, Switching Power Supply 48 VDC, Mini DSLAM 2 unit, Board Controller (CP-JR Arm7 LPC2368), Optic Joint Box, MDF Rack 2 ชุด, พัดลมระบายอากาศขนาด 12VDC จำนวน 2ชุด และCircuit

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Breaker (Miniature CB) ที่เชื่อมต่อเข้ากับ Solenoid อุปกรณ์และระบบไฟฟ้าจะถูกเชื่อมเข้ากับแผงวงจรควบคุม (Control Unit) และต่อเชื่อมเข้ากับระบบด้วยโครงข่าย TCP/IP Network ผ่านEthernet Port ใน Port Uplink 2 ของอุปกรณ์ Mini DSLAM ส่วนการแสดงผลหลักแสดงโดยโปรแกรมแสดงผลที่พัฒนาด้วย Visual Basic [5]

6. ผลการทดลอง

ข้อมูลที่ตรวจจับได้ด้วยโปรแกรม Wireshark [6] แสดงดังรูปที่ 7



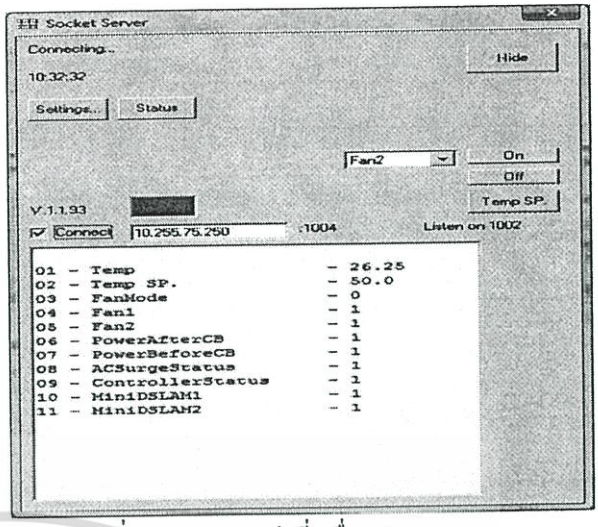
รูปที่ 7 : ภาพของข้อมูลที่ตรวจจับด้วยโปรแกรม Wireshark

จากรูปภาพของ Packet จะเห็นข้อมูลใน Frame ส่วนที่เป็น Data ดังนี้

<0,0,1,1,26.25,2,50.0,3,0,4,1,5,1,6,1,7,1,8,1,9,1,10,1,11,1>

ทั้งนี้ในข้อมูลตัวเลข 3 ชุดแรกคือ 0,0,1 จะเป็นตัวเลขแสดงรหัสของคำสั่งว่าเป็นการส่งข้อมูลไปยังส่วนกลางในส่วนค่าอื่นๆตั้งแต่ลำดับที่ 4 จะเป็น ID และลำดับที่ 5 จะเป็นค่าที่ส่งกลับตามรูปแบบสื่อสารข้างต้น

ซึ่งข้อมูลจะสัมพันธ์กับโปรแกรมแสดงผลที่ออกแบบขึ้นมาซึ่งสามารถควบคุมและเฝ้าระวังเหตุเสียของอุปกรณ์ต่างๆในระบบได้ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 : ภาพแสดงค่าที่เครื่อง Server

7. สรุป

จากบทความนี้สามารถลดปัญหาในการเดินทางเพื่อไปทำการซ่อมบำรุงในกรณีที่เกิดเซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปและเฝ้าระวังเหตุเสียต่างๆของอุปกรณ์จากศูนย์กลางในการควบคุมได้ โดยชุดแผงควบคุมจะสามารถกำหนดไอพีแอดเดรสได้ในแต่ละชุดเพื่อสะดวกต่อการเชื่อมต่อและควบคุม

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนอุปกรณ์จากบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

9. เอกสารอ้างอิง

[1] R. Neogi, K. Lee, K. Panesar and J. Zhou, "Design and performance of a network-processor- based intelligent DSLAM", IEEE Network, Volume 17, Issue 4, July-Aug. 2003, pp. 56 – 62.

[2] http://www.keil.com/dd/docs/datashts/philips/lpc236x_ds.pdf

[3] Thompson, M.J., "Fundamentals and Advancements in Breaker Failure Protection", Atlanta, GA, 1999.

[4] http://www.forth.co.th/catalog/Catalog_IP-DSLAM48(Internet_for_Apartment).pdf

[5] http://thaiio.com/prog-cgi/programing.cgi?0013

[6] http://www.avrportal.com/?lang=th&page=wireshark

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย วีรพันธ์ กรโยธิน เกิดเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม พ.ศ.2523 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2546 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้