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 booth 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

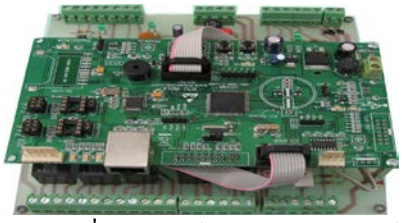
2.2 บอร์ด I/O

จะออกแบบให้มี Input และ Output ในการควบคุมประกอบด้วย

- 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

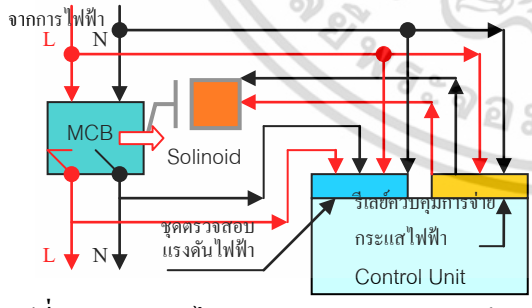


รูปที่ 1 : ภาพการเชื่อมต่อบอร์ดคอนโทรลกับบอร์ด I/O

2.3 ชุดควบคุมเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอัตโนมัติ (Automatic Circuit Breaker Controller)

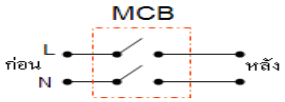
จะทำงานตามเงื่อนไขที่ตั้งค่าไว้โดยจะต้องสัมพันธ์กับสถานะของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งจะทำการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้วยชุด AC Line sensor ชุดตรวจสอบจะทำการตรวจสอบเปรียบเทียบสถานะของแรงดันไฟฟ้าจากจุดเชื่อมวงจรไฟฟ้าด้านไฟเข้าของ CB และด้านไฟออกของ CB แล้วทำการส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงาน

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



รูปที่ 2 : ภาพแสดงไดอะแกรมชุดควบคุม CB อัตโนมัติ

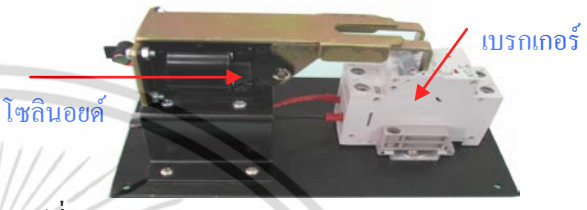
เงื่อนไขการทำงานของระบบตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าไมโครคอนโทรลเลอร์จะควบคุมให้มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดโซลินอยด์ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ในเงื่อนไขที่ 2 เท่านั้น แต่ในเงื่อนไขอื่นจะไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดโซลินอยด์ดังรูปที่ 3,4



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 ถ้าระบบไฟฟ้ายังมีการขัดข้องอยู่ซึ่งการสั่งให้โซลินอยด์ทำงานจะกระทำในช่วงเวลาที่ห่างกันประมาณ1นาที ทำทั้งหมด3 รอบการทำงานแต่ถ้าโซลินอยด์ทำงานเกิน3รอบ CB ยังทริปอีกให้หยุดกระบวนการแล้วทำการแจ้งเตือนกลับไปศูนย์ควบคุมเพื่อส่งเจ้าหน้าที่มาทำการตรวจสอบแก้ไขต่อไป

2.4 Temperature Sensor

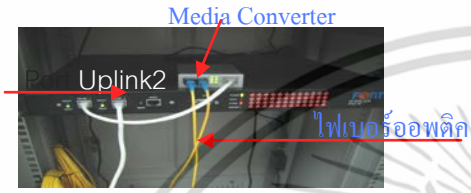
การตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้ Mini DSLAM จะใช้อุปกรณ์ตรวจสอบอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Digital

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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

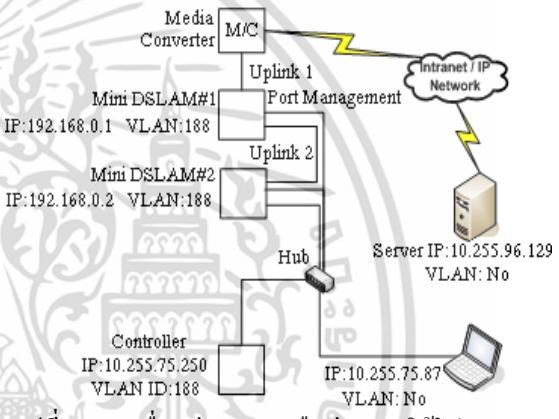
การตรวจสอบกระแสไฟฟ้าขัดข้อง และ ทำการต่อกลับโดยอัตโนมัติ หากตู้ควบคุม Mini DSLAM หยุดการทำงานเพราะกระแสไฟฟ้าขัดข้อง หรือ มีเหตุทำให้ CB หลักตัดกระแสไฟไม่ว่าด้วยกรณีใดๆ ระบบจะทำการต่อกระแสไฟฟ้าเข้ากลับคืนสู่ระบบ โดยอัตโนมัติโดยภาค Controller จะทำการตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าด้านไฟเข้าของ CB ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ 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

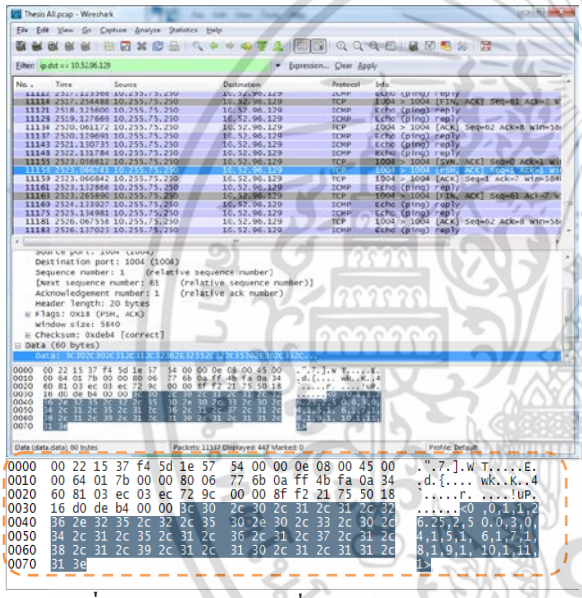
อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุมในตู้ Mini DSLAM ได้แก่ AC Power Plug, Switching Power Supply 48 VDC, Mini DSLAM 2 unit, Board Controller (CP-JR Arm7 LPC2368), Optic Joint Box, MDF Rack 2 ชุด, พัดลมระบายอากาศขนาด 12VDC จำนวน 2ชุด และCircuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น 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



```
0000  00 22 15 37 f4 5d 1e 57  54 00 00 0e 08 00 45 00   ."·7·]·W T·····E·
0010  00 64 01 7b 00 00 80 06  77 6b 0a ff 4b fa 0a 34   ·d·{···· wk··K··4
0020  60 81 03 ec 03 ec 72 9c  00 00 8f f2 21 75 50 18   `·····r· ····!uP·
0030  16 d0 de b4 00 00 3c 30  2c 30 2c 31 2c 31 2c 32   ·····<0 ,0,1,1,2
0040  36 2e 32 35 2c 32 2c 35  30 2e 30 2c 33 2c 30 2c   6.25,2,5 0.0,3,0,
0050  34 2c 31 2c 35 2c 31 2c  36 2c 31 2c 37 2c 31 2c   4,1,5,1, 6,1,7,1,
0060  38 2c 31 2c 39 2c 31 2c  31 30 2c 31 2c 31 31 2c   8,1,9,1, 10,1,11,
0070  31 3e                                              1>
```

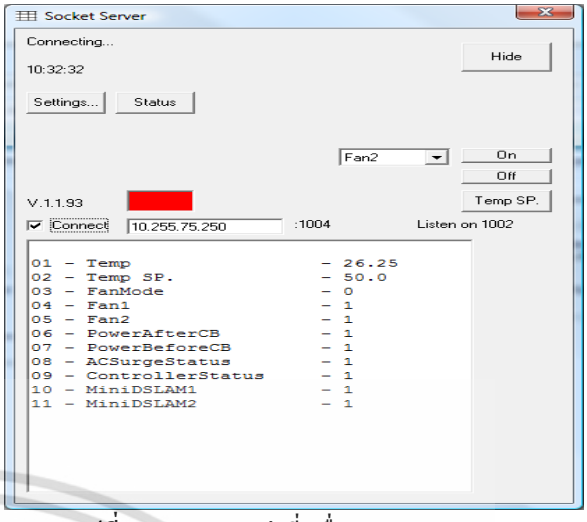
รูปที่ 7 : ภาพของข้อมูลที่ตรวจจับด้วยโปรแกรม Wireshark

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้