ระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเครื่องทำความเย็นผ่านสมาร์ทดีไวซ์

EFFICIENCY EVALUATION SYSTEM FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER AND REFRIGERATOR VIA SMART DEVICES

บรรลือ ศรีคุ้ม
BANLUE SRIKUM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2559
KMITL-2016-EN-M-060-092

ระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเครื่องทำความเย็นผ่านสมาร์ทดีไวซ์

EFFICIENCY EVALUATION SYSTEM FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER AND REFRIGERATOR VIA SMART DEVICES

บรรลือ ศรีคุ้ม

BANLUE SRIKUM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2559

KMITL-2016-EN-M-060-092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFICIENCY EVALUATION SYSTEM FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER AND REFRIGERATOR VIA SMART DEVICES

BANLUE SRIKUM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINREERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2016

KMITL-2016-EN-M-060-092

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และเครื่องทำความเย็นผ่านสมาร์ทดีไวซ์

Thesis Title Efficiency Evaluation System for Split Type Air Conditioner and Refrigerator Via Smart Devices

นักศึกษา นายบรรลือ ศรีคุ้ม

รหัสประจำตัว 54611654

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์

หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2016-EN-M-060-092

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วิทยา	ทิพย์สุวรรณพร	
รศ.วิริยะ	กองรัตน์	
รศ.ดร.ฟูศักดิ์	ชีวสุวิทย์	
รศ.สักรียา	ชิตวงศ์	
รศ.ดร.ทวีพล	ซื่อสัตย์	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2559 เวลา 13.00-15.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. คมสัน มาลีสี)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเครื่องทำความเย็นผ่านสมาร์ทดีไวซ์
นักศึกษา	นายบรรลือ ศรีคุ้ม
รหัสประจำตัว	54611654
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
พ.ศ.	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเครื่องทำความเย็นในขณะที่กำลังปฏิบัติงานโดยแสดงผลผ่านสมาร์ทดีไวซ์ เช่น โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต เนื่องจากในปัจจุบันพลังงานมีความต้องการสูงขึ้นทุกวัน มาตรการในการอนุรักษ์พลังงานจึงมุ่งเน้นให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่มีใช้ทั่วไปในบ้านเรือน อาคารสำนักงานซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น สำหรับในประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536 ว่าด้วยเรื่องประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ใหม่ ในงานวิจัยนี้กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ผ่านการใช้งานแล้วซึ่งมีผลอย่างมากต่อการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยการออกแบบระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วย การวัดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายเข้าเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และเครื่องวัดความเร็วลมที่ ส่งข้อมูลดิจิตอลด้วย MODBUS โปรโตคอล RS-485 เชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ (PLC) เพื่อบันทึกผลและคำนวณหาค่าความสามารถการทำความเย็น (Q) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) การแสดงผลการวัดสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทสมาร์ทโฟน แท็บเล็ตที่มีโปรแกรมเบราเซอร์ผ่านระบบอินเตอร์เน็ท โดยเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ทผ่านระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G จากผลของการทดลองพบว่าสามารถวัดและประเมินประสิทธิภาพการทำงานเครื่องปรับอากาศ และแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ทได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำหลัก: การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า; มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536; ระบบควบคุมที่โปรแกรมได้ ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Efficiency Evaluation System for Split Type Air Conditioner and Refrigerator via Smart Devices
Student	Mr. Banlue Srikum
Student ID.	54611654
Degree	Master of Engineering
Program	Instrumentation Engineering
Year	2016
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Taweepol Suesut

ABSTRACT

This thesis presents an automatic performance evaluation system for split type air-conditioner while being operated and displaying the results through smart devices such as cell phones, smart phones or tablet. Due to the current energy demand is rising every day, measures to conserve energy focus on the use of energy-saving and cost effective. The air conditioner is commonly used in house and office building, which equipped with high power consumption. The use of highly efficient equipment is necessary, therefore; in Thailand has set the industry standard code TIS.1155-2536 relating to the performance evaluation in energy saving for new equipment. This thesis discusses the performance of the used air conditioner and refrigerator which has a significant impact on energy consumption by designing automatic efficiency evaluation system, which consists of the power measurement, temperature measurement, relative humidity and the anemometer transmitting digital data via RS-485 MODBUS protocol through the programmable Logic Controller (PLC) in order to record and calculate the capacity of cooling (Q), energy efficiency ratio (EER) and coefficient of performance air conditioning (COP). The report of the performance evaluation can be illustrated via smart phones, tablet with an internet web browser. The PLC works as the web server connected to the Internet via the mobile network 3G. The experiment for evaluating the performance of air conditioner displaying the result via the internet network was accurate following the industrial standard TIS.1155-2536.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keywords: energy conservation; Industrial standard TIS. 1155-2536; Programmable control systems;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนงาน (สนพ.) ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัยปี 2557 จากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน กระทรวงพลังงานที่ได้สนับสนุนงบประมาณ เพื่อการจัดหาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ทำให้สามารถดำเนินการบรรลุวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ทวีพล ซื่อสัตย์ ที่ช่วยกรุณาชี้แนะให้คำปรึกษาแนะนำอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการศึกษา รวมทั้งคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมที่ได้ ประสาทวิชาความรู้ได้อย่างถ่องแท้ที่นำไปใช้กับการจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร. นวภัทรา หนูนาค อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอาหาร ที่แนะนำในการวิเคราะห์กระบวนการปรับอากาศ

ในท้ายนี้คุณประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

บรรลือ ศรีคุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญรูป..... IX

บทที่1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 1

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา..... 2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย..... 2

1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.6 ขั้นตอนการศึกษา..... 3

บทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 4

2.1 มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) การทดสอบของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน 4

2.2 ฉลากประหยัดพลังงาน..... 5

2.3 ข้อกำหนดข้อมูลของฉลากประหยัดพลังงาน..... 5

2.4 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP (Coefficient of performance)..... 6

2.5 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER (Energy Efficiency Ratio) 7

2.6 ความสามารถทำความเย็น (Q) 7

2.7 เอนทัลปีของอากาศ (Enthalpy of Air) 8

2.8 ความชื้นสัมพัทธ์ 9

2.9 เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ PLC (Programmable Logic Controller)... 9

2.10 หน้าจอสั่งงานและแสดงผล HMI (Human Machine Interface)..... 9

2.11 พอร์ตอนุกรม RS-232, RS-422 และ RS-485..... 10

2.12 โปรโตคอล มอดบัส Modbus protocol..... 10

บทที่3 การออกแบบและสร้างระบบการวัดและประเมินผล..... 12

3.1 การออกแบบและสร้างระบบ..... 12

3.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์..... 13

3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบไร้สาย..... 15

3.4 อุปกรณ์วัดความเร็วลม..... 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5 โปรแกรมคำนวณและแสดงผล 23

3.6 การเชื่อมต่อเพื่อการสั่งงานและแสดงผลผ่านเน็ทเวิร์ค..... 32

3.7 ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม..... 33

3.8 การทดสอบการวัดและประเมินผล..... 34

บทที่4 ผลการทดสอบ..... 36

บทที่5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ..... 6

3.1 แสดงตำแหน่งของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน HM 006 – PRIMUS..... 15

3.2 แสดงฟังก์ชั่นที่กำหนดให้ใช้สำหรับมอดบัสอ่านข้อมูล HM006 15

3.3 แสดงตำแหน่งของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน AC1 – B74 Multifunction Power Meter 18

3.4 แสดงฟังก์ชั่นที่กำหนดให้ใช้สำหรับมอดบัสอ่านข้อมูล Power Meter..... 18

3.5 แสดงคุณสมบัติสำหรับ Wireless RS232/485/422 RC35..... 19

3.6 แสดงไฟสถานะของ Wireless RS232/485/422 RC35..... 20

3.7 แสดงการตั้งค่าหมายเลขข้อมูลภายใน C 310 – KIMO INSTRUMENT..... 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงฉลากประหยัดพลังงาน..... 5
2.2 แสดงสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP)..... 6
2.3 แสดงการสื่อสารแบบ Modbus protocol 11
3.1 แสดงการต่อวงจรเครื่องมือวัด..... 12
3.2 แสดงลักษณะรูปร่างของ HM 006 – PRIMUS..... 13
3.3 แสดงขนาดของ HM 006 – PRIMUS..... 14
3.4 แสดงวงจรไฟฟ้าภายในของ HM 006 – PRIMUS..... 14
3.5 แสดงการตั้งค่า Address และ Baud rate..... 14
3.6 แสดงรูปของอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า..... 16
3.7 แสดงรูปของ Split Core Current Transformer..... 17
3.8 แสดงการตั้งค่าเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า..... 17
3.9 แสดงอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย RC35..... 18
3.10 แสดงการต่อใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย..... 19
3.11 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Wisco Wireless Serial Utility..... 20
3.12 แสดงขนาดของอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม C 310 – KIMO INSTRUMENT..... 21
3.13 แสดงขาสัญญาณสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม C 310 – KIMO INSTRUMENT. 22
3.14 แสดงขนาดของหัววัดสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม C 310 – KIMO..... 22
3.15 แสดงไอคอนโปรแกรมสำหรับออกแบบแลดเดอร์ 23
3.16 แสดงหน้าต่างสำหรับการออกแบบหน้าจอสัมผัส..... 24
3.17 แสดงหน้าต่างสำหรับการเขียนแลดเดอร์..... 24
3.18 แสดงการตั้งค่าอุปกรณ์ PLC..... 25
3.19 แสดงการตั้งค่าฟังก์ชันการติดต่อสื่อสารประเภท RS485..... 26
3.20 แสดงการตั้งค่าการใช้ MODBUS..... 26
3.21 แสดงการสร้างฟังก์ชันสูตรการคำนวณ..... 27
3.22 แสดงการบันทึกค่าตัวแปรลงในหน่วยความจำภายนอก..... 28
3.23 แสดงกล่องข้อความที่สามารถป้อนข้อมูลได้..... 29
3.24 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม สำหรับสร้างหน้าเว็ป..... 30
3.25 แสดงการกำหนดตัวแปรลงในตาราง Address..... 31
3.26 แสดงการอ้างอิงตัวแปรตามหมายเลขแถวของตาราง Address..... 31
3.27 แสดงการเชื่อมโยงไปยังหน่วยแสดงผลและสั่งงานผ่านเน็ทเวิร์ค..... 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.28 แสดงหน้าจอสมาร์ทดีไวซ์แสดงผลและสั่งงานผ่านเน็ทเวิร์ค..... 32

3.29 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม..... 33

3.30 แสดงการติดตั้งหัววัดที่คอยล์เย็น..... 34

3.31 แสดงชุดเครื่องวัดและควบคุม..... 35

3.32 แสดงชุดเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า..... 35

4.1 แสดงรูปกราฟผลอุณหภูมิลมจ่ายและกลับ..... 36

4.2 แสดงรูปกราฟผลความชื้นลมจ่ายออกและกลับ..... 37

4.3 แสดงรูปกราฟผลความเร็วลมจ่ายออก..... 37

4.4 แสดงรูปกราฟผลการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 38

4.5 แสดงรูปกราฟค่า EER 39

4.6 แสดงรูปกราฟค่า COP..... 39

4.7 แสดงรูปกราฟค่าฉลากประหยัดพลังงาน..... 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นหนึ่งในสิ่งที่จำเป็นต่อมนุษย์ทุกคนนอกจากกลุ่มอาหารและเทคโนโลยีในปัจจุบัน แหล่งพลังงานที่ใช้อยู่ในโลกนี้ส่วนใหญ่มาจากแหล่งฟอสซิล ซึ่งมีจำนวนและอัตราการใช้มากกว่าเกิดขึ้นใหม่ ซึ่งแนวโน้มเหลือน้อยลงหรือหมดไปในที่สุด รวมถึงการใช้พลังงานจากฟอสซิลจำนวนที่มากเกินสมดุลทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน ส่งผลให้สภาพสิ่งแวดล้อมทั่วโลกแปรปรวนดังนั้นจึงต้องพยายามใช้อย่างสมดุล และอนุรักษ์ไว้เพื่อให้มีใช้ในอนาคตให้ได้นานที่สุดจนกว่าจะได้พัฒนาแหล่งพลังงานจากแหล่งอื่นนำมาใช้ได้อย่างเพียงพอและเหมาะสม

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับอาคารบ้านเรือนและสำนักงานทั่วไป ใช้กันแพร่หลายกันทั่วไป โดยที่ใช้พลังงานไฟฟ้าถึงร้อยละ 60-70% ของพลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคารบ้านเรือนถูกใช้กับเครื่องปรับอากาศ มาตรการรณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าของทางภาครัฐก็ได้ดำเนินการ ผ่านทางข้อกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกข้อกำหนด มอก.1155-2536 ว่าด้วยประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งแบ่งระดับของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) ออกเป็น 5 ระดับ จากฉลากเบอร์ 5 คือ อัตราการใช้พลังงานน้อยที่สุด 4,3,2 อัตราการใช้พลังงานมากขึ้นตามลำดับ และ เบอร์ 1 มีอัตราการใช้พลังงานมากที่สุด จากข้อกำหนดดังกล่าว โดยพฤติกรรมผู้บริโภคก็ย่อมต้องเลือกผลิตภัณฑ์ที่ประหยัดพลังงานมากที่สุด ในทำนองเดียวกันผู้ผลิตก็ต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับตลาดของผู้บริโภค จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันไม่มีเครื่องปรับอากาศแยกส่วนสำหรับที่พักอาศัยและอาคารสำนักงานที่มีฉลากประหยัดไฟน้อยกว่า เบอร์ 5 จำหน่ายในท้องตลาด ประโยชน์เกิดขึ้นในทุกภาคส่วน ประเทศชาติก็ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้ จุดนี้เป็นการเริ่มต้นการอนุรักษ์พลังงานที่ดีมากแต่ยังขาดในส่วนของการติดตามประเมินผลหลังจากการใช้เครื่องปรับอากาศไปแล้ว

งานวิจัยเกี่ยวกับการอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) ได้มีการได้มีการทำมาก่อนหน้านี้แล้ว การประมวลผลและการบันทึกค่าด้วยคอมพิวเตอร์เป็นหลักการนำไปใช้งานในการวัดกำลังไฟฟ้าที่ชุดคอยล์ร้อนนอกอาคารต้องต่อเชื่อมสายวัดมาที่คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การสร้างเครื่องมือสำหรับการวัดและประเมินผล อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) ของเครื่องปรับอากาศที่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกส่วนติดตั้งใช้งานแล้ว รวมถึงแจ้งผลแบบหมายเลขฉลากประหยัดไฟ เบอร์ ต่างๆได้ถ้าสภาพแวดล้อมทดสอบเดียวกันกับข้อกำหนด มอก.1155-2536 หรือสภาพแวดล้อมที่ทำการวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศนั้นได้ถูกติดตั้งให้ทำงานได้ครอบคลุมกับภาระงานปัจจุบัน สามารถบอกค่า อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP)ได้เพื่อนำไปเทียบกับข้อมูลเริ่มต้นของเครื่องปรับอากาศนั้น โดยการใช้อุปกรณ์การวัด อุปกรณ์การประมวลผล อุปกรณ์การสื่อสาร และอุปกรณ์การแสดงผล ที่ใช้ในอุตสาหกรรมทั่วไป ที่มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมการใช้งาน สามารถทำการติดตั้งเพื่อทำการวัดได้อย่างสะดวกรวดเร็ว รายงานผลบันทึกค่าได้ที่จุดที่ทำการวัด หรือ ระยะไกลโดยผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ท ผลของการวัดและประเมินที่ได้ สามารถนำไปใช้พิจารณาในการบริหารจัดการเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในอาคารได้ทั้งในด้านซ่อมบำรุงและปรับปรุงประสิทธิภาพ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

องค์ประกอบของการวัดหาค่าของประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คือการวัดหาค่าของพลังงาน 2 ส่วน แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน พลังงานส่วนที่ 1 ที่ป้อนให้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้งระบบอยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าใช้เครื่องวัดแบบวัตต์มิเตอร์(Watt Meter)วัดได้โดยตรง พลังงานส่วนที่ 2 เป็นการวัดพลังงานที่จ่ายออกมาจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ชุดคอยล์เย็น (Evaporator Unit) ในรูปของ ค่าพลังงานความร้อน ที่มาจากการเปลี่ยนแปลง เอนทัลปี (Enthalpy)ของอากาศในห้องปรับอากาศ เอนทัลปี(Enthalpy) แปรผันตาม ตัวแปรของ อุณหภูมิ (Temperature), ความชื้น(Humidity) และปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็น ในส่วนของปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็น ใช้วิธีการวัดอัตราเร็วอากาศ คูณ พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน ดังนั้นในกระบวนการวัด จึงประกอบด้วย เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าใช้เครื่องวัดแบบวัตต์มิเตอร์(Watt Meter),หัววัดอุณหภูมิและความชื้น(Temperature & Humidity Probe) และเครื่องวัดอัตราเร็วลม (Air Velocity Meter) ต่อเชื่อมกับ PLC แล้วเขียนคำสั่งให้อ่านค่า คำนวณ บันทึกผล ตามหลักการผลที่ได้สามารถวัดและประเมินผลประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้อย่างถูกต้อง

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ทฤษฎีสำหรับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ส่วนที่ 1 ทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์ เป็นการนำเอาทฤษฎีในส่วนของการเปลี่ยนรูปพลังงาน มาวิเคราะห์หาตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของกระบวนการปรับอากาศ ส่วนที่ 2 เป็นการเลือกอุปกรณ์การวัดปริมาณทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการวัดให้มีความเหมาะสมกับค่าในช่วงที่ทำการวัดทั้งนี้เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของค่าที่ทำการวัด ส่วนที่ 3 การวัดและประมวลผลแบบอัตโนมัติใช้เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ (PLC) ทำหน้าที่วัดค่าและประมวลผล ความสัมพันธ์ของสมการตามทฤษฎีที่กำหนด เพื่อให้ได้ค่าที่ต้องการออกมาแบบทันทีทันใดโดยอัตโนมัติ ส่วนที่ 4 การใช้ระบบบัสมาตรฐาน แบบ ModBus Protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเชื่อมต่อเครื่องวัดทุกตัวเข้าหากันและเชื่อมต่อไปที่ PLC ทำให้ลดสายสัญญาณในการต่อเชื่อมเข้าหากันตามมาตรฐานการสื่อสารของฮาร์ดแวร์แบบ RS-485 สำหรับการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ขั้วต่อสายชุดคอยล์ร้อนด้วยวัตต์มิเตอร์ ทำการสื่อสารกับ PLC ด้วยชุดสื่อสารแบบไร้สายที่ทำหน้าที่เสมือนสายตัวนำ RS-485 ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสะดวกในการทำการวัด การอ่านในแต่ละเครื่องวัดค่าที่อ่านได้เป็นแบบดิจิตอลถูกปรับเทียบหน่วยจากผู้ผลิตเครื่องวัดแล้วสามารถนำไปใช้ได้ทันที ในส่วนสุดท้ายส่วนที่ 5 เป็นการนำเอาระบบไอทีมาใช้เพื่อความสะดวกคือ PLC ต่อกับ Wi Fi Router ที่มี 3G Modem พร้อมกับ ไอพีสาธารณะ จึงสามารถสั่งงานจากโครงข่ายอินเตอร์เน็ท หรือ โครงข่ายของ Router ได้ด้วยโปรแกรม Browser โดยสมาร์ทดีไวซ์ทั่วไปเช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เป็นต้น เนื่องจาก PLC ทำหน้าที่เป็น WEBSERVER

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการวัดและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน อัตราเร็วของคอมเพรสเซอร์คงที่ ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 1 เฟสแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ ความสามารถทำความเย็นไม่เกิน 36000 บีทียู เป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานเป็นส่วนใหญ่ของอาคารบ้านพักอาศัยและอาคารสำนักงานโดยทั่วไป ที่ติดตั้งและใช้งานแล้วทำการวัดในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานอยู่ตามปกติเพื่อประเมินผลออกมาในรูปแบบของ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP)

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา, ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย, สมมุติฐานของการศึกษา, ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย, ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานเทอร์โมไดนามิกส์ ในส่วนของพลังงานในเรื่องกระบวนการปรับอากาศและพื้นฐานของอุปกรณ์ เครื่องวัดมือวัด ที่นำมาใช้ในการวิจัย

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างระบบการวัดและประเมินผล

บทที่ 4 ผลการทดสอบ

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) การทดสอบของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน

สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรมได้มีการทดสอบและรับรองประสิทธิภาพ ของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ให้เป็นไปตาม มอก. 1155 – 2536 ซึ่งใช้วิธีการคำนวณตามสถาบัน ASHRAE [5] โดยวิธีการวัดดังนี้

2.1.1 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

ให้เครื่องปรับอากาศทำงานในสภาวะดังนี้

2.1.1.1 ระดับความแรงของพัดลมแรงสุด

2.1.1.2 ตั้งอุณหภูมิควบคุมที่ 25°C $\pm$ 1

2.1.1.3 ไม่ให้มีสิ่งกีดขวางทางด้านช่องลมจ่าย

2.1.1.4 ให้อุณหภูมิห้องอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสมดุลที่ 25°C

2.1.2 ข้อมูลที่ต้องการบันทึก

2.1.2.1 พื้นที่ของหน้ากากลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ

2.1.2.2 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง t_s (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ RH_s (%) ของอากาศ ด้านลมจ่ายออก

2.1.2.3 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง t_r (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ RH_r (%) ของอากาศ ด้านลมกลับ

2.1.2.4 ความเร็วลม v (m/s) ของอากาศที่ออกจากช่องลมจ่าย

2.1.2.5 วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงานทั้งส่วนของคอมเพรสเซอร์และส่วนของพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ฉลากประหยัดพลังงาน

รูปที่ 2.1 แสดงฉลากประหยัดพลังงาน

ฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทเครื่องปรับอากาศ เกณฑ์พลังงาน ปี 2011 ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นแถบโค้งครึ่งวงกลมพื้นสีเขียว แสดงตัวเลขบอกระดับประสิทธิภาพตั้งแต่ระดับที่ 1 (ต่ำ) ถึง 5 (ดีมาก) หากเครื่องปรับอากาศได้ระดับประสิทธิภาพใด ตัวเลขและช่องที่ระบุระดับนั้นจะเป็นสีแดง โดยตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแถบโค้งครึ่งวงกลมนี้จะมีตัวเลข”5” สีขาวอยู่ภายในวงกลมสีแดงขอบดำ เพื่อย้ำระดับประสิทธิภาพอย่างชัดเจน และ ระบุเกณฑ์พลังงานปี 2011 ใต้แถบโค้งครึ่งวงกลมด้านขวา

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของข้อมูลตัวเลขและตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเหลืองพร้อมสัญลักษณ์กระทรวงพลังงาน ซึ่งระบุถึงรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. ใช้พลังงานไฟฟ้า (หน่วย/ปี)
2. ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
3. ประสิทธิภาพ (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)
4. เครื่องปรับอากาศ รุ่น
5. ขนาด บีทียู/ชั่วโมง
6. ชื่อรุ่นแฟนคอยล์ และชื่อรุ่นคอนเดนซิ่งคอยล์

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ แสดงถึงหน่วยงานที่กำกับดูแล ด้วยสัญลักษณ์ “การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย” อักษรย่อ กฟผ. และ กระทรวงพลังงาน ด้วยตัวอักษรขาวบนพื้นสีเขียว[13]

2.3 ข้อกำหนดข้อมูลของฉลากประหยัดพลังงาน

รายละเอียดของฉลากประหยัดพลังงานมีข้อกำหนดระดับค่าของของประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศสามารถแสดงได้ตามตาราง 2.1

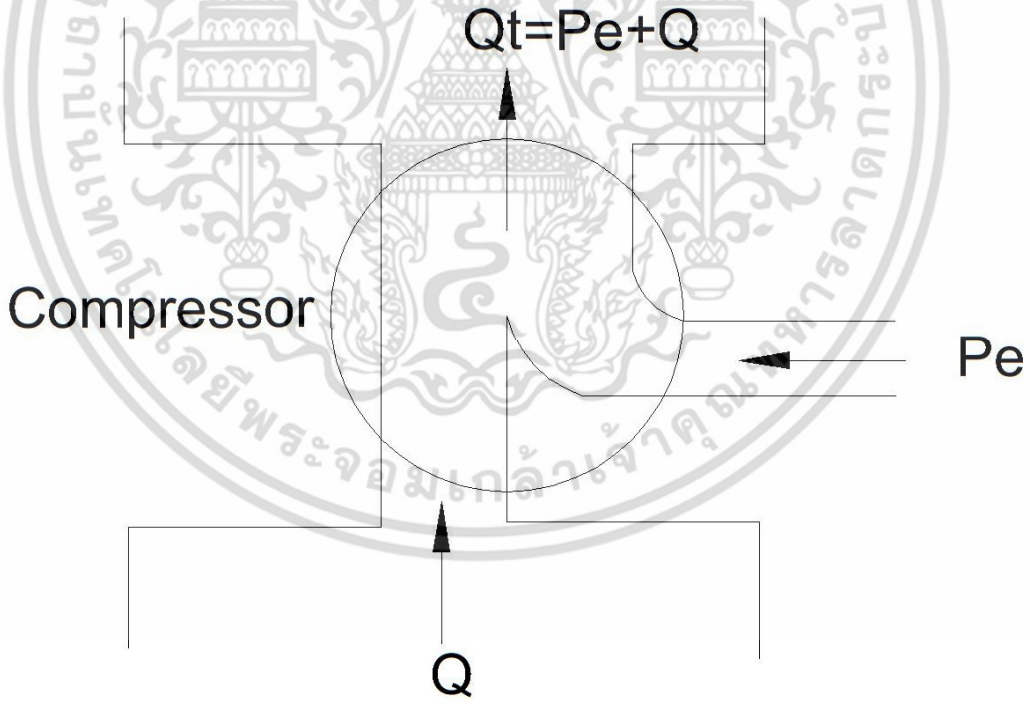
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ[6]

ฉลากเบอร์	คำอธิบาย	อัตราส่วนประสิทธิภาพ(EER)
5	ประสิทธิภาพ ดีมาก	EER ≥ 10.6
4	ประสิทธิภาพ ดี	9.6 ≤ EER < 10.6
3	ประสิทธิภาพ ปานกลาง	8.6 ≤ EER < 9.6
2	ประสิทธิภาพ พอใช้	7.6 ≤ EER < 8.6
1	ประสิทธิภาพ ต่ำ	EER < 7.6

2.4 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ *COP* (Coefficient of performance)

เป็นการแสดงค่าประสิทธิ์ภาพของคอมเพรสเซอร์ที่ใช้อัดสารทำความเย็น โดยเป็นค่ากำลังที่จ่ายให้คอมเพรสเซอร์เปรียบเทียบระหว่างผลของความเย็นที่ได้ต่อกำลังงานที่ให้กับระบบ



รูปที่ 2.2 แสดงสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$COP = \frac{\text{ความเย็นที่ได้ที่คอล์ยเย็น}}{\text{กำลังงานจ่ายที่ให้คอมเพรสเซอร์}} = \frac{\mathrm{Q}}{P_e} \qquad (2.1)$$

Q คือ ความสามารถทำความเย็นหน่วยเป็น Btu/hr เมื่อทำให้เป็นวัตต์จะได้ 1 Watt = 3.14266 Btu/hr

P_e คือ กำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็นวัตต์ (W)

$$COP = \frac{\mathrm{Q}}{3.41266P_e} \qquad (2.2)$$

2.5 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน *EER* (Energy Efficiency Ratio)

ใช้เปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องปรับ อากาศ ตามมาตรฐาน มอก. 1155-2536 มีการกำหนดระดับแสดงประสิทธิภาพ ตามรูปที่ 2.1 และแสดงค่าตามตารางที่ 2.1 โดยกำหนดวิธีการวัดค่าความเย็นที่ได้ออกมาในหน่วยของ BTU/Hr เทียบกับพลังงานที่จ่ายให้กับระบบเครื่องปรับอากาศทั้งหมดรวม พัดลมและอุปกรณ์ควบคุม

$$EER = \frac{\text{ความเย็นที่ได้ที่คอล์ยเย็น}}{\text{กำลังงานที่ให้เครื่องปรับอากาศ}}$$

$$EER = \frac{\mathrm{Q}}{P_e} \quad \text{(Btu/hr)/W} \qquad (2.3)$$

Q คือ ความสามารถทำความเย็นหน่วยเป็น Btu/hr

P_e คือ กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศหน่วยเป็นวัตต์ (W)

2.6 ความสามารถทำความเย็น (Q)

เป็นการหาค่าผลต่างของเอนทัลปีของอากาศที่ไหลกลับคอยล์เย็นกับเอนทัลปีที่จ่ายออกจากคอยล์เย็นโดยที่ค่าของเอนทัลปี แปรผันตามปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นทีความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2.4

$$Q = \frac{V}{\mathrm{v}}(h_r - h_s) \quad \text{Btu/hr} \qquad (2.4)$$

Q คือ ความสามารถทำความเย็นหน่วยเป็น Btu/hr

V คือ ปริมาตรลมไหลผ่านแฟนคอยล์ หน่วยเป็น m^3/hr

v คือ ปริมาตรจำเพาะสำหรับความชื้นอากาศ หน่วยเป็น m^3/kg

h_r คือ ค่าเอนทัลปีของอากาศด้านช่องลมกลับ หน่วยเป็น kJ/kg

h_s คือ ค่าเอนทัลปีของอากาศด้านช่องลมจ่าย หน่วยเป็น kJ/kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงที่ระหว่าง Btu กับ KJ ได้เท่ากับ 3.968 Btu = 4.18KJ ดังนั้นค่าความสามารถในการทำความเย็น (Q) จึงมีความสัมพันธ์ตามสมการ 2.5

$$Q = \frac{3.968V}{4.18\mathrm{v}}(h_r - h_s) \quad \text{Btu.hr} \qquad (2.5)$$

2.7 เอนทัลปีของอากาศ (Enthalpy of Air)

เป็นค่าของพลังงานภายในของอากาศเปลี่ยนแปลงตามตัวแปรอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในอากาศโดยทั่วไปประกอบด้วยอากาศแห้งและไอน้ำหรืออากาศชื้นดังนั้นเอนทัลปี รวมสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ตามสมการ 2.6

$$h = h_a + Wh_g \quad \text{KJ/Kg} \qquad (2.6)$$

เมื่อ

h คือ เอนทัลปีของความชื้นอากาศหน่วยเป็น kJ/kg

h_a คือ เอนทัลปีจำเพาะสำหรับอากาศแห้งหน่วยเป็น kJ/kg

h_g คือ เอนทัลปีจำเพาะสำหรับไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิของส่วนประกอบหน่วยเป็น kJ/kg

W คือ อัตราส่วนความชื้น

ค่าเอนทัลปีจำเพาะสำหรับอากาศแห้งและอากาศชื้นอ้างอิงตามคู่มือ ASHRAE [4] มีค่าดังนี้ $h_a = 1.006t$ และ $h_g = 2501 + 1.805t$ kJ/kg , t เท่ากับอุณหภูมิกระเปาะแห้งหน่วยองศา, ℃ เมื่อเทียบกับสมการ 2.6 จะได้สมการของเอนทัลปีโดยทั่วไป ของอากาศในห้องปรับอากาศตามสมการ 2.7

$$h = 1.006t + W(2501 + 1.805t) \quad \text{kJ/kg} \qquad (2.7)$$

t คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งหน่วยเป็น ℃

อัตราส่วนความชื้น (W) คำนวณได้จากความสัมพันธ์ของสมการของก๊าซสมบูรณ์และกฎดัลตันตามสมการ 2.8

$$W = 0.62198\frac{p_w}{p - p_w} \qquad (2.8)$$

Pw คือ ความดันของอากาศที่มีส่วนประกอบไอน้ำ หน่วยเป็น Pa

P คือ ความดันอากาศ ที่ระดับน้ำทะเลมีความดัน 101.325 kPa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าของความดันของอากาศที่มีส่วนประกอบไอน้ำ (*Pw*)มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องคือค่าความดันของไอน้ำอิ่มตัว(*Pws*) ณ อุณหภูมิที่ต้องการ การหาค่าความดันของไอน้ำอิ่มตัว(*Pws*) หาได้จากหลายวิธีอาจใช้กราฟหรือตารางแสดงค่าก็ได้ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการคำนวณของ Hyland and Wexler (1983b) [3] ความดันอิ่มตัวของไอน้ำ เป็นดังนี้

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{T} + C_2 + C_3 + \mathrm{T} + C_4 \times T^2 + C_5 \times T^3 + C_6 \times \ln(T) \qquad (2.9)$$

C_1 = -5.800 220 6 *E* + 03 C_2 = -5.516 256 0 *E* + 00 C_3 = -4.864 023 9 *E* – 02

C_4 = 4.176 476 8 *E* – 05 C_5 = -1.445 209 3 *E* – 08 C_6 = 6.545 967 3

ln เป็นค่าของล็อกธรรมชาติ (natural logarithm)

p_{ws} คือ ความดันอิ่มตัว และ T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์, $T = t + 273.15$

t เป็นค่าอุณหภูมิของไอน้ำ หน่วยเป็น ℃

2.8 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เป็นการเปรียบเทียบความดันของอากาศชื้นเมื่อเทียบกับความดันของไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกันดังนั้นในการบอกค่าของความชื้นสัมพัทธ์เป็นเปอร์เซ็นต์สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$RH\ \% = \frac{p_w}{p_{ws}}\ x100\% \qquad (2.10)$$

โดยที่ *RH %* เป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการวัด

2.9 เครื่องควบคุมแบบโปรแกรมได้ PLC (Programmable Logic Controller)

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่สำหรับรับค่าคำสั่งประมวลผลโปรแกรมได้ทั้งฟังก์ชั่นตรรกะและคณิตศาสตร์ สื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่อพ่วง หน้าจอสั่งงานและแสดงผล มีหน่วยความจำในการบันทึกค่าของตัวแปรตามที่กำหนด ในปัจจุบันผู้ผลิตได้เพิ่มขีดความสามารถเข้าไปในตัว PLC หลากหลาย เช่น เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์แบบฝังตัว (Embedded Webserver) มีระบบรองรับการสื่อสารกับอุปกรณ์ต่อเชื่อมได้หลายรูปแบบระเบียบวิธี (Multi Protocol)

2.10 หน้าจอสั่งงานและแสดงผล HMI (Human Machine Interface)

ทำหน้าที่เป็นส่วนรับคำสั่งจากผู้ใช้งานเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ ส่วนใหญ่จะเป็นหน้าจอแบบสัมผัส หรือแบบสัมผัสผสมกับปุ่มกดก็ได้ โดยที่หน้าที่ของปุ่มคำสั่งผู้เขียนโปรแกรมควบคุม สามารถกำหนดได้ตามความต้องการ รวมถึงการแสดงผลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

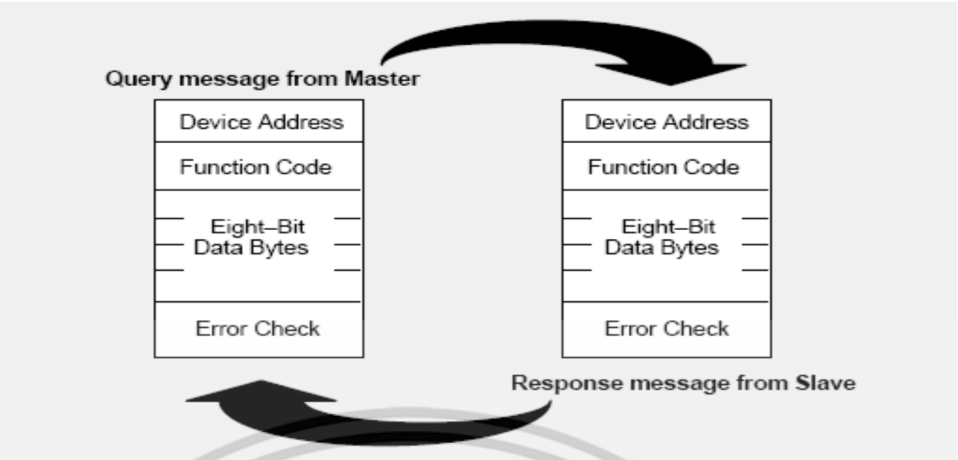
2.11 พอร์ตอนุกรม RS-232, RS-422 และ RS-485

เพื่อเป็นความสะดวกและเข้ากันได้ในการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารของอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์จึงต้องกำหนดมาตรฐานการเชื่อมต่อตามสมาคมผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ EIA (Electronics Industry Association) ทำให้อุปกรณ์ต่างชนิดกันสามารถเชื่อมต่อกันได้ โดยที่ RS-232 เชื่อต่อกันแบบต้องใช้จุดอ้างอิงสัญญาณร่วมกัน (Common Ground) จึงทำให้การส่งสัญญาณ ทำได้ระยะใกล้ ไม่เกินระยะ 15 เมตร ต่อมาได้ปรับปรุงเป็นแบบ RS-422 โดยการส่งสัญญาณแบบ Differential ไม่ต้องอ้างอิงระดับสัญญาณระหว่างจุดช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนจาก 2 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ ปัญหาแรงดันกราวนด์ สองฝั่งสายไม่เท่ากัน อันเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายกราวนด์ที่ยาวมาก ก่อให้เกิดความต่างศักดิ์ และปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสาย หากสายไฟที่ใช้ถูกตีเกลียวและวางไว้ใกล้กัน เมื่อมีแรงดันเหนี่ยวนำจะปรากฏแรงดันรบกวนบนสายทั้งสองเท่าๆกันเป็นผลให้ ตัวรับที่อ่านความต่างศักดิ์ระหว่างสายอ่านสัญญาณได้เช่นเดิม ทั้งสองปัจจัยนี้เองเป็นสาเหตุที่ทำให้ความต้านทานต่อสัญญาณรบกวนของการสื่อสารแบบ RS-422 ได้มากกว่า RS-232 ตามมาตรฐาน RS-422 นี้จะใช้สายสัญญาณทั้งหมด 4 เส้น แบ่งเป็น คู่ส่งและคู่รับ ทำให้สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) ความยาวสายสัญญาณได้ถึง 1,200 เมตร ในกรณีที่ต้องการ ใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นในการ รับส่งสัญญาณแบบผลัดกันรับ ผลัดกันส่ง (Half Duplex) ซึ่งเรียกว่า RS-485 โดยมีลักษณะวิธีคล้ายกับแบบ RS-422 เหมาะสำหรับการรับส่งข้อมูลที่ไม่ต้องการความเร็วมาก สะดวกสำหรับการต่อพ่วงจุดรับส่งข้อมูลหลายจุด (Multi drop) เข้าด้วยกัน ในงานวิจัยนี้ก็เลือกใช้พอร์ท RS-485

2.12 โปรโตคอล มอดบัส Modbus protocol

มาตรฐานระเบียบวิธีการสื่อสารข้อมูลแบบ Modbus protocol เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (Master) ไปยังอุปกรณ์ลูก (Slave) ได้หลาย ๆ อุปกรณ์ โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และ ข้อมูลแบบเลขฐาน 2 (Binary) Modbus protocol ที่สื่อสารข้อมูลแบบ ASCII จะเรียกว่า Modbus ASCII และ Modbus protocol ที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐาน 2 จะเรียกว่า Modbus RTU Modbus protocol เป็นระเบียบวิธีการสื่อสารที่ทำงานได้บนระบบฮาร์ดแวร์ที่แตกต่างกัน เช่น พอร์ทอนุกรม RS-232 , RS-422 , RS-485 หรือบนระบบ Ethernet ที่ใช้ TCP/IP Protocol ซึ่งเรียกว่า Modbus Over TCP/IP ไม่ว่าจะทำงานบนฮาร์ดแวร์ใดๆก็ใช้วิธีการสื่อสารแบบ Master/Slave ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



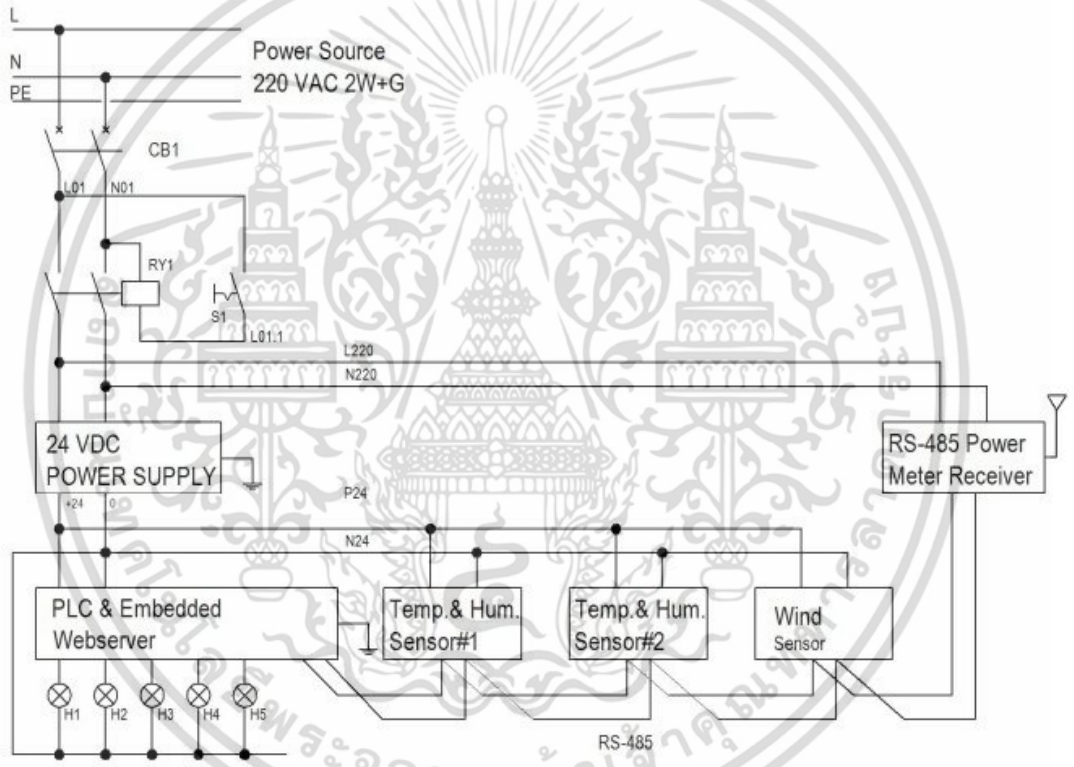
รูปที่ 2.3 แสดงการสื่อสารแบบ Modbus protocol

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างระบบการวัดและประเมินผล

3.1 การออกแบบและสร้างระบบ

การออกแบบและสร้างระบบการวัดและประเมินผลเครื่องปรับอากาศ มีแนวคิดหลักว่าต้องประมวลผลได้อย่างถูกต้อง นำไปติดตั้งปฏิบัติงานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว โดยมีวิธีการต่อวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์ ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการต่อวงจรเครื่องมือวัด

ลำดับเริ่มต้นต้องมีการกำหนด หมายเลขประจำอุปกรณ์แต่ละตัวเสียก่อนเพื่อให้การสื่อสารผ่านระบบบัสของฮาร์ดแวร์แบบพอร์ท อนุกรม RS-485 สามารถสื่อสารกันได้โดยสมบูรณ์ ให้ PLC เป็น Master ของระบบ และอุปกรณ์สำหรับการวัดค่า ให้เป็น Slave โดยมีหมายเลขแอดเดรส ตามอุปกรณ์ในวงจรที่ 3.1 ดังนี้

Temp.&Hum. Sensor#1 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายออก ID=3

Temp.&Hum. Sensor#2 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับ ID=4

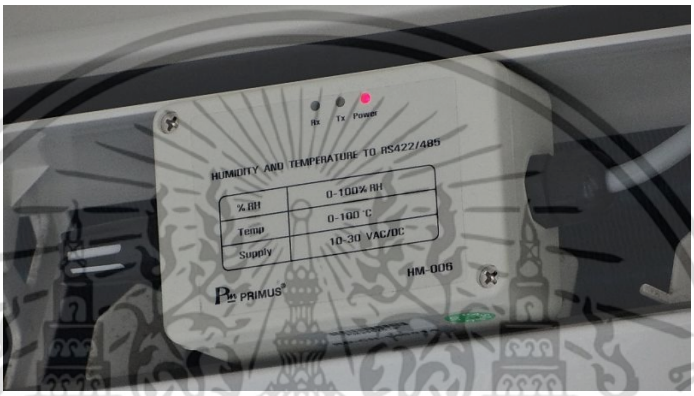
Watt Meter(Power Meter receiver) วัดกำลังไฟฟ้าจ่ายให้ระบบ ID=5

Wind Sensor วัดความเร็วลม จ่ายออก ID=6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในตัวเดียวกัน เหมาะสำหรับติดตั้งตามผนังหรือเพดาน ภายในห้องเพื่อวัดค่าอุณหภูมิ 0–100°C และความชื้นสัมพัทธ์ 0–100%RH ให้เป็นสัญญาณการสื่อสาร485/RS-422 ระเบียบวิธีการสื่อสารข้อมูลแบบ Modbus Protocol สามารถติดตั้งในพื้นที่ที่มีฝุ่น ละอองน้ำ หรือไอน้ำในปริมาณสูงได้ ใช้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายออก และลมกลับ



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะรูปร่างของ HM 006 – PRIMUS

3.2.1 คุณสมบัติสำหรับ HM 006 – Primus HM Series

3.2.1.1 สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่0 –100 °Cและมีความละเอียดในการวัด ±0.3 °C

3.2.1.2 สามารถวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 100% RH และมีความละเอียดในการวัด ±2 % RH ที่ 30 - 80 % RH

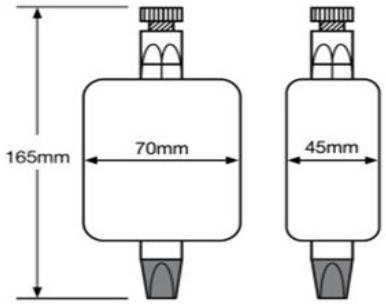
3.2.1.3 มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ 0.05% RH / 50 °C

3.2.1.4 สามารถติดต่อสื่อสารได้ผ่าน RS-485/RS-422

3.2.1.5 รองรับ Modbus Protocol

การต่อสายไฟและสายสัญญาณ สำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จะใช้ไฟกระแสตรงขนาด 24 Vdc ส่วนสายสัญญาณใช้การสื่อสารชนิด RS485 ดังนั้นสายสัญญาณจะใช้เพียง 2 สาย คือ สายสัญญาณบวก RxA และ RxB

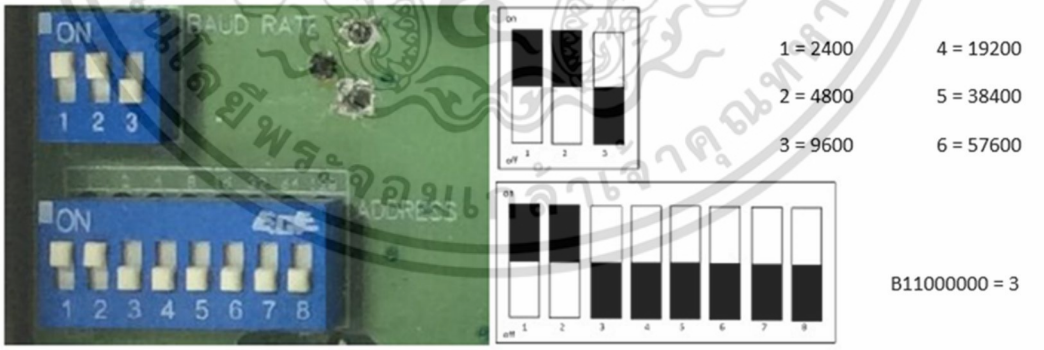
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงขนาดของ HM 006 – PRIMUS

รูปที่ 3.4 แสดงวงจรไฟฟ้าภายในของ HM 006 – PRIMUS

การตั้งค่าหมายเลขประจำเครื่อง (Slave ID) ตั้งค่าตามหมายเลขที่กำหนดตามการออกแบบโดยที่ไม่ซ้ำกัน ส่วน Baud rate , Data Bit และ Parity Check ต้องตั้งค่าตามอุปกรณ์ Master ซึ่งในรูปที่ 3.5 ได้ตั้ง หมายเลขประจำเครื่อง เป็น Slave ID=3,ID=4 และ Baud rate = 9600



รูปที่ 3.5 แสดงการตั้งค่า Address และ Baud rate

3.2.2 การเข้าถึงข้อมูลอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

เมื่ออุปกรณ์ควบคุมหลักซึ่งทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ (Master) ต้องการใช้ข้อมูลที่ HM 006 – PRIMUS สามารถตรวจวัดได้ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บอยู่ภายในตำแหน่งข้อมูล (Data register) ดังนั้นเมื่อทราบถึงข้อมูลที่จะนำไปใช้ จำเป็นต้องทราบถึงตำแหน่งข้อมูลอีกด้วยดังตารางที่ 3.1 ในส่วนของการเลือกใช้ฟังก์ชั่นสำหรับมอสบัสนั้น ให้อ่านข้อมูลครั้งละหลายตำแหน่ง ดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตำแหน่งของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน HM 006 – PRIMUS

Data	Data Register	Number of Byte
0 – 100 %RH	0	2
K1 SCALE	1	2
0 – 100°C	2	2
K2 SCALE	3	2
DEW POINT	4	2
K3 SCALE	5	2
Software version	6	2

ตารางที่ 3.2 แสดงฟังก์ชั่นที่กำหนดให้ใช้สำหรับมอดบัส อ่านข้อมูล HM 006

Function	Operate	Broadcast
04	Read Multiple Register	NO

3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าและอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบไร้สาย

เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าหรือวัตต์มิเตอร์สำหรับนำมาใช้วัดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ในงานวิจัยนี้เลือกให้เหมาะกับแบบมอเตอร์เฟสเดียว และค่าที่วัดได้จะต้องเป็นแบบ True Rms. เพื่อความแม่นยำในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพมากที่สุด จึงได้เลือก AC1 – B74 Multifunction Power Meter จากบริษัท SME INTERNATIONAL CO.,LTD ในส่วนการส่งข้อมูลการวัดค่ากำลังไฟฟ้าจาก จุดจ่ายไฟให้เครื่องปรับอากาศที่ชุดคอล์ยร้อน เลือกแบบวิธีต่อเชื่อมแบบไร้สายทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานเลือกใช้อุปกรณ์ รับส่ง ข้อมูล Wireless RS232/485/422 RC35 ผลิตภัณฑ์จากบริษัท WISCO Co.,Ltd.

3.3.1 คุณสมบัติสำหรับ AC1 – B74 Multifunction Power Meter

แรงดันไฟเลี้ยงของมิเตอร์	Transformer 200-240Vac 45-65 Hz
กินไฟสูงสุด	3.0 VA
Input Protection	Varistor 275Vac 7kA , Fuse 1Amp
Terminal	SCREW TYPE
Output Relay 1, 2	Contact 250Vac 3Amp Max.
ย่านอุณหภูมิใช้งาน	0-55 องศาเซลเซียส
ชนิด Input current sensing	Current Transformer
ย่านกระแสไฟฟ้าปกติที่วัด	0.020 - XXX AMP 12KHz (Base on CT Type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด **Communication**	RS 485
รูปแบบข้อมูล	1 Start bit,8 Data bit
	1 หรือ 2 stop bit
	Parity none, odd, even
อัตราความเร็ว	1200, 2400, 480, 9600 และ 19200 bit/sec
Protocol	Modbus RTU
ISOLATE	Isolate 2.5KV
#Node	32 unit
Option: Analog output 6 Type in 1	0/4-20mA,0-10V,2-10V,0-5V,1-5V
Resolution	DAC 16BIT
0-20 mA-DC	Max300 ohm
0-10 Volt-DC	Min. 1K ohm
Isolate From Input	Isolate 2.5KV

รูปที่ 3.6 แสดงรูปของอุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า

3.3.2 Split Core Current Transformer 50A/333mV

เหมาะกับ Digital Power Meter ที่ต้องการความละเอียดและความเชิงเส้นสูง จะมีความผิดเพี้ยน ทั้ง Amplitude และ Phase Shift น้อยมาก มีผลทำให้ KW, KVAR, pF, Kwh และ ตัวแปรอื่น ๆ มีผลการวัดได้ถูกต้อง มีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.1 Split Core Current Transformer 50 Amp Max400 HZ

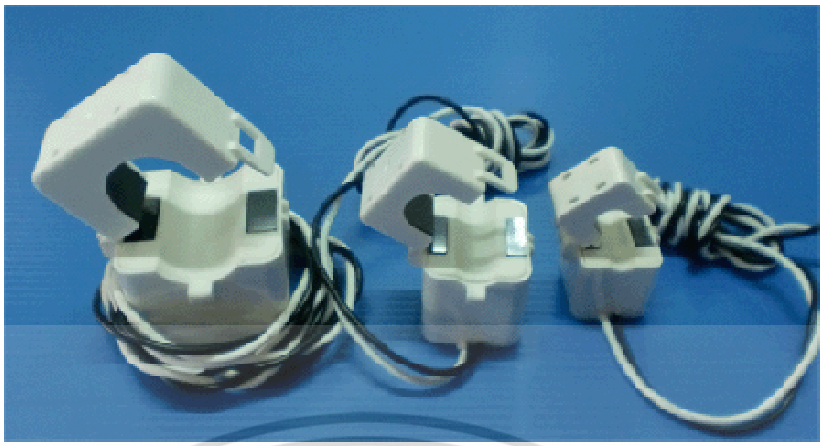
3.3.2.2 Output 333 mV (AC)

3.2.2.3 Class 0.5 Ratio 3000:1

3.2.2.4 ความยาวสาย 90 cm

3.2.2.5 รูร้อยสายขนาด 10 มม.

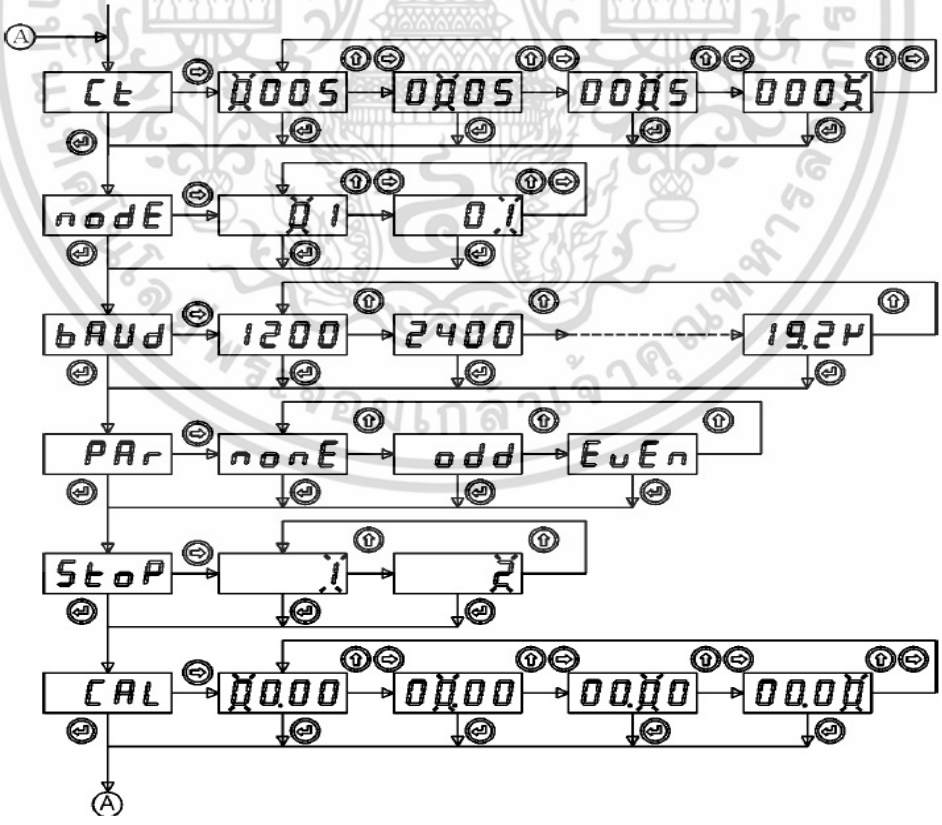
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงรูปของ Split Core Current Transformer

3.3.3 การเข้าถึงข้อมูลเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

การเข้าถึงข้อมูลของเครื่องวัดกำลังไฟฟ้านั้น ใช้วิธีการอ่านของ Master จากมอสบัส ในงานวิจัยนี้ได้ตั้งค่าหมายเลขประจำเครื่อง เป็น Slave ID=5 และ Baud rate = 9600 วิธีการตั้งค่าให้กับเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าสามารถทำได้ตามรูปที่ 3.8 ตำแหน่งของขอมูลภายในและการอ่านค่าข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ผลิตตามตารางที่ 3.3 และ 3.4



รูปที่ 3.8 แสดงการตั้งค่าเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงตำแหน่งของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บใน AC1 – B74 Multifunction Power Meter

ตำแหน่ง	ชนิดข้อมูล	จำนวนไบต์	ตัวแปร	หน่วย
0 – 1	Double Word	4	แรงดัน	x 0.01 Volt
2 – 3	Double Word	4	กระแส	milli – Amp
4 – 5	Double Word	4	กำลัง	Watt
6 – 7	Double Word	4	พลังงาน	x 0.1 KWH.
8 – 9	Double Word	4	ชั่วโมงทำงาน	x 0.1 x Hr.
10 – 11	Double Word	4	Power Factor	0.01
12 – 13	Double Word	4	ความถี่	x 0.1 Hz.

ตารางที่ 3.4 แสดงฟังก์ชั่นที่กำหนดให้ใช้สำหรับมอดบัสอ่านข้อมูล Power Meter

Function	Operate	Broadcast
04	Read Input Registers	NO

3.3.4 RC35 Wireless RS232/485/422

Wireless RS232/485/422 RC35[16] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อแทนสายสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ RS232/485/422 กับ อุปกรณ์ RS232/485/422 แบบจุดต่อจุด ผ่านทางคลื่นวิทยุแทน ทำให้สะดวกต่อการติดตั้งโดยไม่ต้องเดินสายสัญญาณ มีคุณสมบัติ ตามตาราง 3.5

รูปที่ 3.9 แสดงอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย RC35

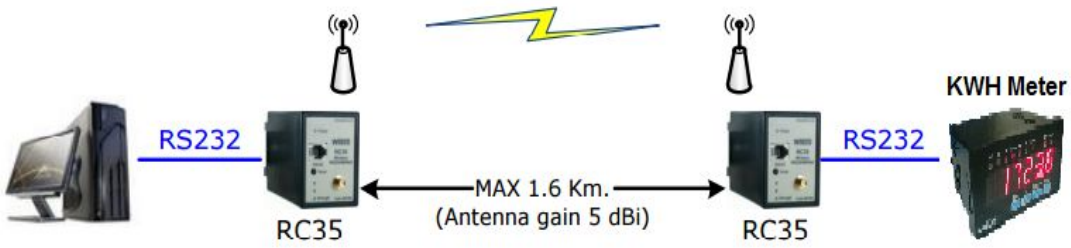
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงคุณสมบัติสำหรับ Wireless RS232/485/422 RC35

RF Stand	802.15/ZigBee Compliant
Frequency Band	2.4 GHz
Max.RF Data Rate	250 Kb
RX Sensitivity	(-) 102 dB. m
TX Power	(+)10 dB (Max)
Transmission Distance	Up to 90 m. Indoor/Urban Up to 700 m. Outdoor RF line-of-sight
Antenna Connector	RP-SMA JACK/Female
RF Channel	12 Channel
Network Topology	Point-to-Point
Serial Standards	RS-232 RJ12 6 pin connector
	RS-485/422 (Isolated) 11 pin socket
Loading	RS485/422 Max 32 Unit
Distance	RS232 Length 15 m.
	RS485/422 Length 1 Km.
Baud Rate	4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200
Data Bit	7, 8
Stop Bit	1, 2
Parity	None, Odd, Even

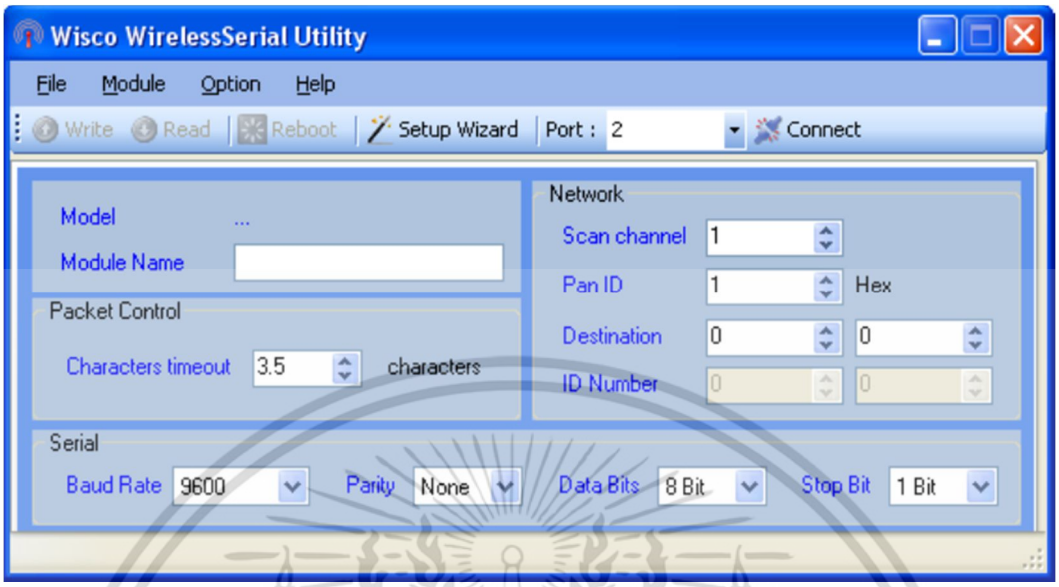
3.3.5 การต่อใช้งาน RC35 Wireless RS485 กับเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

การต่อ RC35 Wireless RS485 กับ เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า 1AC B74 Multifunction watt meter เพื่อส่งข้อมูลของกำลังไฟฟ้าไปยังมอดบัส ของระบบการวัดและประเมินผลเครื่องปรับอากาศ ด้านส่งต่ออยู่กับ เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ด้านรับต่อกับมอดบัส ตามรูปที่ 3.10 และก่อนใช้งานต้องใช้โปรแกรมกำหนดค่าพารามิเตอร์การของผู้ผลิต ปรับตั้งค่าก่อน ตามรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 แสดงการต่อใช้งานอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม Wisco Wireless Serial Utility

อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณไร้สาย RC35 มีหลอดไฟแสดงสถานะของแต่ละโหมด ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงไฟสถานะของ Wireless RS232/485/422 RC35

โหมดการทำงาน	สถานะหลอดไฟ LED [ON/OFF] (ms)
Running Mode	1000/1000
Discovery Mode	100/4000
Configuration Mode	100/100

3.4 อุปกรณ์วัดความเร็วลม

อุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม ใช้ Multifunction transmitter C 310 – KIMO INSTRUMENT[14] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดความเร็วลมของอากาศตั้งแต่ 0 - 30 m/s ซึ่งเหมาะสำหรับติดตั้งบนผนังเพดานภายในห้องหรือในกล่องไฟฟ้าที่รวบรวมอุปกรณ์ตรวจวัด และควบคุม โดยอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม Multifunction transmitter C 310 เลือกชนิดที่มีหน้าจอแสดงผล เมื่อทำการติดตั้งหัววัดความเร็วลม จะให้ข้อมูลที่ทำการวัดได้ไว้ในช่องเก็บข้อมูลภายใน (Data Register) ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลออกผ่านทางสายสัญญาณอนุกรมชนิด RS-485/RS-422 ได้ C-310 จัดเก็บข้อมูลภายในแบบ 32 บิต การที่ Master ของมอดบัส อ่านค่าต้องอ่านแบบ 32 บิต จึงใช้ฟังก์ชั่น Read Float Registers ในการอ่านค่า โดยอ่านเป็นหมายเลขช่องของข้อมูล และนำไปแยกแยะข้อมูลเฉพาะความเร็วลม ช่องเก็บข้อมูลภายใน มีหมายเลขภายในตามตารางที่ 3.7 การต่อใช้งานต่อช่อง RS-485 ตามรูปที่ 3.13 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงการตั้งค่าหมายเลขข้อมูลภายใน C 310 – KIMO INSTRUMENT

ข้อมูลที่วัดได้ (ชนิดข้อมูล: Real)			
ช่องทาง 1	ช่องทาง 2	ช่องทาง 3	ช่องทาง 4
7010	7040	7070	7100

3.4.1 คุณสมบัติสำหรับ C 310 – KIMO INSTRUMENT

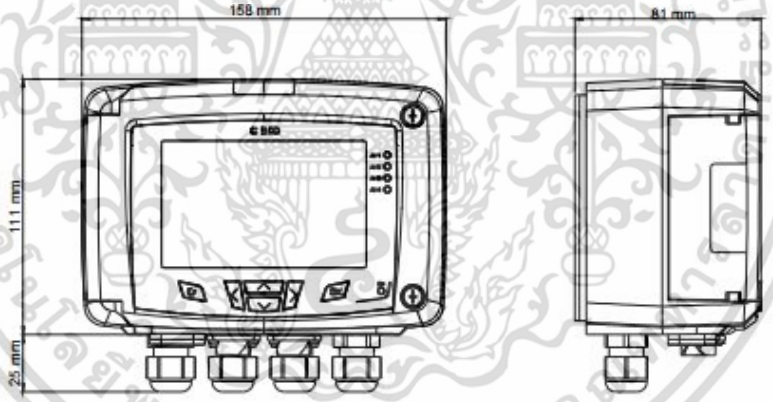
3.4.2.1 ย่านการวัดความเร็วลม 0 - 30 m/s

3.4.2.1 ความแม่นยำ 0 – 3 m/s (±3% of reading ± 0.03 m/s) 1–30 m/s (±3% of reading ± 0.1 m/s)

3.4.2.3 ความละเอียด 0.1m/s 0.1 °C 0.1m^3/h

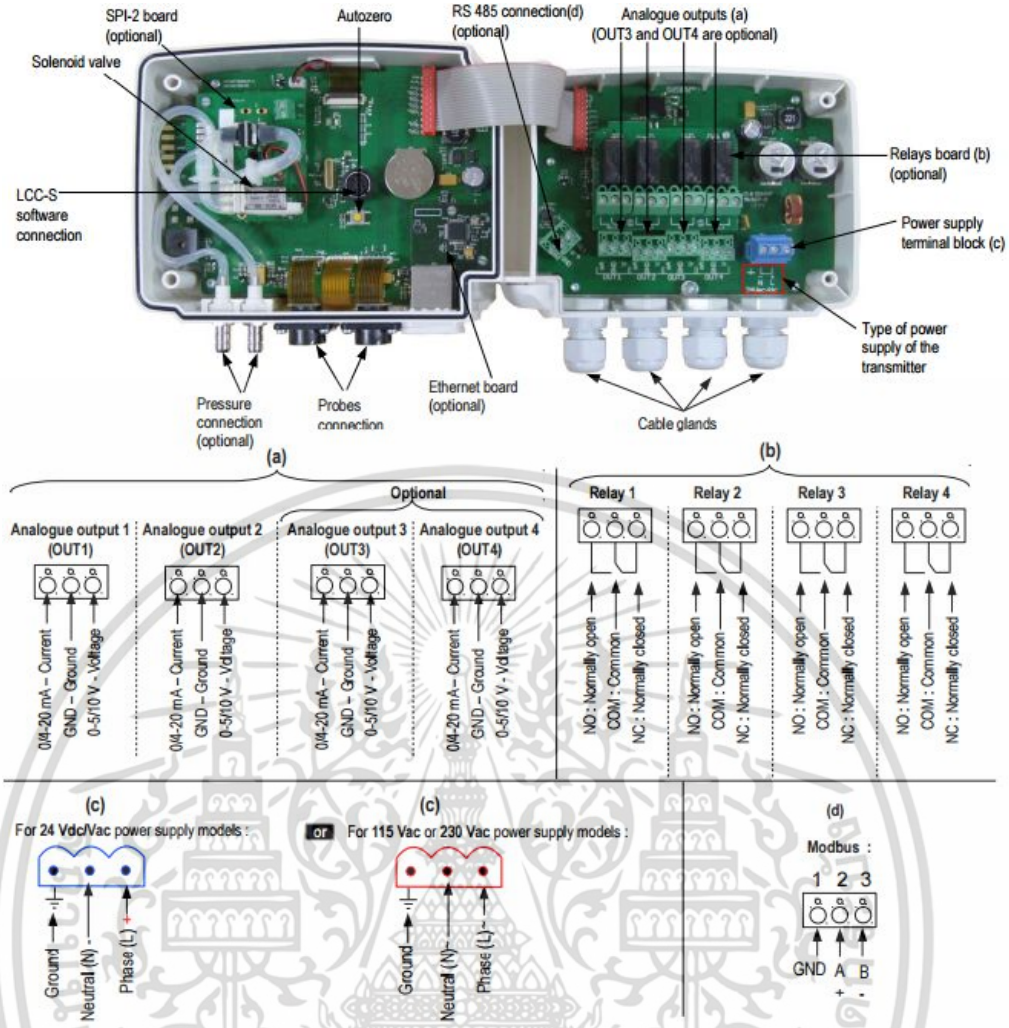
3.4.2.4 แรงดันไฟเลี้ยง 24 VDC

3.4.2.5 ย่านอุณหภูมิขณะใช้งาน -0 ถึง +50 °c



รูปที่ 3.12 แสดงขนาดของอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม C 310 – KIMO INSTRUMENT

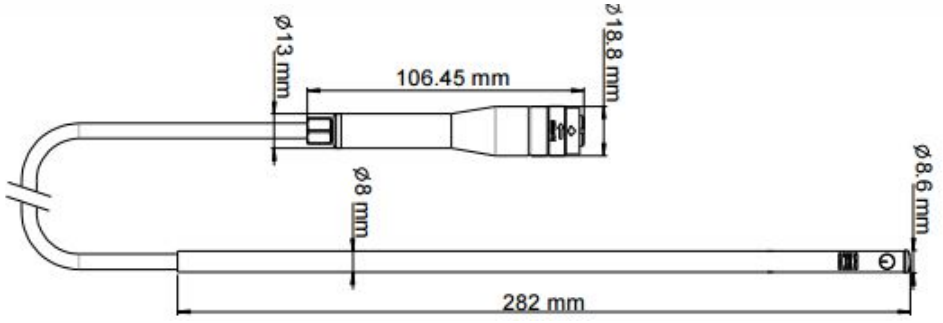
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงขาสัญญาณสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม C 310 – KIMO INSTRUMENT

3.4.2 หัววัด (Probe) สำหรับ C 310 – KIMO INSTRUMENT

หลักทำงานของหัววัด ใช้หลักการแบบ Hot Wire มาประยุกต์ใช้ ซึ่ง Hot Wire เป็นการใช้หลักการวัดความสูญเสียความร้อนของลวดที่ถูกทำให้ร้อน ซึ่งลวดนี้จะเย็นลงก็ต่อเมื่อมีกระแสลมพัดผ่าน อัตราการเย็นลงของลวดจะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่พัดผ่านเซนเซอร์ซึ่งหลักการชนิดนี้สามารถตอบสนองการวัดได้อย่างรวดเร็ว ใช้วัดได้ค่าที่ละเอียด

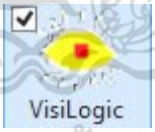


รูปที่ 3.14 แสดงขนาดของหัววัดสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดความเร็วลม C 310 – KIMO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 โปรแกรมคำนวณและแสดงผล

ในส่วนของการออกแบบโปรแกรมคำนวณค่าประสิทธิภาพของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ทางผู้วิจัยสนใจประยุกต์ใช้อุปกรณ์ PLC (Programmable Logic Controller) ซึ่งมีความนิยมใช้เป็นวงกว้าง ในด้านของอุตสาหกรรม ซึ่งมีความหมายว่าเครื่องควบคุมเชิงตรรกะซึ่งสามารถควบคุมได้ โดยสาเหตุหลักที่ PLC มีความเหมาะสมแก่งานทาง ด้านอุตสาหกรรม เนื่องจากวัสดุที่ใช้ไปถึงวงจรไฟฟ้าภายใน ที่มีความทนทานต่อสภาพ แวดล้อมในแต่ละลักษณะการใช้งานจริง เช่น อุณหภูมิ, ความชื้นและ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น โดยปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบทำให้อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ไม่ได้มีการป้องกัน เกิดความ เสียหายได้ รวมไปถึงความสามารถในการควบคุมอุปกรณ์ทางด้านเอาท์พุต (Output device) ซึ่งสามาสรถควบคุมและดำเนินตามลำดับขั้นตามกระบวนการที่ได้ออกแบบได้อย่างเสถียรภาพ และมีประสิทธิผล โดยในการพัฒนาโปรแกรมนั้น จะพัฒนาโดยใช้ในรูปแบบแลดเดอร์ (Ladder diagram) ซึ่งมีความสะดวกและง่ายต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายรูปภาพซึ่งสามารถคิดได้ตามตรรกะ PLC ที่ได้เลือกใช้เป็นของบริษัท Unitronics รุ่น V350-35-T2 ซึ่งเป็นทั้ง PLC และมีหน้าจอแสดงผลหรือ HMI (Human-machine interface) ซึ่งมีความหมายว่าส่วนต่อประสานคนกับเครื่องจักร โดยมีลักษณะเด่นคือ การใช้งานที่ไม่ซับซ้อนและสามารถออกแบบหน้าจอแสดงผลซึ่งเป็นจอแบบสัมผัสหรือทัชสกรีน (Touch screen) โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาคำสั่งสำหรับ PLC ที่มีชื่อว่า Visilogic ดังรูปที่ 3.15 ซึ่งสามารถเขียนแลดเดอร์และออกแบบหน้าจอสัมผัสได้ตามความต้องการของผู้ใช้ อีกทั้งยังรองรับอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอกผ่านทาง RJ11 เพื่อการติดต่อสื่อสารแบบ RS485 หรือ RS232 และ RJ45 สำหรับ Ethernet port เพื่อสามารถแสดงผลไปยังเว็บบราวเซอร์ (Web browser) ทำให้สามารถติดตามข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางสมาร์ทดีไวซ์



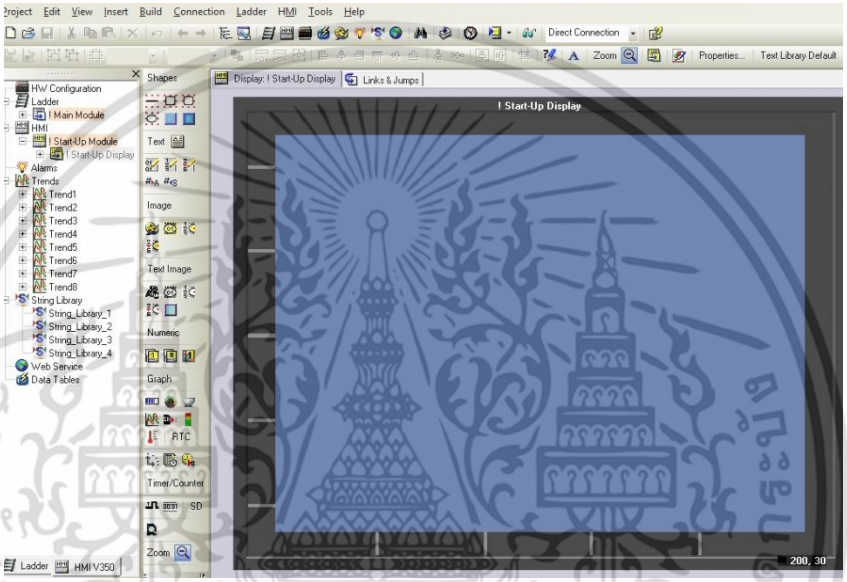
รูปที่ 3.15 แสดงไอคอนโปรแกรมสำหรับออกแบบแลดเดอร์

การออกแบบโปรแกรม ทางผู้วิจัยได้พิจารณา และคำนึงถึงการพัฒนาโปรแกรมคำนวณ ค่าความสามารถทำความเย็น (Cooling capacity : Q), ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance : COP) , ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio : EER), ระดับการประหยัดพลังงาน แสดงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก. 1155 – 2536 ในส่วนของการแสดงผลได้ถูกออกแบบหน้าจอการแสดงผล ให้สะดวก และเข้าใจง่าย ซึ่งเน้นง่ายต่อการใช้งานในสถานการณ์จริง รวมไปถึงการแสดงผลผ่านทางเว็บบราวเซอร์ บนอุปกรณ์สมาร์ทดีไวซ์ ประเภทสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือ คอมพิวเตอร์ ทั่วไป

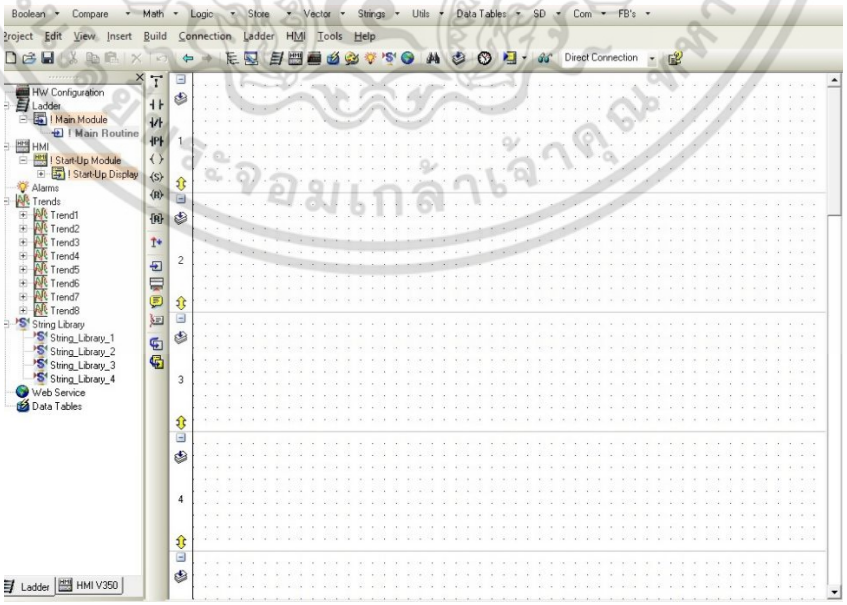
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1ฟังก์ชันเครื่องมือ ที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรมคำนวณ

การออกแบบแลดเดอร์สำหรับ PLC ที่มีหน้าจอสัมผัสในตัว จะมี 2 หน้าต่างหลัก คือ หน้าต่างสำหรับออกแบบหน้าจอสัมผัส และ หน้าต่างสำหรับการออกแบบแลดเดอร์ ซึ่งทั้งสองหน้าต่างล้วนทำงานควบคู่กันไป โดยใช้ตัวแปรอ้างอิงจากแหล่งเดียวกัน ดังนั้นการออกแบบหน้าจอสัมผัสและแลดเดอร์ จึงมีความจำเป็นต้องเรียบเรียงการออกแบบหน้าจอสัมผัส และการเขียนแลดเดอร์ไปทีละขั้นตอน ไม่เช่นนั้นอาจจะเกิดความสับสันระหว่างตัวแปรได้ภายหลัง ซึ่งหน้าต่างสำหรับการออกแบบหน้าจอสัมผัสดังรูปที่ 3.16 สำหรับหน้าต่างสำหรับการออกแบบแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.16 แสดงหน้าต่างสำหรับการออกแบบหน้าจอสัมผัส

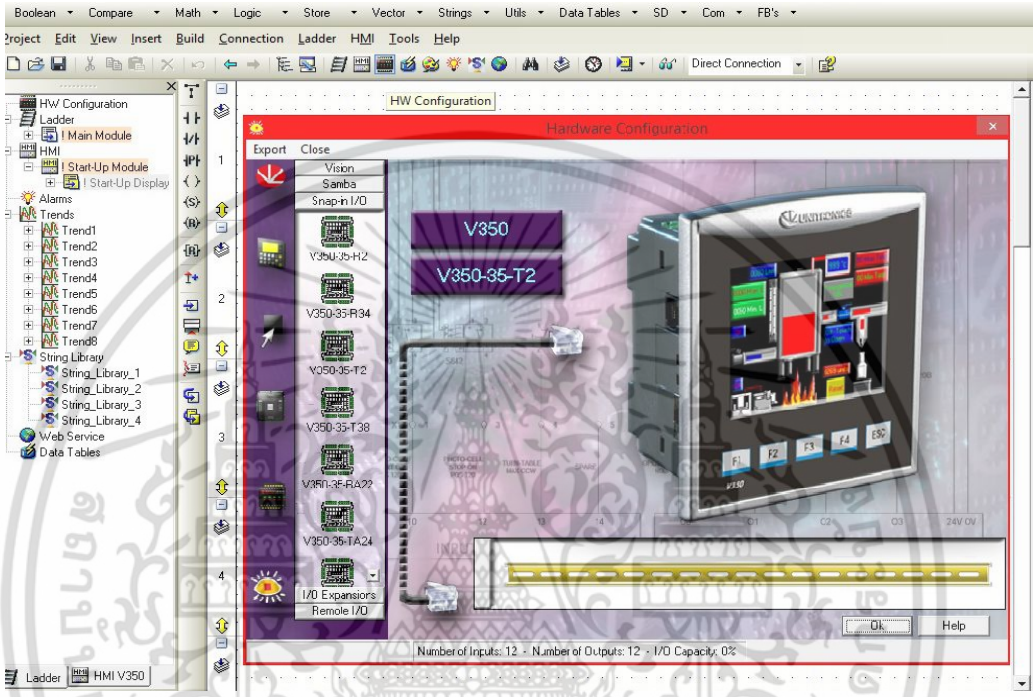


รูปที่ 3.17 แสดงหน้าต่างสำหรับการเขียนแลดเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การตั้งค่าอุปกรณ์สำหรับ PLC

สำหรับการเริ่มต้นการออกแบบโปรแกรมสำหรับ PLC จำเป็นต้องมีการตั้งค่าอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนเริ่มต้นเขียนแลดเดอร์ เพื่อให้ PLC รู้ว่ามีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอะไรบ้าง และแทนอุปกรณ์แต่ละชนิดเป็นตัวแปรชนิดใด เพื่อที่จะได้สามารถนำมาอ้างอิงได้ ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งสามารถตั้งค่าได้ดังรูปที่ 3.18 จะเห็นได้ว่ามีชื่อรุ่นของ PLC อยู่หลายรุ่น โดยการตั้งค่านั้นต้องเลือกให้ตรงกับรุ่นที่ใช้งาน และหากมีอุปกรณ์อื่น (I/O expansion) ต้องกำหนดค่าครั้งแรกก่อนเสมอ

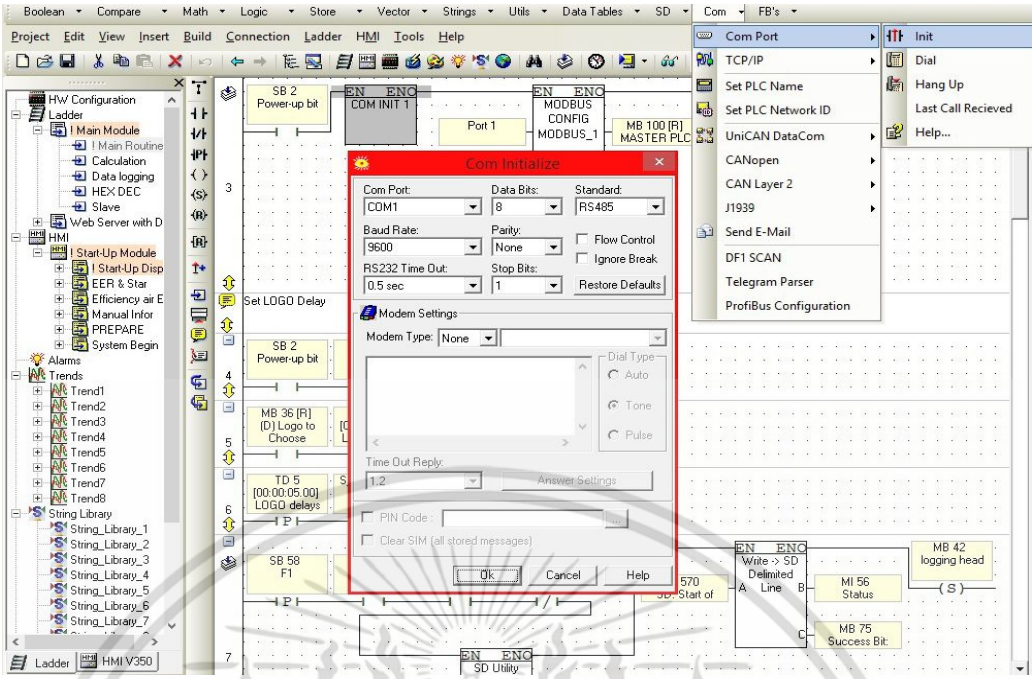


รูปที่ 3.18 แสดงการตั้งค่าอุปกรณ์ PLC

3.5.3 ฟังก์ชันการติดต่อสื่อสารประเภท RS-485

เมื่อมีการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับ PLC วิธีการติดต่อสื่อสาร หากไม่มีการตั้งค่า RS-485 ที่อุปกรณ์ PLC จะติดต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ทาง RS-232 เนื่องจากเป็นการตั้งค่าเบื้องต้น และหลังจากที่มีการตั้งค่าการใช้งาน RS-485 ทางฟังก์ชั่นแล้ว ยังต้องมีการตั้งค่าทางด้านอุปกรณ์โดยการถอดฝาครอบอุปกรณ์ PLC และเปลี่ยนพินที่ตั้งค่าที่ RS-232 เป็นทางด้าน RS-485 เพื่อต่อระบบ มอดบัส RS-485

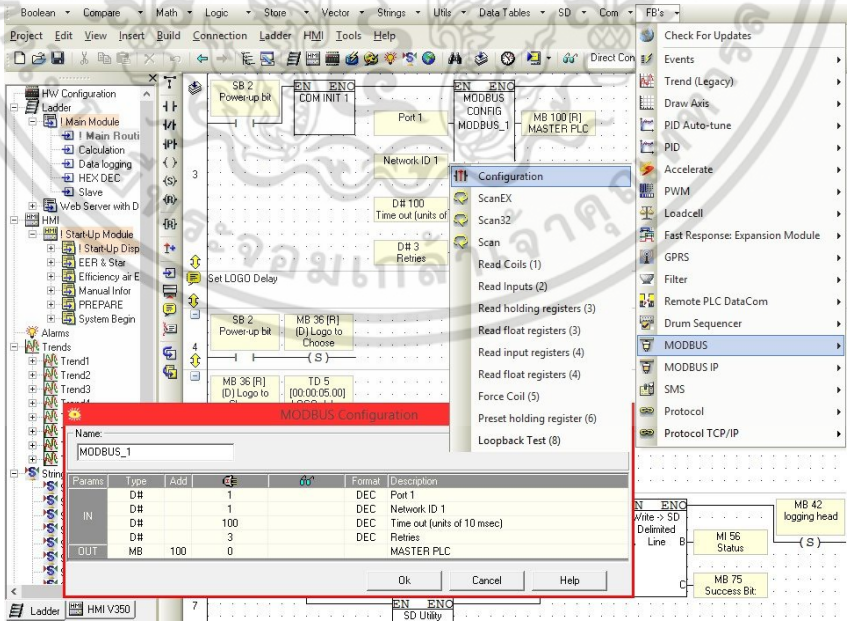
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แสดงการตั้งค่าฟังก์ชันการติดต่อสื่อสารประเภท RS485

3.5.4 การตั้งค่าการใช้ MODBUS

การรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC กับอุปกรณ์การวัดข้างต้นนั้น เลือกใช้โปรโตคอล มอดบัส PLCเป็นมาสเตอร์ (Master) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมหลัก และกำหนดให้เซนเซอร์ต่าง ๆ เป็นสลาฟ (Slave โดยสามารถกำหนดได้ดังรูปที่ 3.20

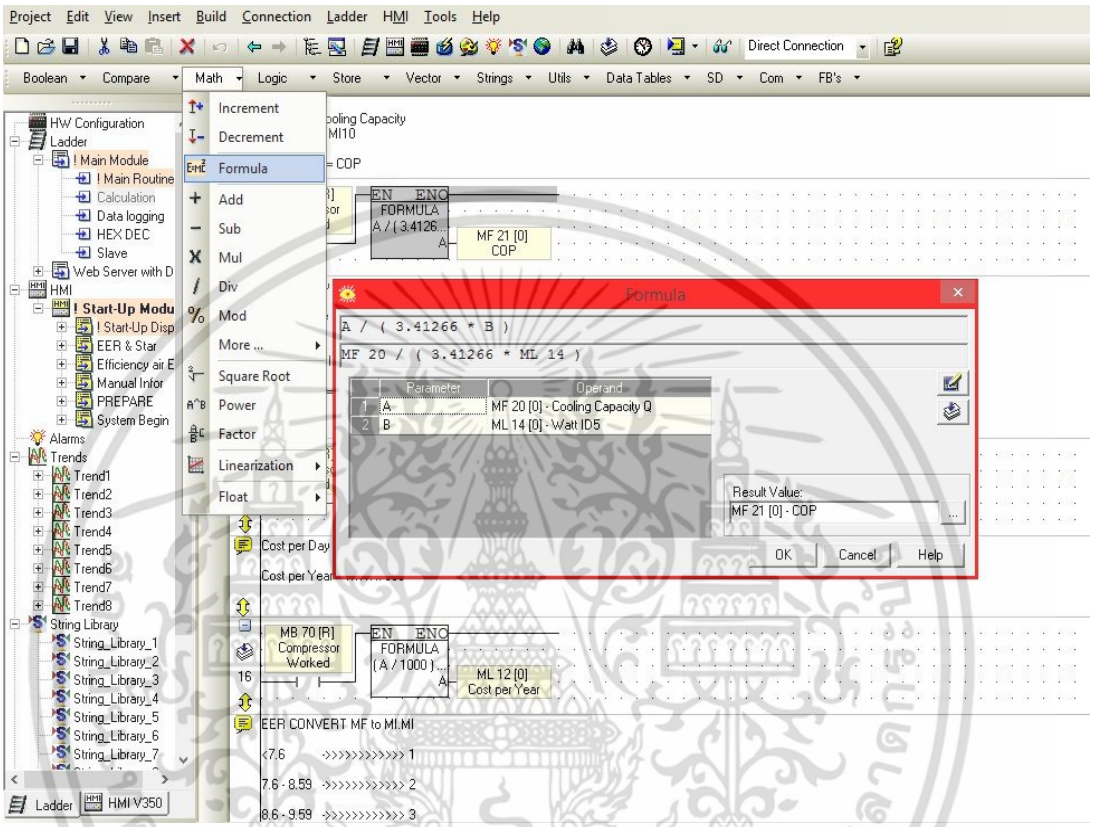


รูปที่ 3.20 แสดงการตั้งค่าการใช้ MODBUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 การเรียกใช้ฟังก์ชันคณิตศาสตร์

การใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ใน PLC ทำให้สามารถคำนวณสมการได้ครบถ้วนภายในเครื่องเดียว การตั้งค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามข้อกำหนดของขอบเขต ซึ่งสามารถสร้างสูตรหรือฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาได้ ตามต้องการดังรูปที่ 3.21

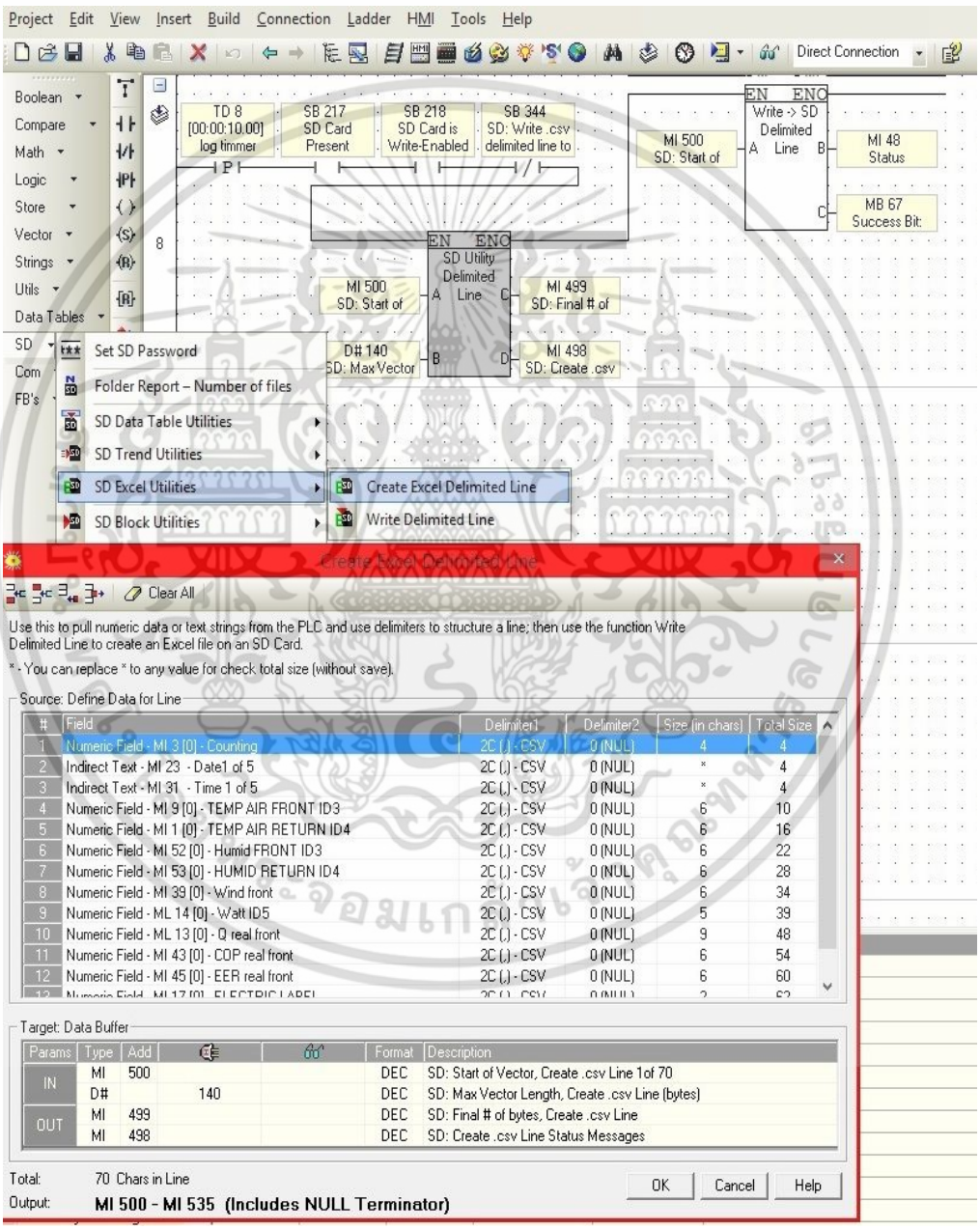


รูปที่ 3.21 แสดงการสร้างฟังก์ชันสูตรการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 การใช้ฟังก์ชันบันทึกค่าตัวแปรลงในหน่วยความจำภายนอก

การเรียกใช้ฟังก์ชันบันทึกค่าตัวแปร ลงในหน่วยความจำภายนอก ทำให้สามารถเก็บข้อมูลในปริมาณที่มากขึ้นด้วยหน่วยความจำ SD-CARD ซึ่งสามารถบันทึกเป็นไฟล์ชนิด .CSV และ .TXT ได้ โดยที่ไฟล์ชนิด .CSV สามารถที่จะเรียกดูภายใต้โปรแกรมของ Microsoft excel ได้ ทำให้เกิดความสะดวกมากขึ้น หากจะนำข้อมูล ตัวแปร ผลลัพธ์ หรือค่าต่าง ๆ ออกมาวิเคราะห์ ซึ่งสามารถทำได้ดังรูปที่ 3.22

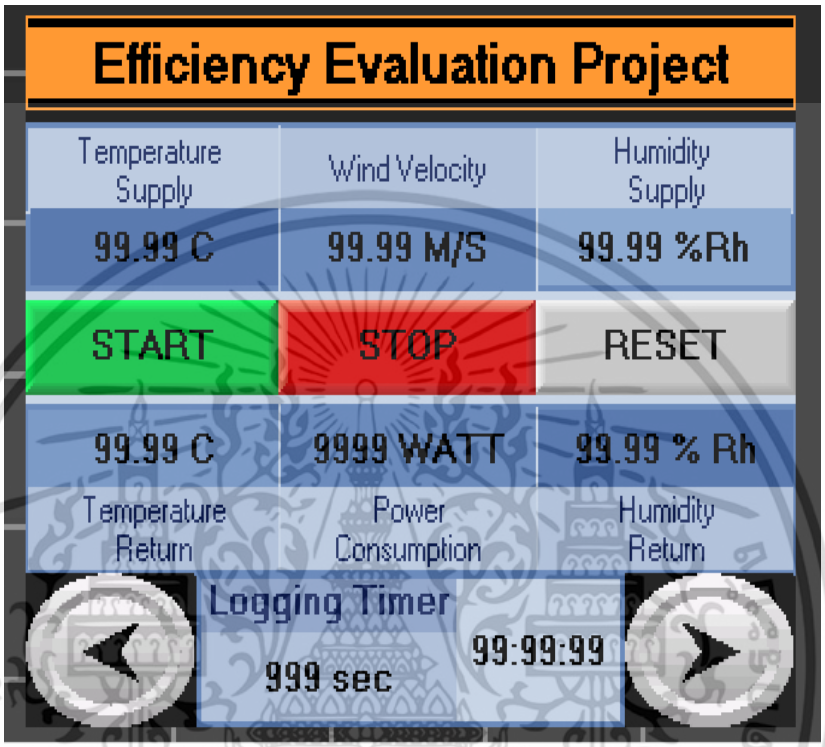


รูปที่ 3.22 แสดงการบันทึกค่าตัวแปรลงในหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.7 ฟังก์ชันเครื่องมือ ที่ใช้ในการออกแบบหน้าจอสัมผัส

การออกแบบหน้าจอสัมผัส ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งป้อนข้อมูลเข้าโดยผู้ใช้เอง และสามารถเป็นได้จอแสดงผลเพื่อแสดงผลลัพธ์



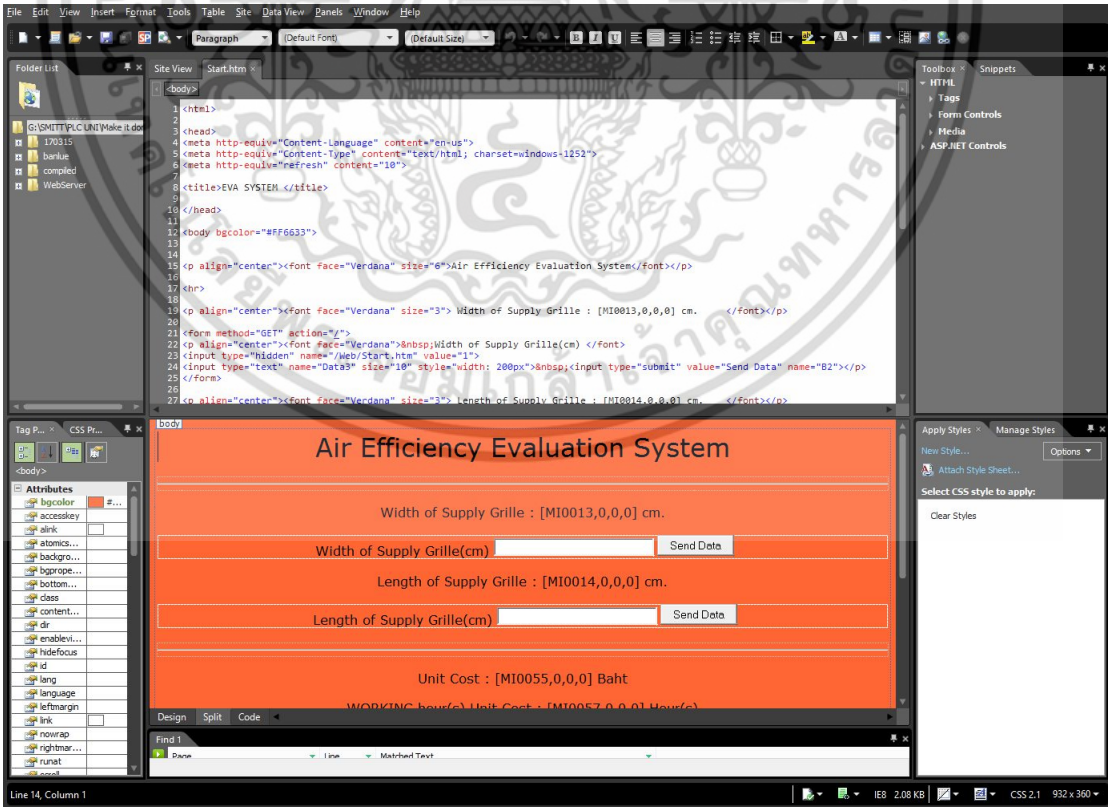
รูปที่ 3.23 แสดงกล่องข้อความที่สามารถป้อนข้อมูลได้

3.5.8 การออกแบบการแสดงผลผ่านทางเว็บบราวเซอร์

เทคโนโลยีด้านทางเครือข่าย ได้ก้าวพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว รวมไปถึงความสามารถของ PLC ซึ่งมี Ethernet Port ทำให้สามารถประยุกต์การใช้งานได้อย่างกว้างขวางมากขึ้นการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับ PLC ไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณโดยตรง สามารถเข้าถึงข้อมูลของ PLC จากโครงข่ายอินเตอร์เน็ทภายนอกได้ด้วยอุปกรณ์เชื่อมโยงสัญญาณ Router ที่มีไอพีสาธารณะทำให้สามารถแสดงผลผ่านทางเว็บเพจ ที่สร้างขึ้นมาด้วยภาษา HTML (Hyper Text Markup Language) ติดตามได้ผลลัพธ์ที่อยู่บนฐานข้อมูลของPLC ได้แบบเวลาจริงขณะทำการวัดค่า โดยโปรแกรมที่ใช้พัฒนาภาษา HTML คือ Microsoft Expression Web 4 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาต่อเนื่องมาจาก Microsoft Front Page ซึ่งมีลักษณะหน้าตาดังรูปที่ 3.24 ซึ่งง่ายต่อการใช้งาน และใช้เวลาพัฒนาน้อย แต่เนื่องจากการแสดงผลของ HTML ต้องสามารถแสดงผลที่สอดคล้องกับ PLC ทำให้การพัฒนาภาษา HTML ค่อนข้างมีข้อจำกัด ในด้านของ กราฟฟิค ความสวยงาม รวมไปถึงการเชื่อมโยงตัวแปรข้อมูล ที่มีฐานข้อมูลอยู่ใน PLC แสดงผลออกมาทางเว็บเพจ ต้องทำภายใต้คู่มือของบริษัท Unitronics ซึ่งเป็นผู้ผลิต PLCการเขียนตัวแปรอ้างอิงสำหรับการแสดงผลบนเว็บเพจ เพื่อให้เชื่อมโยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

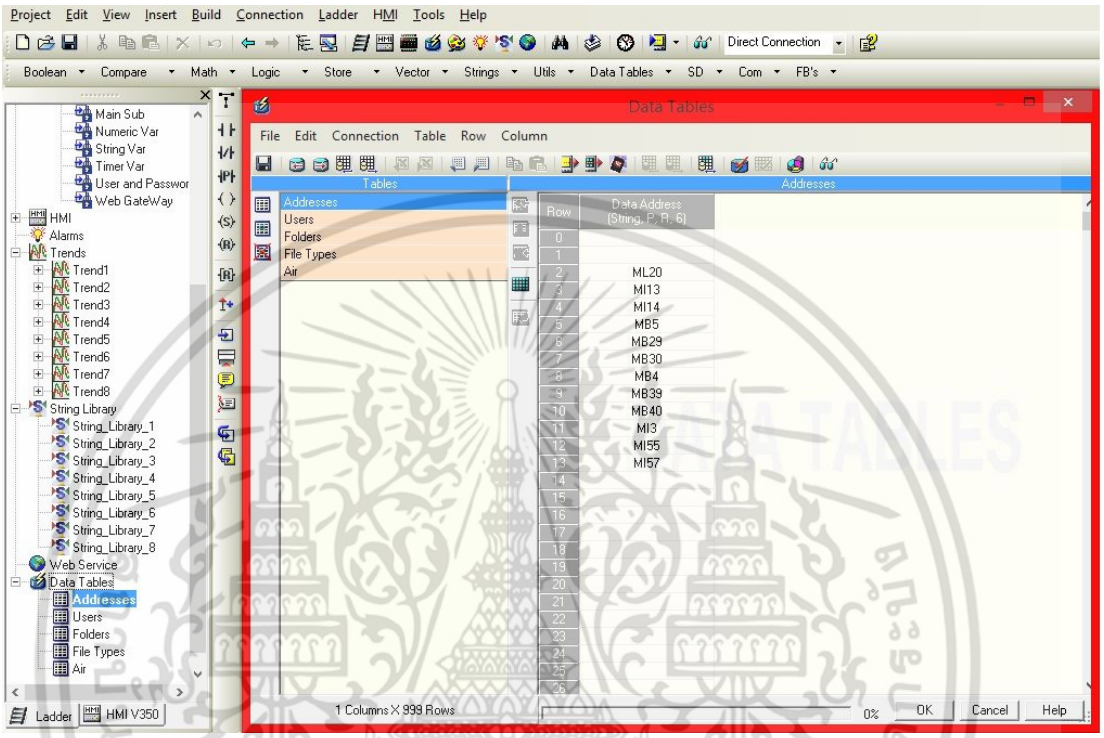
กับ PLC สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คืออ้างอิงตัวแปรที่แสดงผลบนเว็บเพจอย่างเดียว การอ้างอิงตัวแปรชนิดนี้ เปรียบ เสมือนเป็นการอ้างอิงตัวแปรให้ถูกต้องตามหลักของทางผู้ผลิต PLC โดยที่ภาษา HTML สามารถเข้าใจถึงตัวแปรใดๆ ได้ทันทีที่อ้างอิง ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องหมาย “[ ]” สำหรับการอ้างอิงตัวแปรนั้น ๆ เช่นในกรณีที่จะแสดงผลของตัวแปร MI9 (Memory integer) ซึ่งเป็นจำนวนเต็ม สามารถทำได้โดยการเขียน [MI0009,2,0,0] โดยที่ 2 หมายถึง จำนวนจุดทศนิยม 0 ตัวถัดมาหมายถึงโครงสร้างของเลขจำนวนเต็ม เช่น เต็มบวก เต็มลบ เป็นต้น และ 0 ถัดไปสำหรับการปัดขึ้น ปัดลง หรือไม่ปัด และอีกแบบหนึ่งอ้างอิงตัวแปรที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทางเว็บเพจ การอ้างอิงตัวแปรชนิดนี้ มีความซับซ้อนมากขึ้นซึ่งแตกต่างจากการแสดงผลบนเว็บเพจอย่างเดียว เนื่องจากมีการส่งข้อมูลจากทางหน้าเว็บเพจเข้ามาถึง PLC และเปลี่ยนค่าตัวแปรที่เก็บค่าไว้ในหน่วยความจำของ PLC โดยจำเป็นต้องมีการใช้แบล็คบล็อคเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในส่วนของตาราง (Data tables) เพื่อเปรียบเสมือนเป็นบริเวณสำหรับกำหนดว่าตัวแปรใด จะถูกอ้างอิงว่าอะไร เช่น ตัวแปร MI13 ขั้นแรก ต้องทำการเข้าไปกำหนดในตาราง ในส่วนของ Address เสมอ ดังในรูปที่ 3.25 ซึ่งเห็นได้ว่าMI13 อยู่ในแถวหมายเลข 3 ดังนั้น เมื่อต้องการที่อ้างอิงตัวแปร MI13 ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ จะถูกอ้างอิงโดยใช้ “Data3” แทนเสมอ ส่วนด้านการเขียนภาษา HTML จะใช้คำสั่ง “Submit” ในการส่งข้อมูล เมื่อมีการกดปุ่ม Submit หมายเลขที่ป้อนลงไปจะส่งไปยังตัวแปรที่ถูกกำหนดใน Data3 ซึ่งคือ MI13



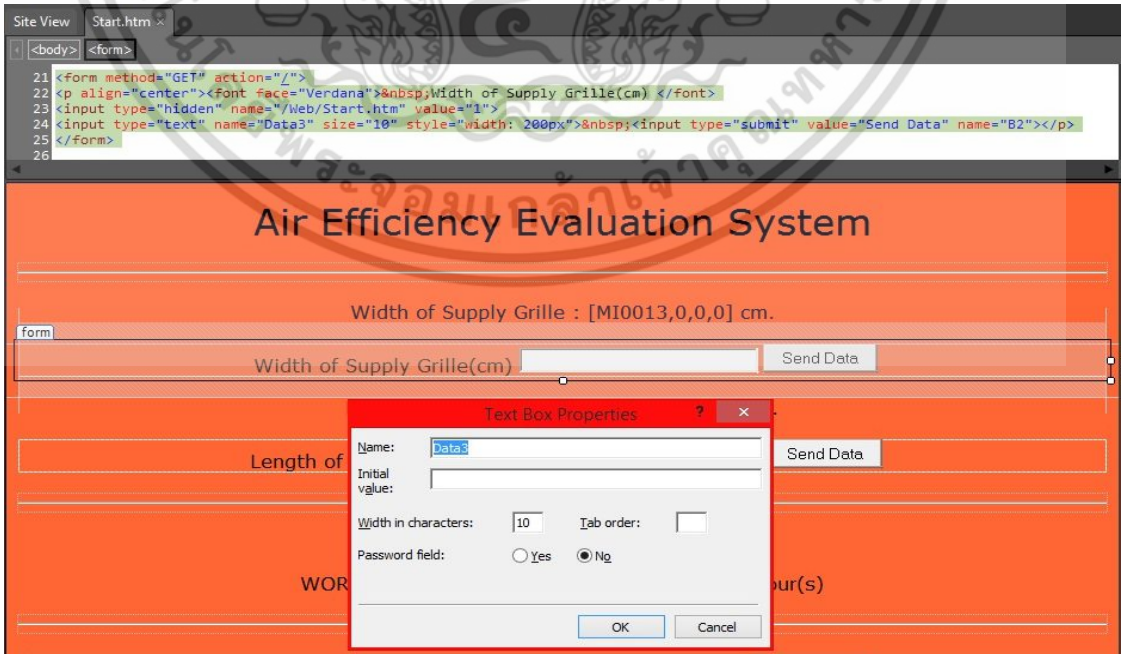
รูปที่ 3.24 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม สำหรับสร้างหน้าเว็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้สร้างไฟล์ HTML สำหรับเว็บเพจ เพื่อที่จะนำไปเชื่อมโยงกับPLC การบันทึกไฟล์ดังกล่าวเข้าสู่หน่วยความจำภายนอก SD-CARD โดยที่สามารถเลือกใช้ขนาดความจุตามความเหมาะสมของงาน เมื่อสามารถเลือกขนาดของหน่วยความจำภายนอกแล้วต้องทำการฟอร์แมต (Format) หน่วยความจำภายนอกก่อน เพื่อเป็นการปรับโครงสร้างของหน่วยความจำภายนอก ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้เครื่องมือของทางผู้ผลิตPLCโดยการดาวน์โหลดโปรแกรม SD Card suite



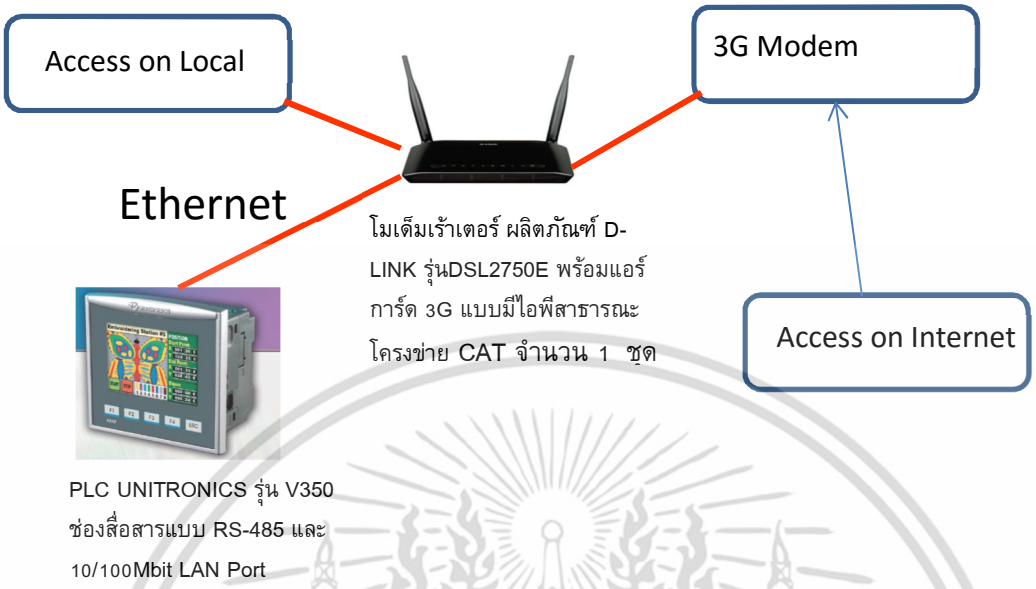
รูปที่ 3.25 แสดงการกำหนดตัวแปรลงในตาราง Address



รูปที่ 3.26 แสดงการอ้างอิงตัวแปรตามหมายเลขแถวของตาราง Address

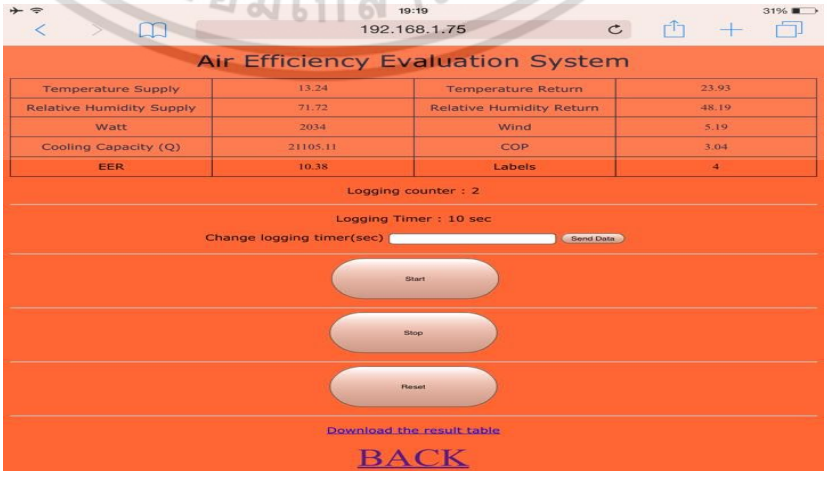
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเชื่อมต่อเพื่อการสั่งงานและแสดงผลผ่านเน็ทเวิร์ค



รูปที่ 3.27 แสดงการเชื่อมโยงไปยังหน่วยแสดงผลและสั่งงานผ่านเน็ทเวิร์ค

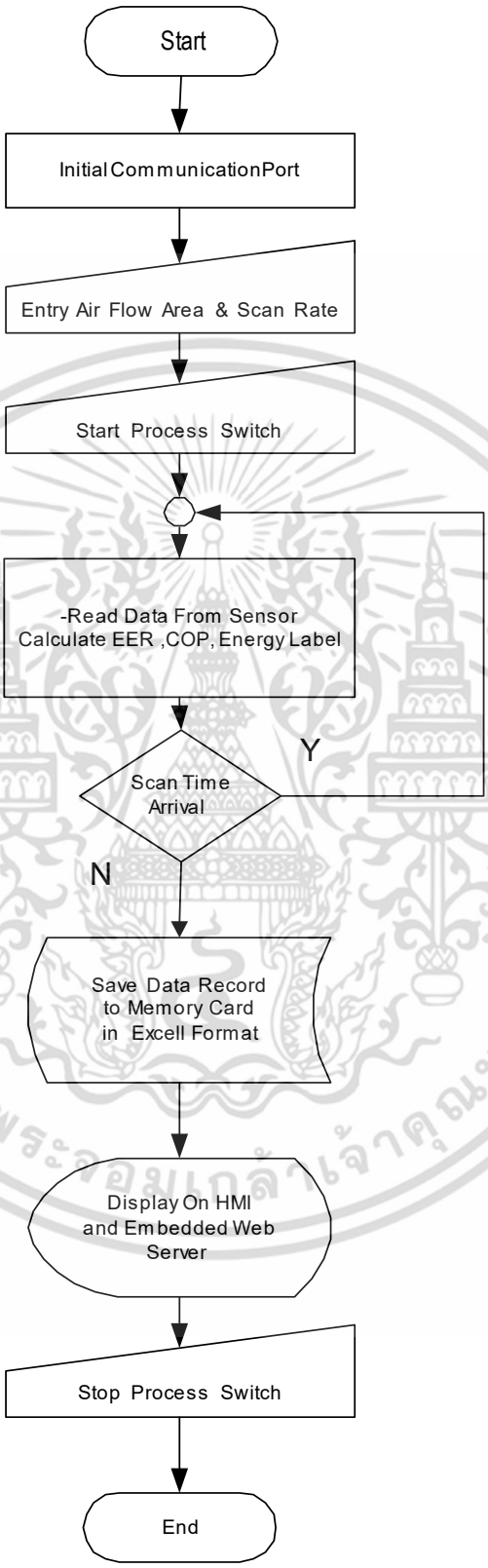
การเชื่อมต่อการสั่งงานสำหรับการวัดและแสดงผลสามารถใช้โมเด็มเร้าเตอร์ต่อเชื่อม พีแอลซี ด้วย Ethernet Port 10/100Mbit. ส่วนสมาร์ทดีไวส์ ใช้โปรแกรมเบราซ์เซอร์ ที่ใช้โดยทั่วไป เช่น Internet Explorer Chrome หรือ Safari ที่ทำงานอยู่บน HTTP Protocol ในกรณีที่อยู่ภายในสัญญาณ WiFi ของโมเด็มเร้าเตอร์ Client สามารถเข้าถึงหน้า Web Page ของ Embedded Web ที่อยู่บน พีแอลซี ได้โดยใช้วิธี อ้างถึง IP Address ของ พีแอลซี โดยตรง ถ้ากรณี ที่อยู่นอกเขตของสัญญาณ WiFi และที่ Client ต่ออยู่กับ Internet สามารถเข้าถึงหน้าของ Web Page ได้โดย อ้างถึงหมายเลข IP Address ของแอร์การ์ด 3G ที่มี ไอพี สาธารณะต่ออยู่กับโมเด็มเร้าเตอร์ และที่ตัวโมเด็มเร้าเตอร์ ใช้วิธีการตั้งค่า Port Forward ไปยัง พีแอลซี จึงทำให้ Client ที่ต่ออยู่บน Internet เข้ามาใช้งานของระบบได้



รูปที่ 3.28 แสดงหน้าจอสมาร์ทดีไวซ์แสดงผลและสั่งงานผ่านเน็ทเวิร์ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม

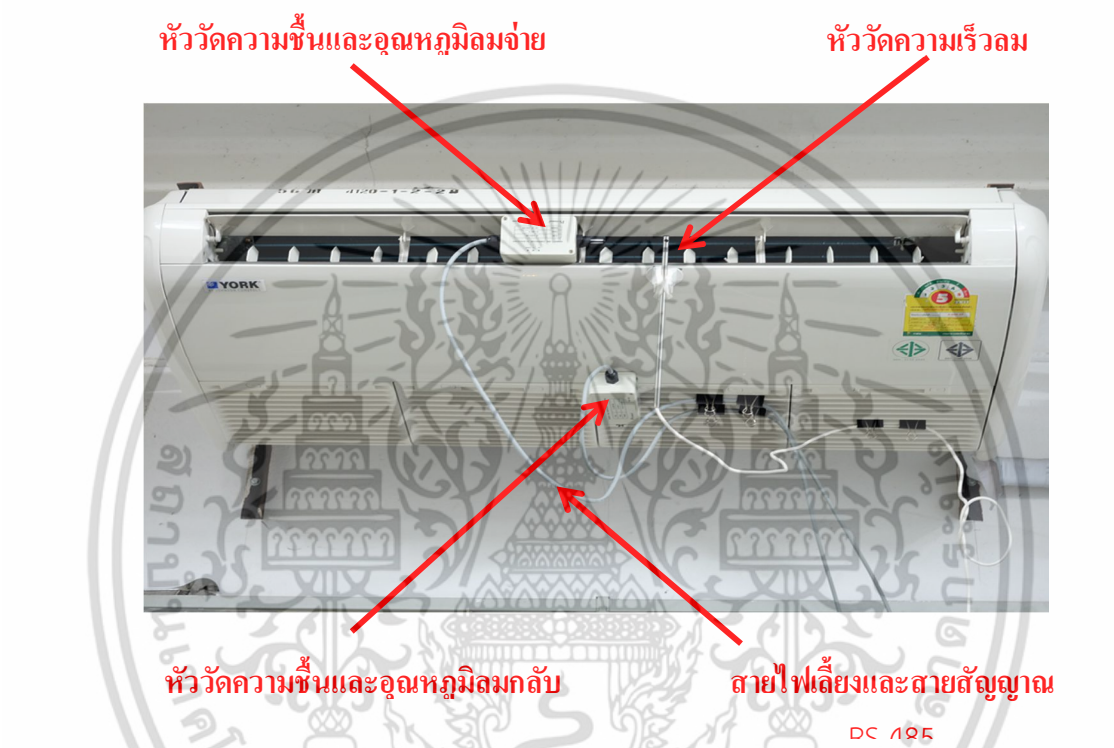


รูปที่ 3.29 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การทดสอบการวัดและประเมินผล

ทำการทดลองวัดค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศผลิตภัณฑ์ YORK Model YCRH-25A Colling Capacity 27086.5 Btu/Hr , Input Power 2274.1 Watt, COP 3.49,Starting Current 66 A. S/N1306BC01283 ที่ห้อง Factory Automation Lab อาคารภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อ 5 เมษายน 2558 ช่วงเวลา 17:04 – 18:20 น.

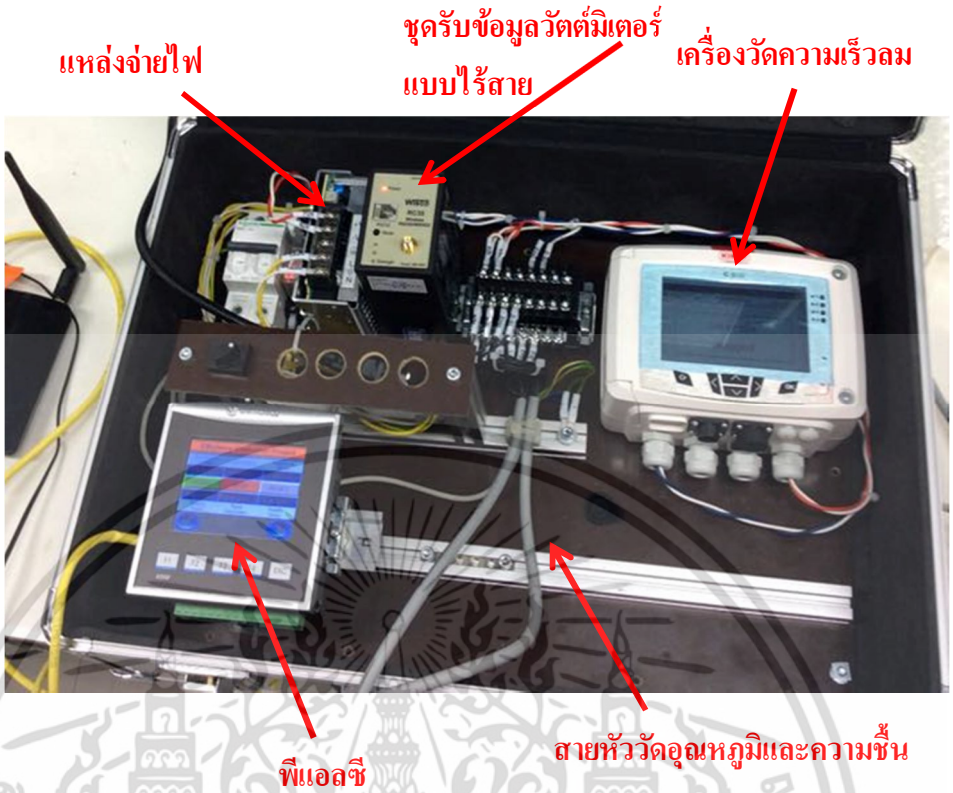


รูปที่ 3.30 แสดงการติดตั้งหัววัดที่คอยล์เย็น

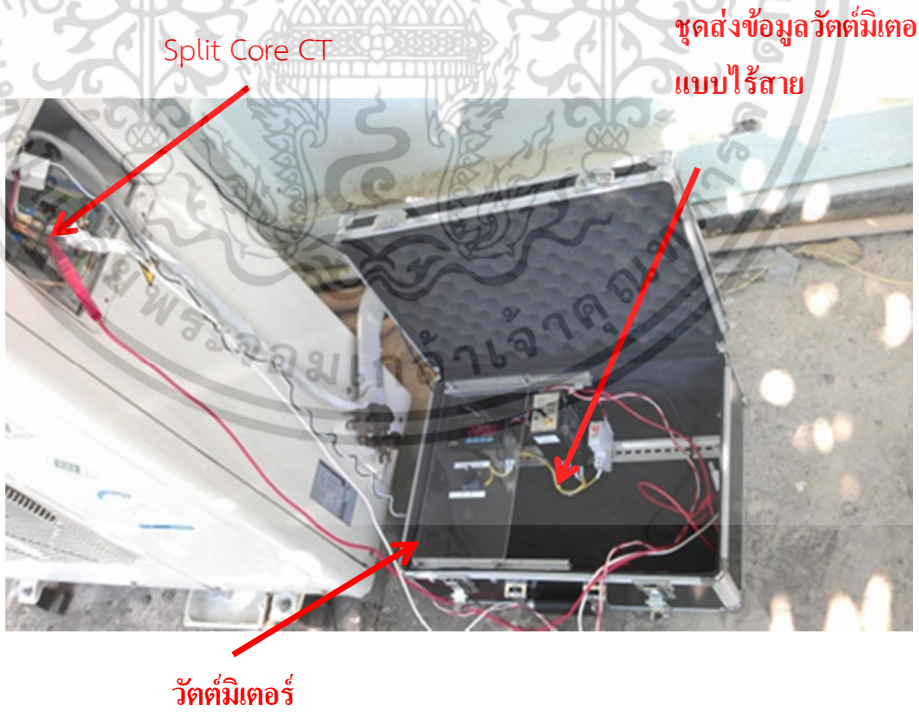
การติดตั้งหัววัดที่คอยล์เย็น ประกอบด้วย หัววัดอุณหภูมิทั้งด้านลมจ่ายและด้านลมกลับโดยที่แต่ละหัววัดถูกต่อเชื่อมสายไปยัง พีแอลซี ที่ประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงและสายสัญญาณ RS-485 ส่วนหัววัดความเร็วลม ถูกต่อไปที่เครื่องวัดความเร็วลมที่อยู่กับตัวกล่องที่บรรจุ พีแอลซี

ส่วนการติดตั้งเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ที่ชุดคอยล์ร้อนด้วยวัตต์มิเตอร์ต้องการวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าเพื่อให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้า เพราะว่ากำลังไฟฟ้าเป็นผลคูณระหว่างค่ากระแสกับแรงดันคูณกับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของโหลด สำหรับวิธีการปฏิบัติงานมีความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัย การวัดค่ากระแสด้วย Current Transformer Split Core Type ไม่ต้องปลดสายไฟเพื่อร้อยสายผ่านสามารถเปิดฝาออกและครอบสายได้ทันที การวัดแรงดันไฟฟ้าไม่ต้องใช้เครื่องมือใดๆ ในการต่อสายเพราะใช้ปากคีบ คีบกับขั้วต่อสายแรงดัน 220V.และเป็นไฟเลี้ยงวัตต์มิเตอร์กันชุดส่งข้อมูลแบบไร้สาย ตามรูปที่ 3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



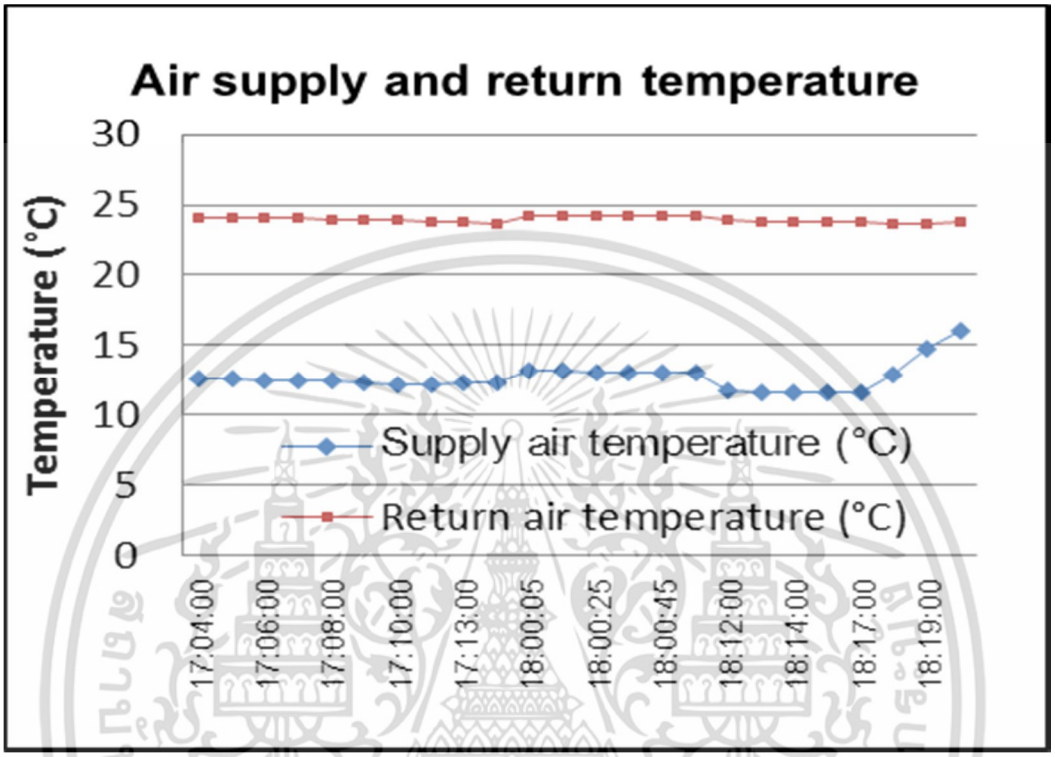
รูปที่ 3.31 แสดงชุดเครื่องวัดและควบคุม



รูปที่ 3.32 แสดงชุดเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

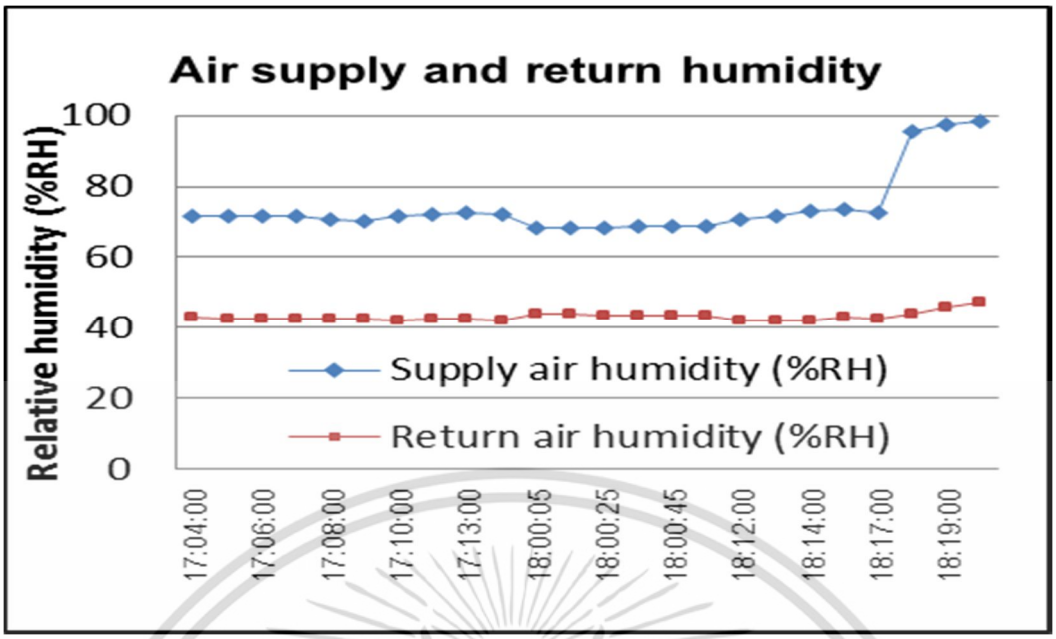
บทที่ 4
ผลการทดสอบ



รูปที่ 4.1 รูปกราฟแสดงผลอุณหภูมิลมจ่ายและกลับ

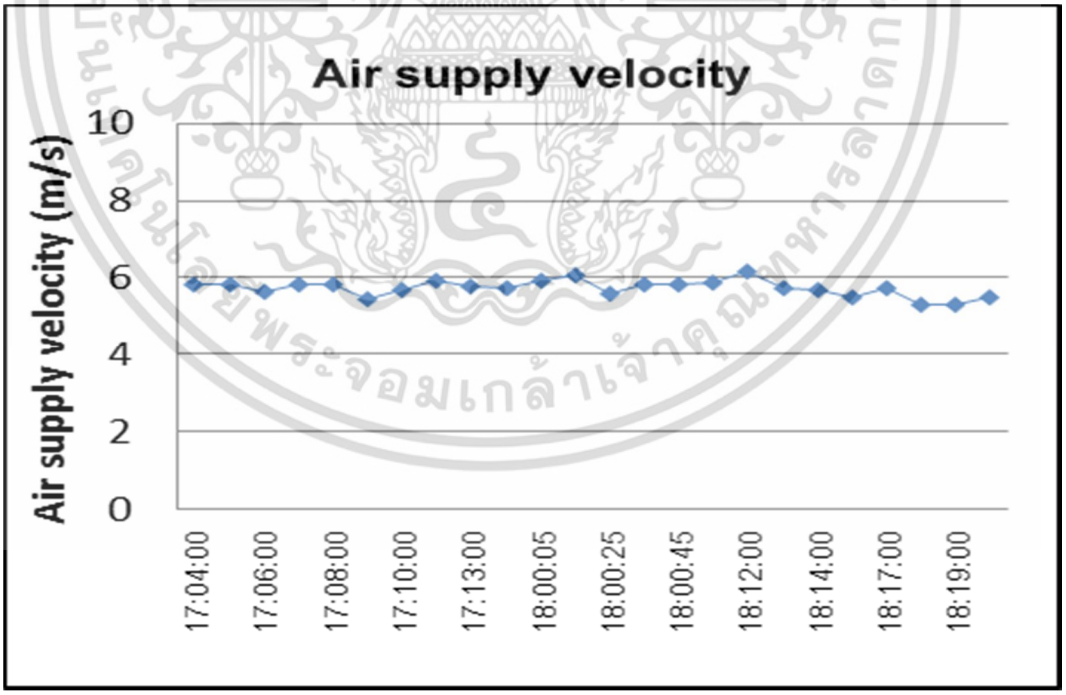
ผลการวัดจากกราฟ รูปที่ 4.1 เป็นการอ่านค่าอุณหภูมิจากหัววัดของลมจ่ายออกและลมกลับโดยตรงบันทึกค่าลงตารางใน SD-Card และแสดงผลที่ HMI และ Embedded Web อุณหภูมิของลมกลับคืออุณหภูมิที่ถูกควบคุมด้วยเทอร์โมสตัทที่ตั้งค่าของอุณหภูมิในห้องไว้ ค่าที่ได้จะค่อนข้างคงที่เพราะเป็นการวัดอุณหภูมิอากาศภายในห้อง ถึงแม้ว่าคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานการเปลี่ยนแปลงน้อยมากไม่เกินค่า SPAN ของเทอร์โมสตัท อุณหภูมิลมจ่าย มีค่าอยู่ระหว่าง 10-15 ℃ เพราะหัววัดอยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายลมเย็นจึงเปลี่ยนแปลงได้เร็วตามจังหวะการทำงานของคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 รูปกราฟแสดงผลความชื้นลมจ่ายออกและกลับ

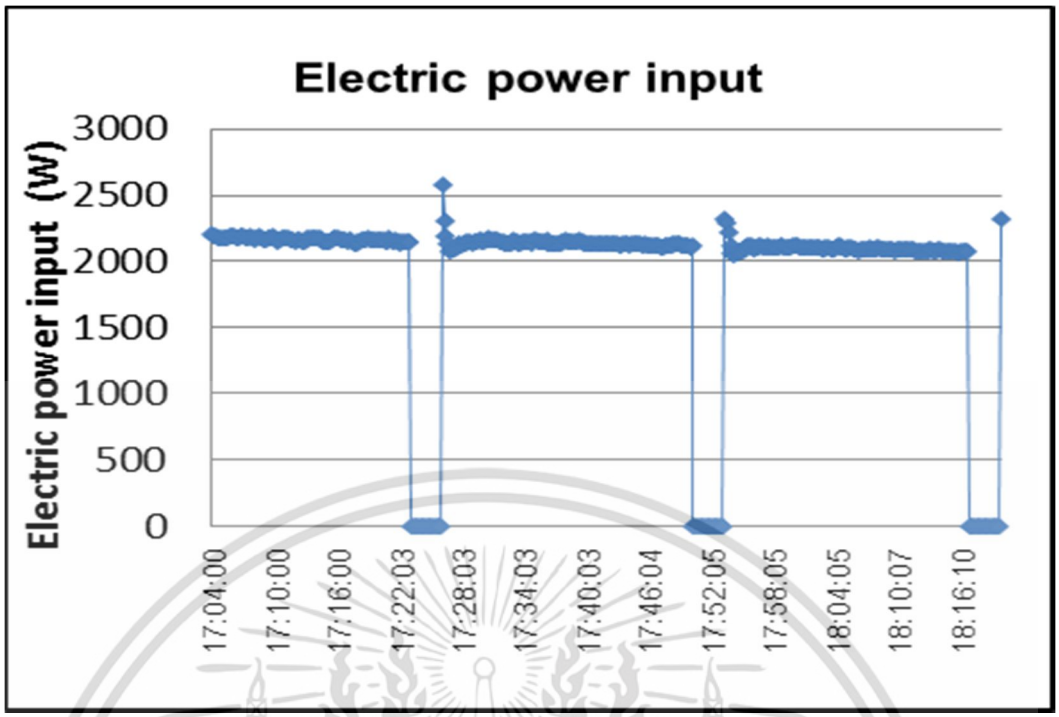
ความชื้นของลมจ่ายออกมีค่าสูงกว่าลมกลับเสมอค่อนข้างที่เปลี่ยนแปลงมาก ทั้งนี้เป็นไปตามการตัดต่อของคอมเพรสเซอร์และวัดตรงจุดจ่ายลมออกโดยตรง ส่วนความชื้นของลมกลับเปรียบได้กับตัวแทนความชื้นของอากาศในห้องปรับอากาศ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อเทียบกับความชื้นด้านลมจ่ายออก



รูปที่ 4.3 รูปกราฟแสดงผลความเร็วลมจ่ายออก

ความเร็วลมที่วัดได้ที่ประมาณ 5.9 m/s ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ความชื้น หรือคอมเพรสเซอร์เป็นไปตามการทำงานของมอเตอร์พัดลมของชุดคอยล์เย็น

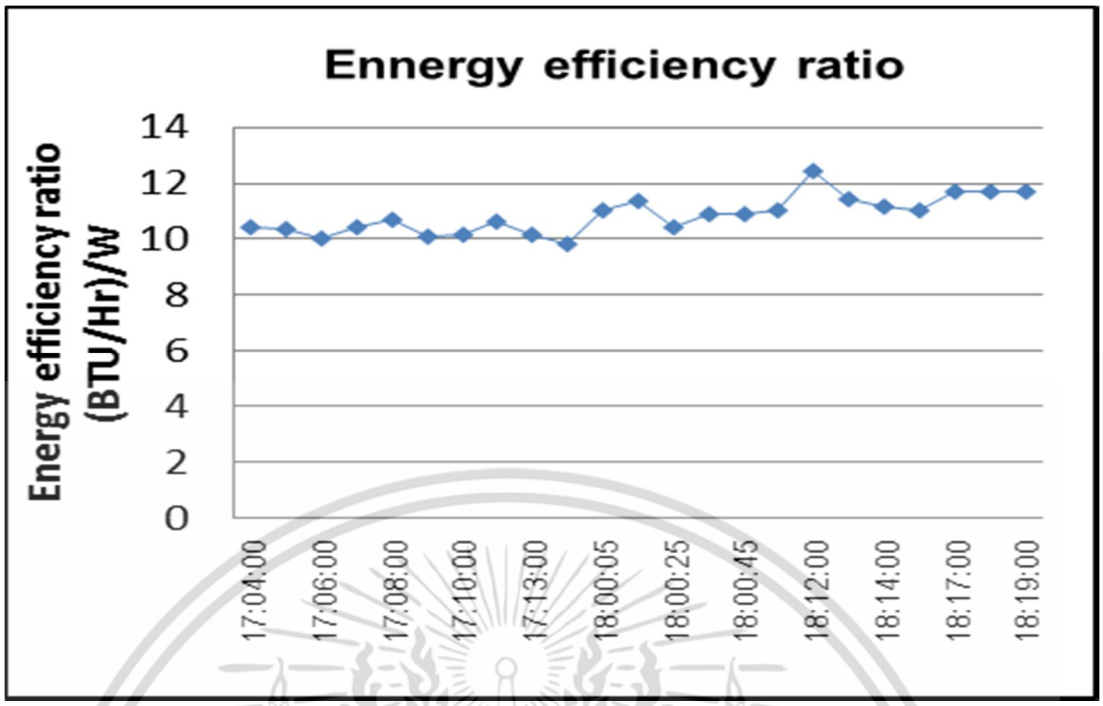
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



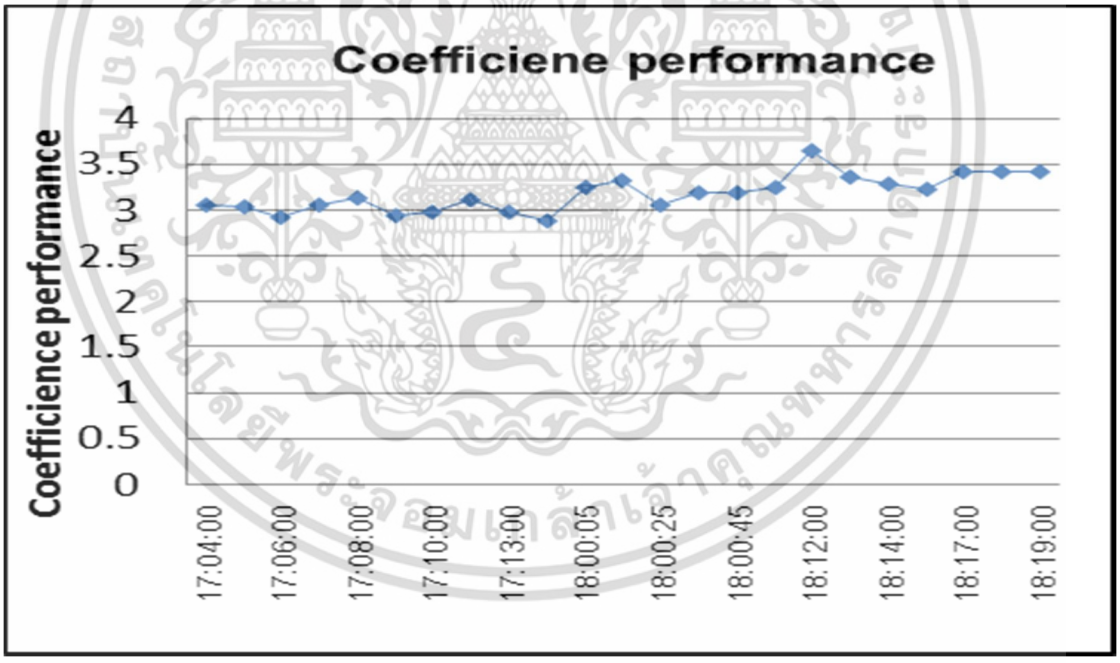
รูปที่ 4.4 รูปกราฟแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ค่ากำลังไฟฟ้าในขณะทำงานมีค่าใกล้เคียงค่าพิกัดที่แจ้งไว้ตามป้ายคือ 2274.1 Watt ในช่วงที่คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงาน แล้วเริ่มทำงานใหม่จะเห็นได้ว่า ค่ากำลังไฟฟ้าสูงขึ้นไปมากกว่า 2500W.ทั้งนี้เป็นไปตามพฤติกรรมของคอมเพรสเซอร์คือช่วงจ่ายไฟช่วงแรกจะเกิดอาการล็อกโรเตอร์ตามพิกัดตามป้ายที่แจ้งไว้คือ 66 A. ก่อนที่จะหมุนไปที่ความเร็วปกติ และกระแสลดลงเป็นปกติ กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้านี้บอกให้ทราบว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้อยู่มีพิกัดที่เพียงพอต่อโหลดที่ใช้งานเพราะมีการตัดต่อการทำงานหากพิกัดไม่เพียงพอต่อโหลด หรือประสิทธิภาพน้อยลงเครื่องจะทำงานตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



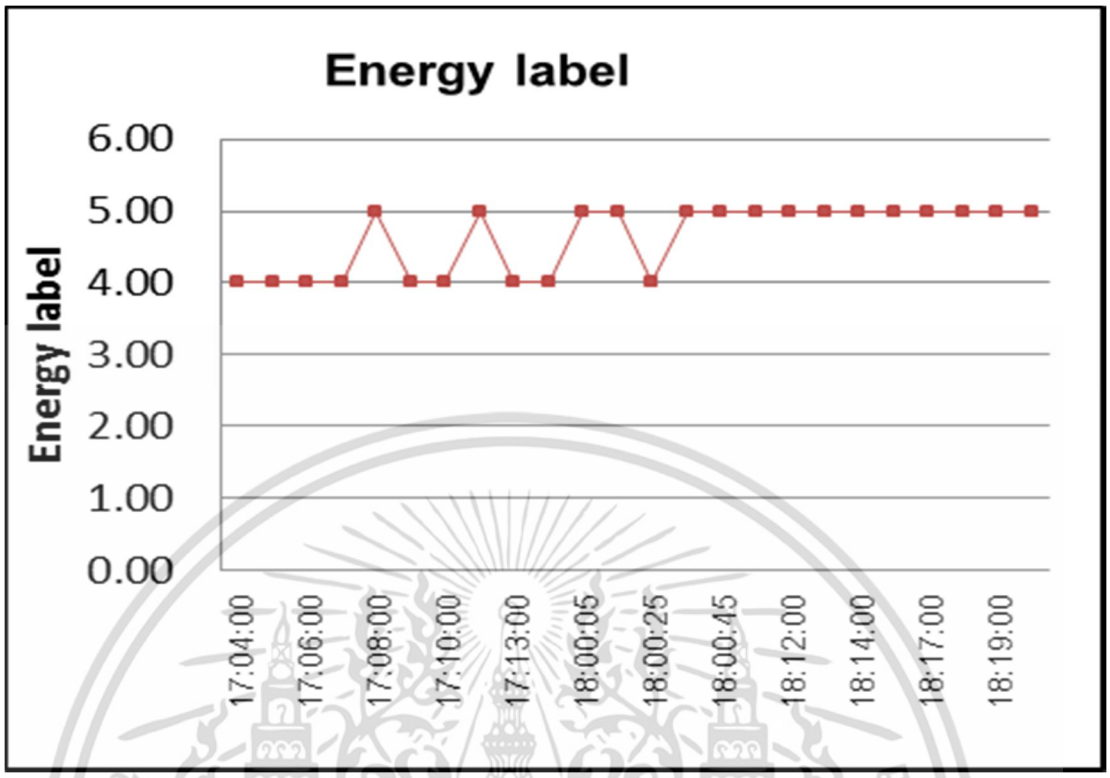
รูปที่ 4.5 รูปกราฟแสดงค่า EER



รูปที่ 4.6 รูปกราฟแสดงค่า COP

ค่า EER และ COP เป็นกราฟทิศทางเดียวกันแตกต่างที่ขนาดเพราะหน่วยอ้างอิงแตกต่างกันคือ EER หน่วยเป็น (Btu/ht)/W ส่วน COP หน่วยเป็น W/W ค่ากราฟที่ได้เป็นการคำนวณด้วย พีแอลซี การคำนวณของโปรแกรม พีแอลซี เว้นช่วงที่คอมเพรสเซอร์ไม่ทำงาน จึงได้ค่าที่ต่อเนื่อง หากคำนวณจะไม่เป็นจริงพราะยังมีค่าความเย็น (Q) ออกมาแต่ไม่มีพลังงานจ่ายเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 รูปกราฟแสดงค่าฉลากประหยัดพลังงาน

การแสดงค่าฉลากประหยัดพลังงานตามการกราฟที่แสดงเริ่มต้นที่เบอร์ 4 มีการแกว่งระหว่างเบอร์ 4 กับ เบอร์ 5 และลู่เข้าสู่เบอร์ 5 ทั้งนี้เพราะ การกำหนดค่าระหว่างช่วงเบอร์ 4 กับ เบอร์ 5 มีค่าที่กว้างคือ เบอร์ 4 มีค่า 9.6 ≤ EER < 10.6 และเบอร์ 5 มีค่า EER ≥ 10.6 ทั้งนี้จะอ้างอิงผลเป็นค่าของฉลากประหยัดพลังงานได้นั้นสภาพแวดล้อมทดสอบต้องเป็นไปตาม มอก.1155 – 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ระบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน เป็นการรับข้อมูลจากเซนเซอร์มาทำการคำนวณ โดยใช้โปรแกรมเพื่อตรวจสอบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) ของเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งานมาเป็นระยะเวลานานแล้ว ให้รู้ถึงความสามารถในการทำความเย็นว่า ยังคงประหยัดพลังงานและ มีความคุ้มค่าแก่การใช้งานอยู่หรือไม่โดยสามารบอกเป็นระดับตัวเลขฉลากระดับประหยัดพลังงาน ออกมาแบบทันทีทันไดไม่ต้องใช้การคำนวณหรืออุปกรณ์อื่นประกอบอีก และมีการเก็บข้อมูลของการวัดค่า ไว้ในรูปแบบตารางเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการวัดครั้งต่อไปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศนั้น ว่าคุ้มค่าต่อการใช้งานต่อไปหรือควรเปลี่ยนเครื่องเพื่อความคุ้มค่าในระยะยาว และเป็นการวางแผนการซ่อมบำรุงให้เครื่องปรับอากาศในกรณีที่สามารถแก้ไขได้ ในส่วนหลักขององค์ประกอบที่ใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณค่าประสิทธิภาพ เครื่องปรับอากาศ โดย PLC ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ในโรงงานซึ่งคงทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง อีกทั้งยังมีรูปแบบฟังก์ชั่นการทำงานที่เข้าใจง่ายและสามารถศึกษาพัฒนาเพิ่มเติมฟังชั่นเพื่ออำนวยความสะดวกเพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง ระบบประเมินประสิทธิภาพ มีวัตถุประสงค์ว่า สามารถนำเอาไปใช้ได้ตามบ้านเรือนทั่วไปและ อาคาร ได้อย่างสะดวก เพราะฉะนั้นจึงทำการเสริมการแสดงผลขึ้นมาให้ผู้ใช้งาน โดยทำการเขียนหน้าเว็บที่ใช้เป็นตัวแสดงผล ให้สอดคล้องกับการแสดงผลใน PLC แล้ว

การหาค่า อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER)ใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของเครื่อง ปรับอากาศนั้นเป็นการเปรียบเทียบจำนวนความเย็นที่จ่ายออกมาต่อค่าพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนเข้าไปหน่วยเป็น (Btu/hr)/Watt เมื่อปรับหน่วย Btu/hr ให้เป็น Watt/Watt หรือหากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้ว EER > 1 หรือมากกว่า 100% ซึ่งจะขัดแย้งกับกฎเทอร์โมไดนามิกส์ เพราะว่าหน่วย Watt ทางความร้อนและทางไฟฟ้าเท่ากันเมื่อเป็นปรากฏการณ์ Joule Effect เท่านั้น ในระบบเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศจึงใช้หน่วยเป็นค่าดรรชนี EER เป็น (Btu/hr)/Watt

5.2 ข้อเสนอแนะ

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ได้ทำการเก็บข้อมูลโดยวัดค่าตัวแปรตรงกลางช่องลมจ่ายและตรงกลางช่องลมกลับเป็นหลัก หากเพิ่มจำนวนเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และเซ็นเซอร์วัดความเร็วลมอีก 2 ชุด โดยวัดด้านซ้ายและด้านขวาของแนวช่องลมจ่าย คือวัดสัญญาณด้านลมจ่าย 3 ชุดและนำมาหาค่าเฉลี่ย ก่อนนำไปใช้คำนวณด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้น จะทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศที่มีความแม่นยำสูงขึ้น โปรแกรมที่สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำไปใช้เป็นจัดเก็บข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการบริหารงานบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ โครงสร้างโปรแกรมและระบบนี้สามารถเปลี่ยนหัววัดเพื่อประยุกต์ใช้กับเครื่องทำความเย็นอื่นได้ และสามารถจะพัฒนาไปที่แอพพลิเคชั่น หรือบนโปรโตคอลอื่นได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Michener Robert and Lajtha Kate. Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science. 2nd ed. Malden: Blackwell Publishing Ltd, 2007.

[2] NASA. U.S. Standard atmosphere, 1976. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Aeronautics and Space Administration, and the United States Air Force, Superintendent of Documents Washington D.C.: U.S. Government Printing Office, 1976.

[3] Harrison, L.P. 'Fundamental concepts and definitions relations relating to humidity. In humidity and moisture measurement and control in science and industry' 3rd ed. New York: Reinhold Publish Corp, 1965.

[4] ASHRAE Standard. 1993 ASHRAE HANDBOOK, FUNDAMENTALS 6th edition, American Society of Heating Refrigerating and Air – Conditioning Engineers, Inc. 1971: Ullie Circle, N.E., Atlanta, GA 30329, 404-636-8400.

[5] สิทธิโชค แซ่ฟุ้ง. 2549. "โปรแกรมหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม มอก. 1155 – 2536., กรุงเทพ 2536.

[7] Available: http://www.tisi.go.th/, (16/04/2558) มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน

[8] Available: http://www.bkairsupply.com/content-ประเภทของเครื่องปรับอากาศและวิธีใช้อย่างประหยัด-4-3670-50334-1.html, (21/01/2558), ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

[9] Available: http://www.energyscopethai.com/hmi-programming (21/01/2558), HMI Touchscreen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

[10] Available: http://www.thaiembedded.com/blog/?p=284 (23/01/2558), พอร์ตอนุกรม RS-232, RS-422 และ RS-485

[11] Available: http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=10861&section=9 (24/01/2558), Modbus protocol

[12] Available: http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71 (26/01/2558), แอปพลิเคชั่นบนมือถือ (Mobile application) Android

[13] ผลิตภัณฑ์เบอร์ 5. โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า. : ฝ่ายปฏิบัติการด้านการใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2545

[14] Available: http://www.sentronic.com/data/product_datasheets/KIMO-Transmitter2014__CA310 (02/02/2558), ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับ C 310 – KIMO INSTRUMENT

[15] Available: http://www.smeinter.co.th/category.asp?select1=13&list=yes (02/02/2558), ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับ AC1 – B74 Multifunction Power Meter

[16] Available: http://www.wisco.co.th/main/model/rc35, (02/02/2558) RC35 Wireless RS232/485/422

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
ผลงานทางวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ME-NETT2015

The 29th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand

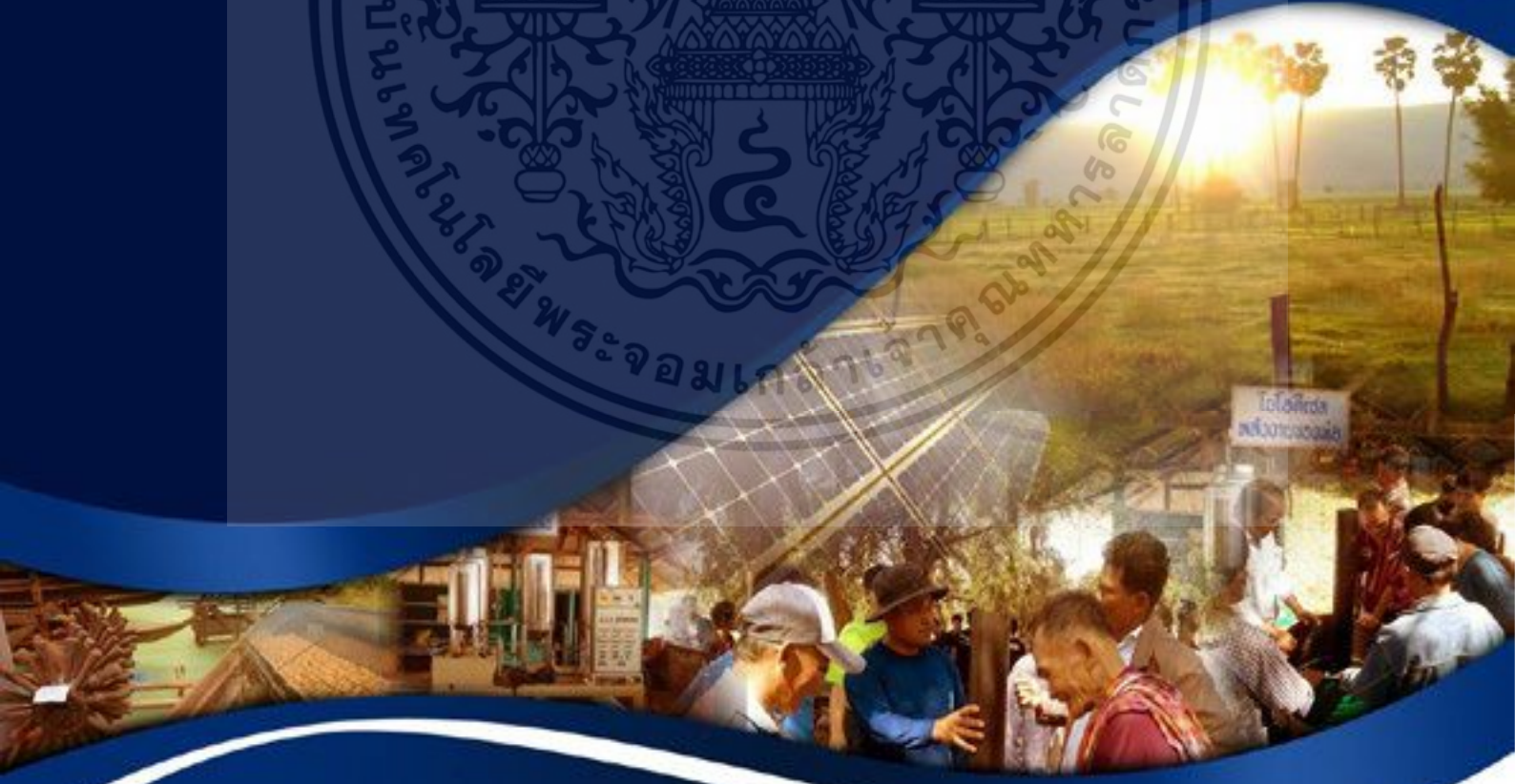
The Greenery Resort Khao Yai, Pak Chong, Nakhon Ratchasima

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกล แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29

The 29th Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand

1 - 3 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมเดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท เขาใหญ่ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

งานวิจัยเพื่อท้องถิ่นไทย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และเครื่องทำความเย็นผ่านสมาร์ทดีไวซ์

Efficiency Evaluation System for split type air conditioner and refrigerator via Smart devices

บรรลือ ศรีคุ้ม[1] และ ทวีพล ซื่อสัตย์[1*]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3 หมู่ 2 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
* E-mail :taweepol.suesut@gmail.com โทรศัพท์ +66(0) 2739 2407 Ext 109 โทรสาร +66(0)2739 2406

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเครื่องทำความเย็นในขณะที่กำลังปฏิบัติงานโดยแสดงผลผ่านสมาร์ทดีไวซ์ เช่น โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต เนื่องจากในปัจจุบันพลังงานมีความต้องการสูงขึ้นทุกวัน มาตรการในการอนุรักษ์พลังงานจึงมุ่งเน้นให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า เครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นเป็นอุปกรณ์ที่มีใช้ทั่วไปในบ้านเรือน อาคารสำนักงานซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น สำหรับในประเทศไทยได้มีการกำหนดมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536 ว่าด้วยเรื่องประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ใหม่ ในงานวิจัยนี้กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความเย็นที่ผ่านการใช้งานแล้วซึ่งมีผลอย่างมากต่อการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยการออกแบบระบบประเมินประสิทธิภาพแบบอัตโนมัติซึ่งประกอบด้วย การวัดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายเข้าเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า เครื่องวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และเครื่องวัดความเร็วลมที่ ส่งข้อมูลดิจิตอลด้วย MODBUS โปรโตคอล RS-485 เชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ (PLC) เพื่อบันทึกผลและคำนวณหาค่าความสามารถการทำความเย็น (Q) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP) การแสดงผลการวัดสามารถใช้อุปกรณ์ประเภทสมาร์ทโฟน แท็บเลตที่มีโปรแกรมเบราเซอร์ผ่านระบบอินเตอร์เน็ท โดยเครื่องควบคุมที่โปรแกรมได้ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์เชื่อมต่อกับระบบอินเตอร์เน็ตผ่านระบบโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ 3G จากผลของการทดลองพบว่าสามารถวัดและประเมินประสิทธิภาพการทำงานเครื่องปรับอากาศ และแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ทได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536

คำหลัก: การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า; มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536; ระบบควบคุมที่โปรแกรมได้ ;

Abstract

This paper presents an automatic performance evaluation system for split type air-conditioner and refrigerator while being operated and displaying the results through smart devices such as cell phones, smart phones or tablet. Due to the current energy demand is rising every day, measures to conserve energy focus on the use of energy-saving and cost effective. The air conditioner and refrigerator are commonly used in house and office building, which equipped with high power consumption. The use of highly efficient equipment is necessary, therefore; in Thailand has set the industry standard code TIS.1155-2536 relating to the performance evaluation in energy saving for new equipment. This paper discusses the performance of the used air conditioner and refrigerator which has a significant impact on energy consumption by designing automatic efficiency evaluation system, which consists of the power measurement, temperature measurement, relative humidity and the anemometer transmitting digital data via RS-485 MODBUS protocol through the programmable Logic Controller (PLC) in order to record and calculate the capacity of cooling (Q), energy efficiency ratio (EER) and coefficient of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

performance air conditioning (COP). The report of the performance evaluation can be illustrated via smart phones, tablet with an internet web browser. The PLC works as the web server connected to the Internet via the mobile network 3G. The experiment for evaluating the performance of air conditioner displaying the result via the internet network was accurate following the industrial standard TIS.1155-2536.

Keywords: energy conservation; Industrial standard TIS. 1155-2536; Programmable control systems;

1. บทนำ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการวัดและประเมินประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ แบบแยกส่วน อัตราเร็วของคอมเพรสเซอร์คงที่ ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า 1 เฟสแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ กำลังไฟฟ้า ไม่เกิน 8000 วัตต์ ที่ติดตั้งและใช้งานแล้วทำการวัดในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานอยู่ตามปกติเพื่อประเมินผลออกมาในรูปแบบของหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1155-2536 [4] ในรูปแบบของฉลากประหยัดไฟของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยที่ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบการวัดค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้า อัตราเร็วของลมจ่ายออก อุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ทั้งของด้านลมเย็นจ่ายออก และจ่ายกลับของชุดคอยล์เย็น บันทึกและคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(Energy efficiency ratio – EER)และค่าสัมประสิทธ์สมรรถนะ(coefficience of performance) ได้ทันทีจากชุดเครื่องวัดที่ใช้พีแอลซีพร้อมหน้าจอแสดงผลและสั่งงาน(programmable logic control with human machine interface PLC/HMI) หรือสั่งงานและแสดงผลผ่านโครงข่ายอินเตอร์เน็ท ด้วยเบราเซอร์ที่ใช้งานทั่วไปของสมาร์ทโฟน แท็บเลต หรือคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่เกิดข้อจำกัดของระบบปฏิบัติการของเครื่องลูกข่าย(Operating system of client – OS) ที่นำมาใช้สั่งงานและแสดงผล

1.1 หลักการทำความเย็นปรับอากาศ การปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีองค์ประกอบเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนทางกระบวนการเทอร์โมไดนามิกส์ โดยที่รับพลังงานไฟฟ้าเข้าไปเพื่อให้คอมเพรสเซอร์ ดูดสารสำหรับทำความเย็นที่เกิดการเดือดและระเหยที่คอยล์เย็นกระบวนการเดือดและระเหยนี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C ตามคุณสมบัติของสารทำความเย็นที่นำมาใช้ จึงเกิดการแลกปลี่ยนความร้อนกับอากาศรอบข้าง ตามกฎข้อศูนย์เทอร์โมไดนามิกส์[1] ส่งผลให้อุณหภูมิรอบข้างด้านคอยล์เย็นลดลง เมื่อสารทำความเย็นถูกอัดด้วยคอมเพรสเซอร์ทำให้มีแรงดันสูงขึ้นแล้วผ่านไปยังหน่วยควบแน่นทำให้ไอเป็นของเหลวแรงดันสูงในกระบวนการนี้คายความร้อนออกมาแล้วสารทำความเย็นของเหลวที่มีความดันสูงไหลผ่านวาล์วลดแรงดันเข้าสู่คอยล์เย็นเป็น วัฏจักรเช่นนี้เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานดังรูปที่1

1.2 ทฤษฎีการทำความเย็นปรับอากาศที่เกี่ยวข้อง ความสามารถในการทำความเย็นนิยามได้ตามสมการที่(1)

$$Q = \frac{V}{v}(h_r - h_s) \quad kJ/hr \quad (1)$$

Q = ความสามารถทำความเย็น หน่วย Btu/hr

V = ปริมาตรลมไหลผ่านคอยล์เย็น หน่วย m^3/hr

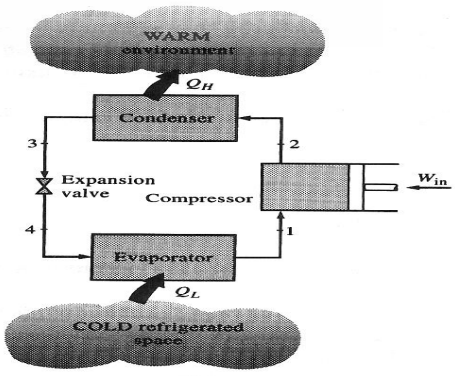
v = ปริมาตรจำเพาะสำหรับความชื้นอากาศหน่วย m^3/kg

h_r = ค่าเอนธาลปีของอากาศด้านช่องลมกลับ หน่วย kJ/kg

h_s = ค่าเอนธาลปีของอากาศด้านช่องลมจ่าย หน่วย kJ/kg

ค่าพลังงานระหว่าง หน่วยอังกฤษ กับเอสไอ มีความสัมพันธ์ดังนี้ 3.968 Btu = 4.187 kJ เมื่อนิยามให้เป็นหน่วยอังกฤษเป็นตามสมการ(2)

$$Q = \frac{3.698V}{4.187v}(h_r - h_s) \quad Btu/hr \quad (2)$$



รูปที่ 1 หลักการทำงานเครื่องปรับอากาศ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่(2)สิ่งที่วัดไม่ได้โดยตรงจากเครื่องวัดที่ออกแบบไว้คือ ปริมาตรจำเพาะสำหรับความชื้นอากาศ(v) ค่าเอนธาลปีของอากาศด้านช่องลมกลับ(h_r) และค่าเอนธาลปีของอากาศด้านช่องลมจ่าย (h_s) แต่ค่าเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่วัดคือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ทั้งลมจ่ายออกและลมจ่ายกลับ รวมถึงอัตราเร็วของลมจ่ายด้วย โดยใช้วิธีเทียบเคียงกับสมการของแก๊สอุดมคติ[2] สมการที่(3)

$$PV=nRT \quad (3)$$

เมื่อ P=ความดันอากาศ

V=ปริมาตรของอากาศ

n=จำนวนโมล

R=ค่าคงที่ของก๊าซ= 8314.41 J/(kg mol K)

T=อุณหภูมิ ºK

สิ่งที่ได้จากสมการ(3) คือค่าเอลธาลปี(h_r), (h_s) และปริมาตรจำเพาะสำหรับความชื้นอากาศ(v)ดังสมการที่(4)และสมการที่(5) ตามลำดับ

$$h=1.006+W(2501+1.805t) \text{ kJ/kg} \quad (4)$$

$$v = \frac{RT(1+1.6078W)}{28.9645p} \text{ m}^3\text{/kg} \quad (5)$$

โดยที่ $W = 0.62198\frac{Pw}{P-Pw}$ (6)

เมื่อ W=อัตราส่วนความชื้น

P=ความดันอากาศแห้ง หน่วย Pa

Pw=ความดันอากาศชื้น หน่วย Pa

หาความสัมพันธ์ของตัวแปรข้างต้นทั้งหมดแล้วสามารถหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) สัมประสิทธิ์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ (COP)ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1155-2536 ได้ดังนี้

$$EER = \frac{Q}{Pe} \text{ (Btu/hr)/Watt} \quad (7)$$

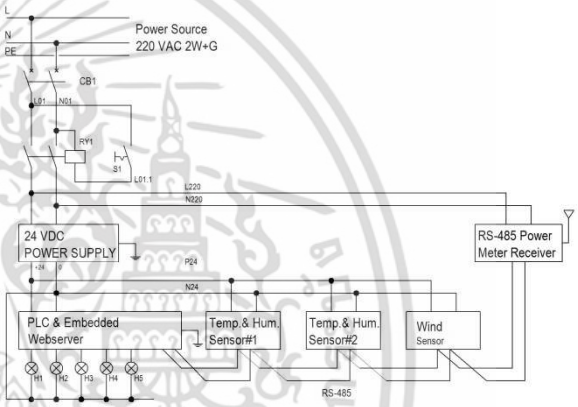
$$COP = \frac{Q}{3.41266Pe} \quad (8)$$

วิธีคำนวณตามสมการที่แสดงได้เขียนลงในพีแอลซีทั้งหมดเพื่อพร้อมให้ทำงาน

2. เครื่องมือและวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์การวัดประกอบด้วย

หัววัดอุณหภูมิและความชื้น ผลิตภัณฑ์ PRIMUS รุ่น HM-006 จำนวน 2 ตัว หัววัดความเร็วลม ผลิตภัณฑ์ KIMO รุ่น C 310 จำนวน 1 ตัว เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลท์พร้อม หม้อแปลงกระแสพิกัด 50 แอมแปร์ แบบสปลิทคอร์ ผลิตภัณฑ์ LEOS รุ่นAC1-B74 จำนวน 1 ชุด อุปกรณ์ส่งสัญญาณไร้สาย จากตัว เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าไปยัง ชุดวัดค่า ผลิตภัณฑ์ WISCO รุ่นRC-35 จำนวน 2 ตัว โมเด็มเร้าเตอร์ ผลิตภัณฑ์ D-LINK รุ่น DSL2750E พร้อมแอร์การ์ด 3G แบบมีไอพีสาธารณะโครงข่าย CAT จำนวน 1 ชุด และพีแอลซีที่มีจอแสดงผลและสั่งงาน ผลิตภัณฑ์ UNITRONICS รุ่น V350 [5] จำนวน1ตัวพร้อมช่องสื่อสารแบบ RS-485 และ 10/100Mbps LAN Port อย่างละ 1 ช่อง โดยต่อวงจรตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 การต่อวงจรเครื่องมือวัด

อุปกรณ์ทั้งหมดประกอบใส่กล่องพร้อมสายและหัววัดเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้งานตามรูปที่ 3

รูปที่ 3 ชุดเครื่องมือวัดพร้อมใช้งาน

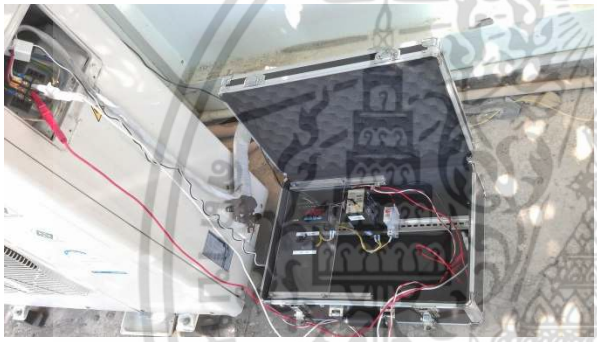
2.2 วิธีการวัดค่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ติดตั้งหัววัด อุณหภูมิ ความชื้น ทั้งลมจ่ายและลมกลับพร้อมติดตั้งหัววัดความเร็วลมจ่ายที่คอยล์เย็นดังรูปที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 การติดตั้งชุดหัววัดมีคอยล์เย็น

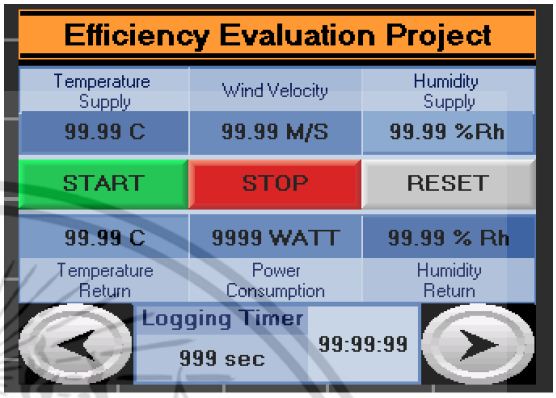
ในส่วนของคอยล์ร้อนที่อยู่นอกอาคารทำการติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อส่งค่าผ่านตัวส่งข้อมูลแบบไร้สายมายัง พีแอลซี ดังรูปที่ 5



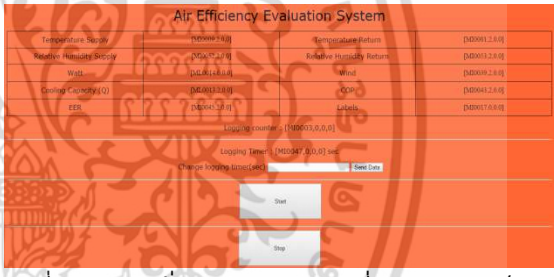
รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

2.3 ทำการวัดค่า

เตรียมเครื่องมือพร้อมแล้วเปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้จนกว่าอุณหภูมิในห้องค่อนข้างคงที่ สังเกตได้จากคอมเพรสเซอร์มีการตัดต่อเป็นช่วงเวลาตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 24-25ºC เปิดพัดลมคอยล์เย็นเร็วสุด เริ่มทำการวัดค่าได้โดยกดปุ่ม start จากหน้าจอของ พีแอลซี ผ่านจากหน้าจอแท็บเลต หรือคอมพิวเตอร์ ที่ล็อกอินกับเร้าเตอร์ของระบบการวัด ด้วยเบร้าเซอร์ทั่วไป เช่น IE CHROME FIREFOX SAFARI หรือจะล็อกอินผ่านอินเตอร์เน็ท โดยชี้ไปที่หมายเลข ของไอพี แอร์การ์ด 3Gที่ต่อกับ เร้าเตอร์ก็ได้เช่นกัน ระบบการวัดค่าและสั่งงานแบบ เว็บเบสใช้ พีแอลซี ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ในตัวเอง ผ่านโปรโตคอล HTTP ซึ่งเครื่องลูกข่ายทั่วไป ที่มีโปรแกรมเบร้าเซอร์สามารถใช้งานได้ ด้านการวัดค่าจากหัววัดทั้งหมด ผู้วิจัยเลือกใช้หัววัดสำหรับงานอุตสาหกรรม ที่สอบเทียบค่าจากผู้ผลิตมาแล้ว มีช่องทางการสื่อสารกับ พีแอลซี แบบอนุกรม RS-485 โปรโตคอลการสื่อสารแบบ Modbus โปรแกรมการคำนวณ การเก็บข้อมูลในการวัด บันทึกไว้ในพีแอลซี เฉพาะส่วนข้อมูลถูกบันทึกลงหน่วยความจำที่สามารถถอดเปลี่ยนได้แบบ SD Card รูปแบบไฟล์ Excel จึงสะดวกเรื่องการนำข้อมูลไปวิเคราะห์ได้สะดวก



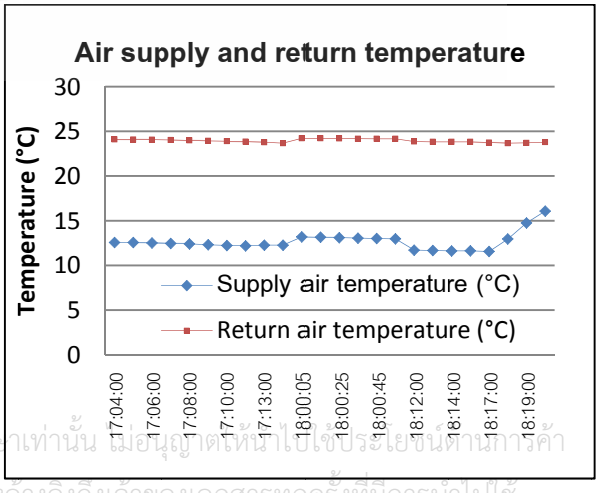
รูปที่ 6 หน้าจอสั่งงานและแสดงผลที่ พีแอลซี



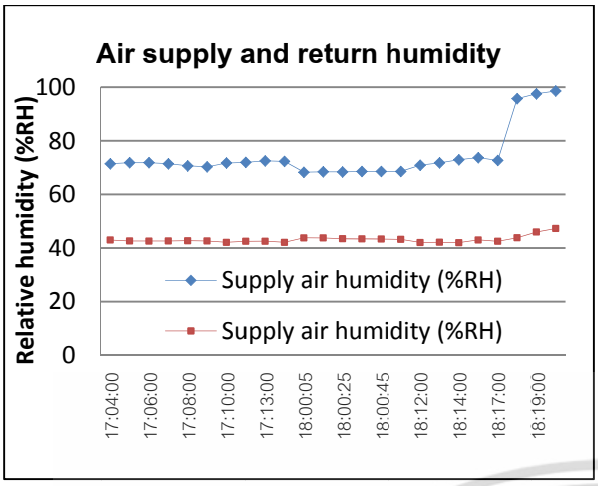
รูปที่ 7 หน้าจอสั่งงานและแสดงผลที่ คอมพิวเตอร์

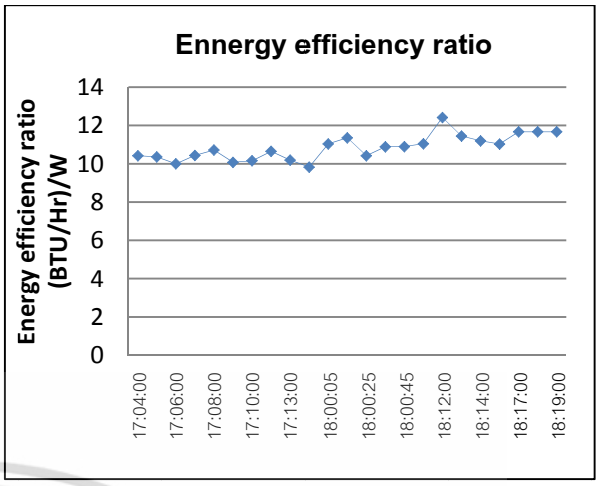
3. ผลการทดลอง

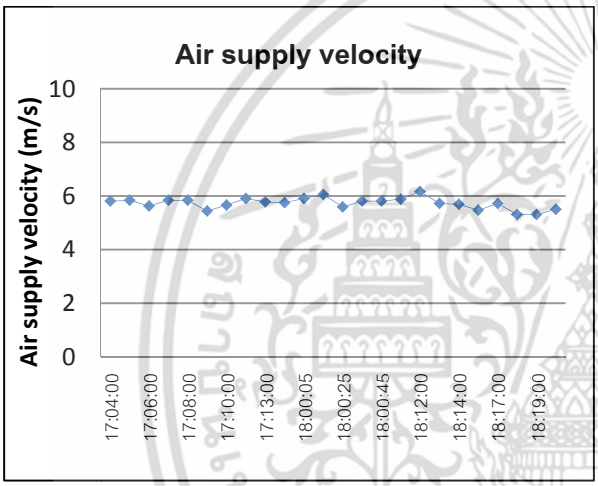
ทำการทดลองวัดค่าเครื่องปรับอากาศที่ห้อง Factory Automation Lab อาคารภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อ 5 เมษายน 2558 ช่วงเวลา 17:04 – 18:20 น.

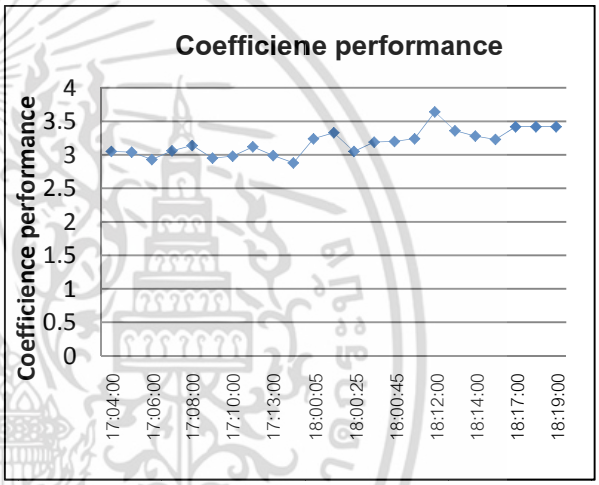


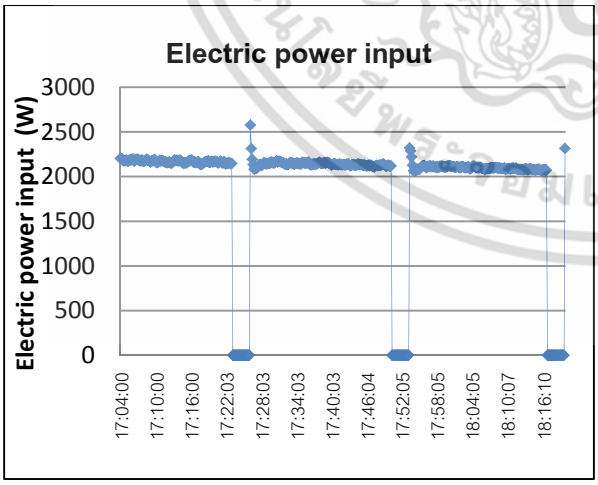
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

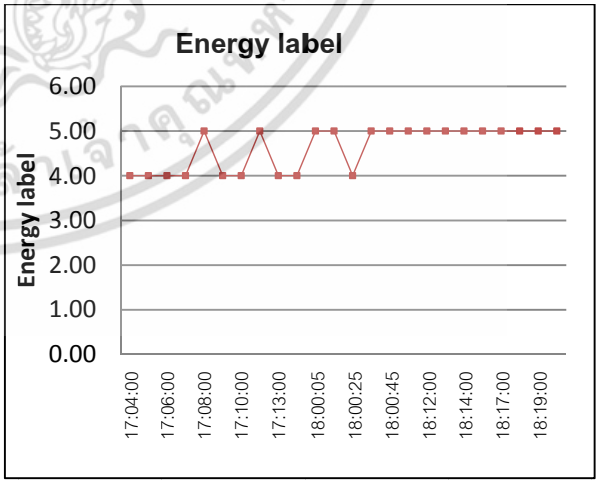












เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุปและอภิปรายผล

4.1 การวิจัยด้วยการทดลองครั้งนี้ เป็นไปตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทาง เทอร์โมไดนามิกส์ โดยที่เครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานจริง มีความน่าเชื่อถือได้เพราะมีการปรับเทียบและรับรองความถูกต้องของหัววัดที่นำมาใช้งาน การสั่งงานและบันทึกผล ทำได้ทั้งที่จุดที่ทำการวัด และผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่ใช้โครงข่ายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้การนำไปใช้ในภาคปฏิบัติงานสะดวกและส่งผลการวัดไปยังส่วนกลางทันทีโดยที่ผู้ปฏิบัติงาน ไม่ต้องใช้เครื่องมือประกอบอื่น

4.2 สามารถนำไปวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้อยู่ในองค์กรจำแนกประสิทธิภาพว่ายังมีคุณสมบัติตรงตามฉลากของเครื่องปรับอากาศนั้นหรือไม่ เพื่อประเมินหาความคุ้มค่าและบริหารการใช้พลังงาน รวมถึงการซ่อมบำรุง

4.3 ระบบที่ออกแบบนี้สามารถ วัดค่าพลังงานเครื่องทำความเย็นอื่นได้โดยเพียงเปลี่ยนหัววัดตามต้องการ

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานนโยบายอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงานที่ได้สนับสนุนงบประมาณ ในการจัดหาเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ทำให้สามารถดำเนินการบรรลุวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Bimalendu NarayanRoy, FUNDAMENTALS OF CLASSICAL AND STATISTICAL THERMODYNAMIC, John Weiley & son,New York USA. 2002

[2] ยูนุส เชงเกล และ ไมเคิล โบลส์, เทอร์โมไดนามิกส์, กรุงเทพฯ:แมกรอ-ฮิล,2546

[3] สุนันท์ ศรัณยนิตย์,การถ่ายเทความร้อน,กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2545

[4] ผลิตภัณฑ์เบอร์ 5. โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า. : ฝ่ายปฏิบัติการด้านการใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2545

[5] www.unitronics.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายบรรลือ ศรีคุ้ม
วัน เดือน ปีเกิด	15 กรกฎาคม 2508
ที่อยู่	50 หมู่ 1 ต.นามะตูม อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี 20140
ประวัติการศึกษา	2545 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์-เครื่องมือวัด มหาวิทยาลัยบูรพา
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1.)ออกแบบระบบ Main Distribution Board 2.)ออกแบบระบบ Concrete Mixing Plant
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2551	กรรมการผู้จัดการ บริษัท ศรีสิริวิศวกรรม จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้