

การบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ
HIGH-PERFORMANCE ENERGY MANAGEMENT REAL LABORATORY



โดย

นายเกียรติภูมิ สมบัติมาก

นายญาณากร สมบูรณ์ปัญญา

นายธนาธิป แดงทองดี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

การบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ

HIGH-PERFORMANCE ENERGY MANAGEMENT REAL LABORATORY



ปฏิญยานี้เป็นหนึ่งในส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



KIATTIPHUM SOMBUTMAK
YANAKORN SOMBOONPANYA
TANATIP DAENGTHONGDEE

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

ปีการศึกษา 2561

การบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ

HIGH-PERFORMANCE ENERGY MANAGEMENT REAL LABORATORY



โดย

นายเกียรติภูมิ สมบัติมาก

นายญาณกร สมบูรณ์ปัญญา

นายธนาริพ แดงทองดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ คำฝอย

อาจารย์ ชัยทัต มณีอินทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำ

1. นายเกียรติภูมิ สมบัติมาก
2. นายญาณากร สมบูรณ์ปัญญา
3. นายธนธิป แดงทองดี



.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ คำฝอย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ชัยทัต มณีอินทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ

นายเกียรติภูมิ สมบัติมาก

นายญาณากร สมบูรณ์ปัญญา

นายธนาธิป แดงทองดี

รศ.ดร.สุรินทร์ คำฝอย อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ชัยทัต มณีอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์นี้นำเสนอการบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ภายในอาคารบ้านเรือน จึงให้ความสนใจในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก โดยเริ่มจากการวัดและตรวจจับค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในห้องปฏิบัติการทดลอง จากนั้นจึงคิดหาวิธีในการลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยมุ่งเน้นไปที่วิธีที่ง่ายและทุกคนสามารถทำได้ คือ การกั้นห้องเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และการฉีดย่น้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศเพื่อเป็นการช่วยระบายความร้อนของคอยล์ร้อนให้ดียิ่งขึ้น จากการทดลองพบว่า วิธีการกั้นห้องเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศทำให้สามารถประหยัดค่าไฟได้ 30.4 บาทต่อวัน คิดเป็นเงิน 11,096 บาทต่อปี ในส่วนของการฉีดย่น้ำที่คอยล์ร้อนเพื่อช่วยระบายความร้อนสามารถประหยัดค่าไฟได้ 22.24 บาทต่อวัน คิดเป็นเงิน 8,117.6 บาทต่อปี อีกทั้งอุณหภูมิรอบ ๆ คอยล์ร้อนยังมีอุณหภูมิต่ำลงซึ่งเป็นการช่วยให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

High-performance energy management in the REAL laboratory

Mr. Kiattiphum Sombutmak
Mr. Yanakorn Somboonpanya
Mr. Tanatip Daengthongdee
Assoc.Prof.Dr.Surin Khomfoi Advisor
Mr. Chaitat Maneeinn Advisor
Year 2018

Abstract

This thesis proposes high-performance energy management in the REAL laboratory to reduce energy consumption of the air conditioners. Since air conditioners use most energy compared to other household electrical appliances. Therefore, reducing the energy consumption of air conditioners is the main interest. Initially, the energy of all air conditioners in the laboratory will be measured and monitored, then determine how to reduce the energy consumption of air conditioners by focusing on the easiest and everyone can do. Firstly, the rooms are divided and blocked to reduce the workload of air conditioning and water injection at the heating coil of the air conditioner to help cool the hot coil. According to the results of the experiment, it is found that the room blocking method to reduce the workload of air conditioners could reduce electricity cost by 30.4 baht per day or equivalent to 11,096 baht per year. In terms of water injection at the hot coil to help cool the heat can save up to 22.24 baht per day or equal to 8,117.6 baht per year. The temperature of the coil is also still low which will help the air conditioner to work more efficiently.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและทั้งหมดนี้ก็จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยหากไม่มีความช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ คำฝอย, อาจารย์ชัยทัต มณีอินทร์ ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมไปถึงข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยมาโดยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ทั้งยังสละเวลาและได้กรุณาตรวจทานแก้ไขปริญญานิพนธ์เล่มนี้จนสมบูรณ์

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน (REAL LAB) ที่เอื้อเพื่อสถานที่ ขอขอบคุณเพื่อนท์ และบริษัท ซิมพลิซิตี เทคโนโลยี จำกัด ที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์และเครื่องมือในระหว่างการจัดทำงานวิจัยและพี่ ๆ ระดับการศึกษาปริญญาเอกและปริญญาโททุกท่านทั้งพี่ต้น พี่ปิง ที่ช่วยให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่ในทุกด้านอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในห้องปฏิบัติการวิจัยประยุกต์ใช้พลังงานทดแทน (REAL LAB) ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุนกันมาโดยตลอด ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินการไปได้อย่างราบรื่นมากยิ่งขึ้น

ท้ายที่สุดนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดคือ บิดา มารดา รวมถึงทุกคนในครอบครัว ที่อบรมสั่งสอน อุปการะเลี้ยงดู เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องทุกเวลา ทำให้กลุ่มของข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำระลึกพระคุณและกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขต และข้อกำหนดของโครงการ	1
1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงการ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ระบบปรับอากาศ (Refrigeration)	5
2.2 โครงสร้างของบอร์ด Arduino Uno R3	10
2.3 การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน (Energy Building)	10
2.3.1 การพิจารณาทิศทางแดดและลมประจำถิ่น	10
2.3.2 การพิจารณาวัสดุกรอบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน	13
2.3.3 การประยุกต์การลดการใช้พลังงานภายในอาคาร	14
2.4 แหล่งความร้อนที่มีผลต่อการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	14
2.4.1 แหล่งความร้อนจากภายนอกที่มีผลต่อเครื่องปรับอากาศ	14
2.4.2 แหล่งความร้อนจากภายในห้องปรับอากาศ	15
2.5 สัญญาณ RS-485	15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	19
2.6.1 ผลของเงาและการคายน้ำของต้นไม้ที่ส่งผลกระทบต่อระบบทำความเย็น	19
2.6.2 การศึกษาแบบจำลองเกี่ยวกับศักยภาพในการสร้างการประหยัดพลังงานโดยใช้หลังคาสีเขียว (ต้นไม้)	22
2.7 สรุป	23
บทที่ 3 การออกแบบการทดลอง	24
3.1 บทนำ	24
3.2 การออกแบบการทดลอง	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 แผนผังโครงสร้างของห้องปฏิบัติการทดลอง	25
3.4 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเก็บค่าและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของ เครื่องปรับอากาศ	26
3.4.1 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของ เครื่องปรับอากาศ	26
3.4.2 การเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	29
3.4.3 การแสดงผลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	31
3.5 วิธีการทดลอง	32
3.5.1 วิธีการใช้ปั้มน้ำพ่นน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ	32
3.5.2 วิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC	34
3.6 สรุป	36
บทที่ 4 ผลการทดลอง	37
4.1 บทนำ	37
4.2 เก็บค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ	37
4.3 การทดลองฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อน	46
4.3.1 ผลการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้วิธีฉีดน้ำ	47
4.4 วิธีการลดพลังงานโดยการกันห้องด้วยริ้วม่านพลาสติก	51
4.5 คำนวณความคุ้มค่าของการทดลองแต่ละวิธี	56
4.5.1 วิธีการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ	56
4.5.2 วิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC	57
4.5.3 วิธีการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ พร้อมกับการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC	58
4.6 สรุป	59
บทที่ 5 บทสรุป ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา	60
5.1 สรุป	60
5.2 ข้อเสนอแนะ และข้อควรระวัง	60
5.3 แนวทางในการพัฒนา	61
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบที่จัดสร้างขึ้นจริงในปริญญานิพนธ์	64
ภาคผนวก ข รายการเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์	67
ภาคผนวก ค โปรแกรมที่ใช้ควบคุม Arduino Uno r3	76
ภาคผนวก ง บทความเชิงวิชาการ	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก จ ไปสเตอร์นำเสนอผลงาน
ประวัติผู้เขียน

หน้า
83
85



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้าที่
2.1 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ในเครื่องทำความเย็น	6
2.2 แผนภาพความดัน-เอนทาลปี (P-h Diagram)	7
2.3 การหั่นด้านยาวของอาคารอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก	11
2.4 การหั่นด้านยาวของอาคารอยู่ในแกนทิศเหนือ-ใต้	11
2.5 การใช้วิธีให้ร่มเงาแก่อาคารแก้ปัญหาแดดส่องอาคาร	12
2.6 หลังคาที่ชายคายาวช่วยบังแสงแดด และป้องกันฝนสาดเข้าหน้าต่าง	12
2.7 ที่ยื่นของห้องชั้นบนช่วยบังแดดให้ห้องข้างล่างได้	12
2.8 วิธีการเปิดหน้าต่างแบบไม่รับลม และแบบรับลม	13
2.9 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ Rs-485	16
2.10 ตัวอย่างการทำงานของ Rs-485	16
2.11 บริเวณที่ทำการทดลอง	19
2.12 อาคารการทดลอง และรูปแบบของต้นไม้รวมไปถึงระยะห่างที่ได้ทำการทดลองทั้ง 4 แบบ	20
2.13 กราฟการเปรียบเทียบของการทดลองระหว่าง Scenario 1 กับ Scenario 4	21
2.14 ตัวอย่างการถ่ายเทความร้อนของหลังคาสีเขียว	22
3.1 แบบจำลองของห้องปฏิบัติการทดลอง	25
3.2 แบบจำลองห้องปฏิบัติการโดยมีการวางแผนการติดตั้งมิเตอร์แต่ละจุด	26
3.3 ปอกสายไฟเพื่อนำมาใช้ในการเดินสายไฟต่าง ๆ	27
3.4 ขั้นตอนการลากสายเพื่อติดตั้ง Current Transformer	27
3.5 ตู้สำหรับใส่ Power Meter และ Current Transformer	28
3.6 การต่อสาย Current Transformer และสายอื่น ๆ เข้า Power Meter	28
3.7 ตู้ Breaker ที่ทำการร้อยสายไฟเก้ออก	29
3.8 การเก็บค่าการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม PLC แบบเรียลไทม์	29
3.9 หน้าจอแสดง Tags ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เก็บบันทึก และแสดงผลบนกราฟ	30
3.10 ตัวอย่างกราฟแสดงผลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	31
3.11 โค้ดโปรแกรม Arduino	32
3.12 การเชื่อม Arduino กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกล่อง	33
3.13 สายยาง และหัวพ่นน้ำที่ติดกับท่อ PVC	33
3.14 ติดตั้งอุปกรณ์ที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ	34
3.15 วัดขนาดของส่วนที่จะทำการกันห้อง	35

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
3.16 ติดตั้งพลาสติกใส PVC สำหรับกันความเย็น	35
4.1 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 31 มีนาคม 2562 เวลา 10:00-13:00 น.	36
4.2 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 31 มี.ค. พ.ศ. 2562	37
4.3 ตัวอย่างค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศที่จับได้	39
4.4 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 31 มีนาคม 2562 เวลา 10.00-13.00 น.	40
4.5 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 31 มีนาคม 2562	41
4.6 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 1 เม.ษ. 2562 เวลา 6.00-9.00 น.	42
4.7 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562	43
4.8 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 1 เมษายน 2562 เวลา 6.00-9.00 น.	44
4.9 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 1 เมษายน 2562	45
4.10 กระแสเครื่องปรับอากาศก่อนฉีดน้ำ	46
4.11 กระแสเครื่องปรับอากาศหลังฉีดน้ำ	46
4.12 การลดพลังงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อฉีดน้ำ	47
4.13 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 1 เมษายน 2562 เวลา 6.00-9.00 น.	47
4.14 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 4 เมษายน 2562	48
4.15 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉีดน้ำ เวลา 6.00-10.00	49
4.16 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉีดน้ำ	50
4.17 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉีดน้ำ เวลา 7.00-10.00 น.	51
4.18 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉีดน้ำ	52
4.19 รูปการตัดของคอมเพรสเซอร์ตอนที่ยังไม่ได้กันห้อง	53
4.20 รูปการตัดของคอมเพรสเซอร์หลังจากกันห้อง	53
4.21 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 15 เม.ษ. 2562 แบบฉีดน้ำ+กันห้อง เวลา 8.00-10.00 น.	54
4.22 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 15 เม.ษ. 2562 แบบฉีดน้ำ+กันห้อง	55

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
1.1 แผนการดำเนินโครงการ	3
2.1 ตัวเลขแสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	9
2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ Rs-232, Rs-423, Rs-422, Rs-485	17



บทที่ 1

บทนำ

1.1 เป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันนี้การเติบโตของประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นกว่าในอดีตเป็นอย่างมาก ทำให้ขนาดของเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมมีการขยายตัวเพิ่มสูงมากขึ้นตามจำนวนประชากร และยังมีผลให้เกิดการขยายตัวของการใช้พลังงานไฟฟ้าไปด้วย เนื่องจากในประเทศไทยเป็นประเทศเมืองร้อน จึงส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นการใช้พลังงานไปอย่างสิ้นเปลืองกับระบบทำความเย็น เป็นผลทำให้ค่าไฟมีมูลค่าสูงตามความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มาก

โดยปกติแล้วการเปิดระบบทำความเย็นส่วนใหญ่จะนิยมเปิดในตอนที่ทำงาน เวลา นอน หรือในเวลาที่เราที่รู้สึกว่าอากาศร้อน จึงเป็นการเปลืองพลังงานอย่างมากเนื่องจากในเวลาที่เราที่อากาศร้อน เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักมากขึ้นตามอุณหภูมิของห้องที่สูงขึ้น ยิ่งห้องมีอุณหภูมิต่างกับภายนอกมากเท่าไรเครื่องปรับอากาศ ก็จะต้องส่งผลให้เกิดการทำงานหนักมากขึ้นเท่านั้น หากเราสามารถลดพลังงานที่เครื่องปรับอากาศใช้ลงได้จะส่งผลให้ค่าไฟของเราลดลงเป็นอย่างมากอีกด้วย

หากเราสามารถลดความต่างของอุณหภูมิของภายในกับภายนอกห้องให้มีความต่างกันไม่มากจะเป็นการลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงอย่างมาก จึงเล็งเห็นว่าอุณหภูมิของกำแพงทั้งภายในและภายนอกห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ มีผลอย่างมากต่อการที่จะลดการใช้พลังงานลง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง โดยมุ่งไปที่การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ
2. ศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อที่จะนำไปเป็นตัวอย่างในการปรับใช้กับบ้านสมัยใหม่
3. เพื่อเป็นการลดภาวะโลกร้อนจากการใช้งานเครื่องปรับอากาศ
4. เพื่อช่วยในการเปลี่ยนทัศนคติในการใช้พลังงานไฟฟ้าของคนไทย
5. เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานอย่างยั่งยืน โดยการรณรงค์ให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และประหยัดค่าไฟทั้งในระดับครัวเรือน ไปจนถึงระดับประเทศ

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

ออกแบบวิธีการที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการทดลอง (REAL : Renewable Energy Application Laboratory) มีค่าลดลง โดยเน้นไปที่เครื่องปรับอากาศเป็นหลักให้สามารถใช้งานได้จริง และลดค่าไฟฟ้าได้จริง โดยคาดว่าความร้อนที่สะสมในหลังคอบริเวณจะมีผลที่ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักมากขึ้น

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงการ

1. ศึกษาและวาดแผนผังอาคารห้องปฏิบัติการทดลอง
2. ศึกษาการใช้งานพลังงานไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการทดลอง ว่ามีการใช้งานเครื่องปรับอากาศมีปริมาณเท่าใด
3. ออกแบบขั้นตอน วิธีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในเรื่องของอุณหภูมิภายนอกเครื่องปรับอากาศ ว่ามีผลต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศมากน้อยเพียงใด
4. ดำเนินการตรวจวัดค่าพลังงานหลังจากใช้วิธีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
5. นำค่าก่อน และหลังการใช้วิธีการลดพลังงานมาเปรียบเทียบกัน เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และทำความเข้าใจในทฤษฎี ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ พร้อมทั้งดำเนินงานในส่วนของการออกแบบ และจัดสร้างชิ้นงาน โดยมีระยะเวลาดำเนินการตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562 รวมเป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยมีแผนการดำเนินโครงการดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงการ

การดำเนินงาน	ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2					
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1) ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำโครงการ										
2) รวบรวมผลการศึกษาและการสำรวจ และวิเคราะห์ข้อมูล										
3) ดำเนินการสร้างแบบจำลองของห้องปฏิบัติการ										
4) จัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ										
5) ดำเนินการสำรวจ และเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทุกเครื่อง										
6) ออกแบบการลดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ										
7) ดำเนินการทดลองประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ										
8) วิเคราะห์ และสรุปผลจากการทดลอง										
9) รวบรวมข้อมูลการทดลอง และจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. สามารถลดการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการ ได้จริงโดยสามารถแสดงได้จากค่าไฟที่ลดลง
2. สามารถนำการลดการใช้พลังงานไปประยุกต์ ได้อย่างหลากหลายทั้งในระดับครัวเรือน ระดับอุตสาหกรรม ไปจนถึงระดับประเทศ
3. เป็นการรณรงค์ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพิ่มเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าจากระดับย่อยไปสู่ระดับประเทศ
4. แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้คุ้มค่ามากที่สุด
5. เป็นส่วนหนึ่งในการเป็นตัวอย่งการลดใช้พลังงานไฟฟ้าลงที่แสดงให้เห็นว่าสามารถทำได้จริง และสามารถทำตามได้โดยง่าย
6. เป็นข้อมูลสำหรับเป็นแนวทางในการลดพลังงานไฟฟ้าอย่างยั่งยืนในอนาคต



บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบปรับอากาศ (Refrigeration)

ระบบปรับอากาศ คือ ระบบการถ่ายเทความร้อนจากบริเวณที่ต้องการปรับอากาศให้มีอุณหภูมิเป็นไปตามต้องการโดยทั่วไปมักจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าภายนอกมาโดยการนำความร้อนภายในห้องออกมาทิ้งภายนอกเพื่อให้ภายในห้องมีอุณหภูมิที่ต่ำลง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ ลดความชื้นที่มีอยู่ในอากาศเพื่อให้รู้สึกเย็นสบายยิ่งขึ้น โดยทั่วไปแล้วเครื่องปรับอากาศถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามวัตถุประสงค์ คือ ปรับอากาศเพื่อความเย็นสบายภายใน บ้าน โรงเรียน ที่พักอาศัย และเพื่ออุตสาหกรรม

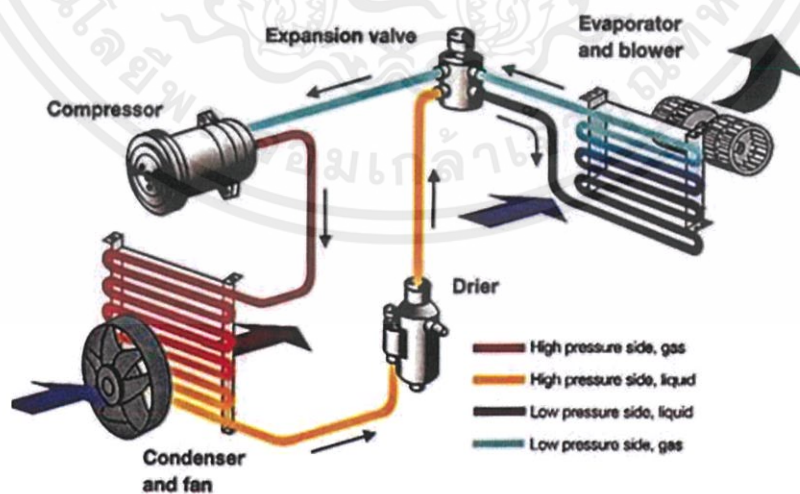
ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression system) ระบบนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการนำหลักการนี้มาใช้ในระบบทำความเย็นหรือปรับอากาศ เป็นระบบที่นิยมใช้ในที่พักอาศัยมากที่สุด โดยอาศัยการอัดแรงดันสูงจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อให้สารทำความเย็นกลับมาใช้ใหม่ให้กลายเป็นระบบปิด ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก คือ คอยล์เย็น (Evaporator), คอมเพรสเซอร์ (Compressor), คอยล์ร้อน (Condenser) และวาล์วลดความดัน

คอยล์เย็น (Evaporator) หรือเครื่องระเหย เป็นส่วนประกอบหนึ่งของระบบทำความเย็น เป็นที่ซึ่ง สารทำความเย็นอยู่ในสถานะอุณหภูมิอิ่มตัว และไออิ่มตัว เครื่องระเหยจะดึงเอาความร้อนแฝงจากรอบ ๆ พื้นที่ทำความเย็นออก โดยทั่วไปแล้วเครื่องปรับอากาศภายในบ้านส่วนใหญ่จะทำความเย็นโดยการเติมอากาศ เข้าไปในพื้นที่ทำความเย็นแต่ในระบบทำความเย็นบางระบบจะใช้น้ำหรือน้ำเกลืออากาศจะเคลื่อนที่ผ่านบนเครื่องระเหยโดยวิธีธรรมชาติหรือแบบบังคับโดยใช้แรงภายนอกมากระทำ โครงสร้างของเครื่องระเหยโครงสร้างที่สำคัญของเครื่องระเหยมี 3 ชนิด คือ ท่อ เปลือย แผ่นโลหะ และ ครีบริบายความร้อนท่อเปลือยในเครื่องระเหยท่อเปลือยในเครื่อง ระเหยมีรูปแบบง่าย ๆ และประกอบด้วยท่อตรงที่ทำจากทองแดงหรือท่อที่เป็นตัวนำความร้อน จะมีครีบริบายความร้อนจะมีผลทำให้พื้นที่สัมผัสของเครื่องระเหยกับอากาศเพิ่มขึ้น ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่สารทำความเย็นจะมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยที่ครีบริบายความร้อนจะต้องติดตั้งให้แน่นกับท่อในเครื่องระเหย ไม่เช่นนั้นแล้วประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนก็จะลดลง วิธีหนึ่งที่ใช้ติดตั้งคือ การบัดกรีหรือใช้วิธีอื่นในการติดบนท่อ ครีบริบายความร้อนในเครื่องระเหยจะเล็กกว่าแบบอื่นแต่จะมีความสามารถในการทำความเย็นเท่ากัน ถ้าสารทำความเย็นเป็นแอมโมเนียซึ่งจะอยู่ในกรณีการทำทำความเย็นแบบดูดซับ เราจำเป็นต้องใช้เหล็กในการทำท่อเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างทองแดง และแอมโมเนีย เราจะใช้ท่อเหล็กในเครื่องระเหยขนาดใหญ่ที่ใช้ในร้านค้าที่ต้องการความเย็นจัด ท่ออะลูมิเนียมมักจะถูกใช้ในการผลิตเครื่องระเหยสำหรับเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน แผ่นโลหะในเครื่องระเหยแผ่นโลหะในเครื่องระเหยประกอบด้วยแผ่นโลหะที่มีร่องสองแผ่น

คอนเดนเซอร์ (Condenser) หรือคอยล์ร้อน ถูกนำมาใช้ในระบบทำความเย็น โดยคอนเดนเซอร์จะระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่ไหลผ่านตัวเครื่อง สารตัวกลางเพื่อทำความเย็นสามารถเลือกใช้ได้หลายชนิด ความร้อนจาก (Evaporator) และคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ในระบบทำความเย็นจะถูกส่งไปยังน้ำยาหล่อเย็น (Coolant) ก่อนที่จะส่งไปยังคอนเดนเซอร์ หรือคอยล์ร้อน

(Condenser) และเมื่อน้ำยาไหลผ่านตัวคอยล์ร้อน ทำให้เย็นตัวลงและเกิดการควบแน่นและเปลี่ยนสถานะจากก๊าซเป็นของเหลว ความร้อนจะถูกระบายออกจากคอยล์ร้อน ด้วยอากาศหรือน้ำ ดังนั้น คอยล์ร้อนจึงแบ่งเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ หรือระบายความร้อนด้วยน้ำ คอยล์ร้อนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะใช้พัดลมเป่า ขณะที่ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจะใช้เครื่องสูบน้ำส่งน้ำ ระบายความร้อน คอยล์ร้อนออกแบบได้หลายแบบแตกต่างกันไป แต่โดยทั่วไปแล้วระบบปรับอากาศภายในบ้านจะระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Condenser) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นท่อเหล็กหรือท่อทองแดง แผงครีบอลูมิเนียมที่ติดอยู่กับท่อสารทำความเย็นไหลผ่านท่อดังกล่าว และถ่ายโอนความร้อนไปสู่แผงอลูมิเนียมเมื่อมีอากาศที่ไหลผ่านก็จะเย็นตัวลง สำหรับ คอยล์ร้อนระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-Cooled Condenser) นั้นส่วนมากจะมีแทงค์ ยาว (Elongated Tank) และมีระบบท่อติดตัวท่อ อยู่ภายใน ซึ่งสารทำความเย็นจะไหลผ่านรอบ ๆ ท่อดังกล่าวอยู่ภายในแทงค์ ในขณะที่น้ำเย็นจะไหลผ่านภายในท่อดังกล่าวออกมาจากสารทำความเย็น

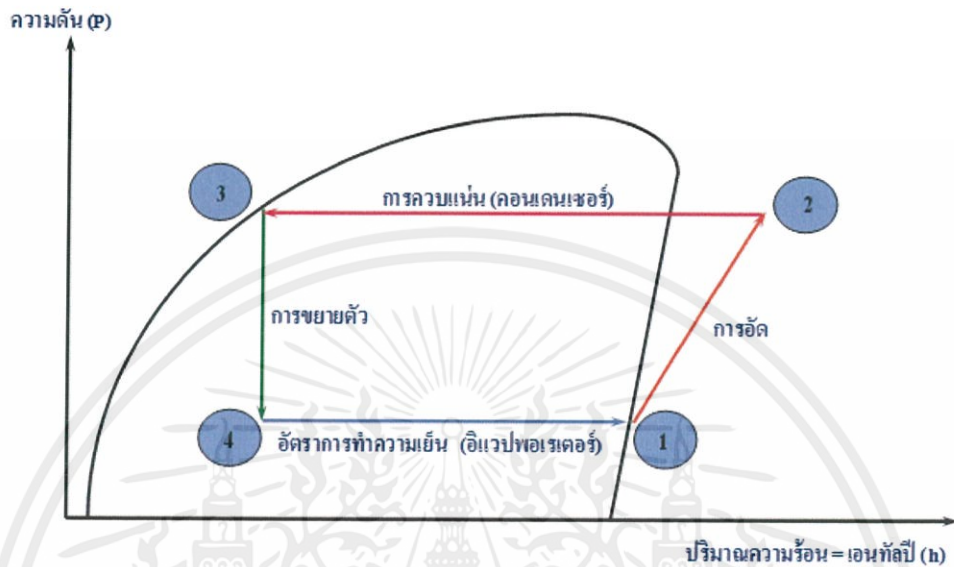
คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดของระบบการทำความเย็น ทำหน้าที่เพิ่มความดันของสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะก๊าซ โดยคอมเพรสเซอร์จะดูดสารทำความเย็นสถานะก๊าซความดันต่ำ และอุณหภูมิต่างเครื่องระเหย ที่ผ่านเข้ามาทางท่อซักชั่น (Suction Line) เข้าไปยังทางดูดของคอมเพรสเซอร์ และอัดก๊าซนี้ให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งเข้าไปยังคอนเดนเซอร์ โดยผ่านเข้าทางท่อบรรจุ เพื่อส่งไปกลั่นตัวเป็นของเหลวในคอนเดนเซอร์ด้วยการระบายความร้อนออกจากสารความเย็นอีกทีหนึ่ง จะเห็นได้ว่าคอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่แบ่งความดันระบบระหว่างด้านความดันสูง และความดันต่ำ สารทำความเย็นจะถูกดูดเข้ามาในคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซความดันต่ำ และสารความเย็นที่อัดออกส่ง ออกจากคอมเพรสเซอร์จะมีสถานะเป็นก๊าซที่มีความดันสูง วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นหลังจากผ่านคอยล์ร้อน ซึ่งทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวความดันสูงเป็นของเหลวผสมไอ (Mixture หรือ 2-Phases) ที่มีความดันต่ำ



รูปที่ 2.1 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ในเครื่องทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอ โดยสามารถอธิบายร่วมกับแผนภาพความดัน-เอนทัลปี (P-h Diagram) ได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภาพความดัน-เอนทัลปี (P-h Diagram)

จากแผนภาพ จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำงานในระบบอัดไอนั้นมีอยู่ทั้งสี่ขั้นตอนกระบวนการ ซึ่งสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของแต่ละกระบวนการในแผนภาพได้ดังนี้

จุดที่ 1 กระบวนการเพิ่มความดัน สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นในสถานะไออิ่มตัว ถูกดูดกลับเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์เพื่ออัดสารทำความเย็นให้มีความดันสูงขึ้นตามเส้น 1-2

จุดที่ 2 กระบวนการควบแน่น สารทำความเย็น จุดที่ 2 ถูกส่งเข้าไปยังแผงคอยล์ร้อนเพื่อผ่านกระบวนการควบแน่น โดยพัดลมคอยล์ร้อนจะดึงอากาศในบริเวณด้านหลังแผงคอยล์ร้อน เข้ามาผ่านแผงคอยล์ร้อนเพื่อลดอุณหภูมิของสารทำความเย็น และเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น จากไอร้อนยิ่งยวดเป็นของเหลวอิ่มตัวในจุด 3 ซึ่งภาวะความร้อนภายในห้องปรับอากาศจะถูกนำมาระบายทิ้งในกระบวนการนี้

จุดที่ 3 กระบวนการลดความดัน สารทำความเย็นจุดที่ 3 จะถูกส่งผ่านเข้าไปยังวาล์วลดความดัน เพื่อทำให้มีอุณหภูมิและความดันลดลง ตามเส้น 3-4 ซึ่งสารทำความเย็นจุดที่ 3 นี้ อยู่ในสถานะของผสม คือเป็นของเหลวผสมไอ และกระบวนการนี้ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่อย่างใด

จุดที่ 4 กระบวนการระเหย กระบวนการนี้เกิดขึ้นในแผงคอยล์เย็น โดยสารทำความเย็นในสถานะของผสม จุดที่ 3 จะถูกส่งเข้าไปยังแผงคอยล์เย็นเพื่อรับภาระความร้อนจากอากาศภายในห้อง และเปลี่ยนสถานะจากของผสมกลายเป็นไออิ่มตัว ก่อนที่จะถูกดูดกลับเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์ และเข้าสู่กระบวนการอัดเพื่อเพิ่มความดันอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของ สิ่งที่ป้อนเข้าไป (Input) กับสิ่งที่จ่ายออกมา (Output) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

สำหรับคำว่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศนั้น โดยทั่วไปเรามักกล่าวแทนด้วย ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER ; Energy Efficiency Ratio) ซึ่งสามารถแสดงในเชิงของสมการได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (EER)} = \frac{\text{ความเย็นที่ทำ (BTU/HR)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (W)}}$$

หรือค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศอาจแสดงในอีกรูปแบบหนึ่งที่มีมักเป็นที่นิยมใช้ คือ ค่าพลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อตันความเย็นที่ได้ โดยที่ 1 ตันความเย็น เท่ากับ 12,000 BTU/HR

$$\text{kW/Tr} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ได้ (kW)}}{\text{ตันความเย็นที่ได้ (Tr)}}$$

การกำหนดระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ด้วยค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 1 และสามารถแสดงตัวอย่างฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวเลขแสดงระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ระดับที่ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า EER
5	ดีมาก	ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป
4	ดี	ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 10.6
3	ปานกลาง	ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 9.6
2	พอใช้	ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 8.6
1	ต่ำ	ตั้งแต่ 6.6 ขึ้นไปแต่ไม่ถึง 7.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โครงสร้างของบอร์ด Arduino Uno R3

Arduino Uno เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega328 (แผ่นข้อมูล) มีอินพุต / เอาต์พุต 14 อินพุต (6 สามารถใช้เป็นเอาต์พุต PWM), 6 อินพุตแบบอนาล็อก, ตัวเรโซเนเตอร์เซรามิก 16 MHz, การเชื่อมต่อ USB, แจ็คไฟ, ส่วนหัว ICSP และปุ่มรีเซ็ต มีทุกอย่างที่จำเป็นในการสนับสนุนไมโครคอนโทรลเลอร์; เพียงเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้อะแดปเตอร์หรือแบตเตอรี่ AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน Uno แตกต่างจากบอร์ดก่อนหน้านี้ทั้งหมดเนื่องจากไม่ได้ใช้ชิปควบคุม USB แบบอนุกรมของ FTDI แต่มีคุณลักษณะของ Atmega16U2 (Atmega8U2 ถึงเวอร์ชัน R2) ซึ่งได้รับการตั้งโปรแกรมเป็นตัวแปลงสัญญาณแบบ USB-to-serial Revision 2 ของบอร์ด Uno มีตัวต้านทานดึงสาย HWB 8U2 ไปยังพื้นทำให้ง่ายต่อการใส่ลงในโหมด DFU Revision 3 ของบอร์ดมีคุณสมบัติใหม่ดังต่อไปนี้ 1.0 pinout เพิ่มหมุด SDA และ SCL ที่อยู่ใกล้กับหมุด AREF และอีก 2 หมุดใหม่ที่วางอยู่ใกล้กับขา RESET IOREF ที่อนุญาตให้ใส่ปรับให้เข้ากับแรงดันไฟฟ้าที่จัดหามาจากบอร์ด ในอนาคตโลจะเข้ากันได้กับทั้งบอร์ดที่ใช้ AVR ซึ่งทำงานร่วมกับ 5V และด้วย Arduino Due ที่ทำงานกับ 3.3V ที่สองคือขาที่ไม่ได้เชื่อมต่อซึ่งสงวนไว้สำหรับวัตถุประสงค์ในอนาคตวงจร RESET ที่แข็งแกร่งขึ้น Atmega 16U2 เปลี่ยน 8U2 "Uno" หมายถึงภาษาอิตาลีและมีชื่อว่า Arduino1.0 Uno และเวอร์ชัน 1.0 จะเป็นเวอร์ชันอ้างอิงของ Arduino ก้าวไปข้างหน้า Uno เป็นชุดบอร์ด USB Arduino รุ่นล่าสุดและเป็นโมเดลอ้างอิงสำหรับแพลตฟอร์ม Arduino สำหรับการเปรียบเทียบกับรุ่นก่อนหน้าดูดัชนีของบอร์ด Arduino

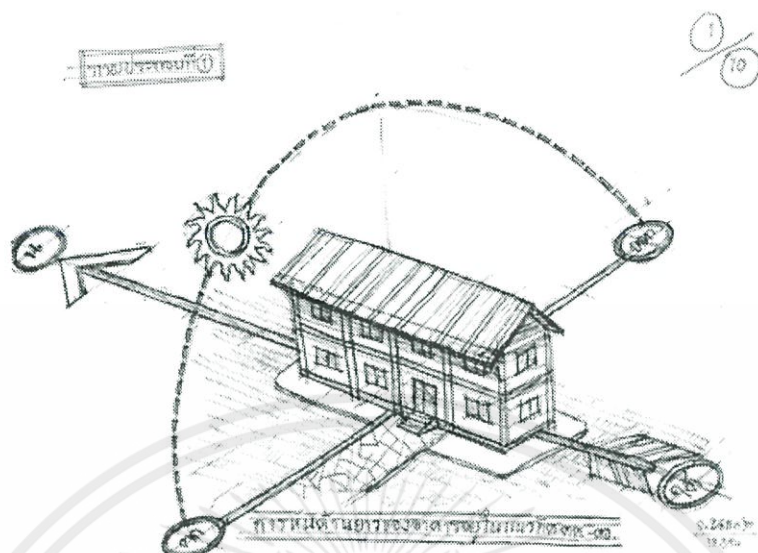
2.3 การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน (Energy Building)

เนื่องจากรังสีจากแสงอาทิตย์ที่มากกระทบอาคารบ้านเรือนนั้น ส่งผลกระทบต่ออย่างมากในการทำให้อุณหภูมิภายในอาคารบ้านเรือนสูงขึ้น และเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เราต้องมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และเครื่องปรับอากาศจะทำงานหนักมากขึ้น กินไฟมากขึ้น ถ้าอุณหภูมิของภายในห้องกับอุณหภูมิภายนอกต่างกันมาก ดังนั้นเราต้องมีวิธีการออกแบบอาคารบ้านเรือนเพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์และเพื่อที่จะป้องกันผลกระทบที่เกิดจากแสงอาทิตย์ด้วยเช่นกัน

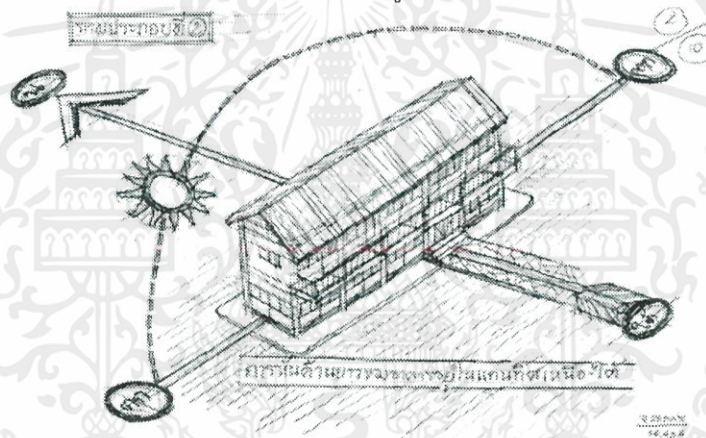
2.3.1 การพิจารณาทิศทางแดดและลมประจำถิ่น

2.3.1.1 พยายามหลีกเลี่ยงวางตำแหน่งด้านยาวของอาคารให้หันหน้าเข้าหาทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เนื่องจากจะมีแสงแดดร้อนจัดในเวลาบ่าย ทำให้สิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าในการใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อลดอุณหภูมิภายในห้อง

2.3.1.2 เปลี่ยนแกนตามยาวของอาคารให้หันด้านสกัดของอาคารอยู่ที่ทิศตะวันตก ลดความร้อนจากแสงแดดยามบ่าย ดังรูปที่ 2.3

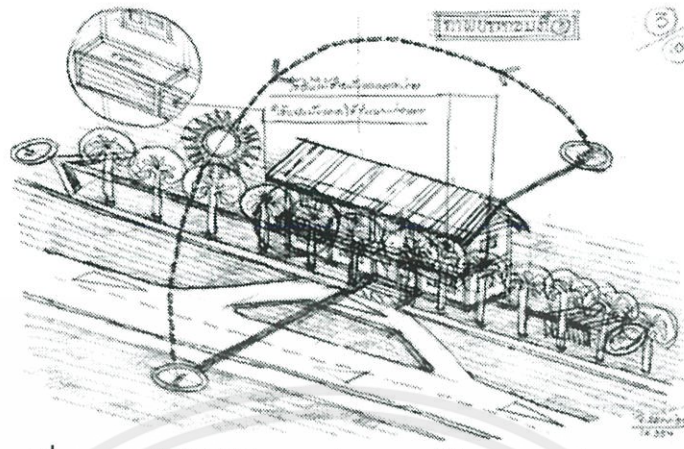


รูปที่ 2.3 การหันด้านยาวของอาคารอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก

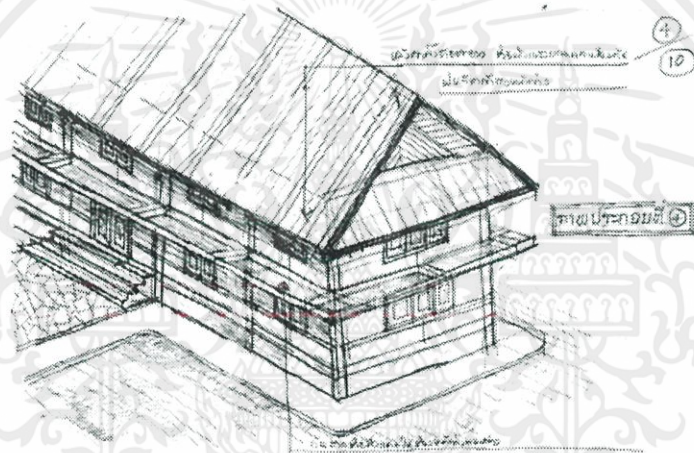


รูปที่ 2.4 การหันด้านยาวของอาคารอยู่ในแกนทิศเหนือ-ใต้

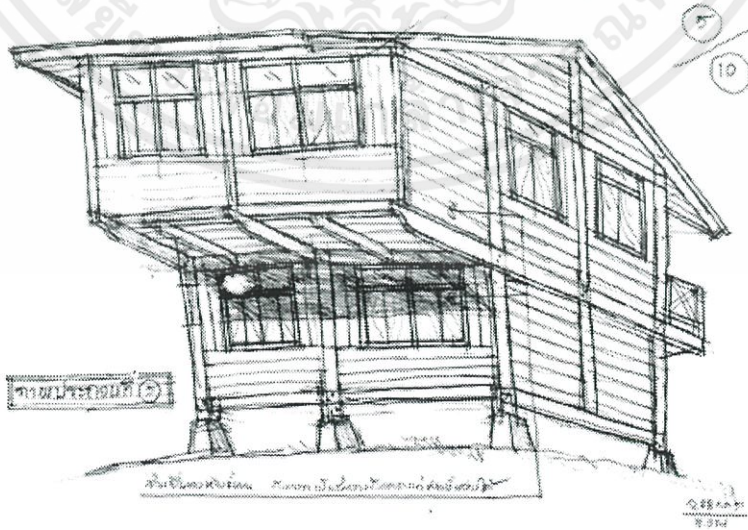
2.3.1.3 สภาพที่ดินไม่เอื้ออำนวยต่อการวางแนวอาคารแบบข้อ 2.2.1.2 โดยจำเป็นต้องวางอาคารตามแนวยาวขนานกับถนน และเป็นทิศตะวันตก ให้ใช้วิธีให้ร่มเงาแก่อาคารแก้ปัญหาแดดส่องอาคาร ให้ปลูกต้นไม้ยืนต้นอยู่ด้านทิศตะวันตก เพื่อบังร่มเงาแก่อาคาร แต่มีข้อพึงระวัง คือ ห้ามปลูกต้นไม้ที่รากชอนเป็นอันตรายต่อตัวอาคาร เช่น ต้นหางนกยูง เป็นต้น ดังรูปที่ 2.5 และทิ้งขยะคากลังค้ายาวหรือยื่นกันสาด / ระเปียง / ห้องชั้นบน จัดทำแผงบังแดดแก่อาคารที่อยู่ด้านทิศตะวันตก ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 การใช้วิธีให้ร่มเงาแก่อาคารแก้ปัญหาแดดส่องอาคาร



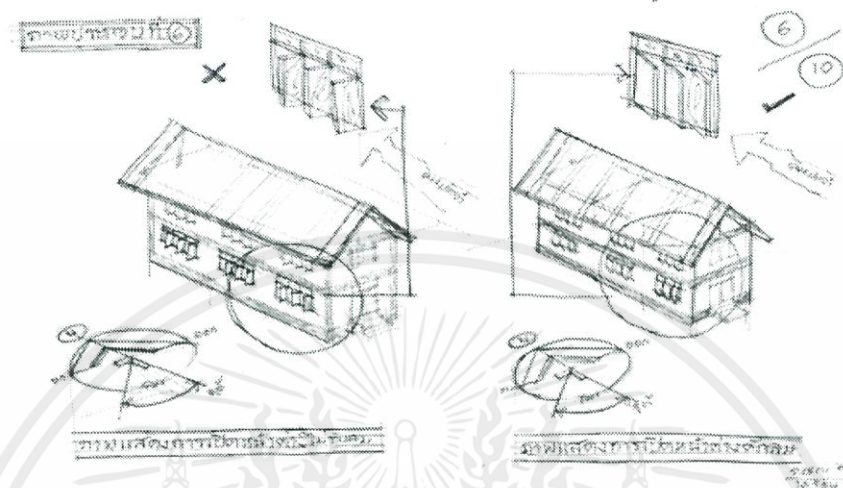
รูปที่ 2.6 หลังคาตั้งชายคายาวช่วยบังแสงแดดและป้องกันฝนสาดเข้าหน้าต่าง



รูปที่ 2.7 ส่วนที่ยื่นของห้องชั้นบนช่วยบังแดดให้ห้องข้างล่างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.4 บานหน้าต่างให้เปิดรับลมจากทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้ เนื่องจากเป็น ทิศทางที่มีลมประจำพัดผ่านถึง 9 เดือน ในระยะเวลา 1 ปี



รูปที่ 2.8 วิธีการเปิดหน้าต่างแบบไม่รับลมและแบบรับลม

2.3.2 การพิจารณาวัสดุกรอบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน ภาระการทำความเย็นของ อาคารส่วนใหญ่มาจากปริมาณความร้อนที่ผ่านวัสดุกรอบอาคาร (building envelope) เข้ามาภายใน อาคาร การลดปริมาณความร้อนที่ผ่านกรอบอาคารจึงเป็นปัจจัยหลักที่จะช่วยทำให้สามารถลดการใช้ พลังงานลงได้

การลดความร้อนผ่านผนังและการออกแบบผนังภายนอกอาคารทำได้โดยต้องเพิ่ม ความสามารถในการต้านทานความร้อนโดยบดบังกันความร้อน หรือใช้ผนัง 2 ชั้นที่มีช่องว่างอากาศ ระหว่างชั้นของผนังเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนที่จะผ่านเข้ามาภายในอาคาร

- สีของผนังภายนอกอาคารควรเป็นสีอ่อน หรือใช้วัสดุผิวมันเพื่อสะท้อนความร้อน การลดความร้อนผ่านหลังคาการออกแบบหลังคาอาคารทำได้โดย
- ติดตั้งแผ่นฟิล์มอลูมิเนียมบาง ๆ ที่สะท้อนความร้อนได้ดีไว้ที่ด้านล่างของหลังคา
- หลีกเลี่ยงการทำช่องแสงบนหลังคา แต่ถ้าต้องมีควรทำแผงบานเกล็ดบังแสงแดดและ ติดตั้งให้ถูกทิศทาง
- วัสดุหลังคาควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย มีการดูดกลืนและสะสมความร้อนต่ำ
- ให้ลอนของหลังคาวางขวางกับการโคจรของดวงอาทิตย์
- การลดความร้อนผ่านช่องเปิดของอาคารทำได้โดย
- พิจารณาให้มีสัดส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผิวของอาคาร (window-to-wall ratio : WWR)
- หลีกเลี่ยงรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่จะส่องผ่านช่องเปิดของอาคาร
- ควรเลือกวัสดุกระจกที่มีค่า SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การประยุกต์การลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

- การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร โดยเฉพาะแสงกระจาย
- การควบคุมการรั่วซึมของอากาศ ใช้รูปทรงที่มีการรั่วซึมของอากาศต่ำ สามารถควบคุมได้โดยการติดตั้งวัสดุป้องกันความชื้นร่วมกับฉนวนด้วยสำหรับผนัง
- การจัดกลุ่มพื้นที่ใช้สอยให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมโดยรอบ สำหรับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไม่ควรเปลี่ยนอย่างฉับพลัน ให้จัดลำดับการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ภายในสู่ภายนอก
- การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ วางอาคารตั้งฉากกับกระแสลมเพื่อให้ลมช่วยระบายอากาศแบบธรรมชาติสามารถใช้ต้นไม้ช่วยบังลมในด้านที่ไม่ต้องการได้

2.4 แหล่งความร้อนที่มีผลต่อการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

การปรับอากาศเป็นกระบวนการที่ทำให้สภาวะในห้องปรับอากาศมีอุณหภูมิตามที่เราต้องการ และเป็นการควบคุมความชื้นอีกวิธีหนึ่ง การปรับสภาวะอากาศในประเทศไทยของเรา เป็นการทำให้อากาศในห้องเย็นกว่าปกติ เพราะประเทศไทยคือเมืองร้อน ดังนั้นความร้อนจากภายนอกห้องที่มีอยู่ทั่วไปจะแทรกตัวเข้ามาภายในห้องตลอดเวลา เครื่องปรับอากาศจึงมีหน้าที่นำความร้อนเหล่านั้นออกไปเพื่อที่ห้องจะได้เย็นสบาย

การกำหนดขนาดเครื่องปรับอากาศที่จะใช้ติดตั้งนั้น มีปัจจัยเกี่ยวกับอุณหภูมิห้อง 2 อย่างหลัก ๆ คือ แหล่งความร้อนจากภายนอก และแหล่งความร้อนจากภายใน

2.4.1 แหล่งความร้อนจากภายนอกที่มีผลต่อเครื่องปรับอากาศ แหล่งความร้อนภายนอก คือแหล่งความร้อนภายนอกอาคาร ซึ่งที่เรารู้จักกันดีอยู่ก็คือ ดวงอาทิตย์ นั่นเอง ซึ่งความร้อนจากดวงอาทิตย์นี้จะถูกส่งผ่านเข้ามาโดยตรง เช่นส่งความร้อนผ่านกระจก ผ่านประตู หน้าต่าง และการส่งความร้อนทางอ้อมเช่นผ่านวัสดุที่นำความร้อนหรือผนังอาคารเข้ามา

ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางกระจกส่วนใหญ่จะถูกดูดซับเข้าภายในอาคารโดยตรงและให้ความร้อนอย่างรวดเร็ว ส่วนความร้อนที่ผ่านผนังและเพดานจะค่อยๆ ร้อนอย่างช้าๆ และค่อยๆ ซึมเข้าภายใน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอาคารและนอกอาคาร (ภายในห้องและนอกห้อง) หมายความว่าถ้ามีอุณหภูมิต่างกันมาก ความร้อนจะถ่ายเทด้วยความเร็วมาก

ความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์นั้นเป็นปัจจัยสำคัญมากในการคำนึงถึงความร้อนภายในห้อง เมื่อความร้อนผ่านกระจกเข้าไปในห้อง จะถูกดูดซับไว้ทันทีที่แสงอาทิตย์ผ่านเข้าไป แต่ความร้อนประเภทนี้ จะอยู่ชั่วคราวเท่านั้น (เมื่อมีแสงแดดส่องเท่านั้น) ซึ่งความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัย ดังต่อไปนี้

- ทิศทางของแสงแดด
- ชนิดของวัสดุที่รับแสงแดด ความโปร่งใสของวัตถุ และค่านำความร้อนของวัตถุ
- ความหนาของผนัง

- เนื้อผิวและสีก็มีอิทธิพลต่อความร้อน เช่นถ้าผิวอ่อนจะรับความร้อนได้น้อยกว่าสีเข้ม และวัสดุผิวขรุขระจะได้รับความร้อนมากกว่าผิวเรียบ เพราะผิวเรียบจะสะท้อนความร้อนได้ดีกว่า

การส่งผ่านความร้อนเข้าไปในห้องหรืออาคารนั้นมีหลักการเดียวคือ อากาศพาความร้อนเข้าไป ซึ่งความร้อนพวกนี้จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิภายในอาคารและนอกอาคาร ถ้าต่างกันมากความร้อนจะเข้าไปเยอะมาก และผนังเพดาน อาคาร ถ้ามีเนื้อที่มากจะทำให้ความร้อนผ่านเข้าไปเร็ว ความร้อนที่เกิดจากการรั่วไหลของอากาศเข้าไปในห้องแอร์ เช่น ความร้อนขณะเปิด-ปิด ประตู หรือความร้อนที่ผ่านรอยแตกของผนังห้อง ขอบประตู ขอบหน้าต่าง รวมไปถึงความเร็วของลมภายนอกในขณะนั้น หากลมแรงอาจทำให้อากาศร้อนพัดผ่านเข้าไปในห้องเร็วขึ้น

2.4.2 แหล่งความร้อนจากภายในห้องปรับอากาศ แหล่งความร้อนจากภายในคือความร้อนจากผู้ใช้งานเอง รวมไปถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ และความร้อนจากไฟฟ้า แสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าและมอเตอร์ ซึ่งคนเป็นแหล่งความร้อนสองแบบในตัว คือความร้อนที่มีอยู่แล้ว และความร้อนที่เกิดจากการเคลื่อนไหว การออกกำลังกาย ฯลฯ

2.5 สัญญาณ RS-485

RS-485 (Recommended Standard no. 485) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 โดยความร่วมมือของ TIA (Telecommunications Industry Association) และ EIA (Electronic Industries Association) มาตรฐาน RS-485 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อม ๆ กันได้หลายจุด ปกติแล้ว EIA จะตั้งชื่อมาตรฐานของตัวเองโดยการใช้คำนำหน้าว่า "RS" (Recommended Standard) แต่เนื่องจากมาตรฐานนี้เป็นความร่วมมือระหว่าง 2 หน่วยงาน คือ TIA และ EIA ทั้งสองหน่วยงานจึงตกลงเปลี่ยนจากคำว่า "RS" เป็น "TIA/EIA" แทนอย่างเป็นทางการ เพื่อระบุถึงแหล่งที่มาของมาตรฐานอย่างชัดเจน โดยต่อมาทาง EIA ก็ได้ยกเลิกมาตรฐานนี้ และมาตรฐาน RS-485 นี้ก็ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันโดย TIA ทำให้มาตรฐาน RS-485 ถูกเปลี่ยนชื่อเป็น "TIA-485" อย่างเป็นทางการ แต่สุดท้ายเพราะความเคยชินทำให้วิศวกรทั่วโลกยังเรียกมาตรฐานการสื่อสารนี้ว่า RS-485 เหมือนเดิม

มาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลในแบบที่เรียกว่า Half duplex คือสามารถรับ และส่งข้อมูลได้ที่ละอย่างเท่านั้นไม่สามารถทำทั้งสองอย่างได้ในเวลาเดียวกัน ถ้าจะให้พูดแล้วเห็นภาพก็คงคล้ายๆลักษณะของวิทยุสื่อสารที่ต้องคอยสลับกันพูดทีละครั้ง ดังรูปที่ 2.9

ตัวแปลงสัญญาณ

เครื่องมือวัด



ตัวอย่าง การเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ

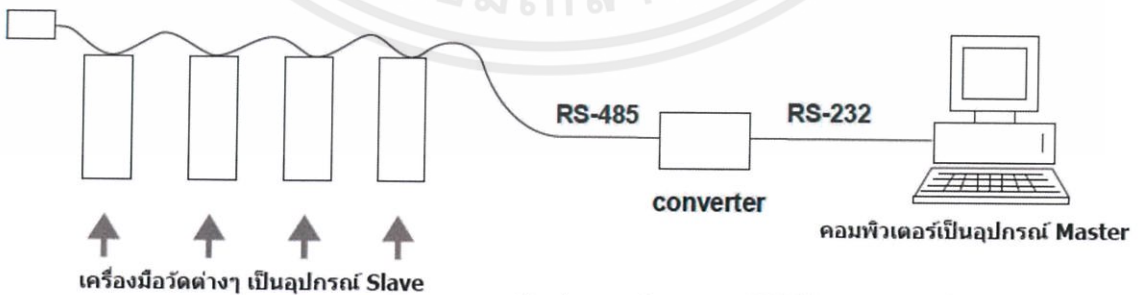
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS-485

สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลดิจิทัลแบบ RS485 นั้น จะส่งข้อมูลโดยใช้สายไฟเพียงแค่ 2 เส้นคือ A และ B เป็นตัวบอกรหัสดิจิทัล(Digital code) โดยใช้ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้ว A และ B เป็นตัวบอกดังนี้

เมื่อ $V_a - V_b$ ได้แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า -200 mV คือสัญญาณดิจิทัลเป็น 1

เมื่อ $V_a - V_b$ ได้แรงดันไฟฟ้ามากกว่า $+200\text{ mV}$ คือสัญญาณดิจิทัลเป็น 0

มาตรฐาน RS485 สามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network) โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งในเครือข่านั้น จะต้องมียุกรณ์อยู่ 1 ตัว ทำหน้าที่คอยจัดการการสื่อสารในเครือข่าย ซึ่งเราจะเรียกอุปกรณ์ตัวนี้ว่า "Master" และอุปกรณ์ส่วนที่เหลือเราจะเรียกว่า "Slave" โดยที่ Slave แต่ละตัวจะมีหมายเลข Address ของตัวเอง และเมื่อตัว Master ต้องการสั่งการตัว Slave ตัว Master จะส่งชุดคำสั่งพร้อมหมายเลข Address ไปยังอุปกรณ์ Slave ทุกตัว เมื่ออุปกรณ์ Slave ได้รับคำสั่งและคำสั่งนั้นมีหมายเลข Address ตรงกับตัวเอง อุปกรณ์ Slave ก็จะทำตามคำสั่งของ Master เป็นลำดับไป ดังรูปที่ 10



ตัวอย่าง การทำงานของ RS485 แบบ Network

รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างการทำงานของ Rs-485 ดังรูปที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากตามมาตรฐานแล้ว เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุด 32 ตัว เมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นมีความต้านทานไฟฟ้าภายใน 12 k Ω แต่ปัจจุบันการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาจนมีความต้านทานไฟฟ้าภายในที่สูงมาก (ในหลัก M Ω) ซึ่งทำให้เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 256 ตัว นอกจากนี้เครือข่าย RS485 ยังสามารถใช้ตัวขยายสัญญาณ (Repeater) สำหรับเพิ่มอุปกรณ์ในเครือข่ายได้ถึงหลายพันตัวและครอบคลุมระยะหลายกิโลเมตรกันเลยทีเดียว และสามารถเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของ RS485, RS232, RS423 และ RS422 ได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ Rs-232, Rs-423, Rs-422, Rs-485

	RS232	RS423	RS422	RS485
Differential	no	no	yes	yes
Max number of drivers	1	1	1	32
Max number of receivers	1	10	10	32
Modes of operation	half duplex full duplex	half duplex	half duplex	half duplex
Network topology	point-to-point	multidrop	multidrop	multipoint
Max distance (acc. standard)	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Max speed at 12 m	20 kbs	100 kbs	10 Mbs	35 Mbs
Max speed at 1200 m	(1 kbs)	1 kbs	100 kbs	100 kbs
Max slew rate	30 V/ μ s	adjustable	n/a	n/a
Receiver input resistance	3.7 k Ω	\geq 4 k Ω	\geq 4 k Ω	\geq 12 k Ω
Driver load impedance	3.7 k Ω	\geq 450 Ω	100 Ω	54 Ω
Receiver input sensitivity	\pm 3 V	\pm 200 mV	\pm 200 mV	\pm 200 mV
Receiver input range	\pm 15 V	\pm 12 V	\pm 10 V	-7..12 V
Max driver output voltage	\pm 25 V	\pm 6 V	\pm 6 V	-7..12 V
Min driver output voltage (with load)	\pm 5 V	\pm 3.6 V	\pm 2.0 V	\pm 1.5 V

ข้อดีของสัญญาณ RS485 เป็นที่ทราบกันดีว่า RS485 เป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อลบจุดด้อยของมาตรฐานรุ่นเก่าๆ อย่าง RS232 RS422 RS423 เป็นต้น ซึ่งข้อดีหลักๆของมาตรฐาน RS485 มีดังนี้

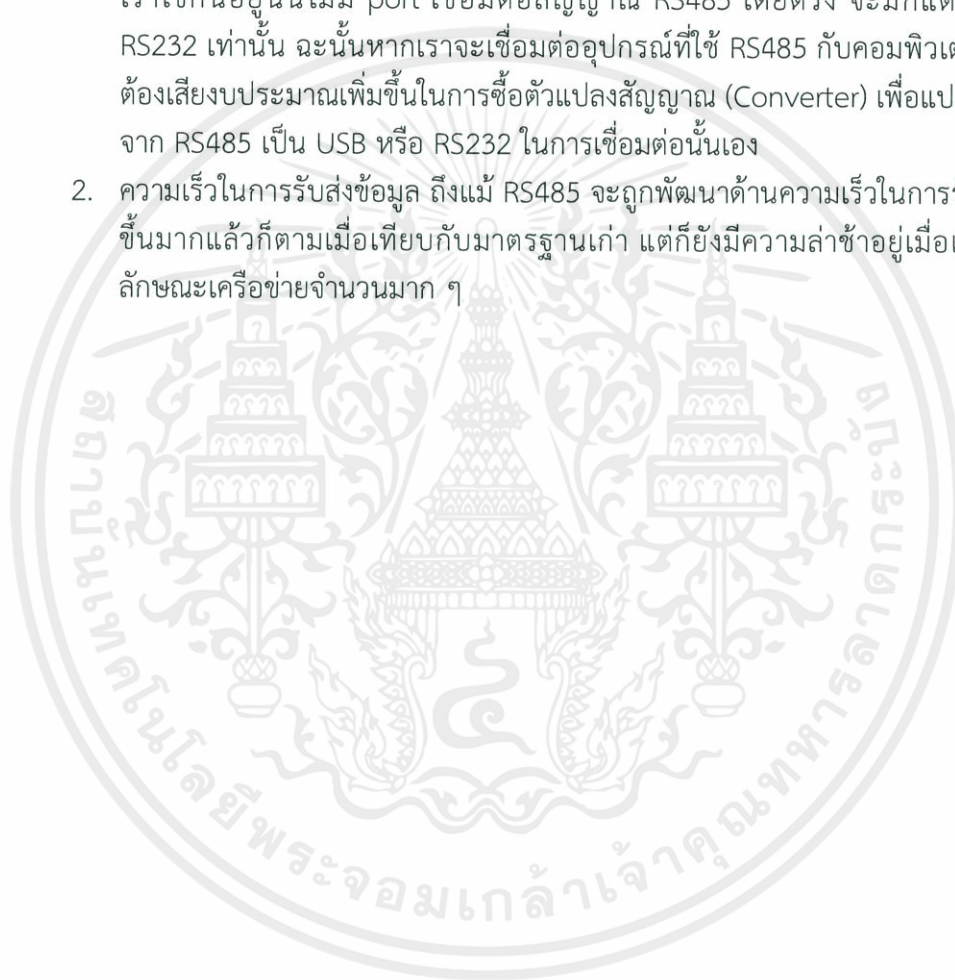
1. สามารถส่งสัญญาณได้ไกล RS485 สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสูงสุดถึง 1,200 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นระยะทางที่ไกลมาก เพียงพอต่อการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างแน่นนอนและจะเห็นได้ชัดว่าระยะการส่งสัญญาณได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจนทิ้งห่างมาตรฐานรุ่นเก่าอย่าง RS232 ที่สามารถส่งสัญญาณได้เพียง 15 เมตร เท่านั้น
2. สามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายได้ นอกจากจะส่งสัญญาณได้ไกลแล้ว RS485 ยังสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย (Network) แบบ Multipoint ได้ด้วย ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งสิ่งนี้ถือว่าเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นของสัญญาณ RS485 เลยทีเดียว
3. ประหยัดงบประมาณในการเดินสาย มาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่ใช้สายไฟเพียง 2 เส้นในการรับส่งข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานรุ่นเก่าที่สามารถส่งสัญญาณในระยะเท่ากันอย่าง RS422 ที่ต้องใช้สายไฟถึง 4 เส้นในการรับส่งข้อมูล ซึ่งราคาสายเคเบิลแบบ 2 แกน จะถูกกว่าสายเคเบิลแบบ 4 แกน ถึงเกือบครึ่ง ในความเป็นจริงแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องงบประมาณถือเป็นเรื่องสำคัญมาก ๆ ซึ่งนี่ถือเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นของ RS485 เลย
ที่เดียว

ข้อเสียของสัญญาณ RS485 ถึงแม้ RS485 จะเป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นจนล
ข้อดีที่มีอยู่ในมาตรฐานเก่า ๆ ไปมากแล้วก็ตาม แต่ก็ไม่ว่าจะไม่มีข้อเสียอยู่เลย โดยข้อเสียหลักๆของ
RS485 มีดังนี้

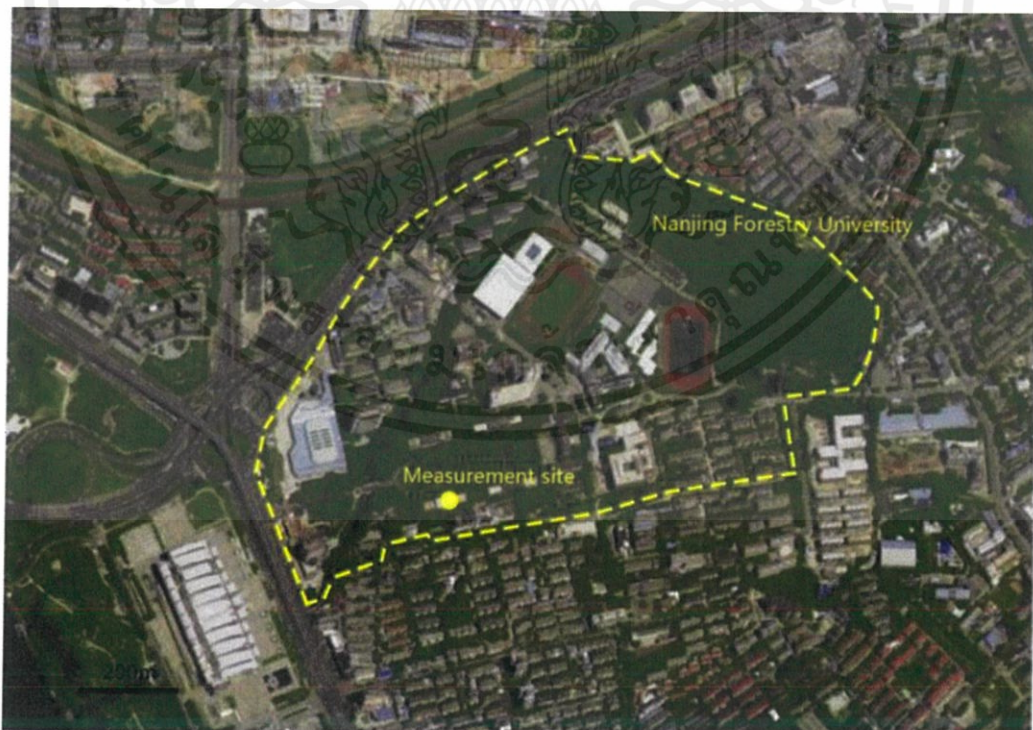
1. ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์ที่
เราใช้กันอยู่นั้นไม่มี port เชื่อมต่อสัญญาณ RS485 โดยตรง จะมีก็แต่ USB หรือ
RS232 เท่านั้น ฉะนั้นหากเราจะเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ RS485 กับคอมพิวเตอร์นั้น เรา
ต้องเสียงบประมาณเพิ่มขึ้นในการซื้อตัวแปลงสัญญาณ (Converter) เพื่อแปลงสัญญาณ
จาก RS485 เป็น USB หรือ RS232 ในการเชื่อมต่อนั่นเอง
2. ความเร็วในการรับส่งข้อมูล ถึงแม้ RS485 จะถูกพัฒนาด้านความเร็วในการรับส่งข้อมูล
ขึ้นมากแล้วก็ตามเมื่อเทียบกับมาตรฐานเก่า แต่ก็ยังมีความล่าช้าอยู่เมื่อเชื่อมต่อใน
ลักษณะเครือข่ายจำนวนมาก ๆ



2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2.6.1 ผลของเงาและการคายน้ำของต้นไม้สามารถส่งผลกระทบต่อระบบทำความเย็น Chun-Ming Hsieh และคณะ (2017) ได้ศึกษาเปรียบเทียบถึงผลของเงาจากต้นไม้และการคายน้ำของต้นไม้สามารถส่งผลกระทบต่อเครื่องปรับอากาศโดยสามารถปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศให้ลดลงได้จริง ในเวลากลางวันที่แสงแดดมีการส่องลงมากระทบผิวของถนน รวมไปถึงจนถึงตึกจะเกิดการสะสมของความร้อนในวัตถุซึ่ง การสะสมความร้อนในวัตถุนี้ส่งผลโดยตรงต่อระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยยังมีการสะสมความร้อนเป็นระยะเวลานานมากเท่าใดก็นำไปสู่การใช้พลังงานในอาคารที่มากขึ้นเท่านั้น และเป็นผลโดยตรงให้เกิดการเสียดำไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

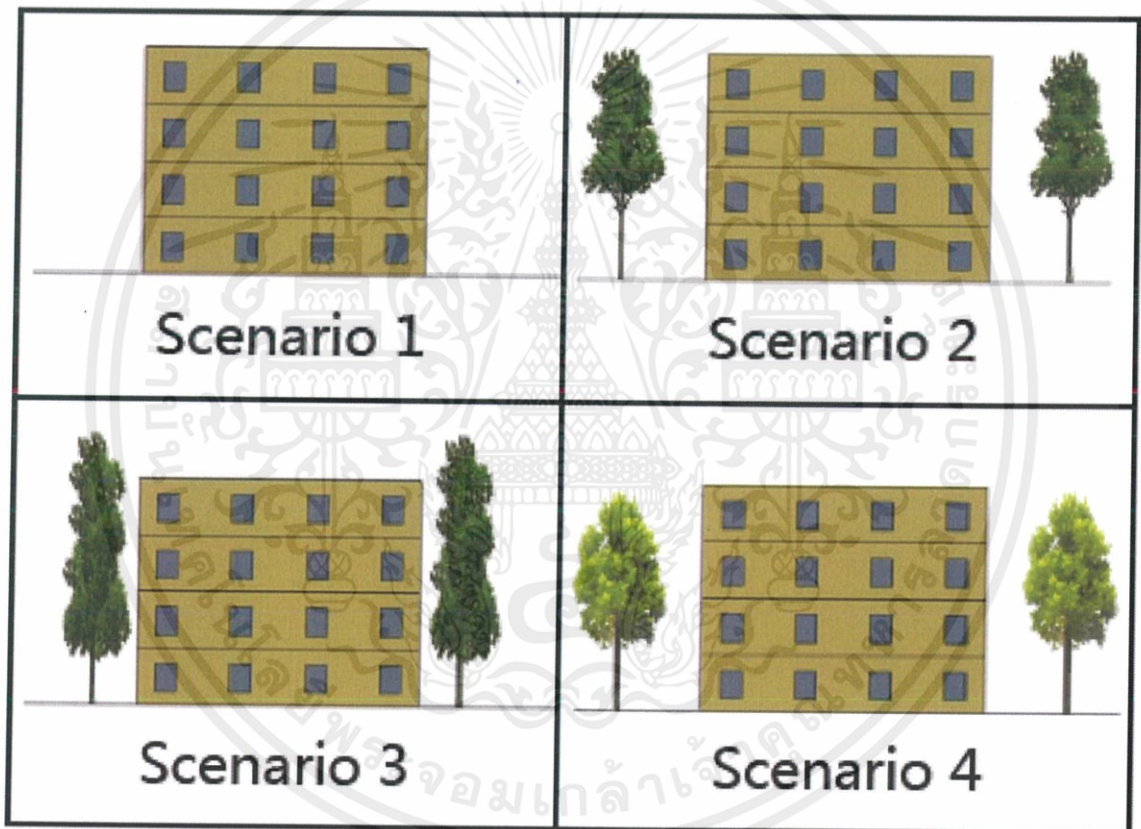
จากการศึกษาจะเห็นได้ชัดว่าบริเวณที่เรียกว่าเป็นพื้นที่สีเขียว ดังเช่น สวนสาธารณะหรือบริเวณที่มีต้นไม้มาก รวมไปถึงการปลูกต้นไม้บนหลังคา ก็จัดเป็นพื้นที่สีเขียวได้เช่นกัน และจากการวัดอุณหภูมิภายในบริเวณพื้นที่สีเขียวจะพบว่า อากาศบริเวณโดยรอบพื้นที่สีเขียวจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าเป็นผลทำให้อุณหภูมิพื้นที่ผิวของภายใน และภายนอกอาคารมีความต่างกันที่ลดลง อีกทั้งยังส่งผลไปช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้ลดลงอีกด้วย โดยในบริเวณที่จัดอยู่ใต้เงาของร่มไม้จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยรอบอยู่ที่ $2.30\text{ }^{\circ}\text{C}$ และจากการสำรวจเก็บข้อมูลพบว่าบริเวณเหนือเงาของต้นไม้จะมีการใช้พลังงานสูงกว่าบริเวณด้านใต้ที่มีร่มเงาของต้นไม้ 42% และความหนาแน่นของต้นไม้ยังส่งผลต่อการลงอุณหภูมิของอากาศโดยรอบมากถึง $2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในประเทศเขตร้อน โดยพื้นที่ ๆ ใช้ในการทดลองคือ เมืองหนานจิง, ประเทศจีน โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนตลอดปีอยู่ที่ $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ถึง $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ และมีความชื้น (RH) ตลอดปี เฉลี่ยอยู่ที่ 76%



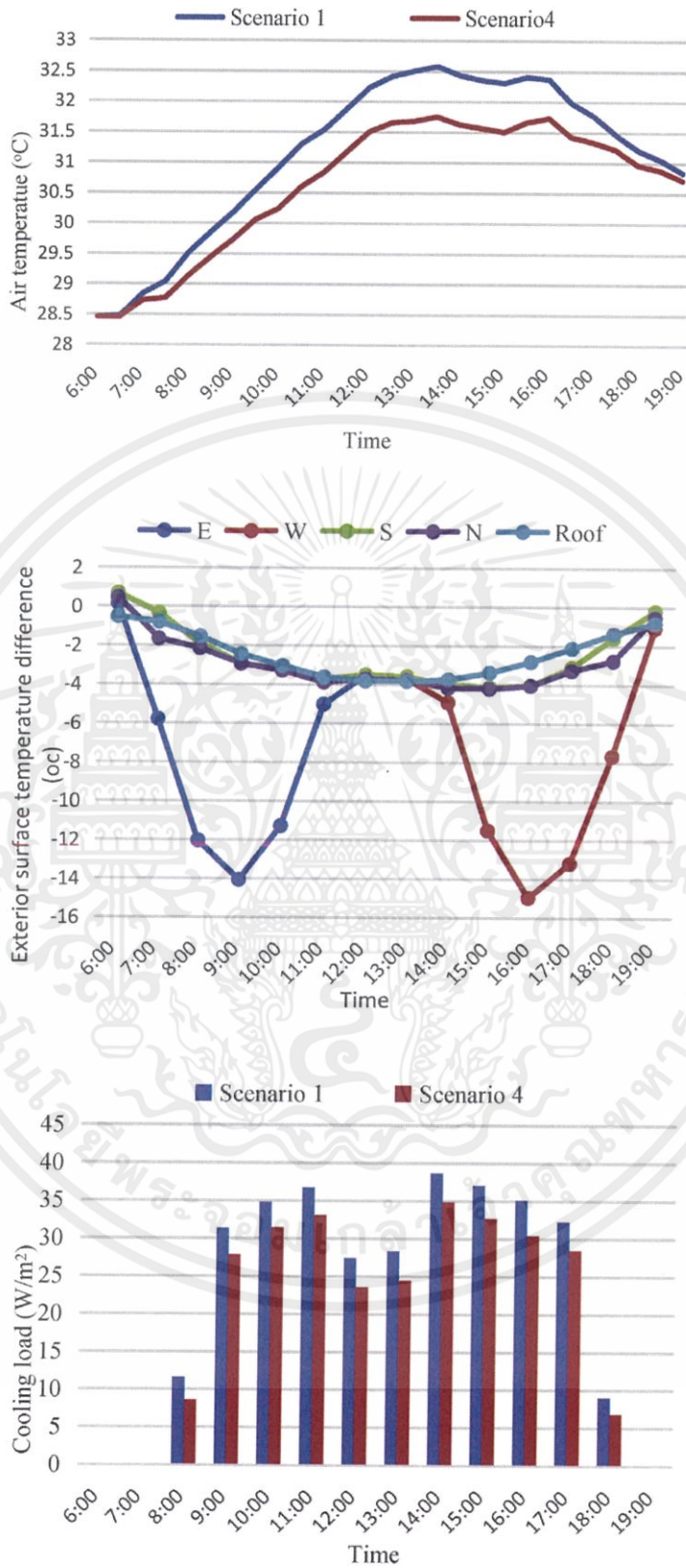
รูปที่ 2.11 บริเวณที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศโดยรอบลมี 4 อย่างคือ 1) ความสูงของต้นไม้, 2) ความห่างระหว่างต้นไม้และอาคาร, 3) ความหนาแน่นของใบไม้ที่ส่งผลเป็นเงาป้องกันแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมา, 4) ชนิดของต้นไม้ที่บังแสงอาทิตย์ก็มีผลต่อการลดอุณหภูมิอากาศโดยรอบเช่นกัน บทบาทของต้นไม้ที่ช่วยในการลดอุณหภูมิ คือ เงาของต้นไม้ และการคายน้ำของต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิโดยรอบ จากการสำรวจแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายในกับภายนอกมีค่าสูงสุดอยู่ที่ $5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ สำหรับอาคารที่ไม่มีต้นไม้ป้องกันแสงแดด ในขณะที่อาคารที่มีต้นไม้บังแดดจะมีความต่างของอุณหภูมิไม่เกิน $2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงวิธีการทดลอง และรูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงการลดการใช้พลังงานโดยการเปรียบเทียบระหว่าง Scenario 1 (ไม่มีต้นไม้บังปกคลุมตึกเลย) กับ Scenario 4 (มีต้นไม้บังแดดและเป็นต้นไม้ที่มีความหนาแน่นของใบมาก)



รูปที่ 2.12 อาคารการทดลอง และรูปแบบของต้นไม้รวมไปถึงระยะห่างที่ได้ทำการทดลองทั้ง 4 แบบที่ได้จำลอง



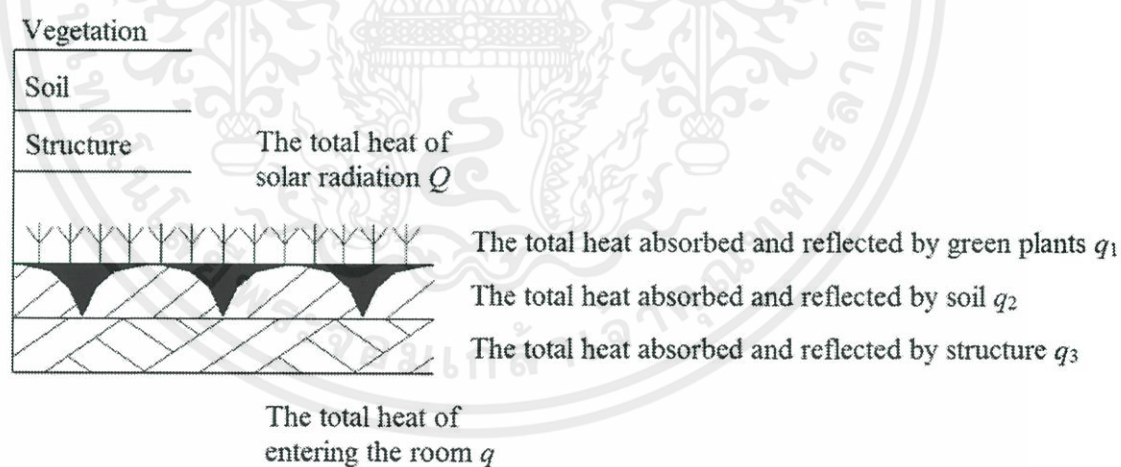
รูปที่ 2.13 กราฟการเปรียบเทียบของการทดลองระหว่าง Scenario 1 กับ Scenario 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การศึกษาแบบจำลองเกี่ยวกับศักยภาพในการสร้างการประหยัดพลังงานโดยใช้หลังคาสีเขียว (ต้นไม้) Linfang Zhang และคณะ (2017) ได้ศึกษาแบบจำลองเกี่ยวกับศักยภาพในการประหยัดพลังงานโดยใช้หลังคาสีเขียว เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารโดยใช้โปรแกรม PHEONICS ในการจำลองอาคารแบบ สามมิติ และจำลองความร้อนของสิ่งแวดล้อมโดยรอบภายใต้เงื่อนไขของหลังคาสีเขียวที่ต่างกัน โดยสามารถพิสูจน์ได้ว่า อาคารที่มีหลังคาหรือดาดฟ้าจัดเป็นพื้นที่สีเขียวสามารถลดการใช้พลังงานของอาคารลงได้จริง โดยเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิของพื้นผิวอาคารภายใต้พื้นที่สีเขียวมีอุณหภูมิไม่ต่างกันมากกับกำแพงอีกด้านของอาคาร

หลังคาสีเขียวหรือการปลูกต้นไม้บนหลังคาหรือเพดานอาคาร มีส่วนช่วยในการลดอุณหภูมิภายนอกอาคารให้ลดลงได้จริง โดยผลที่ได้คือหลังคาสีเขียวสามารถลดความแตกต่างของอุณหภูมิที่พื้นผิวเท่ากับ $8.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อระยะห่างระหว่างพื้นที่สีเขียวกับผนังตึกที่ 300 เมตร แสดงให้เห็นว่าสามารถความแตกต่างของอุณหภูมิให้กับตึกได้มากที่สุด โดยตึกที่มีพื้นที่สีเขียวอยู่บนดาดฟ้าสามารถลดการใช้พลังงานได้มากกว่าตึกที่ไม่มีพื้นที่สีเขียวอยู่ด้านบนดาดฟ้าถึง 30% หลังจากการสร้างแบบจำลอง สามมิติยังทำให้ทราบว่าอาคารที่มีพื้นที่สีเขียวอยู่ด้านบนสามารถลดอุณหภูมิภายในลงได้ถึง $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ และยังพบว่า การมีพื้นที่สีเขียวเป็นสนามหญ้าบนหลังคาสามารถลดอุณหภูมิพื้นผิวได้มากที่สุด

โครงสร้างหลักของหลังคาสีเขียวประกอบด้วยชั้นพืช ชั้นดิน และชั้นโครงสร้าง ในฤดูร้อนแสงอาทิตย์ จะต้องแผ่รังสีผ่านสามชั้นผิวโดยเริ่มจากชั้นที่มีพืช ต่อด้วย ชั้นดิน และชั้นผิวของอาคารตามลำดับ ปริมาณรังสีจะลดลงในทุกครั้งที่ทะลุผ่านชั้นผิวเดิม การถ่ายเทความร้อน ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการถ่ายเทความร้อนของหลังคาสีเขียว

2.7 สรุป

ในบทนี้เราได้กล่าวถึงทฤษฎี หลักการ และอุปกรณ์ การทำงานของเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ที่สำคัญภายในเครื่องปรับอากาศ ได้แก่ คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดึงความร้อนรอบๆ พื้นที่ทำความเย็นออกโดยใช้น้ำหรืออากาศเป็นตัวกลาง หลักการลดความร้อนภายในบ้านจากการปรับทิศทาง คอยล์ร้อน (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่ไหลผ่านตัวเครื่อง คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่อัดความดัน และเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นวาล์วลดความดัน (Expansion Valve) เป็นอุปกรณ์ที่หน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นหลังจากผ่านคอยล์ร้อน

หลักการออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงานจากการหลีกเลี่ยงทิศที่จะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยเฉพาะทิศตะวันตกที่จะได้รับแดดในตอนบ่าย หลักการปลูกต้นไม้เพื่อบังแสงอาทิตย์ หลักการกำบังโดยใช้หลังคา หลักการรับลมเพื่อระบายความร้อนจากตัวอาคาร

หลักการใช้วัสดุเพื่อลดการถ่ายเทอุณหภูมิเข้าสู่ตัวอาคาร การใช้สีอ่อน การใช้ฟิล์มกรองแสงกับกระจก การใช้ฉนวนกันความร้อน

สัญญาณ RS485 คือ มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) สามารถรับและส่งข้อมูลได้ทีละอย่างเท่านั้น โดยสามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network) โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งในเครือข่าวนั้นจะต้องมีอุปกรณ์อยู่ 1 ตัว ทำหน้าที่คอยจัดการสื่อสารในเครือข่าย ซึ่งเราจะเรียกอุปกรณ์ตัวนี้ว่า "Master"

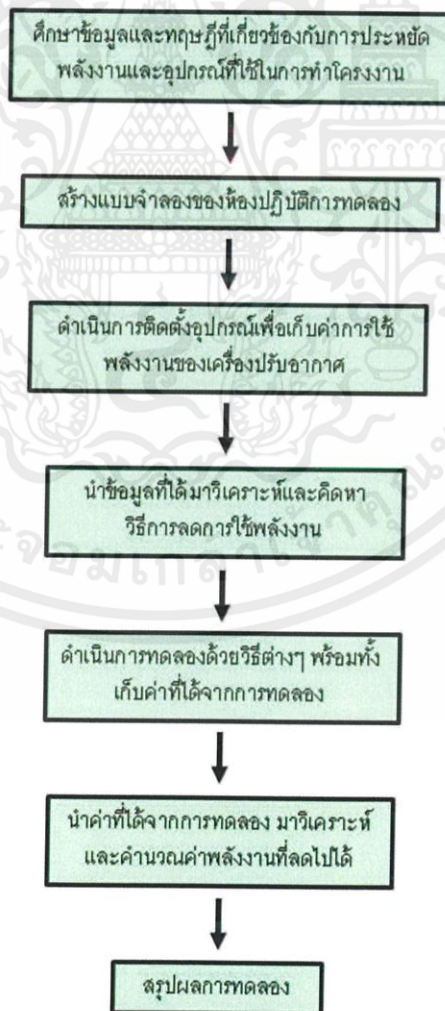
บทที่ 3

การออกแบบการทดลอง

3.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งได้มีการนำมาติดตั้งเพื่อใช้ในการทดลอง โปรแกรมที่ใช้ในการเก็บค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ศึกษาแผนผังโครงสร้างของห้องปฏิบัติการทดลอง (REAL : Renewable Energy Application Laboratory) ศึกษาวิธีการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ วางแผนและลงมือติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บค่าการใช้พลังงาน การออกแบบการทดลอง และวิธีการทดลอง

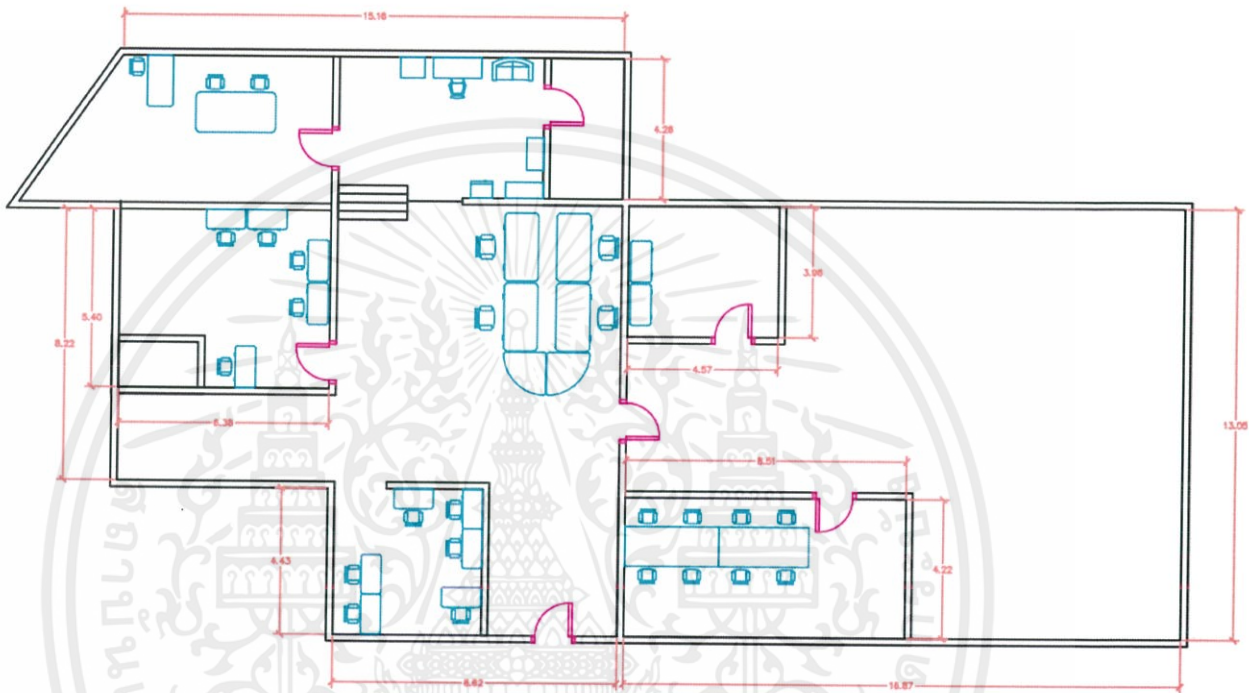
3.2 การออกแบบการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

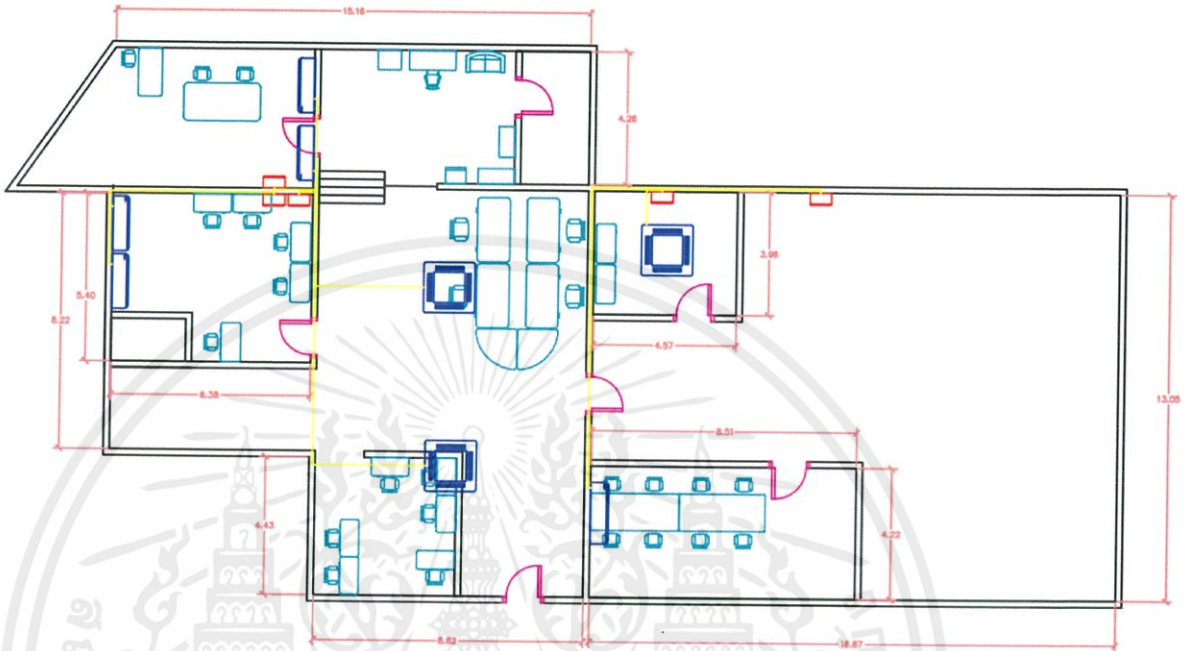
3.3 แผนผังโครงสร้างของห้องปฏิบัติการทดลอง

จากการที่ได้ทำการสำรวจพื้นที่ของห้องปฏิบัติการทดลองและทำการวัดขนาดของแต่ละห้อง ทำให้สามารถสร้างแบบจำลองของห้องปฏิบัติการได้ ซึ่งอ้างอิงตามขนาดจริงจากข้อมูลที่วัดได้ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD ในการสร้างแบบจำลองห้องปฏิบัติการใหม่ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองของห้องปฏิบัติการทดลอง

จากนั้นได้ทำการวางแผนการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศของแต่ละห้อง และวางแผนการเดินสายไฟ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แบบจำลองห้องปฏิบัติการโดยมีการวางแผนการติดตั้งมิเตอร์แต่ละจุด

3.4 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเก็บค่าและแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

3.4.1 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ใช้พาวเวอร์มิเตอร์ 3 เฟส รุ่น Siemens Sentron PAC3200 , BEM26 Energy Analyzer โดยถ้าเป็นกรณีเครื่องปรับอากาศ 1 เฟส สามารถต่อเข้าพาวเวอร์มิเตอร์ 3 เฟส ได้ 3 ตัว ต่อพาวเวอร์มิเตอร์ 1 ตัว ในส่วนของเครื่องปรับอากาศ 3 เฟส สามารถต่อเข้าพาวเวอร์มิเตอร์ 3 เฟสได้ 1 ตัวต่อพาวเวอร์มิเตอร์ 1 ตัวเท่านั้น และส่งสัญญาณ RS485 มาเก็บค่าบันทึกไว้ลงคอมพิวเตอร์ และแสดงผลบนจอมอนิเตอร์

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ทั้ง 3 เฟส และ 1 เฟสดังนี้

1. เริ่มต้นจากการปกสายไฟเพื่อนำมาใช้ในการเดินสายไฟ สำหรับมิเตอร์ที่ยังไม่ได้ติดตั้ง เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับวัดค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศตัวที่ยังไม่สามารถวัดค่าได้ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ปอกสายไฟเพื่อนำมาใช้ในการเดินสายไฟ

2. จากนั้นดำเนินการลากสายไฟเพื่อติดตั้ง Current Transformer เพิ่มเติมสำหรับวัดและเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศ ที่ติดตั้งเพิ่มเติมภายหลัง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการลากสายเพื่อติดตั้ง Current Transformer

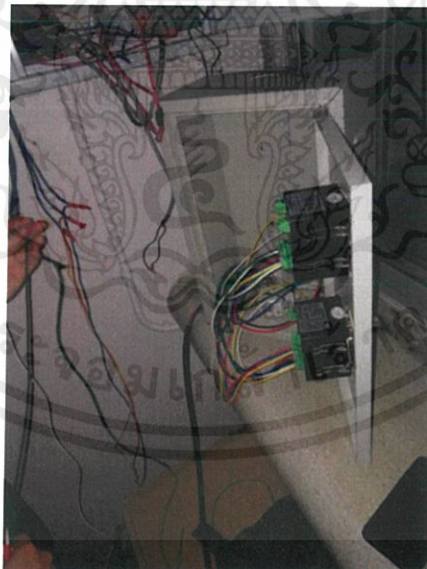
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำตู้ไว้สำหรับใส่ Power Meter 3 เฟส และ Current Transformer ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตู้สำหรับใส่ Power Meter และ Current Transformer

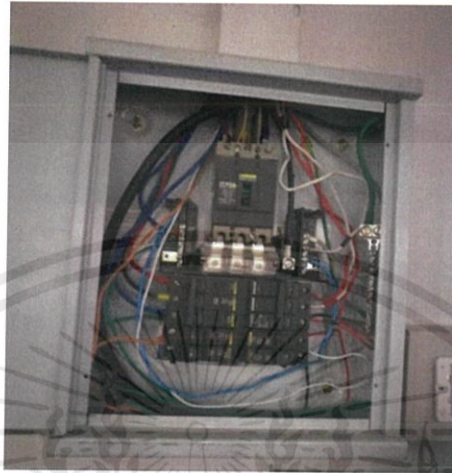
3. ทำการเชื่อมต่อในส่วนของ สาย Current transformer, สาย Voltage และสาย Power Supply เข้า Power Meter ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การต่อสาย Current Transformer และสายอื่น ๆ เข้า Power Meter

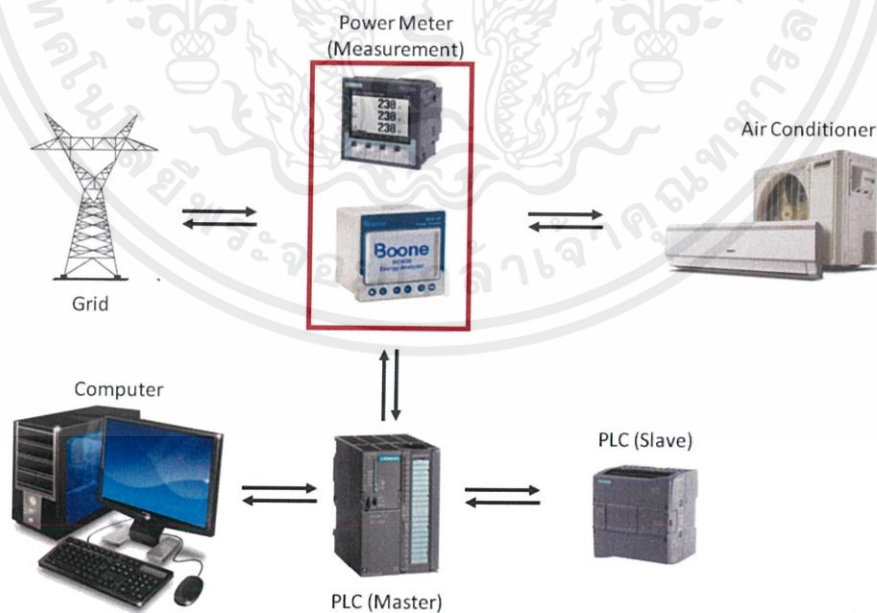
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำสายไฟเก่าออกจากตู้ Breaker เดิม เพื่อความสะดวกในการติดตั้ง Power Meter ใหม่ สำหรับใช้วัดและบันทึกค่าของเครื่องปรับอากาศเพิ่มเติม ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตู้ Breaker ที่ทำการรื้อสายไฟเก่าออก

3.4.2 การเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้การวัด และเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเป็นแบบเรียลไทม์และแม่นยำจึงได้มีการใช้โปรแกรม PLC ของบริษัทSiemens มาเพื่อเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า เป็นต้น ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การเก็บค่าการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม PLC แบบเรียลไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีการรับส่งค่าพารามิเตอร์ดังนี้

1. Active Power (P)
2. Apparent Power (S)
3. Reactive Power (Q)
4. Voltage (V)
5. Current (I)

Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Visible in	Setpoint	Comment
1	Static						
2	Line Frequency_slave1	Real	0.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Average Voltage_ph...	Real	4.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Average Current_slave1	Real	8.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Total Active Power_sla...	Real	12.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	Total Apparent Power_1	Real	16.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Total Reactive Power_1	Real	20.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Total Power Factor_1	Real	24.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Active Power_a_1	Real	28.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	Active Power_b_1	Real	32.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Active Power_c_1	Real	36.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Voltage a-1_1	Real	40.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Voltage b-1_1	Real	44.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Voltage c-1_1	Real	48.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Voltage a-b_1	Real	52.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	Voltage b-c_1	Real	56.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	Voltage c-a_1	Real	60.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	Current a_1	Real	64.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Current b_1	Real	68.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	Current c_1	Real	72.0	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	DigitalOut_1	Byte	76.0	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	K1_Slave1	Bool	77.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	K2_Slave1	Bool	77.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	K3_Slave1	Bool	77.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	K4_Slave1	Bool	77.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	K5_Slave1	Bool	77.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

รูปที่ 3.9 หน้าจอแสดง Tags ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เก็บบันทึกและแสดงผลบนกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การแสดงผลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ หลังจากที่รับสัญญาณข้อมูลผ่านทางระบบ RS485 มาแล้ว และแสดงผลโดยใช้โปรแกรม WinCC แสดงกราฟตัวอย่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศภายในห้องปฏิบัติการ ดังรูปที่ 3.10



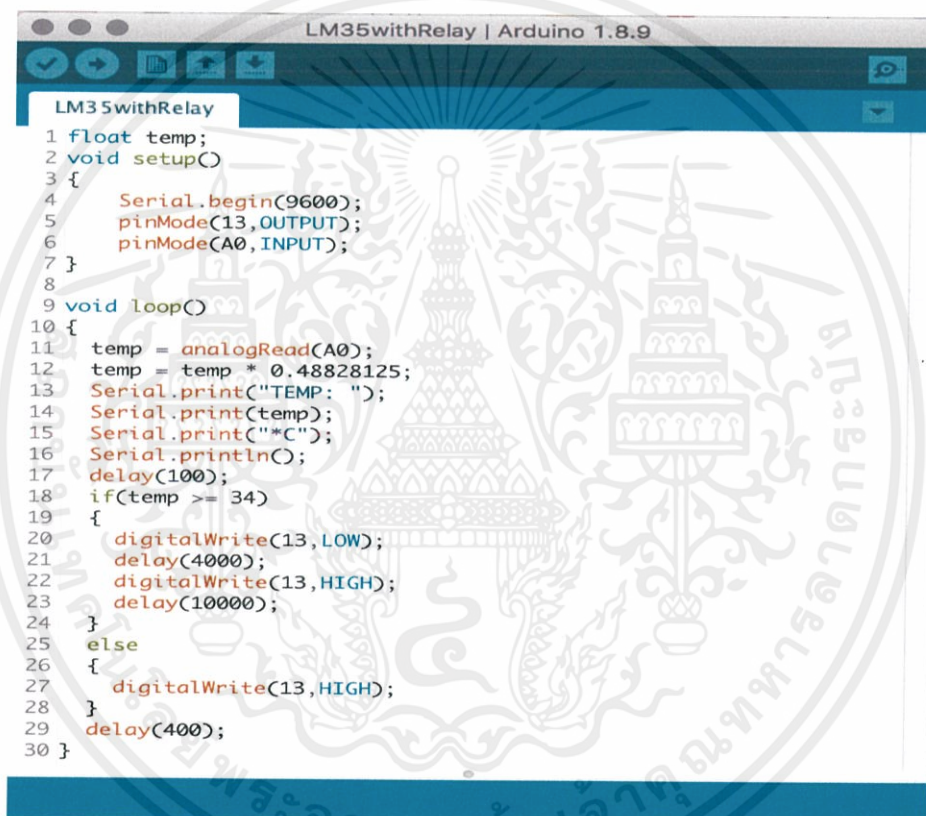
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างกราฟแสดงผลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 วิธีการใช้ปั้มน้ำพ่นน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ ให้สามารถช่วยลดพลังงานในการระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศได้ โดยใช้ Arduino เขียนโปรแกรมเบื้องต้นสำหรับรับข้อมูลจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิของลมที่ออกมาจากคอยล์ร้อน เพื่อสั่งให้ปั้มน้ำทำงาน และพ่นน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เขียนโค้ดโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE และ Upload โค้ดโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino Uno R3 ผ่านทางสาย USB ดังรูปที่ 3.11



```

LM35withRelay | Arduino 1.8.9
LM35withRelay
1 float temp;
2 void setup()
3 {
4     Serial.begin(9600);
5     pinMode(13,OUTPUT);
6     pinMode(A0,INPUT);
7 }
8
9 void loop()
10 {
11     temp = analogRead(A0);
12     temp = temp * 0.48828125;
13     Serial.print("TEMP: ");
14     Serial.print(temp);
15     Serial.print("*C");
16     Serial.println();
17     delay(100);
18     if(temp >= 34)
19     {
20         digitalWrite(13,LOW);
21         delay(4000);
22         digitalWrite(13,HIGH);
23         delay(10000);
24     }
25     else
26     {
27         digitalWrite(13,HIGH);
28     }
29     delay(400);
30 }

```

รูปที่ 3.11 โค้ดโปรแกรม Arduino

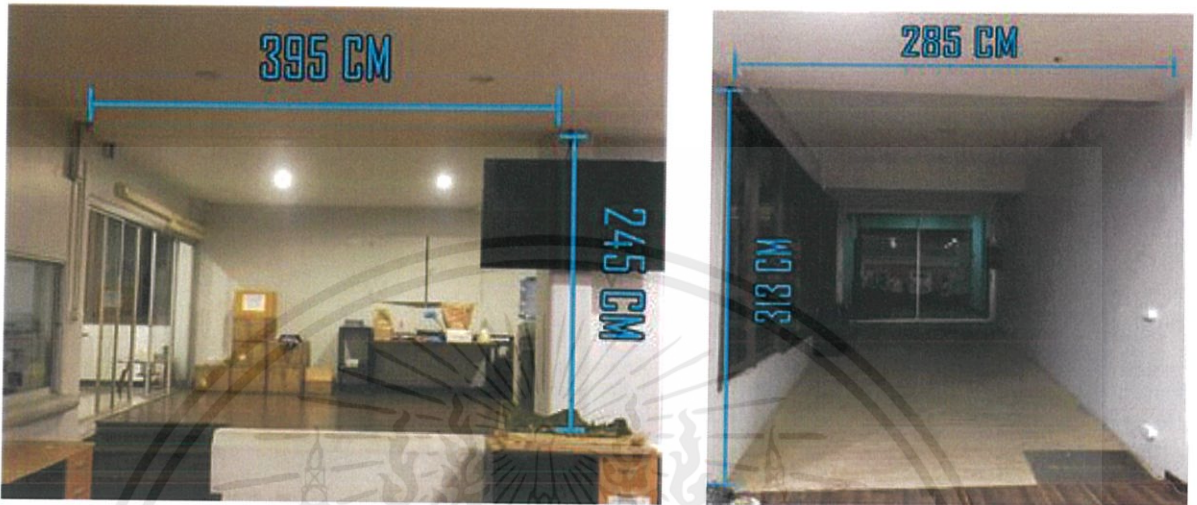
4. ทำการเชื่อมรีเลย์กับปั้มน้ำ และสายยางสำหรับพ่นน้ำเข้าด้วยกัน และเตรียมถัง น้ำ เพื่อใช้สำหรับใส่ปั้มน้ำ เพื่อเตรียมน้ำไปพ่นที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ติดตั้งอุปกรณ์ที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

3.5.2 การกันห้องโดยใช้พลาสติกใส PVC เนื่องจากห้องโถงของห้องปฏิบัติการทดลอง นั้น มีพื้นที่ในส่วนที่ไม่จำเป็นต้องใช้ความเย็นมาก จึงได้ทำการกันพื้นที่ส่วนนั้นด้วยพลาสติกใส จากการตั้งสมมติฐานว่า ถ้าสามารถลดขนาดพื้นที่การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศให้ลดลง จะทำให้คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศนั้นทำงานน้อยลง กล่าวคือมีการตัด หรือพักการทำงานบ่อยขึ้น ซึ่งทำให้ช่วยประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้อีกด้วย โดยทำการทดลองดังนี้

1. โดยเริ่มจากการสำรวจข้อมูลความกว้างและความยาวของทางเดินที่เราจะกั้นด้วยพลาสติกใส พบว่ามีสองส่วนที่ควรจะกั้นเพื่อกันความเย็น ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 วัดขนาดของส่วนที่จะทำการกั้นห้อง

2. ทำการซื้อพลาสติกใส PVC หนา 500 Micron มาตัดเป็นริ้วเพื่อให้คนสามารถเดินผ่านได้ และนำมากั้นทั้งสองทาง โดยการติดรางบนเพดานห้องจากนั้นจึงเจาะยึดให้ติดด้วยน็อต ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ติดตั้งพลาสติกใส PVC สำหรับกันความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการติดตั้งพลาสติกใส PVC แล้ว เราจะสามารถลดขนาดของห้องลงไปได้
ประมาณ $59.79 + 59.58 = 119.37$ ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นหน่วย BTU ได้จาก

$$1) 59.79 \times 1000 / 3 = 19772.48 \text{ BTU}$$

$$2) 59.58 \times 1000 / 3 = 19860.00 \text{ BTU (เมื่อห้องสูงเกิน 2.5 m คูณเพิ่ม 5\%)} \\ = 20856.129 \text{ BTU}$$

รวมทั้งสองส่วนที่กันไปได้ประมาณ 40628.609 BTU ซึ่งจริง ๆ แล้วอาจจะมีการสูญเสีย
เกิดขึ้นเนื่องจากเราไม่สามารถกันห้องให้ความเย็นไม่ไหลผ่านได้ 100 เปอร์เซ็นต์ แต่เราคาดการณ์ว่าจะ
สามารถช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศในส่วนห้องโถงไปได้ไม่มากนัก

3.6 สรุป

ในบทนี้ได้ทำการสำรวจอุปกรณ์เครื่องปรับอากาศแต่ละชนิดภายในห้องปฏิบัติการ
ทดลองที่ต้องการจัดการพลังงาน เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานส่วนใหญ่ใน
ห้องปฏิบัติการทดลอง และใช้มาก และบ่อยที่สุด ทำให้ต้องตรวจจับค่ากระแส และค่าความต่างศักย์เพื่อ
หาค่ากำลังไฟฟ้า และวางแผนการติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อตรวจจับค่ากำลังไฟฟ้า กระแส และความต่างศักย์
อันได้แก่ Power Meter และ Current Transformer เนื่องจากห้องปฏิบัติการทดลองมีการติด
เครื่องปรับอากาศเพิ่มเติมจากในอดีต รวมถึงแสดงขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รับ
ไปใช้ในการหาวิธีจัดการพลังงานให้สามารถลดการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม

การเก็บค่าข้อมูลพลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศนั้นจะใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ในการ
เขียนชุดคำสั่ง จากนั้นจึงประมวลผลออกมาทางหน้าจอแสดงผล และบันทึกค่าเพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงการ
ใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลอง เพื่อลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศลง

โดยวิธีการที่ให้ความสนใจในการลดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศ จะเริ่มจากวิธีที่ง่าย
ที่สุดคือการปรับเปลี่ยนพื้นที่ในห้องปฏิบัติการทดลอง เพื่อเป็นการลดภาระการทำงานของ
เครื่องปรับอากาศ ไปจนถึงวิธีที่จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ขึ้นมาด้วยคือวิธีการฉีบน้ำที่คอยล์ร้อนของ
เครื่องปรับอากาศ เพื่อช่วยลดพลังงานที่ใช้ในการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 บทนำ

จากการเก็บข้อมูลการเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องปฏิบัติการทดลองตลอดทั้งวัน นำค่าที่ได้จากการตรวจจับมิเตอร์และส่งข้อมูลผ่าน PLC และ RS485 เก็บข้อมูลผ่านโปรแกรม TIA SIEMENT เพื่อดึงข้อมูลออกมาจากมิเตอร์แบบเรียลไทม์ และบันทึกค่าไว้ จึงดึงข้อมูลที่ได้ออกมา Plot Graph เพื่อดูข้อมูลการใช้พลังงานในช่วงเวลาปกติที่ยังไม่ได้ใช้วิธีการต่าง ๆ มาลดพลังงาน ต่อมาจึงใช้วิธีลดพลังงานเครื่องปรับอากาศภายในห้องปฏิบัติการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับช่วงเวลาปกติที่ไม่ได้ใช้วิธีการลดว่าได้ผลมากน้อยเป็นอย่างไร คำนวณว่าจะทำหรือไม่ คำนวณในเวลาที่เท่าไร

4.2 เก็บค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

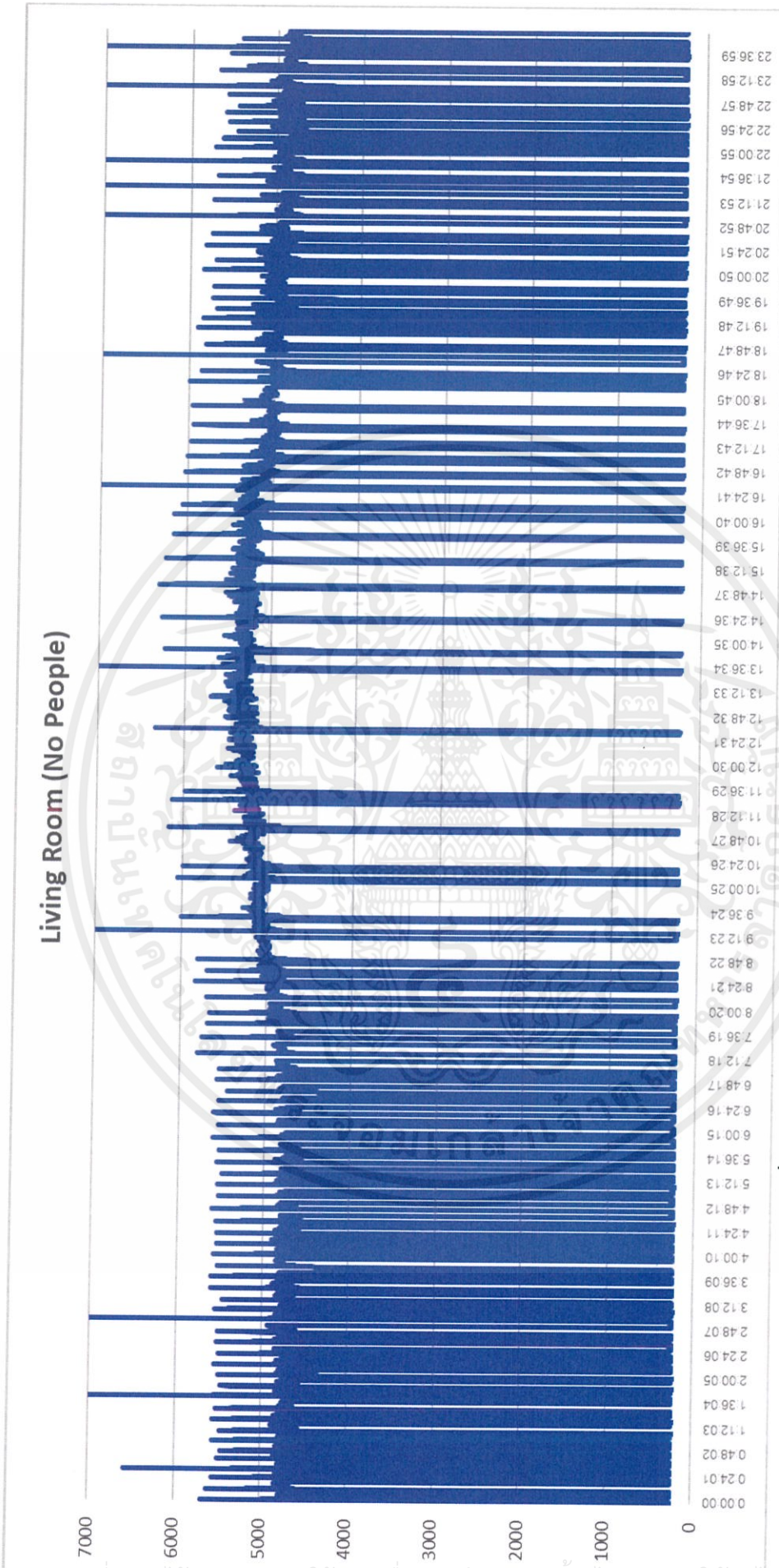
เนื่องจากเราได้ติดตั้งมิเตอร์จับค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวทุกวินาที เราจึงนำข้อมูลที่ได้ออกมาสร้าง graph ในแต่ละช่วงเวลาได้

ผลการทดลองที่จับค่าได้จากเครื่องปรับอากาศโถงกลางในวันที่ 31 มี.ค. 2562 โดยโหลดที่ได้เป็นโหลดที่ไม่มีการใช้งานของบุคคล



รูปที่ 4.1 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 31 มีนาคม 2562
เวลา 10:00-13:00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 31 มี.ค. พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลการใช้พลังงานที่เก็บได้จากพาวเวอร์มิเตอร์แบบเรียลไทม์

A	B	C	D	E
Time	Living Room	Server	Prof	project
0:00:00	246.1097717	466.0236206	-0.022464722	107.2621994
0:00:01	250.5547028	466.1584473	-0.022464756	107.3903427
0:00:02	253.306488	466.4758911	-0.022464745	107.3130264
0:00:03	248.9398804	465.9259338	-0.022464726	107.3638992
0:00:04	251.6537323	465.2750244	-0.022464756	107.3715363
0:00:05	250.5664215	465.5387878	-0.022464765	107.5837326
0:00:06	244.0041199	466.1677551	-0.022464786	107.2709808
0:00:07	244.6700439	465.6388245	-0.022464804	107.5611725
0:00:08	249.458847	465.8171082	-0.022464816	107.408493
0:00:09	247.4171753	465.536438	-0.02246483	107.4416962
0:00:10	250.1854553	465.9657593	-0.02246486	107.2714615
0:00:11	252.2660065	465.5993652	-0.022464875	107.3226471
0:00:12	247.9922485	465.2096558	-0.022464871	107.3223343
0:00:13	252.4791718	465.9768677	-0.022464871	107.3819275
0:00:14	249.8407288	466.0481873	-0.022464864	107.3485947
0:00:15	244.0114594	464.9511719	-0.022464881	107.4744415
0:00:16	246.7037964	464.9447937	-0.022464834	107.5613403
0:00:17	244.9384766	465.1586304	-0.02246483	107.3470688
0:00:18	242.7441406	464.667572	-0.022464851	107.2627258
0:00:19	245.0325775	464.2043152	-0.022464851	405.979187
0:00:20	249.011795	464.545166	-0.022464855	1461.239258
0:00:21	241.796463	464.2046204	-0.02246484	2044.675659
0:00:22	241.9695435	464.2044373	-0.02246484	2150.064941

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศที่จับได้

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศเืองกลางในวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2562 นำค่าพลังงานที่ได้แต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้ 304,659,336 W

$$\begin{aligned}
 \text{คิดเป็น Unit} &= 304,659,339 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\
 &= 80.93 \text{ Unit}
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองที่จับค่าได้จากเครื่องปรับอากาศห้อง Project Room ในวันที่ 31 มี.ค. 2562 โดยโหนดที่ได้เป็นโหนดที่ไม่มีการใช้งานของบุคคล



รูปที่ 4.4 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 31 มีนาคม 2562 เวลา 10.00-13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



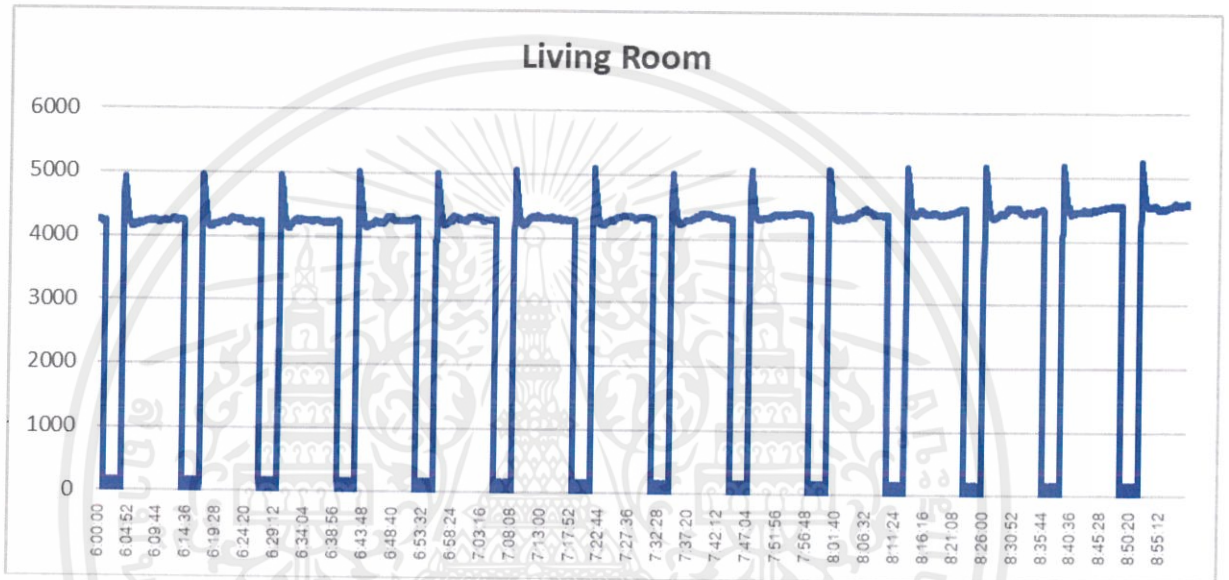
รูปที่ 4.5 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 31 มีนาคม 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2562 นำค่าพลัง
แต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้ 85,344,708.46 W

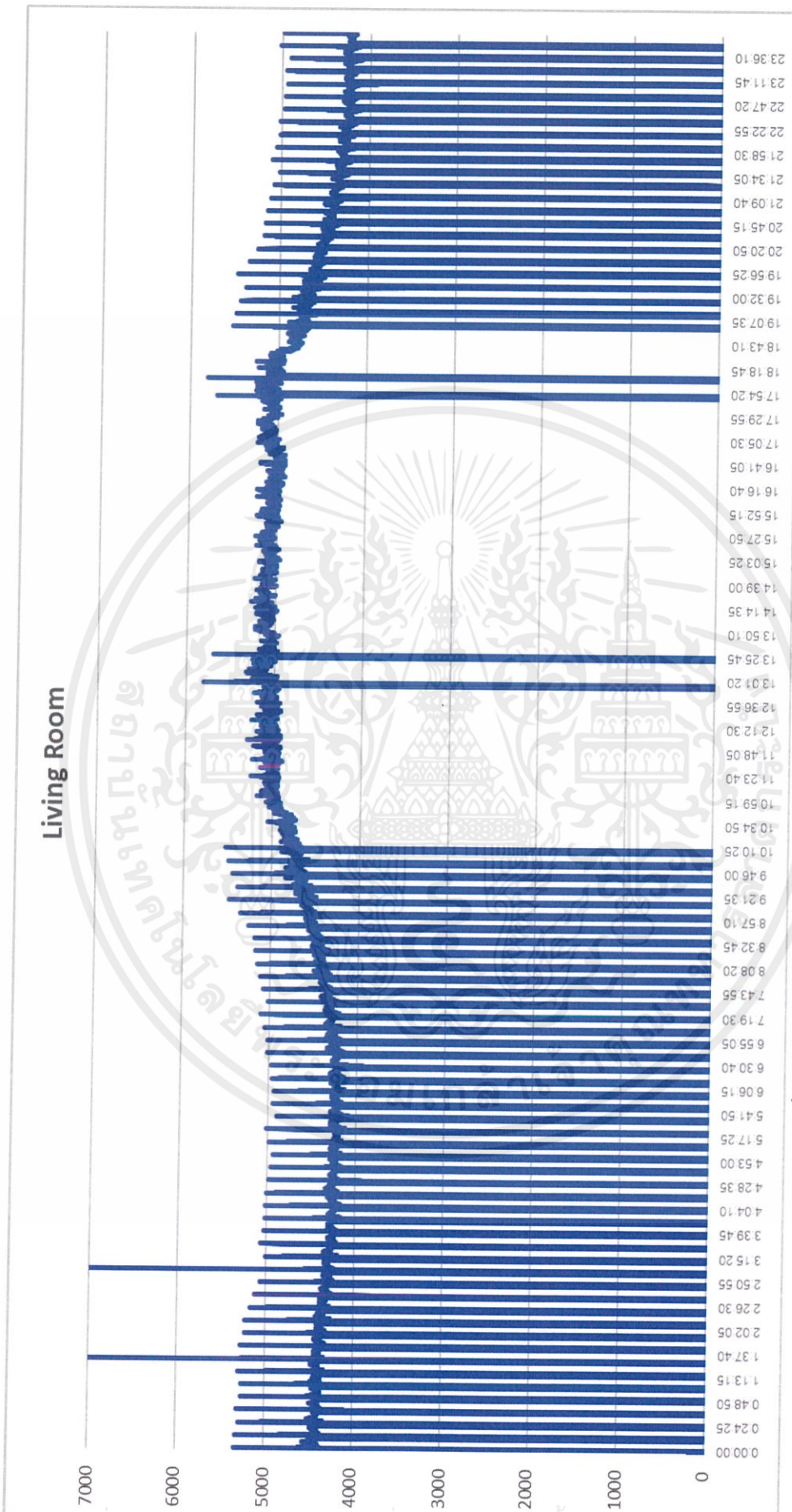
$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 85,344,708.46 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 23.71 \text{ Unit} \end{aligned}$$

ผลการทดลองที่จับค่าได้จากเครื่องปรับอากาศโถงกลางในวันที่ 1 เม.ษ. 62 โดย
โหลดที่ได้เป็นโหลดที่มีการใช้งานของบุคคล



รูปที่ 4.6 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 1 เม.ษ. 2562 เวลา 6.00-9.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



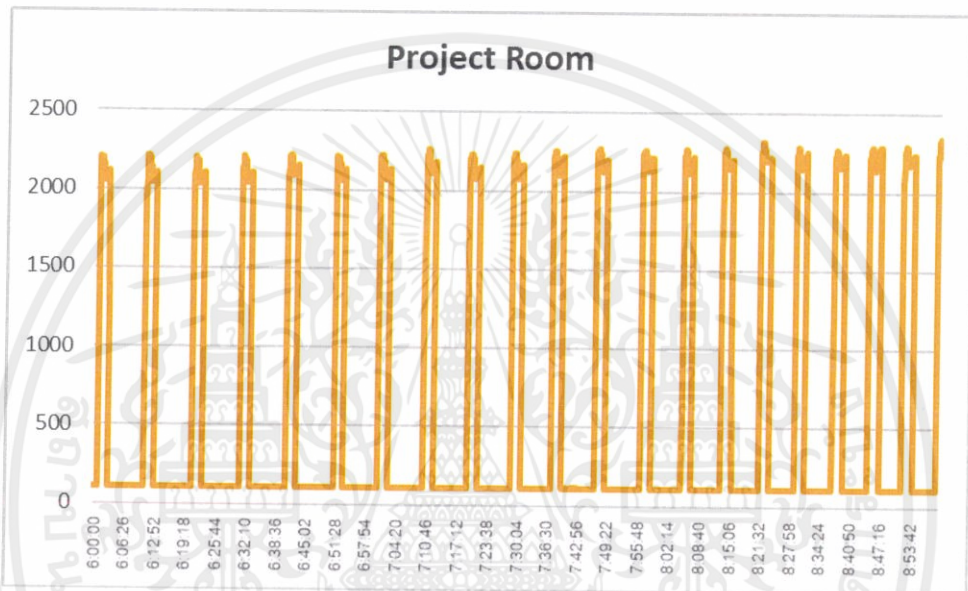
รูปที่ 4.7 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562 นำค่าพลัง
แต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้ 337,184,600.8 W

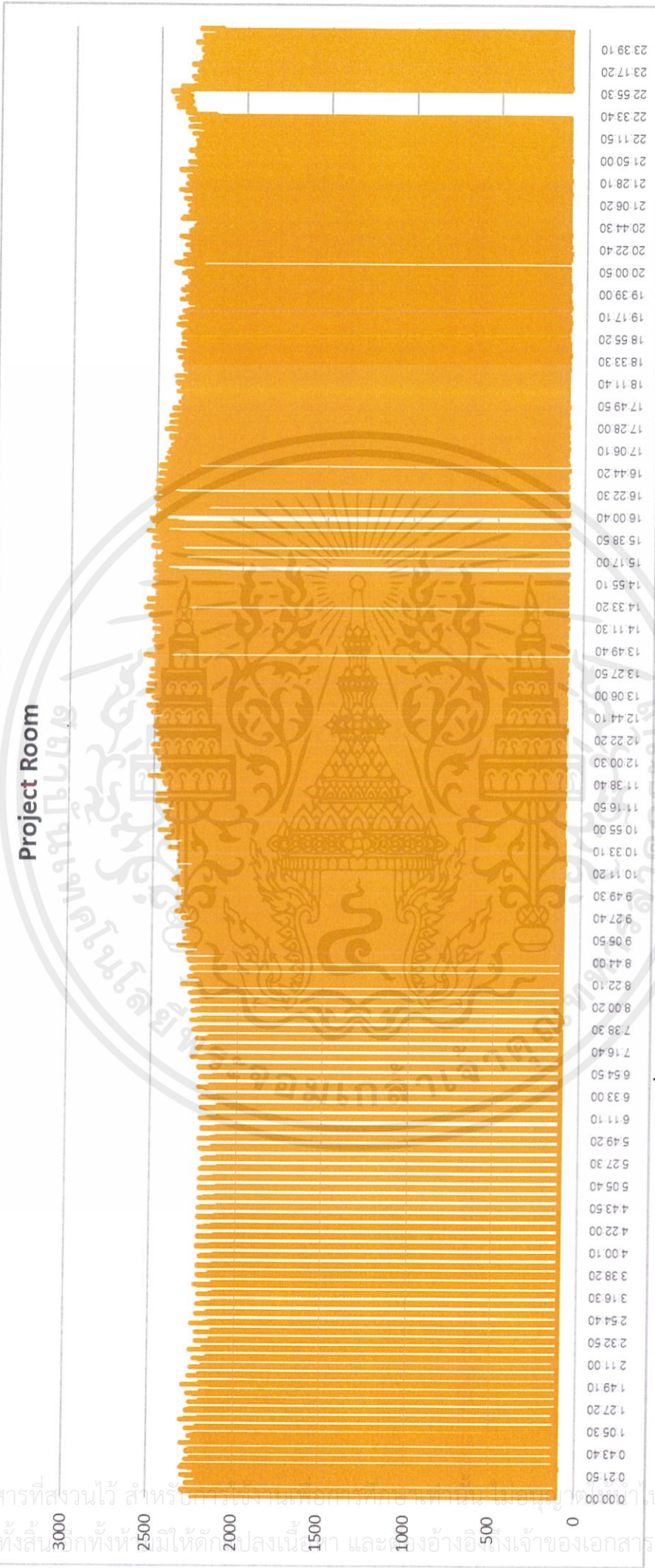
$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 337,184,600.8 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 94.96 \text{ Unit} \end{aligned}$$

ผลการทดลองที่จับค่าได้จากเครื่องปรับอากาศห้อง Project Room ในวันที่
1 เม.ษ. 62 โดยโหลดที่ได้เป็นโหลดที่มีการใช้งานของบุคคล



รูปที่ 4.8 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 1 เมษายน 2562 เวลา 6.00-9.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Project Room วันที่ 1 เมษายน 2562

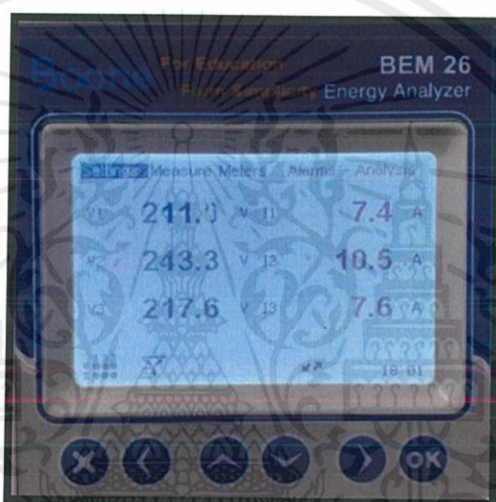
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นทั้งที่มีให้คำปรึกษาและแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562 นำค่าพลังแต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้

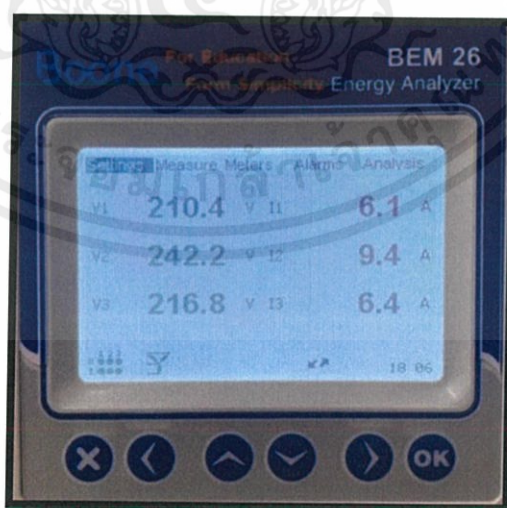
$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 91,723,427.75 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 23.71 \text{ Unit} \end{aligned}$$

4.3 การทดลองฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อน

จากการทดลองเบื้องต้นโดยการฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนทำให้กระแสไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศลดลงอย่างเห็นได้ชัด เช่น จาก 7.4 A เปลี่ยนเป็น 6.1 A ได้ภายใน 3-4 วินาที ต่อมาเมื่อปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที กระแสจะกลับมาอยู่ที่ 7.4 A เท่าเดิม



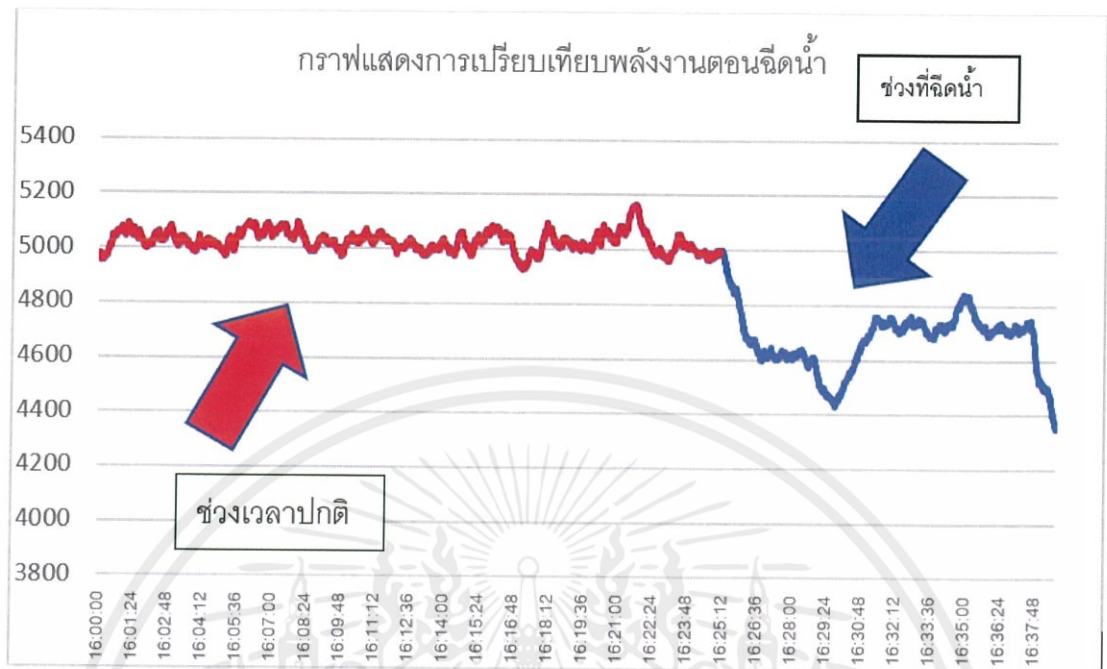
รูปที่ 4.10 แสดงกระแสเครื่องปรับอากาศก่อนฉีดน้ำ



รูปที่ 4.11 แสดงกระแสเครื่องปรับอากาศหลังฉีดน้ำ

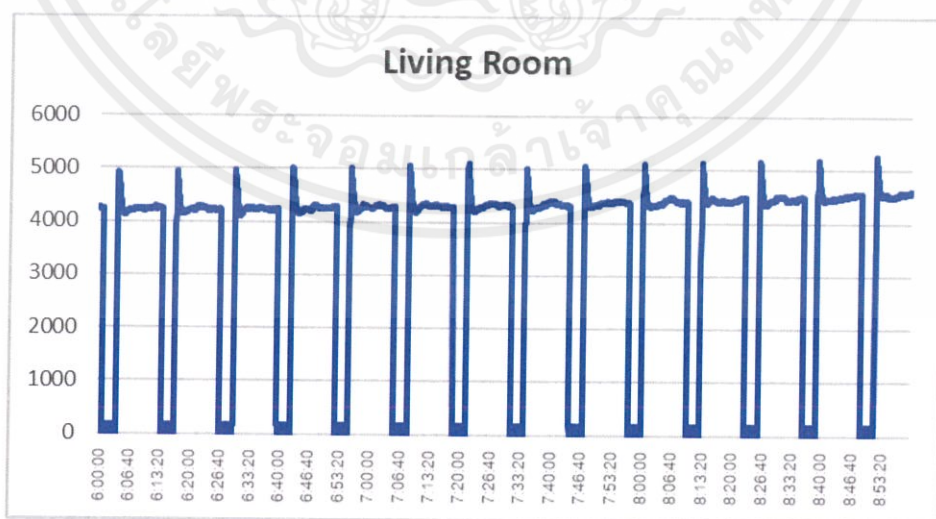
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากกระแสของเครื่องปรับอากาศลดลงทำให้การใช้พลังงานลดลงตามไปด้วย



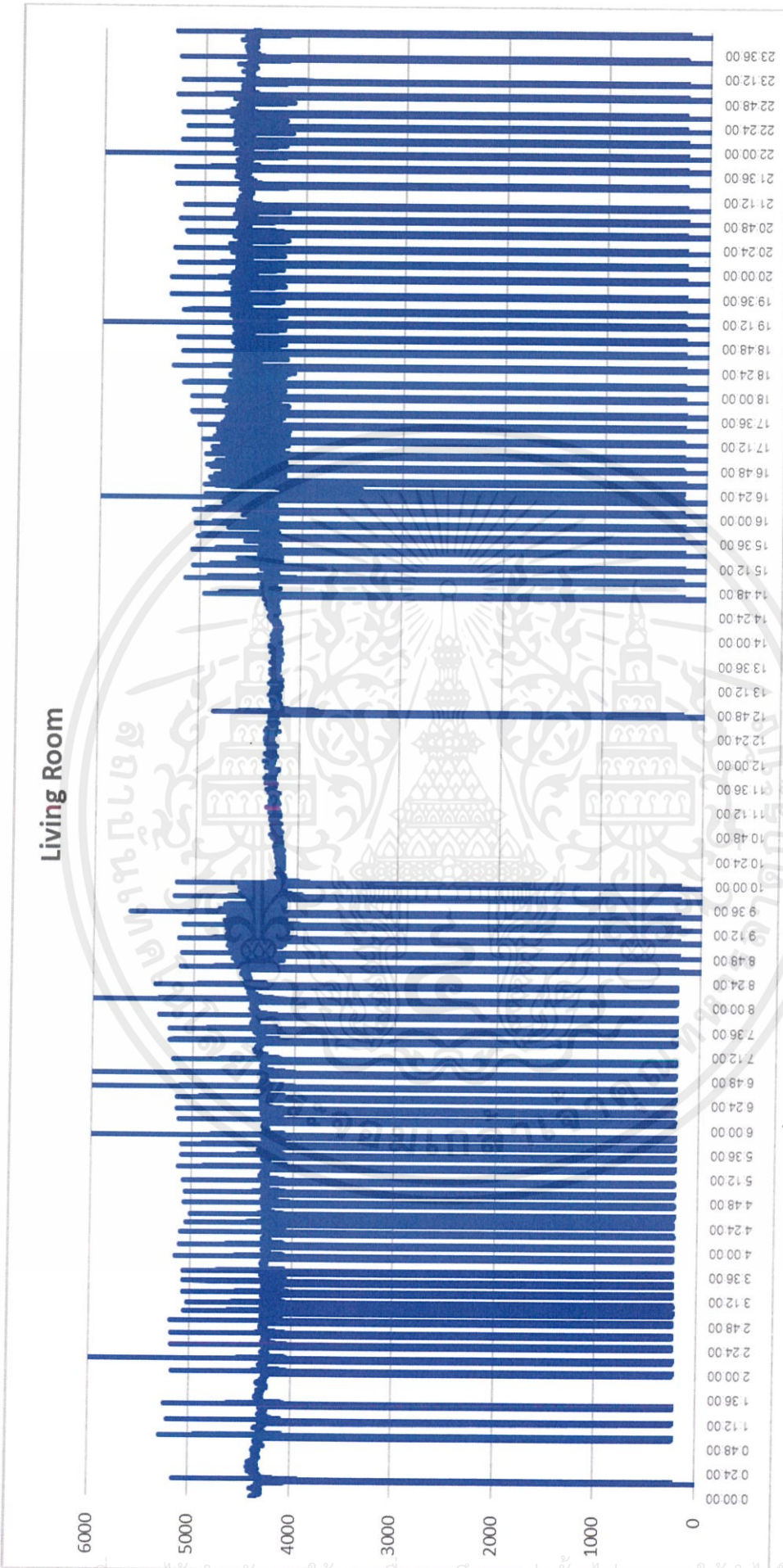
รูปที่ 4.12 แสดงการลดพลังงานของเครื่องปรับอากาศเมื่อฉีดน้ำ

4.3.1 ผลการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้วิธีฉีดน้ำ ผลการทดลองที่ได้จากการฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนเครื่องปรับอากาศที่ห้องโถงตลอด 24 ชั่วโมง ในวันที่ 4 เม.ษ. 62 ซึ่งเป็นวันที่มีการใช้งานของบุคคล โดยตั้งระบบไว้ให้ฉีดน้ำเมื่ออุณหภูมิที่ออกจาก Condenser มีค่ามากกว่า 35 องศา โดยจะฉีดน้ำเป็นเวลา 7 วินาที พัก 30 วินาที จึงเริ่มจับอุณหภูมิใหม่ นำข้อมูลที่ได้จากการจับค่ามาสร้าง graph



รูปที่ 4.13 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศห้อง Living Room วันที่ 1 เมษายน 2562 เวลา 6.00-9.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



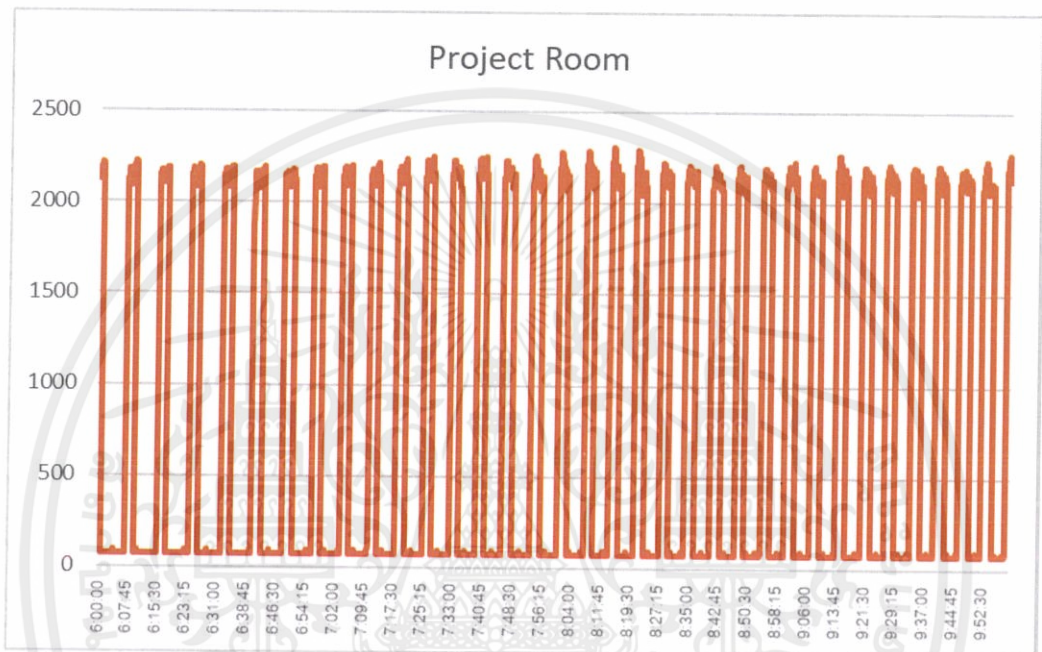
รูปที่ 4.14 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 4 เมษายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 4 เมษายน พ.ศ. 2562 นำค่าพลัง
แต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้

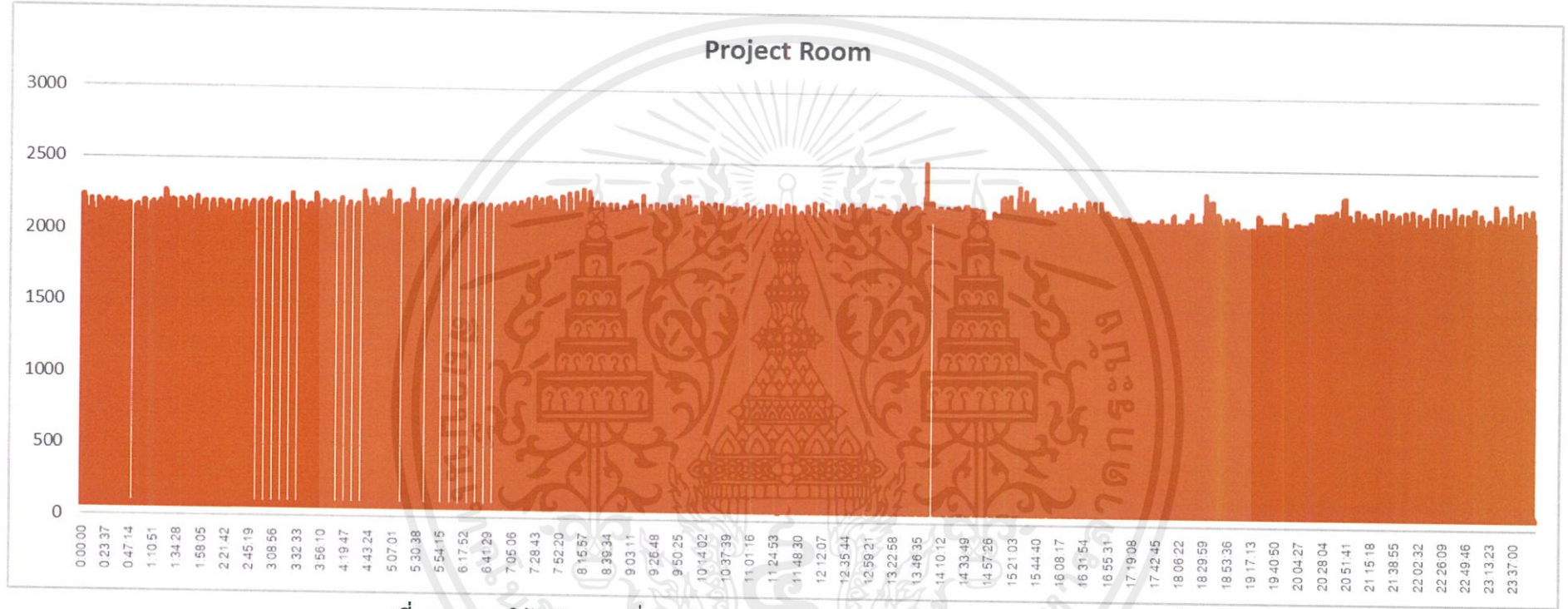
$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 315,864,103.2 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 87.74 \text{ Unit} \end{aligned}$$

การเก็บค่าในวินาทีที่ติดน้ำ ที่ห้อง Project Room ในวันที่ 11 เมษายน พ.ศ. 2562



รูปที่ 4.15 แสดงการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศห้อง Project วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉีดย้ำ
เวลา 6.00-10.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



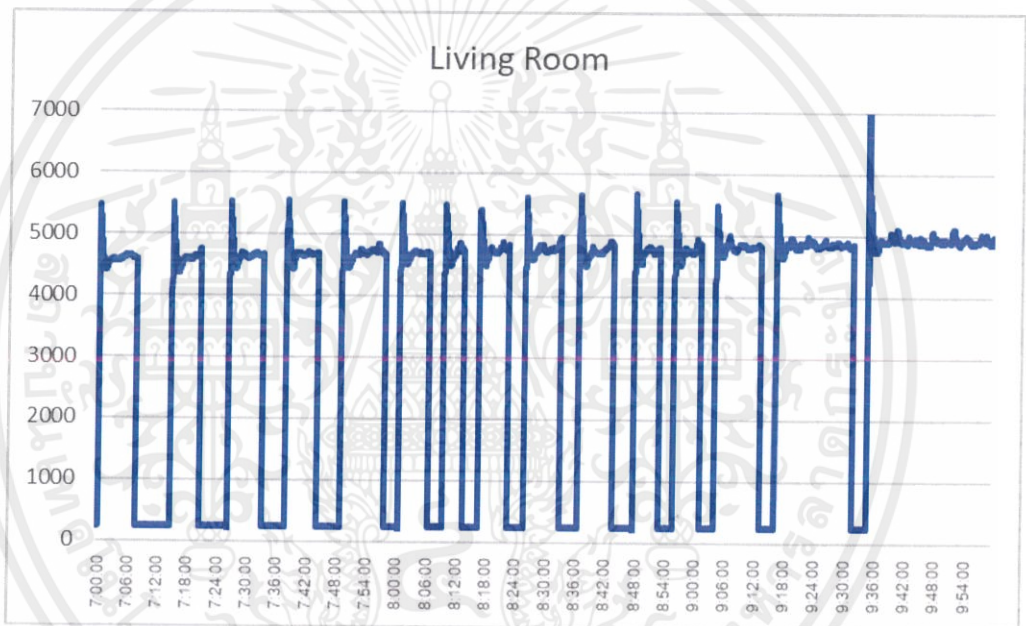
รูปที่ 4.16 การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศห้อง Project วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉัดน้ำ

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562 นำค่าพลัง
แต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้ 81,285,794.3 W

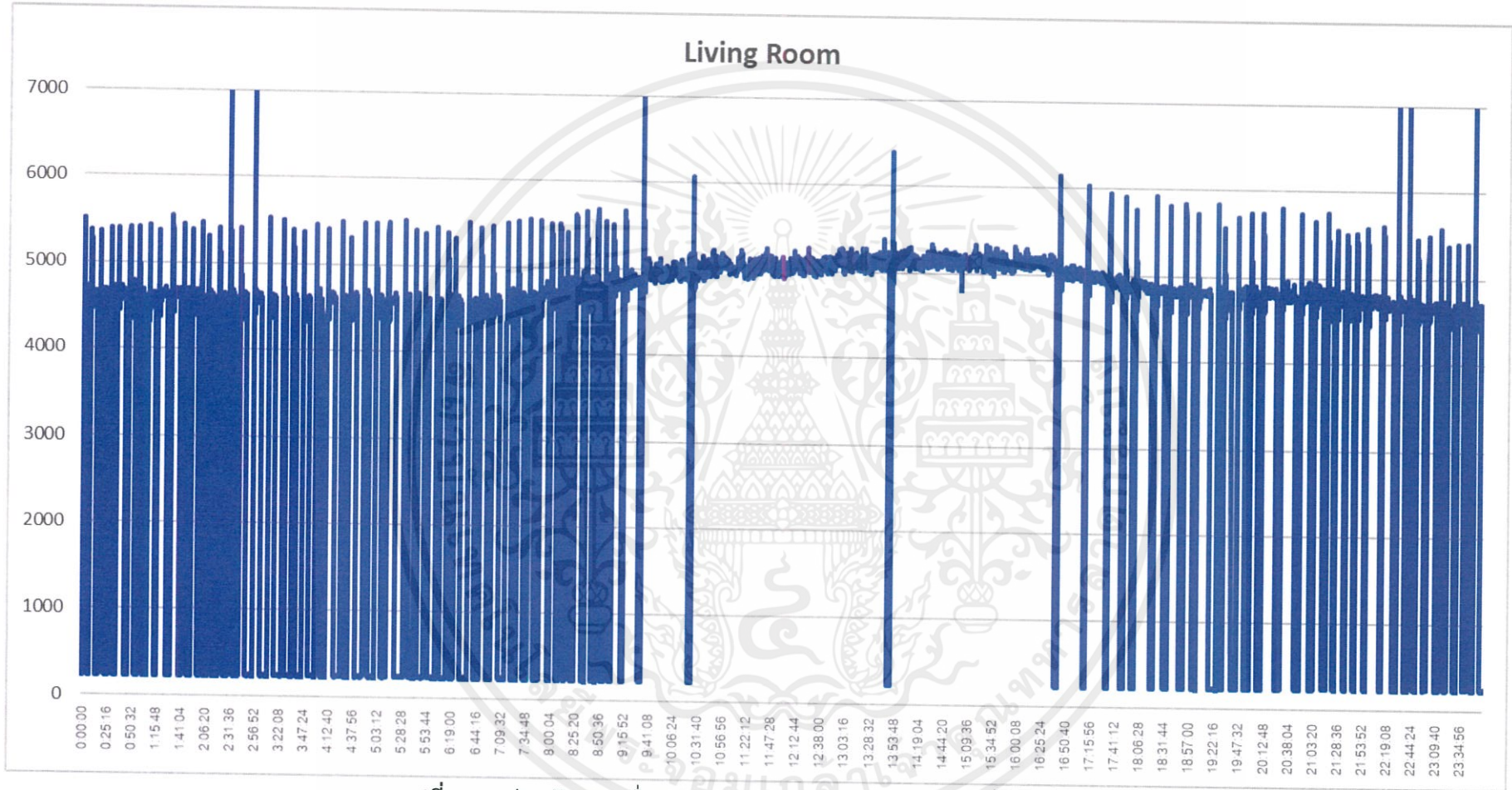
$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 81,285,794.3 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 22.58 \text{ Unit} \end{aligned}$$

4.4 วิธีการลดพลังงานโดยการกันห้องด้วยริ้วม่านพลาสติก

จากแนวคิดที่ว่า เราต้องการทำให้พื้นที่ในการลดอุณหภูมิลดลงเพื่อภาระโหลดของ
เครื่องปรับอากาศลดน้อยลง เป็นการทำให้สามารถทำอุณหภูมิที่ต้องการได้รวดเร็วขึ้นเนื่องจากมีพื้นที่
น้อยลง เป็นการทำให้คอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศมีการตัดกระแสบ่อยขึ้นเนื่องจากใช้เวลา
น้อยลงในการทำอุณหภูมิ จากการวัดค่าการใช้พลังงานในวันที่ 11 เม.ษ. 2562 ได้กราฟดังนี้



รูปที่ 4.17 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉัดน้ำ
เวลา 7.00-10.00 น.



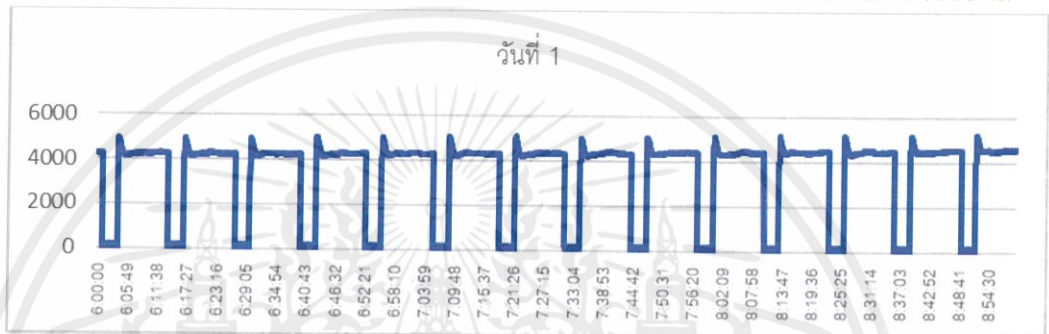
รูปที่ 4.18 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศห้อง Living Room วันที่ 11 เม.ษ. 2562 แบบฉัดนี้

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 11 เมษายน พ.ศ. 2562 นำค่าพลัง
แต่ละวินาทีรวมกันทุกวินาทีได้ 314,506,350 W

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 314,506,350 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 87.36 \text{ Unit} \end{aligned}$$

จากการใช้รีฟิววาม่านกันห้องทำให้เครื่องปรับอากาศมีการทำอุณหภูมิได้ไวขึ้นและการถ่ายเทความร้อน
ต่ำลง ส่งผลให้การทำงานของคอมเพรสเซอร์น้อยลง

กราฟแสดงการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 1 เม.ษ. 2562 ช่วงเวลา 6.00-9.00 น.



รูปที่ 4.19 รูปการตัดของคอมเพรสเซอร์ที่ยังไม่ได้กันห้อง

กราฟแสดงการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 1 เม.ษ. 2562 ช่วงเวลา 6.00-9.00 น.



รูปที่ 4.20 รูปการตัดของคอมเพรสเซอร์หลังจากกันห้อง

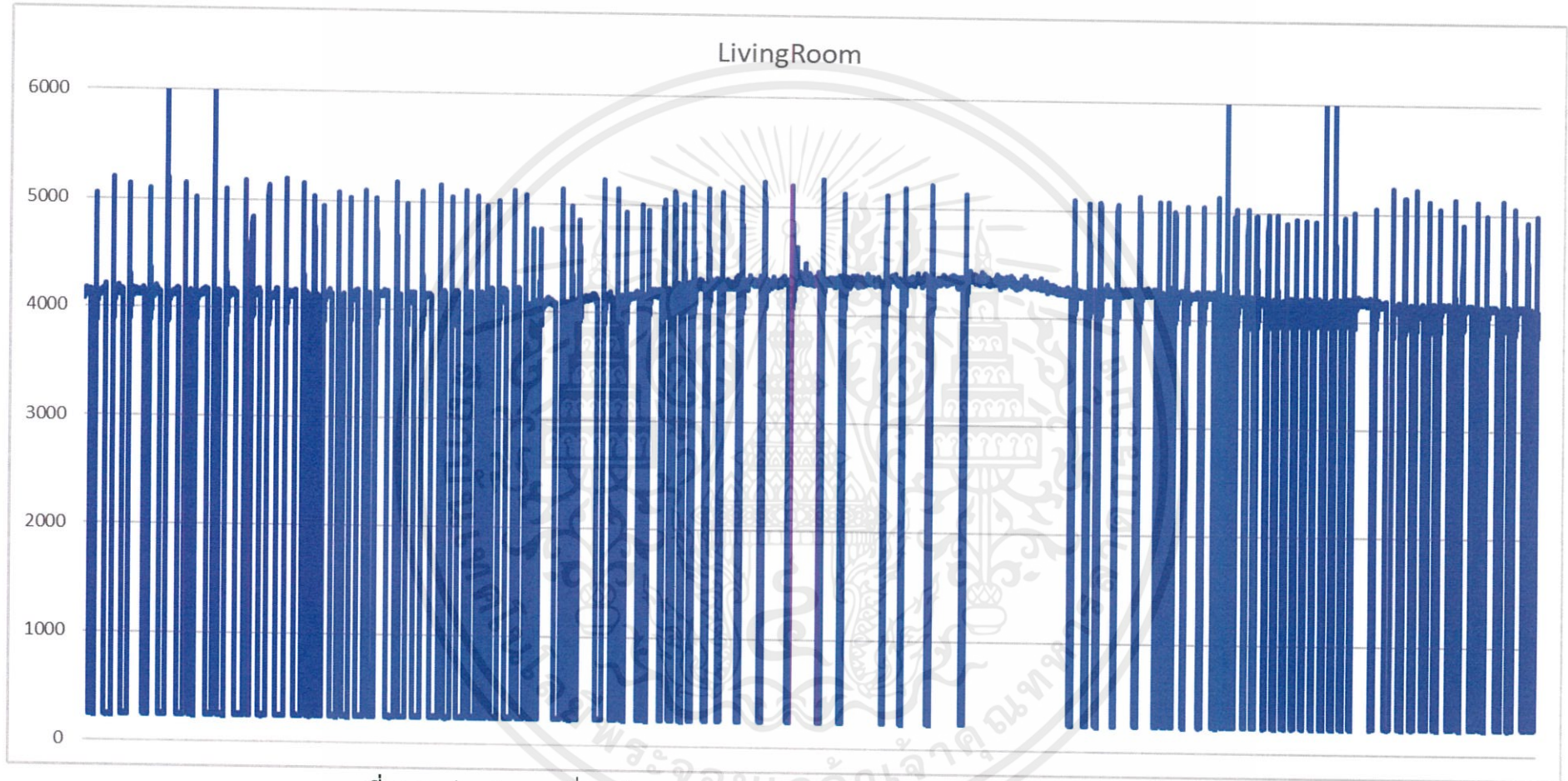
จากการเปรียบเทียบรูปที่ 4.19 และ 4.20 พบว่าช่วงการตัดไฟของคอมเพรสเซอร์มีการตัดนานขึ้น
และช่วงการทำงานน้อยลง

จากการทดลองใช้วิธีการลดพลังงานแบบฉีดน้ำเข้าคอยล์ร้อนรวมกับการกันห้องด้วยผ้าม่านพลาสติก โดยวิธีคิดว่าการฉีดน้ำเข้าคอยล์ร้อนเพื่อลดกระแสที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ การกันห้องลดการทำงานของคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 4.21 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 15 เม.ษ. 2562
วิธีการฉีดน้ำ+กันห้อง เวลา 8.00-10.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศ Living Room วันที่ 15 เม.ษ. 2562 วิธีการฉีดน้ำ+กันห้อง

จากการจับค่าพลังงานเครื่องปรับอากาศในวันที่ 15 เมษายน พ.ศ. 2562 นำค่าพลังแต่ละวินาที รวมกันทุกวินาทีได้ 261,838,344.3 W

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็น Unit} &= 261,838,344.3 \text{ W} \times \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} \times \frac{1 \text{ hour}}{3600 \text{ s}} \\ &= 72.73287 \text{ Unit} \end{aligned}$$

4.5 คำนวณความคุ้มค่าของการทดลองแต่ละวิธี

4.5.1 วิธีการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

ค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

- Arduino	135	บาท
- LM35	30	บาท
- Relay	30	บาท
- Pump	550	บาท
รวม	745	บาท

ค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง

- ค่าน้ำ (Max.) 150 L	~ 1.5	บาท/วัน
- ไฟปั๊ม (Max.) 0.343 Unit	~ 1.2	บาท/วัน
- ค่าเปลี่ยนคอยล์ร้อน (ทุก 5 ปี)	~ 3.94	บาท/วัน
รวม	6.64	บาท/วัน

ค่าไฟที่สามารถลดไปได้ (ไม่รวมค่าอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง)

- ห้อง Living Room			
พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน	=	94.96	Unit/วัน
พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน (ฉีดน้ำ)	=	87.74	Unit/วัน
ลดไปได้	=	7.22	Unit/วัน
คิดเป็นเงิน (คิด Unit ละ 4 บาท)	=	28.88	บาท/วัน

- ห้อง Project Room

พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน	=	23.71	Unit/วัน
พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน (ฉีดน้ำ)	=	22.58	Unit/วัน
ลดไปได้	=	1.13	Unit/วัน
คิดเป็นเงิน (คิด Unit ละ 4 บาท)	=	4.52	บาท/วัน

จากการคำนวณข้างต้นเราได้ข้อสรุปว่า การที่เราติดตั้งเครื่องฉีดน้ำที่ห้อง Project Room นั้นค่อนข้างที่จะไม่คุ้มค่า เพราะลดไปได้วันละ 4.52 บาท/วัน ซึ่งเมื่อนำไปคิดค่าน้ำ และค่าไฟจากปั๊มน้ำ และค่าเสื่อมคอยล์ร้อนแล้วทำให้ไม่คุ้มค่าที่จะติดตั้งอุปกรณ์ฉีดน้ำ เพราะฉะนั้นเราจึงเลือกนำห้อง Living Room มาคิดความคุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณความคุ้มค่าในการทดลอง

- กำไรต่อวัน

ค่าไฟที่ลดได้	28.88	บาท/วัน
ค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง	6.64	บาท/วัน
คิดเป็นกำไร	22.24	บาท/วัน

- ระยะเวลาในการคืนทุน

$$\frac{\text{ต้นทุนค่าอุปกรณ์}}{\text{กำไรต่อวัน}} = \frac{745}{22.4} = 33.25 \text{ วัน}$$

$$\sim 34 \text{ วัน}$$

หลังจากที่คืนทุนในระยะเวลา 34 วันแล้ว เราจะได้กำไรคิดเป็นเงิน 8,117.6 บาท/ปี

4.5.2 วิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC

ค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

- พลาสติกใส PVC	1,160	บาท
- อุปกรณ์ต่างๆ	372	บาท
รวม	1,532	บาท

ค่าไฟที่สามารถลดไปได้ (ไม่รวมค่าอุปกรณ์)

- ห้อง Living Room

พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน	=	94.96	Unit/วัน
พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน (กันห้อง)	=	87.36	Unit/วัน
ลดไปได้	=	7.6	Unit/วัน
คิดเป็นเงิน (คิด Unit ละ 4 บาท)	=	30.4	บาท/วัน

คำนวณความคุ้มค่าในการทดลอง

- กำไรต่อวัน

ค่าไฟที่ลดได้	30.4	บาท/วัน
คิดเป็นกำไร	30.4	บาท/วัน

- ระยะเวลาในการคืนทุน

$$\frac{\text{ต้นทุนค่าอุปกรณ์}}{\text{กำไรต่อวัน}} = \frac{1,532}{30.4} = 50.39$$

$$\sim 51 \text{ วัน}$$

หลังจากที่คืนทุนในระยะเวลา 51 วันแล้ว เราจะได้กำไรคิดเป็นเงิน 11,096 บาท/ปี

4.5.3 วิธีการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศพร้อมกับการกันห้องด้วย

พลาสติกใส PVC

ค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้ง

- Aduino	135	บาท
- LM35	30	บาท
- Relay	30	บาท
- Pump	550	บาท
- พลาสติกใส PVC	1,160	บาท
- อุปกรณ์ต่างๆ	372	บาท
รวม	2,277	บาท

ค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง

- ค่าน้ำ (Max.) 150 L	~ 1.5	บาท/วัน
- ไฟปั๊ม (Max.) 0.343 Unit	~ 1.2	บาท/วัน
- ค่าเปลี่ยนคอยล์ร้อน (ทุก 5 ปี)	~ 3.94	บาท/วัน
รวม	6.64	บาท/วัน

ค่าไฟที่สามารถลดไปได้ (ไม่รวมค่าอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง)

- ห้อง Living Room			
พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน	=	94.96	Unit/วัน
พลังงานที่ใช้ใน 1 วัน (ฉีดน้ำ)	=	72.73	Unit/วัน
ลดไปได้	=	21.27	Unit/วัน
คิดเป็นเงิน (คิด Unit ละ 4 บาท)	=	85.08	บาท/วัน

คำนวณความคุ้มค่าในการทดลอง

- กำไรต่อวัน			
ค่าไฟที่ลดได้		85.08	บาท/วัน
ค่าใช้จ่ายต่อเนื่อง		6.64	บาท/วัน
คิดเป็นกำไร		78.44	บาท/วัน
- ระยะเวลาในการคืนทุน			
ต้นทุนค่าอุปกรณ์	=	2,277	
กำไรต่อวัน	=	78.44	
	=	29.03	วัน
	~	30	วัน

หลังจากที่คืนทุนในระยะเวลา 30 วันแล้ว เราจะได้กำไรคิดเป็นเงิน 28,630.60 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 สรุป

จากการทดลอง บันทึกค่า และนำค่ามาคำนวณทั้งสองวิธีพบว่าวิธีการฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศจะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 34 วัน และได้กำไรคิดเป็น 8,117.6 บาทต่อปี และวิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC จะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 51 วัน และได้กำไรคิดเป็น 11,096 บาทต่อปี และเมื่อเราทำการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนพร้อมกับการกันห้องด้วยพลาสติกใส จะสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 30 วัน และได้กำไรคิดเป็น 28,630.60 บาท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

5.1 สรุป

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านและครัวเรือนของประเทศไทย พบว่าพลังงานส่วนใหญ่ใช้ไปกับเครื่องปรับอากาศเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเมืองร้อน กลุ่มของพวกเราจึงสนใจในการลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศโดยมุ่งเน้นไปที่วิธีที่ง่ายจนถึงวิธีที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ร่วมด้วย ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย และคนทั่วไปสามารถทำตามได้ เพื่อจะลดค่าใช้จ่ายในส่วนเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยกันลดภาวะโลกร้อนลงอีกด้วย

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองสองวิธีด้วยกัน วิธีแรกคือการประดิษฐ์เครื่องฉีดน้ำที่บริเวณคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศเนื่องจากเราสังเกตเห็นว่าเครื่องปรับอากาศนั้นมีการใช้พลังงานไปกับการระบายความร้อนด้วย ซึ่งการใช้น้ำฉีดที่บริเวณคอยล์ร้อนนั้นเป็นการช่วยระบายความร้อนด้วยอีกทาง วิธีที่สองที่ทำการทดลองคือวิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC กลุ่มของพวกเราสังเกตเห็นว่าที่ห้องโถงของห้องปฏิบัติการทดลองนั้น มีพื้นที่ที่มากเกินความจำเป็นที่เครื่องปรับอากาศจะต้องทำงาน และการกันห้องนั้นช่วยให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักน้อยลงเพราะว่าพื้นที่ของห้องลดลง

จากการทดลองทั้งสองวิธีเราพบว่า วิธีการประดิษฐ์เครื่องฉีดน้ำที่บริเวณคอยล์ร้อนนั้นช่วยให้เครื่องปรับอากาศลดพลังงานจากการระบายความร้อนได้จริงประมาณ 10% จากค่าไหลสูงสุด และวิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC พบว่าช่วยให้เครื่องปรับอากาศจะตัดการทำงานบ่อยมากขึ้นเนื่องจากการที่มีพื้นที่ในการที่จะต้องทำความเย็นน้อยลง ทำให้การที่จะทำอุณหภูมิให้ถึงค่าที่เราตั้งไว้ไวกว่าเดิม ทำให้สามารถลดพลังงานที่ใช้ไปได้ประมาณ 7%

5.2 ข้อเสนอแนะและข้อควรระวัง

จากการดำเนินการทดลองตลอดโครงการวิจัย มีข้อเสนอแนะและปัญหาดังนี้

1. เนื่องจากเราทำการทดลองและเก็บค่าที่ห้องปฏิบัติการทดลอง บางช่วงเวลามีคนเข้ามาใช้ห้องเยอะ มีการเข้า-ออกห้องบ่อย ซึ่งควบคุมได้ยากและทำให้เกิดการสูญเสียความเย็นออกจากห้อง เป็นเหตุทำให้ค่าที่ทำการทดลองนั้นคลาดเคลื่อน จึงต้องเสียเวลาวัดค่าเพื่อจะเก็บข้อมูลใหม่
2. น้ำที่ใช้ในการฉีดไปที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศต้องใช้ปริมาณมากพอสมควรเพราะมีการฉีดเกือบจะตลอดเวลาจึงต้องใช้ถังเก็บน้ำที่ใหญ่ ทำให้เคลื่อนย้ายลำบาก และการเติมน้ำในแต่ละครั้งก็จะยากตามไปด้วย
3. แบตสำรองที่ใช้จ่ายไฟให้กับ Arduino ต้องคอยเช็คแบตเตอรี่ของแบตสำรองและคอยเปลี่ยนออกมาชาร์จเรื่อยๆ ๑ เพราะเราคาดการณ์ได้ยากว่าแบตจะหมดตอนไหน
4. ปัญหาการเดินสายไฟเพื่อติดตั้งพาวเวอร์มิเตอร์ เนื่องจากพาวเวอร์มิเตอร์บางตัวอยู่ไกลจาก PLC ทำให้การเดินสายไฟลำบากมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

โครงการวิจัยนี้สามารถทำการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ดังต่อไปนี้

1. เพื่อแก้ปัญหาเรื่องปริมาณของน้ำที่ใช้ ควรจะเปลี่ยนไปต่อท่อจากปั้มน้ำประปา โดยตรง และใช้โซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมการจ่ายน้ำแทน
2. ควรศึกษาเรื่องการฟูก่อนของคอยล์ร้อนเพิ่มเติม หรือหาน้ำยาเคลือบคอยล์ร้อน เพื่อชะลอการฟูก่อนของคอยล์ร้อน
3. การตรวจจับอุณหภูมิตอนฉีบน้ำ ควรเปลี่ยนเป็นการตรวจจับกระแสแทน เพื่อความแม่นยำมากขึ้น
4. เปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้กับ Arduino แทนที่แบตเตอรี่ เพื่อที่จะได้ไม่ต้องคอยเปลี่ยนแบตเตอรี่บ่อยครั้ง



เอกสารอ้างอิง

- [1] IEnergyGuru (2559), ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type), ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <https://ienergyguru.com/2015/01/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9Asplit-type>.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "หมวดที่ 4 ระบบปรับอากาศ (Air condition)", เอกสารเผยแพร่ภาคบ้านอยู่อาศัย 2560, 2560 หน้า 1-15.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน (ENERGY BUILDING), ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <http://www.2e-building.com/article.php?cat=knowledge&id=96>.
- [4] Omega Measuring Instrument(2560), RS485, ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <https://www.omi.co.th/th/article/rs485>.
- [5] Chun-Ming Hsieh, Juan-Juan Li, Liman Zhang, Ben Schwegler, "Effects of tree shading and transpiration on building cooling energy use", *Energy and Buildings* 159 (2018) 382–397.
- [6] Linfang Zhang, Ming Jin, Jiyong Liu, Linhua Zhang, "Simulated study on the potential of building energy saving using the green roof", *Procedia Engineering* 205 (2017) 1469–1476.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพ	รายละเอียด
	<p>Relay 12V 1 Channel Working Voltage: 12 V Trigger Current: 2-4 mA Static Current: 5mA ใช้ควบคุมการจ่ายไฟเข้าปั๊มโดยถูกคุมจาก Arduino</p>
	<p>เครื่องต้นแบบ สร้างขึ้นเพื่อควบคุมให้ปั๊มฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนเมื่ออุณหภูมิที่ออกจากคอยล์ร้อนเกินกำหนด</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Meter BEM26 Energy Analyzer

Power Supply : 85-300V AC/DC

Operating Temperature : -20°C ~ 70°C

Communication : Modbus RTU (RS485)



รูปที่ ข.1 Power Meter BEM26 Energy Analyzer

Power Meter Siemens Sentron PAC3200

Power Supply : AC 240V±10%

Operating Temperature : -10~55 °C

Communication : Modbus RTU/TCP



รูปที่ ข.2 Power Meter Siemens Sentron PAC3200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Current Transformer IEC44-1

Current Ratio : 100:5 A

Rated Voltage : 720 V

Operating Temperature : -10~55 °C



รูปที่ ข.3 Current Transformer IEC44-1

สายไฟ CVV 7C 600V

Number of Core : 7 Cores

Insulation : PVC

Maximum Conductor Temperature : 70 °C

Circuit Voltage : < 600 V



รูปที่ ข.4 สายไฟ CVV 7C 600V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ของบริษัท Siemens

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที

For Use With	SIMATIC S7-1200 Series
Number of I/O	26
Manufacturer Series	SIMATIC S7-1200
Number of Inputs	2 Analogue), 16 (14 Digital)
Input Type	Analogue, Digital
Voltage Category	20.4 → 28.8 V dc
Output Type	Digital, Relay
Number of Outputs	10 (Digital)
Network Type	Ethernet
Communication Port Type	Ethernet
Scan Time	0.1 (Bit Operations) μ s, 12 (Word Operations) μ s, 18 (Floating Point) μ s
Number of Communication Ports	1
Depth	75mm
Minimum Operating Temperature	0°C
Width	110mm
Dimensions	100 x 110 x 75 mm
Programming Language Used	Ladder Logic, System Control
Maximum Operating Temperature	+45°C
Mounting Type	DIN Rail
Length	100mm
Output Current	1600 mA
Total Memory Available	50 kB

รูปที่ ข.5 Specification ของ SIMATIC S7-1200



รูปที่ ข.6 PLC SIMATIC S7-1200 ของบริษัท Siemens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Uno R3

บอร์ดมาตรฐานอาดยุโน้ อูโน่ อาร์ 3 (Arduino UNO R3) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega328P, มีอินพุต / เอาต์พุต 14 อินพุต (6 สามารถใช้เป็นเอาต์พุต PWM) และ 6 อินพุตแบบอนาล็อก, คริสตัลควอทซ์ความถี่ 16 เมกะเฮิรตซ์, การเชื่อมต่อ USB, แจ็คไฟ, ส่วนหัว ICSP และปุ่มรีเซ็ต

Microcontroller : ATmega328

Operating Voltage : 5V

Input Voltage : 7 - 12 V

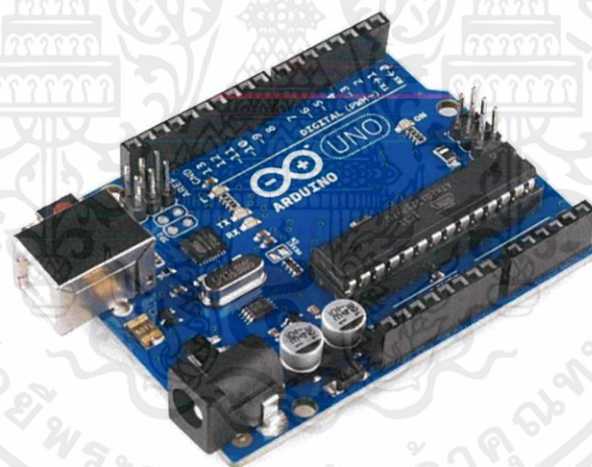
Digital I/O Pins : 14 (of which 6 provide PWM output)

Analog Input Pins : 6

DC current per I/O Pin : 40 mA

DC current for 3.3V Pin : 50 mA

Clock Speed : 16 MHz



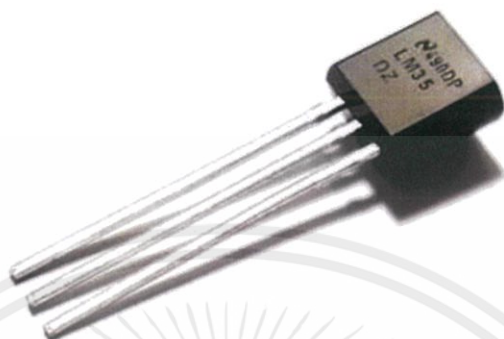
รูปที่ ข.7 Arduino Uno R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบ Analog LM35

Operating Temperature : $-55\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Supply Voltage : 4 - 30 V



รูปที่ ข.8 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิแบบ analog LM35

Aquarium Pump Sonic AP4500

Power Supply : AC 220-240V

Power : 50W

Max. flow : 2600 (L/H)

Max. jet : 2.6 (M)



รูปที่ ข.9 Water Pump Sonic AP4500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปรับอากาศ Daikin

Model : FTKD18HV2S

Cool Capacity : 5,200 W

BTU/hr : 17,743

Current : 6.7 A

power consumption : 1,444 W

COP : 3.60



รูปที่ ข.10 เครื่องปรับอากาศ Daikin

เครื่องปรับอากาศ Carrier

Model : 42TVR022-703

Cool Capacity : 5,800 W

BTU/hr : 19,789

Current : 8.40 A

Power Consumption : 1,795 W

EER : 3.23



รูปที่ ข.11 เครื่องปรับอากาศ Carrier แชนพนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปรับอากาศ Star Aire

Model : ARE-38 ZR(MPRD)SV

Cool Capacity : 11,312 W

BTU/hr : 38,600

Current : 6.1 A

Power Consumption : 3,380 W



รูปที่ ข.12 เครื่องปรับอากาศ Star Aire แขนงผนัง

เครื่องปรับอากาศ Star Aire

Model : AR-56 ZR(MPRD)HLP,SV

Capacity : 16,851 W

BTU/hr : 57,500

Current : 8.6 A

Power Consumption : 4,970 W



รูปที่ ข.13 เครื่องปรับอากาศ Star Aire ฝังฝ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปรับอากาศ Carrier

Model : 42TSF0181CP

Capacity : 5,300 W

BTU/hr : 18,084

Current : 7.05 A

Power Consumption : 1,490 W



รูปที่ ข.14 เครื่องปรับอากาศ Carrier ฝังฝ้า

พลาสติกใส PVC

ความหนา : 0.5 mm (500 Micron)

ความยาว : 2,286 cm

ความกว้าง : 137 cm



รูปที่ ข.15 พลาสติกใส PVC หนา 500 Micro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค

โปรแกรมที่ใช้ควบคุม Arduino Uno r3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LM35withRelay | Arduino 1.8.9
LM35withRelay
1 float temp;
2 void setup()
3 {
4   Serial.begin(9600);
5   pinMode(13,OUTPUT);
6   pinMode(A0,INPUT);
7 }
8
9 void loop()
10 {
11   temp = analogRead(A0);
12   temp = temp * 0.48828125;
13   Serial.print("TEMP: ");
14   Serial.print(temp);
15   Serial.print("*C");
16   Serial.println();
17   delay(100);
18   if(temp >= 34)
19   {
20     digitalWrite(13,LOW);
21     delay(4000);
22     digitalWrite(13,HIGH);
23     delay(10000);
24   }
25   else
26   {
27     digitalWrite(13,HIGH);
28   }
29   delay(400);
30 }

```

รูปที่ ค.1 การตั้งค่าโปรแกรม Arduino R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ง
บทความเชิงวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ High-performance energy management in the REAL laboratory

นาย เกียรติภูมิ สมบัติมาก¹, นาย ญาณกร สมบูรณ์ปัญญา², นาย ธนาธิป แดงทองดี³

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอยฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 Email: Tanatip1211@gmail.com

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการบริหารการใช้พลังงานภายในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ภายในอาคารบ้านเรือน จึงให้ความสนใจในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก โดยเริ่มจากการวัดและตรวจจับค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในห้องปฏิบัติการทดลอง จากนั้นจึงคิดหาวิธีในการลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ โดยมุ่งเน้นไปที่วิธีที่ง่ายและทุกคนสามารถทำได้ คือ การกันห้องเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศเพื่อเป็นการช่วยระบายความร้อนของคอยล์ร้อนให้ดีขึ้น จากการทดลองพบว่า วิธีการกันห้องเพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศทำให้สามารถประหยัดค่าไฟได้ 30.4 บาทต่อวัน คิดเป็นเงิน 11,096 บาทต่อปี ในส่วนของการฉีดน้ำที่คอยล์ร้อนเพื่อช่วยระบายความร้อนสามารถประหยัดค่าไฟได้ 22.24 บาทต่อวัน คิดเป็นเงิน 8,117.6 บาทต่อปี อีกทั้งอุณหภูมิรอบ ๆ คอยล์ร้อนยังมีอุณหภูมิต่ำลงซึ่งเป็นการช่วยให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Abstract

This thesis proposes high-performance energy management in the REAL laboratory to reduce energy consumption of the air conditioners. Since air conditioners use most energy compared to other household electrical appliances. Therefore, reducing the energy consumption of air conditioners is the main interest. Initially, the energy of all air conditioners in the laboratory will be measured and monitored, then determine how to reduce the energy consumption of air conditioners by focusing on the easiest and everyone can do. Firstly, the rooms are divided and blocked to reduce the workload of air conditioning and water injection at the heating coil of the air conditioner to help cool the hot coil. According to the results of the experiment, it is found that the room blocking method to reduce the workload of air conditioners could reduce

electricity cost by 30.4 baht per day or equivalent to 11,096 baht per year. In terms of water injection at the hot coil to help cool the heat can save up to 22.24 baht per day or equal to 8,117.6 baht per year. The temperature of the coil is also still low which will help the air conditioner to work more efficiently.

1. บทนำ

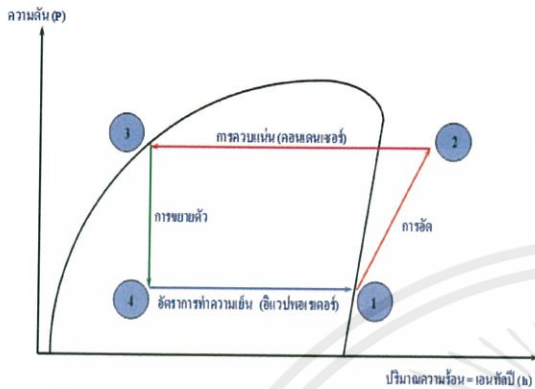
เนื่องจากในปัจจุบันนี้การเติบโตของประชากรมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นกว่าในอดีตเป็นอย่างมาก ทำให้ขนาดของเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมมีการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากร และยังมีผลให้เกิดการขยายตัวของการใช้พลังงานไฟฟ้าไปด้วย เนื่องจากในประเทศไทยเป็นประเทศเมืองร้อน จึงส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเป็นการใช้พลังงานไปอย่างสิ้นเปลืองกับระบบทำความเย็น เป็นผลทำให้ค่าไฟมีมูลค่าสูงตามความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มาก

โดยปกติแล้วการเปิดระบบทำความเย็นส่วนใหญ่จะนิยมเปิดในตอนที่ทำงาน เวลานอน หรือในเวลาที่เราที่รู้สึกอากาศร้อน จึงเป็นการเปลืองพลังงานอย่างมากเนื่องจากในเวลาที่เราที่อากาศร้อน เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักมากขึ้นตามอุณหภูมิของห้องที่สูงขึ้น ยิ่งห้องมีอุณหภูมิต่างกับภายนอกมากเท่าไร เครื่องปรับอากาศ ก็ยิ่งทำงานหนักมากขึ้นเท่านั้น หากเราสามารถลดพลังงานที่เครื่องปรับอากาศใช้ลงได้จะส่งผลให้ค่าไฟของเราลดลงเป็นอย่างมากตามไปด้วย

หากเราสามารถลดความต่างของอุณหภูมิของภายในกับภายนอกห้องให้มีความต่างกันไม่มากจะเป็นการลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงอย่างมาก จึงเห็นว่าอุณหภูมิของกำแพงทั้งภายใน และภายนอกห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ มีผลอย่างมากต่อการที่จะลดการใช้พลังงานลง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักการการทำงานของระบบปรับอากาศแบบอัดไอ โดยสามารถอธิบายร่วมกับแผนภาพความดัน-เอนทาลปี (P-h Diagram) ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพความดัน-เอนทาลปี (P-h Diagram)

จากแผนภาพ จะเห็นได้ว่ากระบวนการทำงานในระบบอัดไอนั้นมีอยู่ทั้งสิ้น 4 กระบวนการ ซึ่งสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของแต่ละกระบวนการในแผนภาพได้ดังนี้

จุดที่ 1 กระบวนการเพิ่มความดัน สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นในสถานะไออิ่มตัว ถูกดูดกลับเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์เพื่ออัดสารทำความเย็นให้มีความดันสูงขึ้น ตามเส้น 1-2

จุดที่ 2 กระบวนการควบแน่น สารทำความเย็นจุดที่ 2 ถูกส่งเข้าไปยังแผงคอยล์ร้อนเพื่อผ่านกระบวนการควบแน่น โดยพัดลมคอยล์ร้อนจะดึงอากาศในบริเวณด้านหลังแผงคอยล์ร้อน เข้ามาผ่านแผงคอยล์ร้อนเพื่อลดอุณหภูมิของสารทำความเย็น และเปลี่ยนสถานะของสารทำความเย็น จากไอร้อนยิ่งยวดเป็นของเหลวอิ่มตัวในจุด 3 ซึ่งภาวะความร้อนภายในห้องปรับอากาศจะถูกนำมาระบายทิ้งในกระบวนการนี้

จุดที่ 3 กระบวนการลดความดัน สารทำความเย็นจุดที่ 3 จะถูกส่งผ่านเข้าไปยังวาล์วลดความดัน เพื่อให้มีอุณหภูมิ และความดันลดลง ตามเส้น 3-4 ซึ่งสารทำความเย็น จุดที่ 3 นี้ อยู่ในสถานะของผสม คือเป็นของเหลวผสมไอ และกระบวนการนี้ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่อย่างใด

จุดที่ 4 กระบวนการระเหย กระบวนการนี้เกิดขึ้นในแผงคอยล์เย็น โดยสารทำความเย็นในสถานะของผสม จุดที่ 3 จะถูกส่งเข้าไปยังแผงคอยล์เย็นเพื่อรับภาระความร้อนจากอากาศภายในห้อง และเปลี่ยนสถานะจากของผสมกลายเป็นไออิ่มตัว ก่อนที่จะถูกดูดกลับเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์ และเข้าสู่กระบวนการอัดเพื่อเพิ่มความดันอีกครั้ง

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศนั้น วิเคราะห์บนพื้นฐานของ สิ่งที่ป้อนเข้าไป (Input) กับสิ่งที่จ่ายออกมา (Output) ซึ่งสามารถเขียนในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนี้

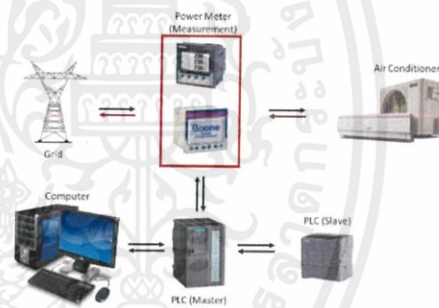
$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

สำหรับคำว่า ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศนั้น โดยทั่วไปเรามักกล่าวแทนด้วย ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER ; Energy Efficiency Ratio) ซึ่งสามารถแสดงในเชิงของสมการได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ} = \frac{\text{ความเย็นที่ท่า (BTU/HR)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (W)}}$$

3. การออกแบบการทดลอง

ติดตั้ง Power Meter เพื่อจับค่าพลังงานที่ใช้จากเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวโดยส่งข้อมูลผ่าน RS485 เข้า PLC(Slave) แล้วส่งต่อไปยัง PLC(Master) จากนั้นส่งข้อมูลผ่านสายแลนเข้าคอมพิวเตอร์เก็บข้อมูล และดึงออกมาด้วยโปรแกรม SIEMENS TIA ดังรูป



รูปที่ 2 แผนผังการเชื่อมต่อการเก็บค่าพลังงาน

ผลจากการเก็บพลังงานเราสามารถสร้างเป็นกราฟเพื่อศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3 ตัวอย่างการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศ

สร้างอุปกรณ์ฉีดน้ำคอยล์ร้อนเมื่อคอยล์ร้อนปล่อยลมที่มีอุณหภูมิสูง โดยการจับอุณหภูมิลมที่เป่าออกจากคอยล์ร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกำหนดใช้คำสั่งให้รีเลย์จ่ายไฟเข้าปั๊มเพื่อฉีดน้ำเข้าคอยล์ร้อนเพื่อลดการใช้กระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้การใช้พลังงานลดลงตามเนื่องจากกระแสลดลงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กราฟพลังงานหลังฉีดน้ำ

วิธีทำฝ้าม่านพลาสติกใสเพื่อกันหอบป้องกันอุณหภูมิถ่ายเทออกสู่พื้นที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้การทำอุณหภูมิถึงที่ตั้งได้อย่างรวดเร็วขึ้นและความร้อนถ่ายเทออกข้างล เป็นผลให้เครื่องปรับอากาศมีการตัดไฟบ่อยและนานขึ้น



รูปที่ 5 การตัดคอมเพรสเซอร์ก่อนฉีดน้ำ



รูปที่ 6 การตัดคอมเพรสเซอร์หลังฉีดน้ำ

นำค่าพลังงานที่ตรวจจับได้จากการวัดในทุก ๆ วินาทีมาคำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้ต่อวันได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Unit ที่ใช้ในแต่ละวิธี

วิธีการลดพลังงานแบบต่าง ๆ	Unit
ไม่ใช้วิธีลดพลังงาน	94.96
ฉีดน้ำเข้าคอยล์ร้อน	87.74
กันด้วยฝ้าม่านพลาสติก	87.36
ฉีด+กันห้องพลาสติก	72.73

ผลที่สามารถลดได้จากวิธีการฉีดน้ำ = 7.22 Unit/วัน
 ผลที่ลดจากการกันด้วยฝ้าม่าน = 7.6 Unit/วัน
 ผลที่ลดได้จากการฉีดน้ำ+กันห้อง = 21.27 Unit/วัน
 จำนวนเงินที่ลดได้จากวิธีการฉีดน้ำ = 28.88 บาท/วัน
 การกันด้วยฝ้าม่าน = 30.4 บาท/วัน
 การฉีดน้ำ+กันห้อง = 85.08 บาท/วัน

ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการติดตั้งในวิธีการลดพลังงานแบบต่าง ๆ มีมูลค่าดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในวิธีต่าง ๆ

วิธีการลดพลังงานแบบต่าง ๆ	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ฉีดน้ำ	745
กันห้องพลาสติก	1,532
ฉีดน้ำ+กันห้อง	2,277

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นต่อวันในแต่ละวิธีการลดพลังงานแบบต่าง ๆ มีมูลค่าดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายต่อวันที่ใช้ในวิธีต่าง ๆ

วิธีการลดพลังงานแบบต่าง ๆ	ค่าใช้จ่ายต่อวัน (บาท/วัน)
ฉีดน้ำ	6.64
กันห้องพลาสติก	0
ฉีดน้ำ+กันห้อง	6.64

ระยะเวลาที่ใช้ในการคืนทุนแต่ละวิธีดังตารางที่ 4 ตารางที่ 4 ระยะเวลาคืนทุนแต่ละวิธีแต่ละวิธีประหยัดพลังงาน

วิธีการลดพลังงานแบบต่าง ๆ	ระยะเวลาคืนทุน
ฉีดน้ำ	~ 34 วัน
กันห้องพลาสติก	~ 51 วัน
ฉีดน้ำ+กันห้อง	~ 30 วัน

5. สรุป

โครงการงานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศและสรรหาวิธีที่ใช้ในการลดพลังงานลงโดยเริ่มจากวิธีที่ง่ายจนไปถึงวิธีที่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ร่วมด้วย ซึ่งวิธีการที่นำมาใช้ลดพลังงานนั้นมีด้วยกันสองวิธีคือ วิธีฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศและวิธีกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC พบว่าวิธีการฉีดน้ำเข้าที่คอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศนั้นสามารถลดพลังงานลงไปได้ 10% ของพลังงานสูงสุด สามารถคืนทุนค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งได้ภายใน 34 วัน และคิดเป็นกำไร 8117.6 บาทต่อปี ส่วนวิธีการกันห้องด้วยพลาสติกใส PVC สามารถลดพลังงานลงไปได้ 7% ของพลังงานสูงสุด สามารถคืนทุนค่าอุปกรณ์ที่ติดตั้งได้ภายใน 51 วัน และคิดเป็นกำไร 11,096 บาทต่อปี

เอกสารอ้างอิง

- [1] IEnergyGuru (2559), ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type), ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <https://ienergyguru.com/2015/01/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9Asplit-type>.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, "หมวดที่ 4 ระบบปรับอากาศ (Air condition)", เอกสารเผยแพร่ภาคบ้านอยู่อาศัย 2560, 2560 หน้า 1-15.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน (ENERGY BUILDING), ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <http://www.2e-building.com/article.php?cat=knowledge&id=96>.
- [4] Omega Measuring Instrument(2560), RS485, ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <https://www.omi.co.th/th/article/rs485>
- [5] Chun-Ming Hsieh, Juan-Juan Li, Liman Zhang, Ben Schwegler, "Effects of tree shading and transpiration on building cooling energy use", *Energy and Buildings* 159 (2018) 382–397.
- [6] Linfang Zhang, Ming Jin, Jiyong Liu, Linhua Zhang, "Simulated study on the potential of building energy saving using the green roof", *Procedia Engineering* 205 (2017) 1469–1476.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

High-performance energy management in the REAL laboratory

Kiattiphum Sombutmak, Yanakorn Somboonpanya, Tanatip Daengthongdee and Assc.Prof.Dr.Surin Khomfoi

Abstract

This thesis proposes high-performance energy management in the REAL laboratory to reduce energy consumption of the air conditioners. Since air conditioners use most energy compared to other household electrical appliances. Therefore, reducing the energy consumption of air conditioners is the main interest. Initially, the energy of all air conditioners in the laboratory will be measured and monitored, then determine how to reduce the energy consumption of air conditioners by focusing on the easiest and everyone can do. Firstly, the rooms are divided and blocked to reduce the workload of air conditioning and water injection at the heating coil of the air conditioner to help cool the hot coil.

Introduction

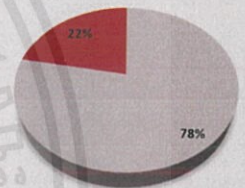
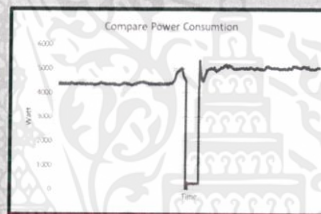
In Nowadays, The population in Thailand are extremely grown that make a economic sector and industrial sector grown that why a electricity consumption grown as well. We scope on the air conditioner in our laboratory because it's take the highest electricity consumption and in our country is in tropical that why the consumption for air conditioner are highest. The sales rate of air conditioner in Thailand are rapidly grown



Results

After we got the data from meters then we analyzed and experiment to find ways that can decrease total energy consumption for each air conditioner. It's closing and changing air conditioner from air non-inverter to air-inverter type both ways is good to reduce energy consumption of air conditioner.

Include, Spraying water on condenser of air conditioner that can highly reduce active power because of cooling condenser.



Spraying Water

Inverter & Non-Inverter (in the same time)

Conclusion

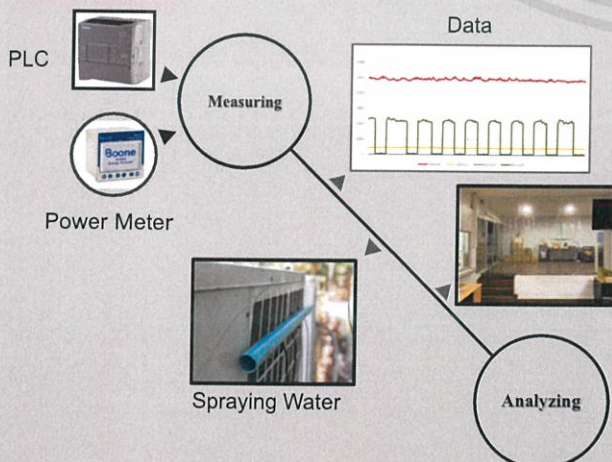
Room Divider

The best way to decrease the energy consumption is changing design of the room so when we decrease a load of air conditioner then we can save. The result of experiment is saving 30.4 Bath/Day. It equal as 11,096 Bath/Year.

Spraying Water

Due to our experimental, the energy consumption are decreasing 10% and if we calculate in kWh unit we will save 22.24 Bath/Day. It equals 8,117.6 Bath/Year.

Methodology



References

- กรมพัฒน์ฯพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน (ENERGY BUILDING), ค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2561, จาก <http://www.2ebuilding.com/article.php?cat=knowledge&id=96>.
- กรมพัฒน์ฯพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, หมวดที่ 4 ระบบปรับอากาศ (Air condition)", เอกสารเผยแพร่ภาคบ้านอยู่อาศัย 2560, 2560 หน้า 1-15.



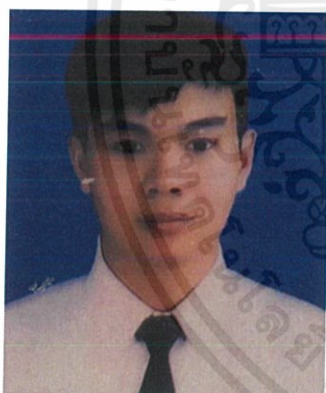
ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายเกียรติภูมิ สมบัติมาก
วัน เดือน ปี เกิด 8 สิงหาคม 2540
ที่อยู่ 678/44 ม.ราชพฤกษ์ ถนนสามวา แขวงบางชัน
เขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร 10510

ประวัติการศึกษา
ปีการศึกษา 2557
ปีการศึกษา 2561
ฝึกงานภาคฤดูร้อน

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรม
พลังงานไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฝ่าย อคฟ.



ชื่อ-นามสกุล นายญาณการ สมบูรณ์ปัญญา
วัน เดือน ปี เกิด 3 มีนาคม 2539
ที่อยู่ 69/361 ม.เพอร์เฟกเพลส ซอยรามคำแหง 164
ถนนรามคำแหง เขตมีนบุรี แขวงมีนบุรี กรุงเทพมหานคร
10510

ประวัติการศึกษา
ปีการศึกษา 2557
ปีการศึกษา 2561
ฝึกงานภาคฤดูร้อน

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรม
พลังงานไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ฝ่าย อคฟ.



ชื่อ-นามสกุล นายธนาธิป แดงทองดี
 วัน เดือน ปี เกิด 12 พฤศจิกายน 2539
 ที่อยู่ 587 ม.เพอร์เฟคเพลส ซอยรามคำแหง 164
 ถนนรามคำแหง เขตลาดกระบัง แขวงคลองสองต้นนุ่น
 กรุงเทพมหานคร 10520

ประวัติการศึกษา

ปีการศึกษา 2557

ปีการศึกษา 2561

ฝึกงานภาคฤดูร้อน

สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรม
 พลังงานไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 บริษัทผลิตไฟฟ้าราชบุรีจำกัด ฝ่ายควบคุมการผลิตและประสิทธิภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้