ระยะเวลาบำรุงรักษาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

นายเชาวลิต คำสุข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

OPTIMAL TIME PERIOD OF MAINTENNANCE FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER

Mr. Chaowalit Kamsook

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Energy Technology and Management
Inter-Department of Energy Technology and Management
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อสารนิพนธ์	ระยะเวลาบำรุงรักษาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
โดย	นายเชาวลิต คำสุข
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติศักดิ์ บุญปราโมทย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ
(ดร.อุริช อัชชโคสิต)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ธนิต จินดาวณิค)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เชาวลิต คำสุข : ระยะเวลาบำรุงรักษาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน. (OPTIMAL TIME PERIOD OF MAINTENNANCE FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.วิทยา ยงเจริญ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงส่วนใหญ่มาจากสิ่งสกปรกที่เกาะติดที่แผงคอยล์เย็น และแผงคอยล์ร้อน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยรวมลดลง ดังนั้นการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มกลับคืนมาได้ในระดับหนึ่ง โดยประสิทธิภาพที่เพิ่มจะขึ้นอยู่กับความถี่ในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ได้มีการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลจากการเดินเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดทำความเย็น 3.6 kW จำนวน 2 เครื่อง โดยมีการจัดเก็บข้อมูลในระยะเวลา 6 เดือน แยกประเภทการจัดเก็บข้อมูล เป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1 ล้างทำความสะอาดแล้วทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 6 ครั้งโดยไม่ทำความสะอาดเพื่อหาการเสื่อมประสิทธิภาพเนื่องจากความสกปรก และ 2) เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2 ล้างทำความสะอาดทุกเดือนทำให้เครื่องสะอาดอยู่เสมอเพื่อใช้ปรับแก้พลังไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิภายนอกที่เปลี่ยนไป และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ซึ่งขึ้นกับตัวแปรอิสระที่ใช้ศึกษาคือ อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิภายนอกห้อง ภาระทำความเย็น และความสกปรก การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้น คิดจากราคาค่าใช้จ่ายต่ำสุดซึ่งประกอบด้วยค่าทำความสะอาดและค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความสกปรก จากการวิเคราะห์พบว่า อัตราการลดลงของประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คือ ร้อยละ 3.01 ต่อเดือน และระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คือ ทุกๆ ระยะเวลา 3 เดือน

สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2561	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6087506320 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT
KEYWORD: SUITABLE CLEANING TIME, AIR CONDITIONER, CLEANING

Chaowalit Kamsook : OPTIMAL TIME PERIOD OF MAINTENNANCE FOR SPLIT TYPE AIR CONDITIONER. Advisor: Assoc. Prof. Withaya Yongchareon, Ph.D.

This research aims for finding appropriate period of cleaning split type air conditioning (AC). Most of AC efficiency reduces because of dirt that is around evaporator and condenser coil surface areas. It affects the overall efficiency of AC to reduce. So cleansing AC will increase its efficiency for a specific level. Increasing efficiency will depend on how often you clean AC. From the study and data collection of AC with cooling capacity of 3.6 kW within 6 months period, the first AC is cleaned once and collected data monthly for 6 times without cleaning to find the decreasing efficiency. The second AC is cleaned monthly and collected data monthly for 6 months period to correct the electric power due to the variation of outside air temperature. The independent variables that effect the efficiency are room temperature, outside air temperature, cooling load and AC dirty. The appropriate period for cleaning AC is determined by using the lowest expense which consists of cleaning cost and energy cost due to decreasing of efficiency. From analysis, decreasing rate of the AC efficiency is 3.01 % per month and the optimal period for cleaning split type AC is every 3 months.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Energy Technology and Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัย ระยะเวลาบำรุงรักษาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้โอกาสพร้อมด้วยการให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางทฤษฎีจนถึงการลงมือปฏิบัติ และให้ความอนุเคราะห์ช่วยตรวจสอบ ปรับปรุงงานวิจัยฉบับนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้หลักคิด องค์ความรู้กับผู้วิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานสำนักบริหารระบบกายภาพ ฝ่ายซ่อมบำรุง ในการอนุเคราะห์ข้อมูลอาคารจุฬาพัฒน์ 13 และคณะทำงานโครงการที่ปรึกษาด้านเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการอนุเคราะห์เครื่องมือวัดพื้นฐานด้านพลังงานมาใช้ในการทำงานวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่หลักสูตร เพื่อนนิสิตและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ช่วยเหลือ จนทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่ผลักดัน สนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

เชาวลิต คำสุข

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ 4

2.2 สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิเคราะห์เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ 6

2.3 ผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 8

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล 11

3.1 การเลือกห้องเรียนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 11

3.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง เครื่องปรับอากาศ ภายในห้องเรียนเพื่อวัดค่าและบันทึกผลการใช้กำลังไฟฟ้า 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 วิธีการวัดไฟฟ้าแบบ วัตต์มิเตอร์ 2 ตัว (Two Watt Method) 13
บทที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล 15
4.1 วิเคราะห์ข้อมูล 15
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 20
5.1 สรุปผลการวิจัย 20
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 20
5.3 ข้อเสนอแนะ 21
บรรณานุกรม 22
ภาคผนวก 23
ภาคผนวก ก รูปเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 24
ภาคผนวก ข ตารางสรุปผลการทดลอง 27
ประวัติผู้เขียน 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองสำหรับเครื่องปรับอากาศอ้างอิงที่มีการล้างทุกๆ 1เดือน 16

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่สกปรก 17

ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายต่างๆกับระยะเวลาการล้าง 19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 วงจรการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ 5

รูปที่ 2.2 แผนภาพความดัน-เอนทัลปี ของวัฏจักรการอัดไอ 6

รูปที่ 2.3 แผนภาพ p-h diagramกรณีที่มีฝุ่นมาเกาะที่เครื่องปรับอากาศ 9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

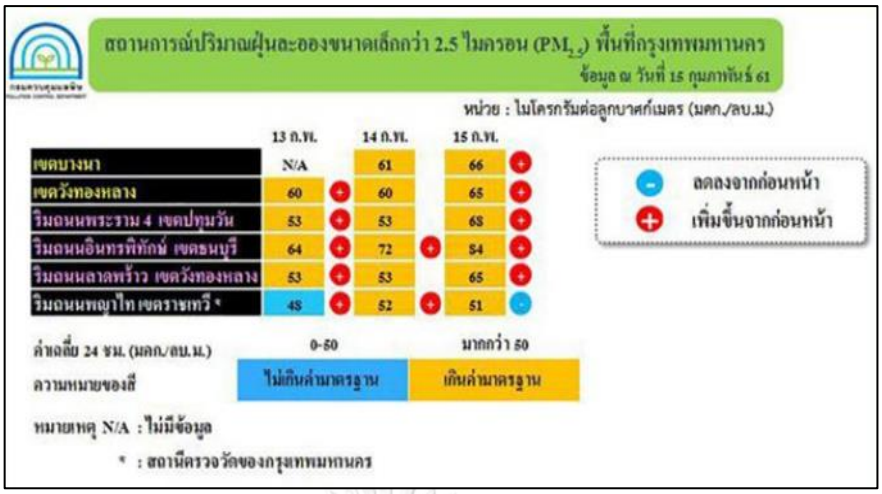
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปัจจุบันมีอาคารเรียนเป็นจำนวนมาก ภายในอาคารเรียนจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) เป็นจำนวนมาก และมีความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี จึงต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนให้เหมาะสม ปัจจุบันอาคารจุฬาพัฒน์13 ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ใช้เป็นอาคารเรียน มีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เป็นระยะเวลา 6 เดือนต่อครั้ง ทำให้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองพลังงาน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 1.1 อาคารจุฬาพัฒน์ 13 สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฝุ่นละออง ในเขตกรุงเทพมหานครกรมควบคุมมลพิษ รายงานสถานการณ์ฝุ่นละออง PM2.5 ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ประจำวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2561 ณ เวลา 08.00 น. ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ปริมาณฝุ่นละออง PM2.5 ตรวจวัดได้ระหว่าง 51-84 มคก./ลบ.ม. เกินเกณฑ์มาตรฐาน (50 มคก./ลบ.ม.) 6 สถานี ที่บริเวณริมถนนพระราม 4 ริมถนนอินทรพิทักษ์ ริมถนนลาดพร้าว ริมถนนพญาไท เขตบางนา และเขตวังทองหลาง ปริมาณฝุ่นละอองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น นอกจากฝุ่นขนาดเล็กแล้วยังมีฝุ่นขนาดใหญ่ที่เกิดจากการก่อสร้างที่มีทุกวันรวมทั้งเขม่าจากไอเสียรถยนต์เนื่องจากมีการจราจรที่หนาแน่น จึงมีโอกาสที่จะมาเกาะติดที่แผงคอยล์ของเครื่องปรับอากาศทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง



รูปที่ 1.2 แสดงสถานการณ์ปริมาณฝุ่นละออง พื้นที่กรุงเทพมหานคร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type Air Conditioner)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ติดตั้งในอาคารจุฬาพัฒน์ 13 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2 ห้องเรียน

1.3.2 จัดเก็บข้อมูลการใช้แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศทั้งภายในและภายนอกห้อง ในช่วงระยะเวลา 1 ชั่วโมง

1.3.3 ไม่คิดการเสื่อมทางกลตามอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.3.4 คิดเฉพาะการสูญเสียที่เกิดจากความสกปรกของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยและทบทวนวรรรกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 รวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

1.4.3 เลือกห้องปรับอากาศ 2 ห้องที่มีภาระทำความเย็นเหมือนกัน และเลือกเครื่องปรับอากาศ2 เครื่องที่มีสมรรถนะเท่ากัน

1.4.4 ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่องก่อนเก็บข้อมูล เครื่องปรับอากาศอ้างอิงจะล้างทำความสะอาดทุกเดือนก่อนเก็บข้อมูลเพื่อขจัดผลเนื่องจากความสกปรก ส่วนเครื่องปรับอากาศที่จะใช้หาการเสื่อมประสิทธิภาพเนื่องจากความสกปรกจะเก็บข้อมูลทุกเดือนเป็นระยะเวลา 6 เดือนโดยไม่มีการล้าง

1.4.5 นำข้อมูลที่มี มาคำนวณและวิเคราะห์หาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.4.6 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้ในอาคารจุฬาพัฒน์ 13 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5.2 สามารถนำไปต่อยอดการวิจัยในกรณีศึกษาคล้ายกัน หรือในอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร ทางด้านวิศวกรรม ที่มีลักษณะในการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการบำรุงรักษาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการพลังงานระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนภายในอาคารเรียน เพื่ออนุรักษ์พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในอาคารเรียน ต้องมีหลักการพิจารณา และศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการอ้างอิง โดยสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ

2.2 สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิเคราะห์ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

2.3 ผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ

เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 4 อุปกรณ์คือ 1. คอมเพรสเซอร์ 2. คอนเดนเซอร์ 3. ลิ้นลดความดัน และ 4. อีวาพอเรเตอร์ ดังแสดงตามรูปที่ 2.1

2.1.1 คอมเพรสเซอร์ (compressor) ทำหน้าที่ดูดน้ำยาในสภาพที่เป็นไอจากอีวาพอเรเตอร์ และอัดให้มีความดันสูงขึ้นจนสามารถส่งไปควบแน่นได้ที่คอนเดนเซอร์

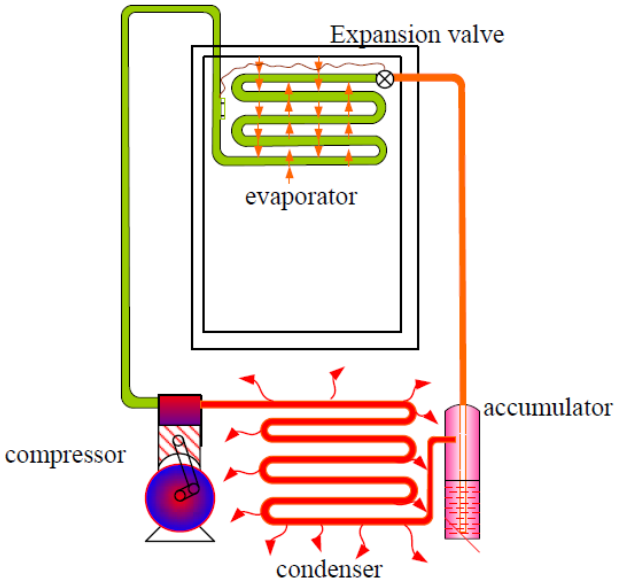
2.1.2 คอนเดนเซอร์ (condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำยาเพื่อควบแน่นเป็นของเหลว

2.1.3 ลิ้นลดความดัน (expansion valve หรือ refrigerant control) ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ เพื่อจ่ายให้กับอีวาพอเรเตอร์

2.1.4 อีวาพอเรเตอร์ (evaporator) ทำหน้าที่ดูดความร้อนออกจากบริเวณรอบ ๆ เพื่อทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไอและทำให้บริเวณใกล้เคียงเย็นขึ้น

ส่วน รีซีฟเวอร์ (receiver) ทำหน้าที่สะสมของเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์เพื่อจ่ายให้กับลิ้นลดความดัน ได้ตลอดเวลาในการทำงานแต่ในบางเครื่องอาจไม่จำเป็นต้องมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.1 วงจรการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ

วัฏจักรทำความเย็นประกอบด้วย 4 กระบวนการคือ 1. กระบวนการอัดไอ 2. กระบวนการระบายความร้อน 3. กระบวนการขยายตัว และ 4. กระบวนการรับความร้อน ดังแสดงบนแผนภาพความดัน-เอนทัลปี (p-h diagram) ดังแสดงในรูปที่ 2.2

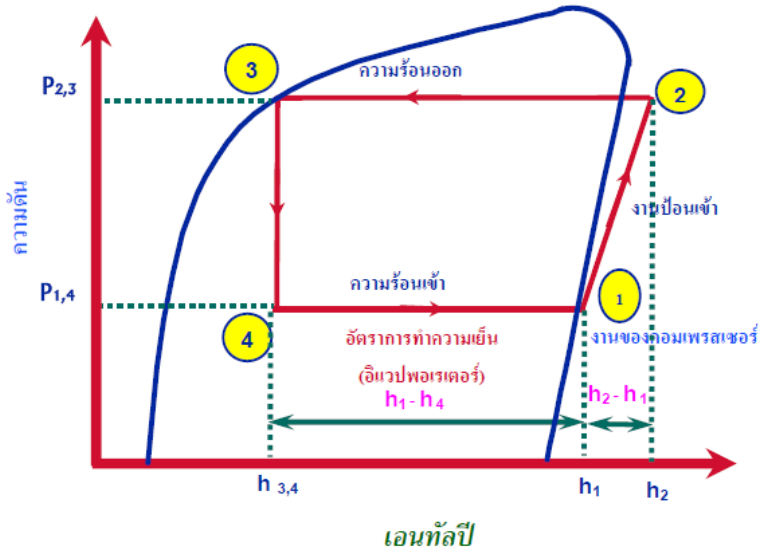
1. กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดไอแบบ Isentropic Compression โดยคอมเพรสเซอร์จะทำการอัดสารทำความเย็นในสภาวะไออิ่มตัว ให้มีความดันเท่ากับความดันที่คอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (Condenser coil)

2. กระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการระบายความร้อนที่ความดันคงที่แบบย้อนกลับได้ โดยสารทำความเย็นที่อยู่ในสภาวะไอดง (Superheated vapor) จะถูกทำให้เย็นลงจนเกิดการกลั่นตัวของสารทำความเย็น

3. กระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการขยายตัว หรือ กระบวนการลดความดัน โดยสารทำความเย็นที่อยู่ในสภาวะของเหลวจะถูกลดความดันลงมากลายเป็นของผสมที่ความดันที่คอยล์เย็นของอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator coil)

4. กระบวนการ 4-1 เป็นกระบวนการรับความร้อนที่ความดันคงที่ ซึ่งทำให้สารทำความเย็นเดือดจนกลายเป็นไออิ่มตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.2 แผนภาพความดัน-เอนทัลปี ของวัฏจักรการอัดไอ

2.2 สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วิเคราะห์เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ

2.2.1 อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator)

ภาระการทำความเย็น เป็นพลังงานความร้อนทั้งหมดที่ต้องกำจัดออกจากห้องปรับอากาศ เพื่อลดอุณหภูมิให้มีระดับตามที่ต้องการ แต่เดิมก่อนที่จะมีระบบการทำความเย็นด้วยวิธีกลจะใช้น้ำแข็งเป็นตัวทำความเย็น (cooling capacity) ซึ่งขึ้นกับจุดหลอมเหลวของน้ำแข็ง หน่วยที่ใช้สำหรับภาระการทำความเย็นคือ ตันของการทำความเย็น (ton of refrigeration) โดยกำหนดให้ 1 ตันของการทำความเย็น เทียบเท่ากับความร้อนแฝงของการหลอมเหลวน้ำแข็ง 1 ตัน (2,000 ปอนด์) ในเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้น

$$1 \text{ ตันของการทำความเย็น} = \frac{2{,}000 \text{ ปอนด์} \times 144 \text{ Btu/ปอนด์}}{24 \text{ ชั่วโมง}}$$

$$= 288{,}000 \text{ Btu/24 ชั่วโมง}$$

$$= 303{,}852 \text{ kJ/24 ชั่วโมง}$$

$$= 3.5168 \text{ kW}$$

นั่นคือระบบทำความเย็นที่สามารถดูดความร้อนจากพื้นที่ทำความเย็น ด้วยอัตรา 3.5168 kW จะเรียกว่า 1 ตันของการทำความเย็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อัตราทำความเย็น (Evaporatot) , $q_E = m (h_1 - h_4)$ (2.1)

เมื่อ q_E = อัตราทำความเย็น (kJ/s)

M = อัตราการไหลของมวลสารทำความเย็น (kg/s)

h_1 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นเมื่อเริ่มต้นสโตรกของการอัด (kJ/kg สารทำความเย็น)

h_4 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่เข้าอีวาพอเรเตอร์ (kJ/kg สารทำความเย็น)

2.2.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

งานที่กระทำต่อสารทำความเย็น ระหว่างการอัดด้วยกระบวนการเอนโทรปีคงที่ (isentropic) คำนวณได้จากค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่เพิ่มขึ้น และอัตราการไหลของสารทำความเย็น

$W = m (h_2 - h_1)$ (2.1)

เมื่อ

h_2 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นเมื่อสิ้นสุดสโตรกของการอัด (kJ/kg สารทำความเย็น)

h_1 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นเมื่อเริ่มต้นสโตรกของการอัด (kJ/kg สารทำความเย็น)

W = งานที่ให้แก่สารทำความเย็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.2.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

สารทำความเย็นจะถูกทำให้เย็นภายใต้ความดันคงที่ภายในคอนเดนเซอร์ ความร้อนที่ระบายออกมาจะแสดงได้ด้วยสมการ

$$qc = m (h_2 - h_3) \quad (2.2)$$

เมื่อ q_c = อัตราการระบายความร้อนในคอนเดนเซอร์ (kW)

h_3 = เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ (kJ/kg สารทำความเย็น)

2.2.4 อุปกรณ์ลดความดัน (Expansion Valve)

$$h_3 = h_4 \quad (2.3)$$

2.2.5 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance)

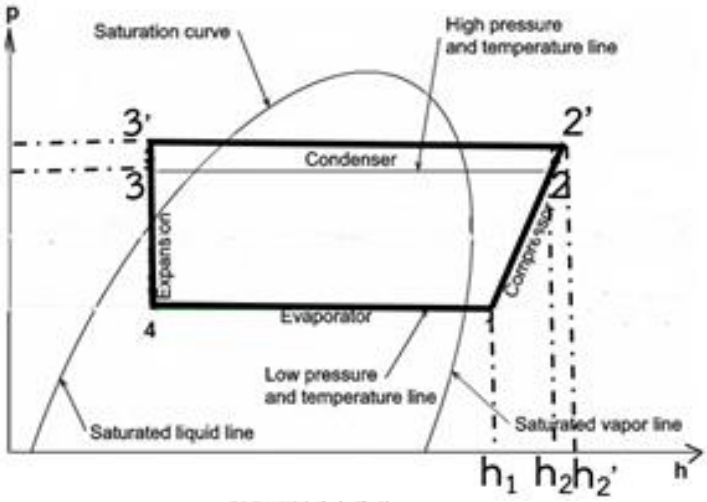
จุดประสงค์ของระบบทำความเย็นทางกลนี้ เพื่อต้องการถ่ายเทความร้อนจากจุดที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังจุดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า เนื่องจากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทนั้นมักจะสูงกว่าความร้อนเทียบเท่าที่ได้จากแหล่งกำลังการทำงานของระบบจึงไม่สามารถสแสดงออกมาในรูปของประสิทธิภาพได้ จึงนิยมใช้เป็นสัมประสิทธิ์ของการทำงาน (coefficient of performance: C.O.P.) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่าง ความเย็นที่อีวาพอเรเตอร์ต่องานที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ ดังนั้น

$$C.O.P. = (h_1 - h_4)/ (h_2 - h_1) \quad (2.4)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 ผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีต่อกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อมีฝุ่นมาเกาะที่เครื่องปรับอากาศ การเสื่อมประสิทธิภาพเนื่องจากความสกปรก จะทำให้เครื่องปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามฝุ่นละอองที่มาเกาะติดที่คอนเดนเซอร์ เนื่องจากการระบายความร้อนไม่เพียงพอทำให้ความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นด้านคอนเดนเซอร์เพิ่มขึ้น เช่นกันเมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงขึ้น การระบายความร้อนจะไม่เพียงพอทำให้ความดันคอนเดนเซอร์ สูงขึ้นทำให้กำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ เพิ่มขึ้นด้วย



รูปที่ 2.3 แผนภาพ p-h diagramกรณีที่มีฝุ่นมาเกาะที่เครื่องปรับอากาศ

จากแผนภาพจะพบว่าวัฏจักร 1-2-3-4 สำหรับเครื่องปรับอากาศที่สะอาดจะใช้กำลังงานที่คอมเพรสเซอร์ = $h_2 - h_1$ ส่วนวัฏจักร1-2'-3'-4 สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีฝุ่นเกาะ จะใช้กำลังงานที่คอมเพรสเซอร์ = $h_{2'} - h_1$ ซึ่งมีค่ามากกว่า $h_2 - h_1$

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาฏนิภา ชูตจิตารมย์ [1] ได้ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดคอมเพรสเซอร์ในเครื่องกังหันก๊าซของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม A จากการรวบรวมข้อมูลการเดินเครื่องนำมาวิเคราะห์การเสื่อมประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ได้ degradation curve เป็นสมการเส้นตรง โดยมีอัตราการเสื่อมประสิทธิภาพหลังจากการทำความสะอาดแบบออฟไลน์กระจายตัวเฉลี่ยที่ 2%-4% ในระยะเวลา 4 เดือน และเมื่อคำนวณหาค่าต้นทุนของเชื้อเพลิงที่สูญเสียจากการเสื่อมประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ รวมกับค่าใช้จ่ายระหว่างการทำความสะอาดคอมเพรสเซอร์แบบออฟไลน์ พบว่า การทำ off-line cleaning ทุกๆ 9 เดือน จะให้ผลประหยัดสูงสุด แต่เนื่องจากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม A มีข้อจำกัดของตารางการซ่อมบำรุง ซึ่งต้องหยุดเดินเครื่อง ปีละ 3 ครั้ง ดังนั้นจึงไม่สามารถนำผลจากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้ได้ แต่หากโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมโรงอื่นๆที่ไม่มีปัญหาเรื่องขาดแคลนก๊าซธรรมชาติหรือข้อจำกัดของตารางการซ่อมบำรุง สามารถนำงานวิจัยนี้ไปพิจารณาโดยใช้แนวทางการวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกันได้ ทั้งนี้ทั้งนั้นการเสื่อมสภาพของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องกังหันก๊าซนั้นจะมีมากหรือน้อย ขึ้นกับสภาพแวดล้อมของแต่ละที่ตั้งโรงไฟฟ้า ทั้ง ฝุ่นละออง หรือเขม่าควัน ที่ติดมากับอากาศเข้ามาเกาะที่คอมเพรสเซอร์ ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับแต่ละโรงไฟฟ้า

สรุป ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ ส่วนที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยคือ หลักการในการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศคือการพิจารณาจากใช้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการเก็บข้อมูล

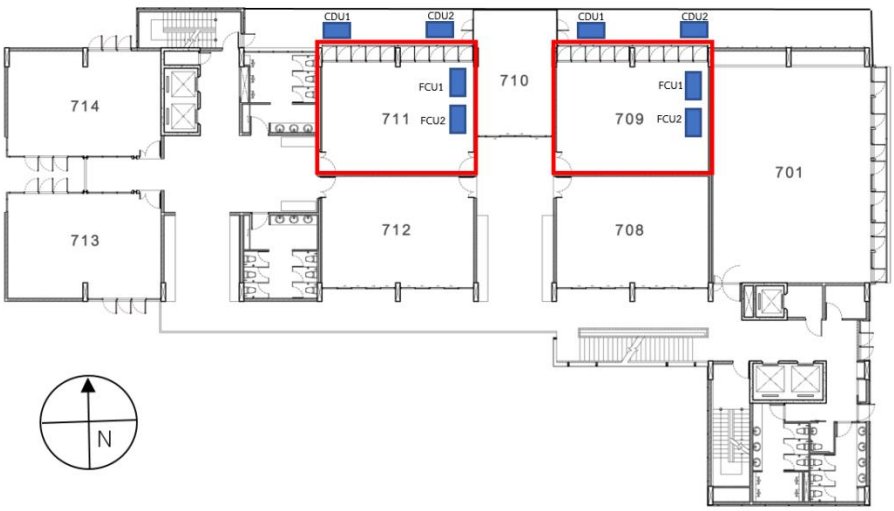
3.1 การเลือกห้องเรียนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

การใช้กำลังงานของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยตัวแปรภายนอกและภายในห้อง ในส่วนของตัวแปรภายในห้องมี อุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่นละอองที่เกาะติดกับแผงคอยล์เย็น และภาระทำความเย็นภายในห้อง ส่วนตัวแปรภายนอกนั้นจะประกอบด้วย ฝุ่นละอองที่เกาะติดกับแผงคอยล์ร้อน และอุณหภูมิภายนอก

ในการเลือกห้องปรับอากาศที่จะใช้เก็บข้อมูล จะใช้ห้องจำนวน 2 ห้อง ที่มีขนาดห้อง ภาระทำความเย็น และขนาดขนาดเครื่องทำความเย็นเท่ากัน จึงได้เลือกห้อง 711 และ 709 ซึ่งอยู่บนชั้นที่ 7 ของอาคารและอยู่ทางด้านทิศเหนือดังแสดงในรูปที่ 3.1

ห้อง 711 ให้จะเป็นห้องอ้างอิงสำหรับการปรับแก้กำลังไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิภายนอก จะทำความสะอาดทุกเดือนเพื่อหากำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่แปรตามอุณหภูมิภายนอก ซึ่งจะได้ใช้ในการปรับแก้กำลังไฟฟ้าของห้อง 709 ที่ไม่ได้ทำความสะอาด

ส่วนห้อง 709 จะไม่ได้ทำการล้าง แต่จะเก็บข้อมูลกำลังไฟฟ้าทุกๆ เดือนเป็นเวลา 6 เดือน โดยกำลังไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอก และความสกปรกเนื่องจาก ฝุ่นละอองที่เกาะที่แผงคอนเดนเซอร์เมื่อภาระทำความเย็นเท่าเดิม



รูปที่ 3.1 แบบแปลนห้องเรียน 709 และ 711

3.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง เครื่องปรับอากาศ ภายในห้องเรียนเพื่อวัดค่าและบันทึกผลการใช้กำลังไฟฟ้า

3.2.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างเครื่องปรับอากาศจากการใช้งาน โดยเลือกจากขนาดเครื่องปรับอากาศที่มีค่า Btuh สูงที่สุดและเครื่องปรับอากาศที่มีการใช้งานมากที่สุดของอาคารคือได้เครื่องเครื่องปรับอากาศประเภท Spit Type มีขนาดทำความเย็น (38,000 Btuh) กำลังไฟฟ้า 3.6 กิโลวัตต์ซึ่งติดตั้งอยู่ที่ห้อง 709 และ711 บนชั้น 7 ของอาคาร

3.2.2 การเก็บข้อมูล

ก่อนการเก็บข้อมูลล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่องและเติมสารทำความเย็นให้สมรรถนะเครื่องปรับอากาศทั้งสองเครื่องเท่ากัน เครื่องปรับอากาศอ้างอิง (ของห้อง 711) จะทำการล้างทุกเดือนส่วนเครื่องปรับอากาศที่จะหาการเสื่อมประสิทธิภาพเนื่องจากฝุ่น (ของห้อง 709) จะไม่มีการล้างแต่จะตรวจวัดกำลังไฟฟ้าทุกเดือนเป็นระยะเวลา 6 เดือน

การเก็บข้อมูลทำในช่วงเวลาต่อเนื่องกันสำหรับเครื่องปรับอากาศที่ห้อง 711 และห้อง 709 โดยเก็บข้อมูลในช่วงบ่าย ณ เวลาที่ อุณหภูมิภายในห้องที่เท่ากัน และในห้องที่ไม่มีนักศึกษาใช้งานเพื่อลดผลกระทบจากภาระความชื้น ภาระทำความเย็นในห้องจะทำให้เครื่องปรับอากาศเดิน 100 %

ข้อมูลที่ตรวจวัดประกอบด้วย อุณหภูมิภายในและภายนอกห้องปรับอากาศ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ค่าเพาเวอแฟคเตอร์ และกำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์

3.2.3 เครื่องมือวัด

- เครื่องวัดกำลังไฟฟ้ารุ่น Nanovip สำหรับวัดไฟฟ้าแบบ หนึ่งเฟสแสดงตามรูปที่ 3.2 ใช้วัดหาค่ากำลังไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศห้อง 711 และ ห้อง 709 ข้อมูลที่ทำการวัดจะได้ค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า และค่าเพาเวอแฟคเตอร์

รูปที่ 3.2 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า Power Meter

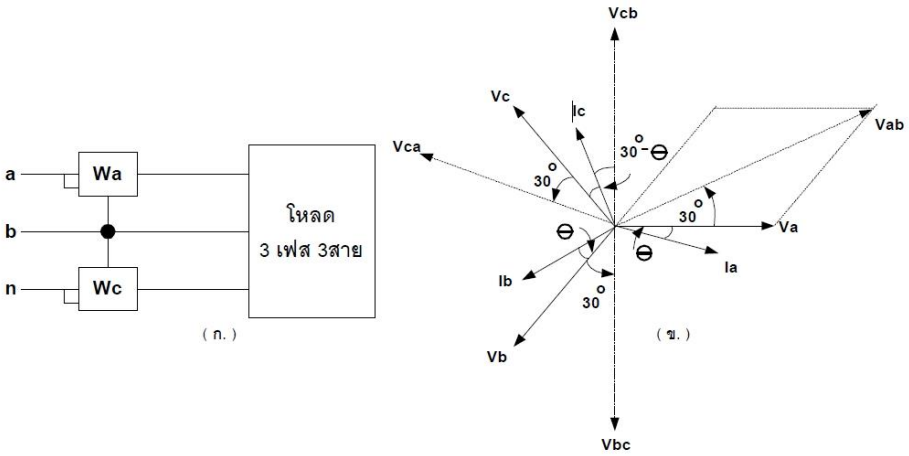
ในการวัดไฟฟ้าในระบบสามเฟสจะใช้วิธีการวัดแบบวิธีใช้วัตต์มิเตอร์ 2 ตัว

- เครื่องวัดอุณหภูมิรุ่น Fluke 52 พร้อมหัววัดแบบ เทอร์โมคัพเปิ้ล ดังแสดงในรูปที่ 3.3 เพื่อนำมาวัดหาค่าอุณหภูมิภายในและภายนอก

รูปที่ 3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

3.3 วิธีการวัดไฟฟ้าแบบ วัตต์มิเตอร์ 2 ตัว (Two Watt Method)

วิธีการวัดเช่นนี้ อาศัยหลักการที่ว่ากำลังไฟฟ้าในวงจรที่ที n เฟสและ n สายสามารถวัดได้โดยใช้วัตต์มิเตอร์จำนวน (n-1) ตัว โดยให้สายใดสายหนึ่งใน n สายนั่นเป็นสายร่วม และสายอื่นๆ อีก n-1 สายเป็นสายจ่ายกำลังไฟฟ้า ตามรูปที่ 3.4 (ก) นั่นคือผลรวมทางพีชคณิตของวัตต์มิเตอร์ทั้งสองตัวคือกำลังไฟฟ้าทั้งหมด



รูปที่ 3.4 วิธีการวัดไฟฟ้า 3 เฟส (2-watt method)

$$P3\emptyset = Wa + Wc \quad (3.1)$$

Wa หรือ Wc อาจมีค่าบวก หรือลบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโหลดที่ต่ออยู่ θ มากกว่า 60 องศา โหลด inductive

Wa อ่านค่าลบ กรณีโหลด capacitive θ น้อยกว่า -60 องศา Wc อ่านค่าลบ

ในกรณีโหลดสมดุล จากรูป 3.4 (ข.)

$$Wa = Vab\ Ia \cos(30 + \theta) \quad (3.2)$$

$$Wc = Vcb\ Ic \cos(30 - \theta) \quad (3.3)$$

$$Wa + Wc = Vab\ Ia \cos(30 + \theta) + Vcb\ Ic \cos(30 - \theta)$$

$$= V_L I_L \cos[(30 + \theta) + \cos(30 - \theta)] = \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta \quad (3.4)$$

$$Wc - Wa = V_L I_L \cos[(30 - \theta) - \cos(30 + \theta)] = V_L I_L \sin\theta \quad (3.5)$$

$$(Wc - Wa) / (Wc + Wa) = (V_L I_L \sin\theta) / \sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta = 1/\sqrt{3} * \tan\theta$$

นั่นคือ $\tan\theta = \sqrt{3} * [(Wc - Wa) / (Wc + Wa)]$ (3.6)

ข้อมูลที่ได้จากการวัดแสดงในภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
วิเคราะห์ข้อมูล

บทนี้มีการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งมีขนาด 3.6 กิโลวัตต์ จำนวน 2เครื่อง และเปิดใช้งาน 30 วัน ต่อเดือน วันละ 8 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 6เดือน มีเครื่องปรับอากาศอ้างอิง จำนวน 1 เครื่องเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้กับอุณหภูมิภายนอก และ เครื่องปรับอากาศอีก 1 เครื่องสำหรับหาการใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อเครื่องปรับอากาศสกปรก

4.1 วิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิภายนอก

ตารางที่ 4.1 เป็นผลจากการวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศอ้างอิงในห้อง 711 ซึ่งล้างเครื่องปรับอากาศทุกๆ 1เดือนสำหรับใช้ในการปรับแก้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่มีความสกปรกเนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ควบคุมไม่ได้

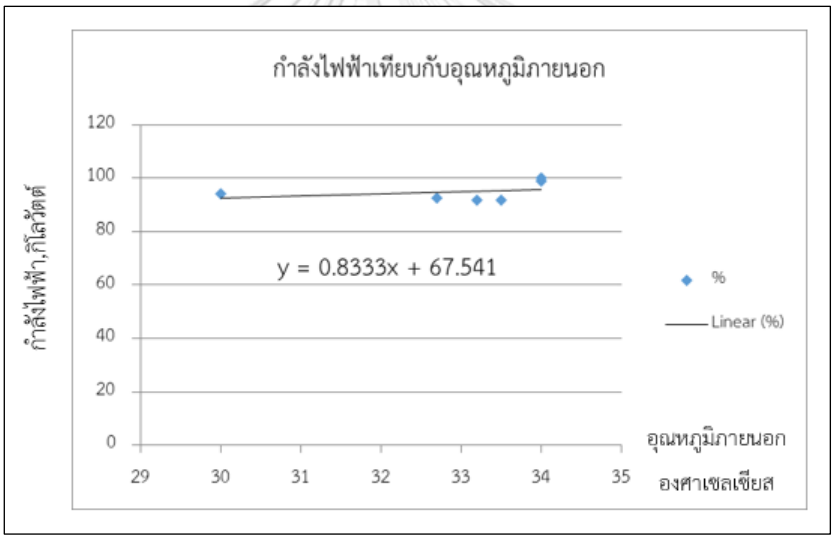
รูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องปรับอากาศกับอุณหภูมิอากาศ ภายนอก ตามสมการ $y=0.83x+67.54$ ซึ่งจะได้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิภายนอก

ผลการทดลองจะสอดคล้องทางทฤษฎี เมื่ออุณหภูมิภายนอกสูงขึ้นความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นด้านคอนเดนเซอร์จะเพิ่มขึ้นด้วยเพื่อให้มีการระบายความร้อนได้พอเพียงจึงทำให้งานที่คอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองสำหรับเครื่องปรับอากาศอ้างอิงที่มีการล้างทุกๆ 1เดือน

เดือน	อุณหภูมิภายนอก	กำลังไฟฟ้า	
		กิโลวัตต์	ร้อยละปรับแก้
1	34	3.70	100
2	34	3.66	98.9
3	30	3.49	94.3
4	32.7	3.43	92.7
5	33.5	3.40	91.9
6	33.2	3.40	91.9



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องปรับอากาศอ้างอิงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก

4.1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้ากับความสกปรก

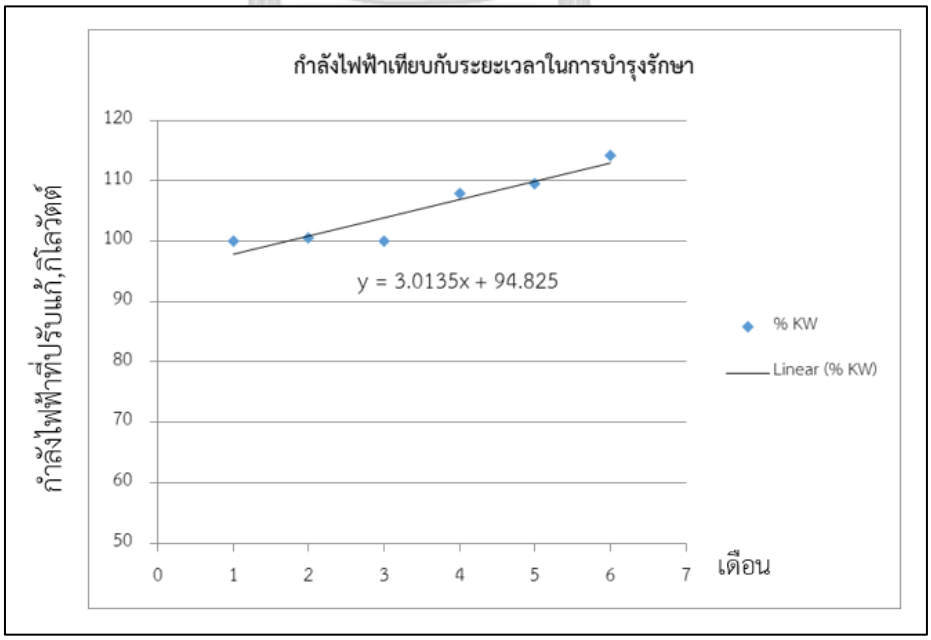
ตารางที่ 4.2 เป็นผลจากการวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่สกปรกที่อยู่ในห้อง 709 ซึ่งไม่ได้ล้าง และได้ปรับแก้ไขกำลังไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิภายนอก

รูปที่ 4.2 แสดงผลการทดลองกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องปรับอากาศที่ปรับแก้เนื่องจากอุณหภูมิภายนอก จากกราฟจะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา หรือตามความสกปรกตามซึ่งได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตามสมการ y = 3.01x+94.83 ผลการทดลองจะสอดคล้องทางทฤษฎี เมื่อแผ่นกรองและคอยล์สกปรก ความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นด้านคอนเดนเซอร์จะเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อให้มีการระบายความร้อนได้พอเพียง ทำให้งานที่คอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่สกปรก

เดือน	อุณหภูมิ	กำลังไฟฟ้า		
	ภายนอก	กิโลวัตต์	กิโลวัตต์ปรับแก้	ร้อยละปรับแก้
1	34.0	3.56	3.41	100.0
2	34.0	3.58	3.43	100.6
3	30.0	3.69	3.41	100.0
4	33.5	3.86	3.68	108.4
5	33.4	3.92	3.74	110.1
6	33.8	4.07	3.9	114.3

ยกตัวอย่าง เช่น ในเดือนที่ 2 อุณหภูมิภายนอก 34 องศาเซลเซียส ค่าปรับแก้หาได้ จากสมการ y = 0.83x+67.54 คือ y = (0.83x34)+67.54 = 95.80 % ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้จริง 3.58 กิโลวัตต์ ดังนั้น ค่ากำลังไฟฟ้าปรับแก้จึงเป็น 3.58 x 0.958 = 3.43 กิโลวัตต์



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องปรับอากาศที่สกปรกกับระยะเวลา

4.1.3 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย

กรณีที่ 1 เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพคงที่

เครื่องปรับอากาศทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน 30 วันต่อเดือน 12 เดือนต่อปี เครื่องปรับอากาศใช้พลังไฟฟ้า 3.6 กิโลวัตต์ คงที่ ดังนั้นจะใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น 3.6x8x30 =864 kWh คิดเป็นค่าใช้จ่าย 864x5 = 4,320 บาทต่อเดือน หรือ 51,840 บาท/ปี สำหรับค่าพลังงานไฟฟ้า 5 บาทต่อหน่วย

กรณีที่ 2 เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพเสื่อมลงเนื่องจากความสกปรก

ให้ประสิทธิภาพเสื่อมลงเป็นเชิงเส้นด้วยอัตรา y % ต่อเดือนหรือเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในอัตรา y% ต่อเดือนหรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.5y% ต่อเดือน ค่าใช้จ่ายจะเพิ่มขึ้น 4,320x 0.5y/100 บาท ดังนั้นค่าใช้จ่ายรวมเนื่องจากความสกปรกเป็น 4,320 + 4,320x0.5y/100 บาท/เดือน

ค่าบำรุงรักษาล้างเครื่องปรับอากาศ 350 บาทต่อเครื่องต่อครั้ง ถ้าล้างทุกเดือนจะเสียค่าใช้จ่าย 350x12= 4,200 บาทต่อปี

ดังนั้นค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่ำสุดจะเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการล้างเครื่องปรับอากาศ [1]

ตัวอย่าง การคำนวณเมื่อมีการล้างทุก 1 เดือน

ค่าใช้จ่ายในกรณีเครื่องปรับอากาศสะอาด = 4,320 บาท/เดือน หรือ 51,840 บาท/ปี

ค่าเสื่อมประสิทธิภาพทำให้ใช้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น 3.01 % ต่อเดือน คือ

4,320 x 3.01 x 0.5/100 = 65.02 บาท/เดือน หรือ = 780.19 บาท/ปี

ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเนื่องจากความสกปรก = 780.19+51,840 = 52,620.19 บาท/ปี

ค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 4,200 + 52,620.19 = 56,820.19 บาท/ปี

เพื่อปรับค่าใช้จ่ายทั้งหมดให้อยู่ในกราฟรูปเดียวกันกับค่าบำรุงรักษา จึงใช้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดลบด้วย 50,000 บาท ในการเขียนกราฟ

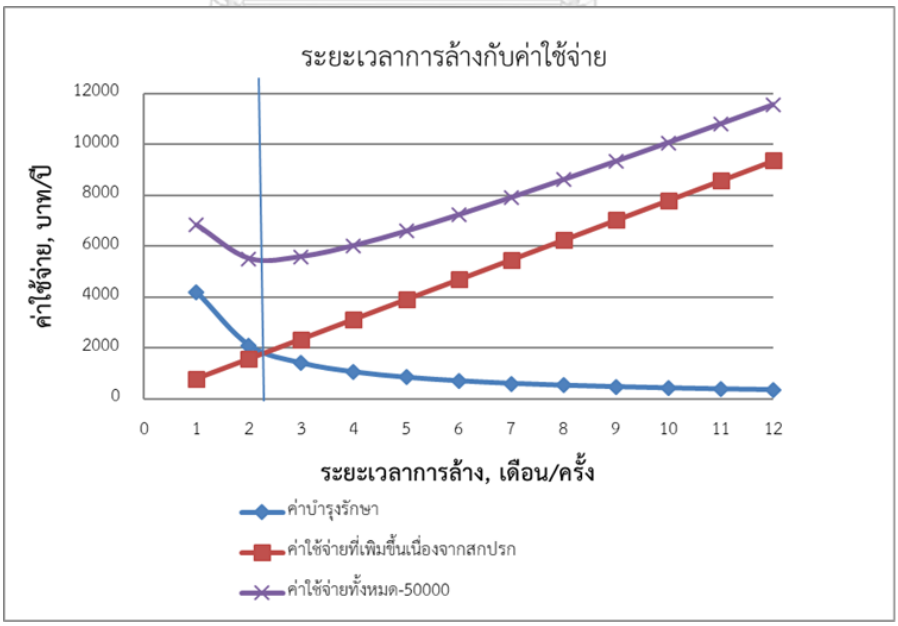
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.4 การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการล้างทำความสะอาด

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าใช้จ่ายต่างๆกับระยะเวลาการล้าง (เดือนต่อครั้ง) และรูปที่ 4.3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จากกราฟจะได้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ระยะเวลาการล้างที่ 2.3 เดือน ส่วนในทางปฏิบัติอาจใช้ระยะเวลาการล้างที่ 3 เดือนเพื่อไม่ให้มีการถอดล้างที่บ่อยเกินไปทำให้อุปกรณีต่างๆ อาจเสียหายได้

ตารางที่ 4.3 ค่าใช้จ่ายต่างๆกับระยะเวลาการล้าง

ระยะเวลาการล้าง เดือน/ครั้ง	ค่าบำรุงรักษา บาท/ปี	ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความสกปรก บาท/ปี	ค่าใช้จ่ายรวมเนื่องจากความสกปรก บาท/ปี	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด บาท/ปี	ค่าใช้จ่ายทั้งหมด ลบ-50,000 บาท/ปี
1	4,200	780	52,620	56820	6,820
2	2,100	1,560	53,400	55500	5,500
3	1,400	2,341	54,181	55581	5,581
4	1,050	3,121	54,961	56011	6,011
5	840	3,901	55,741	56581	6,581
6	700	4,681	56,521	57221	7,221
7	600	5,461	57,301	57901	7,901
8	525	6,242	58,082	58607	8,607
9	467	7,022	58,862	59328	9,328
10	420	7,802	59,642	60062	10,062
11	382	8,582	60,422	60804	10,804
12	350	9,362	61,202	61552	11,552



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ลดลงส่วนใหญ่มาจากสิ่งสกปรกที่เกาะติดที่แผงคอยล์เย็น และแผงคอยล์ร้อน ส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยรวมลดลง ดังนั้นการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศจะทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มกลับคืนมาได้ในระดับหนึ่ง โดยประสิทธิภาพที่เพิ่ม จะขึ้นอยู่กับความถี่ในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ได้มีการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลจากการเดินเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดทำความเย็น 3.6 kW จำนวน 2 เครื่อง โดยมีการจัดเก็บข้อมูลในระยะเวลา 6 เดือน แยกประเภทการจัดเก็บข้อมูล เป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1 ล้างทำความสะอาดแล้วทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 เดือน เป็นระยะเวลา 6 ครั้งโดยไม่ทำความสะอาดเพื่อหาการเสื่อมประสิทธิภาพเนื่องจากความสกปรก และ 2) เครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2 ล้างทำความสะอาดทุก เดือนทำให้เครื่องสะอาดอยู่เสมอเพื่อใช้ปรับแก้พลังไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิภายนอกที่เปลี่ยนไป และนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพซึ่งขึ้นกับ ตัวแปรอิสระที่ใช้ศึกษาคือ อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ อุณหภูมิภายนอกห้อง ภาระทำความเย็น และความสกปรก การหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้น คิดจากราคาค่าใช้จ่ายต่ำสุดซึ่งประกอบด้วยค่าทำความสะอาดและค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความสกปรก จากการวิเคราะห์พบว่า อัตราการลดลงของประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คือ ร้อยละ 3.01 ต่อเดือน และระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คือ ทุกๆระยะเวลา 3 เดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองจะเห็นว่าระยะเวลาของการบำรุงรักษาที่เหมาะสมจะขึ้นอยู่กับความสกปรกของอากาศบริเวณที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จากการทดลองใช้ห้องเรียนเป็นสถานที่ทดสอบผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนควรทำความสะอาดอย่างน้อย 2.3 เดือน/ครั้งส่วนในทางปฏิบัติควรล้างทำความสะอาดทุกๆ 3 เดือน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ทุกครั้งที่มีการหยุดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อทำการล้างทำความสะอาดควรจะมีการบำรุงรักษาด้วย และจะเป็นการดีถ้ามีการตรวจวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพื่อให้ทราบอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

ควรมีการเปรียบเทียบข้อมูลกับเครื่องปรับอากาศในอาคารอื่นๆ ที่มีลักษณะ ปัจจัยสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่คล้ายคลึงกัน โดยมีการเก็บข้อมูลทำการวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกันกับงานวิจัยนี้ แล้วดูผลการวิเคราะห์ว่าจะได้ผลในลักษณะเดียวกันหรือไม่ และควรมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมเป็นรายสัปดาห์ เพื่อให้ทราบผลกระทบจากอุณหภูมิภายนอก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

[1] สำนักบริหารระบบกายภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ข้อมูลกายภาพพื้นฐาน. [Online]. 2560. Available from http://www.prm.chula.ac.th/building.html. [2560, มกราคม 25].

[2] นาฏนิภา ชูจิตารมย์. (2556).การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำความสะอาดคอมเพรสเซอร์ในเครื่องกังหันก๊าซของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วม. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

รูปเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รูปที่ 1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คอยล์เย็น ห้องเรียน 709

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คอลย์เย็น ห้องเรียน 711

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คอยล์ร้อน ห้องเรียน 709 และ711

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

ตารางสรุปผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการวัดค่ากำลังไฟฟ้า และอุณหภูมิ ห้อง 709

สถานที่	อาคารจุฬาพัฒน์ 13 ชั้น 7 ห้อง 709 เครื่องปรับอากาศ เลขที่ A/C 711 ไม่ได้ล้างทำความสะอาด							
จำนวนครั้ง	หน่วย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6	หลังล้าง
วันที่ทำการตรวจวัด		1/6/2561	3/7/2561	1/8/2561	3/9/2561	4/10/2561	10/11/2561	ครบ6ครั้ง
แรงดันเฟส12	โวลท์	397	397	396	398	398	398	400
กระแสไฟฟ้าเฟส1	แอมป์แปร์	6.6	6.5	6.69	6.81	6.81	6.81	6.56
กำลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์	1.34	1.36	1.41	1.47	1.5	1.57	1.3
เพาเวอร์เฟคเตอร์	ร้อยละ	0.59	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	0.54
แรงดันน้ำยาด้านแรงต่ำ	PSI	70	70	70	70	70	70	70
แรงดันน้ำยาด้านแรงสูง	PSI	240	240	240	240	240	240	240
อุณหภูมิภายนอก	องศาเซลเซียส	34	34	30	33.5	33.5	33.5	33.8
อุณหภูมิลมกลับ	องศาเซลเซียส	28.6	28.6	28	28.1	28.1	28.1	27.8
อุณหภูมิลมจ่าย	องศาเซลเซียส	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.5
แรงดันเฟส32	โวลท์	400	398	399	398	398	398	400
กระแสไฟฟ้าเฟส3	แอมป์แปร์	5.80	5.82	5.95	6.03	6.03	6.03	5.8
กำลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์	2.22	2.22	2.28	2.39	2.42	2.5	2.23
เพาเวอร์เฟคเตอร์	ร้อยละ	-0.98	-0.97	-0.97	-0.98	-0.98	-0.98	-0.95
แรงดันน้ำยาด้านแรงต่ำ	PSI	70	70	70	70	70	70	70
แรงดันน้ำยาด้านแรงสูง	PSI	230	230	230	240	240	240	240
อุณหภูมิภายนอก	องศาเซลเซียส	34	34	30	33.5	33.5	33.5	33.8
อุณหภูมิลมกลับ	องศาเซลเซียส	28.10	28.10	28	28.1	28.1	28.1	27.8
อุณหภูมิลมจ่าย	องศาเซลเซียส	12.50	12.50	12.8	12.8	12.8	12.8	12.5
กำลังไฟฟ้ารวม	กิโลวัตต์	3.56	3.58	3.69	3.86	3.92	4.07	3.53

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 ผลการวัดค่ากำลังไฟฟ้า และอุณหภูมิ ห้อง 711

สถานที่	อาคารจุฬาพัฒน์ 13 ชั้น 7 ห้อง 711 เครื่องปรับอากาศ เลขที่ A/C 05 ล้างทำความสะอาดทุกๆ 1เดือนครั้ง จำนวน6ครั้ง						
จำนวนครั้ง	หน่วย	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6
วันที่ทำการตรวจวัด		1/6/2561	3/7/2561	1/8/2561	3/9/2561	4/10/2561	10/11/2561
แรงดันเฟส12	โวลท์	398	397	398	395	394	399
กระแสไฟฟ้าเฟส1	แอมป์แปร์	5.77	5.71	5.70	5.7	5.68	5.68
กำลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์	1.13	1.1	1.06	1.03	1	1
เพาเวอร์เฟคเตอร์	ร้อยละ	0.5	0.49	0.49	0.47	0.5	0.48
แรงดันน้ำยาด้านแรงต่ำ	PSI	70	70	70	70	70	70
แรงดันน้ำยาด้านแรงสูง	PSI	230	230	230	230	230	230
อุณหภูมิภายนอก	องศาเซลเซียส	34	34	30	32.7	33.5	33.2
อุณหภูมิลมกลับ	องศาเซลเซียส	27.8	27.7	27.8	27	27.5	27.5
อุณหภูมิลมจ่าย	องศาเซลเซียส	12.3	12.3	12.3	12	12	12
แรงดันเฟส32	โวลท์	399	396	396	396	394	400
กระแสไฟฟ้าเฟส3	แอมป์แปร์	6.60	6.64	6.3	6.29	6.2	6.2
กำลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์	2.57	2.56	2.43	2.4	2.4	2.4
เพาเวอร์เฟคเตอร์	ร้อยละ	-0.97	-0.98	-0.98	-0.98	-0.97	-0.97
แรงดันน้ำยาด้านแรงต่ำ	PSI	70	70	70	70	70	70
แรงดันน้ำยาด้านแรงสูง	PSI	230	230	230	230	230	230
อุณหภูมิภายนอก	องศาเซลเซียส	34	34	30	32.7	33.5	33.2
อุณหภูมิลมกลับ	องศาเซลเซียส	27.80	27.7	27.8	27	27.5	27.5
อุณหภูมิลมจ่าย	องศาเซลเซียส	12.30	12.30	12.30	12	12	12
กำลังไฟฟ้ารวม	กิโลวัตต์	3.70	3.66	3.49	3.43	3.40	3.40

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายเชาวลิต คำสุข
วัน เดือน ปี เกิด	31 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	อ.แม่สาย จ.เชียงราย
วุฒิการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟฟ้า มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น
ที่อยู่ปัจจุบัน	101/195 ม.1 ต.ศรีษะจรเข้น้อย อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10570
ผลงานตีพิมพ์	ระยะเวลาการบำรุงรักษาที่เหมาะสมสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
รางวัลที่ได้รับ	งานประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY