

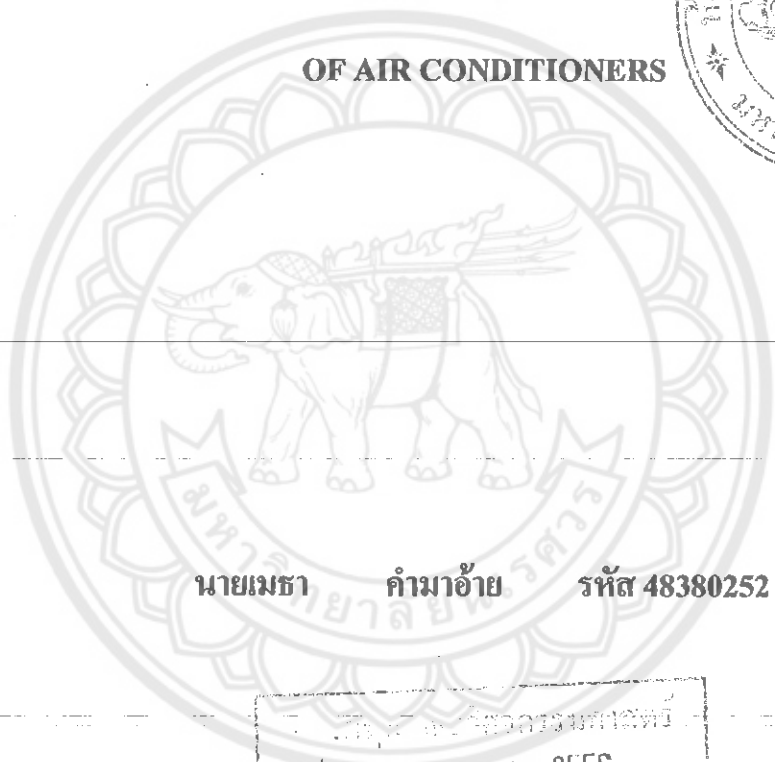
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนเรศวร



3 1001 00382395 3

ศึกษาและเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

STUDY AND COMPARE THE ENERGY CONSUMPTION
OF AIR CONDITIONERS



นายเมธา คำมาอ้าย รหัส 48380252

คณะวิศวกรรมศาสตร์
 1-2 ก.ย. 2556
 16438106
 ผอ.
 ม 735 d
 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธนเรศวร

ปีการศึกษา 2551



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ ศึกษาและเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

ผู้ดำเนินโครงการ นายเมธา คำมาอ้าย รหัส 48380252

ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัครพันธ์ วงศ์กั้งแห)

.....กรรมการ
(ดร. พนัส นฤฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงการ ศึกษาและเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

ผู้ดำเนินโครงการ นายเมธา คำมาอ้าย รหัส 48380252

ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร เรืองสินชัชวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงการการศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รวมถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลในระบบปรับอากาศ ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในอาคารวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร และศึกษาการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในการควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยการเปรียบเทียบผลจากสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งผลที่ได้คือการใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์สามารถประหยัดพลังงานได้จริง

Project title Study and Compare the Energy Consumption of Air Conditioners

Name Mr.Metha khumma-ay ID. 48380252

Project advisor Asistant professor Somporn Ruangsinchaiwanich, Ph.D.

Major Electrical Engineering

Department Electrical and Computer Engineering

Academic year 2008

Abstract

This thesis presents a project for the operation of air conditioners split type. Combination of factors the effect air-conditioning system of the air conditioning split type in the Elctrical Enineerring Building of Naresuan University. Study the operation of the inverter in compressor motor control. Its main objectives are reduce energy consumption of the air conditioning split type by comparison the coefficient of performance and the power consumption of the air conditioning. The result is the compressor motor control by inverter can save energy actual.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก อาจารย์ สมพร เรืองสินชัยวานิช ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และให้ความกรุณาในการตรวจทานปฏิญยานิพนธ์

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับผู้ดำเนินงาน นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณ นายสิทธิพงษ์ เฟื่องประเคิม ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการทำโครงการจนแล้วเสร็จ

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณของบิดา มารดา ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างตลอดมาทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกๆ คนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงการที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายเมธา

คำมาฮ้าย

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของ โครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ.....	4
1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการ.....	4
1.7 งบประมาณ.....	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....	5
2.1 ประวัติและความเป็นมา.....	5
2.2 โครงสร้างของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	6
2.3 ส่วนประกอบอื่นๆที่สำคัญของระบบเครื่องปรับอากาศ.....	9
2.4 หลักการทำงานของระบบการปรับอากาศ.....	17
2.5 อินเวอร์เตอร์ 3 เฟส (Three Phase Inverters).....	18
2.6 พารามิเตอร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	36
3.1 อุปกรณ์การทดลอง.....	36
3.2 วิธีการทำการทดลอง.....	38
3.3 ข้อมูลที่ต้องการบันทึกและใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ.....	39
3.4 นำข้อมูลมาแทนในสมการหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ.....	41
บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์.....	43
4.1 ผลการทดลองที่ 1 (Normal).....	43
4.2 ผลการทดลองที่ 2 (Inverter).....	45
4.3 คำนวณประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศในผลการทดลองที่ 1 (Normal).....	47
4.4 คำนวณประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศในผลการทดลองที่ 2 (Inverter).....	49
4.5 ข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟ.....	51
บทที่ 5 สรุปผลของโครงการ.....	79
5.1 สรุปผลของโครงการ.....	79
5.2 ประเมินผลโครงการ.....	80
5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างทำโครงการ.....	80
5.4 แนวทางสำหรับการพัฒนาโครงการ.....	81
5.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....	81
เอกสารอ้างอิง.....	82
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....	87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ข้อมูลมาตรฐานของชั้นบรรยากาศแอส โมสเฟียร์ (Atmosphere).....	20
2.2 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	30
4.1 ตารางข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องมือวัดผลการทดลองที่ 1	43
4.2 ตารางข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องมือวัดผลการทดลองที่ 2	45
4.3 ตารางข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ผลการทดลองที่ 1	47
4.4 ตารางข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ผลการทดลองที่ 2	49
4.5 เปรียบเทียบผลของการทดลองที่ 1 (Normal) และการทดลองที่ 2 (Inverter)	78



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของระบบปรับอากาศ.....	6
2.2 คอมเพรสเซอร์.....	7
2.3 ลักษณะของคอนเดนเซอร์.....	7
2.4 ลักษณะของท่อลดความดัน.....	8
2.5 ลักษณะของอีวาपोเรเตอร์.....	8
2.6 ลักษณะของพัดลมคอยล์ร้อน.....	9
2.7 ลักษณะของพัดลมคอยล์เย็น.....	10
2.8 พิลเตอร์และตำแหน่งของฟิลเตอร์.....	10
2.9 ตำแหน่งของท่อต่างๆภายในระบบปรับอากาศ.....	11
2.10 ลักษณะของท่อพักน้ำยาเหลว.....	11
2.11 แอ็กคิวมูเลเตอร์และตำแหน่งของแอ็กคิวมูเลเตอร์.....	12
2.12 ลักษณะตำแหน่งของอุปกรณ์แยกน้ำมันภายในระบบปรับอากาศ.....	12
2.13 ลักษณะภายในของอุปกรณ์ลดเสียง.....	13
2.14 ลักษณะของท่ออ่อนกันสะเทือน.....	13
2.15 ลักษณะของกระจกมน้ำยา.....	14
2.16 ลักษณะการทำงานของวาล์วกันกลับ.....	14
2.17 รีโมทคอนโทรล.....	15
2.18 ลักษณะของท่อระบายน้ำทิ้ง.....	16
2.19 ลักษณะของเทอร์โมสตัท.....	16
2.20 ลักษณะการทำงานภายในระบบปรับอากาศ.....	17
2.21 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์.....	18
2.22 วัฏจักรทำความเย็นทางทฤษฎีที่เขียนลงบนแผนภาพมอดลเลอร์.....	27
3.1 เครื่องอินเวอร์เตอร์ (Inverter).....	36
3.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer).....	36
3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power meter).....	36
3.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity meter).....	37
3.5 เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner).....	37
3.6 การวัดพื้นที่หน้าากของลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ.....	39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.7 การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ	39
3.8 การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ.....	39
3.9 การวัดความเร็วลมด้านช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ	40
3.10 การบันทึกอัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศด้วยคอมพิวเตอร์	40
4.1 กราฟอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 1)	51
4.2 กราฟอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 2)	51
4.3 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมจ่ายทั้ง 2 การทดลอง	52
4.4 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมกลับทั้ง 2 การทดลอง	53
4.5 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 1).....	53
4.6 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 2).....	54
4.7 กราฟเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมจ่ายทั้ง 2 การทดลอง	55
4.8 กราฟเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมกลับทั้ง 2 การทดลอง.....	55
4.9 กราฟความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่าย (การทดลองที่ 1).....	56
4.10 กราฟความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่าย (การทดลองที่ 2).....	57
4.11 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่าย ทั้ง 2 การทดลอง	57
4.12 กราฟกำลัง ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 1).....	58
4.13 กราฟกำลัง ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 2).....	59
4.14 กราฟเปรียบเทียบกำลัง ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 2 การทดลอง.....	60
4.15 กราฟพลังงาน ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 1).....	61
4.16 กราฟพลังงาน ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 2)	62
4.17 กราฟเปรียบเทียบพลังงาน ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 2 การทดลอง.....	63
4.18 กราฟเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 1).....	64
4.19 กราฟเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 2).....	65
4.20 กราฟเปรียบเทียบเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่าย ทั้ง 2 การทดลอง	66
4.21 กราฟเปรียบเทียบเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมกลับ ทั้ง 2 การทดลอง.....	66
4.22 กราฟค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)	67
4.23 กราฟค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)	68
4.24 กราฟเปรียบเทียบค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง	69

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.25 กราฟสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ (การทดลองที่ 1).....	69
4.26 กราฟสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ (การทดลองที่ 2).....	70
4.27 กราฟเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง	71
4.28 กราฟอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)	72
4.29 กราฟอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ (การทดลองที่ 2).....	73
4.30 กราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง	74
4.31 กราฟระดับเบอร์ดกลาประหยัดพลังงาน (การทดลองที่ 1).....	75
4.32 กราฟระดับเบอร์ดกลาประหยัดพลังงาน (การทดลองที่ 2).....	76
4.33 กราฟเปรียบเทียบระดับเบอร์ดกลาประหยัดพลังงาน ทั้ง 2 การทดลอง.....	77



คำอธิบายสัญลักษณ์และค่าย่อ

μ	: ระดับขั้นการอิ่มตัว (degree of saturation) คืออัตราส่วนความชื้นอากาศ (W) ต่ออัตราส่วนความชื้นอากาศอิ่มตัว (W_s) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน	(%)
ϕ	: ความชื้นสัมพัทธ์	(%)
h	: เอนทัลปี	(kJ / kg)
h_a	: เอนทัลปีจำเพาะสำหรับอากาศแห้ง	(kJ / kg)
h_g	: เอนทัลปีจำเพาะสำหรับไอน้ำอิ่มตัว	(kJ / kg)
h_r	: เอนทัลปีของอากาศด้านลมกลับ	(kJ / kg)
h_s	: เอนทัลปีของอากาศด้านลมจ่าย	(kJ / kg)
n	: จำนวนของ โมล	
n_a	: จำนวนของ โมลของอากาศแห้ง	
n_w	: จำนวนของ โมลของไอน้ำ	
p	: ความดัน	(Pa)
p_a	: ความดันบางส่วนของอากาศแห้ง	(Pa)
p_w	: ความดันบางส่วนของไอน้ำ	(Pa)
p_{ws}	: ความดันไอน้ำอิ่มตัว	(Pa)
q	: ความชื้นจำเพาะ	
t	: อุณหภูมิของสารละลาย	(°C)
t_s	: อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศด้านลมจ่าย	(°C)
t_r	: อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศด้านลมกลับ	(°C)
v	: ปริมาตรจำเพาะ	(m ³ / kg)
A	: พื้นที่	(m ²)
COP	: สัมประสิทธิ์สมรรถนะ	
EER	: อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	((Btu / hr) / W)
M_a	: มวลของอากาศแห้ง	(kg)
M_w	: มวลของความชื้นอากาศ	(kg)
P_e	: กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	(W)
Q	: ความสามารถทำความเย็น	(Btu / hr)
R	: ค่าคงที่ของก๊าซ, เท่ากับ 8314.41	[J / (kg · mol · K)]

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

R_a	: ค่าคงที่ของก๊าซสำหรับอากาศแห้ง, เท่ากับ $8314.41 / 28.9645 = 287.055$	$[J / (kg \cdot mol \cdot K)]$
R_w	: ค่าคงที่ของก๊าซสำหรับไอน้ำ, เท่ากับ $8314.41 / 18.01528 = 461.520$	$[J / (kg \cdot mol \cdot K)]$
RH_s	: ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านลมจ่าย	(%)
RH_r	: ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านลมกลับ	(%)
S	: ความเร็วลมของอากาศด้านลมจ่าย	(m / s)
T	: อุณหภูมิสัมบูรณ์	(K)
V	: ปริมาตร	(m^3)
W	: อัตราส่วนความชื้นอากาศ	(kg_w / kg_a)
W_s	: อัตราส่วนความชื้นอากาศอิ่มตัว	(kg_w / kg_a)
X_a	: โมล(Mole fractions) ของอากาศ	
X_w	: โมล(Mole fractions) ของไอน้ำในอากาศ	
X_{ws}	: โมล(Mole fractions) ของไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ	

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

จากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมีอุณหภูมิสูงสุดในบางช่วงเวลาของปีโดยในแต่ละพื้นที่อาจมีอุณหภูมิโดยรวมที่จัดว่าสูง บางครั้งเกิดสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว จึงมีการสร้างภาวะเย็นสบายด้วยอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งนับเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยอำนวยความสะดวกสบายในอาคารบ้านเรือน โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศก็เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความนิยมและพบว่ามีการใช้งานคู่กับอาคารบ้านเรือนในประเทศไทยอยู่เสมอปัจจุบันปัญหาพลังงานเป็นปัญหาที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ผลิตพลังงานเหลือน้อยลงเรื่อยๆ จำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในแต่ละปีมีมูลค่าจำนวนมาก พลังงานที่สำคัญ คือ พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลิตได้จากเชื้อเพลิงหลายชนิด ทั้งที่มีอยู่ในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของไทยเพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้ต้องมีการหามาตรการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า มาตรการหนึ่งที่น่าสนใจคือการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากอาคารส่วนใหญ่จะมีการติดตั้งระบบเครื่องปรับอากาศไว้และระบบเครื่องปรับอากาศนี้จะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ ซึ่งการประหยัดพลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศนี้จะมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องปรับอากาศ และการหาวิธีการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อปรับปรุงให้มีการประหยัดพลังงานในระบบเครื่องปรับอากาศมากขึ้น เป็นต้น มาตรการเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งช่วยทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดการสิ้นเปลืองพลังงาน โคนโซ่เหตุ ซึ่งจะส่งผลดีต่อประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร มีแนวโน้มสูงขึ้น โดยอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร ตระหนักถึงความสำคัญข้างต้นนี้ จึงได้ทำการศึกษา รวบรวมการใช้พลังงานและปัจจัยที่มีผลต่อระบบเครื่องปรับอากาศภายในห้องปฏิบัติการของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบและแนะนำวิธีการหาค่าพารามิเตอร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

๓

- 1) หาแนวทางในการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศภายใน
- 2) ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 3) หาค่าพารามิเตอร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) ศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศและปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อระบบปรับอากาศ
- 2) ศึกษาการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในการควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์
- 3) ศึกษาวิธีการหาพารามิเตอร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยก
- 4) วิเคราะห์และสรุปผลการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ส่วน

๔



๕

๖

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2555								
	กรกฎาคม			สิงหาคม		กันยายน			
	1-11	11-20	21-31	1-15	16-31	1-6	7-13	14-20	21-30
1) ศึกษาหลักการ ทำงานของ เครื่องปรับอากาศ									
2) จัดเตรียม อุปกรณ์ในการ ทดลอง									
3) ทดลองการ ทำงาน แก้ไข ปรับปรุงและ บันทึกผล									
4) สรุปผลการ ดำเนินงานและ นำเสนอ โครงการ									
5) จัดทำรูปเล่ม ปฏิญานิพนธ์									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

- 1) เข้าใจหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 2) เข้าใจหลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ในการควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์
- 3) รู้วิธีการหาพารามิเตอร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 4) สามารถรู้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการ

- 1) เครื่องอินเวอร์เตอร์ (Inverter)
- 2) เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
- 3) เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power meter)
- 4) เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity meter)
- 5) เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)

1.7 งบประมาณ

1) ค่าวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง	1,000 บาท
2) ค่าถ่ายเอกสารและเช่าเล่มปริญญาบัตร	1,500 บาท
3) ค่าวัสดุอื่นๆ	500 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สามพันบาทถ้วน)	3,000 บาท
	(สามพันบาทถ้วน)
(หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ)	

2.1 ประวัติและความเป็นมา

เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner) คือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับปรับอุณหภูมิของอากาศตามที่ต้องการ เพื่อการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้มีอุณหภูมิพอเหมาะในสภาพอากาศที่ไม่ร้อนหรือไม่เย็นจนเกินไป เพื่อให้ผู้ที่อยู่ภายในห้องปรับอากาศมีความรู้สึกเย็นสบาย รวมถึงเครื่องปรับอากาศยังสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ รวมทั้งการหมุนเวียนของอากาศบริสุทธิ์คือการระบายอากาศเสียทิ้ง เป็นการกรองอากาศที่สกปรกให้สะอาดโดยการกำจัดสิ่งรบกวนต่างๆ เช่น ฝุ่นละออง ควันบุหรี่ กลิ่นต่างๆ ให้ลดน้อยลง และเครื่องปรับอากาศยังอาจใช้ประโยชน์ในการรักษาภาวะอากาศให้คงที่เพื่อจุดประสงค์อื่นอีกด้วย

BTU (British Thermal Unit) คือ หน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนหน่วยหนึ่ง (ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในระบบของเครื่องปรับอากาศ) สามารถเทียบได้กับหน่วยจูล (J) หรือแคลอรี (cal) ในระบบสากล โดยที่ความร้อน 1 Btu คือปริมาณความร้อนที่ทำให้ น้ำ 1 ปอนด์มีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 องศาฟาเรนไฮต์

เครื่องปรับอากาศในที่นี้หมายถึงเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ทำความเย็นด้วยมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ซึ่งพบเห็นกันทั่วไปตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัยหรือสำนักงานต่างๆ ไม่รวมถึงเครื่องปรับอากาศแบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ซึ่งต้องมีการเดินท่อลมส่งไปตามห้องต่างๆ และต้องมีการวางแผนการติดตั้งระบบโดยวิศวกร

เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่นิยมใช้กันมี 2 แบบ คือ แบบติดหน้าต่าง (Window Type) และแบบแยกส่วน (Split Type) แบบหน้าต่างจะมีอุปกรณ์ทุกชิ้นอยู่ในตู้เดียวกัน ส่วนแบบแยกส่วนจะแยกอุปกรณ์เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนทำความเย็น ติดตั้งในห้องเรียกว่าแฟนคอยล์ยูนิต (Fan coil Unit) และส่วนระบายความร้อนติดตั้งอยู่ภายนอกอาคารเรียกว่า คอนเดนซิงยูนิต (Condensing Unit)

2.1.1 เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type)

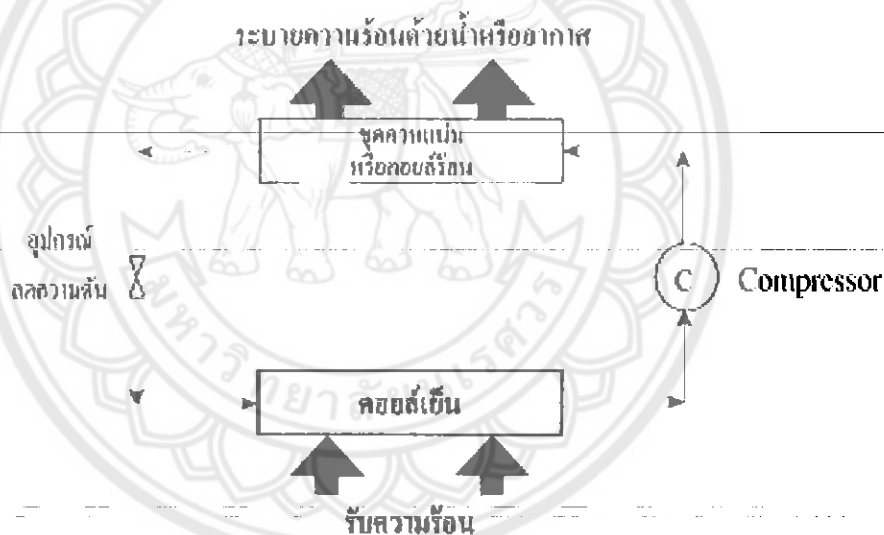
จะพบเครื่องปรับอากาศแบบนี้ตามบ้านเรือนทั่วไปติดตั้งอยู่เหนือวงกบหน้าต่าง โดยส่วนระบายความร้อนจะโผล่พ้นผนังห้องออกมาอยู่ด้านนอก เนื่องจากราคาไม่แพง มีขนาดพอดีกับห้องตั้งแต่ 7,000 – 24,000 Btu/hr ติดตั้งได้สะดวก ใช้เทคโนโลยีธรรมดา มีปุ่มควบคุมเพียง

2-3 ปุ่ม อุปกรณ์ทุกชิ้นรวมอยู่ในตัวเดียวกัน จึงมักจะมีเสียงดังขณะใช้งาน เหมาะสำหรับสถานที่ที่ต้องการความเย็นไม่มากนัก เช่น ห้องนอน, สิ่งปลูกสร้างชั่วคราว ในการใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบคิกหน้าต่าง จะกินไฟมากกว่าแบบแยกส่วน ในขนาดทำความเย็นที่เท่ากัน

2.1.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

เครื่องปรับอากาศแบบนี้นิยมใช้กันมากในปัจจุบันเพราะเสียงเงียบกว่า และเลือกสถานที่ติดตั้งได้ง่ายและไม่ต้องรื้อหน้าต่างหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของกำแพงออก แต่ก็มีความสูงกว่าแบบคิกหน้าต่าง (ในขนาดทำความเย็นที่เท่ากัน) และการติดตั้งก็ยุ่งยากและล่าช้ากว่าเพราะต้องมีการต่อท่อน้ำยาระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองส่วน นอกจากนี้ในส่วนของแฟนคอยล์ยูนิตของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนยังมีการแบ่งประเภทตามลักษณะการติดตั้งอีก 3 ประเภท คือ แบบวางตั้งกับตั้งพื้น, แบบแขวนเพดาน และแบบติดผนัง ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าต้องการเลือกใช้ประเภทใด

2.2 โครงสร้างของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของระบบปรับอากาศ

เราสามารถแบ่งส่วนประกอบอุปกรณ์หลักที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

- 1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor)
- 2) คอนเดนเซอร์ (Condenser)
- 3) เอ็กซ์แพนชันวาล์ว (Expansion valve)
- 4) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator)

2.2.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

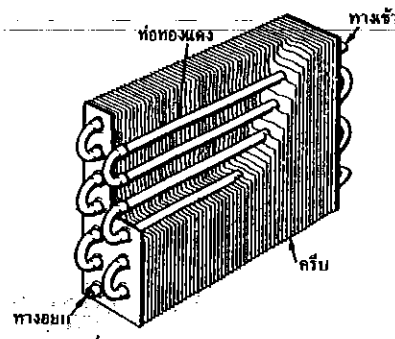
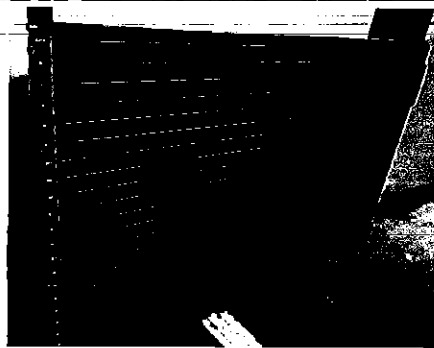
คอมเพรสเซอร์จะติดตั้งอยู่ที่เครื่องปรับอากาศภายนอกอาคารทำหน้าที่ดูดน้ำยาที่เป็นซูเปอร์ฮีตแก๊สความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำจากอีวาพอเรเตอร์(คอยล์เย็น) ผ่านเข้ามาทางท่อชักชั้น แล้วเข้ายังทางดูดของคอมเพรสเซอร์ เพื่ออัดน้ำยา(แก๊ส)นี้ให้มีความดันสูงขึ้นและมีอุณหภูมิสูงขึ้น แล้วส่งเข้ายังคอนเดนเซอร์ โดยผ่านเข้าทางท่อดิสชาร์จแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 คอมเพรสเซอร์

2.2.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser) หรือคอยล์ร้อน

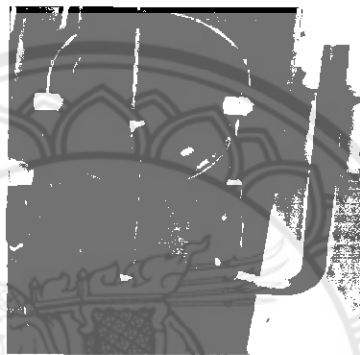
คอยล์ร้อนจะมีลักษณะเป็นแผงท่อทำความร้อน โดยจะออกแบบมาให้มีท่อน้ำยาแอร์มีลักษณะเป็นท่อทองแดงขดไปขมาบนแผง โดยผ่านครีบบระบายความร้อน ที่คอยล์ร้อนจะมีมอเตอร์พัดลมช่วยระบายความร้อน ซึ่งท่อทางเข้าของคอยล์ร้อนจะต่อท่อร่วมกับรูทางออกของคอมเพรสเซอร์ ส่วนท่อทางออกของคอยล์ร้อนจะต่อเข้ากับถังพักน้ำยา-กรองและตัวดูดความชื้น คอนเดนเซอร์สามารถทำให้น้ำยาในสภาพที่เป็นไอ เปลี่ยนสภาพเป็นของเหลว โดยการระบายความร้อนออกจากน้ำยา(แก๊ส)แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ลักษณะของคอนเดนเซอร์

2.2.3 เข็ช้แพนขันวาล์ว (Expansion valve) หรือท่อลดความดัน (Capillary tube)

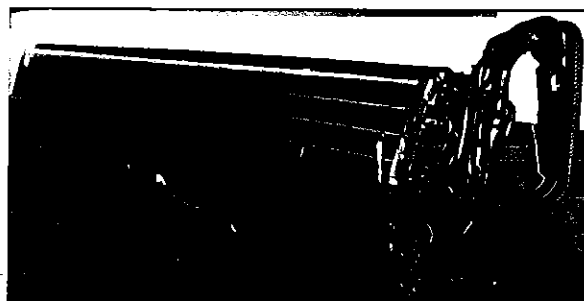
ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาเหลวที่ผ่านเข้ามายังอีวาพอเรเตอร์เพื่อลดความดันของน้ำยาให้มีความดันต่ำลง จนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ที่อุณหภูมิต่ำๆ ในอีวาพอเรเตอร์ท่อลดความดัน (Capillary tube) คือ มีลักษณะเป็นท่อทองแดง โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5-2.4 มิลลิเมตร โดยจะถูกตัดให้เป็นวงกลมหรือวงรี ซึ่งจะทำหน้าที่ในการลดความดันของสารทำความเย็นที่ไหลออกจากแผงคอยล์ร้อนเพื่อที่จะทำให้อุณหภูมิต่ำลงความดันต่ำลงประมาณ 0.5-0.65 MPa. ส่วนสถานะสารทำความเย็นจะเป็นของผสมระหว่างไอกับของเหลวและไหลเข้าสู่ทางเข้าแผงคอยล์เย็น (Evaporator) แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ลักษณะของท่อลดความดัน

2.2.4 อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) หรือคอยล์เย็น (Cooling Coil)

คอยล์เย็นมีลักษณะการทำงานคือการดูดความร้อนจากภายในห้อง โดยมีมอเตอร์พัดลมเป็นตัวดูดเข้ามาผ่านช่องที่เรียกว่า (Return Air) ซึ่งมีฟิลเตอร์ (Filter) เป็นตัวกรองฝุ่นให้ก่อนแล้ว ความร้อนที่ถูกดูดเข้ามานั้นจะมาสัมผัสกับคอยล์เย็นซึ่งมีน้ำยาแอร์ (ของเหลว) ซึ่งอุณหภูมิตดลบวิ่งอยู่ในท่อนั้นจะเกิดการระเหยเป็นไอ (แรงดันต่ำ) จึงทำให้อากาศภายในห้องปรับอากาศมีอุณหภูมิลดลงแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะของอีวาพอเรเตอร์

2.3 ส่วนประกอบอื่นๆที่สำคัญของระบบเครื่องปรับอากาศ

นอกเหนือจากอุปกรณ์หลักที่สำคัญของระบบเครื่องปรับอากาศ เช่น คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ อีวาพอเรเตอร์ และเอ็กซ์แพนชันวาล์วหรือท่อลดความดันภายในระบบแล้ว ในวงจรน้ำยาของระบบเครื่องปรับอากาศ ยังมีอุปกรณ์อื่นๆประกอบอยู่ด้วย อุปกรณ์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญและจำเป็นที่ต้องติดตั้งในระบบของเครื่องปรับอากาศ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังนี้

2.3.1 พัดลมคอยล์ร้อน (Condenser Motor)

พัดลมคอยล์ร้อนจะทำหน้าที่ระบายไอร้อนของน้ำยาที่ถูกคอมเพรสเซอร์อัดจนร้อนและมีอุณหภูมิสูงเข้ามาในแผงคอยล์ร้อน จากน้ำยาแอร์ในสถานะที่เป็นไอที่มีอุณหภูมิสูงเมื่อมาเจอกับอากาศภายนอกห้อง จึงทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าถูกถ่ายเทความร้อนออกไปได้โดยไอร้อนนั้นจะควบแน่นกลายเป็นของเหลวแต่มีแรงดันสูงและอุณหภูมิสูงอยู่ แต่ของเหลวนี้ยังมีอุณหภูมิสูงอยู่ จึงต้องทำให้อุณหภูมินั้นลดลงก่อน โดยต้องใช้มอเตอร์พัดลมเป็นตัวช่วยระบายความร้อนออกไปให้เร็วขึ้น เมื่อน้ำยาในสถานะที่เป็นของเหลวแล้วก็สามารถกลับมารับความร้อนภายในห้องได้อีก

แสดงดังรูปที่ 2.6

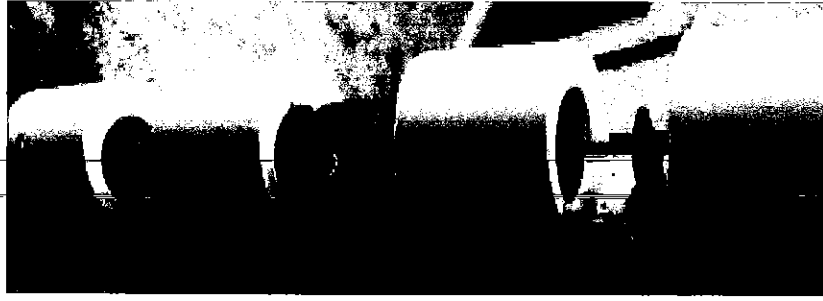


รูปที่ 2.6 ลักษณะของพัดลมคอยล์ร้อน

2.3.2 พัดลมคอยล์เย็น (Cooling Motor)

พัดลมคอยล์เย็นหรือมอเตอร์พัดลมมีหน้าที่หมุนใบพัดส่งลมเย็นเพื่อให้เกิดแรงลมมีลักษณะและตำแหน่งตามรูปที่ 4 เป็นส่วนประกอบสำคัญอีกอย่างหนึ่งในการช่วยระบายและดูดซับความร้อน มอเตอร์ที่ควรใช้ขดลวดที่ทนความร้อนได้สูง จึงจะทำให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยที่รอบ(rpm)ไม่ตกซึ่งมีผลต่อการระบายความร้อนและไม่เสียหายเนื่องจากความร้อนสูง

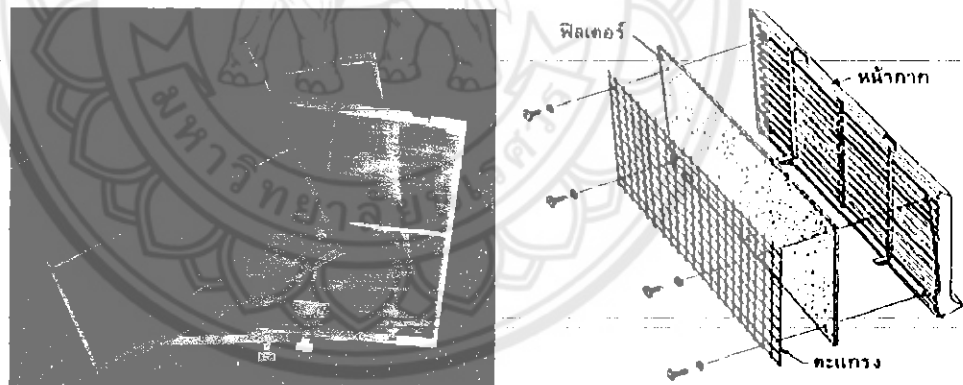
แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ลักษณะของพัดลมคอยล์เย็น

2.3.3 แผงกรองอากาศหรือฟิลเตอร์ทรายเออร์ (Filterdrier)

ฟิลเตอร์จะติดตั้งอยู่ด้านหลังฝาครอบเครื่องปรับอากาศใช้เพื่อกรองฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศจะมีสารฟอกอากาศอยู่ที่แผงกรองอากาศนี้ ฟิลเตอร์ทรายเออร์ทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่สามารถให้น้ำยาทำความเย็นผ่านได้ แต่จะป้องกันสารดูดความชื้น ฝุ่นผง หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ที่ติดมากับน้ำยาทำความเย็นในระบบไม่ให้ผ่านไปได้ ฟิลเตอร์ในระบบของเครื่องปรับอากาศจะมีลักษณะตะแกรงกรองทำด้วยลวดเล็กๆสานเป็นตะแกรงปิดครอบหัวท้ายของสารดูดความชื้น และบางครั้งตะแกรงกรองนี้จะติดอยู่ที่ทางเข้าของเอ็กซ์แพนชันวาล์วด้วย ถ้าฟิลเตอร์หรือตะแกรงกรองนี้อยู่ในตัวเดียวกับทรายเออร์แล้ว ะเรียกรวมๆกันว่าฟิลเตอร์ทรายเออร์ (Filterdrier)แสดงดังรูปที่



รูปที่ 2.8 ฟิลเตอร์และตำแหน่งของฟิลเตอร์

2.3.4 ท่อชักชั้น (Suction line)

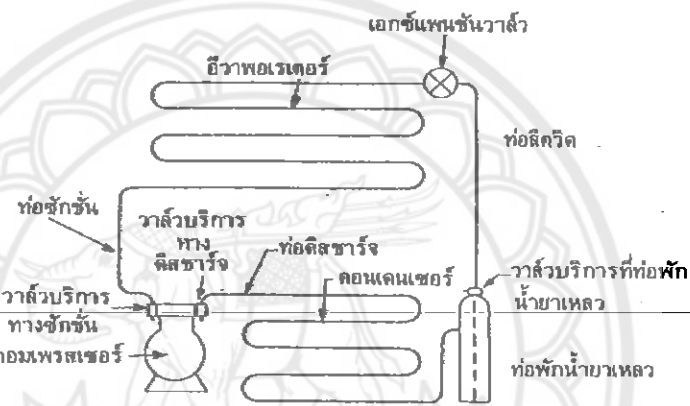
เป็นท่อทางเดินน้ำยาที่ต่ออยู่ระหว่างอีวาพอเรเตอร์กับทางดูดของคอมเพรสเซอร์ น้ำยาในสถานะแก๊ส อุณหภูมิต่ำและความดันต่ำ จากอีวาพอเรเตอร์จะถูกดูดผ่านท่อชักชั้นเข้ายังคอมเพรสเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.9

2.3.5 ท่อดิสชาร์จ (Discharge line)

เป็นท่อทางเดินน้ำยาที่ต่ออยู่ระหว่างท่อทางอัดของคอมเพรสเซอร์กับคอนเดนเซอร์ น้ำยาในสถานะที่เป็นแก๊สซึ่งถูกคอมเพรสเซอร์อัดให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จะถูกส่งไปยังคอนเดนเซอร์ โดยผ่านท่อดิสชาร์จนี้แสดงผังรูปที่ 2.9

2.3.6 ท่อลิกวิด (Liquid line)

เป็นท่อทางเดินน้ำยาที่ต่อระหว่างท่อพักน้ำยาเหลวกับเอ็กซ์แพนชันวาล์วน้ำยาเหลว ความดันสูง อุณหภูมิสูง จากท่อพักน้ำยา จะถูกอัดส่งไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์ว โดยผ่านทางท่อลิกวิดนี้แสดงผังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ตำแหน่งของท่อต่างๆภายในระบบปรับอากาศ

2.3.7 ท่อพักน้ำยาเหลว

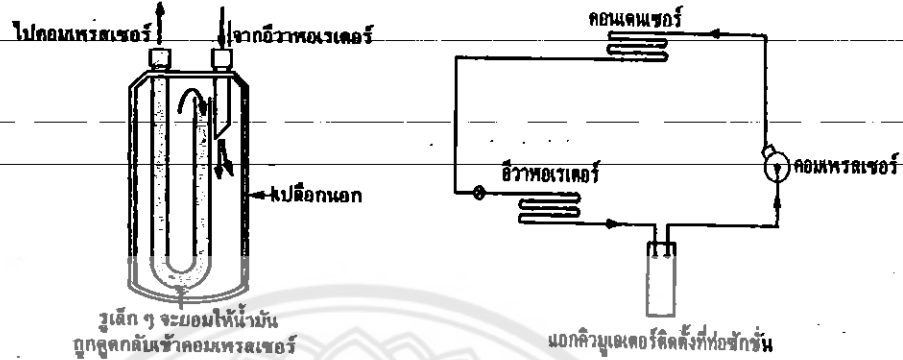
ท่อพักน้ำยาเหลวที่มีน้ำยาเหลวความดันสูงและอุณหภูมิสูงซึ่งกลั่นตัวมาจากคอนเดนเซอร์จะถูกส่งเข้ามาพักในท่อพักน้ำยานี้ ก่อนที่จะถูกส่งไปยังเอ็กซ์แพนชันวาล์วอีกทีหนึ่งแสดงผังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ลักษณะของท่อพักน้ำยาเหลว

2.3.8 แอควิวูเลเตอร์ (Accumulator)

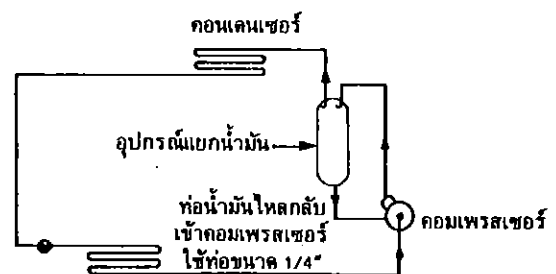
แอควิวูเลเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ระหว่างอีวาพอเรเตอร์และทางคูดของคอมเพรสเซอร์ หน้าที่ของแอควิวูเลเตอร์ก็คือป้องกันไม่ให้มีน้ำยาไหลจากอีวาพอเรเตอร์ไหลกลับเข้าคอมเพรสเซอร์โดยตรงแสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แอควิวูเลเตอร์และตำแหน่งของแอควิวูเลเตอร์

2.3.9 อุปกรณ์แยกน้ำมัน (Oil separator)

ภายในคอมเพรสเซอร์จะต้องมีน้ำมันเพื่อใช้ในการหล่อลื่นชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวของคอมเพรสเซอร์ และในขณะที่คอมเพรสเซอร์อัดน้ำยา ก็จะอัดเอาน้ำมันจำนวนเล็กน้อยติดไปในระบบด้วย ซึ่งในการเดินท่อทางของระบบจะต้องให้น้ำมันคอมเพรสเซอร์หมุนเวียนกลับเข้ามาหล่อลื่นชิ้นส่วนเคลื่อนไหวของคอมเพรสเซอร์หลังจากถูกอัดผ่านเข้าคอนเดนเซอร์ ชุดควบคุม อัตราการไหลของน้ำยา และอีวาพอเรเตอร์ แล้วการที่มีน้ำมันคอมเพรสเซอร์ไหลผ่านเข้าภายในท่อทางเดินน้ำยาของระบบนั้นจะมีข้อเสียอยู่ คือ น้ำมันที่เคลือบผิวภายในท่อจะเป็นฉนวน ทำให้การถ่ายเทความร้อนผ่านผิวท่อน้ำยาเป็นไปโดยไม่สะดวกทั้งที่อีวาพอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ (wax) จะทำให้เกิดการอุดตันที่ลิ้นชุดปรับอัตราการไหลของน้ำยาได้แสดงดังรูปที่ 2.12

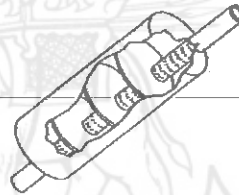


รูปที่ 2.12 ลักษณะตำแหน่งของอุปกรณ์แยกน้ำมันภายในระบบปรับอากาศ

อุปกรณ์แยกน้ำมันจะติดตั้งอยู่ระหว่างคอมเพรสเซอร์และคอนเดนเซอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่แยกน้ำมันคอมเพรสเซอร์ที่ถูกอัดติดมากับน้ำยาให้ออกจากกัน และน้ำมันนี้จะถูกส่งกลับเข้ายังคอมเพรสเซอร์โดยตรงมีลักษณะการทำงานโดยในขณะที่แก๊สถูกลดความเร็วลงภายในอุปกรณ์แยกน้ำมัน น้ำมันคอมเพรสเซอร์จะตกลงสู่ก้นถัง เมื่อระดับของน้ำมันสูงขึ้น ก็จะยกถูกลอยทำให้ล้นถูกลอยเปิดน้ำมันจะถูกอัดกลับเข้ายังห้องเพลลาข้อเหวี่ยงของคอมเพรสเซอร์โดยตรง

2.3.10 อุปกรณ์ลดเสียงหรือมัพเฟลเลอร์ (Muffler)

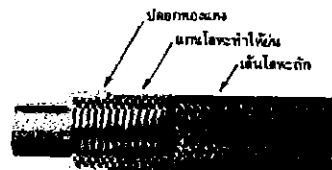
อุปกรณ์ลดเสียงในเครื่องปรับอากาศจะมีประโยชน์เมื่อในขณะที่เปิดเครื่องจะมีการดูดน้ำยาของคอมเพรสเซอร์จะมีเสียงดังมาก จึงต้องติดอุปกรณ์ลดเสียงเข้าภายในคอมเพรสเซอร์ โดยโครงสร้างภายในของอุปกรณ์ลดเสียง จะออกแบบมาเพื่อในขณะที่น้ำยาในสถานะแก๊สถูกอัดผ่านเข้าไปในอุปกรณ์ลดเสียง น้ำยาจะถูกลดระดับลงเป็นช่วงๆ การติดตั้งอุปกรณ์ลดเสียงจะต้องติดตั้งให้ถูกหลักเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันคอมเพรสเซอร์ที่ถูกอัดติดมากับน้ำยาตกค้างอยู่ที่อุปกรณ์ลดเสียงนี้ แสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ลักษณะภายในของอุปกรณ์ลดเสียง

2.3.11 ท่ออ่อนกันสะเทือน (Flexible)

เครื่องปรับอากาศในขณะที่การทำงานของคอมเพรสเซอร์จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือน ถ้าหากท่อทางเดินน้ำยาเป็นท่อแข็งทั้งหมดแล้ว อาจเกิดการแตกร้าวตามข้อต่อต่างๆอันเนื่องมาจากการสั่นสะเทือนได้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวในการออกแบบและติดตั้งเครื่องปรับอากาศจึงต้องใช้ท่ออ่อนกันสะเทือน โดยจะติดตั้งในช่วงท่อดิสชาร์จและท่อซักชั้นของคอมเพรสเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลักษณะของท่ออ่อนกันสะเทือน

2.3.12 วาล์วบริการ

วาล์วบริการเป็นสิ่งจำเป็นในเครื่องปรับอากาศเพื่อใช้ในการตรวจระบบเพื่อการซ่อมหรือบริการจะต้องต่อเกจแมนิโฟลด์เข้ากับวาล์วบริการนี้ เพื่อวัดความดันภายในระบบหรือทำสุญญากาศหรือชาร์จน้ำยาเข้าในระบบ

2.3.13 กระจกมองน้ำยา (Sight Glasses)

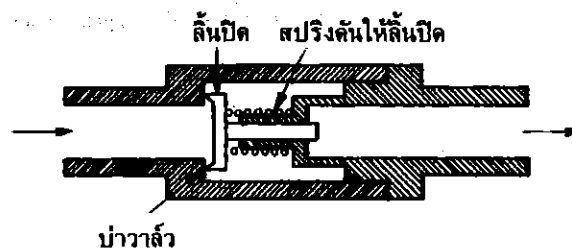
กระจกมองน้ำยา เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบเพื่อใช้สำหรับมองดูน้ำยาภายในระบบเครื่องปรับอากาศว่ามีเพียงพอหรือไม่ ซึ่งตามปกติแล้วมักจะติดตั้งอยู่ในช่วงท่อลิควิด ถ้าภายในระบบมีน้ำยาน้อยอันเนื่องมาจากระบบรั่วหรือชาร์จน้ำยาเต็มพอดีแล้ว จะเห็นน้ำยาเหลวใสวิ่งผ่านกระจกมองน้ำยาเช่นกัน กระจกมองน้ำยาควรจะต้องติดตั้งให้อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับท่อพักน้ำยาเหลวให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ แสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ลักษณะของกระจกมองน้ำยา

2.3.14 วาล์วกันกลับ (Check Valve)

วาล์วกันกลับ เป็นวาล์วที่ยอมให้น้ำยาไหลผ่านได้ในทิศทางเดียว ซึ่งแรงดันของน้ำยาในระบบจะดันลิ้นให้เปิดและน้ำยาสามารถไหลผ่านได้ แต่ถ้าน้ำยาจะไหลย้อนกลับมาอีกด้านของวาล์วกันกลับจะปิดไม่ยอมให้น้ำยาไหลย้อนกลับได้แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ลักษณะการทำงานของวาล์วกันกลับ

2.3.15 ไฟแสดงการทำงาน

ลักษณะไฟจะแตกต่างกันไปตามประเภทและรุ่นของเครื่องปรับอากาศ ปกติแล้วจะมี 3

ดวง คือ

-ไฟสีแดงแสดงสถานะเครื่องทำงาน (Power)

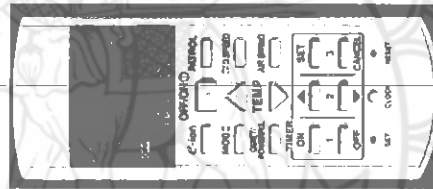
-ไฟสีส้มแสดงสถานะ ในขณะที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศไม่ทำงานแต่ใบพัด

ส่งลมเย็นทำงานอยู่ (Sleep)

-ไฟสีเหลืองแสดงสถานะการตั้งเวลาของเครื่องปรับอากาศ (Time)

2.3.16 รีโมทคอนโทรล(Remote Control)

รีโมทคอนโทรล (Remote Control) เป็นอุปกรณ์ที่ส่งคำสั่งด้วยสัญญาณเพื่อให้สะดวกในการสั่งงานจากบริเวณอื่นๆภายในห้องปรับอากาศได้ ทำหน้าที่การเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศรวมถึงการตั้งค่าอุณหภูมิห้อง การตั้งความเร็วของพัดลมส่งลมเย็น หรือการตั้งเวลาการทำงานของเครื่อง เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้แสดงดังรูปที่ 2.17

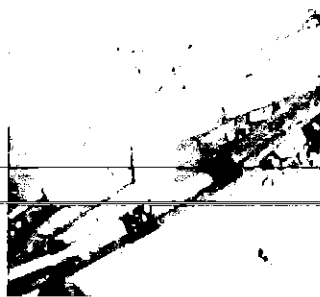


รูปที่ 2.17 รีโมทคอนโทรล

2.3.17 ท่อระบายน้ำทิ้ง

ท่อระบายน้ำทิ้งจะติดตั้งอยู่ด้านนอกของอาคาร ในขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานจะทำการดูดอากาศและดูดความชื้นภายในห้องเข้ามาในเครื่องปรับอากาศ โดยความชื้นเหล่านี้จะกลั่นตัวจนกลายเป็นหยดน้ำและถูกระบายออกทางท่อระบายน้ำทิ้ง

ท่อน้ำทิ้งจัดว่าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งถ้าติดตั้งไม่ดีอาจมีผลให้น้ำไม่สามารถระบายออกและยังอยู่ในตัวเครื่องจนล้นออกมาภายนอกสร้างความเสียหายให้บริเวณรอบๆเครื่องได้ท่อน้ำทิ้งโดยมากจะใช้ท่อ S-LON หรือท่อ PVC โดยต่อออกจากตัวเครื่องอีวาพอเรเตอร์ท่อน้ำทิ้งควรจะหุ้มฉนวนตรงบริเวณที่อาจจะเกิดมีการ Condensate โดยเฉพาะถ้าเดินท่ออยู่ในฝ้าเพดานนอกจากนี้ท่อน้ำทิ้งควรทำ TRAP ด้วยแสดงดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ลักษณะของท่อระบายน้ำทิ้ง

2.3.18 การควบคุมอุณหภูมิ

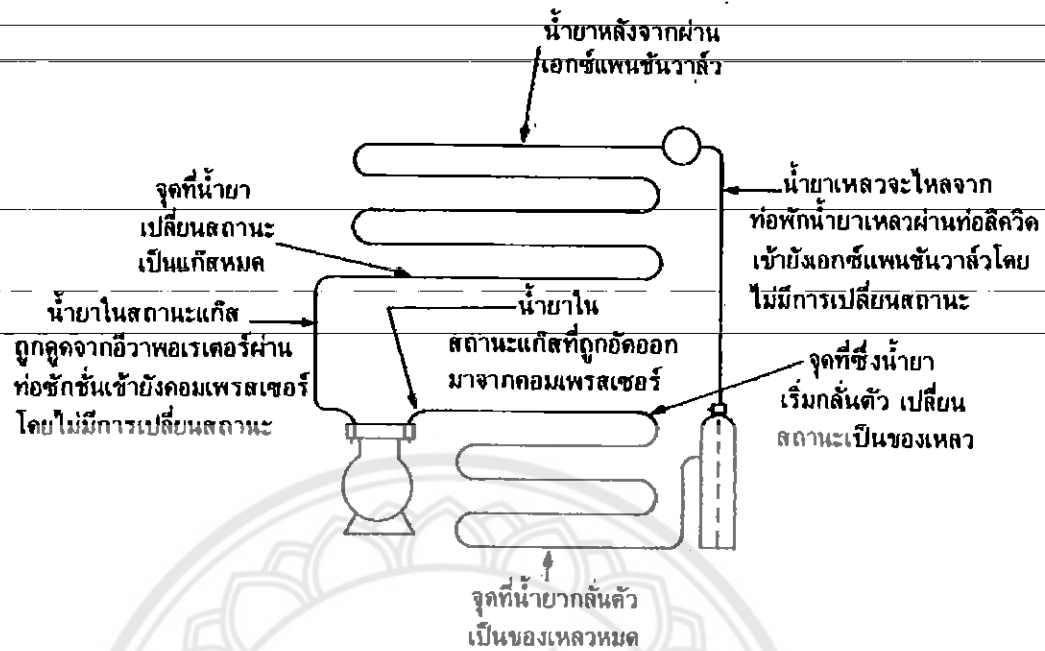
เครื่องปรับอากาศที่มีอยู่ในปัจจุบัน จะมีลักษณะการควบคุมอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกันมากนัก คือ จะมีตัวตรวจจับอุณหภูมิ โดยคอยตรวจวัดค่าอุณหภูมิภายในห้องแล้วจะส่งสัญญาณไปควบคุมการเดินหยุดของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ซึ่งเครื่องปรับอากาศโดยทั่วไปจะมีตัวตรวจจับอุณหภูมินี้ที่เรียกว่า เทอร์โมสตัท (Thermostat)

เทอร์โมสตัทเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้มีอากาศภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ แต่ในขณะที่อุณหภูมิในห้องปรับอากาศยังสูงกว่าจุดที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัทจะต่ออยู่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะทำงานตลอดเวลา ทำให้เกิดผลความเย็นที่อิวาพริเตอร์ และเมื่ออุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศลดต่ำลงถึงจุดที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัทจะแยกจาก ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน จนกระทั่งอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศสูงขึ้นอีก หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัทจะต่ออีกครั้งหนึ่ง ทำให้คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานใหม่ ซึ่งเป็นการควบคุมอุณหภูมิภายในเครื่องปรับอากาศ ให้อยู่ในช่วงที่ต้องการ โดยอัตโนมัติแสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ลักษณะของเทอร์โมสตัท

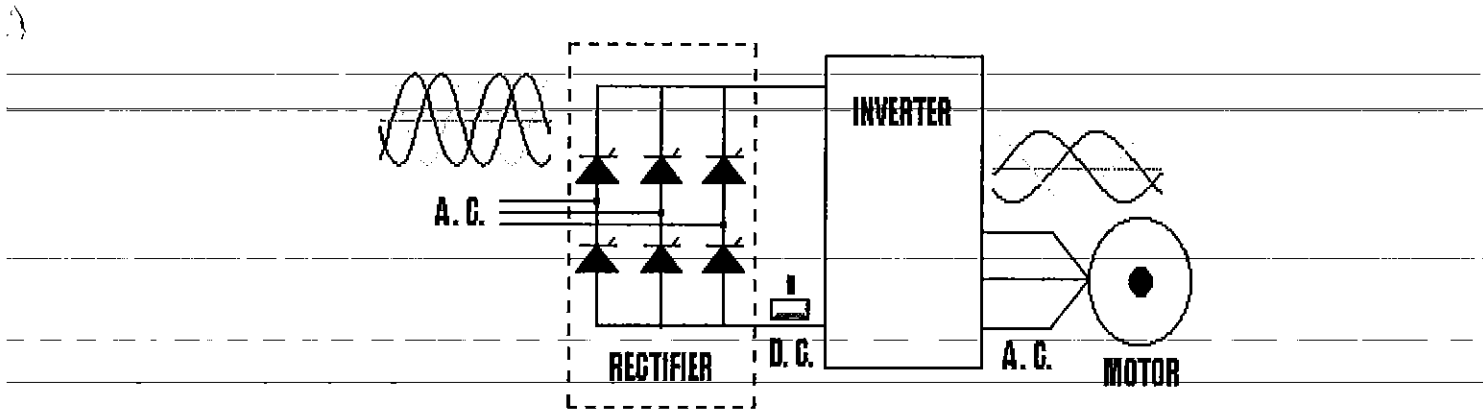
2.4 หลักการทำงานของระบบการปรับอากาศ



รูปที่ 2.20 ลักษณะการทำงานภายในระบบปรับอากาศ

- 1) เริ่มต้น โดยคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นเพื่อเพิ่มความดัน และอุณหภูมิของน้ำยา แล้วส่งต่อเข้าคอยล์ร้อน
- 2) น้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์ร้อน โดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยระบายความร้อน ทำให้น้ำยาจะที่ออกจากคอยล์ร้อนมีอุณหภูมิลดลง (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งต่อให้อุปกรณ์ลดความดัน
- 3) น้ำยาที่ไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดันจะมีความดันและอุณหภูมิต่ำมาก แล้วไหลเข้าสู่คอยล์เย็น (หรือที่นิยมเรียกกันว่า การฉีดน้ำยา)
- 4) จากนั้นน้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์เย็น โดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยดูดซับความร้อน จากภายในห้อง เพื่อทำให้อุณหภูมิห้องลดลง ซึ่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการหมุนเวียนน้ำยาต่อไป

2.5 อินเวอร์เตอร์ 3 เฟส (Three Phase Inverters)



รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมพื้นฐานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Motor) สามารถลดกระแสสตาร์ท และมีฟังก์ชันการควบคุมมอเตอร์โดยทั่วไปแล้วอินเวอร์เตอร์จะมีหลักการทำงาน คือวงจรภายในอินเวอร์เตอร์นั้นสามารถสร้างความถี่ และแรงดันขนาดต่างๆ มาขับมอเตอร์เพื่อให้หมุนด้วยความเร็วรอบที่ต่างๆ กัน แหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเป็นอินพุตของอินเวอร์เตอร์จะเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไปที่มีรูปคลื่นไซน์ ไฟฟ้ากระแสสลับนี้จะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter) จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถแปลงขนาดแรงดันและความถี่ได้ด้วยวงจรอินเวอร์เตอร์ วงจรทั้งสองส่วนนี้เป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์ นอกจากนี้ยังมีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของวงจรทั้งสองส่วนนี้ ดังนั้นอินเวอร์เตอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ได้ แสดงดังรูปที่ 2.21

2.6 พารามิเตอร์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.6.1 ส่วนประกอบของอากาศแห้งและความชื้นอากาศ (Composition of Dry and Moist Air)

ในชั้นบรรยากาศประกอบด้วยส่วนประกอบของก๊าซมากมาย ไอ้ไอน้ำและสิ่งเจือปนต่างๆ เช่น คาร์บอนและฝุ่นซึ่งสิ่งเจือปนนี้มีปริมาณน้อยกว่าอากาศมากจึงไม่พิจารณาสิ่งเจือปนต่างๆ ในสมการ

อากาศแห้งเมื่อคิดไอ้ไอน้ำและสิ่งเจือปนออกไปหมดจะมีส่วนประกอบหลักโดย Harrison [1] ได้บันทึกค่าเปอร์เซ็นต์ส่วนประกอบโดยประมาณของอากาศแห้งเป็นปริมาตรเช่น Nitrogen 78.084%, Oxygen 20.9476%, Argon 0.934%, Carbon dioxide 0.0314%, Neon 0.001818%, Helium 0.000524%, Methane 0.00015%, Sulfur dioxide 0 ถึง 0.0001%, Hydrogen 0 ถึง 0.0005%

ความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุล (Relative Molecular Mass) ของส่วนประกอบทั้งหมดของอากาศแห้งขนาด 28.9645 อ้างอิงกับ Carbon 12 scale [1] ดังนั้นค่าคงที่ของก๊าซสำหรับอากาศแห้งเมื่ออ้างอิงกับ Carbon 12 scale คือ

$$R_a = \frac{8314.41}{28.9645} = 287.055 \quad \text{J/(kg} \times \text{K)} \quad (2.1)$$

เมื่อ R_a คือค่าคงที่ของก๊าซสำหรับอากาศแห้ง

ความชื้นอากาศมี 2 องค์ประกอบคืออากาศแห้ง (Dry air) และไอน้ำ (Water vapor) ไอน้ำในความชื้นอากาศเริ่มจากศูนย์ (Dry air) ถึงค่าสูงสุดเป็นจุดสูงสุดที่ขึ้นกับอุณหภูมิและความดันบรรยากาศจุดสูงสุดของความชื้นอากาศเรียกว่าจุดอิ่มตัวจุดอิ่มตัวอ้างอิงที่สภาวะสมดุลระหว่างสถานะความชื้นอากาศกับสถานะการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำกรณีอื่นอ้างอิงที่พื้นผิวรอยต่อของสถานะความชื้นอากาศกับสถานะการกลั่นตัว

ความสัมพันธ์ของมวลโมเลกุลของน้ำ (Relative molecular of water) ขนาด 18.01528 อ้างอิงกับ Carbon 12 scale ดังนั้นค่าคงที่ของก๊าซสำหรับไอน้ำคือ

$$R_w = \frac{8314.41}{18.01528} = 461.52 \quad \text{J/(kg} \times \text{K)} \quad (2.2)$$

เมื่อ R_w คือค่าคงที่ของก๊าซสำหรับไอน้ำ

อุณหภูมิและความดันบรรยากาศในชั้นบรรยากาศเปลี่ยนแปลงตามความสูงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์และสภาพอากาศในชั้นบรรยากาศมาตรฐานจะอ้างอิงค่าอุณหภูมิและความดันตามระดับความสูงที่เปลี่ยนแปลงที่ระดับน้ำทะเลอุณหภูมิมาตรฐาน 15°C ที่ความดันบรรยากาศมาตรฐาน 101.325kPa อุณหภูมิจะลดลงแบบเชิงเส้นขณะเพิ่มระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลจนทะลุผ่านชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) (ชั้นบรรยากาศต่ำที่สุด) และจะเป็นค่าคงที่ที่ขอบเขตรอยต่อโทรโปพอส (Tropopause) ก่อนถึงชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) ในชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) ประกอบด้วยอากาศแห้งทางปฏิบัติเรียกว่าก๊าซสมบูรณ์มีแรงดึงดูดโลกเป็นค่าคงที่ขนาด $9.80665 \text{ (m/s}^2\text{)}$ [2] ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลมาตรฐานของชั้นบรรยากาศแอสโมสเฟียร์ (Atmosphere)
ที่ระดับความสูงต่างๆ

Altitude (m)	Temperature (°C)	Pressure (kPa)
-500	18.2	107.478
0	15.0	101.325
500	11.8	95.461
1,000	8.5	89.874
2,000	2.0	79.495
3,000	-4.5	70.108
4,000	-11.0	61.640
5,000	-17.5	54.020
6,000	-24.0	47.181
7,000	-30.5	41.061
8,000	-37.0	35.600
9,000	-43.5	30.742
10,000	-50.0	26.436

Data adapted from NASA (1976)

เทอร์โมไดนามิกของน้ำอิมตัว (Thermodynamic Properties of Moist Air)

ค่าเอนทัลปีและเอนโทรปีของน้ำอิมตัวกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ที่จุด Triple point (0.01°C) ที่อุณหภูมิของน้ำระหว่างจุด Triple point กับจุด Critical point สถานะทั้งสอง (ของเหลวหรือไอน้ำ) จะปรากฏร่วมกันอย่างสมดุลเรียกสถานะทั้งสองนี้ว่าของเหลวอิมตัวและไอน้ำอิมตัว

ในการหาคณสมบัติของค่าความชื้นอากาศทางปฏิบัติต้องการใช้ความดันไอน้ำอิมตัวและอัตราส่วนความชื้นอิมตัวค่าดังกล่าวหาได้จากตารางเทอร์โมไดนามิกส์ของน้ำอิมตัว (ภาคผนวกข) หรือคำนวณจากสมการของ Hyland and Wexler (1983b) [3]

ความดันอิมตัวของน้ำ (ของเหลว) สำหรับอุณหภูมิย่าน 0 ถึง 200°C คือ

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{T} + C_2 + C_3 \cdot T + C_4 \cdot T^2 + C_5 \cdot T^3 + C_6 \cdot \ln(T) \quad (2.3)$$

$$\text{เมื่อ } C_1 = -5.8002006E+03$$

$$C_2 = -5.5162560E+00$$

$$C_3 = -4.8640239E-02$$

$$C_4 = 4.1764768E-05$$

$$C_5 = -1.4452093E-08$$

$$C_6 = 6.5459673$$

\ln คือ ล็อกธรรมชาติ (natural logarithm)

p_w คือ ความดันไอน้ำ, p_a

T คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์, $T = t + 273.15$

Coefficients ของสมการ (2.3) คือ (C_1 ถึง C_6) วิเคราะห์ได้มาโดย Hyland and Wexler 1983b (8)

2.6.2 ตัวแปรความชื้น (Humidity parameters)

อัตราส่วนความชื้น (Humidity ratio) คือ ความชื้นที่อยู่หรือผสมอยู่กำหนดให้ (W) แทน ความชื้นอากาศที่สู่มมาเท่ากับอัตราส่วนของมวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้งที่บรรจุใน ตัวอย่างที่สู่มมาจะได้

$$W = \frac{M_w}{M_a} \quad (2.4)$$

อัตราส่วนความชื้น (W) เท่ากับอัตราส่วน โมล (Mole fraction ratio) คือ X_w / X_a คูณด้วย

อัตราส่วนมวล โมลกุล (Molecular masses) คือ $18.01528 / 28.9645 = 0.62198$ จะได้

$$W = 0.62198 \frac{X_w}{X_a} \quad (2.5)$$

ความชื้นจำเพาะ (q) (Specific humidity) คือ อัตราส่วนของมวลของไอน้ำต่อมวลทั้งหมดของอากาศชื้นที่สู่มมาจะได้

$$q = \frac{M_w}{(M_w + M_a)} \quad (2.6a)$$

เมื่อคูณด้วย $\frac{(1/M_a)}{(1/M_a)}$ จะได้

$$q = \frac{M_w}{(M_w + M_a)} \frac{(1/M_a)}{(1/M_a)}$$

เมื่อ $W = \frac{M_w}{M_a}$ จึงเขียนในเทอมของอัตราส่วนความชื้นได้ดังนี้

$$q = \frac{W}{(1+W)} \quad (2.6\text{v})$$

2.6.3 ตัวแปรความชื้นที่นำไปสู่การอิ่มตัว (Humidity parameter involving saturation)

จากนิยามของตัวแปรความชื้นที่นำไปสู่แนวความคิดของอากาศชื้นอิ่มตัวจะได้

อัตราส่วนความชื้นอิ่มตัว $W_s(t, p)$ เป็นอัตราส่วนความชื้นของอากาศชื้นอิ่มตัวซึ่งพร้อมจะเป็นหยดน้ำ (หรือถูกเห็บ) ที่อุณหภูมิ (t) และความดัน (p) เดียวกันดังนั้น

ระดับขั้นการอิ่มตัว (Degree of saturation: μ) คืออัตราส่วนของอัตราส่วนอากาศชื้น W_s ต่ออัตราส่วนอากาศชื้นที่อิ่มตัว (W_s) ที่อุณหภูมิ (t) และความดัน (p) เดียวกัน

$$\mu = \frac{W}{W_s} \quad (2.7)$$

ความชื้นสัมพัทธ์ (ϕ) (Relative humidity) คืออัตราส่วนโมล (Mole fraction) ของไอน้ำ (X_w) ในอากาศที่สู่มมาต่อโมล (Mole fraction) ของไอน้ำอิ่มตัว (X_{ws}) ในอากาศที่สู่มมาที่อุณหภูมิ (t) และความดัน (p) เดียวกัน

$$\phi = \frac{X_w}{X_{ws}} \quad (2.8)$$

ความสัมพันธ์ของก๊าซสมบูรณ์สำหรับอากาศแห้งและอากาศชื้น (Perfect Gas Relationships for Dry and Moist Air)

เมื่อพิจารณาอากาศชื้นจากส่วนประกอบของก๊าซสมบูรณ์คืออากาศแห้งและไอน้ำแต่ละส่วนประกอบมีสมมุติฐานตามสมการก๊าซสมบูรณ์ดังนี้

$$\text{Dry air} \quad p_a \cdot V = n_a RT \quad (2.9)$$

$$\text{Water vapor} \quad p_w \cdot V = n_w RT \quad (2.10)$$

เมื่อ p_a คือความดันบางส่วนของอากาศแห้ง (Partial pressure of dry air), (p_a)

p_w คือความดันบางส่วนของไอน้ำในอากาศ (Partial pressure of water vapor), (P_a)

V คือปริมาตรรวมของส่วนประกอบทั้งหมด, (m^3)

n_a คือจำนวนของ โมลของอากาศแห้ง

n_w คือจำนวนของ โมลของไอน้ำ

R คือค่าคงที่ของก๊าซ, $8314.41 [J/(kg \cdot mol \cdot K)]$

T คืออุณหภูมิสัมบูรณ์, (K)

รวมสมการ (2.9) และ(2.10) เป็นสมการก๊าซสมบูรณ์ดังนี้

$$pV = nRT \quad (2.11)$$

หรือ
$$(p_a + p_w) \times V = (n_a + n_w) \times RT \quad (2.12)$$

เมื่อ $p = p_a + p_w$ คือความดันของส่วนประกอบทั้งหมด

$n = n_a + n_w$ คือจำนวนทั้งหมดของ โมลของส่วนประกอบ

จากสมการ (2.9) ถึง (2.12) (Mole fractions) ของอากาศแห้งและไอน้ำกำหนดไว้ดังนี้

Dry air
$$X_a = \frac{p_a}{p_a + p_w} = \frac{p_a}{p} \quad (2.13)$$

Water vapor
$$X_w = \frac{p_w}{p_a + p_w} = \frac{p_w}{p} \quad (2.14)$$

จากสมการ(2.5), (2.13) และ (2.14)จะได้อัตราส่วนความชื้น (W) ที่ (2.15)

สมการ (2.5)
$$W = 0.62198 \frac{X_w}{X_a}$$

นำสมการ(2.13),(2.14) แทนค่า
$$W = 0.62198 \frac{(p_w / p)}{(p_a / p)}$$

$$W = 0.62198 \frac{p_w (1/p)}{p_a (1/p)}$$

เมื่อ $p = p_a + p_w$ จะได้
$$W = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (2.15)$$

เมื่อระดับขึ้นอิ่มตัว (Degree of saturation) (μ) คือ $\mu = \frac{W}{W_s} = 1$ จากนิยามสมการที่(2.7)

เมื่อ (p_w) เพิ่มขึ้นเท่ากับ (p_{ws}) จะได้

$$W = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (2.16)$$

ในเทอมของ (p_{ws}) ความดันอิ่มตัวของไอน้ำที่ไม่เกิดในอากาศ. อุณหภูมิที่ให้ (t) ความดัน (p_{ws}) เป็นเพียงฟังก์ชันของอุณหภูมิเท่านั้นและแตกต่างเพียงเล็กน้อยจากความดันไอน้ำของน้ำในความชื้นอากาศอิ่มตัว

ความชื้นสัมพัทธ์ (ϕ) จากนิยามในสมการ(2.8)

$$\phi = \frac{X_w}{X_{ws}}$$

แทนค่าสมการ(2.14)คือ (X_w) และ (X_{ws}) คือ

$$X_w = \frac{p_w}{p}$$

$$X_{ws} = \frac{p_{ws}}{p}$$

ดังนั้น

$$\phi = \frac{p_w / p}{p_{ws} / p}$$

$$\phi = \frac{p_w}{p_{ws}}$$

เมื่อแปลงเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์ $\phi = \frac{p_w}{p_{ws}} \times 100$ (%) (2.17)

ปริมาตรจำเพาะ (v) ของส่วนประกอบความชื้นอากาศที่แสดงในเทอมหน่วยของมวลของอากาศแห้ง

$$v = \frac{V}{M_a} = \frac{V}{28.964n_a} \quad (m^3 / kg) \quad (2.18)$$

เมื่อ V คือปริมาตรทั้งหมดของส่วนประกอบ, (m^3)

M_a คือมวลทั้งหมดของอากาศแห้ง, (kg)

n_a คือจำนวนของโมลของอากาศแห้ง

จากสมการ (2.9) และ (2.18) ซึ่งสัมพันธ์กับ $p = p_a + p_w$

สมการ (2.9)

$$p_a \cdot V = n_a RT$$

$$\frac{p_a \cdot V}{RT} = n_a$$

$$\text{สมการ (2.18)} \quad v = \frac{V}{28.964n_a}$$

$$\text{แทนค่า } (n_a) \text{ ในสมการ (2.18)} \quad v = \frac{V}{28.964 \frac{p_a \cdot V}{RT}}$$

$$v = \frac{RT}{28.964 p_a}$$

$$v = \frac{RT}{28.964(p - p_w)}$$

เมื่อ $R = 8314.41$ universal gas constant, $[J / (kg \cdot mol \cdot K)]$

$$R_a = 8314.41 / 28.9645 = 287.055, [J / (kg \cdot mol \cdot K)]$$

$$v = \frac{RT}{28.964(p - p_w)} = \frac{R_a T}{(p - p_w)} \quad (m^3 / kg) \text{ (2.19)}$$

$$\text{ใช้สมการที่ (2.15)} \quad W = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w}$$

$$W(p - p_w) = 0.62198 p_w$$

$$W_p = (0.62198 + W) p_w$$

$$\frac{W_p}{(0.62198 + W)} = p_w$$

$$\text{นำ } (p_w) \text{ แทนสมการ (2.19) จะได้} \quad v = \frac{RT}{28.9645 \left(p - \frac{W_p}{(0.62198 + W)} \right)}$$

$$v = \frac{RT(0.62198 + W)}{28.9645((0.62198 + W)p - W_p)}$$

$$v = \frac{RT(0.62198 + W)}{28.9645(0.62198p)}$$

$$v = \frac{RT(1 + W / 0.62198)0.62198}{28.9645(0.62198p)}$$

$$v = \frac{RT(1 + 0.6078W)}{28.9645p}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad v = \frac{RT(1+0.6078W)}{28.9645p} = \frac{R_u T(1+1.6078W)}{p} \quad (m^3/kg) \quad (2.20)$$

เมื่อ v คือปริมาตรจำเพาะ, (m^3/kg)

R คือค่าคงที่ของก๊าซสมบูรณ์ 8314.41 Universal gas constant,
 $[J/(kg \cdot mol \cdot K)]$

R_u คือค่าคงที่ของก๊าซสำหรับอากาศแห้ง 8314.41/28.9645 = 287.055,
 $[J/(kg \cdot mol \cdot K)]$

T คืออุณหภูมิสัมบูรณ์, (K)

p คือความดันรวม, 101.325 (kPa)

W คืออัตราส่วนความชื้น

เอนทัลปีของส่วนประกอบของก๊าซสมบูรณ์เท่ากับผลรวมของแต่ละส่วนของเอนทัลปีของส่วนประกอบนั้น ดังนั้นเอนทัลปีของความชื้นอากาศสามารถเขียนได้ดังนี้

$$h = h_a + Wh_g \quad (2.21)$$

เมื่อ h คือเอนทัลปีของความชื้นอากาศ, (kJ/kg)

h_a คือเอนทัลปีจำเพาะสำหรับอากาศแห้ง, (kJ/kg)

h_g คือเอนทัลปีจำเพาะสำหรับไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิของส่วนประกอบ,
 (kJ/kg)

W คืออัตราส่วนความชื้น

ค่าโดยประมาณของ h_a และ h_g เป็นดังนี้

$$h_a = 1.006t \quad (kJ/kg) \quad (2.22)$$

$$h_g = 2501 + 1.805t \quad (kJ/kg) \quad (2.23)$$

เมื่อ t คืออุณหภูมิกระเปาะแห้งหน่วยองศา, $(^\circ C)$

ค่าเอนทัลปีของความชื้นอากาศจากสมการ(2.21) เมื่อนำสมการ(2.22)และ (2.23)แทนค่าสมการ(2.21) จะได้

$$h = 1.006t + W(2501 + 1.805t) \quad (kJ/kg) \quad (2.24)$$

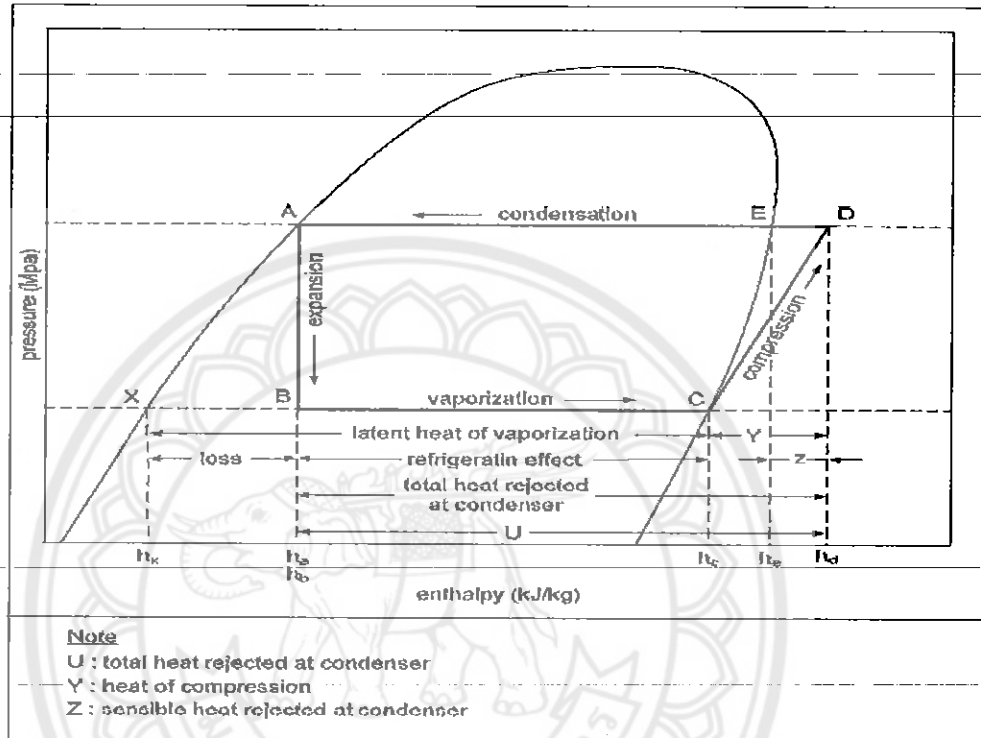
เมื่อ h คือเอนทัลปีของความชื้นอากาศ, (kJ/kg)

t คืออุณหภูมิกระเปาะแห้ง, $(^\circ C)$

W คืออัตราส่วนความชื้น

2.6.4 วัฏจักรทำความเย็น

วัฏจักรทำความเย็นสำหรับศึกษาระบบทำความเย็นกำหนดให้สารทำความเย็นที่ไหลผ่านอุปกรณ์หลักในระบบทำความเย็นอยู่ในสถานะอิ่มตัวและอธิบายโดยแผนภาพมอลเลียร์ภาพที่.2.22



รูปที่ 2.22 วัฏจักรทำความเย็นทางทฤษฎีที่เขียนลงบนแผนภาพมอลเลียร์

1.) ขบวนการขยายตัว (Expansion process) เกิดขึ้นจากการทำงานของลิ้นถดความดัน (ช่วง A-B) โดยเริ่มจากสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวอิ่มตัวจากคอนเดนเซอร์ไหลผ่านลิ้นถดความดันเกิดการขยายตัวแบบ Adiabatic expansion (ไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับสารทำความเย็นและค่าเอนทัลปีคงที่) แต่ผลของการลดความดันจะทำให้สารทำความเย็นส่วนหนึ่งเปลี่ยนสถานะเป็นไอ โดยยังไม่เกิดความชื้นขึ้น (พิจารณาภาพที่) [4]

2.) ขบวนการกลายเป็นไอ (Vaporizing process) เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านคอยล์เย็น (ช่วง B-C) ซึ่งจะมีการดูดความร้อนเข้าระบบทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไอตามขบวนการกลายเป็นไออุณหภูมิและความดันคงที่ (Isothermal and Isobaric process) สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำอิ่มตัว (พิจารณาภาพที่) [4]

3.) ขบวนการของการอัดตัว (Compression process) เกิดจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (ช่วง C-D) ซึ่งไออัดตัวจากคอยล์เย็นจะถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้นตามขบวนการไอเซนโทรปิก (Constant entropy) หรือแอดิยาติกแบบไม่มีความเสียด (Frictionless adiabatic process) ผลจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์จะทำให้ความดันของสารทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้นและค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้นเท่ากับปริมาณความร้อนที่เทียบเท่ากับพลังงานกลที่ทำการอัดไอ (พิจารณาภาพที่) [4]

4.) ขบวนการควบแน่น (Condensing process) เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านคอนเดนเซอร์ โดยในช่วงแรกสารทำความเย็นจะระบายความร้อนออกเพื่อลดอุณหภูมิจากสถานะไอร้อนยิ่งยวดเปลี่ยนเป็นไออัดตัวก่อน (ช่วง D-E) เป็นการลดความร้อนแฝง (Latent heat) ที่จุด E สารทำความเย็นเป็น ไออัดตัวคอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ลดความร้อนสัมผัส (Sensible heat) ใน (ช่วง E-A) จากนั้นสารทำความเย็นจะควบแน่นจนเป็นของเหลวอัดตัวที่จุด A (พิจารณาภาพที่) [4]

2.6.5 ความสามารถทำความเย็น (Q)

คือความเย็นที่ได้จากคอยล์เย็นต่อชั่วโมง โดยเป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างผลของพลังงานความร้อนของอากาศที่เปลี่ยนแปลง ระหว่างอากาศเย็นจากช่องลมจ่าย (ลมเย็นไหลออกจากระบบทำความเย็น) กับอากาศร้อนจากช่องลมกลับ (ลมร้อนไหลเข้าจากระบบทำความเย็น) ต่อ ชั่วโมง มีสมการดังนี้

$$Q = \frac{V}{v} (h_r - h_s) \quad (\text{kJ/hr}) \quad (2.25)$$

เมื่อ ค่าคงที่ 3.968 Btu = 4.187 kJ

แปลงหน่วยเป็น Btu/hr จะได้

$$Q = \frac{3.968V}{4.187v} (h_r - h_s) \quad \text{Btu/hr} \quad (2.26)$$

เมื่อ Q คือ ความสามารถทำความเย็น, Btu/hr

V คือ ปริมาตรลมไหลผ่านแผงคอยล์, m^3/hr

v คือ ปริมาตรจำเพาะสำหรับความชื้นอากาศ, m^3/kg

h_r คือ ค่าเอนทัลปีของอากาศด้านช่องลมกลับ, kJ/kg

h_s คือ ค่าเอนทัลปีของอากาศด้านช่องลมจ่าย, kJ/kg

3.968 Btu = 4.187 kJ เป็นค่าคงที่ที่ใช้แปลงหน่วย kJ เป็น Btu

2.6.6 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP (Coefficient of performance)

คือค่าใช้แสดงประสิทธิภาพของการทำความเย็น โดยเป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างผลของความเย็นที่ได้ต่อกำลังงานที่ได้ต่อกำลังงานที่ให้กับระบบ [4,5,6,7]

$$COP = \frac{\text{ความเย็นที่ได้ที่คอยล์เย็น}}{\text{กำลังงานในรูปของความร้อนที่ให้อคอมเพรสเซอร์}} = \frac{\text{Refrigerating effect}}{\text{Compression work}}$$

จากแผนภาพมอลเลอร์ จะได้

$$COP = \frac{h_c - h_b}{h_d - h_c}$$

ในขบวนการอัดตัว (Compression process) ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น เท่ากับปริมาณความร้อนที่เทียบเท่ากับพลังงานกลที่ทำการอัดไอ จะได้

$$COP = \frac{h_c - h_b}{3.41266 P_e} = \frac{Q}{3.41266 P_e}$$

$$COP = \frac{Q}{3.41266 P_e} \quad (2.27)$$

เมื่อ $h_c - h_b$ คือ พลังงานความร้อนที่ถูกดึงเข้าระบบทำความเย็นหรือเป็นความเย็นที่ได้จากระบบทำความเย็น (Refrigerating effect) (kJ/kg)

P_e คือ กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ, (W)

Q คือ ความสามารถทำความเย็น, Btu/hr

ค่าคงที่ 3.14266 Btu = 1 Watt

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน *ERR* (Energy Efficiency Ratio)

ใช้อ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก. 1155-2536 มีการกำหนดระดับแสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศออกเป็น 5 ระดับตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 [4,8,9] ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ระดับประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ระดับ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า <i>ERR</i> (Btu/(hr×W))
1	ต่ำ	<7.6
2	พอใช้	≥ 7.6 ถึง <8.6
3	ปานกลาง	≥ 8.6 ถึง <9.6
4	ดี	≥ 9.6 ถึง <10.6
5	ดีมาก	≥ 10.6

ทดสอบตามมาตรฐาน มอก.1155-2536

สมการหาค่า *ERR* คือ

$$ERR = \frac{\text{ความเย็นที่ได้ที่คอยล์เย็น}}{\text{กำลังงานที่ให้คอมเพรสเซอร์}}$$

จากแผนภาพมอดลเลอร์จะได้

$$ERR = \frac{h_c - h_b}{P_e} = \frac{Q}{P_e} \quad \frac{\text{(Btu/hr)}}{W}$$

$$ERR = \frac{Q}{P_e} \quad \frac{\text{(Btu/hr)}}{W} \quad (2.28)$$

เมื่อ $h_c - h_b$ คือ พลังงานความร้อนที่ถูกดึงเข้าระบบทำความเย็นหรือเป็นความเย็นที่ได้

จากระบบทำความเย็น (Refrigerating effect) (kJ/kg)

 P_e คือ กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ, (W) Q คือ ความสามารถทำความเย็น, Btu/hr

2.6.7 ตัวอย่างประยุกต์ใช้ทฤษฎี

เพื่อหาอัตราส่วนประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ณ ห้องปฏิบัติการ LAB EE4 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร 230 โวลท์1 เฟสดำเนินการตรวจวัด และเก็บข้อมูลเบื้องต้นได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ $P_e = 2,436W$

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศด้านลมจ่าย $t_s = 15.889^\circ C$

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านลมจ่าย $RH_s = 86.630\%$

ความเร็วลมของอากาศด้านลมจ่าย $S = 5.004m/s$

พื้นที่หน้าตัดช่องลมด้านลมจ่าย $A = 0.10 \times 1.70m^2$

อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศด้านลมกลับ $t_r = 26.141^\circ C$

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านลมกลับ $RH_r = 52.222\%$

วิธีการคำนวณ

1.) คำนวณหาค่าตัวแปรด้านลมจ่าย

แปลงค่า $t_s = 15.889^\circ C$ เป็นอุณหภูมิองศาเคลวิน (K) จากสมการ(2.29)

$$T = t + 273.15 \quad (K) \quad (2.29)$$

แทนค่า (t_s) ใน (t) $T = 15.889 + 273.15$

อุณหภูมิด้านลมจ่าย $T = 289.039 \quad (K)$

คำนวณหาค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว (p_{ws}) จากสมการ(2.3)

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{T} + C_2 + C_3 \cdot T + C_4 \cdot T^2 + C_5 \cdot T^3 + C_6 \cdot \ln(T) \quad (2.3)$$

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{289.039} + C_2 + C_3 \cdot 289.039 + C_4 \cdot (289.039)^2 + C_5 \cdot (289.039)^3 + C_6 \cdot \ln(289.039)$$

$$\ln(p_{ws}) = 7.499$$

$$p_{ws} = e^{7.499}$$

ความดันไอน้ำอิ่มตัว $p_{ws} = 1.806 \quad (kPa)$

คำนวณหาค่าความดันบางส่วนของไอน้ำ (p_w) จากสมการ(2.17)

$$\phi = \frac{P_w}{P_{ws}} \times 100 \quad (\%) \quad (2.17)$$

แทนค่า (ϕ) ด้วย $RH_s = 86.630\%$ และ $p_{ws} = 1.806 kPa$

$$\frac{86.630}{100} = \frac{p_w}{1.806}$$

$$1.564 = p_w$$

ความดันบางส่วนของไอน้ำ

$$p_w = 1.564 \text{ kPa}$$

คำนวณหาค่าอัตราส่วนความชื้น (W) จากสมการ (2.15)

$$W = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (2.15)$$

(p) กำหนดให้เท่ากับความดันชั้นบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล คือ 101.325 kPa

และ $p_w = 1.564 \text{ kPa}$ จะได้

$$W = 0.62198 \frac{1.564}{101.325 - 1.564}$$

อัตราส่วนความชื้น $W = 9.752 \times 10^{-3} \text{ kPa}$

คำนวณหาค่าเอนทัลปีด้านลมจ่ายจากสมการ (2.24)

$$h = 1.006t + W(2501 + 1.805t) \quad (\text{kJ/kg}) \quad (2.24)$$

แทนค่า (t) ด้วย $t_s = 15.889^\circ\text{C}$ และ $W = 9.752 \times 10^{-3} \text{ kPa}$ จะได้

$$h = (1.006 \times 15.889) + 9.752 \times 10^{-3} (2501 + (1.805 \times 15.889))$$

ค่าเอนทัลปีด้านลมจ่าย $h_s = 40.654 \text{ kJ/kg}$

คำนวณหาปริมาตรจำเพาะ (v) จากสมการ (2.20)

$$v = \frac{RT(1 + 0.6078W)}{28.9645p} \quad (\text{m}^3/\text{kg}) \quad (2.20)$$

แทนค่า (T) ด้วย $T = 289.039 \text{ K}$ และ $W = 9.752 \times 10^{-3} \text{ kPa}$ จะได้

$$v = \frac{8314.41 \times 289.039 (1 + 0.6078 \times 9.752 \times 10^{-3})}{28.9645 \times 101.325}$$

ปริมาตรจำเพาะ $v = 0.833 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$

คำนวณหาปริมาตรลมไหลผ่านช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ (V) จากสมการ (2.29)

$$V = 3600 \times S \times A \quad (\text{m}^3/\text{hr}) \quad (2.29)$$

แทนค่า (S) ด้วย $S = 5.004 \text{ m/s}$ และ $A = 0.10 \times 1.70 \text{ m}^2$ จะได้

$$V = 3600 \times 5.004 \times 0.10 \times 1.70$$

ปริมาตรลมไหล $V = 3.062448 \times 10^3 \quad (\text{m}^3/\text{hr})$

2.) คำนวณหาค่าตัวแปรด้านลมกลับ

แปลงค่า $t_r = 26.141^\circ C$ เป็นอุณหภูมิองศาเคลวิน (K) จากสมการ (2.29)

$$T = t + 273.15 \quad (K) \quad (2.29)$$

แทนค่า (t_r) ใน (t) $T = 26.141 + 273.15$

อุณหภูมิด้านลมง่าย $T = 299.291 \quad (K)$

คำนวณหาค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว (p_{ws}) จากสมการ (2.3)

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{T} + C_2 + C_3 \cdot T + C_4 \cdot T^2 + C_5 \cdot T^3 + C_6 \cdot \ln(T) \quad (2.3)$$

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{299.291} + C_2 + C_3 \cdot 299.291 + C_4 \cdot (299.291)^2 + C_5 \cdot (299.291)^3 + C_6 \cdot \ln(299.291)$$

$$\ln(p_{ws}) = 8.129$$

$$p_{ws} = e^{8.129}$$

ความดันไอน้ำอิ่มตัว $p_{ws} = 3.391 \quad (kPa)$

คำนวณหาค่าความดันบางส่วนของไอน้ำ (p_w) จากสมการ (2.17)

$$\phi = \frac{p_w}{p_{ws}} \times 100 \quad (\%) \quad (2.17)$$

แทนค่า (ϕ) ด้วย $RH_r = 52.222\%$ และ $p_{ws} = 3.391 \text{ kPa}$

$$\frac{52.222}{100} = \frac{p_w}{3.391}$$

$$1.771 = p_w$$

ความดันบางส่วนของไอน้ำ

$$p_w = 1.771 \text{ kPa}$$

คำนวณหาค่าอัตราส่วนความชื้น (W) จากสมการ (2.15)

$$W = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (2.15)$$

(p) กำหนดให้เท่ากับความดันชั้นบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเล คือ 101.325 kPa

และ $p_w = 1.771 \text{ kPa}$ จะได้

$$W = 0.62198 \frac{1.771}{101.325 - 1.771}$$

อัตราส่วนความชื้น

$$W = 11.065 \times 10^{-3} \text{ kPa}$$

คำนวณหาค่าเอนทัลปีด้านลมจ่ายจากสมการ(2.24)

$$h = 1.006t + W(2501 + 1.805t) \quad (kJ/kg) \quad (2.24)$$

แทนค่า(t) ด้วย $t_r = 26.141^\circ C$ และ $W = 11.065 \times 10^{-3} kPa$ จะได้

$$h = (1.006 \times 26.141) + 11.065 \times 10^{-3} (2501 + (1.805 \times 26.141))$$

ค่าเอนทัลปีด้านลมจ่าย $h_r = 54.493 \quad kJ/kg$

3.) คำนวณหาความสามารถทำความเย็น (Q) จากสมการ(2.26)

$$Q = \frac{3.968V}{4.187v} (h_r - h_s) \quad (Btu/hr) \quad (2.26)$$

แทนค่า(V) ด้วย $V = 3.062448 \times 10^3 (m^3/hr)$ และ $v = 0.833 \times 10^{-3} (m^3/kg)$

และ $h_s = 40.654 (kJ/kg)$ และ $h_r = 54.493 (kJ/kg)$ จะได้

$$Q = \frac{3.968 \times 3.062448 \times 10^3}{4.187 \times 0.833 \times 10^{-3}} (54.493 - 40.654)$$

$$Q = 49.166279 \times 10^3 \quad Btu/hr$$

4.) คำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) (Coefficient of performance) จากสมการ(2.27)

$$COP = \frac{Q}{3.41266P_e} \quad (2.27)$$

แทนค่า $Q = 49.166279 \times 10^3 Btu/hr$ และ $P_e = 2,436 W$ จะได้

$$COP = \frac{49.166279 \times 10^3}{3.41266 \times 2,436}$$

ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ $COP = 5.914$

5.) คำนวณหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (ERR) (Energy efficiency ratio) จากสมการ (2.28)

$$ERR = \frac{Q}{P_e} \quad (Btu/hr) \quad (2.28)$$

แทนค่า $Q = 49.166279 \times 10^3 Btu/hr$ และ $P_e = 2,436 W$ จะได้

$$ERR = \frac{49.166279 \times 10^3}{2,436}$$

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

$$ERR = 20.183$$

$$\frac{(\text{Btu/hr})}{\text{W}}$$

6.) เปรียบเทียบหาระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

พิจารณาจากตารางที่ 2.2 ตามมาตรฐานมอก.1155-2536 ได้ระดับอัตราส่วน
ประสิทธิภาพ $ERR = 20.183$ (Btu/hr)/W พลังงานเทียบเท่าหมายเลขฉลากประหยัดพลังงาน
เบอร์ 5

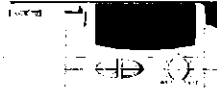


บทที่ 3

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 เครื่องอินเวอร์เตอร์ (Inverter)



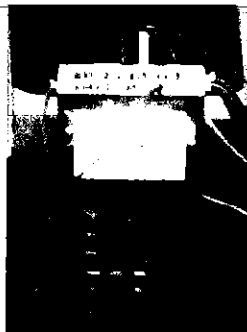
รูปที่ 3.1 เครื่องอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

3.1.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) และเครื่องวัดความชื้น



รูปที่ 3.2 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

3.1.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power meter)



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power meter)

3.1.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity meter)



รูปที่ 3.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer Air Velocity meter)

3.1.5 เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)



รูปที่ 3.5 เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner)

3.2 วิธีการทำการทดลอง

3.2.1 การทดลองส่วนที่ 1

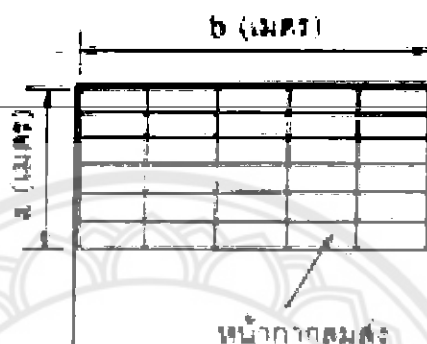
- 1) ปรับตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทไว้ที่ตำแหน่ง 25°C
- 2) การจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 380 volt 50 Hz เข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (เปิดเครื่องธรรมดา)
- 3) บันทึกอัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศด้วยคอมพิวเตอร์ ทุกๆ 2 วินาที
- 4) วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ
- 5) วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ
- 6) วัดความเร็วลมด้านช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ
- 7) วัดอุณหภูมิก่อนห้องขณะทำการทดลอง
- 8) เก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที 25 ค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง

3.2.2 การทดลองส่วนที่ 2

- 1) ปรับตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัทไว้ที่ตำแหน่ง 25°C
- 2) การจ่ายกำลังไฟฟ้าขนาด 380 volt 50 Hz เข้าเครื่องอินเวอร์เตอร์
- 3) ควบคุมเครื่องอินเวอร์เตอร์ให้สามารถจ่ายความถี่ไฟฟ้าขนาด 35–50 Hz เข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์
- 4) เริ่มจ่ายความถี่ไฟฟ้าจากขนาด 35 Hz และทุกๆ 3 นาทีเพิ่มเป็น 40 Hz, 45 Hz และ 50 Hz
- 5) บันทึกอัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศด้วยคอมพิวเตอร์ ทุกๆ 2 วินาที
- 6) วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ
- 7) วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ
- 8) วัดความเร็วลมด้านช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ
- 9) วัดอุณหภูมิก่อนห้องขณะทำการทดลอง
- 10) เก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที 25 ค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง

3.3 ข้อมูลที่ต้องการบันทึกและใช้คำนวณหาประสิทธิภาพ

3.3.1 ขนาดความกว้างและความยาวของช่องลมจ่าย ด้วยตลับเมตร เพื่อใช้คำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัด $A(m^2)$ ของช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศโดยใช้ตลับเมตรวัดความกว้างและความยาวของหน้าฉากช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศจากนั้นคำนวณหาพื้นที่ของหน้าฉากลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3.6 การวัดพื้นที่หน้าฉากช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ

3.3.2 อุณหภูมิ t_r ($^{\circ}C$) และวัดความชื้นสัมพัทธ์ RH_r (%) ของอากาศทางด้านลมจ่าย



รูปที่ 3.7 การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ

3.3.3 อุณหภูมิ t_r ($^{\circ}C$) และวัดความชื้นสัมพัทธ์ RH_r (%) ของอากาศทางด้านลมกลับ



รูปที่ 3.8 การวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ

3.3.4 ความเร็วลม $v(m/s)$ ของอากาศที่ออกจากช่องลมจ่ายวัดความเร็วลมของอากาศที่ออกจากช่องลมจ่ายโดยนำเครื่องวัดความเร็วลมไปกั้นทางลมที่พัดออกจากเครื่องปรับอากาศและให้หัววัดความเร็วลมตั้งฉากกับทิศทางลมที่ไหลผ่านหน้ากากช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ โดยเก็บข้อมูล 3 ชุดและนำมาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำไปใช้คำนวณ



รูปที่ 3.9 การวัดความเร็วลมค้ำนช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ

3.3.5 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงคอมเพรสเซอร์ทำงาน โดยใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า(Power meter)



รูปที่ 3.10 การบันทึกอัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศด้วยคอมพิวเตอร์

3.4 นำข้อมูลมาแทนในสมการหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

3.4.1 สมการแปลงค่าอุณหภูมิ °C เป็นอุณหภูมิ K

$$T = t + 273.15 \quad (\text{K}) \quad (3.1)$$

3.4.2 สมการคำนวณหาค่าความดันไอน้ำอิ่มตัว p_{ws} (หน่วย kPa)

$$\ln(p_{ws}) = \frac{C_1}{T} + C_2 + C_3 \cdot T + C_4 \cdot T^2 + C_5 \cdot T^3 + C_6 \cdot \ln(T) \quad (3.2)$$

เมื่อ $C_1 = -5.8002006E + 03$

$$C_2 = -5.5162560E + 00$$

$$C_3 = -4.8640239E - 02$$

$$C_4 = 4.1764768E - 05$$

$$C_5 = -1.4452093E - 08$$

$$C_6 = 6.5459673$$

3.4.3 สมการคำนวณหาค่าความดันบางส่วนไอน้ำ p_w (หน่วย kPa)

$$\phi = \frac{p_w}{p_{ws}} \times 100 \quad (\%) \quad (3.3)$$

แทนค่า (ϕ) ด้วย RH_s

ดังนั้น
$$p_w = \frac{RH_s \times p_{ws}}{100} \quad \text{kPa}$$

3.4.4 สมการคำนวณหาค่าอัตราส่วนความชื้น W (หน่วย ไม่มี)

$$W = 0.62198 \frac{p_w}{p - p_w} \quad (3.4)$$

แทนค่า $p = 101.325 \text{ kPa}$

3.4.5 สมการคำนวณหาค่าเอนทัลปี h (หน่วย KJ/Kg)

$$h = 1.006t + W(2501 + 1.805t) \quad (\text{KJ/Kg}) \quad (3.5)$$

3.4.6 สมการคำนวณหาปริมาตรจำเพาะ v (หน่วย m^3/kg)

$$v = \frac{RT(1 + 1.6078W)}{28.9645p} \quad \text{m}^3/\text{kg} \quad (3.6)$$

แทนค่า $R = 8314.41 [J/(kg \cdot mol \cdot K)]$

3.4.7 สมการคำนวณหาปริมาณไหลผ่านช่องลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ V
(หน่วย m^3/hr)

$$V = 3600 \times S \times A \quad m^3/hr \quad (3.7)$$

แทนค่า $A = 0.10 \times 1.70 m^3$

3.4.8 สมการคำนวณหาความสามารถทำความเย็น Q (หน่วย Btu/hr)

$$Q = \frac{3.968V}{4.187v} (h_r - h_s) \quad Btu/hr \quad (3.8)$$

3.4.9 สมการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP (หน่วย ไม่มี)

$$COP = \frac{Q}{3.41266P_e} \quad (3.9)$$

3.4.10 สมการคำนวณหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลัง ERR (หน่วย $\frac{(Btu/hr)}{W}$)

$$ERR = \frac{Q}{P_e} \quad \frac{(Btu/hr)}{W} \quad (3.10)$$

นำค่า ERR ที่ได้แทนลงในตารางที่ 2-2 เพื่อหาระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ
หรือหมายเลขจลลาคประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาและแบบอินเวอร์เตอร์

บทที่ 4

ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองที่ 1 (Normal)

ทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาห้องปฏิบัติการ LAB EE4 อาคารปฏิบัติการ
วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที 25 ค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 ตารางข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องมือวัดผลการทดลองที่ 1

ครั้งที่ วัด	อุณหภูมิ นอกห้อง	สภาวะอากาศด้านลมจ่าย				สภาวะอากาศ ด้านลมกลับ		Power (kw)
		T _s (°C)	RH _s (%)	Air (m/s)	Air (m ³ /kg)	T _r (°C)	RH _r (%)	
1	33.8	31.3	60	0.000	0.877	31.3	57	0.00
2	34.1	16.7	89	4.933	0.835	28.2	61	3.90
3	33.8	14.2	89	5.033	0.828	26.7	58	3.86
4	34.0	12.8	89	5.000	0.824	25.7	54	3.81
5	34.6	11.6	89	4.933	0.821	25.0	52	3.80
6	33.7	10.6	88	5.067	0.818	24.3	50	3.76
7	34.2	21.3	84	5.100	0.849	26.4	54	0.00
8	34.3	14.0	88	5.067	0.828	26.6	55	3.86
9	35.0	12.6	89	4.933	0.824	25.1	55	3.81
10	33.7	20.8	87	5.033	0.847	25.9	55	0.00
11	34.1	15.5	84	5.00	0.832	27.1	58	3.80

12	34.0	12.7	89	4.867	0.824	25.0	56	3.84
13	33.6	21.3	88	5.100	0.849	26.2	57	0.00
14	33.0	17.6	85	5.033	0.838	27.8	59	3.81
15	33.3	13.2	89	5.000	0.825	25.5	57	3.84
16	33.2	20.6	89	4.867	0.847	25.9	57	0.00
17	32.9	21.8	76	5.100	0.850	27.2	59	3.89
18	33.1	13.1	90	5.067	0.825	25.1	58	3.93
19	33.0	19.3	94	4.967	0.831	24.8	55	0.00
20	32.8	21.6	85	5.000	0.849	26.8	59	0.00
21	32.7	14.3	89	4.933	0.828	26.2	60	3.85
22	33.0	12.3	89	5.033	0.823	25.0	55	3.79
23	33.0	19.3	93	4.980	0.831	24.7	54	0.00
24	34.1	21.7	80	4.867	0.850	27.1	59	0.00
25	33.0	15.1	87	4.867	0.831	27.0	59	3.87
ค่าเฉลี่ย	33.6	17.388	86.36	4.991	0.835	27.358	58.875	3.04

4.2 ผลการทดลองที่ 2 (Inverter)

ทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาห้องปฏิบัติการ LAB EE4 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยต่อเครื่องอินเวอร์เตอร์เข้าในระบบมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เพื่อใช้ทดลองเป็นเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที 24 ค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 ตารางข้อมูลที่บันทึกจากเครื่องมือวัด.ผลการทดลองที่ 2

ครั้งที่วัด	อุณหภูมิ นอกห้อง	สภาวะอากาศด้านลมจ่าย				สภาวะอากาศ ด้านลมกลับ		Power (kw)
		t_s (°C)	RH _s (%)	Air (m/s)	Air (m ³ /kg)	t_r (°C)	RH _r (%)	
1	33.0	30.0	76	0.000	0.874	30.3	67	0.00
2	34.1	19.9	89	4.833	0.845	29.3	67	2.97
3	33.0	16.6	89	5.067	0.835	27.8	63	3.88
4	33.0	14.1	89	4.967	0.828	26.7	57	3.87
5	32.7	12.7	89	5.000	0.824	25.7	54	3.86
6	32.8	12.1	89	4.967	0.822	25.5	50	3.82
7	33.0	11.4	88	4.967	0.820	25.1	48	3.81
8	33.1	10.6	88	4.733	0.818	24.6	47	3.82
9	32.9	13.9	94	4.800	0.827	24.5	46	0.00
10	33.2	21.2	81	4.967	0.848	26.6	51	0.00
11	33.3	16.5	85	4.900	0.835	27.6	53	2.59
12	33.0	13.4	88	5.033	0.826	25.5	54	3.31

13	33.6	11.5	88	4.933	0.820	24.8	52	3.79
14	34.0	20.1	87	5.200	0.845	25.5	53	0.00
15	34.1	18.4	74	5.100	0.840	27.3	57	2.60
16	33.7	14.6	89	5.133	0.829	26.1	57	2.96
17	35.0	12.3	88	4.967	0.823	25.0	55	3.88
18	34.3	17.7	94	5.033	0.838	24.3	52	0.00
19	34.0	20.1	84	5.067	0.845	26.6	56	0.00
20	33.7	16.7	88	5.033	0.835	27.4	58	2.60
21	34.6	13.7	88	5.033	0.827	25.5	58	3.40
22	34.1	11.8	89	5.133	0.821	24.5	54	3.84
23	33.8	19.4	86	5.067	0.843	26.4	56	0.00
24	34.1	20.2	73	5.033	0.845	27.6	58	0.00
25	33.8	15.3	89	5.133	0.831	26.2	60	3.06
ค่าเฉลี่ย	33.596	15.889	86.630	5.004	0.834	26.141	52.222	2.436

4.3 จำนวนประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศในผลการทดลองที่ 1 (Normal)

ตารางที่ 4.3 ตารางข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ผลการทดลองที่ 1

ครั้งที่วัด	อุณหภูมิ นอกห้อง	h_s (kJ/kg)	h_r (kJ/kg)	คุณสมบัติเครื่องปรับอากาศ			
				Q (Btu/hr)	EER (Btu/hr/W)	COP	$Energy$ <i>Label</i>
1	33.8	75.766	73.493	0.000	0.000	0.000	-
2	34.1	43.540	65.796	77,851.546	19.962	5.849	5
3	33.8	36.963	59.322	79,998.002	20.725	6.073	5
4	34.0	33.531	54.252	73,746.684	19.356	5.672	5
5	34.6	30.719	51.333	72,451.785	19.066	5.587	5
6	33.7	28.260	48.547	73,306.074	19.496	5.713	5
7	34.2	55.319	56.194	3,149.797	0.000	0.000	-
8	34.3	36.208	57.324	76,088.955	19.712	5.776	5
9	35.0	33.054	53.141	70,542.065	18.515	5.425	5
10	33.7	54.956	55.345	1,381.370	0.000	0.000	-
11	34.1	38.899	60.522	76,829.385	20.218	5.924	5
12	34.0	33.292	53.383	69,605.668	18.126	5.312	5
13	33.6	56.970	57.293	1,162.809	0.000	0.000	-
14	33.0	44.764	63.276	66,057.733	17.338	5.080	5
15	33.3	34.494	55.294	73,998.470	19.270	5.647	5

16	33.2	55.113	56.430	4,522.613	0.000	0.000	-
17	32.9	53.513	61.414	28,489.534	7.324	2.146	1
18	33.1	34.492	54.691	72,817.931	18.529	5.429	5
19	33.0	41.176	52.330	39,309.700	0.000	0.000	-
20	32.8	56.691	60.196	12,362.444	0.000	0.000	-
21	32.7	37.215	58.954	76,228.808	19.800	5.802	5
22	33.0	32.345	52.870	73,559.183	19.409	5.687	5
23	33.0	40.897	51.559	37,677.960	0.000	0.000	-
24	34.1	54.901	61.108	21,340.280	0.000	0.000	-
25	33.0	38.713	60.803	67,387.992	19.738	5.784	5
ค่าเฉลี่ย	33.6	43.272	57.395	50,354.672	11.863	3.476	4.471

4.4 จำนวนประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศในผลการทดลองที่ 2 (Inverter)

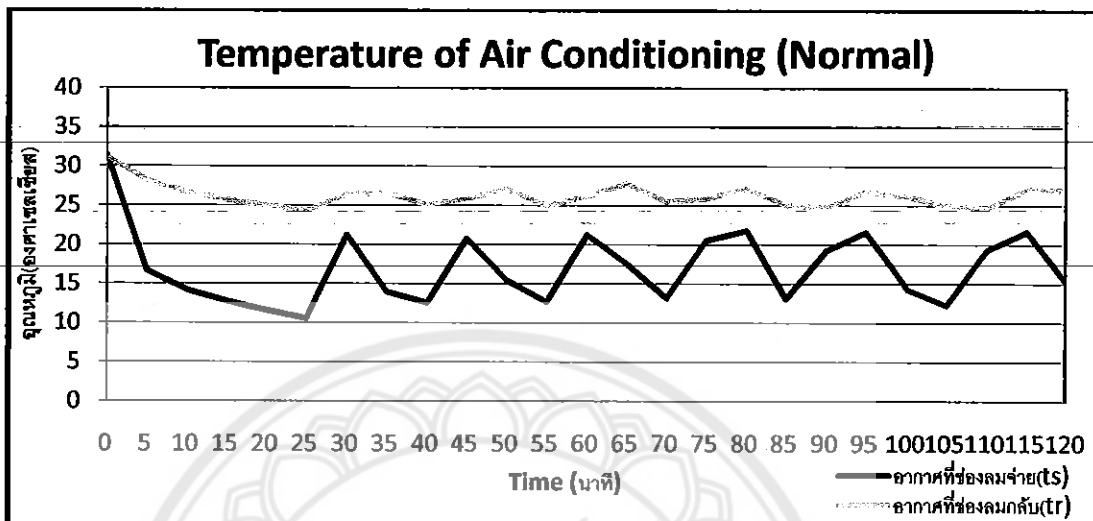
ตารางที่ 4.4- ตารางข้อมูลประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ผลการทดลองที่ 2

ครั้งที่วัด	อุณหภูมิ นอกห้อง	h_s (kJ/kg)	h_r (kJ/kg)	คุณสมบัติเครื่องปรับอากาศ			
				Q (Btu/hr)	EER ((Btu/hr)/W)	COP	<i>Energy Label</i>
1	33.0	82.459	83.710	0.000	0.000	0.000	-
2	34.1	52.906	73.500	70,312.569	23.674	6.937	5
3	33.0	43.265	65.727	80,716.028	20.803	6.096	5
4	33.0	36.712	58.751	77,826.008	20.110	5.893	5
5	32.7	33.292	54.252	74,602.902	19.327	5.663	5
6	32.8	31.877	51.594	69,751.629	18.260	5.351	5
7	33.0	30.048	49.537	68,990.718	18.108	5.306	5
8	33.1	28.260	47.803	65,963.099	17.268	5.060	5
9	32.9	37.481	47.067	32,692.922	0.000	0.000	-
10	33.2	53.777	55.061	4,506.881	0.000	0.000	-
11	33.3	41.786	59.033	59,986.346	23.161	6.787	5
12	33.0	34.736	53.706	67,932.911	20.524	6.014	5
13	33.6	30.275	50.812	72,199.374	19.050	5.582	5
14	34.0	52.767	53.178	1,510.917	0.000	0.000	-
15	34.1	43.261	60.536	62,554.016	24.059	7.050	5

16	33.7	37.976	57.004	69,408.127	23.449	6.871	5
17	35.0	32.118	52.870	73,408.725	18.920	5.544	5
18	34.3	47.979	49.526	5,509.640	0.000	0.000	-
19	34.0	51.622	57.890	22,458.711	0.000	0.000	-
20	33.7	43.234	61.434	64,965.096	24.987	7.322	5
21	34.6	35.468	55.824	72,876.387	21.434	6.281	5
22	34.1	31.180	51.031	72,588.995	18.903	5.539	5
23	33.8	50.271	57.313	25,239.167	0.000	0.000	-
24	34.1	47.713	62.047	51,137.090	0.000	0.000	-
25	33.8	39.783	58.954	69,881.514	22.837	6.692	5
ค่าเฉลี่ย	33.596	42.010	57.127	53,480.791	14.195	4.159	5

4.5 ข้อมูลมาแสดงเป็นกราฟ

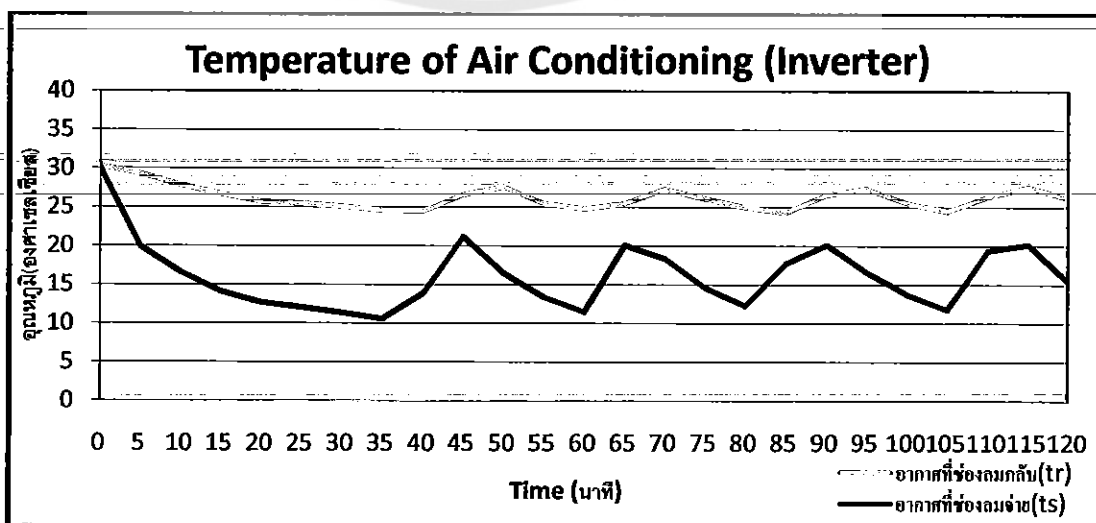
4.5.1 กราฟอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 1)



รูปที่ 4.1 กราฟอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.1 การวัดครั้งที่ 7,10,13,16,19 และ 23 (นาทีที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแผ่นคอยล์ไม่หยุดทำงาน ยังมีลมไหลผ่านชุดพัดลมคอยล์ อุณหภูมิค้ำลมจ่ายค่อยๆ สูงขึ้น และคอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8,11,14,17,21 และ 25 (นาทีที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) เป็นผลให้อุณหภูมิค้ำลมจ่ายค่อยๆ ลดลงจนอุณหภูมิห้องเท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ (25°C) คอมเพรสเซอร์จะหยุดทำงาน

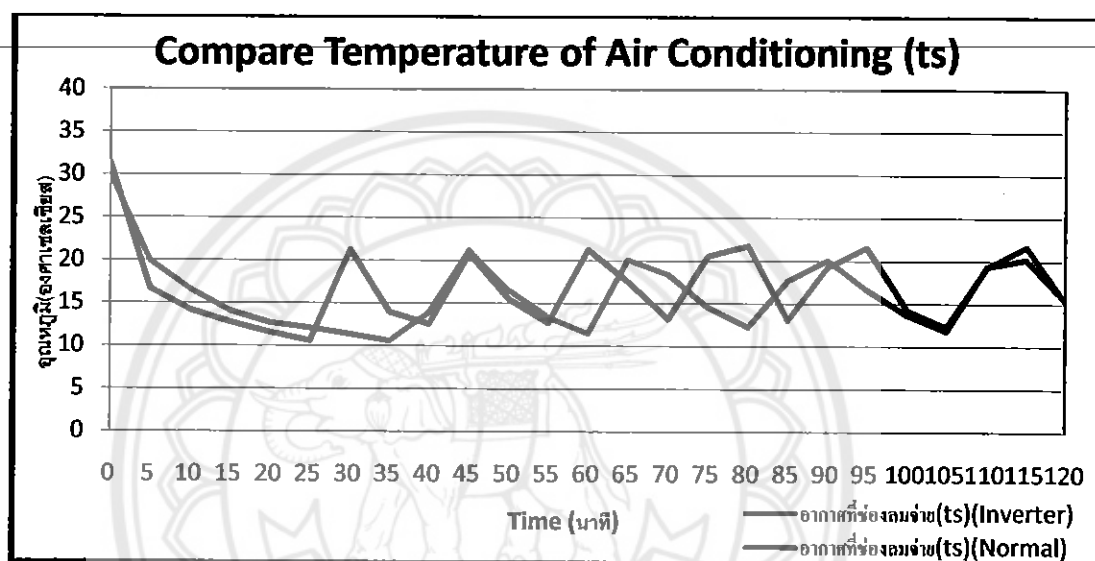
4.5.2 กราฟอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 2)



รูปที่ 4.2 กราฟอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.2 การวัดครั้งที่ 9,14,18 และ 23 (นาฬิกาที่ 45,70,90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงาน ยังมีลมไหลผ่านชุดแฟนคอยล์ อุณหภูมิด้านลมจ่ายค่อยๆ สูงขึ้น และคอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11,15,20 และ 25 (นาฬิกาที่ 55,75,100 และ 125) เป็นผลให้อุณหภูมิด้านลมจ่ายค่อยๆ ลดลงจนอุณหภูมิห้องเท่ากับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ (25°C) คอมเพรสเซอร์จะหยุดทำงาน

4.5.3 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมจ่ายทั้ง 2 การทดลอง

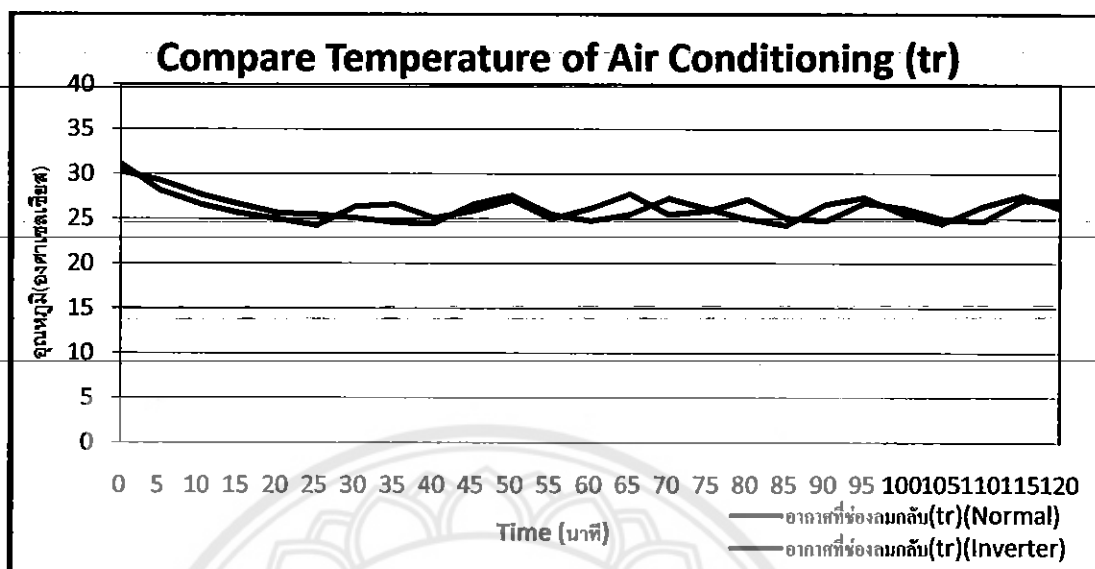


รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมจ่ายทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมจ่าย แบบ (*Normal*) 17.388°C และแบบ (*Inverter*) 16.168°C จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

เมื่อเริ่มทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบ (*Normal*) อุณหภูมิด้านลมจ่ายจะลดอุณหภูมิไวกว่าเล็กน้อยช่วงหนึ่งและสามารถทำอุณหภูมิห้องได้ไวกว่าโดยอุณหภูมิจะถึง 25°C ก่อนในช่วงเวลานาฬิกาที่ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบ (*Inverter*) ในช่วงเวลานาฬิกาที่ 35 จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.5

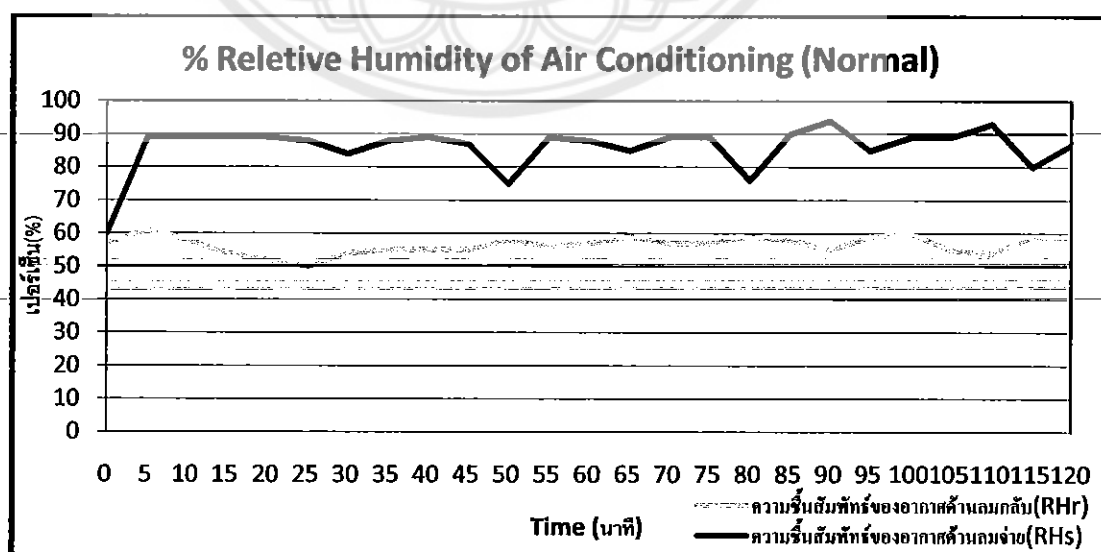
4.5.4 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมกลับทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมกลับทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมกลับในแบบ (Normal) 27.358°C และแบบ (Inverter) 26.256°C จะมีค่าของอุณหภูมิที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เปรียบเทียบจากเมื่ออุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมจ่ายมีค่าน้อยจึงทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมกลับก็มีค่าน้อยเช่นกันจะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

4.5.5 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 1)

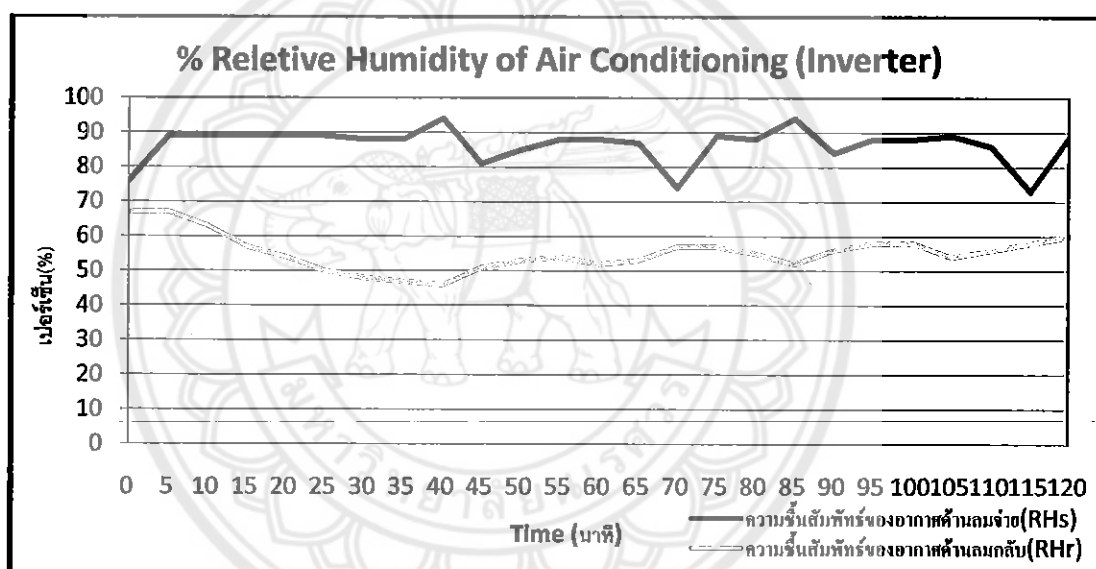


รูปที่ 4.5 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.5 การวัดครั้งที่ 7,10,13,16,19 และ 23 (นาทิตี่ 35,50,65,80,95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงานค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมจ่ายจะมีปริมาณสูงขึ้นช่วงขณะและลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงซ้ำ ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมกลับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนมีค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมจ่ายและค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมกลับใกล้เคียงกัน

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8,11,14,17,21 และ 25 (นาทิตี่ 40,55,70,85,105 และ 125) เป็นผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมจ่ายจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมกลับจะลดลง

4.5.6 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 2)

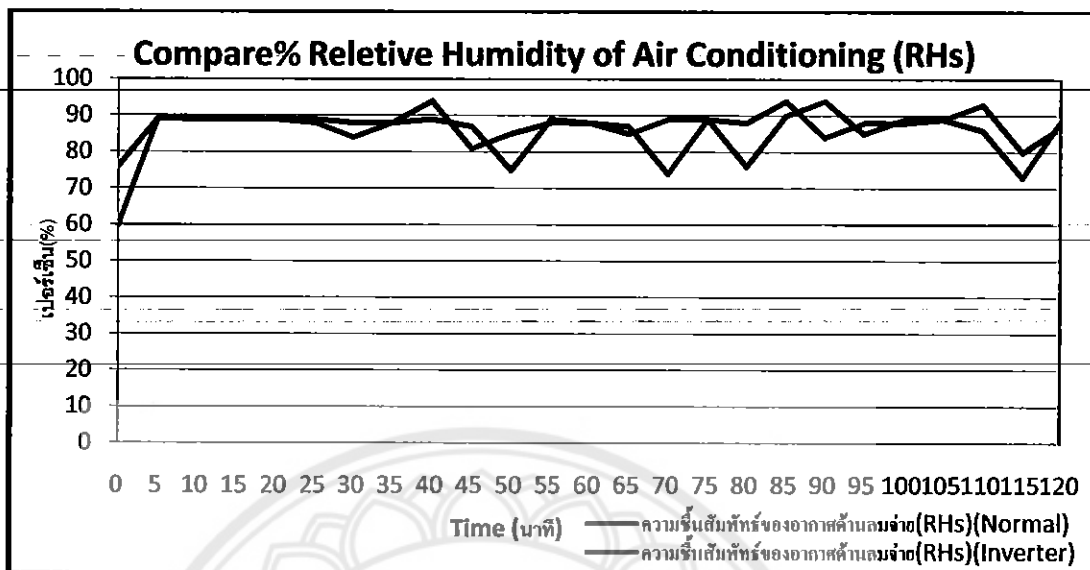


รูปที่ 4.6 กราฟความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.6 การวัดครั้งที่ 9,14,18 และ 23 (นาทิตี่ 45, 70,90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงานค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมจ่ายจะมีปริมาณสูงขึ้นช่วงขณะและลดต่ำลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงซ้ำ ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมกลับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนมีค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมจ่ายและค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมกลับใกล้เคียงกัน

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11,15,20 และ 25 (นาทิตี่ 55,75,100 และ 125) เป็นผลให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมจ่ายจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่ความชื้นสัมพัทธ์อากาศด้านลมกลับจะลดลง

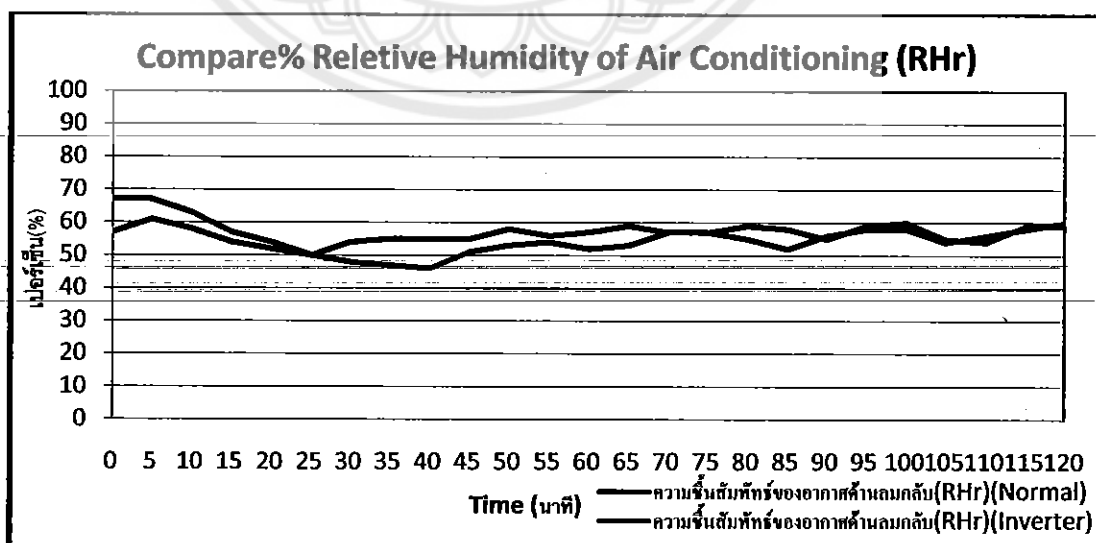
4.5.7 กราฟเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมจ่ายทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมจ่ายทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมจ่ายในแบบ (Normal) 86.360% มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อยกว่าแบบ (Inverter) 90.083% เพราะว่าแบบ (Inverter) มีอุณหภูมิของอากาศที่ห้องลมจ่ายมีอุณหภูมิต่ำจึงทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมจ่ายมีค่าสูงจะปรากฏให้เห็น ในตารางที่ 4.5

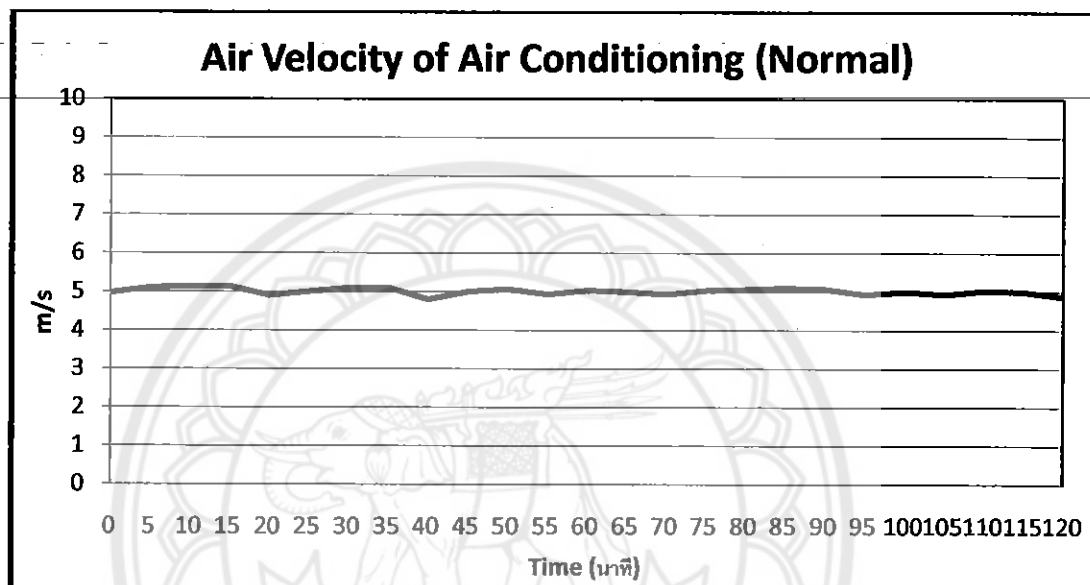
4.5.8 กราฟเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมกลับทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ห้องลมกลับทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมกลับแบบ (Normal) 58.875%มากกว่าแบบ (Inverter) 55.680%เพราะว่าแบบ (Normal) มีอุณหภูมิของอากาศที่ช่องลมกลับมีอุณหภูมิต่ำจึงทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ช่องลมกลับมีค่าสูง จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

4.5.9 กราฟความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่าย (การทดลองที่1)

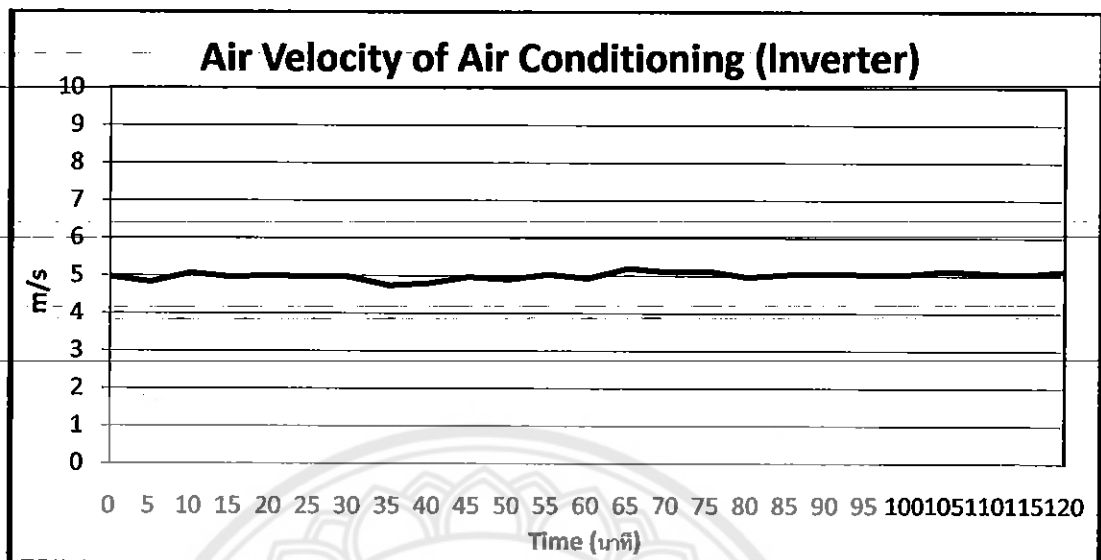


รูปที่ 4.9 กราฟความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่าย (การทดลองที่1)

จากรูปที่ 4.9 การวัดครั้งที่ 7,10,13,16,19 และ 23 (นาทีที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงาน แต่ลดความเร็วลมจะลดลงชั่วคราวและกลับสู่ระดับความเร็วที่ 5 (m/s) ภายในเวลา 2 ถึง 3 นาที

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8,11,14,17,21 และ 25 (นาทีที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) ความเร็วลมจะสูงขึ้นชั่วคราวและกลับสู่ระดับปกติ

4.5.10 กราฟความเร็วลมของอากาศที่ห้องลมจ่าย (การทดลองที่ 2)

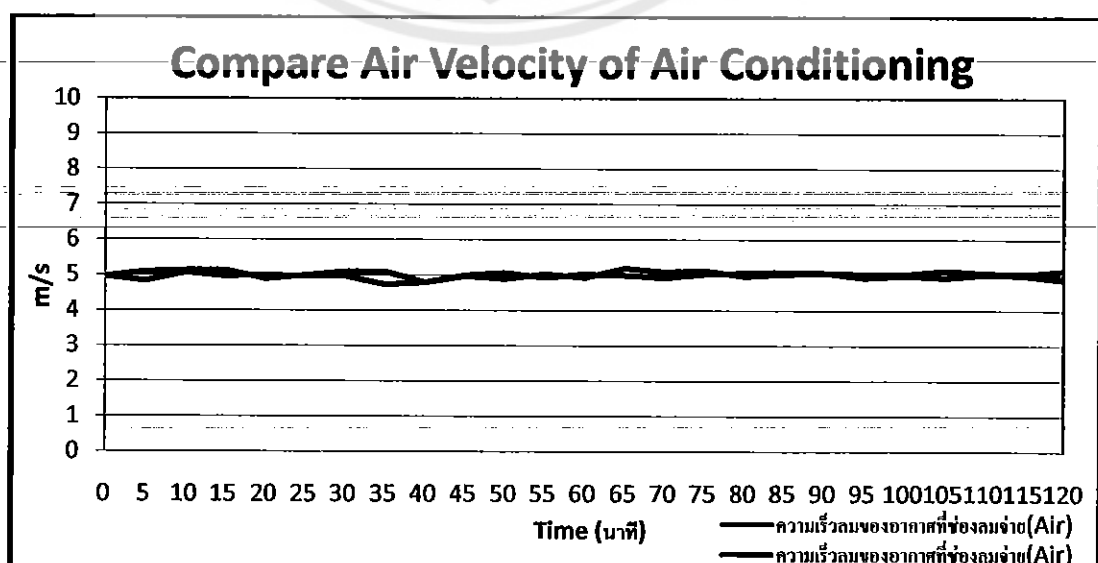


รูปที่ 4.10 กราฟความเร็วลมของอากาศที่ห้องลมจ่าย (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.10 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาทีที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงาน แต่ลดความเร็วลมจะลดลงชั่วคราวและกลับสู่ระดับความเร็วที่ 5 (m/s) ภายในเวลา 2 ถึง 3 นาที

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาทีที่ 55, 75, 100 และ 125) ความเร็วลมจะสูงขึ้นชั่วคราวและกลับสู่ระดับปกติ

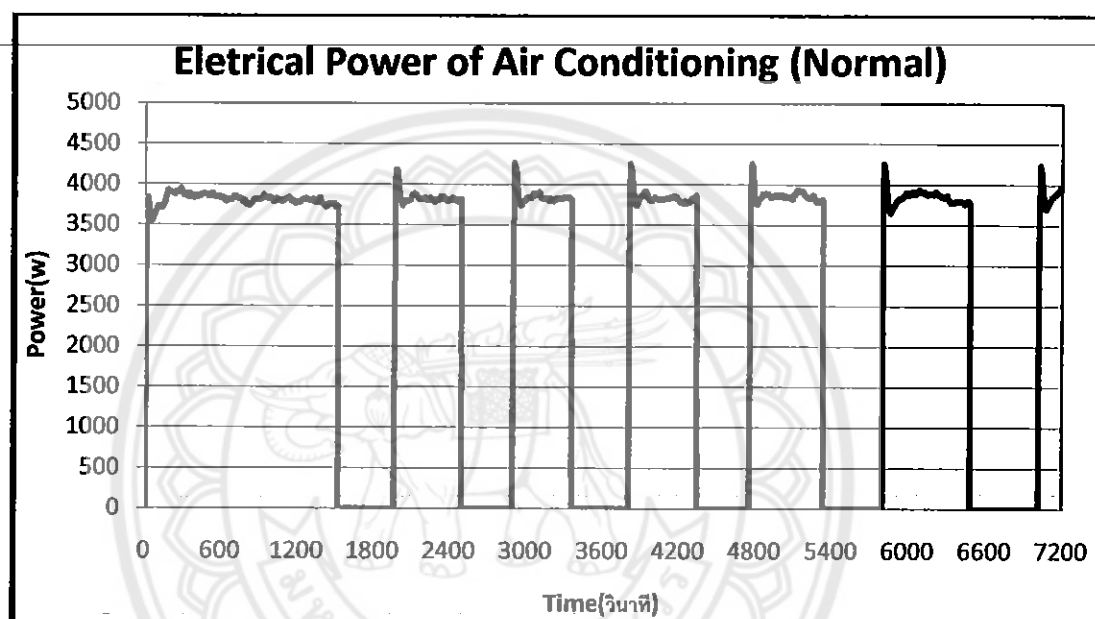
4.5.11 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมของอากาศที่ห้องลมจ่าย ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.11 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมของอากาศที่ห้องลมจ่าย ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่ายทั้งแบบ (*Normal*) $4.991(m/s)$ และแบบ (*Inverter*) $5.004(m/s)$ จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5 ใกล้เคียงกัน เพราะการทดลองทั้ง 2 แบบนี้เป็นการใช้เครื่องปรับอากาศเครื่องเดียวกันและไม่ว่าจะกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ที่ $25^{\circ}C$ หรือ $27^{\circ}C$ ก็ตาม ความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่ายที่ได้ต้องใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกัน เพราะแรงลมของพัดลมคอยล์เย็น ไม่มีผลกับอุณหภูมิห้อง

4.5.12 กราฟกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 1)

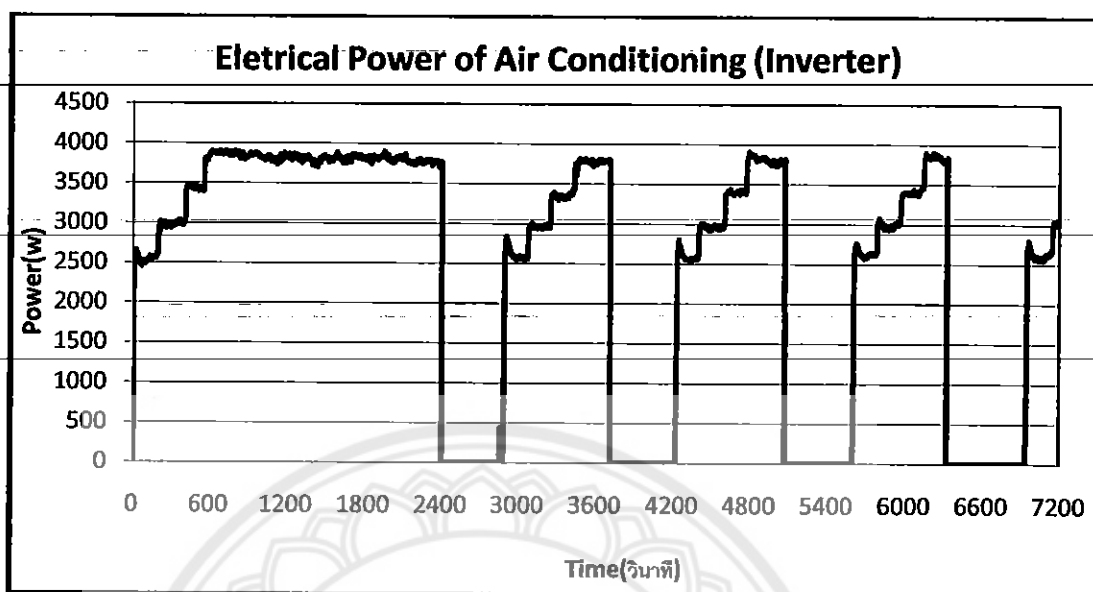


รูปที่ 4.12 กราฟกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.12 การวัดครั้งที่ 7, 10, 13, 16, 19 และ 23 (นาฬิกาที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการใช้กำลังไฟฟ้าจึงลดลงมีเพียงพัดลมแฟนคอยล์เท่านั้นที่ทำงาน

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8, 11, 14, 17, 21 และ 25 (นาฬิกาที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) กำลังไฟฟ้าจะสูงมากกว่าปกติเล็กน้อยชั่วขณะและกลับสู่ระดับปกติเนื่องจากต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

4.5.13 กราฟกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 2)

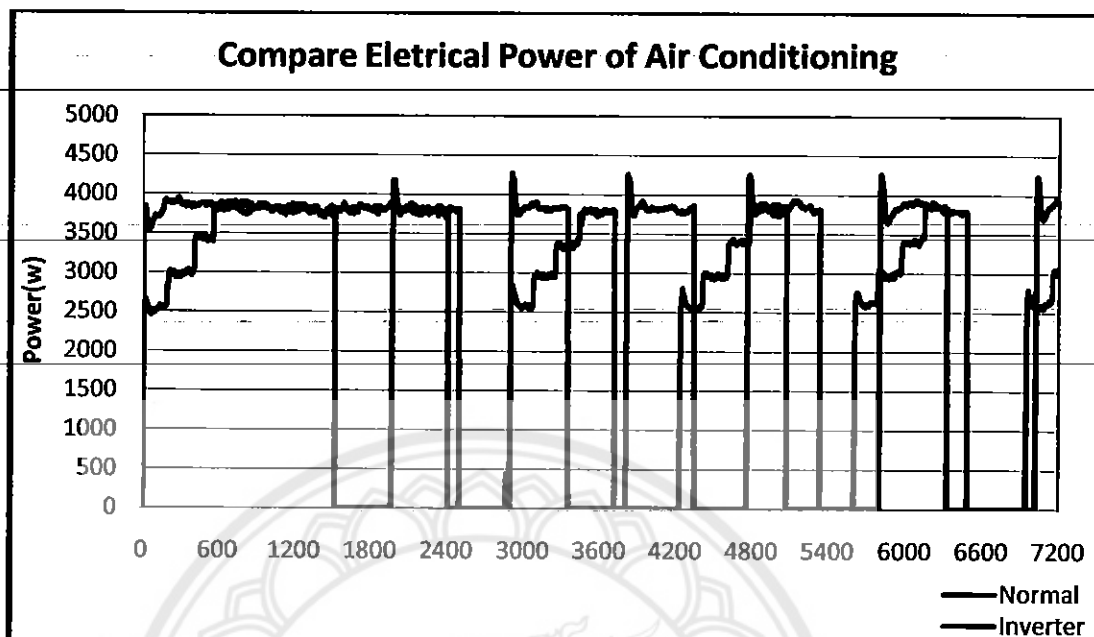


รูปที่ 4.13 กราฟกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.13 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาทีที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการใช้กำลังไฟฟ้าจึงลดลงมีเพียงพัดลมแฟนคอยล์เท่านั้นที่ทำงาน

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาทีที่ 55, 75, 100 และ 125) เมื่อจ่ายความถี่ที่ 35Hz กำลังไฟฟ้าจะสูงมากกว่าปกติเล็กน้อยชั่วขณะเนื่องจากต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และพออีก 3 นาทีก็จ่ายความถี่ที่ 40Hz, 45Hz, 50Hz จนระบบอินเวอร์เตอร์จะค่อยๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไปจนเข้าสู่ระดับปกติ และจะหยุดทำงานเมื่ออุณหภูมิห้องถึง 25°C

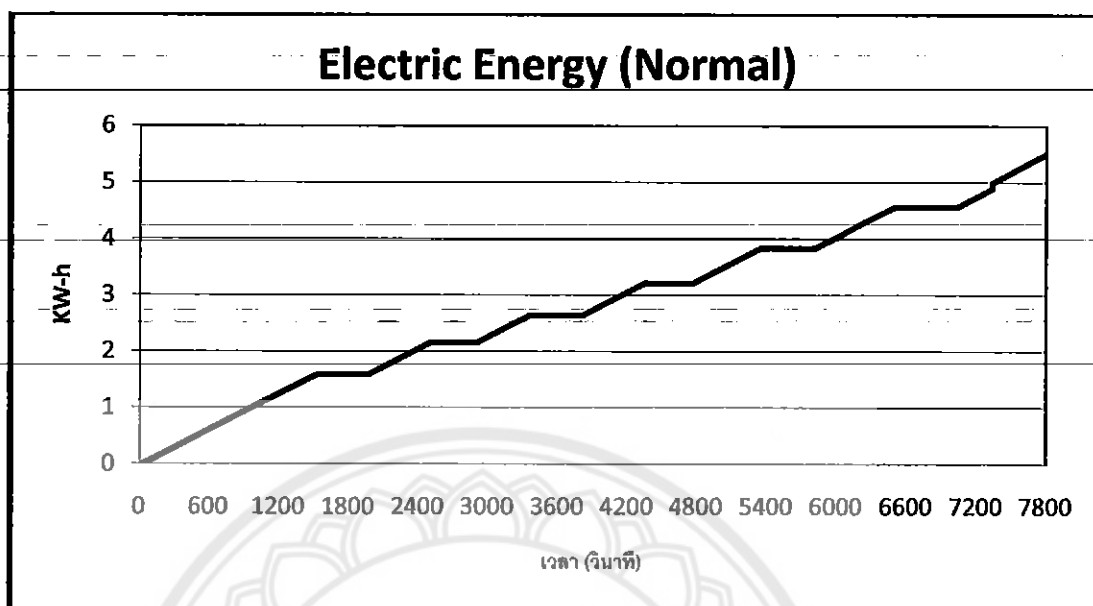
4.5.14 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.14 การสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของแบบอินเวอร์เตอร์จะใช้ความถี่ที่ 35–50Hz จึงมีการหยุดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ช้ากว่า ส่วนการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของแบบธรรมดาจะใช้ความถี่ที่ 50Hz จึงมีการหยุดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ไวกว่า แต่ช่วงเวลาที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทั้ง 2 แบบหยุดทำงานทุกครั้งจะมีความห่างของเวลาใกล้เคียงกันมากเพราะมีปัจจัยภายนอกที่เหมือนกัน

4.5.15 กราฟพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (KW-h) (การทดลองที่1)

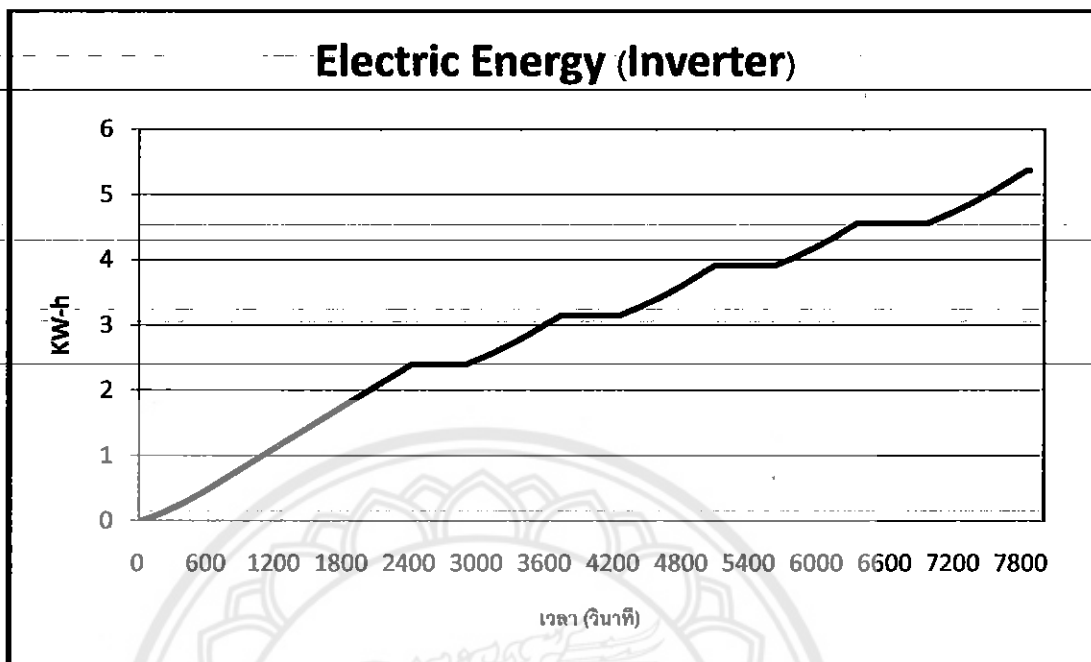


รูปที่ 4.15 กราฟพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่1)

จากรูปที่ 4.15 การวัดครั้งที่ 7,10,13,16,19 และ 23 (นาทีที่ 35,50,65,80,95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานจึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเดินในระดับคงที่ จนถึงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้งมีเพียงพัดลมแฟนคอยล์เท่านั้นที่ทำงาน

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8,11,14,17,21 และ 25 (นาทีที่ 40,55,70,85,105 และ 125) เป็นเวลาที่พลังงานไฟฟ้าจะเริ่มเดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเวลาที่คอมเพรสเซอร์หยุดทำงานอีกครั้ง

4.5.16 กราฟพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (KW-h) (การทดลองที่ 2)

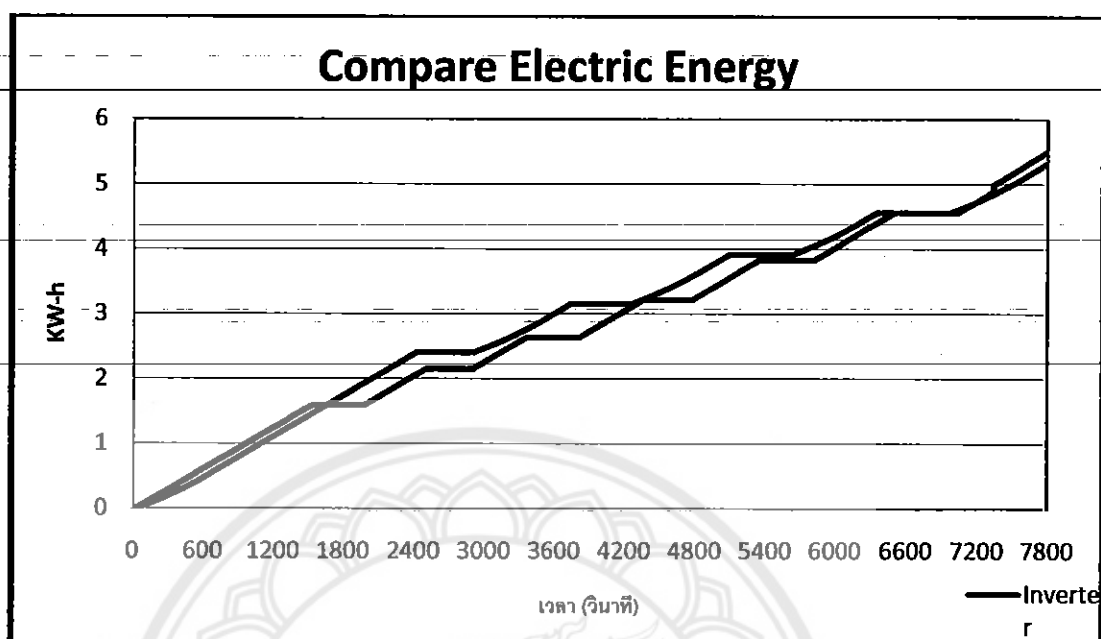


รูปที่ 4.16 กราฟพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.16 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาทีที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานจึงทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเดินในระดับคงที่ จนถึงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง มีเพียงพัดลมแฟนคอยล์เท่านั้นที่ทำงาน

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาทีที่ 55, 75, 100 และ 125) เป็นเวลาที่พลังงานไฟฟ้าจะเริ่มเดินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเวลาที่คอมเพรสเซอร์หยุดทำงานอีกครั้ง

4.5.17 กราฟเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ($KW-h$) ทั้ง 2 การทดลอง

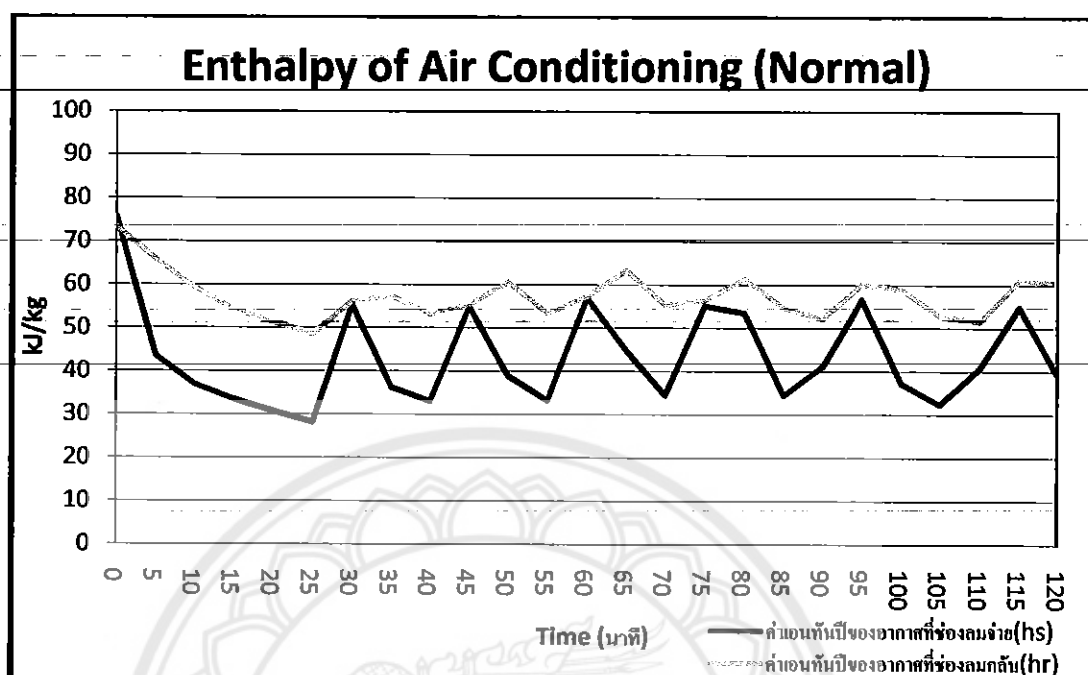


รูปที่ 4.17 กราฟเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบ (*Normal*) 5.59 ($KW-h$) มากกว่าแบบ (*Inverter*) 5.37 ($KW-h$) ถ้ามีการหยุดของกราฟมากก็จะมีการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์บ่อยครั้งขึ้นด้วย

จากรูปที่ 4.17 การสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของแบบอินเวอร์เตอร์จะใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของแบบธรรมดา แต่แบบธรรมดามีความสามารถในการอุณหภูมิที่ $25^{\circ}C$ ก่อน สืบเนื่องจากการหยุดเดินของพลังงานไฟฟ้าที่ไวกว่า และการใช้พลังงานไฟฟ้าของแบบธรรมดาจะมีค่าสูงกว่า เมื่อมีเวลาในการใช้งานมากขึ้น แต่แบบอินเวอร์เตอร์จะประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเมื่อมีทำงานมากขึ้น

4.5.18 กราฟเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 1)

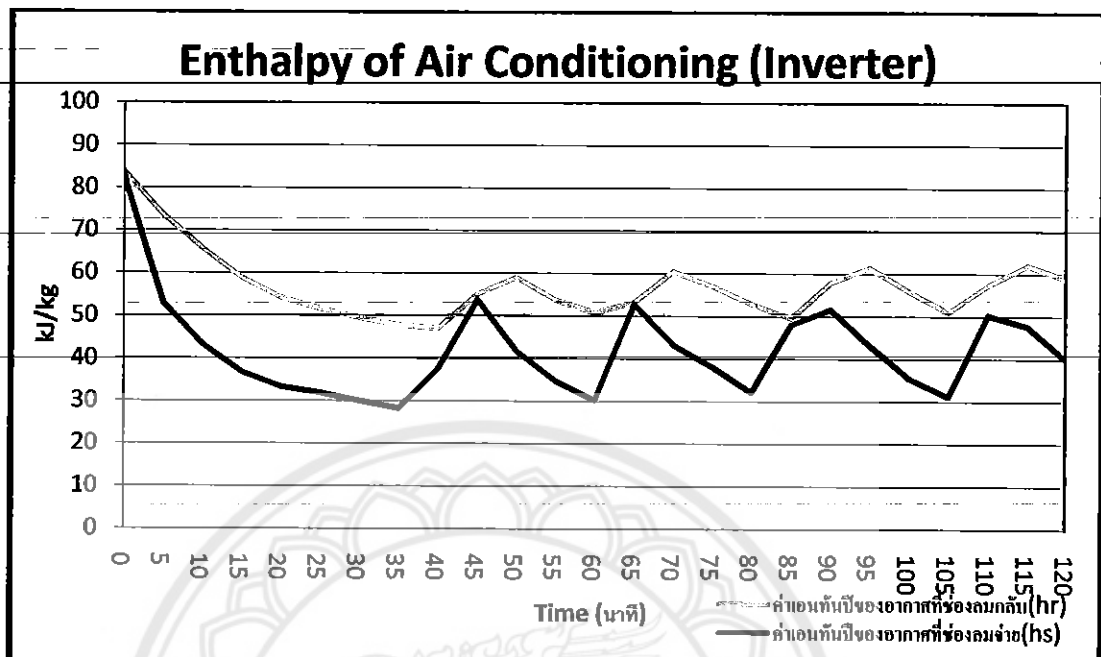


รูปที่ 4.18 กราฟเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่ายและห้องลมกลับ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.18 การวัดครั้งที่ 7, 10, 13, 16, 19 และ 23 (นาทีที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงาน ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่ายสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนใกล้เคียงกับค่าเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมกลับ และค่าเอนทัลปีของด้านลมกลับก็สูงขึ้นเช่นกัน

ช่วงที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8, 11, 14, 17, 21 และ 25 (นาทีที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่ายลดลงอย่างรวดเร็วจนได้ค่าที่ค่อนข้างนิ่ง (มีการแกว่งตัวเล็กน้อย) แต่ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมกลับจะลดลงช้าๆ จนได้ค่าที่ค่อนข้างนิ่งที่ค่าหนึ่ง (มีการแกว่งตัวเล็กน้อย) และอยู่ในสถานะเช่นนี้ต่อไปจนกว่าคอมเพรสเซอร์จะหยุดทำงาน

4.5.19 กราฟเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 1)

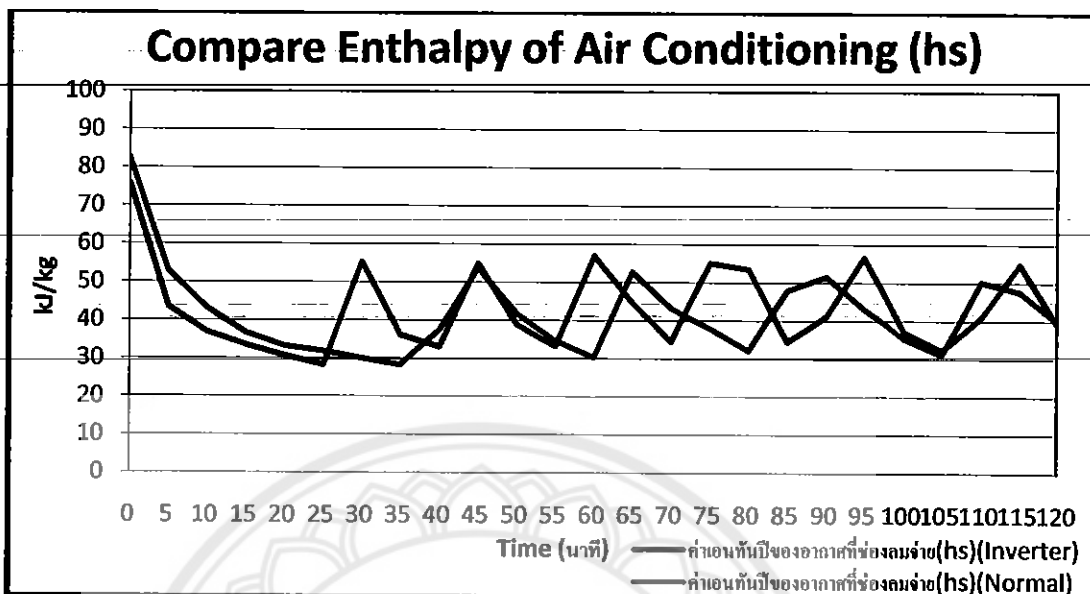


รูปที่ 4.19 กราฟเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.19 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาทีที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน แต่พัดลมแฟนคอยล์ไม่หยุดทำงาน ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่ายสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนใกล้เคียงกับค่าเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมกลับ และค่าเอนทัลปีของด้านลมกลับก็สูงขึ้นเช่นกัน

ช่วงที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาทีที่ 55, 75, 100 และ 125) ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมจ่ายลดลงอย่างรวดเร็วจนได้ค่าที่ค่อนข้างนิ่ง (มีการแกว่งตัวเล็กน้อย) แต่ค่าเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมกลับจะลดลงช้าๆ จนได้ค่าที่ค่อนข้างนิ่งที่ค่าหนึ่ง (มีการแกว่งตัวเล็กน้อย) และอยู่ในสถานะเช่นนี้ต่อไปจนกว่าคอมเพรสเซอร์จะหยุดทำงาน

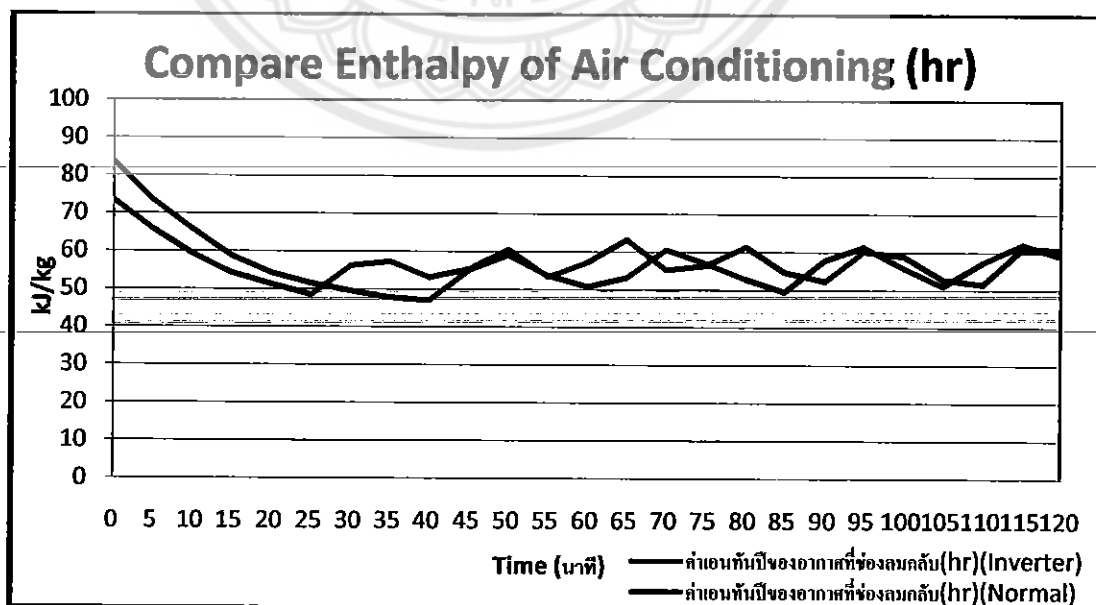
4.5.20 กราฟเปรียบเทียบเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่าย ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.20 กราฟเปรียบเทียบเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่าย ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่ายแบบ (Normal) 43.272°C แบบ (Inverter) 42.010°C ถ้ามีค่าเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมจ่ายมากก็จะมี การสตาร์ทมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์บ่อยครั้งขึ้นด้วย จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

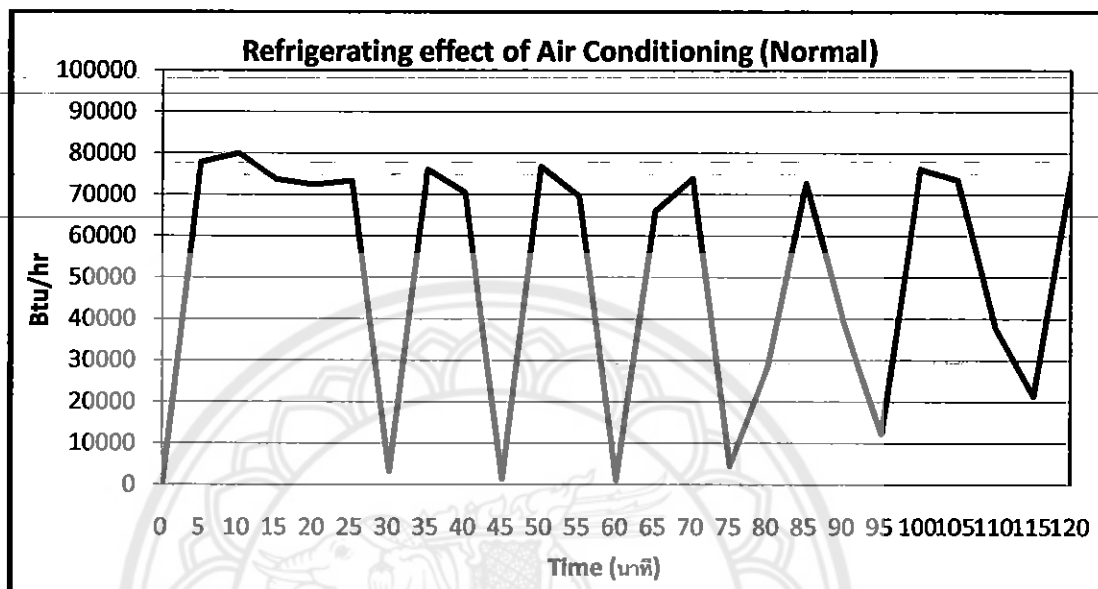
4.5.21 กราฟเปรียบเทียบเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมกลับ ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.21 กราฟเปรียบเทียบเอนทัลปีของอากาศที่ห้องลมกลับ ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยเอนทัลปีของอากาศที่ช่องลมกลับแบบ (Normal) 57.395°C มากกว่าแบบ (Inverter) 57.127°C จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

4.5.22 กราฟค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)

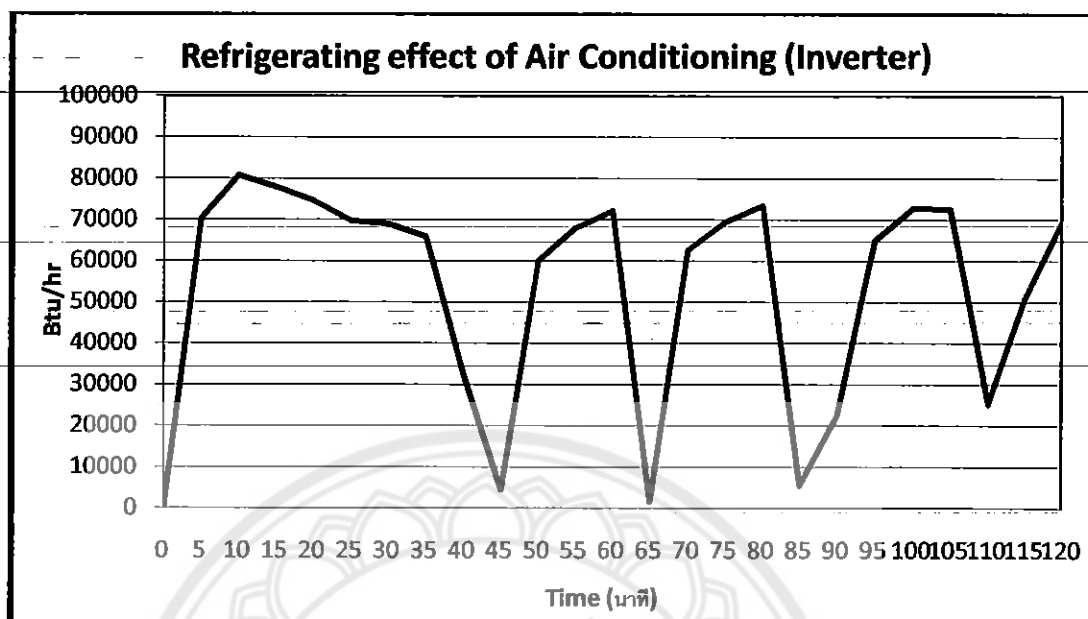


รูปที่ 4.22 กราฟค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.22 การวัดครั้งที่ 7, 10, 13, 16, 19 และ 23 (นาทีที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ไม่สามารถหาค่าความสามารถทำความเย็น

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8, 11, 14, 17, 21 และ 25 (นาทีที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าความสามารถทำความเย็นจะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.22

4.5.23 กราฟค่าความสามารถทำความเย็น(Q) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)

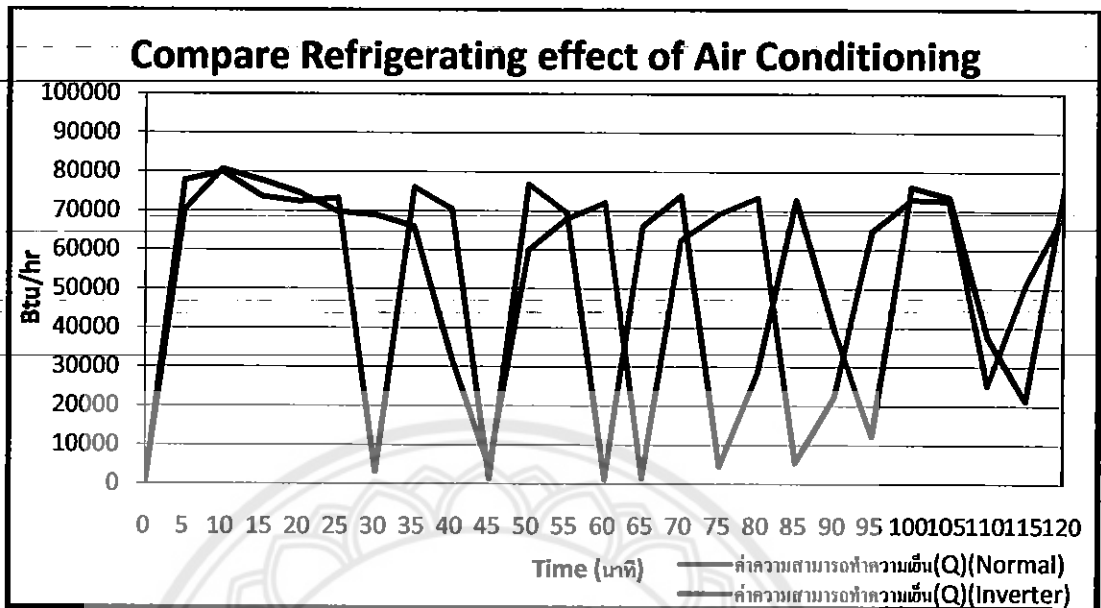


รูปที่ 4.23 กราฟค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.23 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาทีที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ไม่สามารถหาค่าความสามารถทำความเย็น

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาทีที่ 55, 75, 100 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าความสามารถทำความเย็นจะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.23

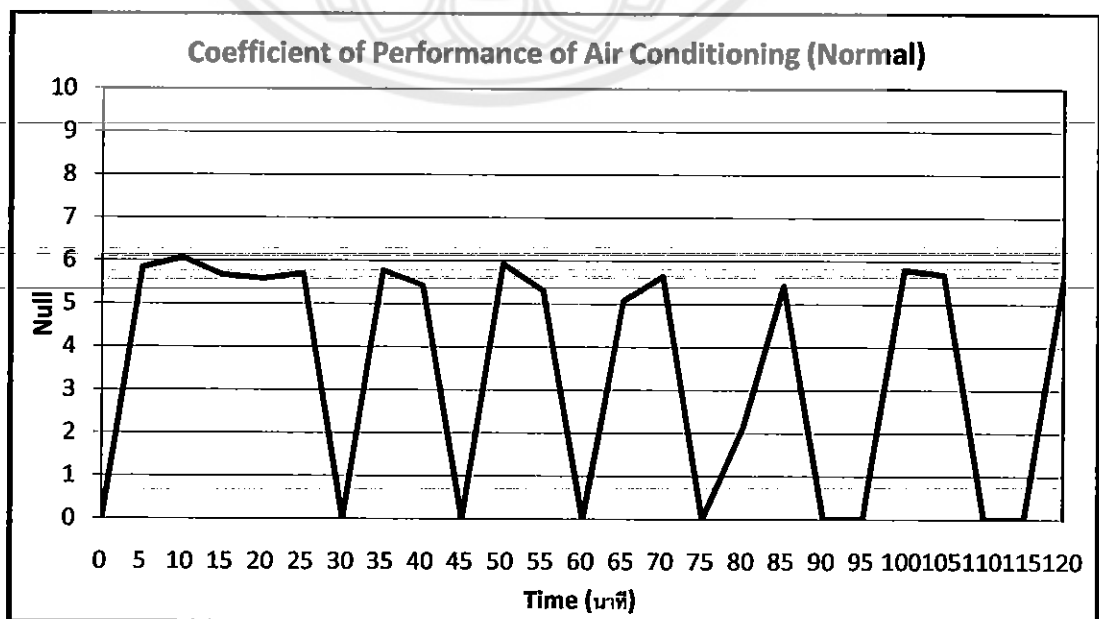
4.5.24 กราฟเปรียบเทียบค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.24 กราฟเปรียบเทียบค่าความสามารถทำความเย็น (Q) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยความสามารถทำความเย็นแบบ (Normal) 50,354.672 (Btu / hr) น้อยกว่าแบบ (Inverter) 53,480.791 (Btu / hr) โดยแบบอินเวอร์เตอร์มีความสามารถทำความเย็นมากกว่า เพราะไม่ต้องสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์บ่อยๆ จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

4.5.25 กราฟสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)

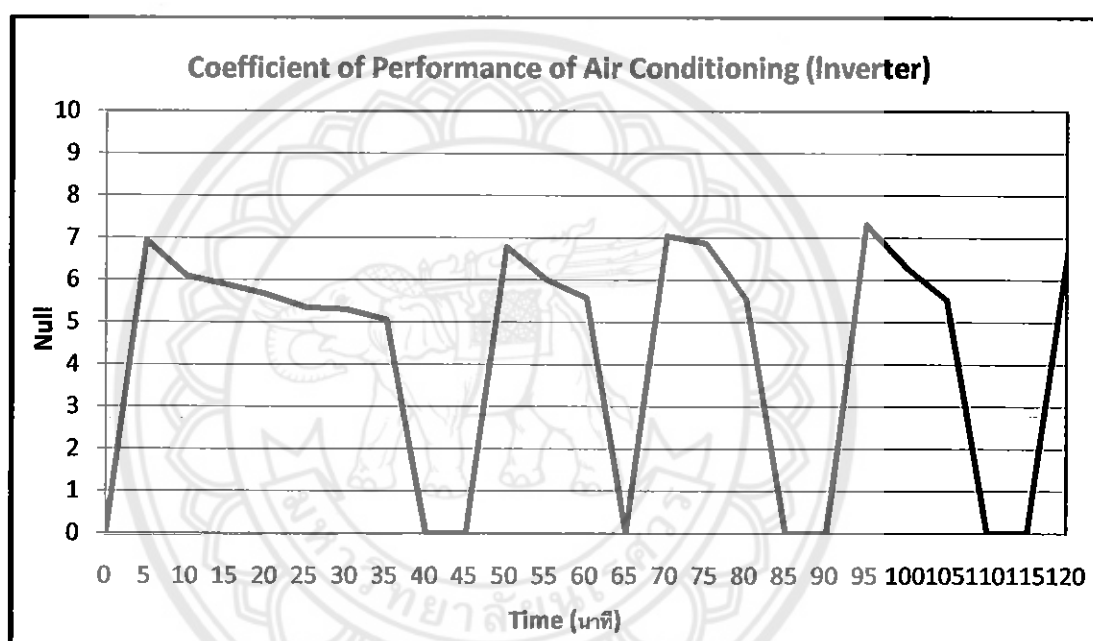


รูปที่ 4.25 กราฟสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.25 การวัดครั้งที่ 7, 10, 13, 16, 19 และ 23 (นาฬิกาที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ไม่สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ในการทำความเย็นได้

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8, 11, 14, 17, 21 และ 25 (นาฬิกาที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.26

4.5.26 กราฟสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)

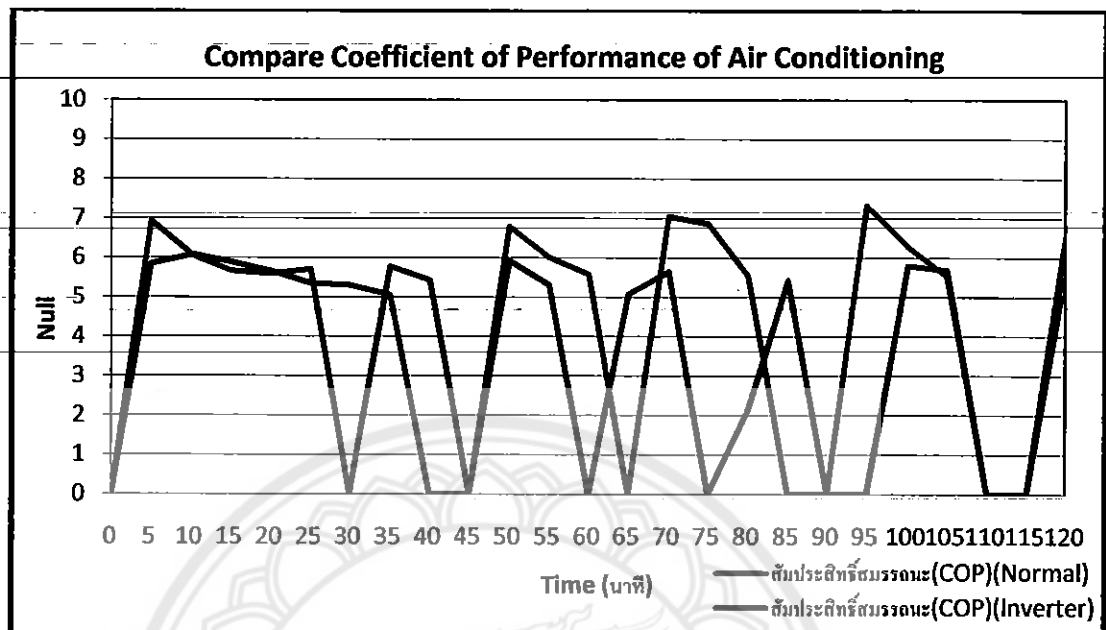


รูปที่ 4.26 กราฟสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.26 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาฬิกาที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ไม่สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ในการทำความเย็นได้

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาฬิกาที่ 55, 75, 100 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.26

4.5.27 กราฟเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.27 กราฟเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) แบบ (Normal) 3.476 น้อยกว่าแบบ (Inverter) 4.159 จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

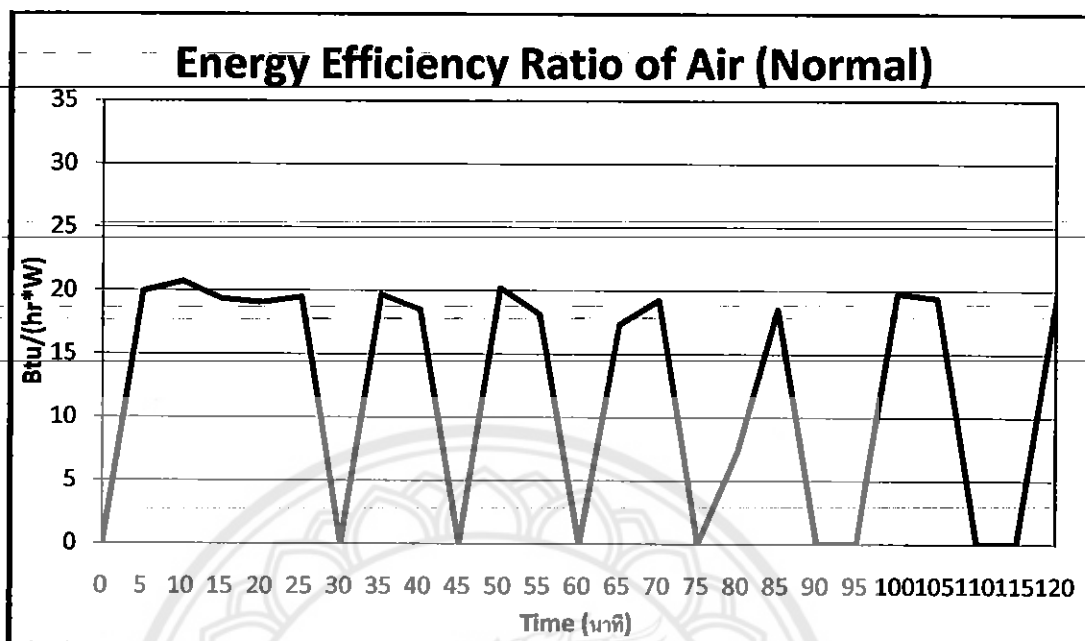
โดยค่าของ (COP) ยังมีค่ามาก ยิ่งดี เพราะทำให้ใช้พลังงาน ไฟฟ้าน้อยและได้ความสามารถทำความเย็นมากขึ้นด้วยจากสูตร (4.1)

$$COP = \frac{Q}{3.41266P_e} \quad (4.1)$$

ดังนั้น

$$Q = 3.41266P_e \times COP \text{ Btu/hr}$$

4.5.28 กราฟอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)

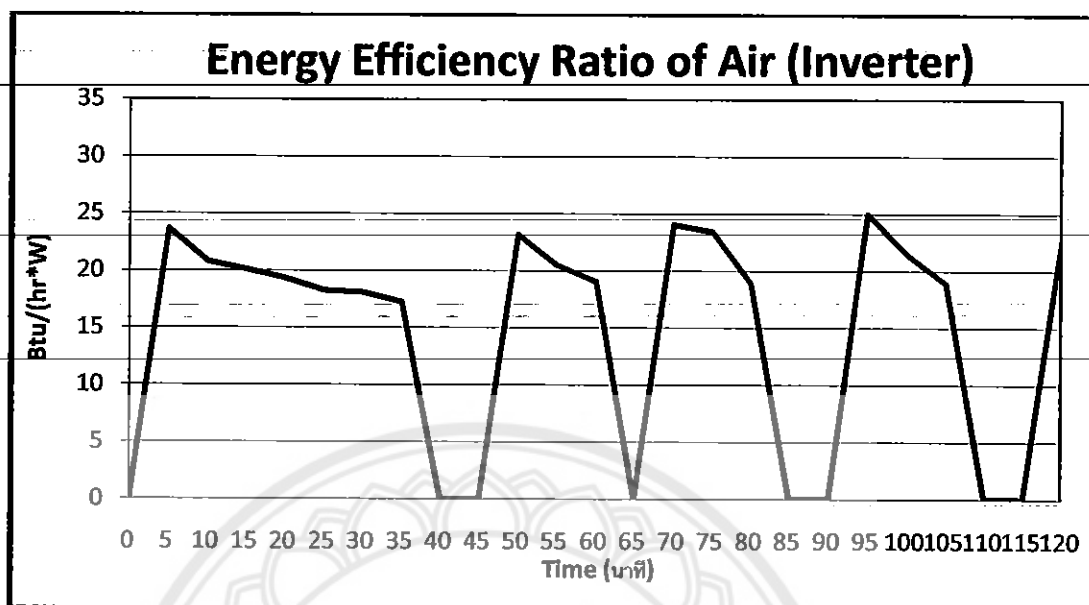


รูปที่ 4.28 กราฟอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.28 การวัดครั้งที่ 7, 10, 13, 16, 19 และ 23 (นาทีที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน การทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ไม่สามารถหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ในการทำความเย็นได้

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8, 11, 14, 17, 21 และ 25 (นาทีที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.28

4.5.29 กราฟอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)

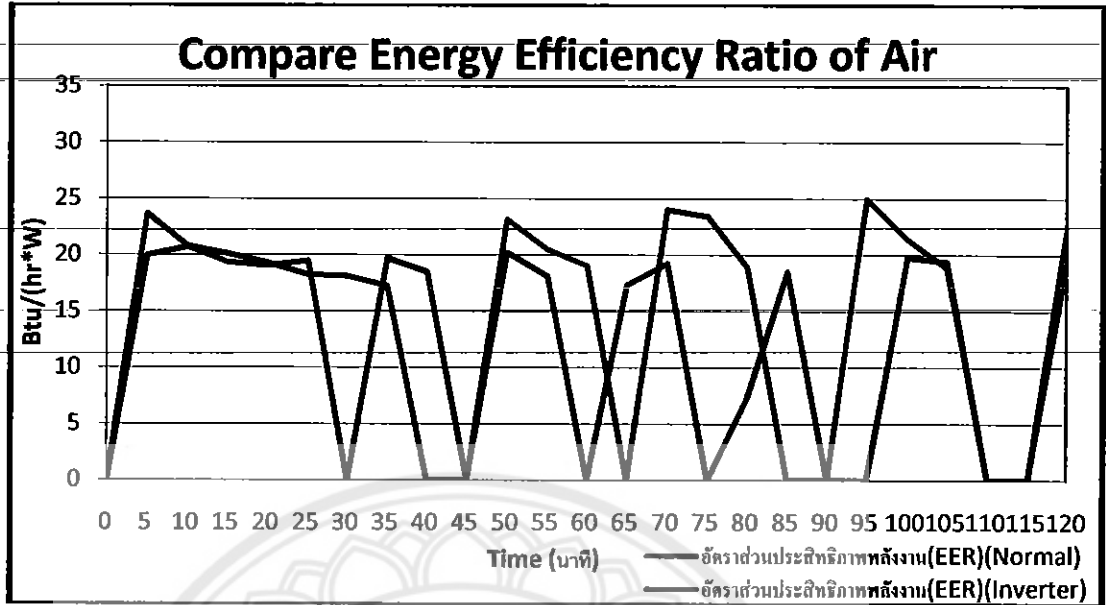


รูปที่ 4.29 กราฟอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.29 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาฬิกาที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงาน การทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ไม่สามารถหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ในการทำความเย็นได้

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาฬิกาที่ 55, 75, 100 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้ จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.29

4.5.30 กราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (*EER*) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.30 กราฟเปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (*EER*) ที่ได้ ทั้ง 2 การทดลอง

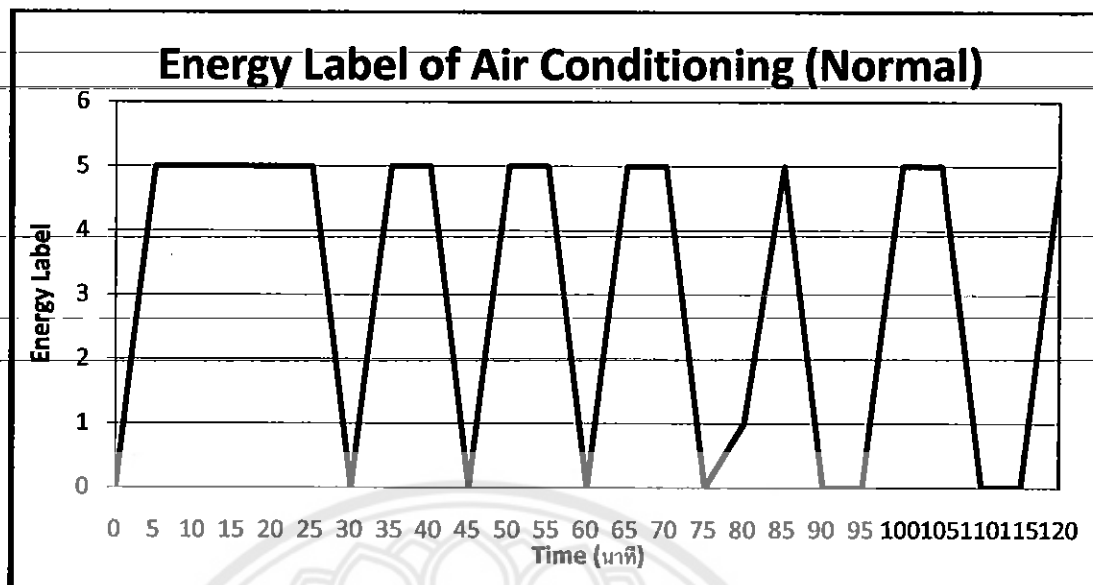
จากรูปที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (*EER*) แบบ (*Normal*) 11.863 ((*Btu/hr*)/*W*) น้อยกว่าแบบ (*Inverter*) 14.195 ((*Btu/hr*)/*W*) จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

โดยค่าของ (*EER*) ยิ่งมีค่ามาก ยิ่งดี เพราะทำให้ความสามารถทำความเย็นมากขึ้นด้วย จากสูตร(4.2)

$$ERR = \frac{Q}{P_e} \quad \frac{(\text{Btu/hr})}{W} \quad (4.2)$$

ดังนั้น $Q = ERR \times P_e \text{ Btu/hr}$

4.5.31 กราฟระดับเบอร์ดลากประหยัดพลังงาน (การทดลองที่ 1)

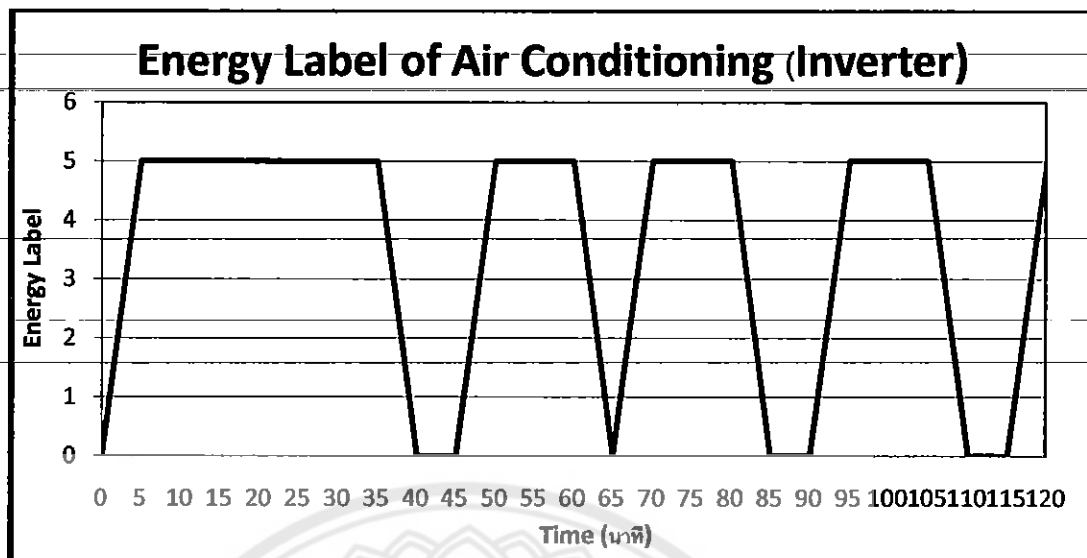


รูปที่ 4.31 กราฟระดับเบอร์ดลากประหยัดพลังงาน (การทดลองที่ 1)

จากรูปที่ 4.31 การวัดครั้งที่ 7, 10, 13, 16, 19 และ 23 (นาทีที่ 35, 50, 65, 80, 95 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ระดับเบอร์ดลากประหยัดพลังงานในการทำความเย็นเป็น 0

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 8, 11, 14, 17, 21 และ 25 (นาทีที่ 40, 55, 70, 85, 105 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าระดับเบอร์ดลากประหยัดพลังงานที่ได้จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.31

4.5.32 กราฟระดับเบอร์ดัชนีประหยัคพลังงาน (การทดลองที่ 1)

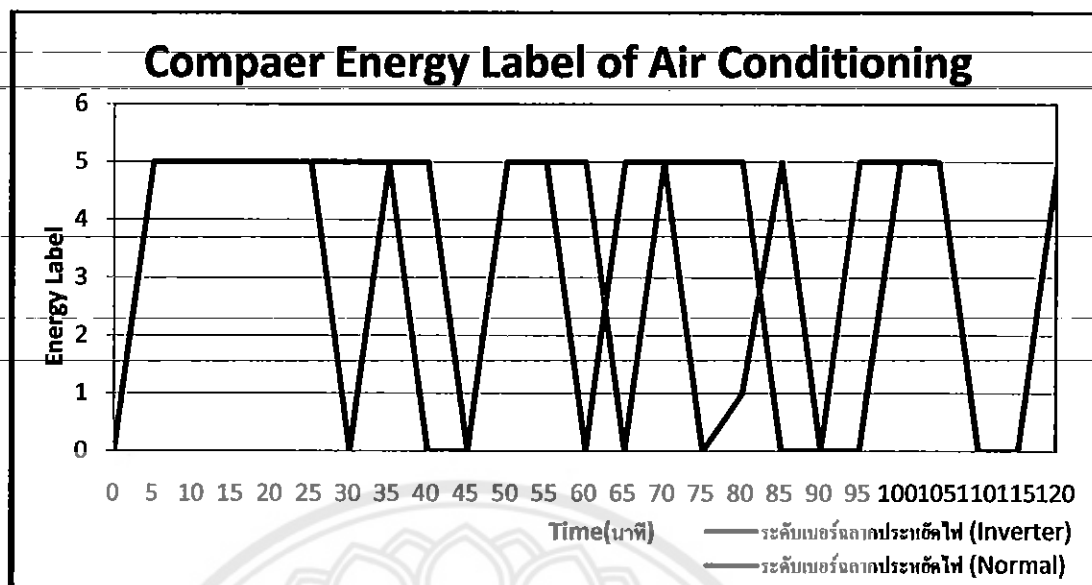


รูปที่ 4.32 กราฟระดับเบอร์ดัชนีประหยัคพลังงาน (การทดลองที่ 2)

จากรูปที่ 4.32 การวัดครั้งที่ 9, 14, 18 และ 23 (นาทที่ 45, 70, 90 และ 115) เป็นเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มหยุดทำงานการทำความเย็นจะไม่เกิดขึ้น ระดับเบอร์ดัชนีประหยัคพลังงานในการทำความเย็นเป็น 0

ช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ณ การวัดครั้งที่ 11, 15, 20 และ 25 (นาทที่ 55, 75, 100 และ 125) การทำความเย็นจะเกิดขึ้น ค่าระดับเบอร์ดัชนีประหยัคพลังงานที่ได้จะปรากฏให้เห็นในรูปที่ 4.32

4.5.33 กราฟเปรียบเทียบระดับเบอร์ฉลากประหยัดพลังงาน ทั้ง 2 การทดลอง



รูปที่ 4.33 กราฟเปรียบเทียบระดับเบอร์ฉลากประหยัดพลังงาน ทั้ง 2 การทดลอง

จากรูปที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยระดับเบอร์ฉลากประหยัดพลังงาน (*Energy Label*) แบบ (*Normal*) ระดับเบอร์ 5 และแบบ (*Inverter*) ระดับเบอร์ 5 จะปรากฏให้เห็นในตารางที่ 4.5

4.5.34 เปรียบเทียบผลของการทดลองจากการคำนวณโดยโปรแกรม *Excel* ของการทดลองที่ 1 (*Normal*) และการทดลองที่ 2 (*Inverter*)

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 การทดลองนี้ทำการทดลองอย่างต่อเนื่องและบันทึกข้อมูลทุกช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์ทำงานไปคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยให้อุณหภูมิในห้องที่เท่ากันมาเป็นเกณฑ์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง แสดงดังในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบผลของการทดลองที่ 1 (Normal) และการทดลองที่ 2 (Inverter)

	ผลจากการ ทดลองที่ 1 (Normal)	ผลจากการ ทดลองที่ 2 (Inverter)
คุณสมบัติเครื่องปรับอากาศ		
อุณหภูมิในห้องขณะทำการทดลอง ($^{\circ}C$)	33.600	33.596
อุณหภูมิระเปาะแห้งของอากาศด้านลมจ่าย (t_s) ($^{\circ}C$)	17.388	16.168
อุณหภูมิระเปาะแห้งของอากาศด้านลมกลับ (t_r) ($^{\circ}C$)	27.358	26.256
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านลมจ่าย (RH_s) (%)	86.360	90.083
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านลมกลับ (RH_r) (%)	58.875	55.680
ความเร็วลมของอากาศด้านลมจ่าย (Air) (m/s)	4.991	5.004
ปริมาตรจำเพาะ (v) (m^3 / kg)	0.835	0.834
สถานะอากาศด้านลมจ่าย (h_s) ($^{\circ}C$)	43.272	42.010
สถานะอากาศด้านลมกลับ (h_r) ($^{\circ}C$)	57.395	57.127
ความสามารถทำความเย็น (Q) (Btu/hr)	50,354.672	53,480.791
กำลังงานไฟฟ้า (Power) (W)	3,040.00	2,322.40
พลังงานไฟฟ้า (KW-h)	5.59	5.37
สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)	3.467	4.159
อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ((Btu/hr)/W)	11.863	14.195
ระดับเบอร์ฉลากประหยัดไฟ (EnergyLabel)	5	5

บทที่ 5

สรุปผลของโครงการ

5.1 สรุปผลของโครงการ

การทดสอบเครื่องปรับอากาศจะทำการเก็บข้อมูลเพื่อคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 การทดลองหลังจากนั้นจะบันทึกผลการคำนวณในฐานข้อมูลพร้อมแสดงผลการคำนวณเริ่มต้นการทดลอง โดยมีการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที 25 ค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมง ได้ผลการทดลองดังนี้

เครื่องปรับอากาศทั้ง 2 การทดลองจะหยุดเดินคอมเพรสเซอร์ในช่วงที่อุณหภูมิห้องมีค่าเท่ากับ 24°C หรือ 25°C

เมื่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศหยุดทำงานค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่าย จากที่เพิ่มสูงขึ้นจะลดลงทันทีหลังจากนั้นจะลดลงอย่างช้าๆ ในขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับจะลดลงเล็กน้อยแล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับและค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายมีค่าใกล้เคียงกัน จะเป็นช่วงที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้ง ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายมีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นแต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมกลับจะค่อยๆ ลดลงจนถึงระดับหนึ่งจะมีระดับค่อนข้างคงที่

การทดสอบเครื่องปรับอากาศพบว่า ตำแหน่งที่เครื่องคอมเพรสเซอร์มีการเริ่มหยุดทำงานหรือเริ่มทำงานอีกครั้งค่าอนธรัลปีของอากาศด้านลมกลับและด้านลมจ่ายจะมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

การสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของแบบอินเวอร์เตอร์จะใช้ความถี่ที่ $35 - 50\text{Hz}$ จึงมีการหยุดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ช้ากว่าและสตาร์ทน้อยครั้งกว่า ส่วนการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของแบบธรรมดาจะใช้ความถี่ที่ 50Hz จึงมีการหยุดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่ไวกว่าจึงมีการสตาร์ทที่มากกว่าเพราะช่วงเวลาที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทั้ง 2 แบบหยุดทำงานทุกครั้งจะมีความห่างของเวลาใกล้เคียงกันมากเนื่องจากมีปัจจัยของอุณหภูมิภายนอกที่เหมือนกันและทดลองในห้องเดียวกัน

การสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ในแต่ละครั้งจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติแบบธรรมดา มีการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์บ่อยๆ จึงเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นด้วย ส่วนแบบอินเวอร์เตอร์มีการสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ที่น้อยกว่าจึงประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าแบบธรรมดา

ค่าเฉลี่ยความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่ายทั้ง 2 แบบจะเท่ากันเพราะการทดลองทั้ง 2 แบบนี้เป็นการใช้เครื่องปรับอากาศเครื่องเดียวกันและไม่ว่าจะกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ที่ 25°C หรือ 27°C ก็ตาม ความเร็วลมของอากาศที่ช่องลมจ่ายที่ได้ต้องเท่ากันหรือไม่แตกต่างกันมากเพราะแรงลมของพัดลมคอยล์เย็นไม่มีผลกับอุณหภูมิห้อง

ความสามารถทำความเย็นแบบ (*Normal*) น้อยกว่าแบบ (*Inverter*) โดยแบบอินเวอร์เตอร์มีความสามารถทำความเย็นมากกว่า เพราะไม่ต้องสตาร์ทมอเตอร์คอมเพรสเซอร์บ่อยๆ

จากการทดลองทั้งหมดพบว่า การคำนวณอัตราส่วนประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศและการหาค่าระดับหมายเลขฉลากประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศกราฟจากข้อมูลที่วัดและคำนวณจากโปรแกรม *Excel* สามารถใช้ศึกษาพฤติกรรมและวิเคราะห์สภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวได้ ข้อมูลการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่วัดได้สามารถใช้ประกอบการช่วยสอนในส่วนการคำนวณประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้

5.2 ประเมินผลโครงการ

จากการดำเนินงาน โครงการเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์ในการทำโครงการ ได้ผลดังนี้

- 5.3.1 สามารถรู้หลักการการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 5.3.2 สามารถรู้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 5.3.3 สามารถรู้วิธีการหาค่าพารามิเตอร์ ที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 5.3.4 สามารถรู้การทำงานของเครื่องปรับอากาศ เมื่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ควบคุมโดยอินเวอร์เตอร์

5.3 ปัญหาและอุปสรรคที่พบในระหว่างทำโครงการ

- 5.3.1 ปัญหาจากการเก็บข้อมูล โดยการสุ่มเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ทำให้ได้ข้อมูลการทดลองที่ไม่ละเอียดมากนัก
- 5.3.2 ปัญหาอุณหภูมิในห้องปรับอากาศก่อนการเริ่มการทดลองแต่ละครั้งมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน
- 5.3.3 ปัญหาจากการไม่สามารถทำการทดลองทั้ง 2 แบบการทดลองให้พร้อมกันได้

5.4 แนวทางสำหรับการพัฒนาโครงการ

5.4.1 เก็บข้อมูลเป็น 3 ชุดและนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำไปใช้คำนวณ

5.4.2 ก่อนการเริ่มการทดลองทุกครั้งปรับอุณหภูมิห้องปรับอากาศให้มีอุณหภูมิเท่าๆ กันก่อนทำการทดลอง

5.4.3 บันทึกค่าอุณหภูมิในห้องที่เท่ากันเป็นเกณฑ์หลักเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลอุณหภูมิในห้องขณะที่ทำการทดลอง

5.5 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้สุ่มเก็บข้อมูลโดยวัดค่าตัวแปรตรงกลางช่องลมจ่ายและตรงกลางช่องลมกลับเป็นหลัก โดยวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์และวัดความเร็วลมเป็น 3 ชุดเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยก่อนนำไปใช้คำนวณด้วย โปรแกรม *Excel* จะทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศที่มีความแม่นยำสูงขึ้นเพื่อเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ ทั้ง 2 การทดลอง



เอกสารอ้างอิง

- [1] หนังสือเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ, โดย สมศักดิ์ สุโมตยกุล
-
- [2] ผศ. ชูชัยค. ศิริวัฒนา. การทำความเย็นและการปรับอากาศ. : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ, 2547.
-
- [3] รศ.ดร.วิทย์ชายเจริญ. พื้นฐานการทำความเย็นและการปรับอากาศ (ภาคทฤษฎี) : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) : กรุงเทพฯ, 2547.
-
- [4] ผศ. ดร. ศิริพรรณธงชัยและดร. พิชัยชัยภูมิมงคล. การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า. : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [5] ผลิตภัณฑ์เบอร์ 5. โครงการปรับปรุงประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้า. : ฝ่ายปฏิบัติการด้านการใช้ไฟฟ้าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2545.
- [6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรมมอก. 1155-2536., กรุงเทพฯ, 2536.
- [7] นายพฤติพันธุ์ฉายากุล. การวิเคราะห์พารามิเตอร์และประเมินศักยภาพห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ. : วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลคณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.
- [8] <http://www.pacproshop.com/index.php?lay=show&ac=article&Ntype=3&Id=538952134>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555
- [9] http://www.tcaircenter.com/index/index.php?option=com_content&view=article&id=49:2011-08-06-08-48-12&catid=34:knowledge-of-aircondition&Itemid=54, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555
-
- [10] <http://www.topcoolair.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=149328&Ntype=6>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555
-
- [11] <http://www.thaicontractors.com/content/cmenu/6/92/474.html>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555
- [12] http://prdnorth.in.th/energy/energysave_air.php, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555
- [13] <http://www.phithan-toyota.com/th74/article/detail/157/7>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555
- [14] <http://www.piriyakul.net/sub/knowledge1.html>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม2555

[15] <http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/mechanical/3/index.htm>, [16] http://www.daikin.co.th/air_tips/tips6.htm, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม 2555

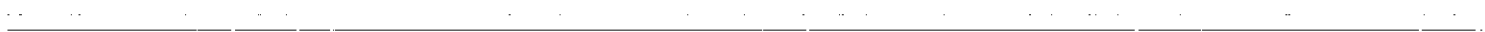
[17] <http://www.rung-ruengair.com/new/InformationAir.html>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม 2555

[18] <http://www.xn12cf8cke7cc0f3bcb9fre9evb.com/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99/>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม 2555

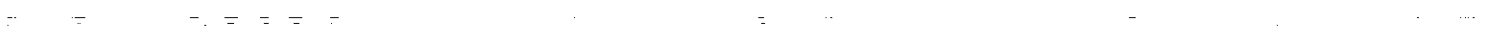
[19] <http://cass2007.blogspot.com/2010/03/cass.html>, สืบค้นเมื่อพฤษภาคม 2555



๓



๔



คุณสมบัติของน้ำยา R 22(CHClF2)

น้ำยา R 22 เป็นน้ำยาที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศมาก มีจุดเดือดอยู่ที่ 40.8 องศาเซลเซียส (41.4 องศาฟาเรนไฮต์) ที่ความดันบรรยากาศ และสามารถทำได้ถึง -87 องศาเซลเซียส (125 องศาฟาเรนไฮต์) ใช้แรงม้าต่อต้านเกือบเท่ากับเครื่องที่ใช้น้ำยา R 12 น้ำยา R 22 จะมีอุณหภูมิทางด้านจ่ายสูง ฉะนั้นต้องระวังอย่าให้สูงเกินเกณฑ์ โดยเฉพาะในเครื่องเซอร์เมคคคอมเพรสเซอร์บางชนิดต้องระบายความร้อนด้วยพัดลม และสามารถละลายในน้ำมันที่อุณหภูมิสูง โดยเฉพาะในคอมเพรสเซอร์ แต่ไม่ละลายในน้ำมันที่อุณหภูมิต่ำในอีวาพอเรเตอร์ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการไหลกลับของน้ำมัน ถ้าคำนวณขนาดท่อให้ถูกต้องถ้าใช้ในเครื่องชนิดอีวาพอเรเตอร์แบบเปียกจะต้องมีอุปกรณ์แยกน้ำมัน โดยเฉพาะเครื่องที่มีอุณหภูมิต่ำ ข้อดีคือขนาดคอมเพรสเซอร์เล็กกว่าเครื่องที่ใช้น้ำยา R 12 ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และมีปัญหาเกี่ยวกับระบบดันน้ำแข็งน้อยกว่าน้ำยา R 12

ตารางที่ ก.1 แสดงคุณสมบัติของน้ำยา R 22

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (bar)	ปริมาตร (m ³ /kg · 10 ³)		ความหนาแน่น (kg/m ³ · 10 ⁻⁶)		เอนทัลปี (kJ/kg)			เอนโทรปี (kJ/kg K)	
		ของเหลว	ไอ	ของเหลว	ไอ	ของเหลว	ความร้อนแฝง	ไอ	ของเหลว	ไอ
		v _f	v _g	ρ _f	ρ _g	h _f	h _{fg}	h _g	s _f	s _g
-50	0.6439	0.69526	324.557	1.43831	0.00308	144.959	238.962	383.921	0.77919	1.85000
-49	0.6776	0.69663	309.466	1.43549	0.00323	145.992	238.403	384.395	0.78380	1.84734
-48	0.7128	0.69800	295.217	1.43266	0.00339	147.029	237.840	384.869	0.78841	1.84472
-47	0.7494	0.69939	281.753	1.42982	0.00355	148.067	237.274	385.341	0.79300	1.84214
-46	0.7875	0.70078	269.027	1.42698	0.00372	149.109	236.704	385.813	0.79758	1.83958
-45	0.8271	0.70219	256.990	1.42412	0.00389	150.153	236.129	386.282	0.80216	1.83708
-44	0.8682	0.70360	245.600	1.42126	0.00407	151.200	235.551	386.751	0.80672	1.83460
-43	0.9110	0.70502	234.817	1.41839	0.00426	152.249	234.968	387.217	0.81128	1.83216
-42	0.9555	0.70646	224.603	1.41551	0.00445	153.301	234.381	387.683	0.81582	1.82976
-41	1.0016	0.70790	214.923	1.41262	0.00465	154.356	233.790	388.147	0.82036	1.82738
-40	1.0495	0.70936	205.745	1.40972	0.00486	155.414	233.195	388.609	0.82490	1.82504
-39	1.0992	0.71082	197.040	1.40682	0.00508	156.474	232.596	389.070	0.82942	1.82273
-38	1.1507	0.71230	188.778	1.40390	0.00530	157.537	231.992	389.529	0.83383	1.82045
-37	1.2041	0.71379	180.933	1.40097	0.00553	158.603	231.383	389.986	0.83844	1.81821
-36	1.2594	0.71529	173.482	1.39804	0.00576	159.671	230.771	390.442	0.84294	1.81599
-35	1.3168	0.71680	166.400	1.39510	0.00601	160.742	230.153	390.896	0.84743	1.81380
-34	1.3761	0.71832	159.668	1.39214	0.00626	161.816	229.532	391.348	0.85191	1.81164
-33	1.4375	0.71985	153.264	1.38918	0.00652	162.893	228.905	391.798	0.85638	1.80951
-32	1.5011	0.72139	147.170	1.38620	0.00679	163.972	228.274	392.247	0.86085	1.80741
-31	1.5668	0.72295	141.369	1.38322	0.00707	165.055	227.639	392.693	0.86531	1.80534
-30	1.6348	0.72452	135.844	1.38022	0.00736	166.140	226.998	393.138	0.86976	1.80329
-29	1.7050	0.72610	130.580	1.37722	0.00766	167.227	226.353	393.580	0.87420	1.80126
-28	1.7776	0.72769	125.563	1.37420	0.00796	168.318	225.703	394.021	0.87864	1.79927
-27	1.8525	0.72930	120.778	1.37118	0.00828	169.411	225.048	394.459	0.88306	1.79730
-26	1.9299	0.73092	116.214	1.36814	0.00860	170.507	224.388	394.896	0.88748	1.79535
-25	2.0098	0.73255	111.859	1.36509	0.00894	171.606	223.724	395.330	0.89190	1.79342
-24	2.0922	0.73420	107.701	1.36203	0.00928	172.708	223.054	395.762	0.89630	1.79152
-23	2.1772	0.73585	103.730	1.35896	0.00964	173.812	222.379	396.191	0.90070	1.78965
-22	2.2648	0.73753	99.9362	1.35588	0.01001	174.919	221.700	396.619	0.90509	1.78779
-21	2.3552	0.73921	96.3101	1.35279	0.01038	176.029	221.015	397.044	0.90948	1.78596

ตารางที่ ก.2 แสดงคุณสมบัติของน้ำยา R 22 (ต่อ)

อุณหภูมิ (°C)	ความดัน (bar)	ปริมาตร (m ³ /kg · 10 ³)		ความหนาแน่น (kg/m ³ · 10 ⁻³)		เอนทาลปี (kJ/kg)			เอนโทรปี (kJ/kgK)	
		ของเหลว	ไอ	ของเหลว	ไอ	ของเหลว	ความร้อนแฝง	ไอ	ของเหลว	ไอ
		v _f	v _g	ρ/v _f	ρ/v _g	h _f	h _{fg}	h _g	s _f	s _g
-20	2.4483	0.74091	92.8432	1.34968	0.01077	177.142	220.325	397.467	0.91386	1.78415
-19	2.5442	0.74263	89.5273	1.34657	0.01117	178.258	219.629	397.887	0.91823	1.78236
-18	2.6429	0.74436	86.3545	1.34344	0.01158	179.376	218.929	398.305	0.92259	1.78059
-17	2.7446	0.74610	83.3179	1.34030	0.01200	180.498	218.223	398.720	0.92695	1.77884
-16	2.8493	0.74786	80.4103	1.33714	0.01244	181.622	217.512	399.133	0.93129	1.77711
-15	2.9570	0.74964	77.6254	1.33397	0.01288	182.749	216.795	399.544	0.93564	1.77540
-14	3.0678	0.75143	74.9572	1.33079	0.01334	183.878	216.073	399.951	0.93997	1.77371
-13	3.1817	0.75324	72.3997	1.32760	0.01381	185.011	215.345	400.356	0.94430	1.77204
-12	3.2989	0.75506	69.9978	1.32439	0.01430	186.147	214.612	400.759	0.94862	1.77039
-11	3.4193	0.75690	67.5961	1.32117	0.01479	187.285	213.873	401.158	0.95294	1.76875
-10	3.5430	0.75876	65.3399	1.31794	0.01530	188.426	213.129	401.555	0.95725	1.76713
-9	3.6701	0.76063	63.1746	1.31469	0.01583	189.571	212.379	401.949	0.96155	1.76553
-8	3.8006	0.76253	61.1958	1.31143	0.01637	190.718	211.623	402.341	0.96585	1.76394
-7	3.9347	0.76444	59.0996	1.30815	0.01692	191.868	210.861	402.729	0.97014	1.76237
-6	4.0723	0.76637	57.1820	1.30486	0.01749	193.021	210.094	403.114	0.97442	1.76082
-5	4.2135	0.76831	55.3394	1.30155	0.01807	194.176	209.320	403.496	0.97870	1.75928
-4	4.3584	0.77028	53.5682	1.29823	0.01867	195.335	208.540	403.876	0.98297	1.75775
-3	4.5070	0.77226	51.8653	1.29490	0.01928	196.497	207.755	404.252	0.98724	1.75624
-2	4.6594	0.77427	50.2274	1.29154	0.01991	197.662	206.963	404.625	0.99150	1.75475
-1	4.8157	0.77629	48.6517	1.28817	0.02055	198.829	206.165	404.994	0.99575	1.75326
0	4.9759	0.77834	47.1354	1.28479	0.02122	200.000	205.361	405.361	1.00000	1.75179
1	5.1401	0.78041	45.6757	1.28139	0.02189	201.174	204.550	405.724	1.00424	1.75034
2	5.3083	0.78249	44.2702	1.27797	0.02259	202.351	203.733	406.084	1.00848	1.74889
3	5.4806	0.78460	42.9166	1.27453	0.02330	203.530	202.910	406.440	1.01271	1.74746
4	5.6571	0.78673	41.6124	1.27108	0.02403	204.713	202.080	406.793	1.01694	1.74604
5	5.8378	0.78889	40.3556	1.26760	0.02478	205.899	201.243	407.143	1.02116	1.74463
6	6.0228	0.79107	39.1441	1.26412	0.02555	207.089	200.400	407.489	1.02537	1.74324
7	6.2122	0.79327	37.9759	1.26061	0.02633	208.281	199.550	407.831	1.02958	1.74185
8	6.4059	0.79549	36.8493	1.25708	0.02714	209.477	198.693	408.169	1.03379	1.74047
9	6.6042	0.79775	35.7624	1.25353	0.02796	210.675	197.829	408.504	1.03799	1.73911
10	6.8070	0.80002	34.7136	1.24997	0.02881	211.877	196.958	408.835	1.04218	1.73775
11	7.0144	0.80232	33.7013	1.24638	0.02967	213.083	196.079	409.162	1.04637	1.73640
12	7.2265	0.80465	32.7239	1.24277	0.03056	214.291	195.194	409.485	1.05056	1.73506
13	7.4433	0.80701	31.7801	1.23915	0.03147	215.503	194.301	409.804	1.05474	1.73373
14	7.6650	0.80939	30.8683	1.23550	0.03240	216.719	193.400	410.119	1.05892	1.73241
15	7.8915	0.81180	29.9874	1.23183	0.03335	217.937	192.492	410.430	1.06309	1.73109
16	8.1229	0.81424	29.1361	1.22813	0.03432	219.160	191.577	410.736	1.06726	1.72978
17	8.3593	0.81671	28.3131	1.22442	0.03532	220.385	190.653	411.038	1.07142	1.72848
18	8.6008	0.81922	27.5173	1.22068	0.03634	221.615	189.721	411.336	1.07559	1.72719
19	8.8475	0.82175	26.7477	1.21692	0.03739	222.848	188.782	411.629	1.07974	1.72590
20	9.0993	0.82431	26.0032	1.21313	0.03846	224.084	187.834	411.918	1.08390	1.72462
21	9.3564	0.82691	25.2829	1.20932	0.03955	225.324	186.877	412.202	1.08805	1.72334
22	9.6189	0.82954	24.5857	1.20548	0.04067	226.568	185.913	412.481	1.09220	1.72206
23	9.8867	0.83221	23.9107	1.20162	0.04182	227.816	184.939	412.755	1.09634	1.72080
24	10.1600	0.83491	23.2572	1.19773	0.04300	229.068	183.957	413.025	1.10048	1.71953
25	10.439	0.83765	22.6242	1.19382	0.04420	230.324	182.965	413.289	1.10462	1.71827
26	10.723	0.84043	22.0111	1.18987	0.04543	231.583	181.965	413.548	1.10876	1.71701
27	11.014	0.84324	21.4169	1.18590	0.04660	232.847	180.955	413.802	1.11290	1.71576
28	11.309	0.84608	20.8411	1.18190	0.04778	234.115	179.935	414.050	1.11703	1.71450
29	11.611	0.84899	20.2829	1.17787	0.04930	235.387	178.906	414.293	1.12116	1.71325

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายเมธา คำมาอ้าย

ภูมิลำเนา 51/1 หมู่ 4 ต.เมืองบางขลัง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนสวรรคค่อนันต์วิทยา

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: max_metha@hotmail.com

