สมรรถนะเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย

(Performance of Inverter Air Condition when used Evaporative Cooling System)

นายเอกชัย ใจปันธิ
นางสาวนัยนา จอมแปง

วันที่รับ...../...../.....
เลขทะเบียน 5200063
เลขเรียกหนังสือ.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร
I 5093828
มร.
ส873ก
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน : สมรรถนะเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย
(Performance of Inverter Air Condition when used Evaporative System)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายเอกชัย ใจปันธิ รหัสนิสิต 46380109
นางสาวนัยนา จอมแปง รหัสนิสิต 46380279

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน : อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์
อาจารย์ปองพันธ์ โอทกานนท์

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

ปองพันธ์ โอทกานนท์ .....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ปองพันธ์ โอทกานนท์)

.....กรรมการ
(ดร.ภาณุ พุทธวงศ์)

.....กรรมการ
(ดร.พงศาล มีคุณสมบัติ)

Project Title	**: Performance of Inverter Air Condition when used Evaporative System**		
Name	**: Mr. Eakachai**	**Jaipanti**	**Code 46380109**
	Miss. Naiyana	**Chompaeng**	**Code 46380279**
Project Advisor	**: Aj.Ninnart**	**Rachapradit**	
	Aj.Pongpun	**Othaganont**	
Department	**: Mechanical Engineering**		
Academic Year	**: 2007**		

Abstract

The objective of this project was to evaluate the performance of an inverter sprit-type air conditioning when air intake was pre-cooled by evaporative system. The capacity of selected air-condition was 1 ton (12000 Btu/hour: 3.516kW) and its refrigerant was R-22. The data collection were pressure, frequency, and period of full revolution Watt-Hour meter. This experiment performed between 24 to 26 °C. The experimental results show that average different temperature before and after the evaporative cooling system was 6.1 °C, 4% decrease from the original system. Power consumption increased by 0.038 kW and COP is 4.048, EER is 13.81

หัวข้อโครงงาน	**: สมรรถนะเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย**
ผู้ดำเนินโครงงาน	**: นายเอกชัย ใจปันธิ รหัสนิสิต 46380109** **นางสาวนัยนา จอมแปง รหัสนิสิต 46380279**
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	**: อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์** **อาจารย์ปองพันธ์ โอทกานนท์**
ภาควิชา	**: วิศวกรรมเครื่องกล**
ปีการศึกษา	**: 2550**

บทคัดย่อ

สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย ในระบบดังกล่าวมีความสามรถในการทำความเย็นประมาณ 1 ตัน ความเย็น(12, 000 BTU/hr: 3516 kW) ชนิดของสารทำความเย็นคือ R-22 และทำการบันทึกข้อมูลจากค่าความดัน, ความถี่ และเวลาในการหมุนครบ1รอบของ (Watt Hour Meter) โดยที่กำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองประมาณ 24 ถึง 27 °C จากผลการทดลองพบว่าผลต่างของอุณหภูมิก่อนเข้าและหลังผ่านเครื่องทำความเย็นแบบระเหยโดยเฉลี่ยสูงสุด 6.1 °C เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 4 % ทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น0.038 kW และได้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเท่ากับ 4.048และค่าประสิทธิภาพสมรรถนะจะมีค่าเท่ากับ 13.81

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องสมรรถนะเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในงานวิจัยของอาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ เรื่องการประยุกต์ใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะกับสภาพภูมิประเทศไทยเพื่อการประหยัดพลังงาน (Applying Inverter Air Conditioner in Thailand's Climate for Energy Saving) สามารถประสบผลสำเร็จลงได้ด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน ดังนี้

1. อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. อาจารย์ปองพันธ์ โอทกานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม
3. อาจารย์วาฤทธิ์ ภมรและอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน
4. เลขานุการภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม

ขอขอบพระคุณทุกท่านสำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำ การอำนวยความสะดวก รวมทั้งแรงกระตุ้นและผลักดัน ตลอดจนการให้การดูแลและให้ประสบการณ์เกี่ยวกับการทำงาน

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานอย่างสม่ำเสมอตลอดมา

คณะผู้ดำเนินโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญกราฟ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
รายการสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาโครงงาน	1
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.5 ระยะเวลาและแผนการดำเนินโครงงาน	2
1.6 งบประมาณ	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วัฏจักรการทำความเย็น	3
2.2 อินเวอร์เตอร์	6
2.3 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นแบบระเหย	7
2.4 ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย	7
2.5 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน	8
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 ห้องทดลองและอุปกรณ์ทดลอง	10
3.1.1 เครื่องมือวัด	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง	16
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง	
4.1 ผลของอุณหภูมิทางเข้าคอนเดนเซอร์ที่มีต่อเครื่องปรับอากาศ	19
4.2 ผลของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	19
4.3 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์	20
4.4 การคำนวณหากำลังที่ให้กับคอมเพรสเซอร์	24
4.5 การคำนวณหาอัตราการทำความเย็น	24
4.6 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
รายการอ้างอิง	26
ภาคผนวก ก แบบชุดทดลอง	27
ภาคผนวก ข รูปอุปกรณ์การทดลอง	31
ภาคผนวก ค ขณะทำการทดลอง	34
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	37

สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่า COP ของแต่ละกระบวนการ	21
กราฟที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่า COPเมื่อติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหย กับเครื่องปรับอากาศปรกติ	22
กราฟที่ 4.3 ผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ต่อค่า COP	23
กราฟที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ต่อค่า COP	24

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็น	3
รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของความดันและเอนทาลปีของสารทำความเย็น	4
รูปที่ 2.3 ของอุณหภูมิและเอนโทรปีของสารทำความเย็น	4
รูปที่ 3.1 แผนภาพห้องที่ใช้ในการทดลอง	9
รูปที่ 3.2 ห้องทำการทดลอง	10
รูปที่ 3.3 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการบันทึกผล	10
รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Agilent Benchlink Data logger)	11
รูปที่ 3.5 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์	11
รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า (A UNIQUE CLAMP–ON MULTIMETER MODEL : ACD-330T)	12
รูปที่ 3.7 Watt Hour Meter	12
รูปที่ 3.8(ก) เกจวัดความดัน	13
รูปที่ 3.8(ข) เกจวัดความดัน	13
รูปที่ 3.9 การติดตั้งเครื่องมือวัดที่คอนเดนเซอร์	14
รูปที่ 3.10 การติดตั้งเครื่องมือวัดที่อีวาโปเรเตอร์	14
รูปที่ 3.11 ปั๊มที่ใช้ในการทดลอง	15
รูปที่ 3.12 อ่างรองน้ำรูปตัวแอล	15
รูปที่ 3.12 ช่องใส่สายยาง	16

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย
a	Air
A	พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน(m^2)
COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ
F	ความถี่ของแรงดัน(Hz)
	($W/m^2 \cdot K$)
M	มวล(Mass,kg)
M_o	อัตราการไหลจากสมการ(kg/s)
N	ความเร็วรอบของมอเตอร์(rpm)
m	Mass Flow Rate(kg/s)
$\dot{m}$	อัตราการไหลเชิงมวล(kg/s)
$\dot{m}_a$	อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ(kg/s)
$\dot{m}_r$	อัตราการไหลเชิงของสารทำความเย็น(kg/s)
P	คือ จำนวนขั้วของมอเตอร์
P	ความดัน(Pressure,Mpa)
Q	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยน
	ความร้อน(kW
Q_c	อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์(kW)
Q_e	อัตราการถ่ายเทความร้อนของอีวาโปเรเตอร์(kW)
Q_s	อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส(kW)
Q_l	อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง(kW)
SHF	Sensible Heat Factor
T	อุณหภูมิ(K)
T_{d1}	อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบ
	ระเหย ($^\circ$C)
T_{d2}	อุณหภูมิกระเปาะแห้งหลังผ่านระบบทำความเย็นแบบ
	ระเหย ($^\circ$C)

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
T_w	อุณหภูมิกระเปาะเปียกก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย ($^{\circ}$C)
t	เวลา(min)
t_a	อุณหภูมิของอากาศชื้น($^{\circ}$C)
t_{amb}	อุณหภูมิของอากาศภายนอก($^{\circ}$C)
$t_{a,i}$	อุณหภูมิของอากาศชื้นที่ทางเข้าอีวาโปเรเตอร์ ($^{\circ}$C)
$t_{a,o}$	อุณหภูมิของอากาศชื้นที่ทางออกอีวาโปเรเตอร์ ($^{\circ}$C)
t_c	อุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์($^{\circ}$C)
t_e	อุณหภูมิที่อีวาโปเรเตอร์($^{\circ}$C)
t_r	อุณหภูมิสารทำความเย็น($^{\circ}$C)
U	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของอีวาโปเรเตอร์(W/m^2•K)
V	ความเร็วของอากาศ(m/s)
W	งาน (Rate of Work, kW)
W	Humidity ratio ของอากาศชื้น (kg/kg$_{dryair}$)
W_c	กำลังของคอมเพรสเซอร์(kW)
ε	สัมประสิทธิ์สมรรถนะของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
η_c	ประสิทธิภาพของวัฏจักรคาร์โนต์
ε	ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

โดยธรรมชาติมนุษย์ต้องการความสบายจากการได้อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ร้อนหรือหนาวจนเกินไป จึงเป็นที่มาของการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะประเทศไทยมีการใช้เครื่องปรับอากาศเป็นอย่างมากเนื่องจากประเทศไทยเป็นเมืองร้อน ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงมีอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าเนื่องจากเครื่องปรับอากาศอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ดังนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศจึงเป็นจุดที่เราควรให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหยจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้

โครงงานนี้เป็นการหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย เพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจว่าการใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์สมเหตุสมผลกับการลงทุนหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ทดสอบหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อยออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบสมรรถนะเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย

1.4 ขอบเขตการทำงาน

1. ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
    - ขนาดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์ 1 ตัน

2. สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

- อัตราการไหลของอากาศประมาณ 0.139 kg/s
- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศประมาณ 50 – 60%

3. ชนิดของสารทำความเย็น

- R-22

4. อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง

- อุณหภูมิห้อง 24 - 27 °C

1.5 ระยะเวลาและแผนการดำเนินโครงงาน

	รายการ \ เวลา	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1	ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง					
2	ออกแบบชุดทดลอง					
3	จัดทำชุดทดลอง และทดสอบ					
4	เปรียบเทียบผลการทดลอง					
5	วิเคราะห์และสรุปผล					
6	จัดทำรายงาน					

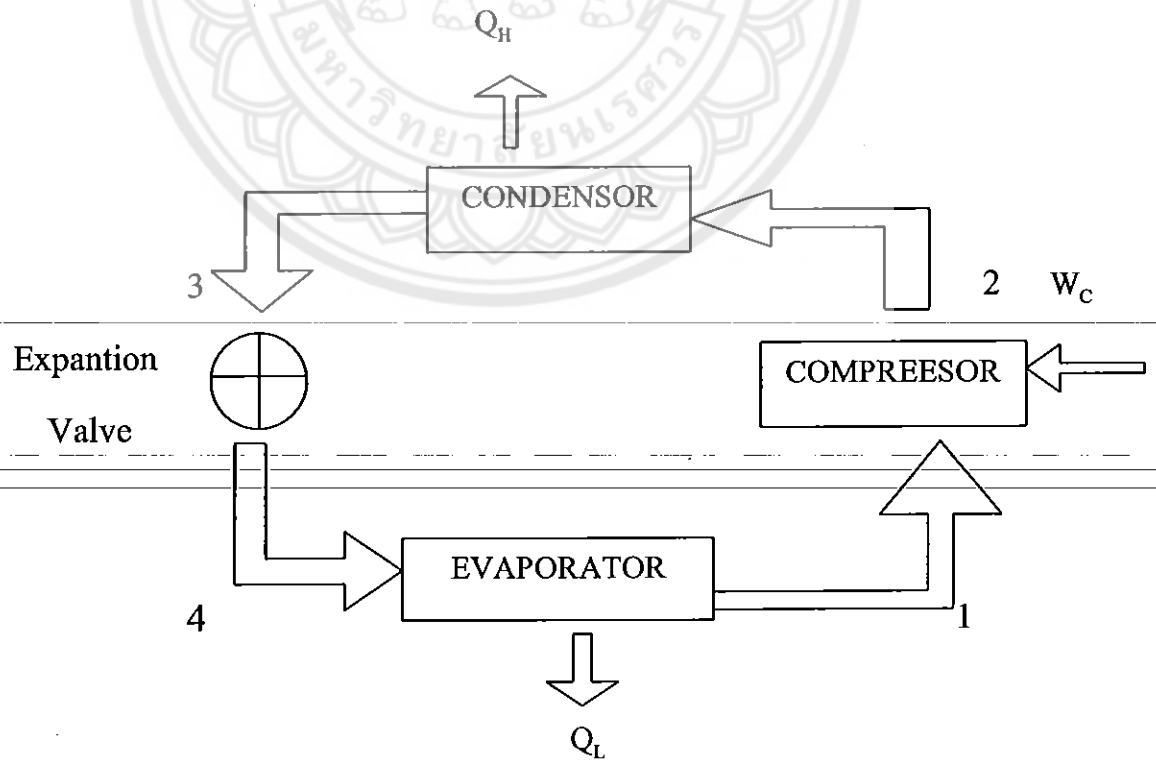
1.6 งบประมาณ

1. ค่าวัสดุและอุปกรณ์	1200	บาท
2. ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	800	บาท
รวม	2000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

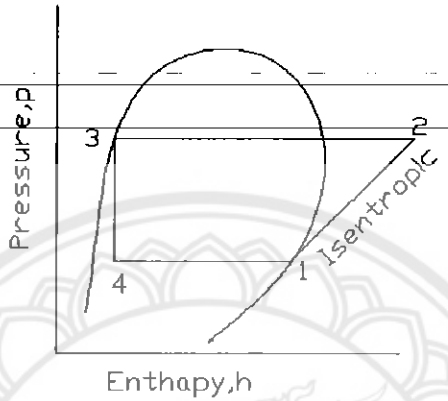
2.1 วัฏจักรการทำความเย็น

วัฏจักรการทำความเย็น ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักคือ คอมเพรสเซอร์(Compressor) คอนเดนเซอร์(Condenser) เอ็กแพนชั่นวาล์ว(Expention Valve) และอีวาโปเรเตอร์(Evaporator) การทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอเป็นดังรูปที่ 2.4 เริ่มจากคอมเพรสเซอร์ดูดสารทำความเย็นซึ่งอยู่ในสภาวะไอที่จุดที่ (1) แล้วอัดสารทำความเย็นเพื่อให้มีความดันสูงขึ้น โดยได้รับงานจากแหล่งพลังงาน ทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้นที่จุด (2) จากนั้นสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สจะถูกส่งมาถ่ายเทความร้อนที่คอนเดนเซอร์เพื่อให้สารทำความเย็นกลั่นตัว สารทำความเย็นจะควบแน่นจนกลายเป็นของเหลวความดันสูงที่จุด (3) จากนั้นจะถูกส่งผ่านเอ็กแพนชั่นวาล์วเพื่อลดความดัน และสารทำความเย็นเหลวจะเริ่มเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศที่จุด (4)

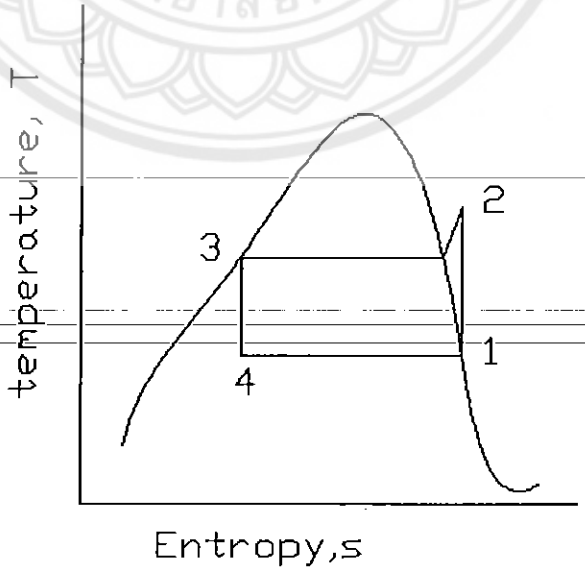


รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็น

พิจารณาความสัมพันธ์ของความดันและเอนทาลปี และความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและเอนโทรปี แสดงตามรูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6 ตามลำดับ



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของความดันและเอนทาลปีของสารทำความเย็น



รูปที่ 2.3 ของอุณหภูมิและเอนโทรปีของสารทำความเย็น

· กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดสารทำความเย็นเพื่อให้มีความดันสูงขึ้นที่คอมเพรสเซอร์ตามกระบวนการไอเซนโทรปิก(Isentropic process)โดยได้รับงานจากแหล่งพลังงาน พิจารณาในรูปสมการจะได้

$$W_c = \dot{m}_r(h_2-h_1) \quad (2.1)$$

W_c คือ กำลังงานของคอมเพรสเซอร์ (kW)

$\dot{m}_r$ คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kg/s)

h_1, h_2 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอมเพรสเซอร์ตามลำดับ (kJ/kg)

· กระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์ตามสภาวะความดันคงที่(Isobaric process) พิจารณาในรูปสมการจะได้

$$Q_c = \dot{m}_r(h_3-h_2) \quad (2.2)$$

Q_c คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ (kW)

h_2, h_3 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอนเดนเซอร์ตามลำดับ (kJ/kg)

· กระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการลดความดันของสารทำความเย็นผ่านเอ็กแพนชั่นวาล์วตามกระบวนการเอนทาลปีคงที่(Constant Enthalpy)

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

h_4 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากเอ็กแพนชั่นวาล์ว(kJ/kg)

· กระบวนการ 4-1 เป็นการรับความร้อนของสารทำความเย็นเพื่อเปลี่ยนสถานะที่อีวาโปเรเตอร์ตามกระบวนการความดันคงที่(Isobaric process) พิจารณาในรูปสมการจะได้

$$Q_e = \dot{m}_r(h_1-h_4) \quad (2.4)$$

Q_e คือ อัตนาการถ่ายเทความร้อนของอีวาโปเรเตอร์(kW)

เมื่อพิจารณาทั้งระบบจะได้ว่า

$$Q_c = Q_e + W \quad (2.5)$$

สำหรับสมรรถนะของวัฏจักรการทำความเย็นมักจะระบุในเทอมของสัมประสทธิ์สมรรถนะ(COP) การทำความเย็น จะได้ว่า

$$COP = \frac{\text{ความร้อนที่ได้รับจากระบบ}}{\text{งานที่ใส่ให้กับระบบ}} \quad (2.6)$$

$$COP = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.7)$$

2.2 อินเวอร์เตอร์(Inverter)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสสลับชนิดเหนี่ยวนำ(Induction motor) ทำให้การควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำมีลักษณะใกล้เคียงกับมอเตอร์กระแสตรง วงจรภายในอินเวอร์เตอร์สามารถสร้างความถี่และแรงดันขนาดต่างๆ มาขับมอเตอร์เพื่อให้หมุนที่ความเร็วรอบต่างกัน ดังนั้นอินเวอร์เตอร์จึงเป็นอุปกรณ์ควบคุมคอมเพรสเซอร์ที่สามารถควบคุมความเร็วรอบคอมเพรสเซอร์ ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ลดลงทำให้คอมเพรสเซอร์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง หลักการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์สามารถเขียนได้ในรูปสมการ

$$N = 120F/P \quad (2.8)$$

N คือ ความเร็วรอบของมอเตอร์(rpm)

F คือ ความถี่ของแรงดัน(Hz)

P คือ จำนวนขั้วของมอเตอร์

2.3 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นแบบระเหย

หลักการคือลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์โดยอาศัยการระเหยของน้ำ เมื่ออากาศผ่านน้ำ น้ำจะดึงความร้อนจากอากาศมาใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอที่ความดันต่ำ ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น

การทำให้อากาศเย็นลงโดยการระเหยของน้ำทำให้ความร้อนแฝงของอากาศเพิ่มขึ้นและความร้อนสัมผัสลดลง โดยไม่มีแหล่งความร้อนภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องและใช้น้ำหมุนเวียนในกระบวนการอย่างต่อเนื่อง โดยการปล่อยให้น้ำไหลจากด้านบนของเครื่อง น้ำบางส่วนจะระเหยทำให้อากาศมีความชื้นสูงขึ้นและมีอุณหภูมิต่ำลง น้ำส่วนที่ไม่ระเหยจะถูกปั๊มดูดไปปล่อยให้ตกลงมาวนเวียนเช่นนี้ต่อไป

$$m_{a1} + m_{w1} = m_{a2} + m_{w2} \tag{2.23}$$

สมดุลพลังงาน

$$Q_{in} = Q_{out} \tag{2.24}$$

$$m_{a1}h_{a1} + m_{w1}h_{w1} = m_{a2}h_{a2} + m_{w2}h_{w2} \tag{2.25}$$

อัตราการไหลโดยมวลหาได้จากสมการ

$$m_a = \rho_{air} AV \tag{2.26}$$

ρ_{air} คือ ความหนาแน่นของอากาศ(kg/m^3)

V คือ ความเร็วของอากาศ(m/s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน(m^2)

2.4 ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย

ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยทั่วไปจะแสดงในรูปของประสิทธิภาพอิ่มตัว (Saturating Efficiency) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างอุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบกับอุณหภูมิที่ลดได้สูงสุดตามทฤษฎี อุณหภูมิที่ลดได้จริงของระบบคือผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อน

เข้าและอุณหภูมิกระเปาะแห้งหลังผ่านระบบ อุณหภูมิที่ลดได้สูงสุดตามทฤษฎีคือผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกก่อนเข้าระบบ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\varepsilon = \frac{T_{d1} - T_{d2}}{T_{d1} - T_w} \qquad (2.27)$$

ε คือ ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย

T_{d1} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย ($^{\circ}$C)

T_{d2} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งหลังผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย ($^{\circ}$C)

T_w คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียกก่อนผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหย ($^{\circ}$C)

2.5 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน มีจุดประสงค์เพื่อต้องการหาว่าโครงงานนี้มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานจริงหรือไม่ โดยพิจารณาจากผลตอบแทนการลงทุนและระยะเวลาในการคืนทุน (Simple Payback Period)

2.5.1 ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period)

การพิจารณาระยะเวลาคืนทุนจะทำให้ทราบถึงระยะเวลาผลตอบแทนสุทธิสะสมจากการทำเดินงาน วิธีหาระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้นเป็นวิธีคิดแบบง่ายๆ และเป็นที่นิยมใช้ แต่มีข้อเสียคือไม่ได้พิจารณาถึงผลตอบแทนหลังจากระยะเวลาคืนทุนแล้ว และไม่ได้พิจารณาปรับมูลค่าเงินตามเวลา

ในกรณีที่ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปีมีค่าเท่ากัน ระยะเวลาคืนทุนหาได้จาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี}} \qquad (2.28)$$

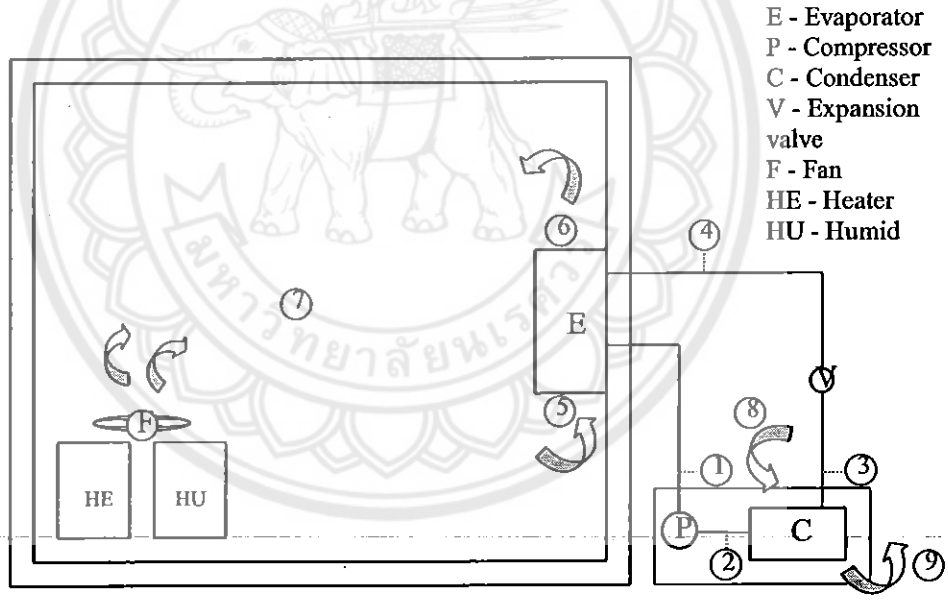
กรณีที่ผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับต่อปีไม่เท่ากัน คิดโดยการรวมผลตอบแทนสุทธิที่ได้รับแต่ละปีจนกระทั่งถึงปีที่ผลตอบแทนสุทธิเท่ากับจำนวนเงินที่ลงทุน จำนวนปีที่ได้คือระยะเวลาคืนทุน

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

3.1 ห้องทดลองและอุปกรณ์การทดลอง

ห้องที่ใช้ในการทดลองมีความกว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง2.2 ใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 1 ตันความเย็น และภายในห้องจะมีฮีทเตอร์ และเครื่องให้ความชื้นที่สามารถปรับค่าได้ เป็นอุปกรณ์ในการเพิ่มความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงแก่ห้อง ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพห้องที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองแต่ละครั้งจะทำการบันทึกความถี่ของมอเตอร์(Hz) อัตราการใช้ไฟฟ้า (kW) ของเครื่องปรับอากาศ ฮีทเตอร์ และเครื่องให้ความชื้น นอกจากนั้น ในแต่ละตำแหน่งจากรูปที่ 3.1 จะทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

ตำแหน่งที่ 1, 2 และ 4 บันทึกค่าของ อุณหภูมิ และความดันของสารทำความเย็น

ตำแหน่งที่ 3 บันทึกค่าของ อุณหภูมิ, ความดันและอัตราการไหลของสารทำความเย็น

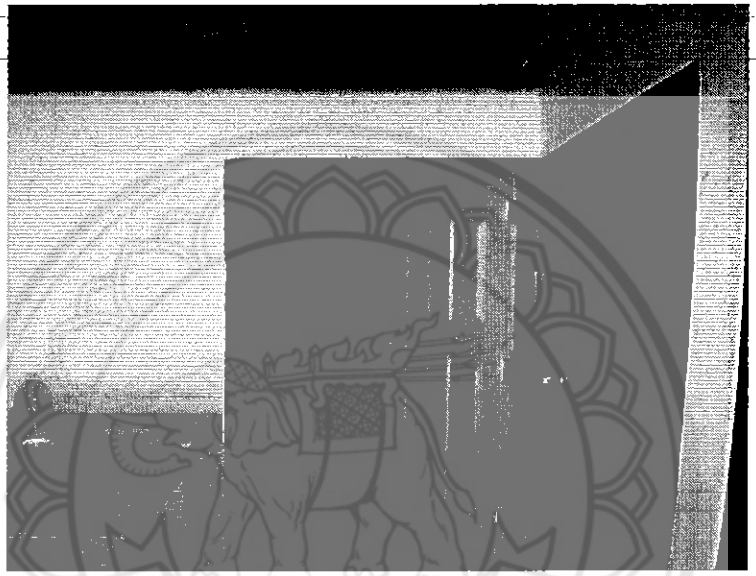
ตำแหน่งที่ 5 บันทึกค่าของ อุณหภูมิ และความชื้นของอากาศทางเข้าอีวาโปเรเตอร์

ตำแหน่งที่ 6 บันทึกค่าของอุณหภูมิ ความชื้น และอัตราเร็วของอากาศทางออกอีวาโปเรเตอร์

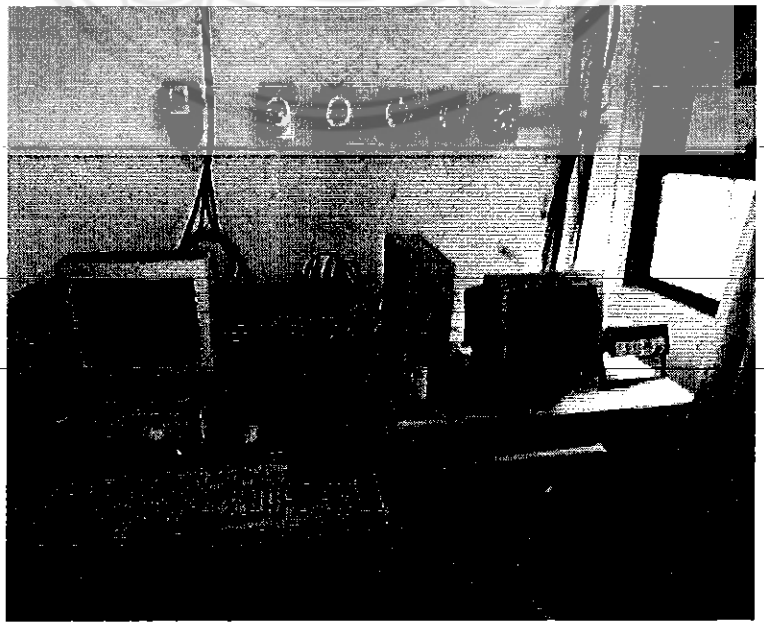
ตำแหน่งที่ 7 บันทึกค่าของอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศภายในห้อง

ตำแหน่งที่ 8 บันทึกค่าของอุณหภูมิ ของอากาศทางเข้าชุดคอนเดนเซอร์

ตำแหน่งที่ 9 บันทึกค่าของอุณหภูมิ และอัตราเร็วของอากาศทางออกจากชุดคอนเดนเซอร์



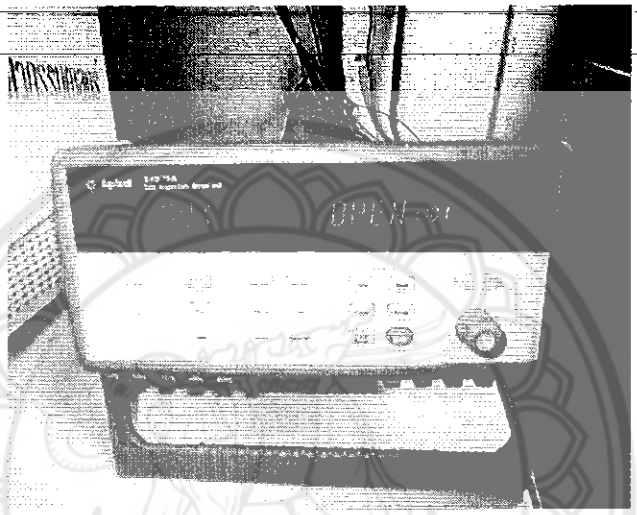
รูปที่ 3.2 ห้องทำการทดลอง



รูปที่ 3.3 คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการบันทึกผล

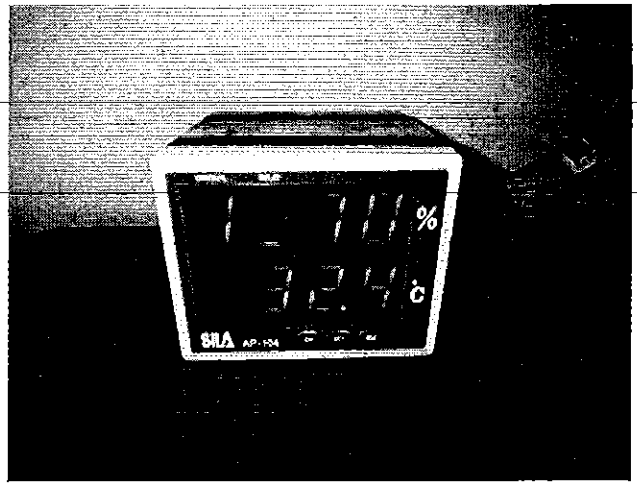
3.1.1 เครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดและบันทึกผลการทดลอง (Agilent Benchlink Data logger) ในรูป3.7 ใช้วัดและบันทึกข้อมูลและอุณหภูมิในตำแหน่งต่างๆ โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวส่งสัญญาณใช้งานในช่วง 0 °C -1250 °C ความละเอียด 0.001 องศา จะถูกบันทึกในรูปของกราฟ



รูปที่ 3.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Agilent Benchlink Data logger)

เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ (SILA AP-104) ในรูป3.5ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง โดยวัดแบดิจิตอลสามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส

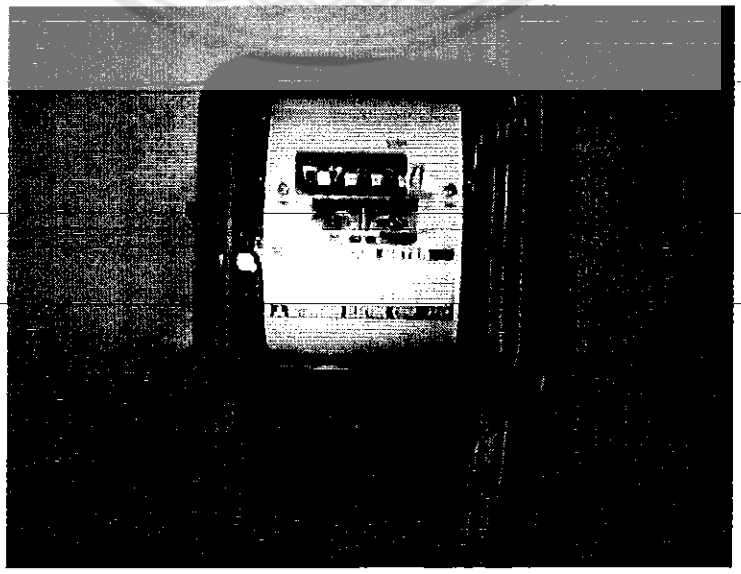


รูปที่ 3.5 เครื่องมือวัดความชื้นสัมพัทธ์

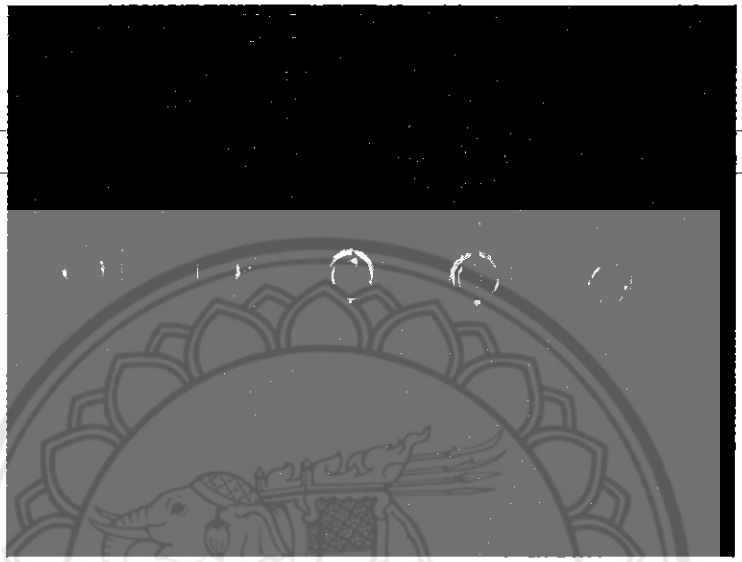
เครื่องมือวัดความถี่ (A UNIQUE CLAMP–ON MULTIMETER MODEL: ACD-330T)

ในรูป3.6 เป็นเครื่องมือวัดความถี่ส่วนกำลังไฟฟ้า ใช้การจับเวลาการหมุนครบ 1 รอบของWatt Hour Meter

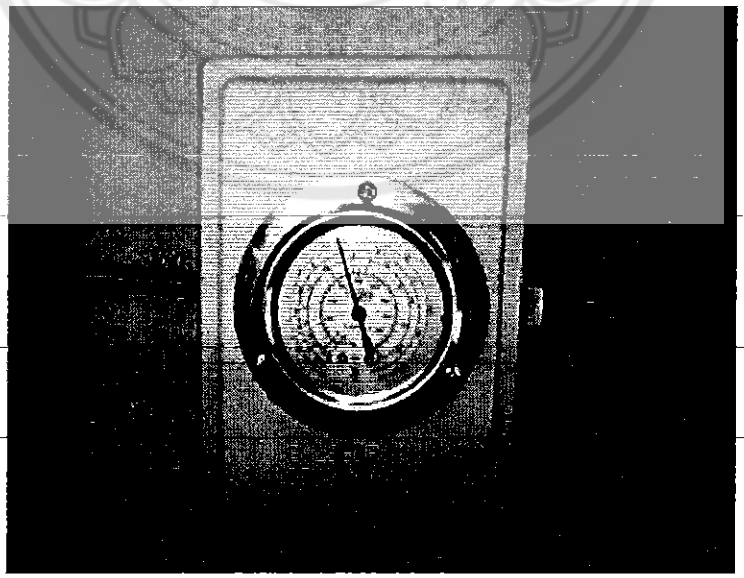
รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า (A UNIQUE CLAMP–ON MULTIMETER MODEL: ACD-330T)



รูปที่ 3.7 Watt Hour Meter

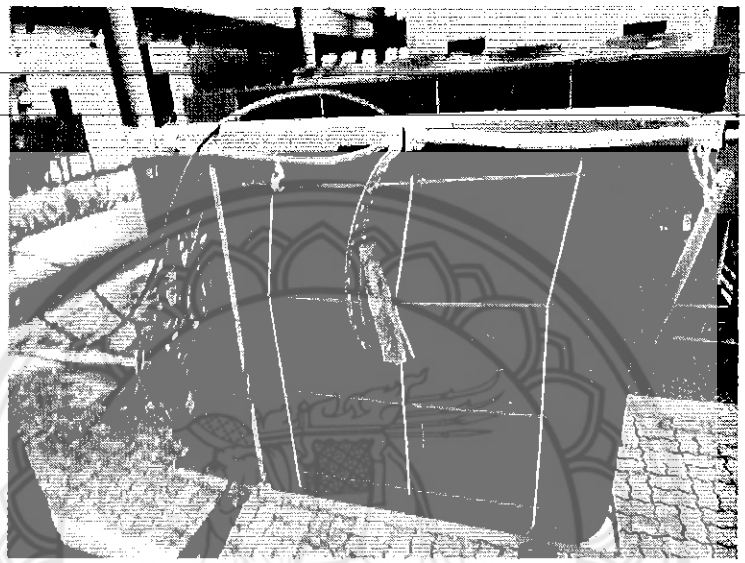


รูปที่ 3.8(ก) เกจวัดความดัน

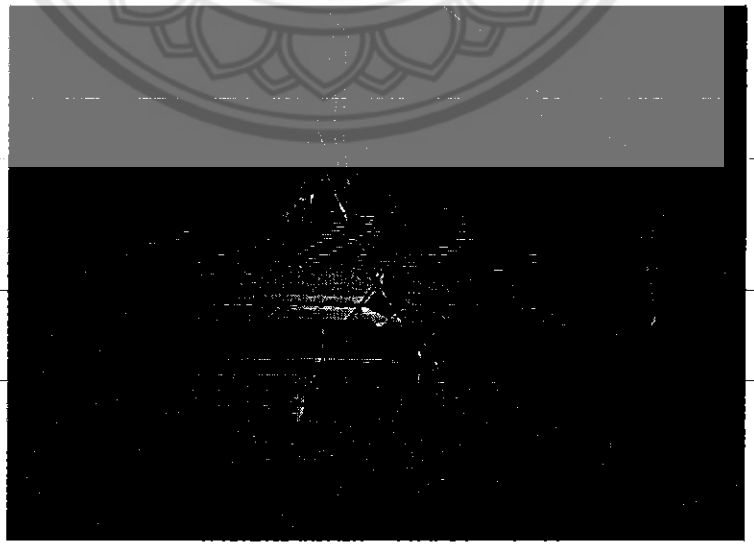


รูปที่ 3.8(ข) เกจวัดความดัน

การติดตั้งอุปกรณ์จากรูป3.1.1จะมีการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลเพื่อวัดอุณหภูมิอากาศทางเข้าคอนเดนเซอร์ รูป 3.1.2จะเป็นการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลกับหัวตัววัดแบบดิจิตอลของเครื่อง SILA AP-104 เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้า อีวาโปเรเตอร์



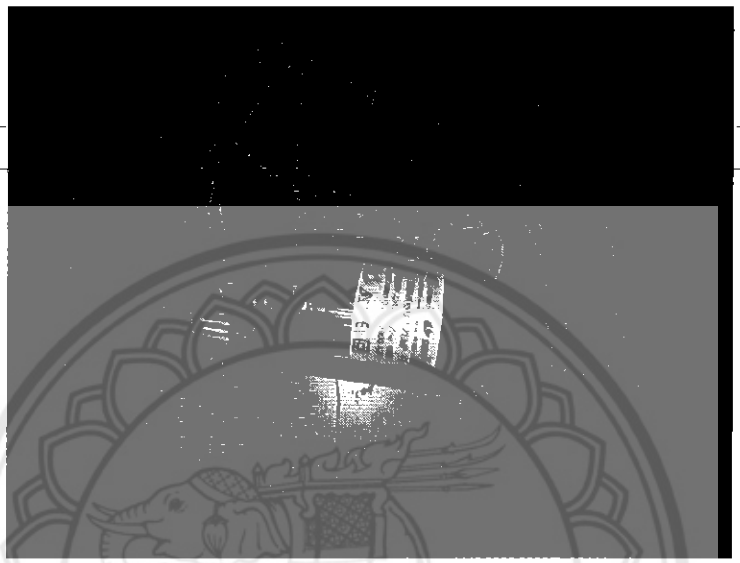
รูปที่ 3.9 การติดตั้งเครื่องมือวัดที่คอนเดนเซอร์



รูปที่ 3.10 การติดตั้งเครื่องมือวัดที่อีวาโปเรเตอร์

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

ชุดการทดลอง (Evaporative Cooling) จะประกอบไปด้วย อ่างรองน้ำ, สายยาง, ปั๊ม, ท่อ PVC ดังรูป



รูปที่ 3.11 ปั๊มที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.12 อ่างรองน้ำรูปตัวแอล

รูปที่ 3.12 ช่องใส่สายยาง

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง

1) เครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ(Agilent Benchlink Data logger) ใช้ในการวัดและบันทึกอุณหภูมิต่างๆ ที่ต้องการ โดยใช้เทอโมคัปเปิลเป็นตัวส่งสัญญาณ

2) เทอโมคัปเปิลที่ใช้ในการทอลองเป็นชนิด K ซึ่งสามารถใช้งานได้ในช่วง 0-1250 °C

3) เครื่องมือวัดอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิ (AP-104) ของอากาศ

4) เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า (A UNIQUE CLAMP–ON MULTIMETER MODEL: ACD-330T)

5) เกจวัดความดัน

6) เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 12000 Btu/hr

7) ฮีทเตอร์

8) เครื่องทำความชื้น

9) ชุดทดอง 1 ชุด(Evaporative Cooling)

10) คอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง

11) นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน

12) พัดลมหมุนเวียนอากาศภายในห้อง

13) WATTHOUR METER 2P15 (45) A

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 ก่อนทำการทดลอง

เปิดคอมพิวเตอร์ตั้งค่าโปรแกรม AP-104 และ Agilent Benchlink Data logger

3.2.1.1 การตั้งค่าโปรแกรมAP-104

1. เสียบปลั๊กเครื่อง AP-104
2. เปิดโปรแกรม AP-104 ในคอมพิวเตอร์
3. ทำการตั้งเวลาเริ่มและเวลาหยุดโปรแกรม พร้อมทั้งเวลาเก็บค่าข้อมูล(สำหรับการทดลอง นี้จะตั้งค่าการเก็บข้อมูลทุก1นาที)
4. ทำการตั้งเวลาแล้วทำการSet แล้วกี่ Start ทำเหมือนกันทั้ง 5 CH

3.2.1.2 การตั้งค่าโปรแกรม Agilent Bench link Data logger Properties

1. เสียบปลั๊กไฟของเครื่อง Agilent Bench link Data logger
2. เปิดโปรแกรม Welcome to Agilent Bench link Data logger คลิก open an exiting setup แล้วกด OK
3. จะมีหน้าต่าง openแสดงที่หน้าจอ เลือกที่ Lab o.k. แล้วคลิกที่ open
4. จะมีหน้าต่าง Lab o.k.-Data แล้วจึงเลือกที่ Scan แล้วกด Start Scan
5. จะมีหน้าต่าง Start Scan – Scan Status แสดงที่หน้าจอ แล้วคลิก Start
6. จะมีหน้าต่าง Downloading channel Configurations แสดงออกมาเมื่อ Downloading เสร็จ โปรแกรมก็จะเริ่มเก็บข้อมูล(การทดลองนี้จะตั้งค่าการเก็บข้อมูลทุก1นาที)
7. เสียบปลั๊กปั๊มน้ำ ที่ติดตั้งอยู่กับชุดทดลองที่อยู่กับคอนเดนเซอร์ โดยให้น้ำไหลผ่านประมาณ 2 นาที
8. เปิดเครื่องปรับอากาศที่ต้องทดลอง โดยกด ON พร้อมทั้งตั้งอุณหภูมิที่รีโมทคอนโทรล
9. เมื่อถึงเวลาที่โปรแกรมตั้งไว้คอมเพรสเซอร์ก็จะเริ่มทำงานแล้วจึงเก็บข้อมูลได้

3.2.2 ขณะทำการทดลอง

1. เมื่อถึงเวลาการทดลองจะบันทึกค่าข้อมูลดังนี้

1.1 นำเครื่องมือวัดความถี่ (A UNIQUE CLAMP–ON MULTIMETER) ไปวัดความถี่ของกระแสไฟฟ้าสายของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ โดยปรับ Rotary Switch ไปที่ Current measurement และกดปุ่มที่ Deal display V / frequency or A / frequency แล้วจดบันทึกค่า

1.2 บันทึกความดันที่อุปกรณ์วัดทั้ง 5 ได้แก่ ความดันทางเข้าคอมเพรสเซอร์(P_1) ทางออกคอมเพรสเซอร์ (P_2) ทางออกคอนเดนเซอร์ (P_{3A}และP_{3B}) ละความดันทางเข้าอีวาปโปเรเตอร์ (P_4)

1.3 ทำการจับเวลาการหมุนครบรอบของ WATTHOUR METER แล้วบันทึกผล

1.3.1 ในการทดลองจะทำการบันทึกผลทุกๆ 10 นาที

1.3.2 ต้องควบคุมอุณหภูมิ Return Air ให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ โดยการเพิ่มภาระการทำงาน เช่น เปิดฮิตเตอร์ เปิดเครื่องทำความชื้น เปิดไฟ เป็นต้น

1.3.3 ทำอุณหภูมิห้องให้คงที่แล้วเก็บข้อมูลตามขั้นตอน

3.2.3 หลังทำการทดลอง

1. ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ทำการปิดโปรแกรม ทั้งหมด

1.1 การปิดโปรแกรม AP-104 สร้างไฟล์โฟลเดอร์ของการทดลองแต่ละครั้ง เพื่อเก็บข้อมูลในดิสก์ C ทุกครั้ง แล้วปิดโปรแกรมได้เลย

1.2 การปิดโปรแกรม Agilent Bench link Data logger Properties

1.2.1 คลิกที่ Scan แล้วคลิกไปที่ Stop Scan]

1.2.2 จะมีหน้าต่าง Data Browser แสดงออกมาที่หน้าจอ

1.2.3 คลิกที่ File แล้วคลิกไปที่ Export Data

1.2.4 จะมี Export Data แสดงที่จอ แล้วเลือก Browse

1.2.5 จะมีหน้าต่าง Save Measurement Data As ที่หน้าจอเลือก Project 2549

1.2.6 ทำการตั้งชื่อแฟ้ม (ในการทดลองนี้จะตั้งชื่อเป็นวันในการทดลองเช่น Ag-031549 ค /ว/ ป หรือ AP-104 031549)แล้วคลิกOK

1.2.7 ปิดโปรแกรม Agilent Bench link Data logger Properties ได้เลย

2. ถอดปลั๊ก AP- 104 เครื่อง Agilent 34970A ปั๊มน้ำ และปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

3. ปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดลองโดยกดปุ่ม OFF พร้อมทั้งปิดสวิตซ์ทั้งหมดในห้อง

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเลือกผลการทดลองที่อยู่ในช่วงสภาวะคงตัวและอยู่ในสภาวะห้องและอุณหภูมิก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ที่ใกล้เคียงกันมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP_C) เมื่อนำเอาชุดทดลอง (Evaporative cooling) มาติดตั้ง ที่คอนเดนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นของห้องมีค่า 15°-27° Cและ40-60 %RH ตามลำดับ อุณหภูมิทางเข้าคอนเดนเซอร์อยู่ในช่วง 30-35° C และมีอัตราการไหลของอากาศผ่านอีวาปโปเรเตอร์ 0.139 kg/s

4.1 ผลขององุณหภูมิทางเข้าคอนเดนเซอร์ ที่มีต่อเครื่องปรับอากาศ

จากการใช้เครื่องทำความเย็นแบบระเหยกับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์มาช่วยลดอุณหภูมิอากาศ ก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ เพื่อเพิ่มสมรรถนะให้ดีขึ้น

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิทางเข้าของคอนเดนเซอร์ลดต่ำลงจะทำให้ค่าสัมประสิทธ์สมรรถนะมีค่าเพิ่มขึ้นและเมื่อเพิ่มอุณหภูมิอากาศภายในค่าสัมประสิทธ์สมรรถนะก็จะมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นมาด้วย การที่เราเพิ่มอุณหภูมิอากาศภายในห้องหรือลดอุณหภูมิอากาศ ก่อนเข้าคอนเดนเซอร์จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ลดต่ำลงด้วย

4.2 ผลขององเครื่องทำความเย็นแบบระเหยต่อค่าสัมประสิทธ์สมรรถนะ

ในการทดลองเปรียบเทียบหาค่าค่าสัมประสิทธ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ จะทำการเปรียบเทียบ โดยใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์และเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ที่มีการติดตั้งระบบทำความเย็นแบบระเหย

จากการทดลอง เปิด-ปิดเครื่องทำความเย็นแบบระเหยสลับกันไป จะเห็นได้ว่าเมื่อใช้เครื่องทำความเย็นแบบระเหยร่วมกับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ จะทำให้ค่าCOPสูงกว่าเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ธรรมดา เนื่องด้วยการลดอุณหภูมิของทางเข้าคอนเดนเซอร์

4.3 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ (อัตราการใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่อยู่ที่คอมเพรสเซอร์)

เมื่อนำอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศมาพิจารณา เมื่อได้มีการติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยกับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ จากการทดลองจะได้เส้นแนวโน้ม โดยอุณหภูมิของกระเปาะเปียกของอากาศภายนอกเท่ากับ 25 °C พบว่าเมื่ออุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายนอกเพิ่มขึ้นการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์จะเพิ่มมากขึ้นด้วย

จะเห็นได้ว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยอย่างเดียวหรือว่าเป็นระบบอินเวอร์เตอร์อย่างเดียวจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าการติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยกับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

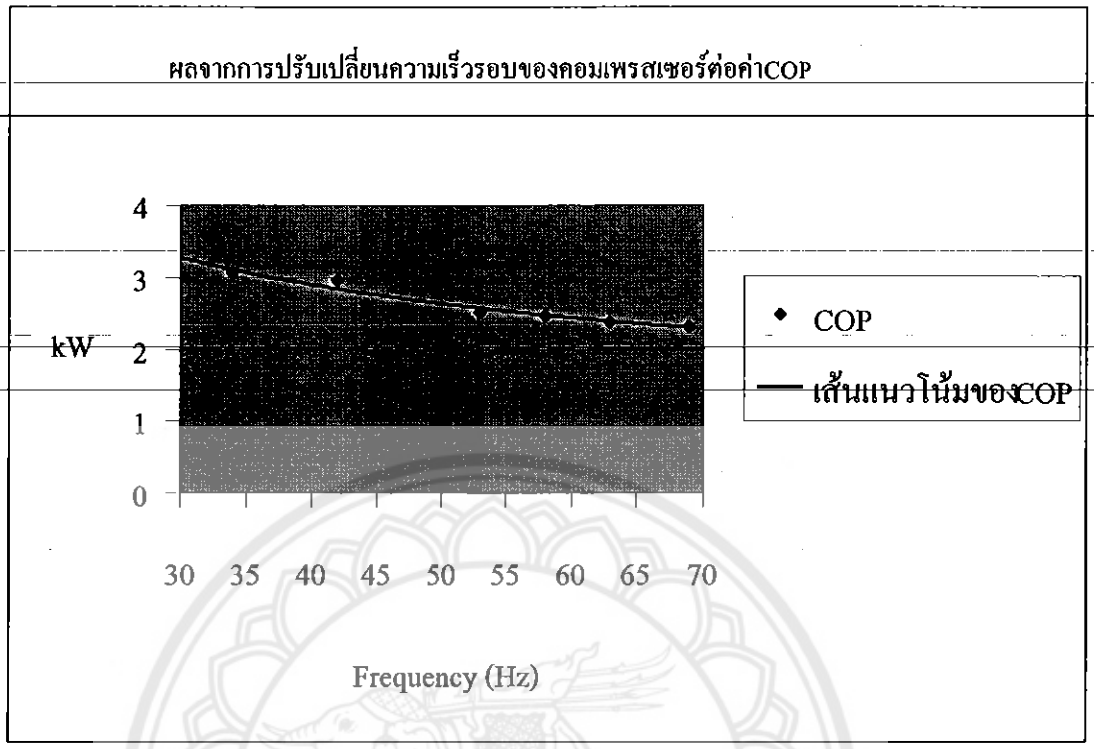
กราฟที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่า COPของแต่ละกระบวนการ

จากกราฟจะเห็นได้ว่าเป็นการเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการซึ่งจะเห็นได้ว่าเมื่อเราใช้ระบบอีวาปโปเรทีฟคูลิ่งจะมีค่า COP อยู่ที่ 3.29 โดยเฉลี่ยและเมื่อใช้ระบบอินเวอร์เตอร์ค่า COP ก็จะมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 และระบบอินเวอร์เตอร์โดยการระบายความ

ร้อนออกจากคอนเดนเซอร์แล้วจะได้ค่า COP อยู่ที่ 4.16 โดยเฉลี่ย จะเห็นว่าเมื่อนำระบบทั้งสองมาประกอบเข้าด้วยกันจะส่งผลให้ค่า COP สูงขึ้น

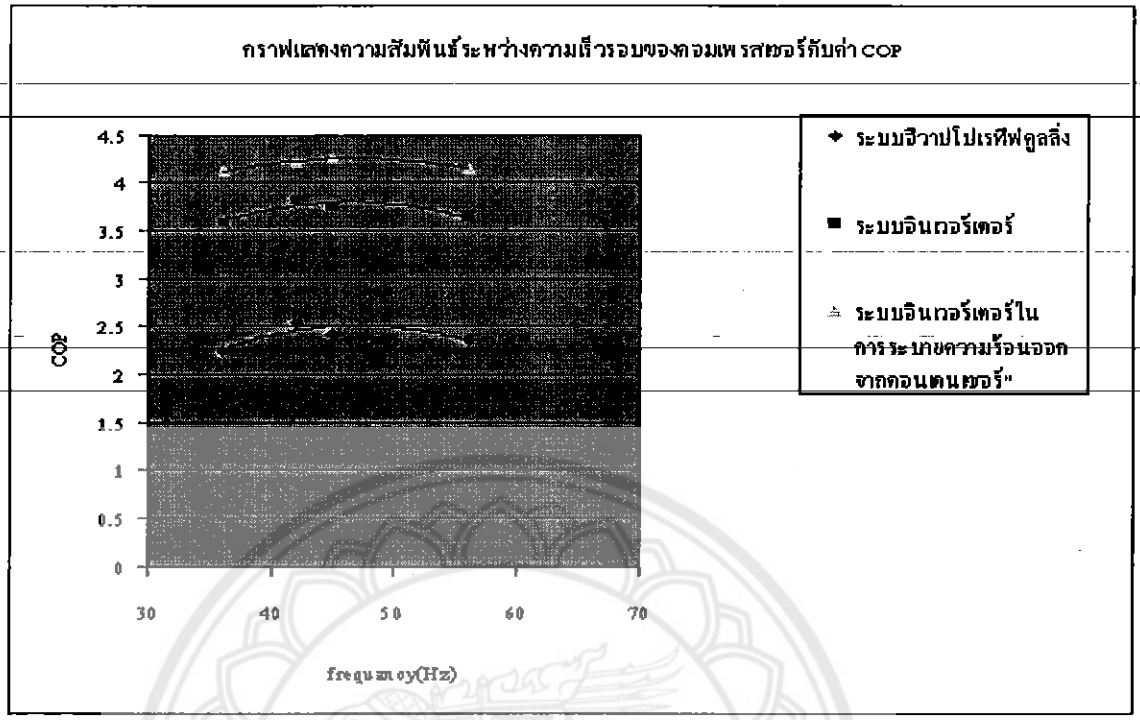
กราฟที่4.2 การเปรียบเทียบค่า COP เมื่อติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยกับเครื่องปรับอากาศปรกติ

จากกราฟจะเห็น ได้ว่าเครื่องปรับอากาศปกติ มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP) โดยเฉลี่ย 3.125 เมื่อติดตั้งเครื่องทำความเย็นแบบระเหยเครื่องปรับอากาศจะมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.308



กราฟที่ 4.3 ผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ต่อค่า COP

จะเห็นได้ว่าค่าของ COPจะลดลงตามการเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของกำลังงานของคอมเพรสเซอร์แม้ว่าจะมีอัตราการทำความเย็นเพิ่มขึ้นแต่ผลของกำลังจะมากกว่าจึงส่งผลให้ค่า COPลดลงตามไปด้วย



กราฟที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ต่อค่า COP

จะกราฟจะเป็นการแสดงช่วงความถี่ที่มีผลต่อการใช้พลังงานของคอมเพรสเซอร์จะเห็นได้ว่าเมื่อความถี่ต่ำอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าก็จะต่ำลงด้วยและจากการทดลองพบว่าที่42Hzจะมีค่าCOPสูงที่สุดถ้ามมากหรือน้อยกว่านั้นCOPก็จะมีค่าน้อยลง

ตารางที่ 4.1 อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์	เครื่องปรับอากาศอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์	ลดลงได้
(เฉลี่ย)	0.422 kW	0.46 kW	0.038 kW

4.4 การคำนวณหากำลังที่ให้กับคอมเพรสเซอร์

$$W_C = [\frac{3600}{t(400)}] - 0.043$$
$$= [\frac{3600}{19.34(400)}] - 0.043$$
$$= 0.4223kW$$

4.5 การคำนวณหาอัตราการทำความเย็น

$$Q_L = m_{Air}(h_{ai} - h_{ao})$$
$$= 0.139(52.20 - 38.80)$$
$$= 1.862 \quad kW$$

4.6 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิสมรรถนะ

$$COP = \frac{Q_L}{W}$$
$$= \frac{1.862}{0.46}$$
$$= 4.048$$

4.7 การหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ปั๊ม

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ปั๊ม = 38 W

= 0.038 kW

อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม = 0.422+0.038

= 0.46 kW

ค่าประสิทธิภาพ(Energy Efficiency Ratio) = 4.048 × 3.413

= 13.81

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
5200063
ว.ก
๐๘๗๓
๒๕๕๑

บทที่5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้เป็นการหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อยออกจากคอนเดนเซอร์โดยการทำความเย็นแบบระเหย ทดลองและเก็บข้อมูลต่างๆ โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิทางเข้าและทางออกของคอนเดนเซอร์ และอุณหภูมิทางออกของอีวาโปเรเตอร์ ใช้โปรแกรม AP-104 ของ Agilent Benchling Data Logger Properties บันทึกข้อมูลการทดลองพร้อมบันทึกค่าความดัน ความถี่ และเวลาในการหมุนครบหนึ่งรอบของมิเตอร์ (Watt Hour Meter) แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาหาค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ โดยระบบเครื่องปรับอากาศมีความสามารถในการทำความเย็นประมาณ 1 ตันความเย็น (12000 Btu/hour: 3.516 kW) ชนิดของสารทำความเย็นคือ R-22 กำหนดอุณหภูมิออกแบบที่ใช้ในการทดลองประมาณ 24 ถึง 27 °C จากผลการทดลองพบว่าเมื่อนำเอาเครื่องทำความเย็นแบบระเหยมาติดตั้งที่คอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์จะส่งผลให้ค่าCOPสูงขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ธรรมดาซึ่งจะได้ค่า COP = 4.048 และ COP = 3.88 ตามลำดับในขณะที่อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ภายใต้การระบายความร้อยออกจากคอนเดนเซอร์จะเท่ากับ 0.46 kW ส่วนอัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ จะเท่ากับ0.422 kW

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เครื่องทำความเย็นแบบระเหยควรเลือกปั๊มที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้เพื่อประหยัดพลังงาน

2. การปั๊มน้ำเก็บไว้ในถังสูงแล้วปล่อยให้น้ำตกลงมาด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานจะเป็นการประหยัดพลังงานจากการใช้น้ำได้

3. นำน้ำที่กลั่นตัวจากอีวาโปเรเตอร์มารวมกับน้ำในระบบเพื่อที่จะทำให้น้ำในระบบมีอุณหภูมิที่ต่ำลงซึ่งจะช่วยในการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์

4. นำอากาศระบายทิ้งจากห้องปรับอากาศมาผสมกับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์

รายการอ้างอิง

ฉัตรชัย นิมมล. เทอร์โมไดนามิกส์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.

สนอง อิ่มเอม. เครื่องทำความเย็น. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสารพัดช่างพระนคร, 2521.

ยูนุส เซงเกล และไมเคิลโบลส์. เทอร์โมไดนามิกส์. แปลจาก Thermodynamics โดย สมชัย อัครทิวา และขวัญจิตร วงษ์ชารี. กรุงเทพฯ : แมคกรอ-ฮิล, 2546.

ชำนาญ นางาม, ณัฐวุฒิ บัวสะอาด และศุภวิทย์ หน่อแก้ว. ระบบทำความเย็นแบบระเหยสำหรับระบายความร้อนจากคอนเดนเซอร์. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2544

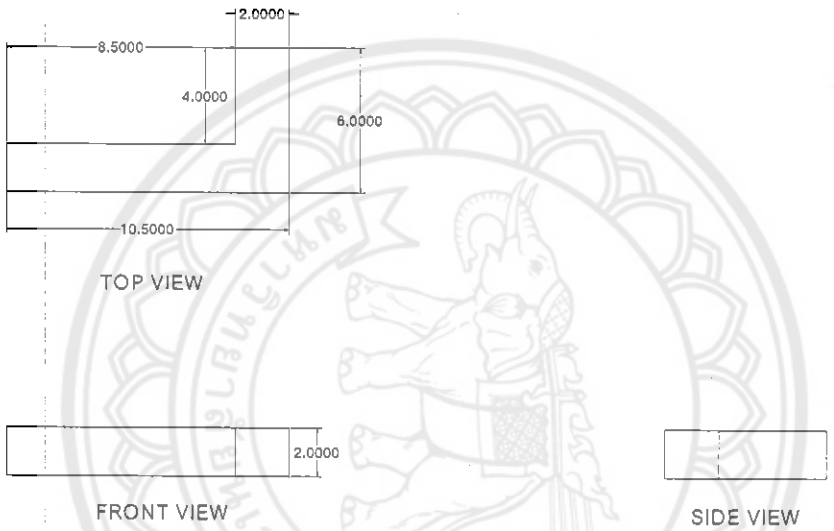
เสริมศักดิ์ พิศณุ และสุพิน ปัญญาปา. การหาสมการสมรรถนะของคอมเพรสเซอร์จากข้อมูลการทดลอง. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2546

http://www.eitjournal.org/seach/view.asp?id=38151k

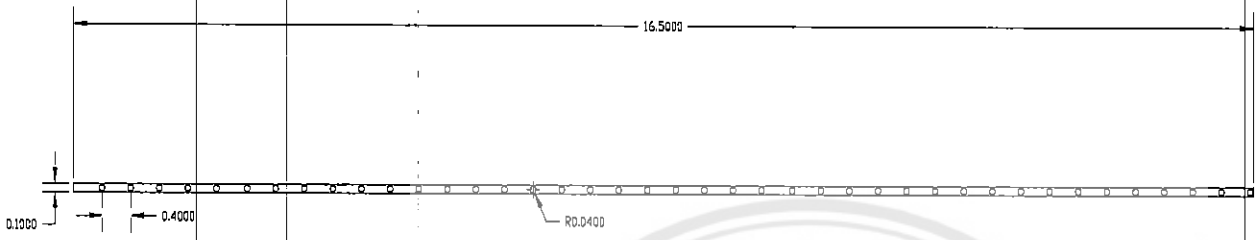
http://www.thairefrig.or.th/s0113/index.php?pgid=index

ภาคผนวก ก.

แบบชุดทดลอง

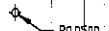


FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY	Tank Top Side	Scale : 1: 10	ME PROJECT
	All dimensions are in centimeters	Date : 10/05/07	PLATE : 1



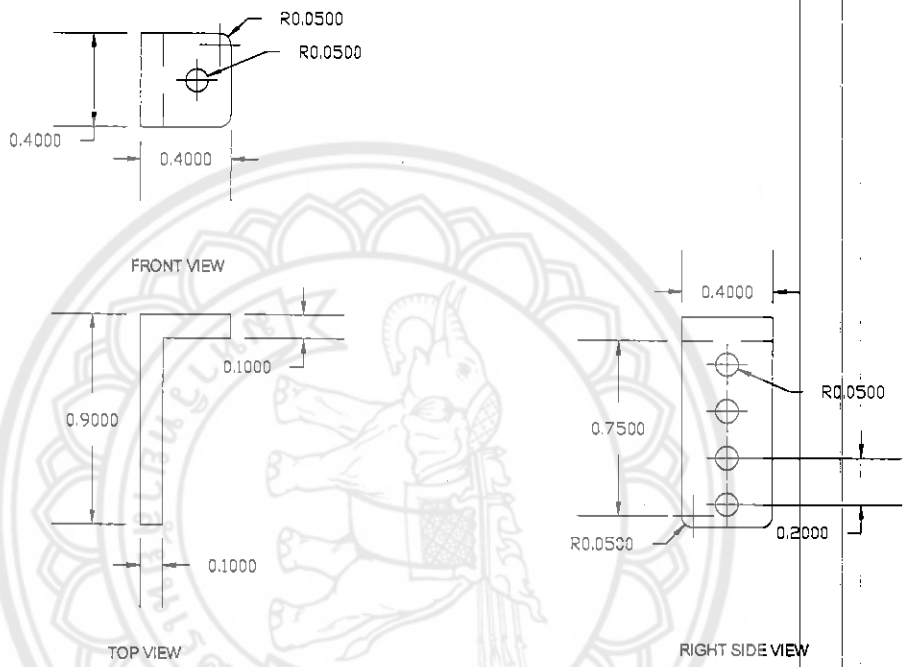
FRONT VIEW

TOP VIEW



RIGHT SIDE VIEW

FACULTY OF ENGINEERING NARESUAN UNIVERSITY		
[illegible]	SCALE : 1/10	ME PROJECT
All dimensions are in centimeters	DATE15/05/07	PLATE : 2



FACULTY OF ENGINEERING NARESAUN UNIVERSITY		
แท่งเหล็ก	SCALE : 1:10	ME PROJECT
All dimensions are in centimeters	DATE:15/05/07	PLATE : 4

ภาคผนวก ข

วิธีการคำนวณและรูปอุปกรณ์การทดลอง

การหาค่าตัวแปรจากการทดลอง

f = 42 HZ t(s) = 19.34 $t_{air, in}$ = 26.7 C $t_{air, out}$ = 16.1 44%$RH_{air, in}$ 65%$RH_{air, out}$

m =0.139 kg/s t_C = 34.94 °C t_E = 16.94 °C

1. การหาค่า W_C

$$W_C = [\frac{3600}{t(400)}] - 0.043$$

$$= [\frac{3600}{19.34(400)}] - 0.043$$

$$= 0.4223\ kW$$

2. การหาค่า h ของอากาศผ่านอีวาปโปเรเตอร์

$h = t + w(2501+1.86t)$

$h_{ai} = 26.7+0.010[2501+1.86(26.7)]$

$= 52.20$ kW

$h_{ao} = 16.1+0.009[2501+1.86(16.1)]$

$= 38.80$ kW

3. การหาปริมาตรการทำความเย็น

$$Q_L = m_{Air}(h_{ai} - h_{ao})$$

$$= 0.139(52.20 - 3.8.80)$$

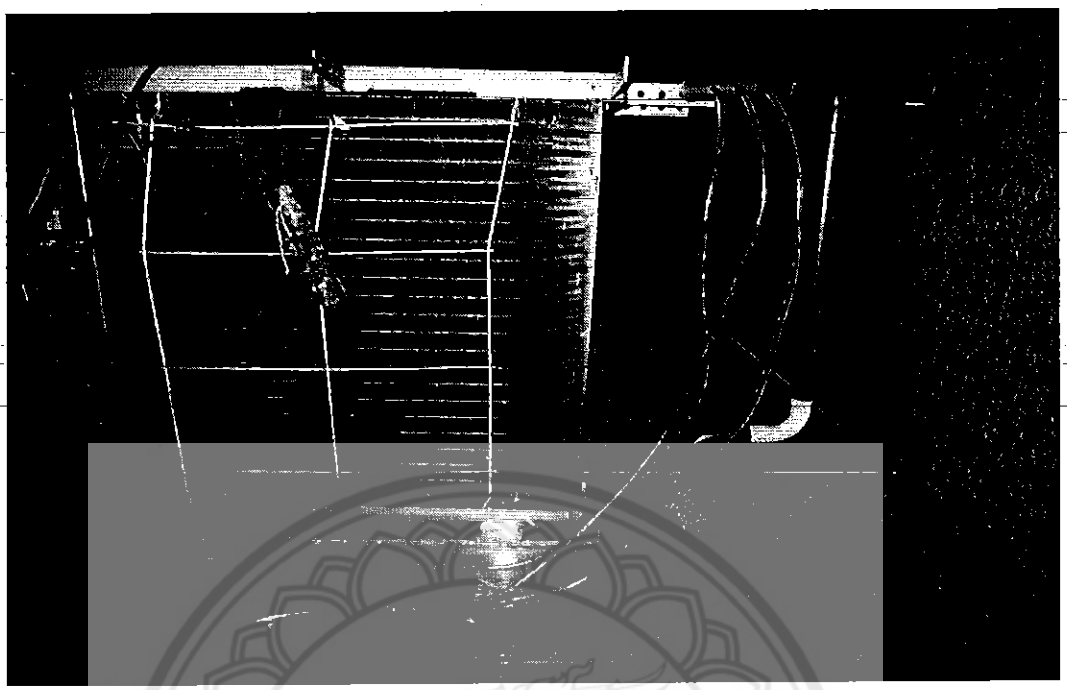
$$= 1.862kW$$

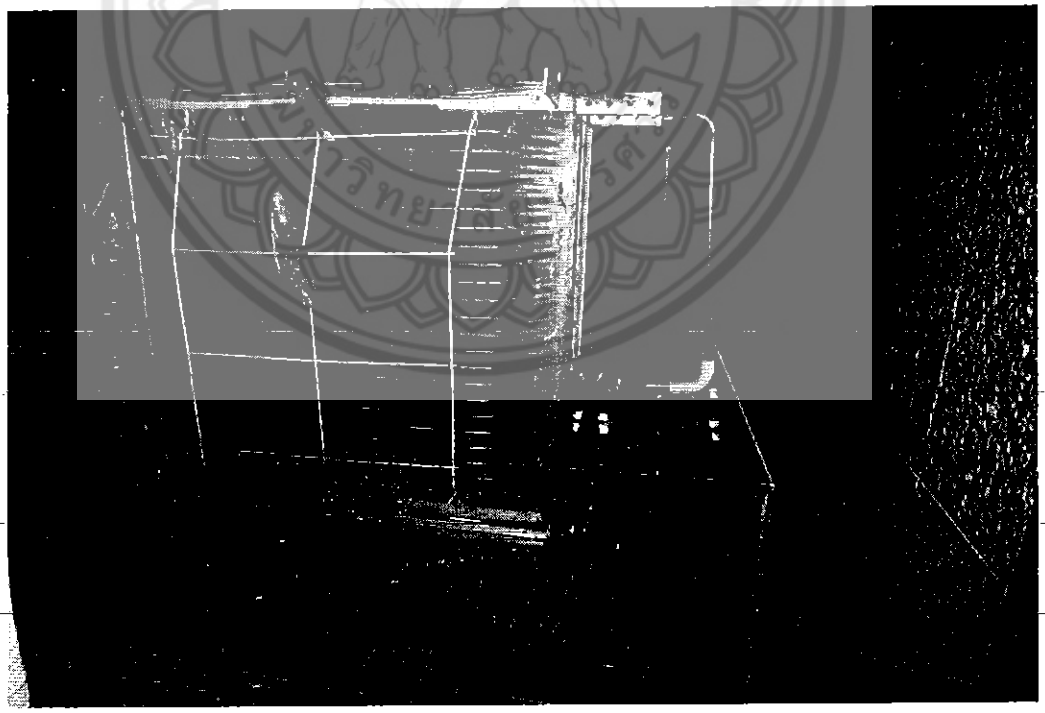
4.กาหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP_C

$$COP_C = \frac{Q_L}{W_C}$$

$$= \frac{1.862}{0.46}$$

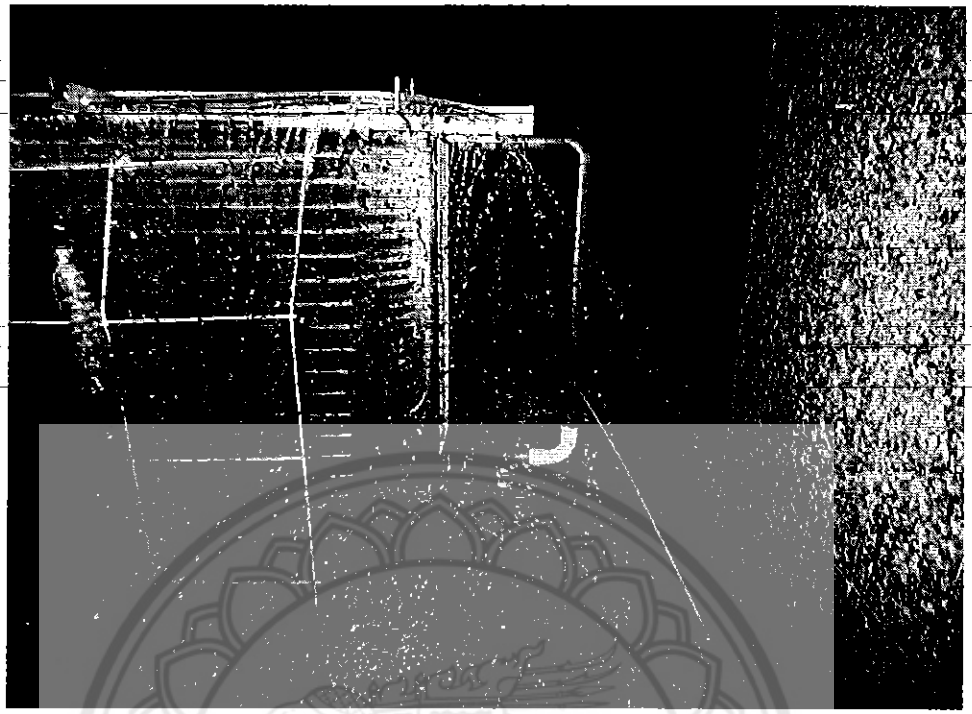
$$= 4.048$$

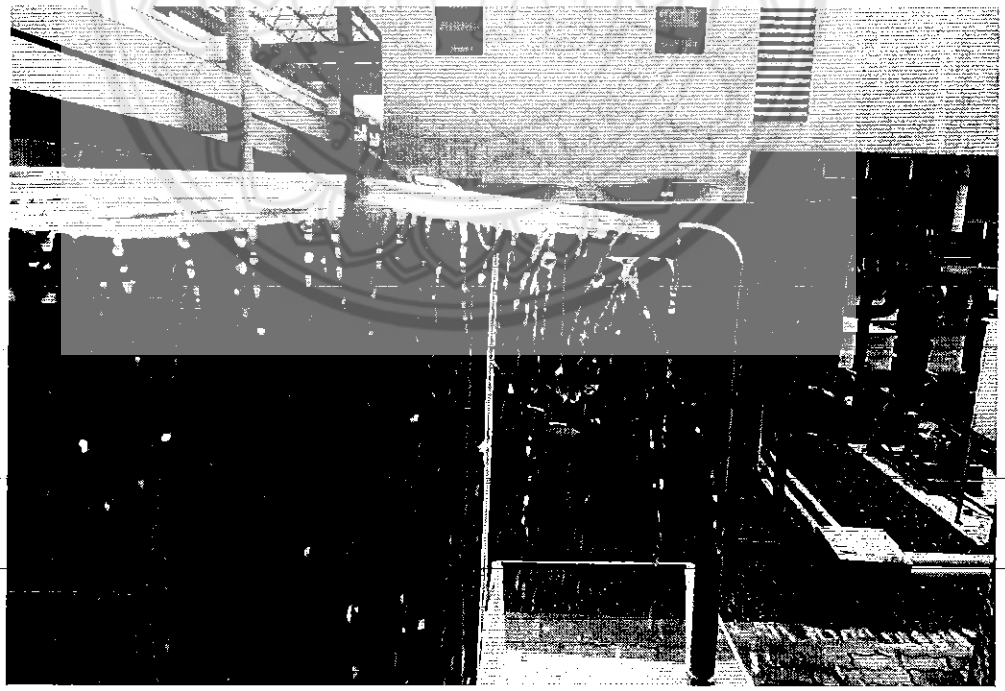


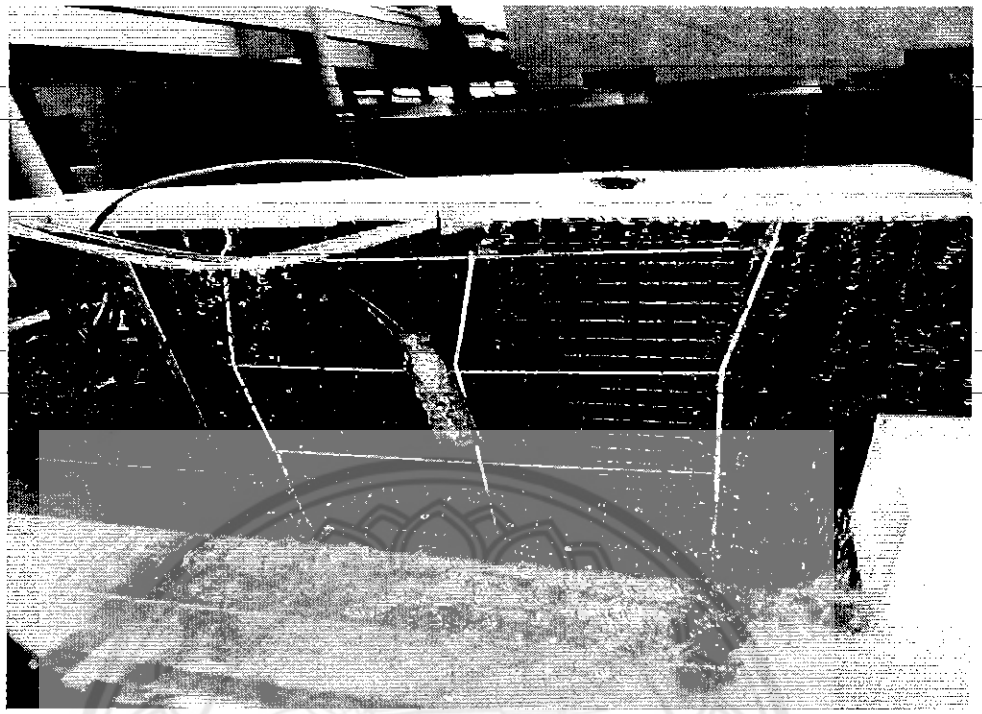


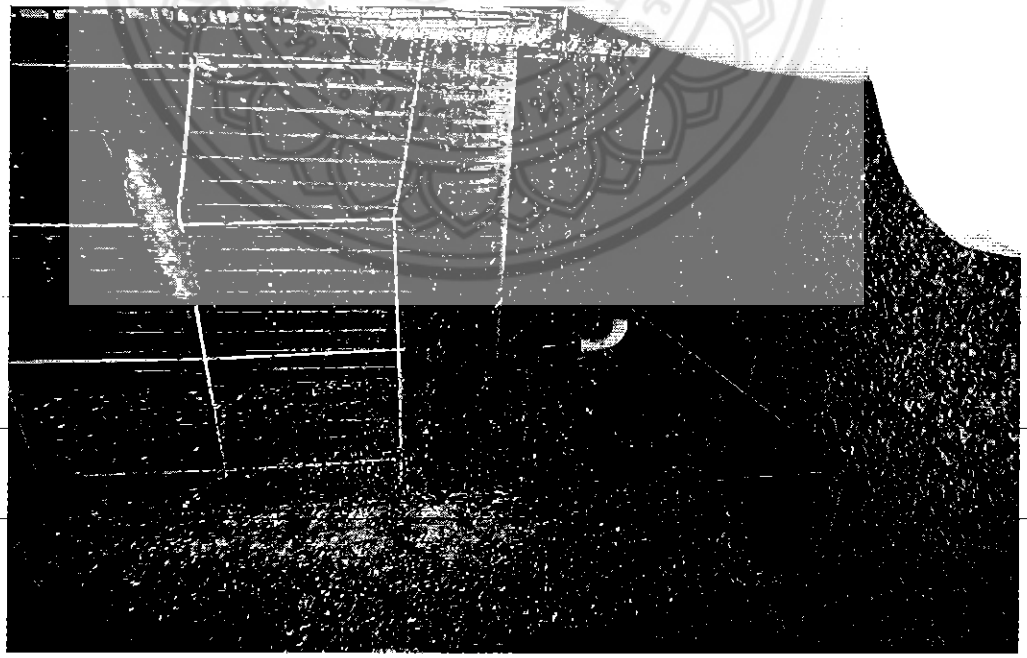
ภาคผนวก ค.

ขณะทำการทดลอง









ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

นายเอกชัย ใจปันธิ

วัน เดือน ปี เกิด 9 สิงหาคม 2527

บิดา นายสะอาด ใจปันธิ

มารดา นางหนุ่ย ใจปันธิ

ที่อยู่ 125 ม.4 ต.เจดีย์คำ อ.เชียงคำ จ.พะเยา

ประวัติการศึกษา

2533 สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาลจากโรงเรียนบ้านปัวชัย

2539 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนบ้านปัวชัย

2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเชียงคำวิทยาคม

2546 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร

น.ส.นัยนา จอมแปง

วัน เดือน ปี เกิด 28 สิงหาคม 2527

บิดา นายสมบูรณ์ จอมแปง

มารดา นางจันทร์ แสงวันดี

ที่อยู่ 67 ม.8 ต.แม่สุก อ.แม่ใจ จ.พะเยา

ประวัติการศึกษา

2533 สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาลจากโรงเรียนบ้านแม่จว้า

2539 สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนประชาบำรุง

2545 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม

2546 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร