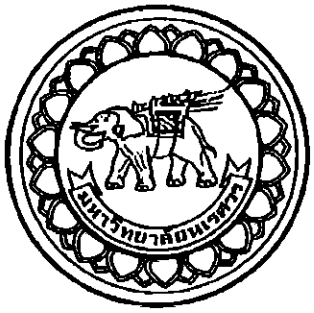


อุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนในระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน

Accessory Equipment for Heat Ventilation in Split Type Air Condition

นายณัฐพล บู่แย้ม รหัส 47361563

นายทนงศักดิ์ บุตรวงศ์ รหัส 47361589

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ... ... พ.ศ. 2551
เลขทะเบียน... 05100034 ...
เลขเรียกหนังสือ...
มหาวิทยาลัยนเรศวร

i 5081683, e.2
ปร
ป3420
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	**อุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนในระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน**
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณัฐพล บู่แย้ม รหัส 47361563
	นายทนงศักดิ์ บุตรวงศ์ รหัส 47361589
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์)

หัวข้อโครงงาน	: อุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนในระบบปรับอากาศชนิดแยกส่วน
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายณัฐพล บู่แย้ม รหัส 47361563
	: นายทนงศักดิ์ บุตรวงศ์ รหัส 47361589
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น
ภาควิชา	: วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	: 2550

.....

บทคัดย่อ

สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิอากาศสภาวะแวดล้อมสูงขึ้น การระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ ลดต่ำลง ทำให้ระบบปรับอากาศต้องทำงานหนัก อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศเพิ่มสูงขึ้น ผู้จัดทำโครงงานจึงคิดสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนเพื่อช่วยลดอุณหภูมิสภาวะอากาศภายนอกที่สูงให้ลดต่ำลง ก่อนส่งผ่านเข้าสู่คอยล์ร้อน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

หลักการทำงานของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนคือ นำอากาศภายนอกที่อุณหภูมิสูงมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน โดยการพ่นน้ำลงบนแผ่นระบายความร้อน เมื่ออากาศผ่านอุปกรณ์ดังกล่าว จะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง ซึ่งทำการทดลองกับเครื่องปรับอากาศขนาด 11,884 BTU/hr แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กรณีคือ กรณีติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนและกรณีไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ทำการทดลองพร้อมกันโดยเปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งแต่เวลา 8.00 น. - 16.00 น. เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน การทดลองจะเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศและการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี ทำการวัดและบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที

จากผลการทดลองอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนพบว่าสามารถลดอุณหภูมิสภาวะอากาศภายนอกได้เฉลี่ยเท่ากับ 2.38 °C พร้อมกับทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนลดลง 6 % และสามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 1.29 บาทต่อวัน

จึงสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพการทำงานของระบบปรับอากาศมีค่าสูงขึ้น เมื่อติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

Project Title	Accessory Equipment for Heat Ventilation in Split Type Air Condition.
Name	Mr. Nutthaphon Buyaem ID. 47361563
	Mr. Tanongsuk Budwong ID. 47361589
Project Advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.
Major	Electrical Engineering.
Department	Electrical and Computer Engineering.
Academic Year	2007

ABSTRACT

Because the weather has been changed, the temperature has been increased. The ventilation of air-condition is decreased, so it affects the air–condition to work harder. The capacity of using electric energy of the air–condition is higher as well. That's why we invent the special equipment to ventilate so that it can reduce the high temperature from the outside to go down before going through the condenser to decrease the electric usage.

The process of this equipment is that it will carry the outside air which has high temperature and will exchange the hot air with the equipment heat ventilation by spraying water onto the cooling pad. When the hot air goes through the process, the temperature will be decreased. The test is conducted with the air conditioners size of 11,884 BTU/hr. It was conducted in two different conditions, one with the equipment heat ventilation and the other without. We run both air conditioners at the same time from 8.00 a.m. to 4.00 p.m., which is 8 hours a day. We record the temperature and the energy usage every 10 minute.

According to the result of the experiment shows that the special equipment for ventilating can reduce the outside temperature averages by 2.38 °C, it can reduce the capacity of using electric energy of the air–condition (If the air–condition is installed with the heat ventilation) averages by 6 %, and it can help you to save 1.29 bath a day.

It can be concluded that, the air conditioning system works more effectively with the installed accessory equipment for heat ventilation.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์ และ อาจารย์สิทธิโชค ผูกพันธุ์ ที่ได้ให้แนวคิด ตลอดจนเสียสละเวลา ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในรายงานฉบับนี้ ขอขอบคุณ หอพักที่ให้ใช้สถานที่ในการทดลองและขอบคุณ น้ำใจเพื่อนๆทุกคนที่ให้กำลังใจกันตลอดมา รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และให้คำปรึกษาเรื่อยมา

สุดท้ายผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ ทุกคน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอดทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายณัฐพล บู่แย้ม
นายทนงศักดิ์ บุตรวงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูปภาพ ..... ช

สารบัญกราฟ ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.2 ขอบข่ายของโครงงาน 2

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 สถานที่ปฏิบัติงาน 4

1.6 งบประมาณที่ใช้ 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน 5

2.2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน 6

2.3 วัฏจักรทำความเย็นในระบบปรับอากาศ 6

2.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ 10

2.5 หลักการของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 11

2.6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน 12

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและทำการทดลอง

3.1 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง 14

3.2 การติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 17

3.3 ตำแหน่งการวัดและบันทึกข้อมูล 18

3.4 การทดลองชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 20

บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองอุณหภูมิอากาศของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี 21

4.2 ผลการทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี 23

4.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) 25

บทที่ 5 สรุปการวิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 26

5.2 ข้อเสนอแนะ 27

5.3 การวิจารณ์ผลการทดลอง 27

5.4 การพัฒนาโครงงานในอนาคต 27

เอกสารอ้างอิง 28

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางบันทึกผลการทดลอง 30

ภาคผนวก ข เครื่องมือวัด 35

ภาคผนวก ค กราฟอ้างอิง 36

ภาคผนวก ง แบบอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 38

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 42

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 กิจกรรมการดำเนินงาน 3

3.1 ต้นทุนของชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 16

ก.1 เครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ข้อมูลล่าสุด 16/4/2008 30

ก.2 เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ข้อมูลล่าสุด 16/4/2008 31

ก.3 เครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ข้อมูลล่าสุด 17/4/2008 32

ก.4 เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ข้อมูลล่าสุด 17/4/2008 32

ข.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน 35

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงส่วนประกอบของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน 5

2.2 แสดงวัฏจักรการทำความเย็น 7

2.3 แสดงแผนภาพ $P-h$ Diagram 7

2.4 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบด้านความดันสูง-ต่ำ 10

2.5 P – h diagram วัฏจักรทำความเย็น 10

2.6 หลักการของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 11

3.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ 14

3.2 ถาดรองน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 15

3.3 แผ่นระบายความร้อน 15

3.4 แสดงระบบน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 16

3.5 ก่อนติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 17

3.6 หลังการติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 17

3.7 แสดงการต่อสายไฟของปั๊มน้ำเข้ากับชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) 18

3.8 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศด้านหน้าและหลังของชุดคอยล์ร้อน 19

3.9 รูปด้านข้างของชุดคอยล์ร้อนแสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศ 19

3.10 แสดงการติดตั้ง กิโลวัตต์เฮาส์มิเตอร์ (Kilowatt hour meter) ทั้ง 2 กรณี 20

ง.1 แบบโครงสร้างถาดรองน้ำ 38

ง.2 แบบแผ่นระบายความร้อนด้านหลังคอยล์ร้อน 39

ง.3 แบบแผ่นระบายความร้อนด้านข้างคอยล์ร้อน 40

ง.4 แบบท่อน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 41

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า

4.1 แสดงอุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน 21

4.2 แสดงอุณหภูมิอากาศภายนอก 22

4.3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWH) 23

4.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี ในทุกๆ 10 นาที 24

ค.1 psychrometric chart 36

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในประเทศไทยปัจจุบันนี้ไม่ว่าจะเป็น บ้านพัก สำนักงาน โรงพยาบาล โรงแรม หรือห้างสรรพสินค้าล้วนแต่นิยมติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ทั้งนี้เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้นมีราคาลงทุนเบื้องต้นต่ำ ง่ายต่อการติดตั้งและบำรุงรักษา รวมทั้งไม่จำเป็นต้องใช้ช่างผู้ชำนาญการในการดูแลระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก โดยส่วนแรกเป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องปรับอากาศ (Indoor Unit) และส่วนที่สองเป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายนอกห้องปรับอากาศ (Outdoor Unit) โดยทั้ง 2 ส่วนนี้จะเชื่อมต่อกันด้วยท่อทองแดงซึ่งภายในจะบรรจุสารทำความเย็นเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องปรับอากาศประกอบด้วยคอยล์เย็น (Fan coils) หรือ Evaporator ส่วนที่อยู่นอกห้องปรับอากาศประกอบด้วย เครื่องอัดไอ (Compressor) คอยล์ร้อน (Condenser) และวาล์วลดความดัน (Expansion Valve)

ผู้จัดทำโครงงานได้สนใจที่จะนำเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนที่มีอยู่แล้วมาปรับปรุงให้ประหยัดพลังงานมากขึ้นโดยได้พิจารณาที่การระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ซึ่งจากการศึกษาได้สังเกตว่าในฤดูหนาวอากาศเย็นทำให้ลมระบายความร้อน โดยรอบตัวเครื่องปรับอากาศมีอุณหภูมิต่ำกว่าในฤดูร้อนเครื่องอัดไอ (compressor) จึงไม่ต้องทำงานหนักเพราะสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่า จึงกินไฟฟ้าน้อยกว่า ดังนั้น ถ้าทำให้เครื่องปรับอากาศระบายความร้อนได้ดีขึ้นจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลงและใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง จึงได้เกิดแนวคิดว่าจะใช้น้ำมาช่วยในการระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ เมื่อคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนได้เร็วขึ้นและลดอุณหภูมิได้มากจะทำให้เครื่องอัดไอ (compressor) ทำงานน้อยลง ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงมีความต้องการสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนด้วยน้ำเพื่อ เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายนอกก่อนส่งเข้าสู่คอยล์ร้อน (Condenser)

1.2.2 ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอยู่เดิมและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริม

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาการทำงาน

1.3.1.1 ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน

1.3.1.2 ศึกษาวัฏจักรทำความเย็นในระบบปรับอากาศ

1.3.1.3 ศึกษาวัสดุที่สามารถดูดซับน้ำและระเหยน้ำได้ดี

1.3.2 การออกแบบและสร้าง

ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนก่อนเข้าสู่คอยล์ร้อน (Condenser) ของเครื่องปรับอากาศขนาด 11,884 Btu/hr

1.3.3 การทดลอง

ทำการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศและการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ จำนวน 2 เครื่อง ระหว่าง เครื่องปรับอากาศปกติและเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser)

1.3.4 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1.3.5 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดเข้ารูปเล่มพร้อมรายงาน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตาราง 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ปี 2550				ปี 2551			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาหลักการทำงานและทฤษฎีของระบบปรับอากาศ								
2. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน								
3. ออกแบบขั้นตอนการทดลองและทำการทดลอง								
4. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง								
5. ทำรายงานโครงงาน								

1.5 ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักศึกษาได้มีโอกาสออกแบบและ สร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายนอกก่อนเข้าสู่คอยล์ร้อน (condenser)

1.4.2 สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนลงได้

1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน

หอพัก 43 หมู่ 8 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก รหัสไปรษณีย์ 65000

1.7 งบประมาณที่ใช้

1.7.1 ค่าใช้จ่ายในการสร้างชิ้นงาน	1,035 บาท
1.7.2 ค่าเอกสารและข้าเล่มรายงาน	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	2,035 บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

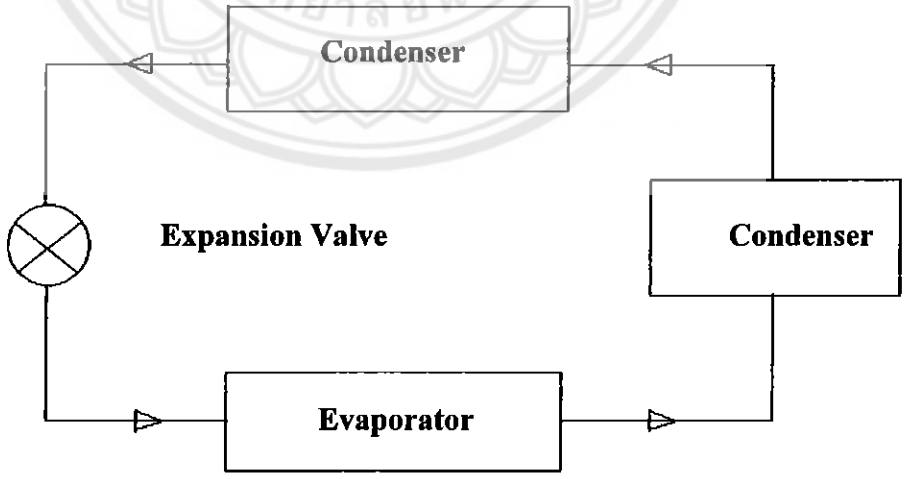
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

2.1.1 เครื่องอัดไอ (Compressor) ทำหน้าที่อัดสารทำความเย็นขนาดที่มีสถานะเป็นไอที่ความดันต่ำ ให้เป็นสารทำความเย็นที่มีสถานะไอที่ความดันและอุณหภูมิสูง

2.1.2 คอยล์ร้อน (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นไอที่ความดันสูงเพื่อให้สารทำความเย็นควบแน่นเป็นของเหลวที่ความดันสูง

2.1.3 วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมความแตกต่างของความดันระหว่างด้านความดันสูงและด้านความดันต่ำของระบบให้พอดีกับการระเหยของสารทำความเย็นด้านความดันต่ำใน วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) มีหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นจากสถานะที่มีความดันสูงให้มีความดันต่ำลง

2.1.4 เครื่องทำระเหย (Evaporator) เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยนำความร้อนที่ได้จากในพื้นที่ทำความเย็นมาถ่ายเทความเย็นให้กับสารทำความเย็นสารทำความเย็นจะได้รับความร้อนและเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอที่สภาวะความดันต่ำ



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

2.2 กฎการอนุรักษ์พลังงาน (Conservation of Energy)

จากนิยามของกฎการอนุรักษ์พลังงาน (Conservation of Energy) พลังงานเป็นคุณสมบัติที่ไม่สูญหายแต่เมื่อเกิดกระบวนการสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงพลังงานอยู่ในรูปอื่นได้ ดังนั้นในการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในวัฏจักรทำความเย็นจึงต้องอาศัยหลักการอนุรักษ์พลังงานและพิจารณากระบวนการแบบการไหลคงตัว ดังนี้

2.2.1 สมดุลพลังงานที่เปลี่ยนแปลงสำหรับกระบวนการไหลแบบคงตัว

กระบวนการไหลแบบคงตัวสามารถนิยามได้คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการทำงานที่มีสภาวะคงที่โดยเงื่อนไขของกระบวนการไหลแบบคงตัวมีดังนี้

- สมบัติทุกอย่างไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา เช่น ปริมาตร มวล และพลังงานรวมในระบบ
- คุณสมบัติที่ขอบเขตของระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นก็คือสมบัติทางเข้าและทางออกจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดกระบวนการ

2.3 วัฏจักรทำความเย็นในระบบปรับอากาศ

การวิเคราะห์วัฏจักรทำความเย็นในระบบปรับอากาศจะประกอบด้วย 4 กระบวนการ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากกฎการอนุรักษ์พลังงานที่กล่าวในหัวข้อ 2.2 ส่วนประกอบของระบบทำความเย็นประกอบด้วย เครื่องอัดไอ (Compressor) คอยล์ร้อน (Condenser) เครื่องทำระเหย (Evaporator) และ วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) โดยวงจรการทำความเย็นแบบอัดไอประกอบด้วยกระบวนการพื้นฐาน 4 กระบวนการดังนี้

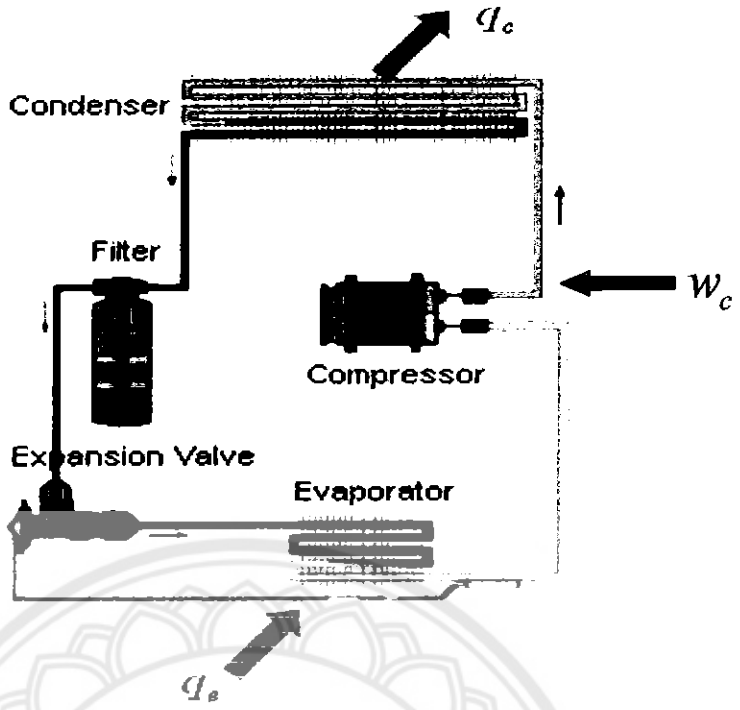
2.3.1 กระบวนการอัดตัวแบบไอเซนโทรปิก (Compression Process)

2.3.2 กระบวนการถ่ายเทความร้อนสูงภายใต้ความดันคงที่ (Vaporizing Process)

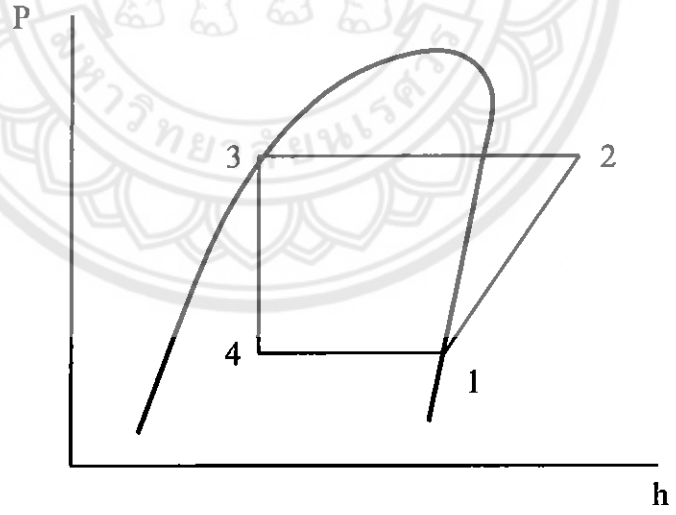
2.3.3 กระบวนการทร็อตทลิ่งในวาล์วลดความดัน (Expansion Process)

2.3.4 กระบวนการกลั่นตัวภายใต้ความดันคงที่ (Condensing Process)

ซึ่งกระบวนการทั้ง 4 แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 และ 2.3



รูปที่ 2.2 แสดงวัฏจักรการทำความเย็น



รูปที่ 2.3 แสดงแผนภาพ $P-h$ Diagram

2.3.1 กระบวนการอัดตัวแบบไอเซนโทรปิก (1-2)

พิจารณาจากรูปที่ 2.2 ส่วนเครื่องอัดไอ (Compressor)

สมมติฐาน : 1. เป็นกระบวนการที่ไม่เกิดการถ่ายเทความร้อนและย้อนกลับได้

2. อัตราการไหลเชิงมวลคงที่

3. ไม่พิจารณางาน พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ ที่เกิดขึ้นระหว่างเกิดกระบวนการ

เมื่อสารทำความเย็นที่เปลี่ยนสถานะเป็นไอขณะแลกเปลี่ยนความร้อนกับอุณหภูมิสูงภายในห้องนั้นจะถูกส่งเข้ามาในส่วนเครื่องอัดไอ (Compressor) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการอัดสารทำความเย็นทำให้สารทำความเย็นมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะได้สมการสำหรับกระบวนการที่ 1 – 2 คือ

$$w_c = h_2 - h_1 \qquad (2.1)$$

โดยที่ w_c คือ งานเข้าสู่เครื่องอัดไอ(Compressor) , kJ/kg

h_1, h_2 คือ เอนทาลปีจำเพาะของสารทำงานที่เข้าและออกจากคอมเพรสเซอร์ตามลำดับ kJ/kg

2.3.2 กระบวนการ ถ่ายเทความร้อนสูงภายใต้ความดันคงที่ (2-3)

พิจารณาจากรูปที่ 2.2 คอยล์ร้อน (Condenser)

สมมติฐาน : 1. เป็นกระบวนการความดันคงที่

2. อัตราการไหลเชิงมวลคงที่

3. ไม่พิจารณางาน พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ ที่เกิดขึ้นระหว่างเกิดกระบวนการ

สารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์เข้าสู่คอยล์ร้อน(Condenser) ทำให้สารที่ความดันและอุณหภูมิสูงเกิดการควบแน่นกลายเป็นของผสมระหว่างไอกับของเหลวเกิดการถ่ายเทความร้อนออกในส่วนนี้ด้วย จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะได้ สมการสำหรับกระบวนการที่ 2 – 3 คือ

$$q_c = h_2 - h_3 \qquad (2.2)$$

โดยที่ q_c คือ พลังงานความร้อนที่ออกจากคอยล์ร้อน (Condenser) ,kJ/ kg

h_2, h_3 คือ เอนทาลปีจำเพาะของสารทำงานที่เข้าและออกจากคอนเดนเซอร์ตามลำดับ, kJ/kg

2.3.3 กระบวนการทรอตลิ่งในวาล์วลดความดัน (3-4)

พิจารณาจากรูปที่ 2.3 ส่วนวาล์วลดความดัน (Expansion Valve)

สมมติฐาน : 1. ไม่มีการถ่ายเทความร้อน และเอนทาลปีคงที่

2. อัตราการไหลเชิงมวลคงที่

3. ไม่พิจารณางาน พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ ที่เกิดขึ้นระหว่างเกิดกระบวนการ

สารทำความเย็นที่ควบแน่นเข้าสู่วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) จะทำให้สารทำความเย็นเกิดการขยายตัวโดยไม่เกิดการถ่ายเทความร้อน (เอนทาลปีคงที่) ทำให้ความดันลดต่ำลงก่อนที่จะเข้าสู่แฟนคอยล์ (Fan coil) ต่อไป จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะได้สมการสำหรับกระบวนการที่ 3 – 4 คือ

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

โดยที่ h_4 คือ เอนทาลปีจำเพาะของสารทำงานที่ออกจากวาล์วลดความดัน, kJ/ kg

2.3.4 กระบวนการกลั่นตัวภายใต้ความดันคงที่ (4-1)

พิจารณาจากรูปที่ 2.3 ส่วนคอยล์เย็น (Evaporator)

สมมติฐาน : 1. เป็นกระบวนการความดันคงที่

2. อัตราการไหลเชิงมวลคงที่

3. ไม่พิจารณางาน พลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ ที่เกิดขึ้นระหว่างเกิดกระบวนการ

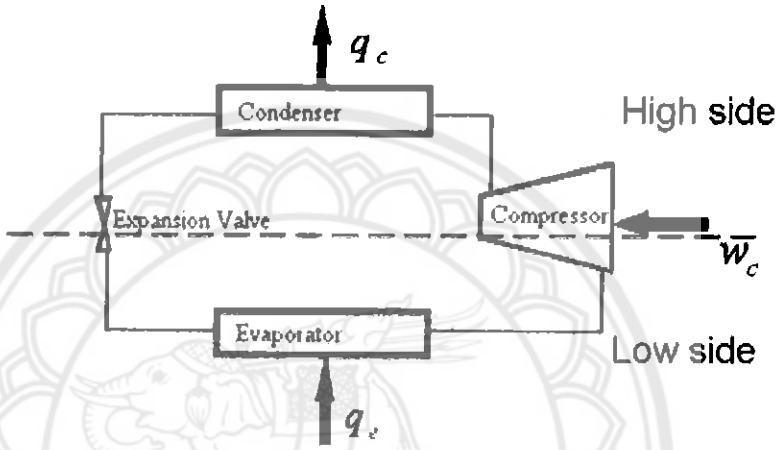
สารทำความเย็นที่เกิดการขยายตัวที่วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) สารทำความเย็นบางส่วนจะดูดความร้อนจากของเหลวส่วนที่เหลือ ในส่วนนี้ของผสมระหว่างไอกับของเหลวบางส่วนที่เกิดจากการควบแน่นที่กระบวนการ 2 – 3 จะไหลเข้าสู่เครื่องระเหย (Evaporator) และดูดความร้อนในส่วนบริเวณที่ความดันคงที่ (กระบวนการ 1-2) และกลายเป็นไอหมด แล้วเริ่มวัฏจักรใหม่อีกครั้ง จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะได้ สมการสำหรับกระบวนการที่ 4 -1 คือ

$$q_e = h_1 - h_4 \qquad (2.4)$$

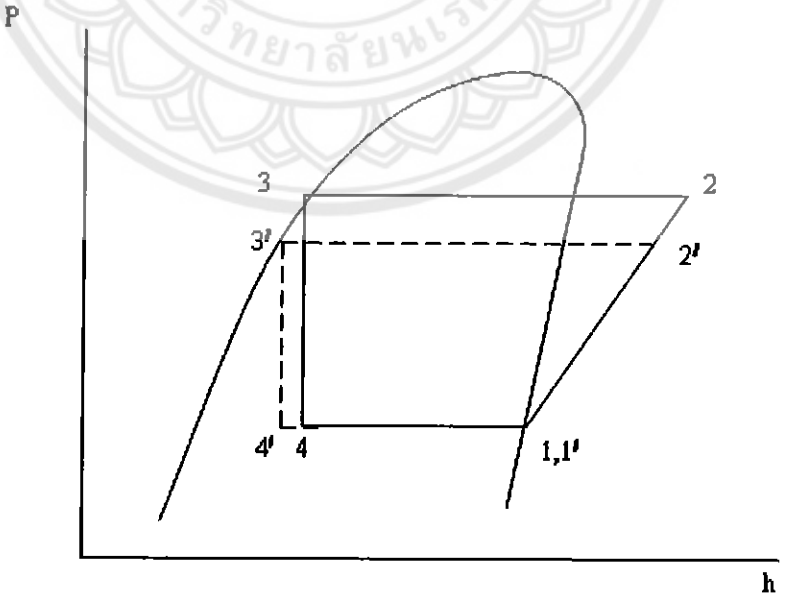
โดยที่ q_e คือ พลังงานความร้อนที่ออกจากเครื่องระเหย (Evaporator) kJ/kg

2.4 การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ (Improve Efficiency of Air conditioning)

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบปรับอากาศนั้นพิจารณาจาก ด้านความดันสูง (High side Pressure) ซึ่งเป็นส่วนที่สารทำความเย็นออกจากเครื่องอัดไอถึงทางเข้าส่วนของวาล์วลดความดัน ในส่วนนี้ถ้าสามารถจะลดความดันในด้านนี้ลงได้แล้ว ผลที่ได้คือการทำงานของเครื่องอัดไอจะน้อยลงสามารถที่จะอธิบายได้จาก P – h diagram



รูปที่ 2.4 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบด้านความดันสูง-ต่ำ



รูปที่ 2.5 P – h diagram วัฏจักรทำความเย็น

กระบวนการ 1 -2 -3- 4 คือ วัฏจักรทำความเย็นแบบเดิม

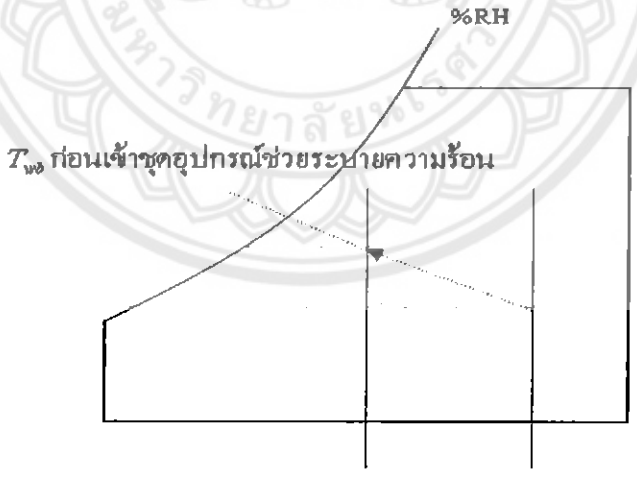
กระบวนการ $1'$-$2'$-$3'$-$4'$ คือ วัฏจักรทำความเย็นเมื่อทำการปรับปรุง

รูปที่ 2.5 แสดง P – h ไดอะแกรม การลดอุณหภูมิที่ส่วนของคอยล์ร้อน จากการศึกษาข้อมูลพลังงานโดยรวมที่ใช้ภายในระบบปรับอากาศส่วนใหญ่แล้วจะถูกใช้ไปกับเครื่องอัดไอ (Compressor) ดังนั้นเมื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพแล้ว ในส่วนด้านความดันสูง (High side) จะลดต่ำลง เป็นผลให้พลังงานที่เครื่องอัดไอทำงานลดลง รวมทั้งพลังงานรวมที่ต้องให้กับระบบน้อยลงเช่นกันคือสามารถที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าเดิมเมื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ

2.5 หลักการของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

ระบบการทำงานของชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน โดยที่ระบบนี้จะลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน (Condenser Unit) โดยอาศัยการระเหยของน้ำเมื่ออากาศถูกพัดลมดูดมาผ่านวัสดุที่ดูดซับน้ำ น้ำจะดึงความร้อนจากอากาศมาใช้ในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายมาเป็นไอทำให้อุณหภูมิลดลง ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ดังรูปที่ 2.6

กระบวนการทำให้อากาศเย็นด้วยการระเหยนี้ทำให้ความร้อนแฝงของอากาศเพิ่มขึ้นความร้อนลดลงโดยไม่มีแหล่งความร้อนภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้องและใช้น้ำพ่นเป็นละอองให้กับแผ่นระบายความร้อนอย่างต่อเนื่องซึ่งน้ำบางส่วนจะระเหยทำให้อากาศมีความชื้นสูงขึ้นแต่อุณหภูมิลดต่ำลงซึ่งน้ำที่ไม่ระเหยจะซึมลงไปยังถาดเก็บน้ำแล้วเครื่องสูบน้ำจะดูดไปพ่นเป็นละอองให้ตกลงมาผ่านวัสดุวนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป



รูปที่ 2.6 หลักการของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

โดยที่ T_{db} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง

T_{wb} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก

%RH คือ ความชื้นสัมพัทธ์

จากรูปที่ 2.6 เป็นการจำลองกราฟ ค.1 psychrometric chart ซึ่งแสดงในภาคผนวก ค.1 เมื่ออุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้งลดลง อุณหภูมิกระเปาะเปียกคงที่จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้น

จากหลักการของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนเมื่ออุณหภูมิสภาวะอากาศภายนอกลดลงและมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้นทำให้การระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condenser) ดีขึ้น ดังนั้นในส่วนด้านความดันสูง (High side) จะลดต่ำลง ในรูปที่ 2.4 เป็นผลให้พลังงานที่เครื่องอัดไอ(Compressor) ทำงานลดลง ดังหัวข้อ 2.4

2.6 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

ในทางเศรษฐศาสตร์เมื่อมีการวางแผนในการลงทุนเพื่อหวังถึงผลกำไรที่จะได้จากการลงทุนนั้น ต้องมีการตรวจสอบว่าสิ่งที่ต้องลงทุนนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ ซึ่งสามารถพิจารณาจากค่าผลตอบแทน(กำไร) เป็นตัวชี้วัด กับระยะเวลาคืนทุนเป็นเกณฑ์ ดังนั้นในโครงงานนี้จึงทำการวิเคราะห์ถึงหลักทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อแสดงถึงความคุ้มค่าในการติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ของอากาศภายนอกห้องปรับอากาศก่อนเข้าสู่คอยล์ร้อน (Condenser)

2.6.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาผลตอบแทนสุทธิสะสมจากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับ เงินลงทุน ผลที่ได้รับจากการประเมินการลงทุนโดยวิธีนี้คือ จะทำให้ทราบว่าจะได้รับเงินคืนทุนช้าหรือเร็วเท่าใด ถ้าคืนทุนได้เร็วเท่าใดโอกาสที่เสี่ยงต่อการขาดทุนก็มีน้อยลง และสามารถนำเงินทุนที่คืนทุนไปลงทุนกิจการอื่นได้ วิธีหาระยะเวลาคืนทุน สามารถหาได้จากสมการ (2.5)

$$P\ (Payback\ Period) = \frac{I\ (Investment)}{A\ (Annual\ Cash\ Inflows)} \qquad (2.5)$$

โดยที่ P (*Payback Period*) คือ ระยะเวลาคืนทุน

I (*Investment*) คือ เงินลงทุน

A (*Annual Cash Inflows*) คือ ค่าไฟฟ้าที่ลดต่อปี

2.6.2 การคำนวณค่าใช้ไฟฟ้า

ในโครงงานนี้จะทำการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนกับเครื่องปรับอากาศที่มีอยู่เดิมสมการที่ใช้สำหรับคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าคือ

$$\text{จำนวนเงินที่จ่ายค่าไฟฟ้า (บาท/ชม.)} = \frac{P}{t} \times (\psi) \qquad (2.6)$$

โดยที่ P คือ กำลังไฟฟ้าหน่วย (kW)

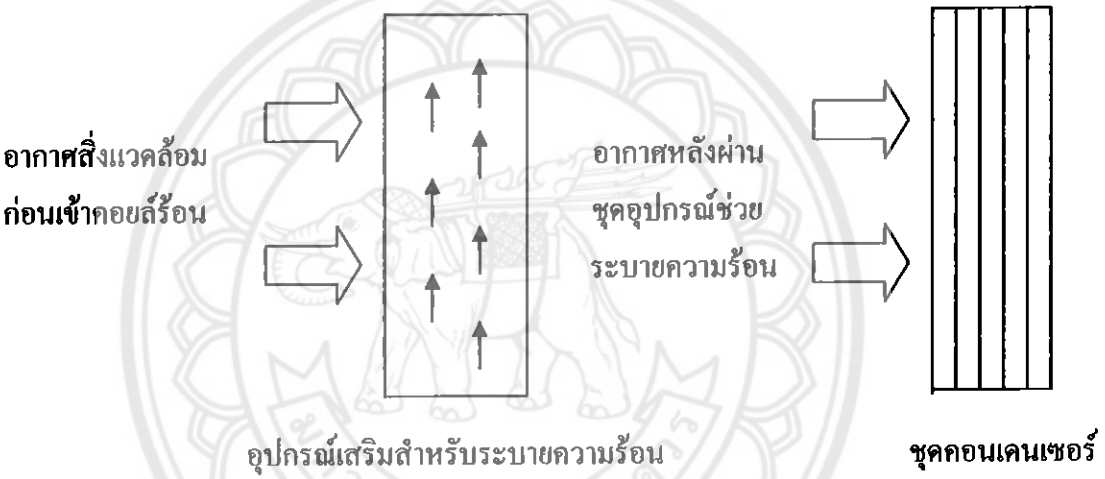
t คือ เวลา (hr)

ψ คือ ค่าคงที่อัตราค่าไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วย(kW)

บทที่ 3
การออกแบบและทำการทดลอง

3.1 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

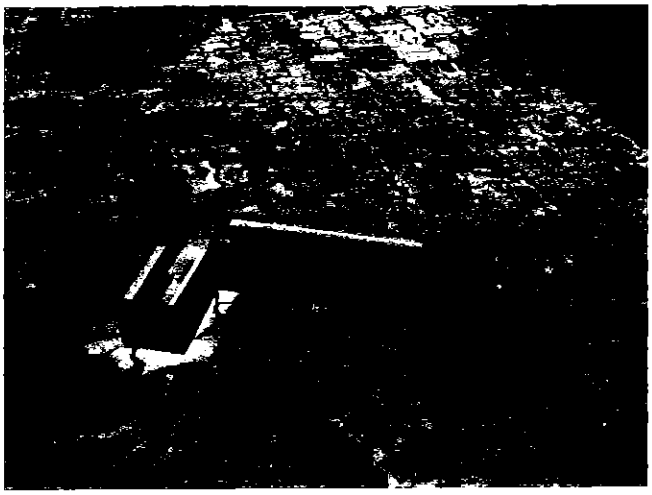
การออกแบบอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าสู่คอยล์ร้อน(Condenser) ด้วยการใช้น้ำพ่นละอองลงบนแผ่นระบายความร้อนเพื่อให้อากาศแลกเปลี่ยนความร้อนกับแผ่นระบายความร้อนจึงทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงก่อนที่จะเข้าชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 หลักการทำงานของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์

3.1.1 การออกแบบทางโครงสร้างของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

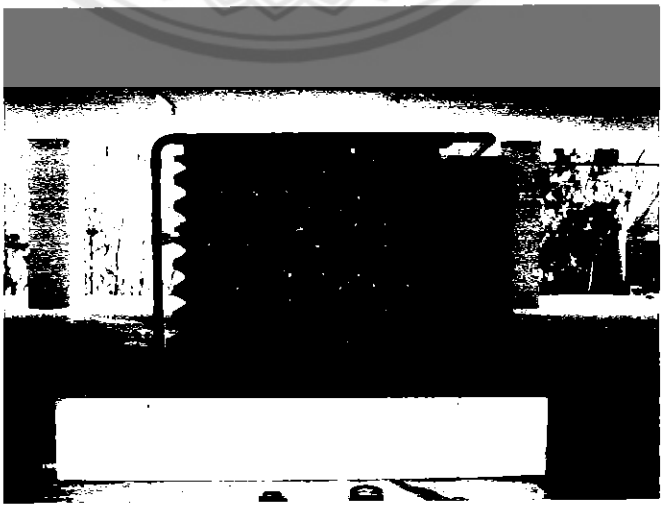
การออกแบบ ถาดรองน้ำ ใช้แผ่นเหล็กบางมาตัดและเชื่อมต่อกันเป็นถาดรองน้ำเป็นรูปตัวแอล (L) โดยมีขนาด กว้าง 16 เซนติเมตร ยาว 90 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร และนำเหล็กฉากบางขนาด 1 นิ้ว ยาว 54 เซนติเมตรจำนวน 2 เส้น และ 26 เซนติเมตรจำนวน 2 เส้น มาเชื่อมติดกับถาดรองน้ำเพื่อใช้เป็นฐานสำหรับติดตั้งแผ่นระบายความร้อน และเจาะรูด้านล่างของถาดรองน้ำเพื่อทำทางระบายน้ำทิ้งเมื่อต้องการทำความสะอาดถาดรองน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ปั๊มน้ำจะสูบน้ำขึ้นมาตามท่อน้ำแล้วพ่นน้ำลงมาที่แผ่นระบายความร้อนจากนั้นน้ำที่ผ่านแผ่นระบายความร้อนก็จะไหลกลับมาที่ถาดรองน้ำด้านล่าง แล้วปั๊มก็จะทำหน้าที่ส่งน้ำขึ้นไปพ่นน้ำและเป็นกระบวนการที่เกิดซ้ำแบบนี้ต่อไปซึ่งการออกแบบแผ่นระบายความร้อนและระบบน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้จะแสดงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3.2 ถาดรองน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

3.1.2 การออกแบบและสร้างแผ่นระบายความร้อน

ในการออกแบบแผ่นระบายความร้อนของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้ จะนำรังไข่ขนาด กว้าง 32 เซนติเมตร ยาว 32 เซนติเมตร มาทำการตัดแบ่งครึ่งและนำรังไข่มาทาด้วยยูรีเทนผสมกับทินเนอร์ยูรีเทน เพื่อทำให้รังไข่แข็งตัวและไม่เปื่อยยุ่ยและนำกาบมะพร้าวมาตัดเป็นท่อน ๆ สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด กว้าง 3.5 เซนติเมตร ยาว 4.5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร นำกาบมะพร้าววางในรังไข่ และนำรังไข่มาวางซ้อนทับกันแล้วเชื่อมต่อกันด้วยกาวจะได้แผ่นระบายความร้อนที่มีขนาด กว้าง 46 เซนติเมตร ยาว 46 เซนติเมตร หนา 16 เซนติเมตร ลักษณะคล้ายกับรังผึ้ง แผ่นระบายความร้อนจะมีช่องว่างระหว่างกาบมะพร้าวและรังไข่เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผ่นระบายความร้อน

3.1.3 การออกแบบระบบน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

ใช้ท่อ PVC ขนาด 15 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตรจำนวน 2 ท่อนและ ยาว 35 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อน และข้อต่อฉาก จำนวน 2 ข้อ มาต่อกันเป็นลักษณะรูปตัว (L) ทำการเจาะรูระบายน้ำ และวางไปตามแนวแผ่นระบายความร้อนโดยจะมีถาดกระจายน้ำอยู่ด้านใต้ของท่อน้ำ ซึ่งจะช่วยกระจายน้ำให้ทั่วถึง ท่อน้ำจะต่อออกมาจากปั๊มน้ำเพื่อให้น้ำเดินไปตามท่อปลายปิดและไหลลงมาที่แผ่นระบายความร้อนจากนั้นน้ำที่ผ่านแผ่นระบายความร้อนก็จะไหลกับลงไปสู่ถาดรองน้ำต่อไป ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.4

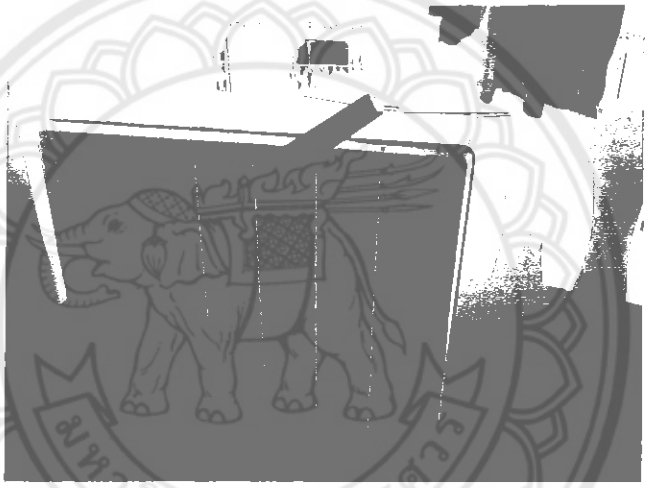
รูปที่ 3.4 แสดงระบบน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

ตารางที่ 3.1 ต้นทุนของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

วัสดุอุปกรณ์	ราคา (บาท)
ถาดรองน้ำ	600
อุปกรณ์จ่ายน้ำ (ท่อน้ำ PVC)	40
ปั๊มน้ำตู้ปลา 25 วัตต์ 1 ชุด	380
แผ่นระบายความร้อน	15
รวม	**1035**

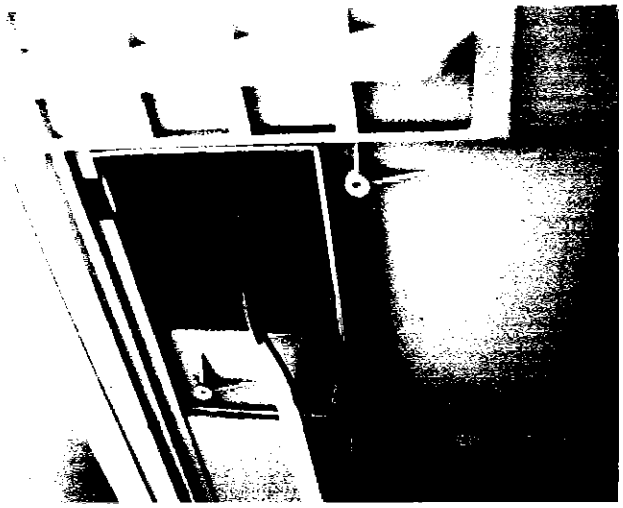
3.2 การติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

การติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนในโครงงานครั้งนี้จะติดตั้งกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 11,884 BTU/hr ซึ่งจะติดตั้งทางด้านหลังของชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) และทำการต่อท่อน้ำที่ถาดรองน้ำเพื่อใช้ในการเติมน้ำดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 ทำการต่อสายไฟของปั๊มน้ำเข้ากับช่องต่อสายไฟด้านข้างของชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 ปั๊มน้ำจะทำงาน เปิด- ปิด พร้อมกับการทำงานของเครื่องอัดไอ (Compressor) เมื่อเครื่องอัดไอ(Compressor) ทำงาน ปั๊มน้ำจะทำงานเพื่อให้น้ำเดินไปตามท่อปลายปิดและไหลลงบน แผ่นระบายความร้อน ในหัวข้อที่ 3.1.3 ทำการวัดและบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิอากาศและการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่อง ในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3.5 ก่อนติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

รูปที่ 3.6 หลังการติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน



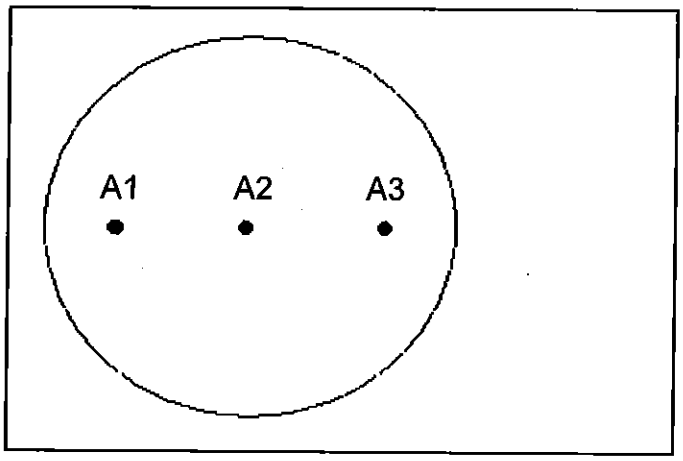
รูปที่ 3.7 แสดงการต่อสายไฟของปั๊มน้ำเข้ากับชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit)

3.3 ตำแหน่งการวัดและบันทึกข้อมูล

ในการทดลองและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิอากาศและการพลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้ดังนี้

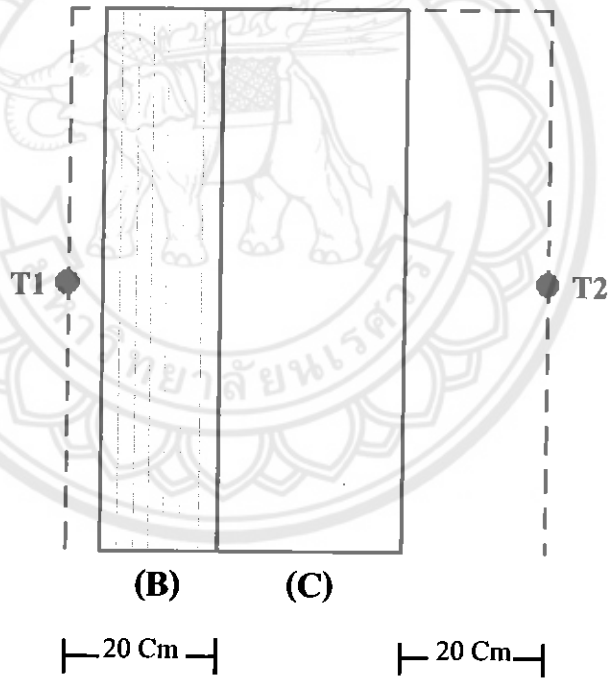
3.3.1 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศ

ในการวัดและบันทึกข้อมูล อุณหภูมิอากาศ จะทำการวัดอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน โดยมีตำแหน่งการวัดและบันทึกข้อมูล คือ วัดอุณหภูมิอากาศภายนอกก่อนเข้าชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) 3 ตำแหน่งเพื่อหาค่าเฉลี่ย และอุณหภูมิอากาศ หลังจากออกชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) 3 ตำแหน่ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย การวัดอุณหภูมิอากาศทั้งด้านหน้าและด้านหลังของชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) จะทำการวัดและบันทึกข้อมูลของเครื่องปรับอากาศทั้งกรณีไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนและกรณีติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 เครื่องพร้อมกันเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง ตำแหน่งของการวัดอุณหภูมิดังแสดงในรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศด้านหน้าและหลังของชุดคอยล์ร้อน

ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศ A1,A2,A3 ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ



(B) คือ อุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน , (C) คือ ชุดคอยล์ร้อน(Condensing Unit)

รูปที่ 3.9 รูปด้านข้างของชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) **แสดงตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศ**

จากรูปที่ 3.9 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศ T1 คืออุณหภูมิอากาศภายนอกก่อนเข้าสู่คอยล์ร้อน และ T2 คืออุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อนระยะห่างของการวัดอุณหภูมิจะห่างจากชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) 20 เซนติเมตรทั้งสองด้านดังรูปที่ 3.9 ตำแหน่งการวัดอุณหภูมิอากาศจะเหมือนกันทั้งกรณีติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนและกรณีไม่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

3.3.2 การบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในการทดลองและบันทึกข้อมูล การใช้พลังงานไฟฟ้าจะติดตั้ง มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt hour meter) ที่เครื่องปรับอากาศทั้ง 2 เครื่อง คือเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนและเครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.10 เมื่อทำการทดลองจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที เพื่อจะนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

กรณีไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริม กรณีติดตั้งอุปกรณ์เสริม

รูปที่ 3.10 แสดงการติดตั้ง มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Kilowatt hour meter) ทั้ง 2 กรณี

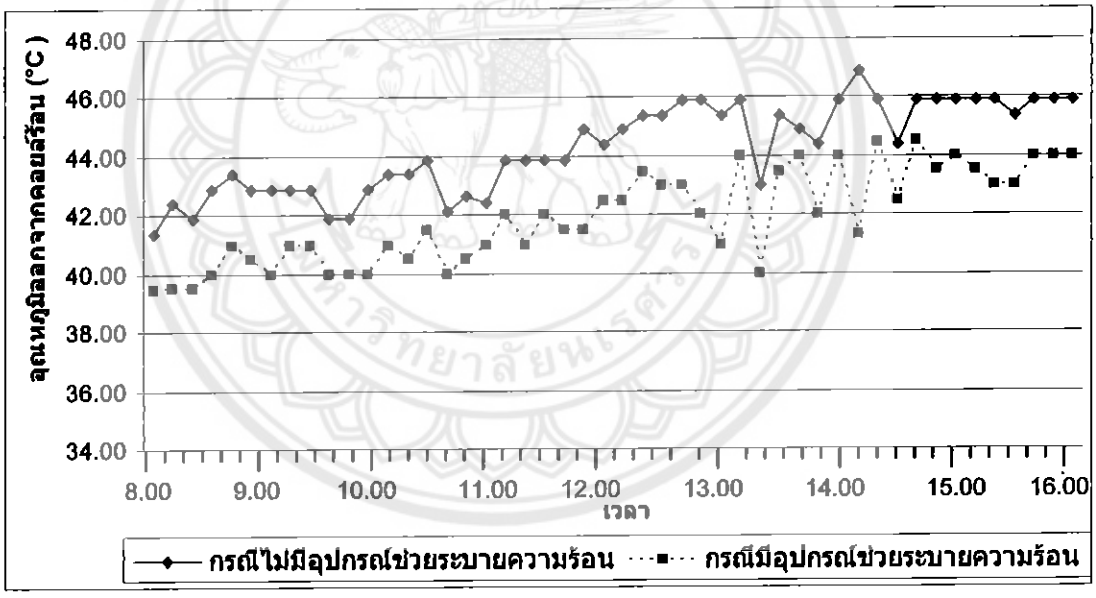
3.4 การทดลองอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

ในการทดลองจะเปิดเครื่องปรับอากาศพร้อมกันทั้ง 2 เครื่องตั้งแต่เวลา 8.00 น. – 16.00 น. (เครื่องปรับอากาศยี่ห้อ LG ขนาด 11,884 BTU/hr) ทำการทดลองกรณีที่ไม่ติดตั้งชุดอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนและกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ทำการบันทึกผลการทดลองอุณหภูมิอากาศตามตำแหน่งที่แสดงดังหัวข้อ 3.3.1 และบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าตามหัวข้อที่ 3.3.2 ในทุกๆ 10 นาที นำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลของอุณหภูมิอากาศและการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณีต่อไป

บทที่ 4
ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

4.1 ผลการทดลองอุณหภูมิอากาศของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี

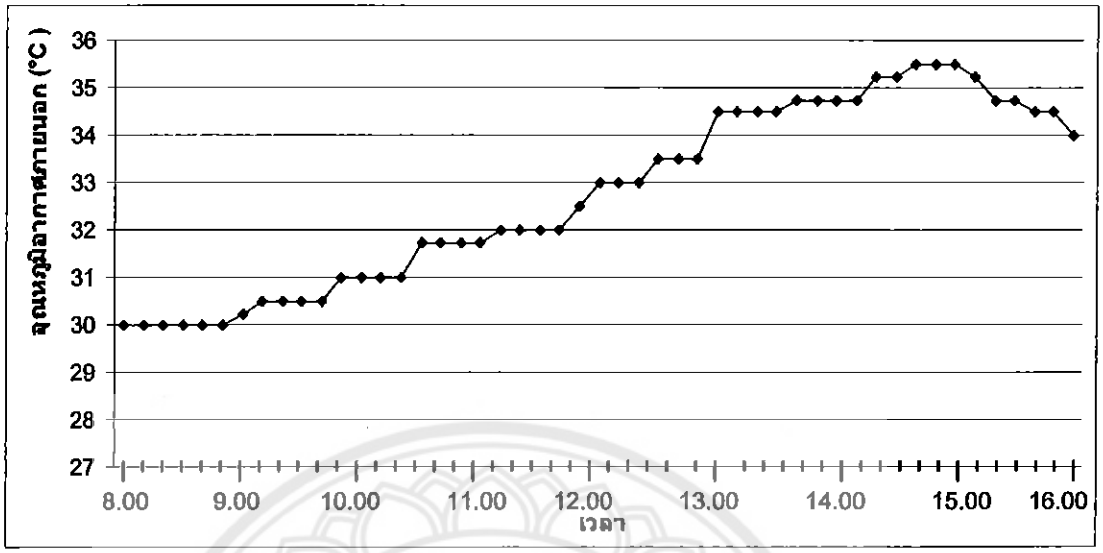
จากการทดลองอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนตามหัวข้อที่ 3.4 จะได้ผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังแสดงในภาคผนวก ก และจากการนำข้อมูลทางด้านอุณหภูมิอากาศมาวิเคราะห์จะพบว่า อุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนของทั้ง 2 กรณีมีแนวโน้มเหมือนกันคือ จะมีแนวโน้มของอุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น แต่พบว่าอุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนจะมีอุณหภูมิอากาศที่ออกคอยล์ร้อนต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศกรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ซึ่งจะแสดงในกราฟ 4.1



กราฟ 4.1 แสดงอุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน

จากกราฟ 4.1 จะเห็นว่าอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนได้

เมื่อนำผลการทดลองอุณหภูมิอากาศภายนอกมาวิเคราะห์จะได้ผลดังแสดงในรูปกราฟ 4.2



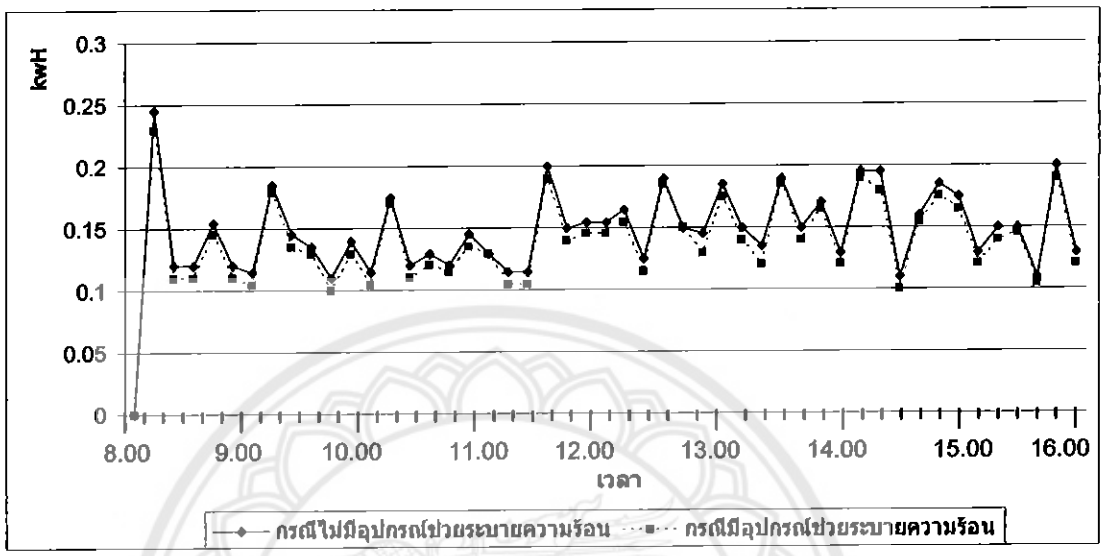
กราฟ 4.2 แสดงอุณหภูมิอากาศภายนอก

อุณหภูมิอากาศภายนอกของทั้ง 2 กรณีจะมีค่าเท่ากัน จากกราฟ 4.2 และ กราฟ 4.1 มีความสัมพันธ์กันคือเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าเพิ่มขึ้นทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น อุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์(Condenser) เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งกรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน และ กรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ในกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน จะมีอุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนที่ต่ำกว่ากรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน จากผลการทดลองอุปกณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้สามารถลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนได้เฉลี่ย 2.38 °C ทำให้การระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้ดีกว่าเครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

ดังนั้นอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้สามารถลดอุณหภูมิอากาศอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน(Condenser) ได้ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้นดังหัวข้อ 2.5 ในรูปที่ 2.18 ทำให้การระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condenser) ดีขึ้น ส่งผลให้ด้านความดันสูง (High side Pressure) ดังรูปที่2.16 ลดลงผลคือ เครื่องอัดไอ(Compressor) ทำงานน้อยลงจะทำให้สามรถลดพลังงานไฟฟ้าได้ดังผลการทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้าจะแสดงให้เห็นในหัวข้อถัดไป

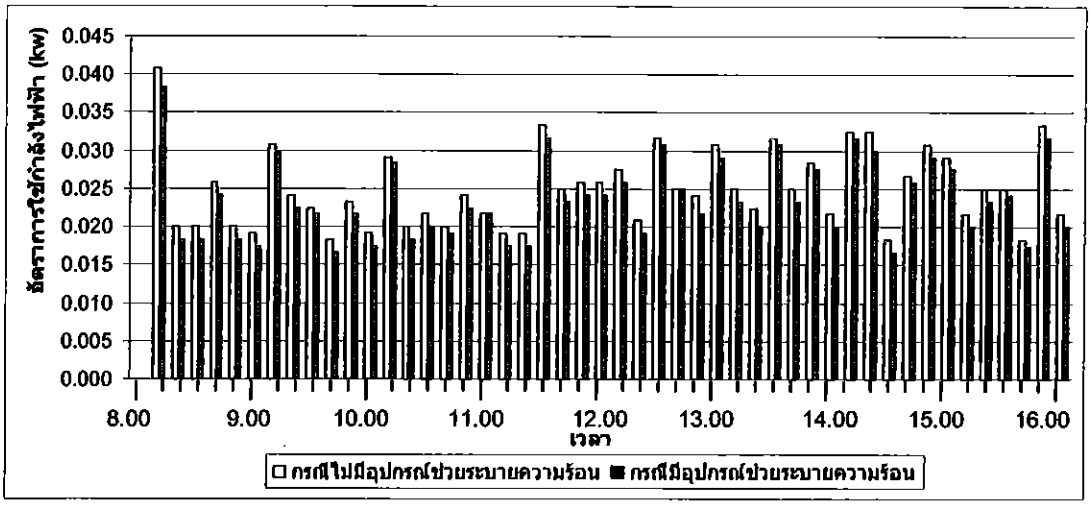
4.2 ผลการทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี

จากผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังแสดงในภาคผนวก ก อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณีดังแสดงในกราฟ 4.3



กราฟ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWH)

จากกราฟ 4.3 แสดงกราฟเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWH) จะพบว่า อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 เครื่องมีแนวโน้มที่สูงขึ้นแต่พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนั้นจะมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน เมื่อนำกราฟที่ได้มาหาพื้นที่ใต้กราฟจะได้การใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณีในช่วงเวลาทุกๆ 10 นาทีดังแสดงในกราฟ 4.4



กราฟ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณีในทุกๆ 10 นาที

จากกราฟ 4.4 จะพบว่าอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าในทุกๆ 10 นาที ของเครื่องปรับอากาศกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนต่ำกว่ากรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.1 แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนสามารถลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนได้ทำให้สามารถลดอัตราการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้

จากผลการทดลองการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนมีค่าเฉลี่ย 7.19 kWH และพลังงานไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนมีค่าเฉลี่ย 6.76 kWH สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ เฉลี่ย 0.43 kWH ต่อวัน เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ดังนั้นจากผลการทดลอง 4.1 และ 4.2 สามารถสรุปได้ว่าอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้สามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนได้ 2.38 °C ทำให้ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 6 % จากการทดลองเปิดเครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ห้องสมุดกลาง วิศวกรรมศาสตร์ 05100034 i 508683. e.2

4.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

จากการทดลอง ดังแสดงในกราฟ 4.3 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 กรณี อุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยประมาณ 0.43 หน่วย (kWH) หรือ 6 % ต่อวัน เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ 8.00 น.- 16.00 น. เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศปกติ

กำหนดให้ค่าไฟฟ้า 3 บาท/หน่วย (kWH)

ค่าใช้ไฟฟ้าที่ลดลง $0.43 \times 3 = 1.29$ บาท/วัน

เมื่อเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้า 1 ปีมี 365 วัน

ดังนั้นค่าใช้ไฟฟ้าที่ลดลง $1.29 \times 365 = 470.85$ บาท/ปี

ต้นทุนอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน 1035 บาท

จากสมการ (2.5)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)} = \frac{1035}{470.85} \text{ /ปี}$$

$$= 2.19 \text{ ปี}$$

สรุป เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนจะใช้ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 2.2 ปี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์คือ ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายนอกก่อนส่งเข้าสู่คอยล์ร้อน และศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอยู่เดิมและระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริม ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งสามารถใช้งานได้จริง และใช้แผ่นระบายความร้อนที่ทำจากวัสดุธรรมชาติซึ่ง สามารถลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าสู่คอยล์ร้อนได้ จากการทดลองอุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอยล์ร้อนกรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนจะสูงกว่ากรณีที่ ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน เนื่องจากไม่มีการปรับสภาวะอุณหภูมิอากาศให้ลดต่ำลงมาก่อน ส่วนกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน มีการปรับสภาวะอากาศให้ลดต่ำลงมาโดยผ่านอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศที่เข้าสู่คอยล์ร้อน ต่ำกว่าในกรณีที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน จึงทำให้มีการถ่ายเทความร้อนให้สารทำความเย็นมากกว่าซึ่งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้สามารถลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนได้ เฉลี่ยเท่ากับ 2.38 °C

เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนการใช้พลังงานไฟฟ้าจะต่ำกว่ากรณีที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากระบบที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนจะลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนทำให้เครื่องอัดไอ (Compressor) ทำงานน้อยลง การใช้พลังงานไฟฟ้าจึงลดลง ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 6 % เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนนี้มีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2.2 ปี เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมงต่อวัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่เกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ว่าอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ทำงานอย่างไรเพื่อการทดลองที่ถูกต้อง

5.2.2 การปรับปรุงรูปแบบของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนให้มีการปิดช่องว่างระหว่างอุปกรณ์เสริมกับชุดคอยล์ร้อนและง่ายต่อการติดตั้ง

5.3 การวิจารณ์ผลการทดลอง

5.3.1 ให้การวัดข้อมูลของการทดลองไม่สามารถควบคุมอากาศภายนอกห้องที่เข้ามาสู่ภายในห้องทั้งสองได้ทำให้ผลการทดลองอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าคลาดเคลื่อนได้

5.3.2 ไม่สามารถปรับสภาวะของระบบในการทดลองได้อย่างเต็มที่ เช่น อุณหภูมิของอากาศภายนอกหรือแหล่งความร้อนภายในห้อง

5.4 การพัฒนาโครงงานในอนาคต

5.4.1 ปรับปรุงอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนให้มีการปิดช่องว่างระหว่างอุปกรณ์เสริมกับชุดคอยล์ร้อน

5.4.2 ปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนเพื่อให้สามารถติดตั้งกับชุดปรับอากาศได้ง่ายขึ้น

5.4.3 ออกแบบการทดลองวัดค่าต่างๆให้มากว่าเดิม เช่น การเพิ่มความชื้น การลดความชื้น ความดันของอุปกรณ์ต่างๆในระบบปรับอากาศ และสามารถควบคุมความร้อนภายในห้องได้

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานกระทรวงพลังงาน , http://www.eppo.go.th

[2] สุราลัย พฤกษาพาน. "การปรับอากาศ" กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์, 2529.

[3] ประพันธ์ ศิริพลับพลา. "การปรับอากาศ" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[4] ไพบูลย์ หังสพฤกษ์และเฮอิไซโต. "การปรับอากาศ" พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดวงกมล, 2532.

[5] ดร.วิทยา ยงเจริญ และ ธนู วิบูลญนนณ์."พื้นฐานการทำความเย็นและการปรับอากาศ" พิมพ์ครั้ง ที่ 4.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.,2544

[6] ธนะสิทธิ์ องค์ธนะสุข และ ผศ. ฤชาการ จิรกาลวสาน. "สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยการระเหยน้ำ" กรุงเทพฯ: ,2539

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 เครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนวันที่ 16/4/2008

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
8.00	30.0	30.0	1.50	0
8.10	30.0	41.9	1.73	0.23
8.20	30.0	40.9	1.84	0.11
8.30	30.0	42.9	1.97	0.13
8.40	30.0	42.9	2.16	0.19
8.50	30.0	42.9	2.27	0.11
9.00	30.0	42.9	2.39	0.12
9.10	30.0	40.9	2.61	0.22
9.20	30.0	39.9	2.72	0.11
9.30	30.0	38.9	2.82	0.1
9.40	30.0	34.4	2.94	0.12
9.50	30.0	42.9	3.07	0.13
10.00	30.0	43.9	3.21	0.14
10.10	30.0	42.9	3.34	0.13
10.20	30.0	43.9	3.45	0.11
10.30	31.5	42.4	3.58	0.13
10.40	31.0	42.4	3.69	0.11
10.50	31.0	42.4	3.81	0.12
11.00	31.0	35.9	3.95	0.14
11.10	31.0	43.9	4.07	0.12
11.20	31.0	43.9	4.19	0.12
11.30	31.0	43.9	4.35	0.16
11.40	31.0	43.9	4.47	0.12
11.50	32.0	44.9	4.65	0.18
12.00	32.0	45.9	4.77	0.12
12.10	32.0	45.9	4.91	0.14
12.20	32.0	45.9	5.04	0.13
12.30	33.0	45.9	5.23	0.19
12.40	33.0	43.9	5.33	0.1
12.50	33.0	45.9	5.5	0.17
13.00	34.0	45.9	5.68	0.18
13.10	34.0	35.9	5.84	0.16
13.20	34.0	45.9	5.99	0.15
13.30	34.0	45.9	6.16	0.17
13.40	34.5	45.9	6.28	0.12
13.50	34.5	46.9	6.47	0.19
14.00	34.5	46.9	6.6	0.13
14.10	34.5	45.9	6.77	0.17
14.20	35.0	45.9	6.94	0.17
14.30	35.0	45.9	7.08	0.14
14.40	35.0	45.9	7.23	0.15
14.50	35.0	45.9	7.46	0.23

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) เครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
15.00	35.0	45.9	7.61	0.15
15.10	34.5	45.9	7.74	0.13
15.20	34.5	45.9	7.88	0.14
15.30	34.5	39.9	8.03	0.15
15.40	34.0	45.9	8.17	0.14
15.50	34.0	45.9	8.32	0.15
16.00	34.0	45.9	8.46	0.14
			6.96	6.96

โดยที่ T1 คืออุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)

T2 คืออุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน (°C)

ตารางที่ ก.2 เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนวันที่ 16/4/2008

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
8.00	30.0	30.0	933.97	0
8.10	30.0	38.9	934.19	0.22
8.20	30.0	39.0	934.29	0.1
8.30	30.0	39.0	934.41	0.12
8.40	30.0	39.9	934.59	0.18
8.50	30.0	40.9	934.69	0.1
9.00	30.0	40.0	934.8	0.11
9.10	30.0	40.0	935.02	0.22
9.20	30.0	38.9	935.12	0.1
9.30	30.0	38.0	935.21	0.09
9.40	30.0	36.0	935.32	0.11
9.50	30.0	31.0	935.44	0.12
10.00	30.0	39.9	935.57	0.13
10.10	30.0	41.9	935.7	0.13
10.20	30.0	40.0	935.8	0.1
10.30	31.5	41.9	935.92	0.12
10.40	31.0	40.0	936.02	0.1
10.50	31.0	40.0	936.13	0.11
11.00	31.0	40.9	936.27	0.14
11.10	31.0	33.0	936.38	0.11
11.20	31.0	41.0	936.49	0.11
11.30	31.0	42.0	936.64	0.15
11.40	31.0	42.0	936.75	0.11
11.50	32.0	40.0	936.92	0.17
12.00	32.0	42.9	937.03	0.11
12.10	32.0	43.9	937.16	0.13
12.20	32.0	44.0	937.28	0.12
12.30	33.0	44.0	937.46	0.18
12.40	33.0	44.0	937.57	0.11
12.50	33.0	42.0	937.72	0.15
13.00	34.0	44.0	937.89	0.17
13.10	34.0	44.0	938.04	0.15

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
13.20	34.0	34.0	938.17	0.13
13.30	34.0	43.97	938.34	0.17
13.40	34.5	44.00	938.45	0.11
13.50	34.5	44.00	938.64	0.19
14.00	34.5	44.97	938.76	0.12
14.10	34.5	44.00	938.92	0.16
14.20	35.0	45.00	939.07	0.15
14.30	35.0	44.00	939.2	0.13
14.40	35.0	45.00	939.35	0.15
14.50	35.0	43.00	939.57	0.22
15.00	35.0	45.97	939.71	0.14
15.10	34.5	43.00	939.83	0.12
15.20	34.5	43.00	939.96	0.13
15.30	34.5	44.00	940.1	0.14
15.40	34.0	37.00	940.24	0.14
15.50	34.0	44.00	940.38	0.14
16.00	34.0	45.00	940.51	0.13
			940.51	2.47

โดยที่ T1 คืออุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)

T2 คืออุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน (°C)

ตารางที่ ก.3 เครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนวันที่ 17/4/2008

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
8.00	30.0	30.0	8.46	0
8.10	30.0	41.9	8.72	0.26
8.20	30.0	42.9	8.85	0.13
8.30	30.0	42.9	8.96	0.11
8.40	30.0	42.9	9.08	0.12
8.50	30.0	43.9	9.21	0.13
9.00	30.0	42.9	9.32	0.11
9.10	31.0	41.9	9.47	0.15
9.20	31.0	42.9	9.65	0.18
9.30	31.0	42.9	9.82	0.17
9.40	31.0	41.9	9.92	0.10
9.50	32.0	41.9	10.07	0.15
10.00	32.0	37.9	10.16	0.09
10.10	32.0	42.9	10.38	0.22
10.20	32.0	43.9	10.51	0.13
10.30	32.0	43.9	10.64	0.13
10.40	32.5	41.9	10.77	0.13
10.50	32.5	42.9	10.94	0.17
11.00	32.5	35.9	11.06	0.12
11.10	33.0	44.9	11.17	0.11
11.20	33.0	43.9	11.28	0.11
11.30	33.0	45.9	11.52	0.24

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) เครื่องปรับอากาศที่ไม่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
11.40	33.0	33.0	11.70	0.18
11.50	33.0	45.9	11.83	0.13
12.00	34.0	43.9	12.02	0.19
12.10	34.0	43.9	12.21	0.19
12.20	34.0	44.9	12.33	0.12
12.30	34.0	44.9	12.52	0.19
12.40	34.0	45.9	12.72	0.20
12.50	34.0	45.9	12.84	0.12
13.00	35.0	44.9	13.03	0.19
13.10	35.0	44.9	13.17	0.14
13.20	35.0	42.9	13.29	0.12
13.30	35.0	44.9	13.50	0.21
13.40	35.0	43.9	13.68	0.18
13.50	35.0	42.9	13.83	0.15
14.00	35.0	44.9	13.96	0.13
14.10	35.0	39.9	14.18	0.22
14.20	35.5	45.9	14.40	0.22
14.30	35.5	42.9	14.48	0.08
14.40	36.0	45.9	14.65	0.17
14.50	36.0	45.9	14.79	0.14
15.00	36.0	39.9	14.99	0.20
15.10	36.0	45.9	15.12	0.13
15.20	35.0	43.9	15.28	0.16
15.30	35.0	44.9	15.43	0.15
15.40	35.0	45.9	15.51	0.08
15.50	35.0	45.9	15.76	0.25
16.00	34.0	45.9	15.88	0.12
			7.42	7.42

โดยที่ T1 คืออุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)

T2 คืออุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน (°C)

ตารางที่ ก.4 เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อนวันที่ 17/4/2008

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
8.00	30.0	30.0	941.37	0.00
8.10	30.0	40.0	941.61	0.24
8.20	30.0	40.0	941.73	0.12
8.30	30.0	40.0	941.83	0.10
8.40	30.0	40.0	941.94	0.11
8.50	30.0	41.0	942.06	0.12
9.00	30.0	41.0	942.16	0.10
9.10	31.0	39.0	942.30	0.14
9.20	31.0	41.0	942.47	0.17
9.30	31.0	41.0	942.64	0.17
9.40	31.0	40.0	942.73	0.09
9.50	32.0	40.0	942.87	0.14
10.00	32.0	35.0	942.95	0.08

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

เวลา	T1	T2	kWH	kWH/10 นาที
10.10	32.0	40.0	943.16	0.21
10.20	32.0	41.0	943.28	0.12
10.30	32.0	41.0	943.40	0.12
10.40	32.5	40.0	943.53	0.13
10.50	32.5	41.0	943.69	0.16
11.00	32.5	32.0	943.81	0.12
11.10	33.0	42.0	943.91	0.10
11.20	33.0	41.0	944.01	0.10
11.30	33.0	43.9	944.24	0.23
11.40	33.0	41.0	944.41	0.17
11.50	33.0	42.9	944.53	0.12
12.00	34.0	42.0	944.71	0.18
12.10	34.0	41.0	944.89	0.18
12.20	34.0	42.9	945.00	0.11
12.30	34.0	42.0	945.19	0.19
12.40	34.0	42.0	945.38	0.19
12.50	34.0	42.0	945.49	0.11
13.00	35.0	41.0	945.67	0.18
13.10	35.0	43.0	945.80	0.13
13.20	35.0	40.0	945.91	0.11
13.30	35.0	42.9	946.11	0.20
13.40	35.0	44.0	946.28	0.17
13.50	35.0	40.0	946.42	0.14
14.00	35.0	43.0	946.54	0.12
14.10	35.0	36.0	946.76	0.22
14.20	35.5	43.9	946.97	0.21
14.30	35.5	41.0	947.04	0.07
14.40	36.0	44.0	947.20	0.16
14.50	36.0	44.0	947.33	0.13
15.00	36.0	36.0	947.52	0.19
15.10	36.0	44.0	947.64	0.12
15.20	35.0	42.0	947.79	0.15
15.30	35.0	44.9	947.94	0.15
15.40	35.0	44.0	948.01	0.07
15.50	35.0	44.0	948.25	0.24
16.00	34.0	45.0	948.36	0.11
			948.36	5.41

โดยที่ T1 คืออุณหภูมิอากาศภายนอก (°C)

T2 คืออุณหภูมิอากาศออกจากคอยล์ร้อน (°C)

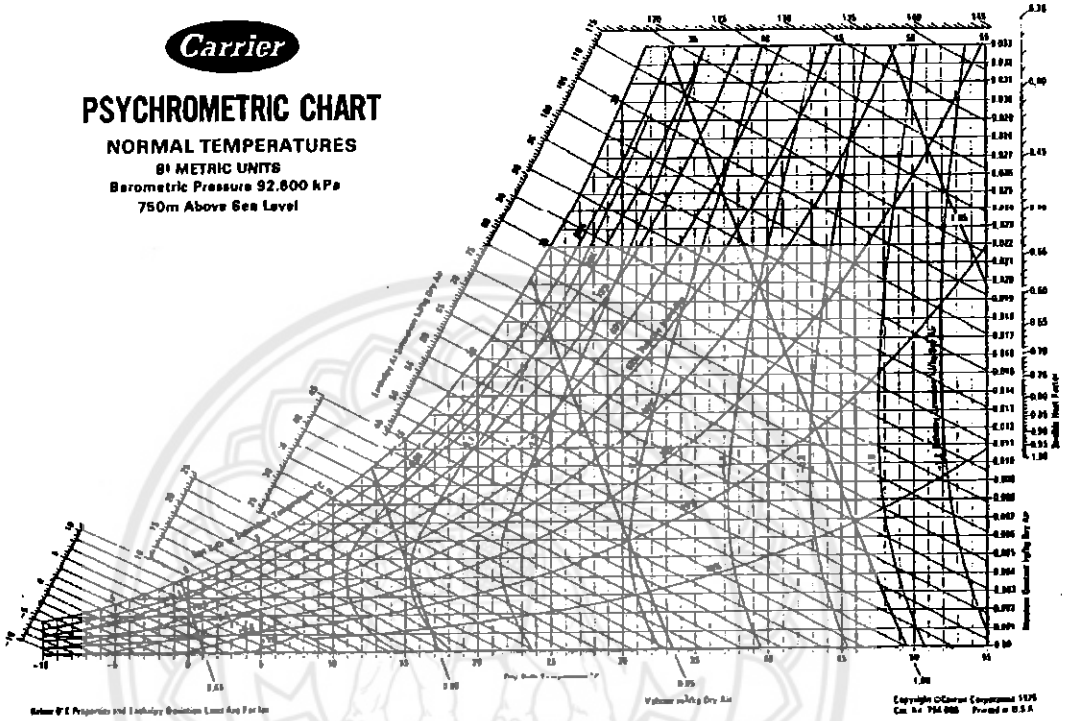
ภาคผนวก ข
เครื่องมือวัด

ตารางที่ ข.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน

เครื่องมือ/อุปกรณ์	ยี่ห้อ/รุ่น	คุณสมบัติ
เครื่องปรับอากาศ	LG รุ่น HS-R1261CH	ใช้ในการปรับอากาศ
เทอร์โมมิเตอร์	ชนิด ^0C	สามารถใช้งานในช่วงอุณหภูมิ 0-100 ^0C
เครื่องมือวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า	SP ELECTRIC Model :DD28 Single Phase Class:2.0 220 V 50 Hz 5(15)A 1200 r/kWH NO.2805-0713603	ใช้ในการวัดปริมาณไฟฟ้า (kWH)
นาฬิกาจับเวลา		ใช้ในการจับเวลาการทำงานทุก ๆ 10 นาที เพื่อหาปริมาณการใช้ไฟฟ้า
ปั๊มน้ำตู้ปลา 1 ชุด	25 วัตต์	ใช้ปั๊มน้ำจากถาดรองน้ำเพื่อส่งไปตามท่อระบายน้ำลงบนแผ่นระบายความร้อน

ภาคผนวก ค

กราฟอ้างอิง



กราฟที่ ค.1 psychrometric chart

(ที่มา : Fig 5-11 page 82 principles of refrigeration , Roy J. Dossat)

Psychrometric คือ การวัดอุณหภูมิและคุณสมบัติของไอน้ำในอากาศ เมื่อน้ำสัมผัสกับอากาศ Psychrometric chart ประกอบด้วยเส้นตามแนวนอน แนวตั้ง แนวทะแยง และแนวโค้ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังนี้

1. แนวแกนนอน เป็นอุณหภูมิที่วัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ กระเปาะแห้ง เรียกว่า Dry-bulb temperature อากาศแห้งที่อุณหภูมิใดๆ จะมีความดันไอน้ำเป็นศูนย์

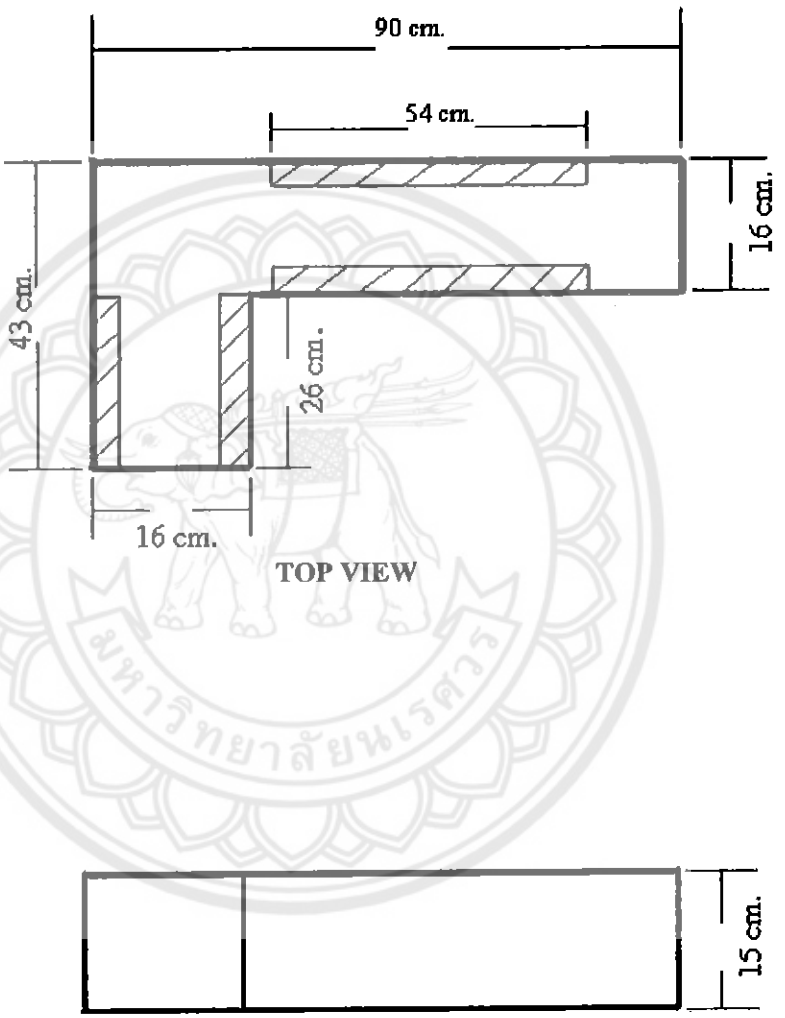
2. แนวแกนตั้ง เป็นค่าความดันไอของน้ำมีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือมิลลิบาร์ หรือ kilopascals

3. แนวแกนทะแยงมุมจากขวาไปซ้าย เป็นอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์ กระเปาะเปียก เรียกว่า Wet-bulb temperature เป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำกลายเป็นหยดน้ำด้วย เรียกว่า อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dewpoint temperature)

4. แนวเส้นโค้งจากซ้ายไปขวา เป็นความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอากาศต่อความดันไอของน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิใดๆ ในอากาศที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ คือ เส้นบนสุดเป็นเส้นที่ชี้บ่งความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

ภาคผนวก ง
แบบอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

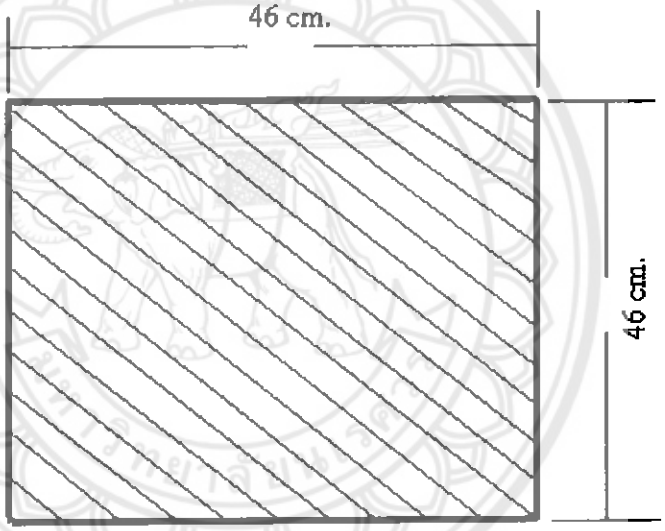
การออกแบบโครงสร้างถาดรองน้ำ



รูปที่ ง.1 แบบโครงสร้างถาดรองน้ำ

การออกแบบแผ่นระบายความร้อน

TOP VIEW

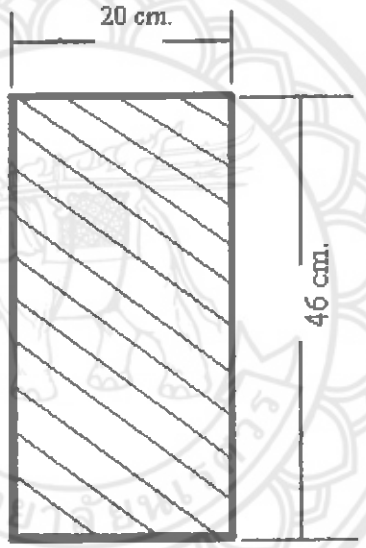


FRONT VIEW

รูปที่ ง.2 แบบแผ่นระบายความร้อนด้านหลังคอยล์ร้อน

การออกแบบแผ่นระบายความร้อน (ต่อ)

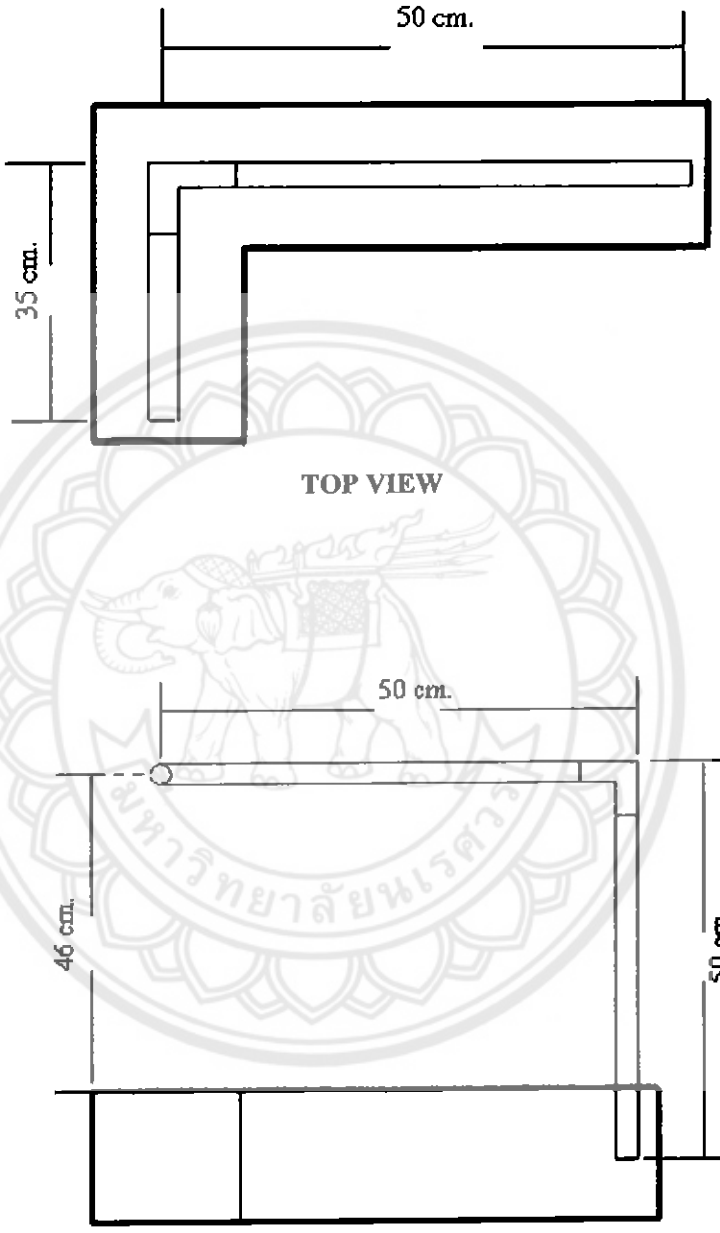
TOP VIEW



FRONT VIEW

รูปที่ ง.3 แบบแผ่นระบายความร้อนด้านข้างคอยล์ร้อน

การออกแบบท่อน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน



รูปที่ ง.4 แบบท่อน้ำของอุปกรณ์เสริมสำหรับระบายความร้อน

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายณัฐพล บู่แย้ม
ภูมิลำเนา 6/3 ถ.ประชาราษฎร์ ต.เมือง อ.สวรรคโลก จ.สุโขทัย 64110
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: naoki-10@hotmail.com

ชื่อ นายทนงศักดิ์ บุตรวงศ์
ภูมิลำเนา 26 ม.2 ต.วังงิ้ว อ.คงเจริญ จ.พิจิตร 66000
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสระหลวงพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: asia-a@hotmail.com