อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

HUMIDITY CONTROL BY AIR VOLUME FLOW RATE FOR AIR CONDITIONING SPLIT TYPE

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 6 ก.ย. 2559
เลขทะเบียน 19196351
เลขเรียกหนังสือ

นายศรันย์ ลันสุชีพ รหัส 55363551
นายศุภกิตติ์ ตาลวังโปร่ง รหัส 55363599
นายอรรถพล ปาลา รหัส 55363681

ฟ
ศ161 ก
2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2558

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อหัวข้อโครงงาน การควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายศรันย์	ลันสุชีพ	รหัส 55363551
นายศุภกิตติ์	ตาลวังโปร่ง	รหัส 55363599
นายอรรถพล	ปาลา	รหัส 55363681

ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2558

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ

(อ.ชูพงศ์ ช่วยเพ็ญ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายศรันย์	ลันสุชีพ	รหัส 55363551
	นายศุภกิตติ์	ตาลวังโปร่ง	รหัส 55363599
	นายอรรถพล	ปาลา	รหัส 55363681
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร		
ปีการศึกษา	2558		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของปรับอัตราการไหลของอากาศ เพื่อดูผลของอัตราการไหลของอากาศ ที่มีผลต่ออุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเป็นตัวแปรสำคัญต่อ Thermal Comfort และ IAQ โดยทำการศึกษาปัจจัยจากสภาวะอากาศภายนอกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลารวมถึงรูปแบบของการปรับอัตราการไหลของอากาศที่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังดูผลกระทบการทำงานและหยุดการทำงานของ Compressor และการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศของห้องที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องอีกด้วย

โดยในการทดลองทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 18.00 น. – 6.00 น. และแบ่งรูปแบบการปรับอัตราการไหลของอากาศเป็น3 ระดับคือ Low 7.85 m^3/min, Medium 9.24 m^3/min และ High 11.55 m^3/min โดยจะบันทึกข้อมูลทุก 1 นาที และ 5 นาที เพื่อนำผลของความชื้นสัมพัทธ์ไปเปรียบเทียบในแต่ละการทดลองและสรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ถ้ามีการปรับอัตราการไหลของอากาศที่แตกต่างกันภายในห้องปรับอากาศจะพบว่าที่อัตราการไหลของอากาศต่ำจะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและที่อัตราการไหลของอากาศสูง จะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นไปด้วยตามอัตราการไหลของอากาศ เมื่อพิจารณาการทำงาน/หยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ พบว่าเมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานความชื้นในอากาศลดต่ำลงและเมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ความชื้นสัมพัทธ์ในจะเพิ่มสูงขึ้นในส่วนของระดับอุณหภูมิภายในห้อง พบว่าอุณหภูมิภายในห้องไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิภายนอกเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตามค่าที่ตั้งไว้ได้

Project Title	: HUMIDITY CONTROL BY AIR VOLUME FLOW RATE FOR AIR CONDITIONING SPLIT TYPE.		
Manipulator	: Mr. Saran	Lansucheep	ID. 55363551
	: Mr. Supakit	Tanwangprong	ID. 55363599
	: Mr. Attaphon	Pala	ID. 55363681
Project Advisor	: Asst.Prof.Dr. Ninnart	Ratchapradit	
Department	: Mechanical Engineering Naresuan University		
Academic Year	: 2016		

Abstract

This project is an experiment to study the effect of the adjustment of air volume flow rate that affects to relative humidity in air-conditioned room. Due to relative humidity in air-conditioned room is an important factor to thermal comfort and indoor air quality (IAQ). So in this experiment studied the factor from the changing external environment including the different form of air volume flow rate. Moreover we have studied the impact of the on-off of the compressor and also learned the temperature setting of the air-conditioned room that affects the relative humidity in the room.

In the experiment, we collected the data during 18.00 P.M. – 6.00 A.M. The form of the adjustment of air volume flow rate was divided into 3 levels including low (7.85 m^3/min), medium (9.24 m^3/min) and high level (11.55 m^3/min). Experimental data were recorded every 1 min and 5 min. Finally, the data of relative humidity in each experiment were compared and concluded the results.

The analysis of the data showed that relative indoor humidity depends on the comfortable outdoors. Which the different adjustment of air volume flow rate in air-conditioned room showed that at the low rate of air volume flow leads to the low relative indoor humidity. The opposite way, at the high rate of air volume flow affects the high relative indoor humidity. When we considered the on-off of the compressor, it's showed that switching on the compressor affected the lower relative humidity. And when switching off the compressor affected the higher relative humidity. Finally part about the temperature in the room, we found that the temperature in the room did not depend on the outside temperature. Because the air-conditioner can control the setting temperature.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณคณะบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาให้โครงงานประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว กรรมการสอบโครงงาน
3. อ.ชูพงศ์ ช่วยเพ็ญ กรรมการสอบโครงงาน
4. คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ

ทั้งยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์ ที่ได้ให้ข้อมูลจากงานวิจัย "ชุดปรับค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อควบคุมความชื้น สำหรับบ้านพักอาศัยในประเทศไทย" ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำโครงงานเล่มนี้

สุดท้ายนี้กลุ่มของข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ทั้งขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทดลองในการทำโครงงานครั้งนี้

คณะผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองโครงงาน.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
Abstract.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ-ฉ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ช-ฌ
สารบัญกราฟ.....ญ
สารบัญสัญลักษณ์.....ฎ-ฏ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2
1.4 แผนการดำเนินงาน.....2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน.....3
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ.....3
1.8 งบประมาณที่ใช้.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4
2.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน(Air Spilt Type).....4
2.2 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ.....5
2.3 คุณสมบัติของอากาศชื้น และการประยุกต์ไซโครเมตริก.....7
2.4 ความรู้สึกสบายของมนุษย์กับการปรับอากาศ.....12
2.5 PID Controller.....15
2.6 Arduino.....16
2.7 วรรณกรรมปริทรรศน์.....17

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 20
3.1 ศึกษาผลกระทบการปรับอัตราการไหลของอากาศของห้องทดลอง.....20
3.2 ออกแบบชุดควบคุม 25

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....29
4.1 ผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ.....29
4.2 การเปลี่ยนแปลงสภาวะความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ 33
เนื่องจากการปรับอัตราการไหลอากาศ
4.3 การเปรียบเทียบอัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศใน 38
สภาพแวดล้อมเดียวกันที่อัตราการไหลของอากาศแตกต่างกัน
4.4 การเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเนื่องจากการปรับอัตราการไหล.....39
ของอากาศที่ต่างกัน
4.5 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน 40
กับหยุดการทำงาน

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 42
5.1 สรุปผลการทดลอง 42
5.2 ข้อเสนอแนะ 43

เอกสารอ้างอิง.....44

ภาคผนวก ก 45
ภาคผนวก ข 52
ภาคผนวก ค 55
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน.....64

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน 2

ก.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง 46

ก.2 แสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลแบบเปิดเครื่องปรับอากาศ 47
Speed Low เวลา 18.00 น. - 06.00 น. วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2558ข.1 Outdoor air requirements for ventilation

ข.1 General Design Values SHR 53

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 4
2.2 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ 5
2.3 แสดงการทำงานของวัฏจักรการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) 6
2.4 แสดงการหาอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่สภาวะที่กำหนด 8
2.5 แสดงเส้นความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Line) 9
2.6 แสดงเส้นอัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio) 10
2.7 กระบวนการการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของอากาศ 11
2.8 แสดงความเกิดเชื้อโรคที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ 13
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและสภาวะน่าสบาย 14
2.10 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับความน่าสบาย 14
2.11 แสดงการควบคุมอัตโนมัติแบบ PID 16
2.12 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับหลอด LED 16
2.13 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์ 17
3.1 แสดงรายละเอียดของห้องทดลอง 20
3.2 เครื่องปรับอากาศ Daikin 21
3.3 แสดงเครื่อง AP-104 21
3.4 แสดงเครื่องวัดความเร็วลม 22
3.5 แสดง Case PC Fan 25
3.6 แสดง บอร์ด Arduino UNO R3 พร้อมสาย USB 25
3.7 แสดง Channels Relay Module 26
3.8 แสดง 16x2 Character LCD 1602 26
3.9 แสดง Module DHT22 26
3.10 แสดง Breadboard 27
3.11 แสดง สาย Jumper 27
3.12 แสดงขั้นตอนการทำงานของชุดควบคุมความชื้น 28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.10 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศ..... 38
ในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านคอยเย็นแตกต่างกัน
4.11 แสดงการเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเนื่องจากการปรับ..... 39
อัตราการไหลของอากาศที่ต่างกัน
ค.1 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Comport ==> com1..... 56
ค.2 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Baudrate ==> 19200..... 57
ค.3 แสดงการกดคลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง (SILA AP-104)..... 57
ค.4 แสดงการตั้งค่าเวลาที่เริ่มเก็บค่า หยุดเก็บค่า และช่วงเวลาที่เราต้องการเก็บค่า..... 58
ค.5 แสดงการกดคลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมทำงาน 58
ง.1 แสดงกล่องควบคุมการทำงาน..... 60
ง.2 แสดงหน้าจอแสดงผลระหว่าง Temperature กับ Relative Humidity(%)..... 60
ง.3 แสดงการติดตั้งพัดลมที่ใช้จริงกับเครื่องปรับอากาศ เพื่อปรับอัตราการไหล..... 61
ง.4 แสดงเครื่องควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศ..... 61

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า

4.1 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ 29

4.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ 30

4.3 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ (Night) 31
กลางดึก (Midnight) และเช้ามืด (Morning)

4.4 การเปรียบเทียบความชื้นจำเพาะภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ (Night) 31
กลางคืน (Midnight) และเช้ามืด (Morning)

4.5 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ 33

4.6 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ 34

4.7 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ 35

4.8 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ 36

4.12 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในห้องระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์..... 40
ทำงาน (Comp On) กับหยุดการทำงาน (Comp Off)

4.13 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์ 41
ทำงาน (Comp On) กับหยุดการทำงาน (Comp Off)

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ	
c_{pa}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ	$kJ/(kg \cdot K)$
i_1	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์	kJ/kg
i_2	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกคอมเพรสเซอร์	kJ/kg
i_3	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกคอนเดนเซอร์	kJ/kg
i_4	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกจากวาล์วขยาย	kJ/kg
i_{fg}	เอนทัลปีจากการกลั่นตัว	kJ/kg
i_{ai}	เอนทัลปีของอากาศที่ทางเข้า	kJ/kg
m_a	อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย	kg/s
P	ความดันบรรยากาศ	kPa
P_a	ความดันความดันย่อยของอากาศแห้ง	kPa
P_v	ความดันความดันย่อยของไอน้ำ	kPa
P_{ws}	ความดันความดันไออิ่มตัวของไอน้ำที่อุณหภูมิอากาศในขณะนั้น	kPa
Q_e	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย	kW
Q_l	อัตราการถ่ายเทความร้อน	kW
Q_s	อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส	kW
Q_T	อัตราการถ่ายเทความร้อนรวม	kW
Q_c	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่คอนเดนเซอร์	kW
RH_{ei}	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหย	%
RH_{eo}	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางออกเครื่องระเหย	%
RH_r	ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศ	%

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
$RH_{setpoint}$	ความชื้นสัมพัทธ์ที่กำหนด	%
SHR	ความร้อนสัมผัส	
T	อุณหภูมิของอากาศ	K
T_r	อุณหภูมิของห้องปรับอากาศ	$^{\circ}C$
t	เวลาที่ Watt hour-meter หมุน	s
t_e	อุณหภูมิของเครื่องคอนเดนเซอร์	$^{\circ}C$
t_{ei}	อุณหภูมิของอากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหย	$^{\circ}C$
t_{eo}	อุณหภูมิของอากาศที่ทางออกเครื่องระเหย	$^{\circ}C$
t_d	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง	$^{\circ}C$
ω_{ei}	ความชื้นจำเพาะ ของอากาศชื้นที่ทางเข้าเครื่องระเหย	kJ/kg_{dryair}
ω_{eo}	ความชื้นจำเพาะ ของอากาศชื้นที่ทางออกเครื่องระเหย	kJ/kg_{dryair}
W_c	กำลังงานของคอมเพรสเซอร์	kw
ρ_a	ความหนาแน่นของอากาศ	kg/m^3
ϕ	ความชื้นสัมพัทธ์	
cfm	คือ อัตราการไหลของอากาศ	cfm
oa	คือ outside air	-
sa	คือ supply air	-
ra	คือ return air	-

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็น เนื่องจากสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย จึงมีการใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งสถานที่ทำงาน และที่พักอาศัย โดยที่เครื่องปรับอากาศที่นำมาใช้งานนั้นมีหลายชนิดขึ้นกับสภาพการใช้งาน สำหรับสถานที่ทำงานขนาดเล็ก และที่พักอาศัย มักนิยมใช้เครื่องปรับอากาศแบบ split type เนื่องจากง่ายแก่การติดตั้งและมีราคาเริ่มต้นไม่สูงมากนักจึงทำให้อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศชนิดนี้มีการแข่งขันกันในตลาดค่อนข้างมาก ส่งผลให้ผู้ผลิตแต่ละรายทำการวิจัยและพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเข้ามาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของเครื่องปรับอากาศ ให้เหมาะสมกับ thermal comfort ซึ่งมีปัจจัย อยู่ 3 ประการคือ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการไหลของอากาศ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

ในการพิจารณาระบบปรับอากาศต้องคำนึงถึง room thermal comfort ด้วย เพราะผู้ที่เลือกใช้เครื่องปรับอากาศนั้นมีความต้องการความสบายเชิงอุณหภูมิ ตัวแปลหลักที่มีความสำคัญคืออุณหภูมิและความชื้นของห้อง ปกติเครื่องปรับอากาศจะทำงานโดยการควบคุมอุณหภูมิของห้องเป็นหลัก เพื่อให้ห้องปรับอากาศมีอุณหภูมิที่เหมาะสมโดยไม่ได้คำนึงถึงค่าความชื้นซึ่งในขณะการทำงานหากลดความชื้นมากหรือน้อยไปก็จะไม่เหมาะกับสภาพ thermal comfort อากาศในตอนกลางวันและตอนกลางคืนนั้นความชื้นจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาซึ่งเวลากลางวันอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆส่งผลให้ความชื้นนั้นต่ำส่วนในตอนกลางคืนจะตรงกันข้าม และเรายังพบอีกว่าเมื่อเราเปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะเวลาติดต่อกันหลายชั่วโมงในตอนกลางคืน ภายในห้องจะมีความชื้นเพิ่มขึ้น เราจะเห็นว่าความชื้นนั้นจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากเครื่องปรับอากาศจะควบคุมแค่อุณหภูมิเพียงอย่างเดียว ดังนั้นหากเราสามารถทำให้เครื่องปรับอากาศให้ควบคุมความชื้นได้นอกจากจะเหมาะสมกับสภาพ thermal comfort และความชื้นยังส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) ซึ่งส่งผลต่อการควบคุมอุณหภูมิร่างกายจนทำให้เกิดความสบายได้ , การหายใจของผู้พักอาศัยเป็นไปได้อย่างสะดวกสบาย เป็นต้น จึงต้องควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยทำกิจกรรมต่างๆภายในอาคาร มีสุขภาพที่ดีและลดการติดต่อทางระบบหายใจ และส่งผลดีถึงความพึงพอใจของผู้พักอาศัย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาและพัฒนาเครื่องปรับอากาศให้สามารถรักษาความชื้นที่เหมาะสมกับความสบายเชิงความร้อนโดยการควบคุมอัตราการไหลของอากาศตามความชื้นของห้อง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาและควบคุมความชื้นของห้องโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศ

1.3.2 ศึกษาและทำการทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 17,750BTU/hr ยี่ห้อ DAIKIN

1.3.4 ห้องทดลองมีความกว้าง 3 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร ผนังเป็นคอนกรีตหนาประมาณ 10 เซนติเมตร ตั้งอยู่ที่บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้

1.3.5 ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 24 °C , 25 °C และ 26 °C บันทึกข้อมูลทุกๆ 5 นาที

1.4 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินการ	2558					2559			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย
1. ศึกษาหาทฤษฎีรวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ									
2. วางแผนการดำเนินงาน									
3. ดำเนินการทดลอง									
4. วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง									
5. ศึกษาและออกแบบชุดควบคุม									
6.วิเคราะห์ข้อมูลหลังติดตั้งชุดคอนโทรล									
7. สรุปผลจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจว่าปริมาณอัตราการไหลของอากาศมีผลอย่างไรกับความชื้นภายในห้อง

1.5.2 สามารถควบคุมความชื้นภายในห้องปรับอากาศด้วยเครื่องควบคุมอัตราการไหลของอากาศ

1.5.3 นำหลักการควบคุมความชื้นด้วยการปรับอัตราการไหลของอากาศมาใช้กับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อตอบสนองกับความต้องการของมนุษย์ได้มากยิ่งขึ้น

1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน

มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะวิศวกรรมศาสตร์ อาคารวิศวกรรมอุตสาหการ, เครื่องกล ห้อง IE 113

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ

1.7.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง

1.7.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 17,750 BTU/hr ยี่ห้อ DAIKIN

1.7.3 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมความเร็วของพัดลม

1.7.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้น AP-104

1.7.5 เครื่องมือวัดความเร็วลม

1.7.6 Case PC Fan DC 12V

1.7.8 บอร์ด Arduino UNO R3 พร้อมสาย USB

1.7.9 4 Channels Relay Module ยี่ห้อ Keyes รุ่น FZ0053

1.7.10 16x2 Character LCD 1602

1.7.11 Module DHT22

1.7.12 Breadboard 420 holes

1.7.13 สาย Jumper

1.8 งบประมาณที่ใช้

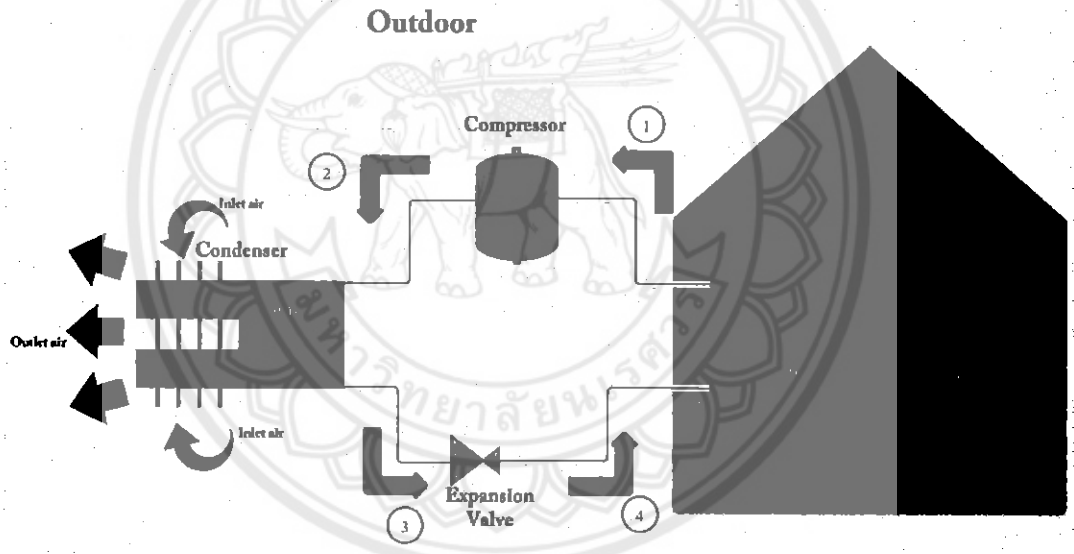
1.8.1 ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	2,500	บาท
1.8.2 ค่าและจัดทำรูปเล่ม	1,500	บาท
รวมเป็นเงิน	4,000	บาท (สี่พันบาทถ้วน)

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

สำหรับโครงงานนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องระเหยสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งจะกล่าวถึงหลักการ ทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องและสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

2.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน(Air Spilt Type)



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นเครื่องปรับอากาศที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เช่น ในครัวเรือน โรงพยาบาล ห้างต่างๆ เป็นต้น เหตุผลที่เรียกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนก็เพราะว่าคอยล์ร้อน (Condenser) กับคอยล์เย็น (Evaporator) แยกออกจากกัน โดยที่คอยล์ร้อน (Condenser) อยู่นอกและคอยล์เย็น (Evaporator) อยู่ด้านใน มีขนาดตั้งแต่ 1-50 ตัน เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีข้อดีและข้อเสียดังนี้

2.1.1 ข้อดี

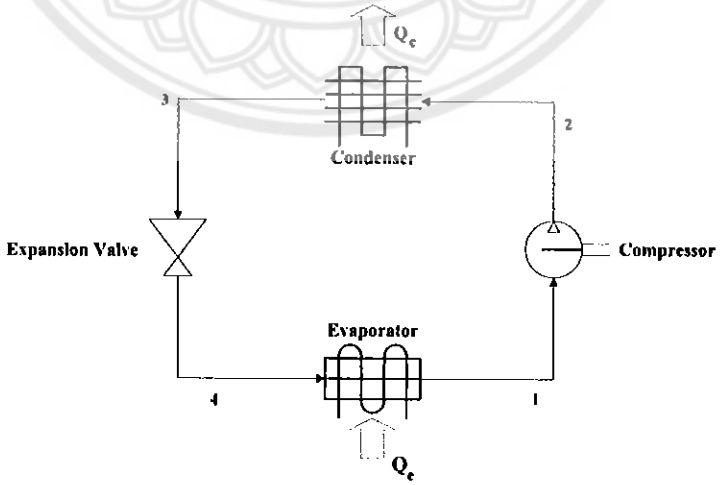
1) ไม่ค่อยมีเสียงดัง เพราะเครื่องระบายความร้อนโดนแยกออกไปวางไว้ที่อื่น
2) ท่อทางเดินสารทำความเย็นทั้งสองท่อที่ต่อระหว่างคอยล์เย็นกับคอยล์ร้อนจะเป็นท่อที่อยู่ทางด้านอุณหภูมิสูงและความดันสูงทั้งคู่ดังนั้นในการติดตั้งจึงไม่จำเป็นต้องมีฉนวนกันความร้อนหุ้ม

2.1.2 ข้อเสีย

1) ยุ่งยากในการติดตั้งเพราะต้องคำนึงถึงการเดินท่อระหว่างเครื่องที่แยกส่วน
2) ควบคุมอุณหภูมิได้ไม่ดี
3) กินไฟมาก
4) การซ่อมบำรุงรักษากระจายเป็นบริเวณกว้าง

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะแยกการทำงานเป็นสองส่วนคือส่วนทำความเย็นเรียกว่าแฟนคอยล์ยูนิต (Fancoil Unit) จะเป็นส่วนที่อยู่ภายในห้องซึ่งภายในประกอบด้วยคอยล์เย็น (Evaporator)และอุปกรณ์ลดแรงดันอีกส่วนหนึ่งคือคอนเด็นซิ่งยูนิต (Condensing Unit) จะตั้งอยู่ภายนอกประกอบด้วยคอยล์ร้อน (Condensor) และคอมเพรสเซอร์(Compressor)ทั้งสองส่วนนี้จะต่อถึงกันโดยระบบท่อน้ำยา (สารทำความเย็น)

2.2 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

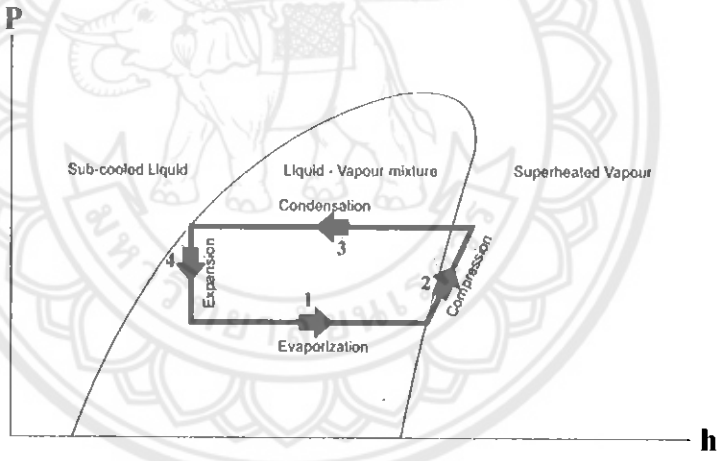


รูปที่ 2.2 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการทำการความเย็น (Refrigeration Cycle)

1) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสารทำความเย็น หรือน้ำยา (Refrigerant) ในระบบ โดยทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ และความดันสูงขึ้น
2) คอยล์ร้อน (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็น
3) คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้องมาสู่สารทำความเย็น
4) อุปกรณ์ลดความดัน (Throttling Device) ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น โดยทั่วไปจะใช้เป็น แค็ปพิลลารี่ทิ้วบ์ (Capillary tube) หรือ เอ็กสแปนชั่นวาล์ว (Expansion Valve)

ระบบการทำความเย็นที่อาศัยทฤษฎีระบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle) ซึ่งหลักการทำงานคือ การทำให้สารทำความเย็น(น้ำยา) ไหลวนไปตามระบบ โดยผ่านส่วนประกอบหลักทั้ง อย่างต่อเนื่องเป็น วัฏจักรการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) โดยมีกระบวนการดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของวัฏจักรการทำความเย็น (Refrigeration Cycle)

1) เริ่มต้นโดยคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นเพื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิของน้ำยา แล้วส่งต่อเข้าคอยล์ร้อน (Condenser)
2) น้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์ร้อนโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยระบายความร้อน ทำให้น้ำยาจะที่ออกจากคอยล์ร้อนมีอุณหภูมิลดลง (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งต่อให้อุปกรณ์ลดความดัน
3) น้ำยาที่ไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดันจะมีความดันและอุณหภูมิที่ต่ำมาก แล้วไหลเข้าสู่คอยล์เย็น (หรือที่นิยมเรียกกันว่า การฉีดน้ำยา)

4) จากนั้นน้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์เย็น (Evaporator) โดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยดูดซับความร้อนจากภายในห้อง เพื่อทำให้อุณหภูมิห้องลดลง ซึ่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการหมุนเวียนน้ำยาต่อไป

สำหรับสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของวัฏจักรการทำความเย็นสามารถนิยามได้โดย

$$COP = \frac{\text{งานที่ระบบทำได้}}{\text{กำลังสุทธิที่ป้อนให้กับระบบ}} \tag{2.1}$$

$$COP = \frac{Q_e}{W_c} = \frac{Q_e}{Q_c - Q_e} = \frac{m_r(i_1 - i_4)}{m_r(i_2 - i_1)} = \frac{(i_1 - i_4)}{(i_2 - i_1)} \tag{2.2}$$

โดยที่ Q_e คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย, kW

Q_c คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์, kW

W_c คือ กำลังงานของคอมเพรสเซอร์, kW

m_r คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น, kg/s

i_1 คือ เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์, kJ/kg

i_2 คือ เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกคอมเพรสเซอร์, kJ/kg

$i_3 = i_4$ คือ เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกจากคอนเดนเซอร์, kJ/kg

2.3 คุณสมบัติของอากาศชื้น และการประยุกต์ไซโครเมตริก

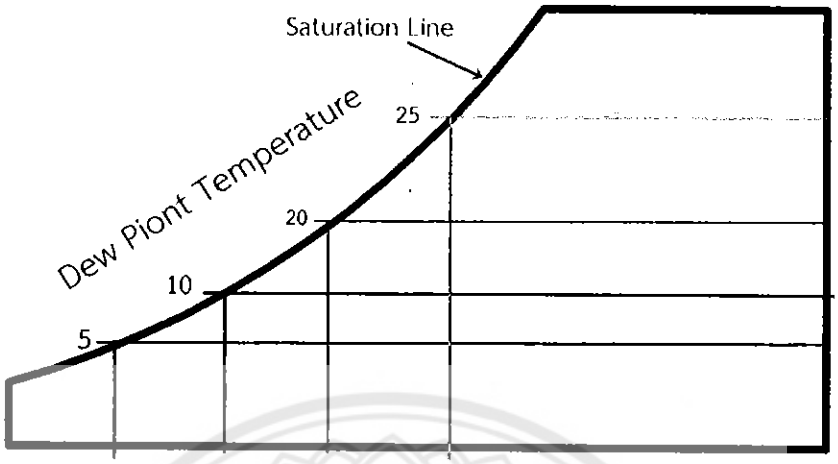
ในระบบปรับอากาศจะพิจารณาอากาศเป็นอากาศชื้นซึ่งประกอบด้วยอากาศแห้งและไอน้ำ คุณสมบัติที่สำคัญมีดังนี้

2.3.1 จุดน้ำค้าง (Dew Point)

คือ อุณหภูมิไออิ่มตัวของไอน้ำในอากาศของอากาศในขณะนั้น ซึ่งสามารถหาได้จากตารางไอน้ำหรือสมการ สำหรับอากาศในช่วง 0°C ถึง 93°C

$$t_d = 6.54 + 14.526(\ln P_v) + 0.7389(\ln P_v)^2 + 0.0948(\ln P_v)^3 + 0.4569(\ln P_v)^{0.1984} \tag{2.1}$$

โดยที่ P_v คือ ความดันไอน้ำในอากาศของอากาศในขณะนั้น, kPa



รูปที่ 2.4 แสดงการหาอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่สภาวะที่กำหนด

$$T_{dp} = T_{sat@P_v} \tag{2.2}$$

โดยที่ T_{dp} คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ($^{\circ}c$)

P_v คือ ความดันไอน้ำในอากาศของอากาศในขณะนั้น, kPa

2.3.2 **ความชื้นสัมพัทธ์** (Relative Humidity) คือ สัดส่วนโดยโมลของไอน้ำต่อโมลของไอน้ำ อิ่มตัวที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$\phi = \frac{P_v}{P_{ws}} = \frac{P_v}{P - P_a} \tag{2.3}$$

โดยที่ ϕ คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์

P คือ ความดันบรรยากาศ, kPa

P_v คือ ความดันความดันย่อยของไอน้ำ, kPa

P_{ws} คือ ความดันความดันไออิ่มตัวของไอน้ำที่อุณหภูมิอากาศในขณะนั้น, kPa

P_a คือ ความดันความดันย่อยของอากาศแห้ง, kPa

สำหรับค่าของความดันไออิ่มตัวของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิอากาศในขณะนั้นหาได้จาก ตารางไอน้ำหรือ สมการสำหรับอากาศ ช่วงอุณหภูมิ 0°C ถึง 200°C คือ

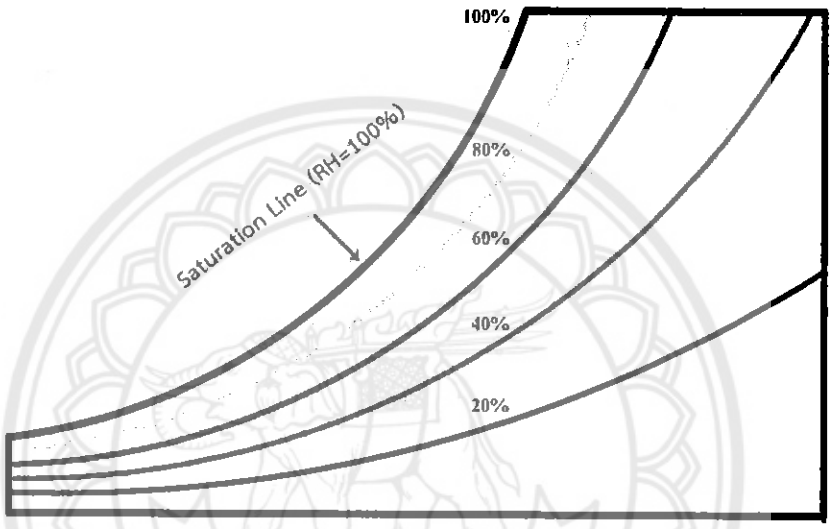
$$P_{ws} = \exp^{\left(\frac{c_1}{T}+c_2+c_3T+c_4T^2+c_5T^3+c_6\ln T\right)} \qquad (2.4)$$

โดยที่ T คือ อุณหภูมิของอากาศ, K

c คือ ค่าคงที่ ซึ่ง c_1 = -5008.2206, c_2 = 1.3914993,

c_3 = -0.04860239, c_4 = 4.1764768×10^{-5},

c_5 = -1.445209×10^{-8} และ c_6 = 6.5459673



รูปที่ 2.5 แสดงเส้นความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity Line)

2.3.3 ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) คือ อัตราส่วนของมวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศ แห้งในอากาศ สามารถหาได้จากสมการ

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} = \frac{P_v V / R_v T}{P_a V / R_a T} = \frac{P_v / R_v}{P_a / R_a} = 0.622\frac{P_v}{P_a} \qquad (2.5)$$

$$\therefore P \equiv P_a + P_v$$

$$\omega = \frac{0.622P_v}{(P - P_v)} = \frac{0.622\phi P_{ws}}{(P - \phi P_{ws})} \qquad (2.6)$$

โดยที่ ω คือ ความชื้นจำเพาะ(kg water vapor/kg dry air)

P คือ ความดันรวม (Pa)

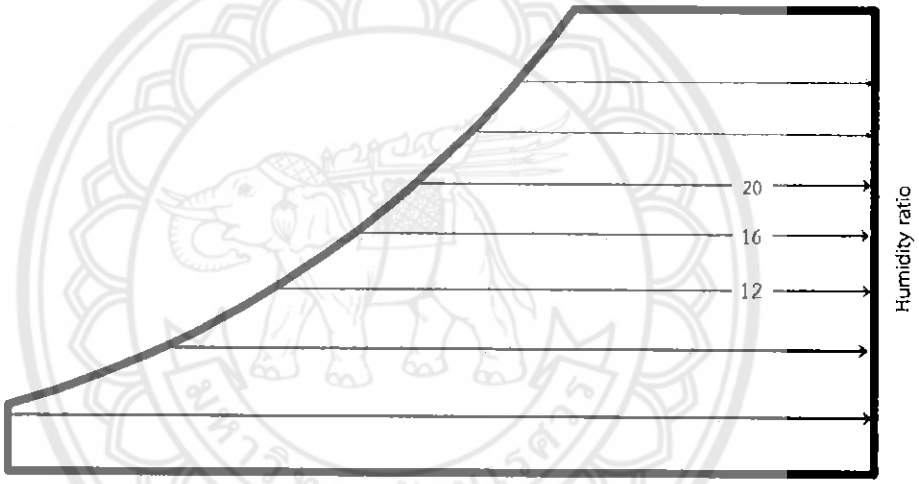
P_v คือ ความดันของอากาศแห้ง (Pa)

P_a คือ ความดันของไอ (Pa)

ω คือ ความชื้นจำเพาะ(kg water vapor/kg dry air)

m_v คือ มวลของไอน้ำ (g/kg)

m_a คือ มวลของอากาศแห้ง (g/kg)



รูปที่ 2.6 แสดงเส้นอัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio)

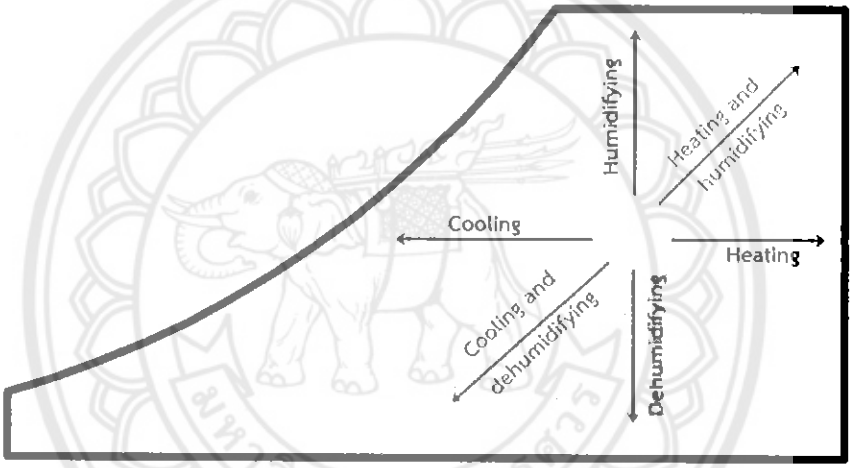
2.3.4 **อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb temperature)** อ่านจากปรอทได้โดยตรงและบอกถึง อุณหภูมิที่มีสภาพแวดล้อมปกติ

2.3.5 **อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb temperature)** อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ โดย กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จะหุ้มด้วยสำลีชุบน้ำไว้ จึงทำให้อุณหภูมิที่อ่านจะขึ้นอยู่กับระดับความชื้นในอากาศ

2.3.6 **เอนทาลปี (Enthalpy)** คือปริมาณพลังงานความร้อนในอากาศซึ่งค่าความร้อนภายในของอากาศประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

2.3.6.1 ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ความชื้นจำเพาะคงที่และทำให้ห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น

2.3.6.2 ความร้อนแฝง (Latent Heat) การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในอากาศที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งคงที่และทำให้ห้องมีความชื้นสูงขึ้น



รูปที่ 2.7 กระบวนการการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของอากาศ

ในระบบปรับอากาศเพื่อที่จะรักษาสภาวะพื้นที่ให้มีอุณหภูมิและความชื้นตามที่ออกแบบปริมาณ ความร้อนสัมผัส (Sensible heat) และความชื้นหรืออาจเรียกว่าความร้อนแฝง (latent heat) อัตราส่วนความร้อนสัมผัสต่อความร้อนทั้งหมด เรียกว่า ค่าความร้อนสัมผัส (Sensible-Heat Ratio, SHR) สามารถแสดงได้ดังสมการ

$$SHR = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l} \qquad (2.7)$$

โดยที่ Q_s คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส, kW

Q_l คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง, kW

หากพิจารณากระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นที่เครื่องระเหยปริมาณความร้อนสัมผัสและปริมาณความร้อนแฝงที่ถ่ายเทที่เครื่องระเหย สามารถหาค่าได้จากสมการ

$$Q_s = m_a c_{pa}(t_{ai} - t_{ao}) \quad (2.8)$$

และ

$$Q_l = m_a(i_{fg})(\omega_i - \omega_o) \quad (2.9)$$

โดยที่ t_{ai} คือ อุณหภูมิของอากาศขึ้นที่ทางเข้าเครื่องระเหย, °C

t_{ao} คือ อุณหภูมิของอากาศขึ้นที่ทางออกเครื่องระเหย, °C

ω_i คือ ความชื้นจำเพาะ ของอากาศขึ้นที่ทางเข้าเครื่องระเหย, kg/ kg_{dryair}

ω_o คือ ความชื้นจำเพาะ ของอากาศขึ้นที่ทางออกเครื่องระเหย, kg/ kg_{dryair}

i_{fg} คือ ปริมาณเอนทัลปีจากการกลั่นตัว มีค่าเท่ากับ 2548 kJ/kg

t_{ai} คือ อุณหภูมิของอากาศขึ้นที่ทางเข้าเครื่องระเหย, °C

c_{pa} คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ มีค่าเท่ากับ 1.005 kJ/(kg.°C)

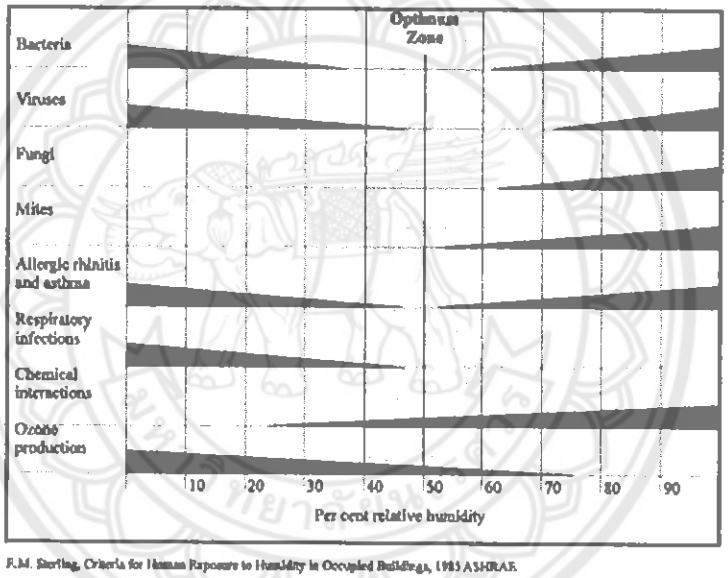
2.4 ความรู้สึกสบายของมนุษย์กับการปรับอากาศ

คนเรามีความต้องการพื้นฐานที่อยากมีความรู้สึกที่สบาย กล่าวคือ เรามักต้องการที่จะอาศัยอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่ร้อนหรือเย็นเกินไป สาเหตุของความรู้สึกไม่สบาย เช่น การมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป และมีความชื้นสูงหรือต่ำมากเกินไป เราสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงสภาวะของอากาศในบริเวณที่มีขอบเขตจำกัดด้วยระบบปรับอากาศที่ทันสมัย สามารถที่จะให้ความร้อนหรือความเย็น เพิ่มความชื้น มีความสะอาด และแม้กระทั่งกำจัดกลิ่นของอากาศได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การปรับอากาศได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้คนเราเกิดความพึงพอใจ

2.4.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) หมายถึงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ที่มีผลต่อสุขอนามัยของผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร โดยมีการศึกษาและตรวจวัดเช่น ความสบาย คืออุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของลมของอากาศบริเวณนั้น ๆ ซึ่งส่งผลต่อการควบคุมอุณหภูมิร่างกายจนทำให้เกิดความสบายได้ , การหายใจของผู้พักอาศัยเป็นไปได้อย่างสะดวกสบาย ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ และความเข้มข้นของปริมาณก๊าซอื่นๆ ที่อาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ เป็นต้น จึงต้องควบคุมปัจจัยเหล่านี้เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยทำกิจกรรมต่างๆภายในอาคาร มีสุขภาพที่ดีและลดการติดต่อทางระบบหายใจ และส่งผลดีถึงความพึงพอใจของผู้พักอาศัยได้ ปัญหาที่กล่าวมานี้มีสาเหตุมาจากระดับของกิจกรรม

ภายในอาคาร มีการระบายของอากาศที่ไม่เพียงพอ มีการรั่วไหลของอากาศที่เป็นมลพิษจากภายนอกอาคารผ่านทางขอบหน้าต่าง ขอบประตู ทำให้มีสิ่งปนเปื้อนเจือปนไปกับอากาศภายในอาคาร

ดังนั้น จึงต้องหาแนวทางในการปรับลดปริมาณเชื้อโรคโดยพิจารณาจากอัตราการเกิดของเชื้อโรคแต่ละชนิดที่ความชื้นต่างๆ พบว่าเชื้อโรคที่เกิดขึ้นในอาคารส่วนใหญ่ประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรีย (Bacteria), เชื้อไวรัส (Viruses), เชื้อรา (Fungi), ไรฝุ่น (Mites), โรคภูมิแพ้จมูกอักเสบและโรคหืด (Allergic rhinitis and asthma), โรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ (Respiratory infection), จากสารเคมี (Chemical interaction), อากาศจากเครื่องฟอกอากาศโดยรอบอาคาร (Ozone production)



F.M. Sterling, Criteria for Human Exposure to Humidity in Occupied Buildings, 1985 ASHRAE

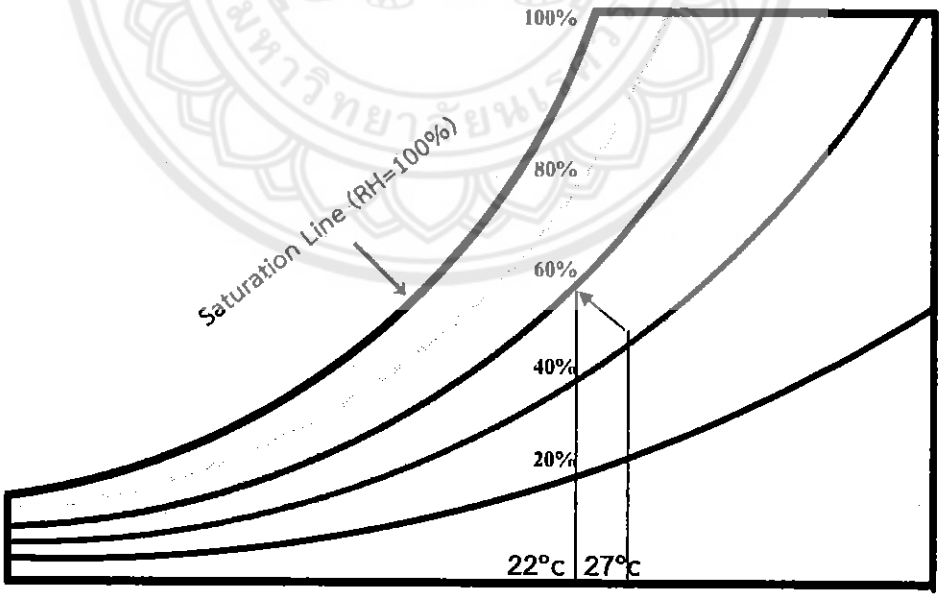
รูปที่ 2.8 แสดงความเกิดเชื้อโรคที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่างๆ

2.4.2 ความสบายทางด้านอุณหภูมิ(thermal comfort) สภาวะที่สภาพอากาศมีอุณหภูมิ ความเร็วลมและความชื้นที่พอเหมาะ และไม่ทำให้ร่างกายมนุษย์รู้สึกร้อนหรือหนาวเกินไป อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมจะเป็นดัชนีหลักที่สำคัญที่สุดของความรู้สึกที่สบาย(ในประเทศไทย) คนส่วนใหญ่จะรู้สึกสบายถ้าอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมอยู่ระหว่าง 22-27 °C ความเร็วลมเกิดจากการพาความร้อน (Convection) เมื่อกระแสลมที่พัดผ่านผิวกายมีความเร็วเพิ่มขึ้น มนุษย์จะเกิดความรู้สึกเย็นลงได้มากกว่าอุณหภูมิที่วัดได้จริงเนื่องจากอัตราการระบายความร้อนออกจากผิวกายสูงขึ้น

ความเร็วลม	ความรู้สึกในการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	ผลที่อาจเกิดขึ้น
0 – 50 fpm	ไม่มีความเปลี่ยนแปลงในความรู้สึกน่าสบาย	ไม่สามารถสังเกตได้
50 – 100 fpm	ต่ำลง 2 – 3 ° F	สบาย
100 – 200 fpm	ต่ำลง 4 – 5 ° F	โดยทั่วไปรู้สึกสบาย แต่รู้สึกได้ว่ามีเคลื่อนไหวของอากาศ
200 – 300 fpm	ต่ำลง 5 – 7 ° F	รู้สึกมีลมพัดเล็กน้อย จนถึงรู้สึกถูกรบกวน
สูงกว่า 300 fpm	ต่ำลงมากกว่า 6 – 7 ° F	ควรแก้ไขให้ทำงานได้อย่างสุขลักษณะมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและสภาวะน่าสบาย

ความชื้นสัมพัทธ์ก็จะเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อความรู้สึกที่สบาย ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงก็จะมีผลทำให้การคายความร้อนออกจากร่างกายของคนเราโดยการระบายเกิดขึ้นช้าลง แต่ถ้าอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำก็จะส่งผลในทางตรงกันข้ามคือ ทำให้การคายความร้อนเกิดขึ้นเร็วขึ้น ความชื้นสัมผัสที่ทำให้รู้สึกสบายคือมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50-60%



รูปที่ 2.10 แสดงความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับความน่าสบาย

2.5 PID Controller

ในการควบคุมความชื้นของเครื่องปรับอากาศ จะต้องมีการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ เพื่อควบคุมปริมาณความชื้นในอากาศของห้องตัวอย่าง ดังนั้นบอร์ด Arduino จึงเข้ามามีบทบาทใน การควบคุมอัตโนมัติด้วยตัวควบคุมแบบ PID (Proportional-Integral-Derivative) ซึ่งสามารถ อธิบายได้ดังนี้

2.5.1 การตอบสนองของ Proportional

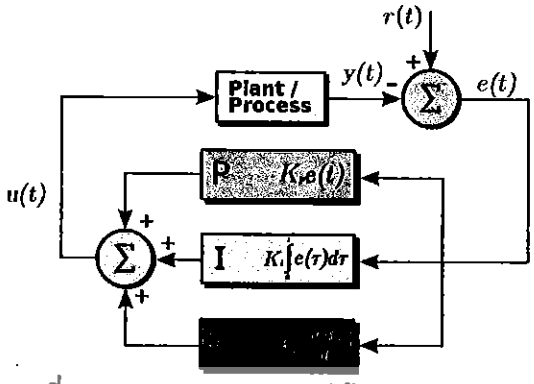
องค์ประกอบของ proportional ขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างตัวแปรการดำเนินการและชุดจำนวนจุด ความแตกต่างนี้ถึงอาจถึงในเทอมของ Error การเพิ่มขึ้นของ Proportional gain จะเพิ่มความไวในการตอบสนอง อย่างไรก็ตามถ้าค่า proportional gain มีค่ามากขึ้นการดำเนินการของระบบจะเริ่มแกว่ง ถ้ามีค่ามากกเกินไปก็อาจจะทำให้ระบบไม่เสถียรและอาจจะแกว่งออกจนเกินการควบคุมได้

2.5.2 การตอบสนองของ Integral

องค์ประกอบของ Integral จะรวมค่าผิดพลาดตลอดทั้งเวลาซึ่งจะทำให้ค่าผิดพลาดเกิดขึ้นอย่างช้าๆ การตอบสนองของ Integral จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งเวลาจนกว่าค่าข้อผิดพลาดจะเป็นศูนย์ จึงส่งผลกระทบให้ค่าผิดพลาด Steady-State เข้าสู่ค่าศูนย์

2.5.3 การตอบสนองของ Deriative

องค์ประกอบ derivative จะเป็นสาเหตุการลดสัญญาณขาออกถ้าหากตัวแปรการทำงานมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การตอบสนองของ derivative เป็นสัดส่วนต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของของตัวแปรดำเนินการ การเพิ่มพารามิเตอร์ของเวลา derivative จะเป็นสาเหตุให้ระบบมีปฏิกิริยาอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงในเทอมข้อผิดพลาดและจะเพิ่มอัตราเร็วการตอบสนองของทั้งระบบ แต่เวลา derivative จะมีค่าน้อย เนื่องจากการตอบสนอง Derivative มีความไวอย่างมากต่อสัญญาณรบกวนที่มากับสัญญาณในตัวแปรดำเนินการ ถ้าเซ็นเซอร์สัญญาณป้อนกลับมีการรบกวนหรือการวนลูปมีความช้าการตอบของ derivative จะเกิดความไม่เสถียร



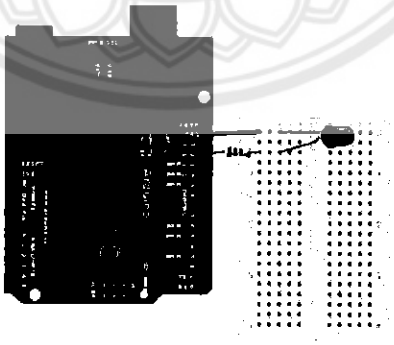
รูปที่ 2.11 แสดงการควบคุมอัตโนมัติแบบ PID

[ที่มา http://www.ni.com/white-paper/3782/en]

2.6 Arduino

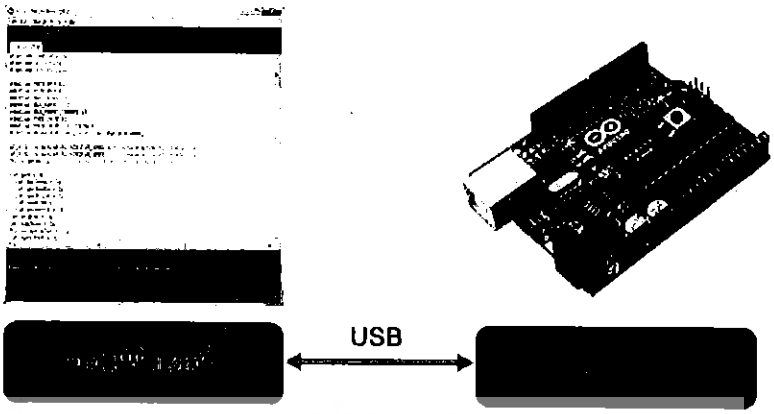
Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม และสามารถต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่ออัพโหลดโค้ดโปรแกรมที่เขียนเอาไว้ใส่ลงในบอร์ดได้อย่างง่ายดาย



รูปที่ 2.12 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับหลอด LED

[ที่มา http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html]



รูปที่ 2.13 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์
[ที่มา http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/basic-electronics/บทความ-arduino-คืออะไร-เริ่มต้นใช้งาน-arduino.html]

2.7 วรรณกรรมปริทรรศน์

การออกแบบสภาพภูมิทัศน์ให้สามารถปรับสภาพอากาศโดยรอบอาคารให้อยู่ในสภาวะความสบายอย่างมีประสิทธิภาพ ขวัญชัย กาแก้ว[1] โดยการเพิ่มความเร็วลมซึ่งจะทำให้เกิดสภาวะความสบายมากขึ้นโดยกำหนดรูปแบบการศึกษาการจัดวางต้นไม้ 5 รูปแบบแนวทางการออกแบบสภาพภูมิทัศน์ให้เหมาะสมกับอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศควรใช้การจัดต้นไม้รูปแบบกรวยซึ่งเป็นผลให้ลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้มากที่สุด

ความเร็วลมที่มีต่อสภาวะความสบายเชิงความร้อน วัฒนา ศรีวาจนะ[2] ทำการทดลองโดยผู้เข้าร่วมการทดลองสวมใส่เสื้อผ้าและปฏิบัติภาระกิจเสมือนนั่งทำงานอยู่ในสำนักงานทั่วไป ทำนายสภาวะสบายเชิงความร้อนที่ความเร็วลมที่เหมาะสม ที่ทำให้สบายตัวในแต่ละบุคคลพบว่าคนส่วนมากรู้สึกสบายเชิงความร้อนเมื่อค่า Modified SET อยู่ระหว่าง 23.0 ถึง 26.3 และค่าที่ดีที่สุดอยู่ที่ 24.3 ความเร็วลมมีค่าโดยประมาณไม่เกิน 0.9 m/s

การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ โดยใช้แผนภูมิความสบายของการถ่ายเทอากาศสำหรับประเทศไทย ณรงค์ วัชรเสถียร[3] ทำนายความเร็วลมที่ต้องการสำหรับเงื่อนไขสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงระหว่าง 27 ถึง 36.5 และความชื้นสัมพัทธ์ 50 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ พัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปรับความเร็วลมตั้งแต่ 0.3 ถึง 3 เมตรต่อวินาที ทำให้สร้างภาวะความสบายแล้วยังช่วยประหยัดพลังงานจากการใช้ เครื่องปรับอากาศอีกด้วย

การศึกษาโดยมุ่งเน้นไปที่ความสะดวกสบายเชิงความร้อนและคุณภาพอากาศโดยใช้พลังงานซึ่งค่อนข้างใหม่ในทวีปอเมริกาเหนือ Mike Beamer David Bisers, Sophia Duluk, Diana Hogard, Alison Kwok[4] ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์เก็บรวบรวมข้อมูล อุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น อุณหภูมิผิวหน้าต่างและผนัง และพฤติกรรมความสะดวกสบายแสดงให้เห็นว่าบ้านมีประสิทธิภาพดีผู้อาศัยจะมีความสะดวกสบายเชิงความร้อน มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรณีส่วนใหญ่ต่ำกว่าระดับมาตรฐานหน้าต่างและผนังจะมีอุณหภูมิ 4 หรือ 5 ของอุณหภูมิอากาศโดยรอบ

ความสะดวกสบายความร้อนและลักษณะคุณภาพอากาศจากทางธรรมชาติ และทางกลของห้องนอนปรับอากาศในสภาพอากาศที่ร้อนและชื้น S.C. Sekhar, S.E. Goh[5] ทำการทดลองหาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในห้องนอนที่เวลาต่างๆ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าผลการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลต่อระยะเวลาในการนอนที่ลดลง

ในระบบปรับอากาศสิ่งสำคัญอีกอย่างที่ควรคำนึงถึงคือการประหยัดพลังงาน โดย ดร. ไพบูลย์ หังสพฤกษ์[6] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศโดยการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศอย่างคุ้มทุนและคุ้มค่าการลงทุน เลือกใช้สีอ่อนแทนสีเข้ม ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศเย็นที่จะทิ้งกับอากาศร้อนจากภายนอกเพื่อปรับอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องปรับอากาศ จากการเลือกใช้วัสดุที่กล่าวมานี้จะช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมากทำให้คุ้มทุนในการติดตั้งระบบปรับอากาศ

การทำให้เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานน้อยที่สุด เป็นอีกวิธีที่ในการลดภาระค่าใช้จ่าย คุณทวีศักดิ์ อรุณราษฎร์[7] ได้ทำศึกษาการควบคุมความชื้นและเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นซึ่งจะส่งผลให้สูญเสียพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศน้อยลง ทดลองโดยนำชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศมาดัดแปลงและนำเอาท่อความร้อนมาประกอบรวมกับระบบปรับอากาศ ซึ่งท่อความร้อนจะทำงานโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศที่ระบายทิ้งและอากาศใหม่ที่เข้าสู่ห้องเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งยังสามารถลดอุณหภูมิก่อนเข้าคอยล์เย็นได้อีกด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศดีขึ้นและเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานน้อยลง

คุณปริญวุฒิ บัณฑิตยานนท์[8] ได้ศึกษาเปรียบเทียบระบบปรับอากาศแบบต่างๆแล้วสรุปว่าการทำความเย็นเบื้องต้นโดยใช้ระบบ EVAP สำหรับระบบปรับอากาศแบบ air cooled สามารถช่วยในเรื่องของการประหยัดต้นทุนในการติดตั้งระบบปรับอากาศใหม่และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องทำความเย็น ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และยังสามารถยืดอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศให้ยาวนานขึ้น

การยืดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศให้ยาวนานขึ้นโดย คุณชัชวาลย์ คุณค้ำชู[9] ได้ศึกษาการยืดอายุเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนและส่วนชุดเป่าลมเย็น ด้วยการใช้ผ้าสะอาดทำความสะอาด ล้างแผงกรองอากาศ ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรือเครื่องเป่าทำความสะอาดพัดลมเป่าลมเย็น และตรวจสอบสภาพโดยรวมของเครื่องปรับอากาศว่ามีส่วนใดชำรุดเสียหายหรือไม่ถ้ามีก็ทำการซ่อมบำรุง ผลที่ได้จากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธีสามารถช่วยยืดระยะเวลาในการใช้งานและทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นปกติ

ทำการตรวจสอบการลดการสัมผัสสสารมลพิษในสภาวะความสบายเชิงความร้อน โดยการออกแบบการระบายอากาศ N.P.Gao, H.Zhang, J. L.Niu[10] ทำการจำลอง CFD ของการไหลของอากาศแบบ 3 มิติ และกำหนดแบบจำลองสามารถรักษาระดับอุณหภูมิปกติของร่างกายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้ พบว่าลักษณะใหม่ของการออกแบบการระบายอากาศแบบทั่วไปมี 3 ลักษณะ คือ การระบายอากาศแบบแทนที่ การระบายอากาศแบบผสม การระบายอากาศแบบแพร่

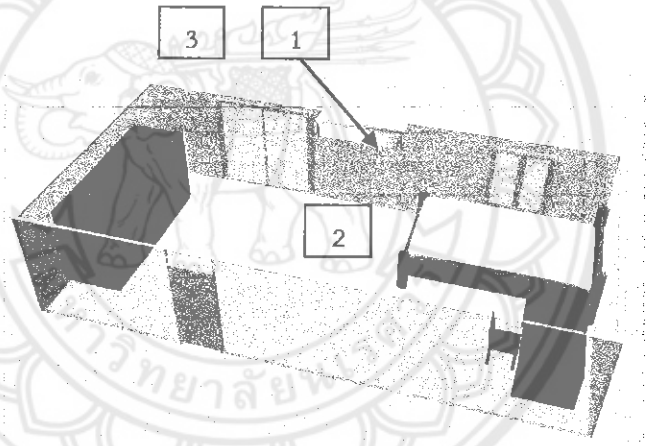
บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 ศึกษาผลกระทบการปรับอัตราการไหลของอากาศของห้องทดลอง

3.1.1 ห้องทดลอง

ห้องทดลองมีความกว้าง 3เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร ผนังเป็นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของห้องทดลอง

3.1.2 ตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล

ในการทดลองนั้น จะทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆ ตามตำแหน่งจากรูปที่ 3.1 ดังนี้คือ

ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ทางออกของเครื่องปรับอากาศ

ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง

ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอก

3.1.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือวัด

3.1.3.1 อุปกรณ์

ก. เครื่องปรับอากาศ Daikin ขนาด 17,750 Btu/hr

รูปที่ 3.2 เครื่องปรับอากาศ Daikin

3.1.3.2 เครื่องมือวัด

ก. SILA AP-104 เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นได้โดยการเชื่อมต่อกับหัววัด SHT 15 สายที่เชื่อมต่อสามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นได้ไกล 100 เมตร เครื่อง AP-104 จะมีช่องวัด 5 ช่อง สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 40 ถึง120 °C ความละเอียด 0.1 °C และวัดค่าความชื้นได้ตั้งแต่ 10 ถึง 90 % ความละเอียด 1 % สามารถตั้งค่าเวลาในการวัดและบันทึกด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ในการทดลองนี้ จะตั้งค่าให้บันทึกทุกๆ 5 นาที

รูปที่ 3.3 แสดงเครื่อง AP-104

ข. เครื่องวัดความเร็วลม(ANEMOMETER) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความเร็วลมสามารถแสดงผลเป็นแบบดิจิตอล โดยสามารถวัดความเร็วลมได้ในช่วง 0.1-20 m/s

รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องวัดความเร็วลม

3.1.4 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 เปิดเครื่องปรับอากาศ Speed High เวลา 06.00 น. - 06.00 น. ของอีกวัน

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 24°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ High ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที(จะเริ่มบันทึกค่าเวลา 06.00 น.)
2) เมื่อถึงเวลา 06.00 น. เริ่มบันทึกค่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นก็บันทึกค่าทุกๆ 5 นาที
3) หยุดการบันทึกค่าที่เวลา 06.00 น. ของอีกวัน
4) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 2 เปิดเครื่องปรับอากาศ Speed Low เวลา 18.00 น. - 06.00 น.

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ Low ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที(จะเริ่มบันทึกค่าเวลา 18.00 น.)
2) เมื่อถึงเวลา 18.00 น. เริ่มบันทึกค่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นก็บันทึกค่าทุกๆ 5 นาที
3) หยุดการบันทึกค่าที่เวลา 06.00 น. ของอีกวัน
4) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 3 ปรับอัตราการไหลแบบ Low Medium High

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ Low ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที(จะเริ่มบันทึกค่าเวลา 18.00 น.)

2) เมื่อถึงเวลา 18.00 น. เริ่มบันทึกค่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นก็บันทึกค่าทุกๆ 5 นาที

3) เมื่อถึงเวลา 22.00 น. ทำการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศเป็นระดับ Medium และบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อทุกๆ 5 นาที

4) เมื่อถึงเวลา 02.00 น. ทำการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศเป็นระดับ High และบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อทุกๆ 5 นาที

5) หยุดการบันทึกค่าที่เวลา 06.00 น.

6) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 4 ปรับอัตราการไหลแบบ High Medium Low

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ High ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที(จะเริ่มบันทึกค่าเวลา 18.00 น.)
2) เมื่อถึงเวลา 18.00 น. เริ่มบันทึกค่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นก็บันทึกค่าทุกๆ 5นาที
3) เมื่อถึงเวลา 22.00 น. ทำการปรับอัตราการไหลของอากาศเป็นระดับ Medium และบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อทุกๆ 5 นาที
4) เมื่อถึงเวลา 02.00 น. ทำการปรับอัตราการไหลของอากาศเป็นระดับ Low และบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อทุกๆ 5 นาที
5) หยุดการบันทึกค่าที่เวลา 06.00 น.
6) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 5 ปรับอัตราการไหลแบบ High Low

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ High ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที (จะเริ่มบันทึกค่าเวลา 19.00 น.)

2) เมื่อถึงเวลา 19.00 น. เริ่มบันทึกค่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นก็บันทึกค่าทุกๆ 5 นาที

3) เมื่อถึงเวลา 00.00 น. ทำการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศเป็นระดับ High และบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อทุกๆ 5 นาที

4) หยุดการบันทึกค่าที่เวลา 06.00 น.

5) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 6 ปรับอัตราการไหลแบบ High Low เวลา06.00 น. - 06.00 น. ของอีกวัน

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ High ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที (จะเริ่มบันทึกค่าเวลา 06.00 น.)

2) เมื่อถึงเวลา 06.00 น. เริ่มบันทึกค่า อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ จากนั้นก็บันทึกค่าทุกๆ 5 นาที

3) เมื่อถึงเวลา 18.00 น. ทำการปรับอัตราการไหลของอากาศเป็นระดับ High และบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ต่อทุกๆ 5 นาที

4) หยุดการบันทึกค่าที่เวลา 06.00 น.

5) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

i 9196351
สำนักหอสมุด

การทดลองที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดทำงาน

1) เปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 24°C โดยปรับอัตราการไหลของอากาศไว้ที่ระดับ Low ก่อนการบันทึกค่า 30 นาที

2) แยกการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นระหว่างที่คอมเพรสเซอร์ทำงานและคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน โดยบันทึกค่าทุกๆ 5 นาที

3) ทำงานบันทึกค่าทุกๆ 5 นาที

4) ทำงานทดลอง 6 ชม.

5) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์ผล

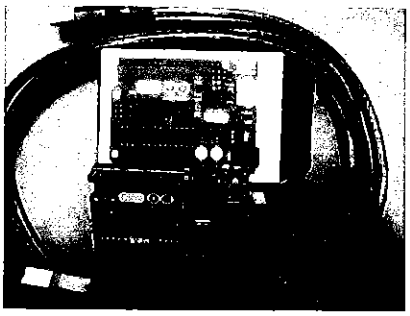
3.2 ออกแบบชุดควบคุม

3.2.1 อุปกรณ์

ก. Case PC Fan DC 12V สำหรับเคสคอมพิวเตอร์ PC จำนวณ **6 ตัว**

รูปที่ 3.5 แสดง Case PC Fan

ข. บอร์ด Arduino UNO R3 พร้อมสาย USB

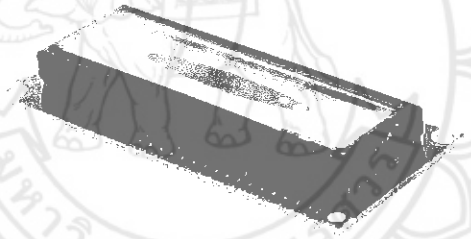


รูปที่ 3.6 แสดง บอร์ด Arduino UNO R3 พร้อมสาย USB

ค. 4 Channels Relay Module ยี่ห้อ Keyes รุ่น FZ0053

รูปที่ 3.7 แสดง Channels Relay Module

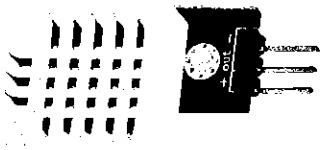
ง. 16x2 Character LCD 1602



รูปที่ 3.8 แสดง 16x2 Character LCD 1602

[**ที่มา** http://www.thaieasyelec.com/product/56/16x2-character-lcd-1602-แถม-pin-header-2]

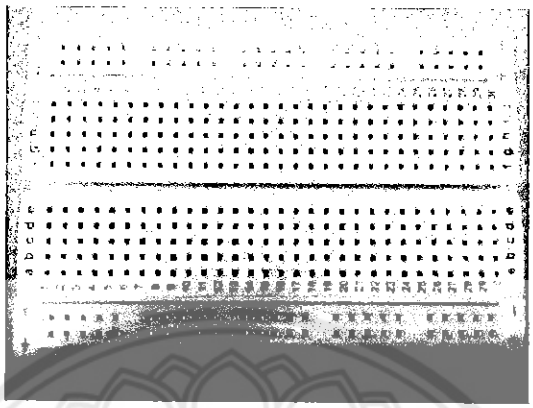
จ. Module DHT22 เซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ 3.9 แสดง Module DHT22

[**ที่มา** http://www.arduitronics.com/product/178/module-dht22-am2302-high-accuracy-digital-temperature-and-humidity-sensor-module]

ฉ. Breadboard 420 holes สำหรับเชื่อมต่อสายต่างๆ

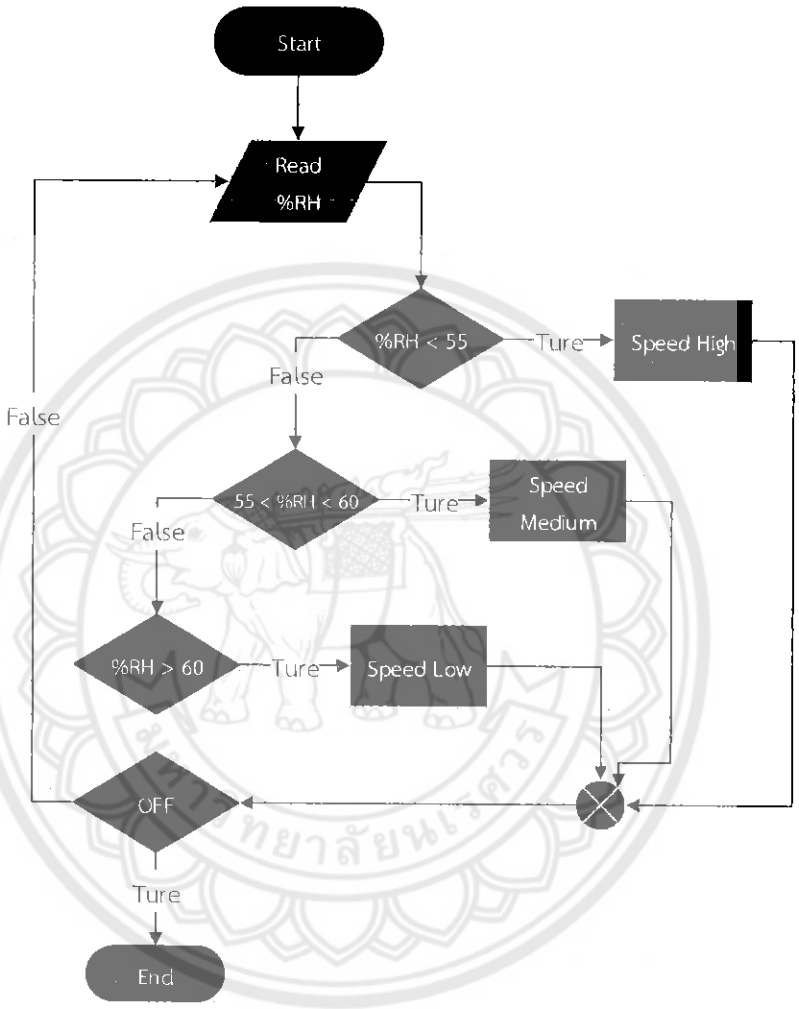


รูปที่ 3.10 แสดง Breadboard

ช. สาย Jumper

รูปที่ 3.11 แสดง สาย Jumper

3.2.2 การทำงานของชุดควบคุมความชื้น



รูปที่ 3.12 แสดงขั้นตอนการทำงานของชุดควบคุมความชื้น

ขั้นตอนการทำงานของชุดควบคุมคือ เมื่อเราเปิดเครื่องเซนเซอร์จะอ่านค่าความชื้นโดยมีการปรับพัดลมสามระดับดังนี้

1.ถ้าอ่านความชื้นได้น้อยกว่า 55 %RH พัดลมจะปรับที่ Speed High

2.ถ้าอ่านความชื้นได้ระหว่าง 55 %RH ถึง 60 %RH จะปรับพัดลมที่ Speed Medium

3.ถ้าอ่านความชื้นได้มากกว่า 60 %RH พัดลมจะปรับที่ Speed Low

บทที่ 4

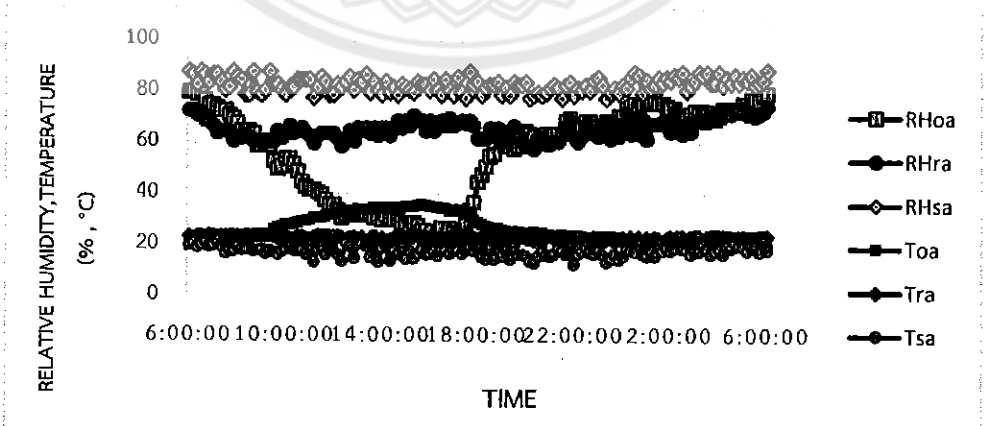
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลการทดลองของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งศึกษาผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศภายในที่พักอาศัยตั้งแต่ช่วงหัวค่ำไปจนถึงช่วงเช้า ส่วนที่สองทดลองโดยการควบคุมอัตราการไหลของอากาศ โดยมีการควบคุมภาระการทำความเย็นให้คงที่ตลอดการทดลองและใช้อัตราการไหลของอากาศจำนวน 3 ระดับคือ Low 7.85 m^3/min, Medium 9.24 m^3/min และ High 11.55 m^3/min เพื่อศึกษาสภาวะของห้องปรับอากาศโดยจะพิจารณาที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศ ส่วนที่สามจะทดลองโดยเก็บข้อมูลช่วง ทำงานและหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อศึกษาศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงานซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

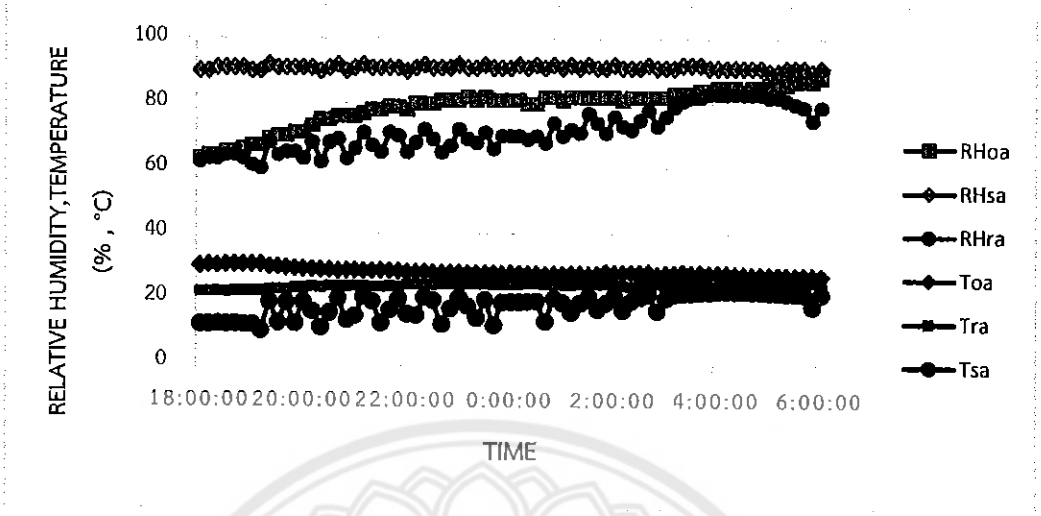
4.1 ผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ

ในการทดลองนี้จะเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 24 °C โดยการทดลองแบ่งเป็นสองช่วงคือตอนกลางวัน (06.00 น. –18.00 น.) และช่วงที่สองคือตั้งแต่ช่วงหัวค่ำไปจนถึงช่วงเช้ามืด (18.00 น. – 06.00 น.) โดยจะมีการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที

4.1.1 การเปรียบเทียบสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ



รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ (วันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2559)

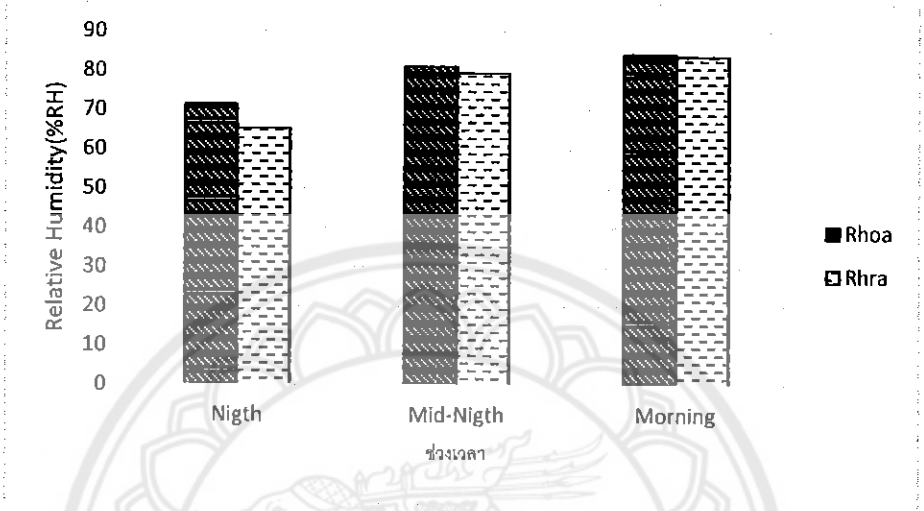


รูปที่ 4.2 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้อง**ปรับอากาศ**

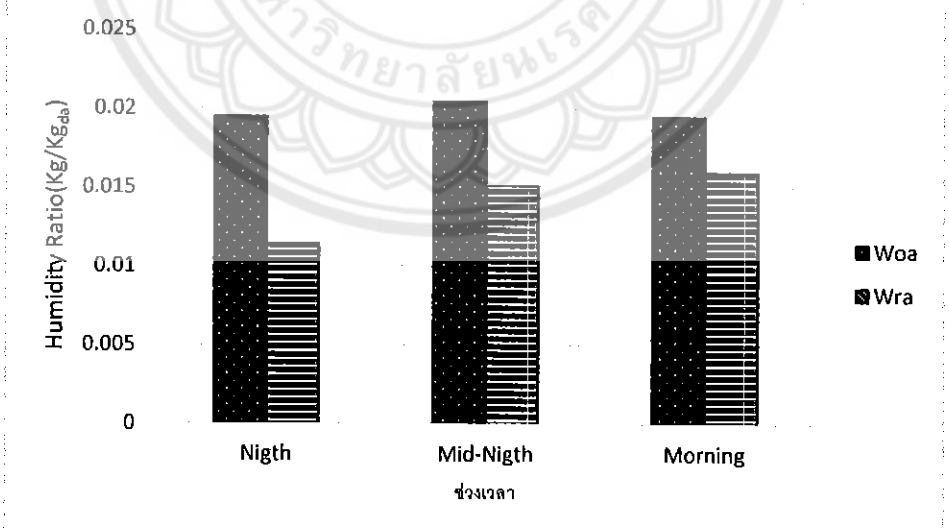
(วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2558)

จากรูปที่ 4.1และ 4.2 พบว่าอุณหภูมิภายนอกจะสูงในช่วงเวลากลางวัน**และลดลงตาม**ช่วงเวลาในตอนกลางคืน ส่วนอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศจะมีลักษณะคงที่ เนื่อง**จากการทำงาน**ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงแคบๆได้ **โดยที่อุณหภูมิ**ในห้องจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 24 - 25 °C ซึ่งแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าอุณหภูมิภาย**นอกไม่มีผลต่อ**อุณหภูมิภายในห้อง และแม้ว่าอุณหภูมิ Supply air จะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่ส่งผลต่ออุณหภูมิห้อง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอุณหภูมิ Supply air เป็นผลมาจากการที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงานและไม่ทำงาน ซึ่งเป็นกระบวนการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องของเครื่องปรับอากาศ และจะเห็นว่าในช่วงกลางวันที่มีอุณหภูมิภายนอกสูงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ($\%RH_{oa}$) จะต่ำเมื่ออุณหภูมิภายนอกลดลงความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาและพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง ($\%RH_{ra}$) จะเพิ่มขึ้น/ลดลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในก็จะลดลงตาม จึงสรุปได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องพักอาศัยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง จากการสังเกตพบว่าความชื้นสัมพัทธ์จะถูกควบคุมโดยการทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องจะลดลงเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงาน และเพิ่มขึ้นเมื่อเครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน ทำให้กราฟความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีลักษณะเป็นขึ้นลง

4.1.2 การเปรียบเทียบความชื้นภายนอกห้องและภายในห้องปรับอากาศ



รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ (Night) กลางดึก (Midnight) และเช้ามืด (Morning) (วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2558)



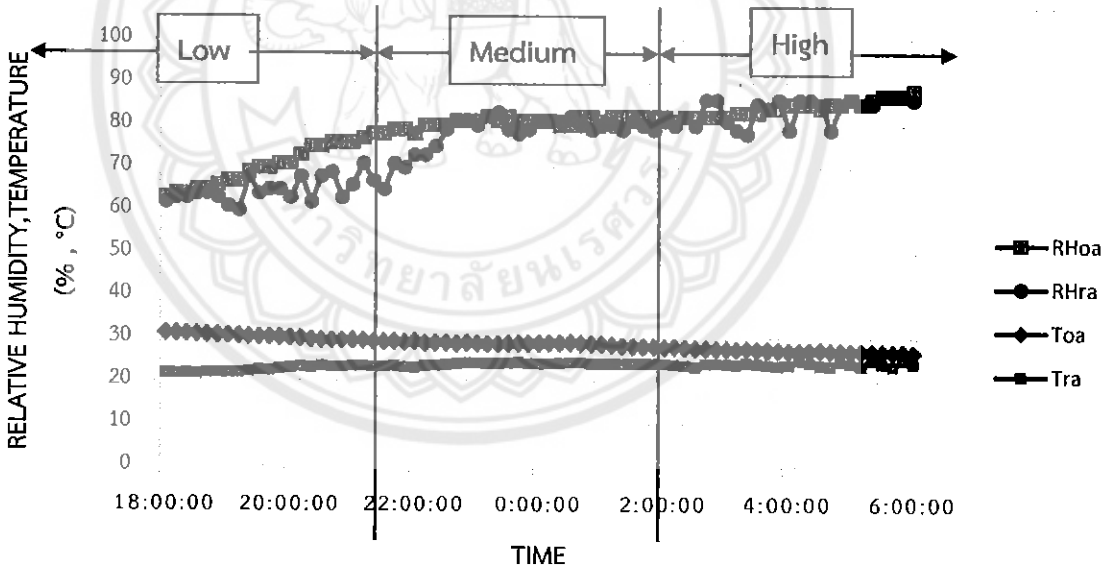
รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบความชื้นจำเพาะภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางคืน (Midnight) และเช้ามืด(Morning) (วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2558)

รูปที่ที่ 4.3 และ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นภายในกับภายนอกห้องรูปที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง จะเห็นว่าความชื้นภายในห้องมีระดับสูงกว่าความชื้นภายนอกห้องและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา เนื่องจากเมื่อ Compressor ทำงาน เครื่องปรับอากาศจะดึงความชื้นในอากาศโดยทำให้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ แต่เมื่อ Compressor หยุดทำงาน หยดน้ำที่อยู่ในคอยล์เย็นจะระเหยและปล่อยความชื้นกลับสู่อากาศภายในห้อง ส่งผลให้ความชื้นสูงขึ้น รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นจำเพาะภายในและภายนอกห้อง จะพบว่าความชื้นจำเพาะภายในห้องมีระดับต่ำกว่าความชื้นจำเพาะภายนอกห้อง และความชื้นจำเพาะภายในมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา และมีค่าใกล้เคียงกับความชื้นจำเพาะภายนอก เนื่องจากเครื่องปรับอากาศทำงานตามความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ช่วงแรกของการทำงานเครื่องปรับอากาศจะทำงานหนัก และเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานจะดึงเอาความร้อนแฝง (Latent Heat) ออกไปด้วยทำให้ช่วงแรกของการทำงาน ค่าความชื้นจำเพาะต่ำ แต่เมื่ออากาศภายนอกเริ่มต่ำลงความร้อนสัมผัสลดลง เครื่องปรับอากาศจึงทำงานน้อยลงจึงทำให้ความร้อนแฝงลดลงส่งผลให้ความชื้นจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้น

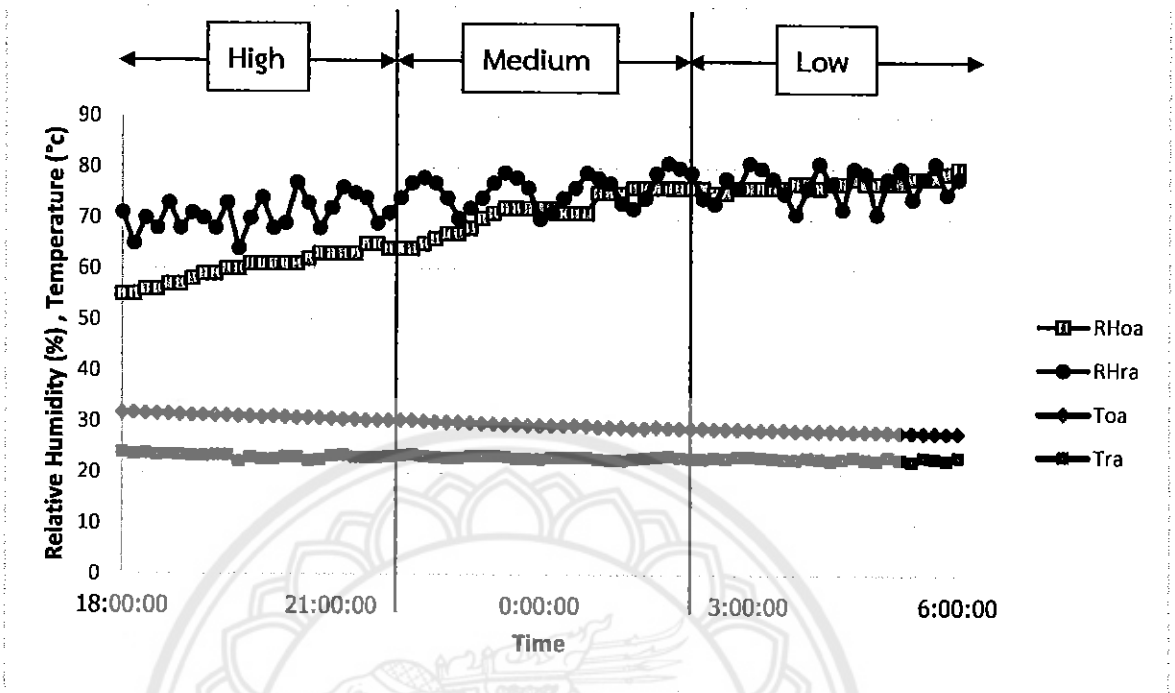
4.2 การเปลี่ยนแปลงสภาวะความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศเนื่องจากการปรับอัตราการไหลอากาศ

ในการทดลองนี้เปิดเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C ช่วงเวลาในการทดลองแบ่งออกเป็นสามช่วง คือ ช่วงหัวค่ำ (18.00น.-22.00น.) ช่วงกลางดึก (22.00น.-02.00น.) ช่วงเช้ามืด (02.00น.-06.00น.) การปรับอัตราการไหลของอากาศนั้นจำนวน 3 ระดับ คือLow 7.85 m^3/min, Medium 9.24 m^3/min และ High 11.55 m^3/min เพื่อศึกษาสภาวะของห้องปรับอากาศโดยจะพิจารณาที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศ

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงสภาวะอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเนื่องจากการปรับอัตราการไหลอากาศ 3 ระดับคือ Low 7.85 m^3/min, Medium 9.24 m^3/min และ High 11.55 m^3/min



รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ (วันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ 2558)



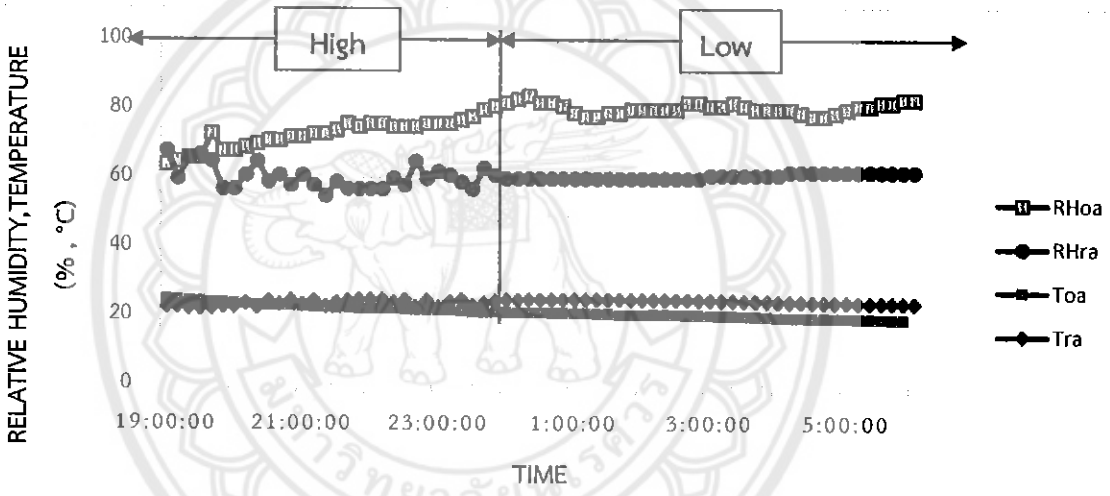
รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ (วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ 2558)

รูปที่ 4.5 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง จากรูปพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าต่ำและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก เนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศต่ำในช่วงแรกส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจากนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ค่อยๆเพิ่มตามการปรับอัตราการไหลซึ่งมีค่าสูงสุดในช่วงเช้ามืดที่มีการปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสุด

รูปที่ 4.6 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง การปรับอัตราการไหลของอากาศนั้นถ้าอัตราการไหลสูงสุด (High) ในช่วงค่ำจากนั้นลดอัตราการไหลเป็น (Medium) ในช่วงกลางดึกและปรับเป็น (Low) ในช่วงเช้ามืด จากรูปพบว่าในช่วงหัวค่ำความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก เนื่องจากปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสุดส่งผลให้ภายในห้องมีความชื้นสูงตามจากนั้นได้ปรับลดอัตราการไหลของอากาศลงตามช่วงเวลาซึ่งพบว่าในช่วงเช้ามืดค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าสูงสุดแต่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าต่ำกว่าภายนอก เนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศต่ำสามารถทำลายความชื้นได้สูงส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าต่ำกว่าภายนอก ทั้งสองการทดลองค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าขึ้นลง

เนื่องจากการ ทำงาน/หยุดทำงาน ของ Compressor ส่วนอุณหภูมิพบว่าระดับอุณหภูมิภายในห้องมีแนวโน้มคงที่ตลอดเวลาไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิภายนอกเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตามค่าที่ตั้งไว้

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาวะอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเนื่องจากการปรับอัตราการไหลอากาศ 2ระดับคือLow 7.85 m^3/min และ High 11.55 m^3/min

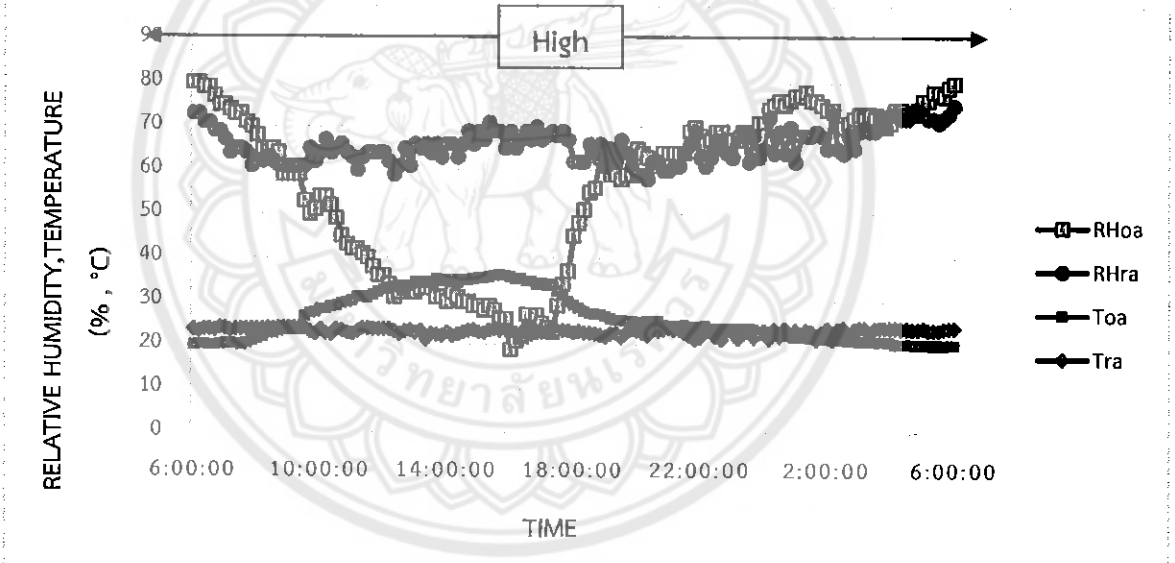


รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้อง**ปรับอากาศ**
(วันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2559)

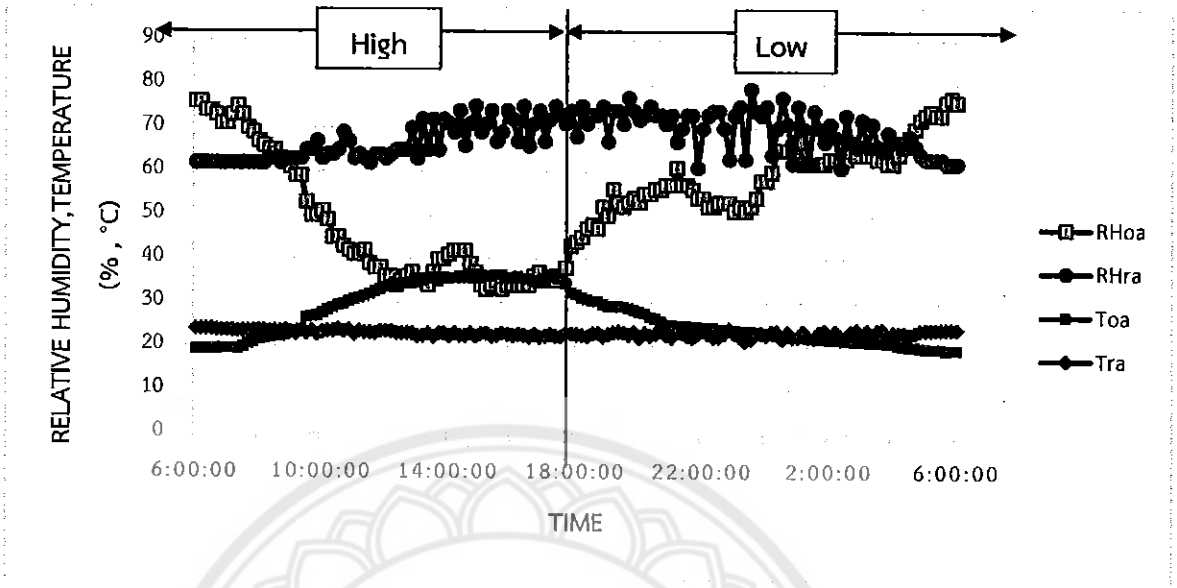
ในการทดลองนี้เปิดเครื่องปรับอากาศที่ 25 °C ช่วงเวลาในการทดลองแบ่งออกเป็นสองช่วง คือ ช่วงที่หนึ่ง (19.00น.-00.00น.) ช่วงที่สอง (00.00น.-06.00น.) โดยมีการปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสุด (High) ในช่วงที่หนึ่งและปรับเป็น (Low) ในช่วงที่สอง

รูปที่ 4.7 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง การปรับอัตราการไหลของอากาศนั้นปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสุด (High) ในช่วงที่หนึ่งและปรับเป็น (Low) ในช่วงที่สองจากรูปพบว่าในช่วงหัวค่ำความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าต่ำและมี

แนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศมีค่าต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและมีแนวโน้มคงที่ เนื่องจากปรับอัตราการไหลของอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งพบว่าในช่วงเช้ามืดค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าสูงสุดแต่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าต่ำกว่าภายนอก เนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศต่ำสามารถทำลายความชื้นได้สูงส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าต่ำกว่าภายนอก ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าขึ้นลงเนื่องจากการ ทำงาน/หยุดทำงาน ของ Compressor ส่วนอุณหภูมิพบว่าระดับอุณหภูมิภายในห้องมีแนวโน้มคงที่ตลอดเวลาไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิภายนอกเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตามค่าที่ตั้งไว้



รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ (วันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2559)



รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ (วันที่ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ 2559)

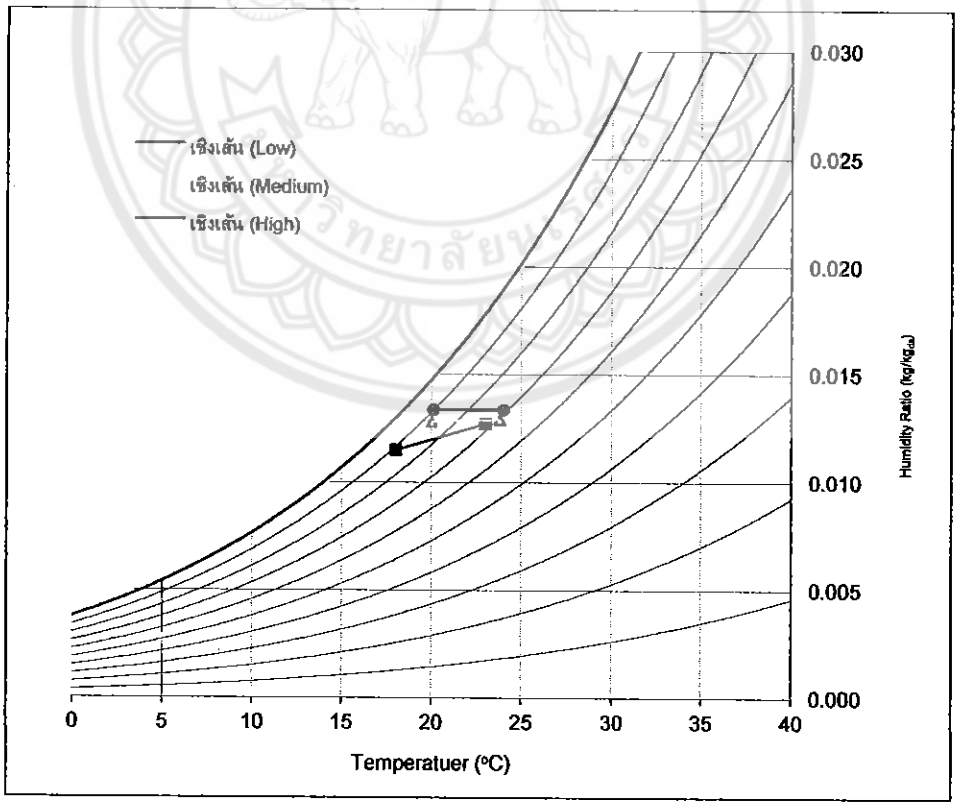
รูปที่ 4.8 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในและภายนอกห้อง การ ปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสุด (High) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (06.00 น- 05.59 น.) จากรูปพบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าสูงในช่วงเช้ามืดและลดลงมากในช่วงเวลากลางวันจากนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาในตอนกลางคืน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศมีค่าสูงใกล้เคียงกับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกในช่วงเช้ามืดและในช่วงกลางวันพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและมีแนวโน้มคงที่ เนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสามารถทำลายความชื้นได้ต่ำจึงทำให้ภายในห้องมีความชื้นสูงและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในตอนกลางคืนโดยมีค่าสูงสุดในช่วงเช้ามืด

รูปที่ 4.9 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศแบ่งออกเป็นสองช่วงคือ ปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสุด (High) ในช่วงที่หนึ่ง (06.00น.-18.00น.) และปรับเป็น (Low) ในช่วงที่สอง (18.00น.-05.59น.) จากรูปพบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีค่าสูงในช่วงเช้ามืดและลดลงมากในช่วงเวลากลางวันจากนั้นค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาในตอนกลางคืน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศในช่วงกลางวันพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในมีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและมีแนวโน้มคงที่เนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศสูงทำให้ภายในห้องมีความชื้น

สูง และพบว่าในช่วงเวลากลางคืนความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีแนวโน้มคงที่และมีค่าต่ำกว่าภายนอก ในช่วงเช้ามืดที่ภายนอกมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเนื่องการปรับอัตราการไหลของอากาศต่ำสามารถทำลายความชื้นได้สูงส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าต่ำกว่าภายนอก โดยส่วนของระดับอุณหภูมิในทั้งสองการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายนอกมีค่าสูงในช่วงเวลากลางวันและลดลงในตอนกลางคืน ระดับอุณหภูมิภายในห้องมีแนวโน้มคงที่ตลอดเวลาไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิภายนอก เนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตามค่าที่ตั้งไว้และค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าขึ้นลงเนื่องจากการ ทำงาน/หยุดทำงาน ของ Compressor

4.3 การเปรียบเทียบอัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่อัตราการไหลของอากาศแตกต่างกัน

ในการทดลองนี้เปิดเครื่องปรับอากาศที่ 25°C การปรับอัตราการไหลของอากาศนั้นจำนวน 3 ระดับ คือLow 7.85 m^3/min, Medium 9.24 m^3/min และ High 11.55 m^3/min เพื่อศึกษาสภาวะของห้องปรับอากาศโดยจะพิจารณาที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศ

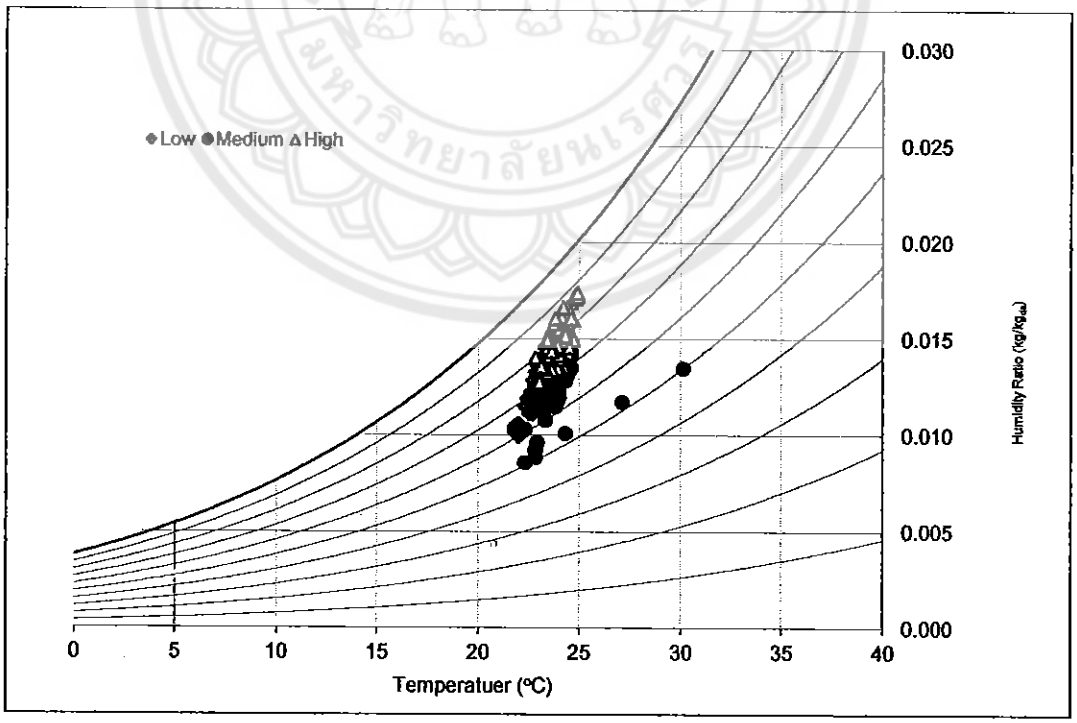


รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศในสภาพแวดล้อมเดียวกันที่อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านคอยเย็นแตกต่างกัน

รูปที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศในสภาพแวดล้อมเดียวกัน จากรูปพบว่าที่อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านคอยเย็นแตกต่างกันได้แก่ Low, Medium, และ High มีผลทำให้อัตราส่วนความร้อนสัมผัสของเครื่องปรับอากาศมีค่าแตกต่างกัน โดยที่อัตราการไหลของอากาศ (Low) จะมีค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสน้อยสุด และที่อัตราการไหลของอากาศสูงสุด (High) จะมีค่าอัตราส่วนความร้อนสัมผัสมากสุดเนื่องจากเมื่ออัตราการไหลของอากาศสูง มีการกำจัดความร้อนสัมผัสมากกว่าความร้อนแฝง น้ำถูกกำจัดน้อยทำให้อัตราส่วนความร้อนสัมผัสมีค่าสูง และเมื่อเมื่ออัตราการไหลของอากาศต่ำ มีการกำจัดความร้อนแฝงมาก น้ำถูกกำจัดมากทำให้อัตราส่วนความร้อนสัมผัสมีค่าน้อย

4.4 การเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ต่างกัน

ในการทดลองนี้เปิดเครื่องปรับอากาศที่ 25°C การปรับอัตราการไหลของอากาศนั้นจำนวน 3 ระดับ คือLow 7.85 m^3/min, Medium 9.24 m^3/min และ High 11.55 m^3/min เพื่อศึกษาสภาวะของห้องปรับอากาศโดยจะพิจารณาที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศ

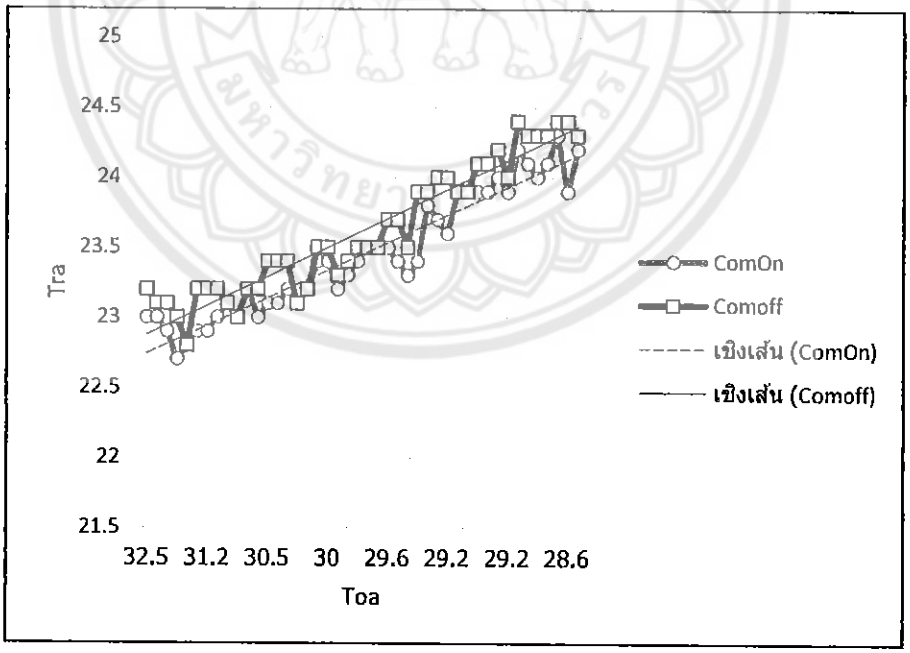


รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ต่างกัน

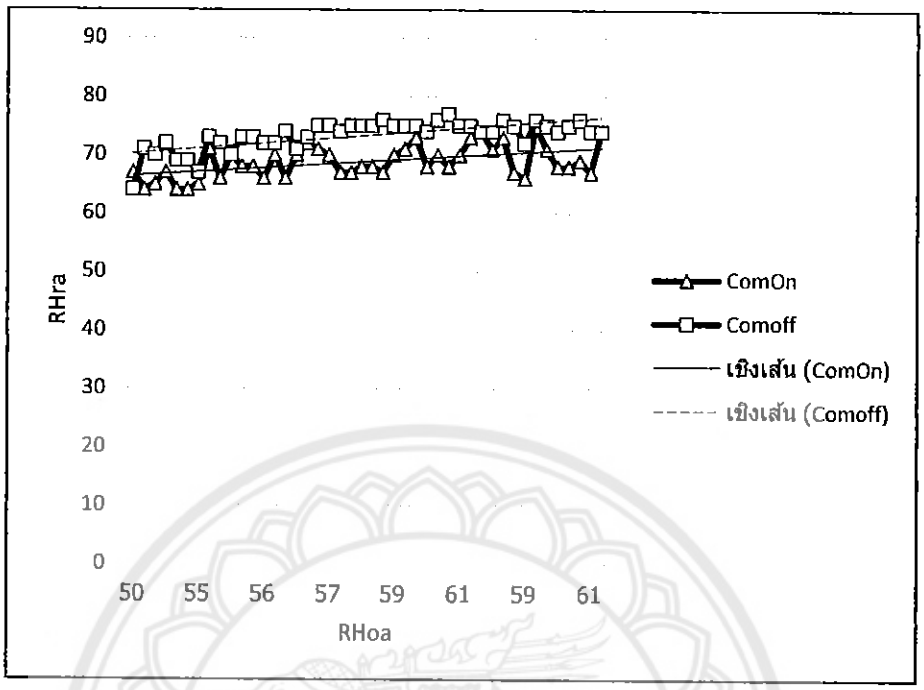
รูปที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ต่างกัน จากรูปพบว่าที่อัตราการไหลสูงสุดความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศมีค่าสูง และที่อัตราการไหลต่ำความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศมีค่าสูง เนื่องจากการปรับอัตราการไหลของอากาศสูงสามารถทำลายความชื้นได้ต่ำจึงทำให้ภายในห้องมีความชื้นสูงกว่าการปรับอัตราการไหลต่ำซึ่งสามารถทำลายความชื้นได้มากกว่าจึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์น้อย

4.5 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงาน

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) และหยุดการทำงาน (Comp Off) โดยจะเลือกข้อมูลในช่วงสภาวะคงตัวภายในห้องปรับอากาศ โดยปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 24 °C โดยการวิเคราะห์จะเลือกช่วงสภาวะคงตัวมาทำการพลอตกราฟเพื่อดูความแตกต่างของช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน และหยุดการทำงาน



รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิภายในห้องระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) กับหยุดการทำงาน (Comp Off)



รูปที่ 4.13 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องระหว่างช่วงที่คอมเพรส**เซอร์ทำงาน** (Comp On) กับหยุดการทำงาน (Comp Off)

จากรูปที่ 4.12 และ 4.13 แสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงาน จากรูปจะพบว่าระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ช่วงคอมเพรสเซอร์ทำงานจะต่ำกว่าช่วงหยุดทำงาน เนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถดึงอุณหภูมิและความชื้นเมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน และเมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานเครื่องปรับอากาศไม่สามารถดึงอุณหภูมิและความชื้นในอากาศได้ ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงของคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานมีระดับสูงกว่าช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน เนื่องจากยังมีหยดน้ำที่คอยล์เย็นเหลืออยู่หยดน้ำจะระเหยและปล่อยความชื้นกลับสู่อากาศภายในห้อง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาการปรับอัตราการไหลของอากาศที่แตกต่างกันสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องปรับอากาศสามารถสรุปได้ดังนี้

ผลการทดลองศึกษาผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศตั้งแต่ช่วงหัวค่ำไปจนถึงช่วงเช้ามืด เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นของห้อง พบว่าอุณหภูมิของห้องปรับอากาศ สามารถรักษาระดับอุณหภูมิของห้องได้ตามที่ตั้งไว้และจะมีค่าไม่แตกต่างกัน ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะพบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกสูงขึ้น จะทำให้ภายในห้องมีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นตาม และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้

ผลจากการทดลองของการใช้อัตราการไหลของอากาศที่แตกต่างกัน 3 แบบ พบว่าอุณหภูมิของห้องปรับอากาศ สามารถรักษาระดับอุณหภูมิของห้องได้ตามที่ตั้งไว้และจะมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศจะพบว่าที่อัตราการไหลของอากาศต่ำจะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำและที่อัตราการไหลของอากาศสูง จะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นไปด้วย

ผลการทดลองในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) และหยุดการทำงาน (Comp Off) พบว่าเมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานความชื้นในอากาศลดต่ำลงเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถดึงความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศออกไปด้วย และเมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ความชื้นสัมพัทธ์ในจะเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความชื้นภายนอกห้องรวมถึงหยดน้ำที่คอยล์เย็นเหลืออยู่หยดน้ำจะระเหยและปล่อยความชื้นกลับสู่อากาศภายในห้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ความผิดพลาดของสภาพอากาศและช่วงเวลาในการทำการทดลอง

เนื่องจากการทดลองได้ทำการทดลองในช่วงเวลาเพียงช่วงเดียวเท่านั้น ไม่ได้ทำการทดลองตลอดทั้งปี ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลการทดลองไม่ครอบคลุมและผลสรุปยังไม่แน่ชัด ดังนั้นจึ้งควรทำการทดลองตลอดทั้งปีและทำการเก็บข้องมูลหลายๆจุดเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ครอบคลุมและผลสรุปที่แน่ชัด

5.2.2 ความผิดพลาดเนื่องจากเครื่องมือวัด

พบว่า อุปกรณ์การตรวจวัดอุณหภูมิของเครื่อง AP-104 ยังมีความละเอียดของค่าที่ได้จากการวัดน้อยและมีความผิดพลาดในอุปกรณ์ จึงส่งผลให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความคาดเคลื่อนหรือข้อมูลบางส่วนขาดหายไป

เอกสารอ้างอิง

[1] ขวัญชัย กาแก้ว (2548), ประสิทธิผลขององค์ประกอบภูมิทัศน์ต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

[2] วัฒนา ศรีวาจนะ (2545), ผลของความเร็วลมต่อภาวะสบายเชิงความร้อน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

[3] ณรงค์ วัชรเสถียร (2543), การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

[4] Mike Beamer David Bisers, Sophia Duluk, Diana Hogard, Alison Kwok, The characteristic of space cooling load and indoor humidity control for residences in the subtropics, The Hong Kong Polytechnic University, China

[5] S.C. Sekhar, S.E. Goh, Thermal comfort and IAQ characteristic of naturally/mechanically ventilated and air-conditioned bedrooms in a hot and humid climate, National University of Singapore, Singapore

[6] ไพบูลน์ หังสพฤกษ์, วิสัยทัศน์งานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต 2. กรุงเทพฯ. โกลบอล กราฟฟิกจำกัด. 2542

[7] ทวีศักดิ์ อรุณราษฎร์, ระบบปรับอากาศ ชุดที่ 2 .กรุงเทพฯ. หจก.นำอักษรการพิมพ์.2546

[8] ปริญวุฒิ บัณฑิตยานนท์, วิสัยทัศน์งานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต 2. กรุงเทพฯ. โกลบอลกราฟฟิกจำกัด. 2542

[9] ชัชวาลย์ คุณค้ำชู. บทความวิชาการ ชุดที่5. กรุงเทพฯ. โกลบอล กราฟฟิกจำกัด. 2543

[10] N.P.Gao, H.Zhang, J. L.Niu (2007), Investigating Indoor Air Quality and Thermal Comfort Using a Numerical Thermal Manikin, The Hong Kong Polytechnic University, China

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง

การทดลองที่	อัตราการไหล	เวลา (นาฬิกา)	วันที่ทำการทดลอง
1	Low	18:00-06:00	25 ตุลาคม 2558
2	Medium	18:00-06:00	28 ตุลาคม 2558
3	High	18:00-06:00	29 ตุลาคม 2558
4	Low , Medium , High	18:00-06:00	2 พฤศจิกายน 2558
5	High , Medium , Low	18:00-06:00	3 พฤศจิกายน 2558
6	Low , Medium, High	18:00-06:00	4 พฤศจิกายน 2558
7	High , Medium, Low	18:00-06:00	5 พฤศจิกายน 2558
8	High , Medium, Low	18:00-06:00	23 มกราคม 2559
9	High	18:00-18:00	12 กุมภาพันธ์ 2559
10	High , Low	18:00-18:00	13 กุมภาพันธ์ 2559
11	High , Low	18:00-06:00	11 กุมภาพันธ์ 2559
12	High	18:00-06:00	22 มีนาคม 2559
13	High	18:00-06:00	23 มีนาคม 2559

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลแบบเปิดเครื่องปรับอากาศ Speed Low เวลา 18.00 น. - 06.00 น. วันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2558

เวลา	Channel 1 (oa)		Channel 2 (ra)		Channel 3 (sa)		W_{oa}	W_{ra}	SHR
	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)			
18:00:00	29.8	63	21.8	62	11.8	90	0.018321	0.01015882	0.626734297
18:10:00	30.1	64	21.8	63	11.8	90	0.018511584	0.010325392	0.610805341
18:20:00	30	64	21.9	63	11.9	91	0.018403227	0.01038981	0.617961285
18:30:00	30.2	65	21.8	64	11.8	91	0.018589852	0.010492051	0.603513795
18:40:00	30.3	65	22	64	11.9	91	0.018480862	0.010623367	0.59884931
18:50:00	30.2	66	22	63	11.7	91	0.018663582	0.010454587	0.609206546
19:00:00	30.2	67	22	61	11.6	90	0.018843621	0.010117297	0.629896095
19:10:00	30.2	67	22	60	9.9	90	0.018732852	0.009948787	0.609048869
19:20:00	29.6	69	22.3	68	18.6	92	0.019195727	0.011512058	2.527317458
19:30:00	29.6	70	22.7	64	12.3	91	0.01936783	0.011094615	0.58404091
19:40:00	29.3	70	22.5	65	18.4	91	0.01936783	0.011132388	2.486383193
19:50:00	29	71	23	65	12.1	91	0.019537323	0.011482091	0.557702968
20:00:00	28.9	71	23.1	63	18.6	91	0.019422008	0.011191319	2.49125769

เวลา	Channel 1 (oa)		Channel 2 (ra)		Channel 3 (sa)		W_{oa}	W_{ra}	SHR
	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)			
20:10:00	28.8	73	23.5	68	15.8	91	0.019751045	0.012399012	0.588145684
20:20:00	28.6	75	23.2	62	10.9	90	0.020069911	0.011078618	0.566995027
20:30:00	28.6	75	23.6	68	15.4	91	0.019950911	0.012475616	0.567770387
20:40:00	28.3	76	23.4	69	19.8	92	0.020105532	0.012507693	2.594152602
20:50:00	28.4	76	23.4	63	13.2	90	0.020105532	0.011400133	0.58766645
21:00:00	28.4	76	23.6	66	14.4	91	0.020105532	0.012101547	0.571793265
21:10:00	28.3	77	23.6	71	20.3	92	0.020378746	0.013037547	2.473796622
21:20:00	28.3	78	23.4	67	18.9	91	0.020285936	0.012138076	1.257659039
21:30:00	28.4	78	23.4	65	12.2	91	0.020165165	0.01176889	0.548306934
21:40:00	28.3	79	23.6	71	16.3	91	0.020554607	0.013037547	0.543104151
21:50:00	28.2	79	23.3	70	19.6	91	0.020310424	0.012614581	1.454530875
22:00:00	27.9	78	24.1	65	15	90	0.020407363	0.011624699	0.619728462
22:10:00	27.9	80	24.1	68	14.6	91	0.020331212	0.01232283	0.552293551
22:20:00	27.9	80	24.1	72	20.2	92	0.020453285	0.013062926	2.111773847
22:30:00	27.8	80	24.1	69	19.2	91	0.020453285	0.012278199	1.431436517
22:40:00	27.7	81	24.3	65	11.9	91	0.020470736	0.011482091	0.554700375

เวลา	Channel 1 (oa)		Channel 2 (ra)		Channel 3 (sa)		W_{oa}	W_{ra}	SHR
	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)			
22:50:00	27.7	81	24.3	67	16.7	91	0.020717467	0.011842112	0.719146185
23:00:00	27.7	81	24.2	72	20	92	0.020470736	0.012743958	3.155638635
23:10:00	27.6	82	24.2	69	17.4	91	0.020607909	0.011978074	0.774293829
23:20:00	27.6	81	24.3	68	13.7	91	0.020348371	0.012022276	0.545621362
23:30:00	27.6	82	24.4	71	19.4	92	0.020731884	0.012255921	2.669307722
23:40:00	27.6	81	24.2	66	11.5	91	0.020593766	0.011377041	0.547563942
23:50:00	27.5	81	24.1	70	18.6	91	0.020593766	0.012230591	1.023776458
0:00:00	27.6	81	24.2	70	18.7	91	0.020593766	0.012230591	1.077293587
0:10:00	27.5	81	24.3	70	18.7	92	0.020717467	0.012155061	1.261281127
0:20:00	27.4	80	24.4	69	18.9	91	0.020453285	0.012052482	1.41086569
0:30:00	27.4	80	24.4	70	19.1	92	0.020576023	0.012155061	1.832643985
0:40:00	27.2	82	24.2	68	12.8	91	0.020856536	0.011874474	0.535705841
0:50:00	27.4	82	24.1	74	19.9	92	0.020731884	0.012864001	2.213806864
1:00:00	27.3	81	24.1	70	18.5	91	0.020348371	0.011930972	1.200185402
1:10:00	27.5	82	24.1	72	15.6	92	0.020361972	0.012587108	0.549144017
1:20:00	27.4	82	24.2	71	18.4	91	0.020118699	0.012255921	

เวลา	Channel 1 (oa)		Channel 2 (ra)		Channel 3 (sa)		W_{oa}	W_{ra}	SHR
	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)			
1:30:00	27.2	82	24.2	77	20.4	92	0.019998053	0.013648375	1.339740486
1:40:00	27.3	82	24.2	74	16.5	91	0.019878062	0.013268609	0.512500317
1:50:00	28	82	24.4	71	18.4	91	0.019878062	0.012485877	0.828721731
2:00:00	27.7	82	24.1	76	20.5	92	0.019758724	0.01355095	1.760475266
2:10:00	27.7	81	23.8	73	16.2	91	0.019627997	0.01316665	0.516931322
2:20:00	27.8	82	23.4	72	19.1	91	0.019640035	0.012587108	1.057581652
2:30:00	27.7	82	24.3	75	20.3	91	0.019521992	0.013286299	1.552618971
2:40:00	27.9	82	24.6	78	21	92	0.019404591	0.014001976	2.032493282
2:50:00	27.2	82	24.3	73	16	91	0.019287831	0.01316665	0.511411859
3:00:00	27.5	82	23.8	76	20	91	0.019287831	0.013301346	1.111418077
3:10:00	27.6	83	24.3	79	21.2	91	0.019412804	0.014185583	1.550170362
3:20:00	27.9	83	24.6	81	21.3	92	0.019530434	0.014643541	1.112995843
3:30:00	27.5	83	24.8	82	21.6	92	0.019412804	0.015013366	0.989130226
3:40:00	27.7	84	24.4	82	21.8	92	0.019535598	0.015013366	1.362584293
3:50:00	27.5	84	23.7	83	21.9	91	0.019417759	0.015295262	0.794974956
4:00:00	27.6	85	23.9	83	22.1	91	0.019419521	0.01539012	0.88911588

เวลา	Channel 1 (oa)		Channel 2 (ra)		Channel 3 (sa)		W_{oa}	W_{ra}	SHR
	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)	Temp (°C)	Relative humidity(%RH)			
4:10:00	27.5	85	24.9	83	22.1	91	0.019419521	0.015485508	0.795201541
4:20:00	27.3	85	24.4	83	22.1	91	0.019537549	0.015485508	0.795201541
4:30:00	27.2	84	23.8	83	22.1	91	0.019417759	0.015485508	0.795201541
4:40:00	27.1	85	23.6	83	22	91	0.019419521	0.01539012	0.795084574
4:50:00	27.1	85	24.8	83	22	91	0.019419521	0.01539012	0.795084574
5:00:00	27.1	86	24.2	82	21.8	90	0.019536354	0.015200166	0.688628276
5:10:00	27	85	23.7	82	21.6	90	0.019302138	0.015200166	0.613751131
5:20:00	27	86	24.9	81	21.5	91	0.019418155	0.014917862	0.829579011
5:30:00	26.9	87	24.2	80	21.4	91	0.019651081	0.01472933	0.920082991
5:40:00	26.9	87	23.6	79	21.3	91	0.019532077	0.014540909	1.022335778
5:50:00	26.8	87	24.9	75	17.4	90	0.019651081	0.013788339	0.492668571
6:00:00	26.7	88	24.2	79	21.2	91	0.019643919	0.014451335	1.020389649

ภาคผนวก ข

ตารางปริมาณอากาศที่ต้องการภายในห้อง

ตารางที่ ข. 1 General Design Values SHR

Application	SHR
Auditoriums, Theaters	0.65 - 0.75
Apartments	0.80 - 0.95
Banks, Court Houses, Municipal Buildings	0.75 - 0.90
Churches	0.65 - 0.75
Dining Halls	0.65 - 0.80
Computer Rooms	0.80 - 0.95
Cocktail Lounges, Bars, Taverns, Clubhouses, Nightclubs	0.65 - 0.80
Jails	0.80 - 0.95
Hospital Patient Rooms, Nursing Home, Patient Rooms	0.75 - 0.85
Kitchens	0.60 - 0.70
Libraries, Museums	0.80 - 0.90
Malls, Shopping Centers	0.65 - 0.85
Medical/Dental Centers, Clinics and Offices	0.75 - 0.85
Motel and Hotel Public Areas	0.75 - 0.90
Motel and Hotel Guest Rooms	0.80 - 0.95
Police Stations, Fire Stations, Post Offices	0.75 - 0.90
Precision Manufacturing	0.80 - 0.95
Restaurants	0.65 - 0.80

Application	SHR
Residences	0.80 - 0.95
Retail, Department Stores	0.65 - 0.90
Other Shops	0.65 - 0.90
School Classrooms	0.65 - 0.80
Supermarkets	0.65 - 0.85

ภาคผนวก ค

ขั้นตอนการใช้งาน

เครื่อง AP-104

ค. วิธีการใช้เครื่อง AP-104

1.) ต่อเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) กับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.) เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งต่อกับเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(AP-104)

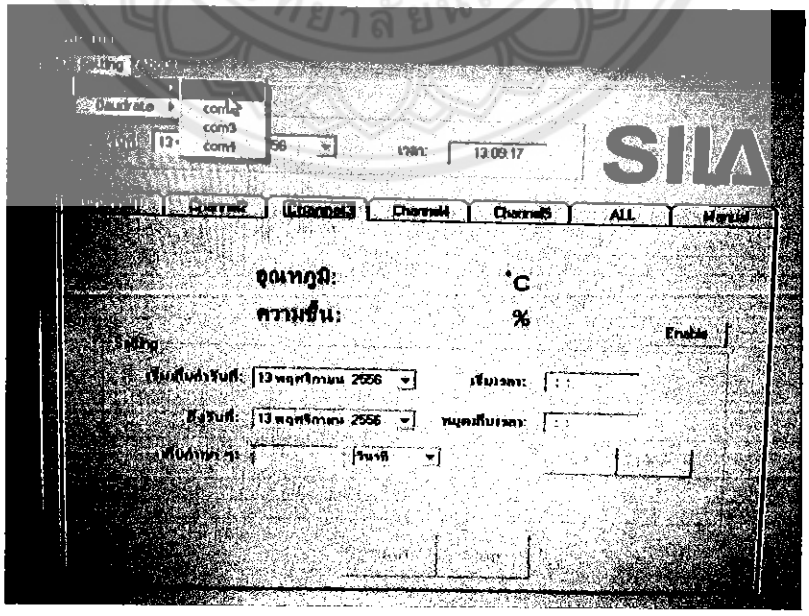
3.) เปิดเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104) ที่ต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิลโดยมีวงจรติดอยู่ที่ปลายหัววัดและต่อกับสายช่องส่งสัญญาณ 5 ตำแหน่ง ซึ่งหัววัด จะนำไปไว้ที่ตำแหน่งต่างๆตามจุดที่ต้องการจะวัด

4.) เปิดโปรแกรมเครื่องมือวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (AP-104)ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งค่าโปรแกรมที่ Comport ==> com 1 และ Baudrate ==> 19200 แล้วตั้ง วันและเวลา ให้ตรงกับที่เราต้องการจะวัด และตั้งให้เครื่องเก็บค่าตามที่เราต้องการจะเก็บ จากนั้นเริ่มทำการวัดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยการกดตั้งที่ปุ่ม Start เพื่อให้เครื่องบันทึกค่าไว้

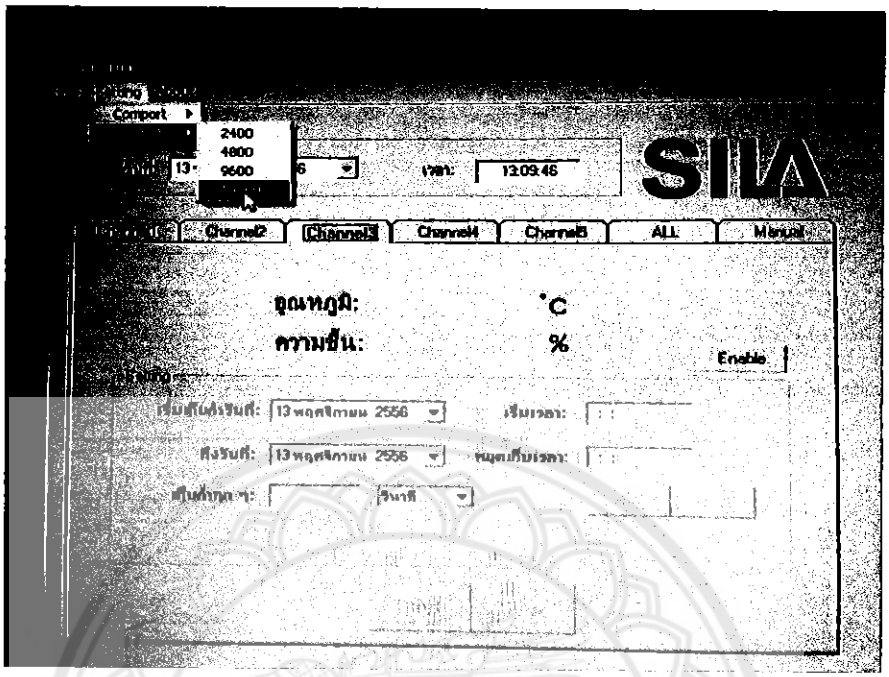
5.) เมื่อทำการเก็บข้อมูลเสร็จ ขอมูลจะไปอยู่ในที่ Local Disk (C) \Project

วิธีการตั้งค่าเครื่อง AP – 104 มีขั้นต้อนดังนี้

1.ตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Comport ==> com1 และ Baudrate ==> 19200

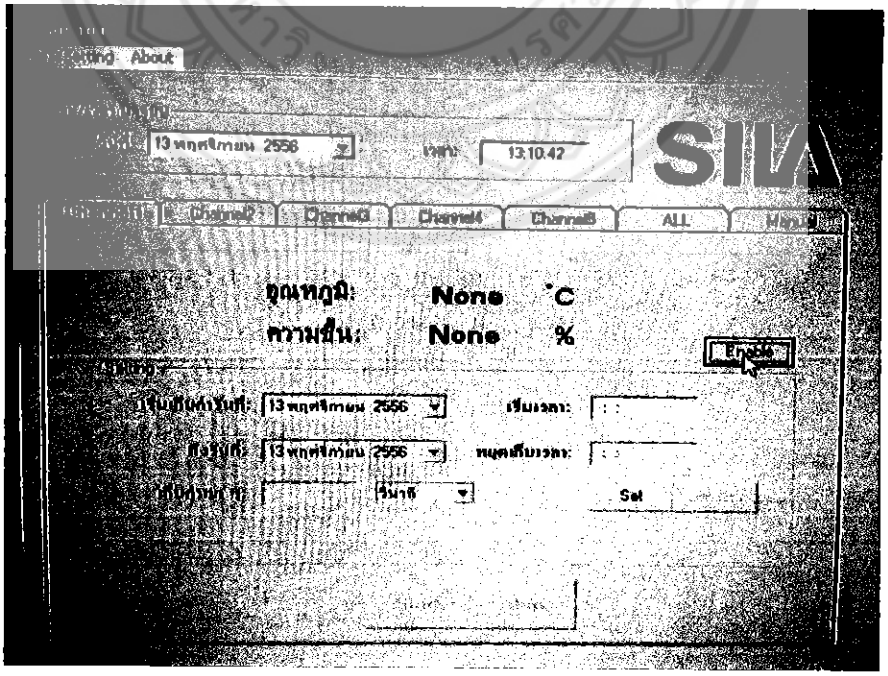


รูป ค.1 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Comport ==> com1



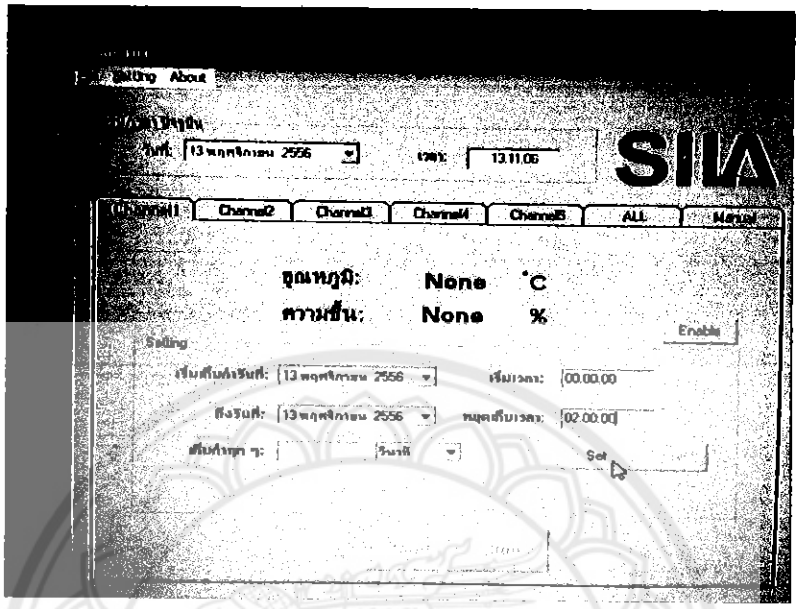
รูป ค.2 แสดงการตั้งค่าโปรแกรมที่ Setting เลือก Baudrate ==> 19200

2.กดคลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง (SILA AP-104)



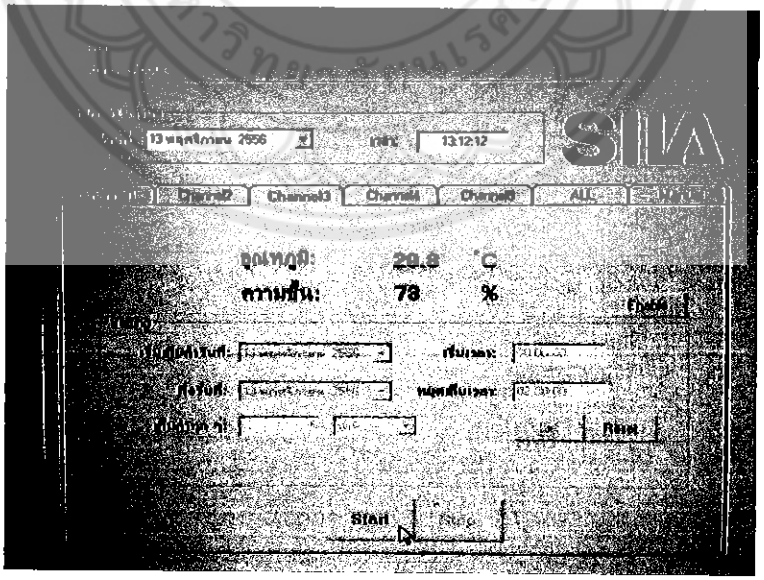
รูป ค.3 แสดงการกดคลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง (SILA AP-104)

3.ตั้งค่าเวลาที่เริ่มเก็บค่า หยุดเก็บค่า และช่วงเวลาที่เราต้องการเก็บค่า เมื่อตั้งเสร็จให้กดที่ Set



รูป ค.4 แสดงการตั้งค่าเวลาที่เริ่มเก็บค่า หยุดเก็บค่า และช่วงเวลาที่เราต้องการเก็บค่า

4.กดคลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมทำงาน

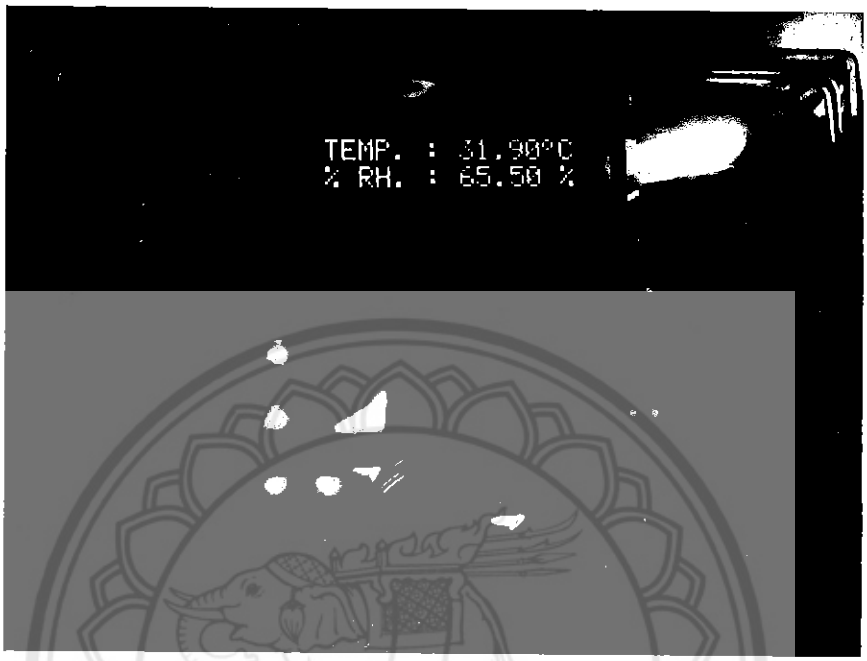


รูป ค.5 แสดงการกดคลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมทำงาน

ภาคผนวก ง

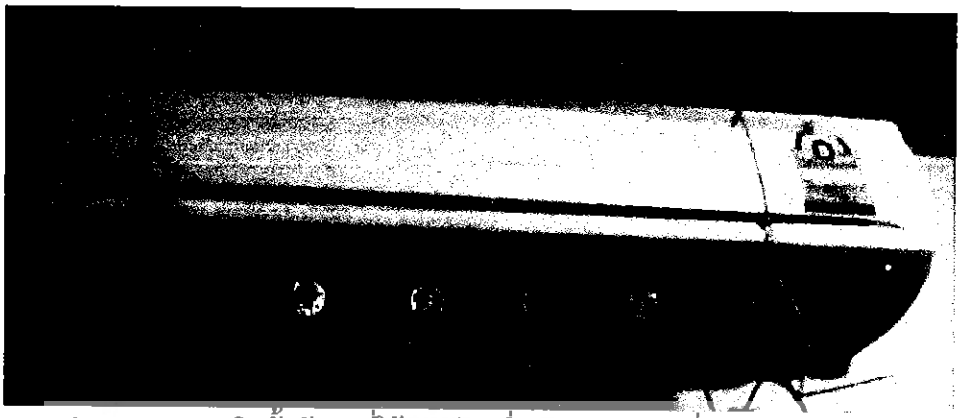
ต้นแบบเครื่องควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ง. รูปอุปกรณ์ควบคุม

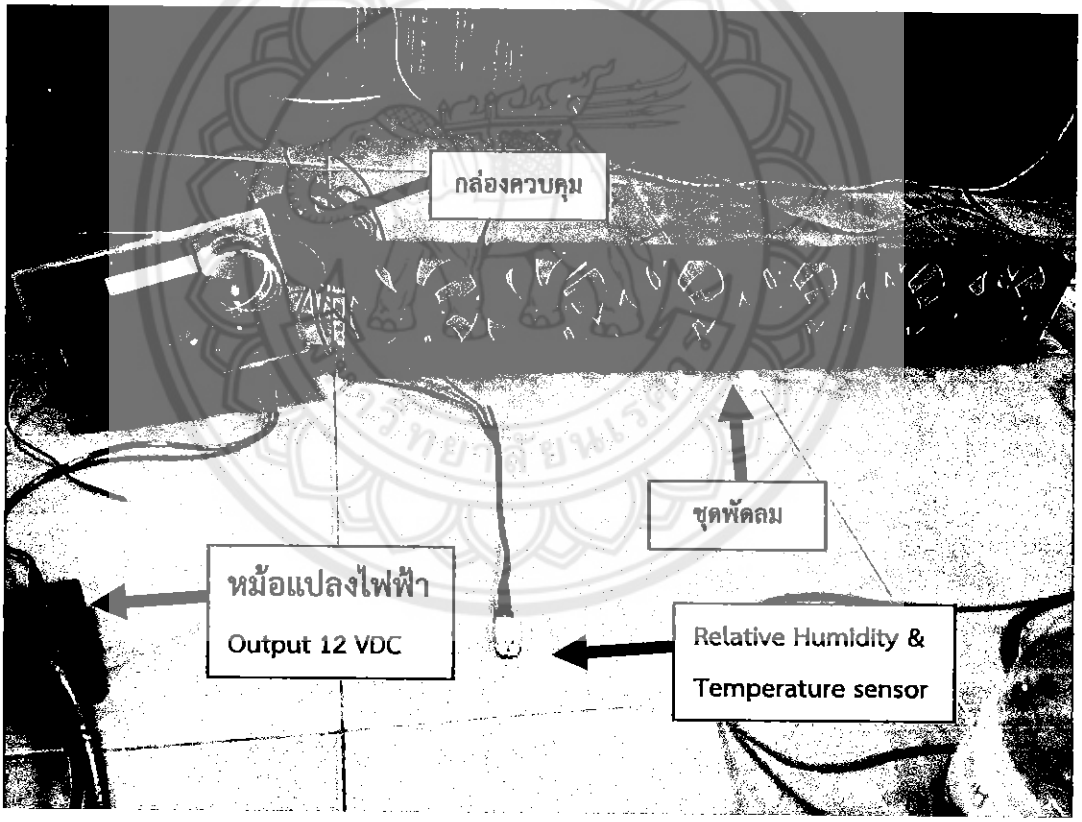


รูป ง.1 แสดงกล่องควบคุมการทำงาน

รูป ง.2 แสดงหน้าจอแสดงผลระหว่าง Temperature กับ Relative Humidity(%)



รูป ง.3 แสดงการติดตั้งพัดลมที่ใช้จริงกับเครื่องปรับอากาศ เพื่อปรับอัตราการไหล



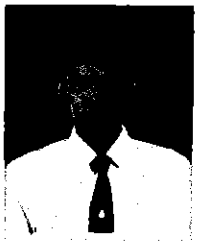
รูป ง.4 แสดงเครื่องควบคุมความชื้นโดยการปรับอัตราการไหลของอากาศ

ง. Source code

```
#include <DHT.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#define DHTPIN 7
#define DHTTYPE DHT22
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int HumMin = 55;
int HumMax = 60;
int HumLimit = 65;
byte grau[8] ={ B00001100,
                B00010010,
                B00010010,
                B00001100,
                B00000000,
                B00000000,
                B00000000,
                B00000000,};
#define FAN1 9
#define FAN2 8
#define FAN3 10

void setup ()
{
  pinMode(FAN1, OUTPUT);
  pinMode(FAN2, OUTPUT);
  pinMode(FAN3, OUTPUT);

  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
  lcd.createChar(0, grau);

  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Temp. : ");
  lcd.setCursor(13,0);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.print("C");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Umid. : ");
  lcd.setCursor(14,1);
  lcd.print("%");

  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Waiting for data ...");
  dht.begin();
}
void loop ()
{
  delay(2000);
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  if (isnan(h) || isnan(t))
  {
   Serial.println("Failed to read DHT
sensor data !!!");
    return;
  }
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(t);
  lcd.setCursor(8,0);
  lcd.print(t);
  Serial.print(" *C  ");
  Serial.print("humidity: ");
  Serial.print(h);
  Serial.println(" %");
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.print(h);
```

```
if (h < HumMin)
 {
   digitalWrite(FAN1, HIGH);
   digitalWrite(FAN2, HIGH);
   digitalWrite(FAN3, HIGH);
 }

 else if ((h >= HumMin)&&(h < HumMax))
 {
   digitalWrite(FAN1, HIGH);
   digitalWrite(FAN2, HIGH);
   digitalWrite(FAN3, LOW);
 }

else if ((h >= HumMax)&&(h < HumLimit))
 {
   digitalWrite(FAN1, HIGH);
   digitalWrite(FAN2, LOW);
   digitalWrite(FAN3, LOW);
 }
 else if (h >= HumLimit)
 {
   digitalWrite(FAN1, LOW);
   digitalWrite(FAN2,LOW);
   digitalWrite(FAN3, LOW);
 }
 else
 {
   digitalWrite(FAN1, LOW);
   digitalWrite(FAN2, LOW);
   digitalWrite(FAN3, LOW);
 }
}
```

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



ชื่อ นายศรันย์ ลันสุชีพ
ภูมิลำเนา 54/3 ม.6 ต.คลองพิไกร อ.พรานกระต่าย
จ. กำแพงเพชร 62110

ประวัติการศึกษา

จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: aa_supperman@hotmail.com

ชื่อ นายศุภกิตติ์ ตาลวังโปร่ง
ภูมิลำเนา 405/55 หมู่ 7 ต.สมอแข อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000
ประวัติการศึกษา

จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย
พิษณุโลก
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: supakit_legend@hotmail.com

ชื่อ นายอรรถพล ปาลา
ภูมิลำเนา 241 หมู่ 7 ต.โคกสี อ. สว่างแดนดิน
จ. สกลนคร 47110

ประวัติการศึกษา

จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุดรพิชัยรักษ์พิทยา
ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: attaphon_3007@hotmail.com