สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ สำหรับห้องทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO 5151

The Design and Development of Steam generator and Heater for Air conditioner Testing Room as ISO 5151

T119167

โดย

นายธนรัช อุ่นศรี

นายธีรภัทร์ มานิตยกุล

นายธีระ สิงห์ทองวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.อุนนัต พิณโสภณ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....119167
วัน,เดือน,ปี.....- 6 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Design and Development of Steam generator and Heater for Air conditioner Testing Room as ISO 5151

Tanarach Unsri

Teerapat Manittayagul

Teera Singtongwan

Adviser

Dr.Unnat Pinsopon, Asst.Prof.

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมความชื้น และอุณหภูมิ สำหรับห้องทดสอบ ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO 5151

The Design and Development of Steam generator and Heater for Air conditioner Testing Room as ISO 5151

ผู้จัดทำ

นายธนรัช อุ่นศรี รหัสประจำตัว 50010620

นายธีรภัทร์ มานิตยกุล รหัสประจำตัว 50010704

นายธีระ สิงห์ทองวรรณ รหัสประจำตัว 50010716

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.อุนนัต พิณโสภณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมความชื้น และอุณหภูมิ สำหรับห้องทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO 5151

นายธนรัช อุ่นศรี 50010620
นายธีรภัทร์ มานิตยกุล 50010704
นายธีระ สิงห์ทองวรรณ 50010716
ผศ.ดร.อุนนัต พิณโสภณ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเป็นวิธีการหนึ่งเพื่อให้ทราบว่าเครื่องปรับอากาศที่ผลิตขายกันอยู่นั้นมีประสิทธิภาพเพียงใด เป็นไปตามที่ทางบริษัทผู้ผลิตได้โฆษณาไว้หรือไม่ ผู้บริโภคควรจะพิจารณาเครื่องปรับอากาศจากปัจจัยที่สำคัญ คือ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ซึ่งจากห้องทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO 5151 ของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลยังต้องได้รับการพัฒนาในส่วนของการควบคุมฮีทเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องทำความชื้นเพราะปัจจุบันการควบคุมของฮีทเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องทำความชื้นยังเป็นการควบคุมแบบแมนนวลซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิที่ใช้ในการควบคุมนั้นเกิดความคลาดเคลื่อนส่งผลต่อการทดสอบมาตรฐาน ทำให้การหาค่า อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) นั้นมีความคลาดเคลื่อนได้ จึงมีความต้องการที่จะทำชุดการควบคุมการเปิด – ปิดฮีทเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องทำความชื้นแบบอัตโนมัติโดยการควบคุมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วสั่งการไปยังชุดควบคุมการเปิด – ปิดฮีทเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องทำความชื้นเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ค่าที่เที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Design and Development of Steam generator and Heater for Air conditioner Testing Room as ISO 5151

Tanarach Unsri
Teerapat Manittayagul
Teera Singtongwan
Assc.Prof.Dr. Aunnat Pinsopond, Advisor
2010

ABSTRACT

Air performance testing method is one way for us to know that air conditioners are manufactured to sell just any performance. Meet the manufacturer specified or not.Consumers should consider the Air EER important factor is that the test room air conditioners efficiency standards ISO 5151, Department of Mechanical Engineering have also been developed in the control of Steam Generator and Heater because the current control Heater and Steam Generator also control Manual System, which resulted in the temperature control is a discrepancy. Make up for EER is a Discrepancy. There is a need to control a set of open - close Heater and Steam Generator Automatic System by Controlled through a computer program to control panel open – close heater and steam generator to control the temperature to meet the standards.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

1.ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ผศ.ดร.อุนนัต พิณโสภณ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร และอาจารย์ทุกๆท่านที่ให้คำปรึกษา คอยชี้แนะ ตอบคำถามข้อสงสัยต่างๆทั้งยังเห็นใจในปัญหาที่เกิดขึ้น

2.ขอกราบขอบพระคุณ **Mr. Ravesak Jitpavanaskul (Executive Director) 2PT. Co.,Ltd.** ที่สละเวลาและช่วยเหลือรวมทั้งยังสนับสนุนให้คำแนะนำ และทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เสียหาย เช่น chiller(3Q) ระบบท่อ รวมถึงวาล์วต่างๆ

3.ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธวัชชัย นาคพิพัฒน์ อดีตอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และผู้เชี่ยวชาญเรื่องระบบปรับอากาศ ที่สละเวลาอันมีค่ามาให้ความรู้ อธิบายและชี้แจงการทำงานของระบบปรับอากาศ รวมถึงการปรับตั้งค่าในการใช้อุปกรณ์ทดสอบ

4.ขอขอบคุณคุณภูไท ฤทธิ์ธาร วิศวกรผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปรับอากาศ บริษัท ซัยโจ เด็นกิ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ที่คอยให้คำปรึกษาและตอบคำถามที่เป็นประโยชน์

5.ขอขอบคุณ นายปิยะคล ขัตติสะ นักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ภาควิชาวิศวกรรมควบคุม ที่ให้คำปรึกษาในเรื่องการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการใช้โปรแกรม Visual Basic

6. ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือ เห็นใจและเป็นกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่คอยเป็นห่วงและเป็นกำลังใจ รวมถึงพร้อมที่จะเข้าใจมาโดยตลอด

นายธนรัช อุ่นศรี

นายธีรภัทร์ มานิตยกุล

นายธีระ สิงห์ทองวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
สารบัญกราฟ	XII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ทฤษฎีการทำความเย็น	4
2.1.1การทำความเย็น (Refrigeration)	4
2.1.2 สารทำความเย็นที่เป็นของเหลว (Liquid Refrigerant)	4
2.2 หน่วยของการทำความเย็น (Standard Rating of Refrigeration)	5
2.3 ประเภทของระบบการทำความเย็น	5
2.4 ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System)	5
2.5 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ	6
2.5.1 อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น	6
2.5.2 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ	8
2.6 สารทำความเย็น (Refrigerant)	10
2.6.1 คุณสมบัติทั่วไปของสารทำความเย็น	10
2.6.2 ชนิดของสารทำความเย็น	11
2.6.3 สารทำความเย็น R-22 ($CHCLF_2$)	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 P-h Diagram 13
2.8 วัฏจักรทางปฏิบัติของการทำความเย็น (Actual Vapor Compression Refrigerating Cycle) 14
2.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณ 16
2.10 อุณหภูมิพลศาสตร์ (Thermodynamics) 18
2.10.1 ระบบ (System) 18
2.10.2 กฎข้อที่1 ของอุณหพลศาสตร์ (The first Law of Thermodynamics) 18
2.11 คุณสมบัติของอากาศเปียก (Moist Air Properties) 20
2.11.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 20
2.11.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก 20
2.11.3 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง 20
2.12 ตัวแปรเสริมพื้นฐาน (Fundamental Parameters) 20
2.13 แผนภูมิไซโครเมตริค (Psychrometric chart) 22
2.14 กระบวนการปรับอากาศ (Air conditioning Process) 26
2.14.1 อัตราส่วนความร้อนสัมผัส (Sensible Heat Factor: SHF) 26
2.14.2 กระบวนการทำความร้อนหรือทำความเย็นของอากาศ
(Heating or Cooling of Moist Air) 26
2.14.3 กระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นของอากาศ
(Cooling and Dehumidifying of Moist Air) 27
2.14.4 กระบวนการทำความร้อนและเพิ่มความชื้น (Heating and Humidifying of Moist Air) 28
2.15 ระบบห้องวัดความร้อน (Room Calorimeter System) 29
2.15.1 ห้องวัดความร้อนแบบปรับสมดุลให้กับบรรยากาศโดยรอบ
(Balance Ambient Room Type Calorimeter) 29
2.15.2 ห้องวัดความร้อนแบบสอบเทียบ (Calibrated Room Type Calorimeter) 29
2.16 การสมดุลพลังงาน (Balance Energy) 30
2.17 ทฤษฎีการคำนวณ 31

บทที่ 3 การสั่งงานทางพอร์ตขนาน
3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตขนาน 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ทำไมถึงเลือกใช้พอร์ตขนาน 34
3.1.2 ความรู้เบื้องต้นของพอร์ตขนาน 35
3.1.3 การนำพอร์ตขนานไปใช้งาน 40
3.1.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนานด้วย Visual Basic 42
3.2 การติดต่ออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตอย่างง่าย 43
3.2.1 P-BOARD บอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตขนาน 45
3.3 การขับอุปกรณ์เอาต์พุตกระแสสูง 47
3.3.1 การใช้ทรานซิสเตอร์แบบขับเดี่ยว 48
3.3.2 การใช้ทรานซิสเตอร์แบบกาสเกต 48
3.3.3 การใช้ทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตันขับโหลดกระแสสูง 49
3.3.3.1การขับโหลดโดยใช้ออปโตคัปเปอร์ 50
3.3.4 ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ไดรเวอร์ควบคุมรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์ 52
3.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อขับรีเลย์อย่างง่ายด้วย Visual Basic 53

บทที่ 4 การพัฒนาห้องทดสอบและปรับปรุงอุปกรณ์การทดลอง
4.1 พัฒนาระบบเก็บค่า 55
4.1.1 คุณสมบัติของ ADAM 56
4.1.2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger # Phase 2 57
4.1.3 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger # Phase 1 58
4.1.4 พัฒนาโปรแกรม AIR – LOGGER 59
4.2 อุปกรณ์ที่ปรับปรุงและใช้ในการทดสอบ 60
4.2.1 อุปกรณ์สำหรับห้องจำลองสภาวะภายนอก 60
4.2.2 อุปกรณ์สำหรับห้องจำลองสภาวะภายใน 63
4.3 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ 65
4.4 ชุดควบคุมระบบอัตโนมัติและการจ่ายไฟ 68

บทที่ 5 วิธีการทดสอบและผลการทดลง
5.1 วิธีการติดตั้งระบบก่อนทดสอบ 71
5.1.1 วิธีควบคุมการทำงานของ Switch Control 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 วิธีการปรับแต่งวาล์วคอนโทรล 72
5.2 การใช้งานโปรแกรม AIR CONDITION LOGGER 74
5.3 การใช้งานโปรแกรม TEMPERATURE CONTROLLER 77
5.4 วิธีการทดสอบ 78
5.4.1ขั้นตอนการทดสอบ 78
5.4.2 ข้อมูลที่ต้องบันทึก 79
5.5 ผลการทดลอง 79
5.5.1 ข้อมูลแสดงผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ 79
5.5.2 กราฟแสดงผลการทดลอง 80

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ
6.1 สรุปการปรับปรุงห้องทดสอบ 81
6.2 สรุปผลการทดลองที่เกี่ยวกับห้องจำลองสภาวะ 82
6.2.1 การปรับห้องทดสอบให้เข้าสู่สภาวะสมดุล 82
6.2.2 การควบคุมห้องทดสอบเมื่ออยู่ในสภาวะสมดุล 82
6.2.3 การคำนวณหาขีดความสามารถในการทำความเย็นรวมสุทธิและการเปรียบเทียบค่าความร้อนของห้องจำลองสภาวะภายนอกและห้องจำลองสภาวะภายใน 82
6.3 ข้อเสนอแนะ 83

ภาคผนวก ก 84
ภาคผนวก ข 93
บรรณานุกรม 115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2-1 ชนิดของสารทำความเย็นที่นิยมใช้	11
ตารางที่ 2-2 แสดงขนาดของห้องวัดความร้อน (มอก. 1155-2536 [12])	30
ตารางที่ 3-1 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน	40
ตารางที่ 3-2 แสดงแอดเดรสจิสเตอร์ของพอร์ตขนาน	44
ตารางที่ 4-1 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger #Phase2	57
ตารางที่ 4-2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger #Phase1	58
ตารางที่ 5-1 แสดงภาวะมาตรฐานของห้องวัดความร้อนที่ใช้ทดสอบ	78
ตารางที่ 5-2 แสดงข้อมูลของห้องจำลองสภาวะภายใน	79
ตารางที่ 5-3 แสดงข้อมูลของห้องจำลองสภาวะภายนอก	79

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2-1 อุปกรณ์เครื่องทำความเย็น	6
รูปที่ 2-2 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นในทางทฤษฎี	6
รูปที่ 2-3 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ	8
รูปที่ 2-4 แสดงส่วนความดันสูงและความดันต่ำในวัฏจักรการทำความเย็น	9
รูปที่ 2-5 โครงสร้างทางเคมีของ R-22	12
รูปที่ 2-6 โครงสร้าง P-h Diagram	13
รูปที่ 2-7 โครงสร้าง P-h Diagram แสดงเส้นความดันคงที่ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรคงที่และเอนทาลปี	14
รูปที่ 2-8 แผนภูมิความดันและเอนทาลปีเปรียบเทียบวัฏจักรของเหลวอิ่มตัวกับต่ำกว่าของเหลวอิ่มตัว	16
รูปที่ 2-9 แผนภูมิไซโครเมตริก	24
รูปที่ 2-10 แผนภูมิ P-h ไดอะแกรมของน้ำยา R-22	25
รูปที่ 2-11 ตัวอย่างห้อวัดความร้อนแบบสอบเทียบ	29
รูปที่ 3-1 แสดงไดอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์	36
รูปที่ 3-2 แสดงระบบบัสภายในของพอร์ตขนาน	37
รูปที่ 3-3 วงจรภายในของพอร์ต Data	38
รูปที่ 3-4 วงจรภายในของพอร์ต Control	39
รูปที่ 3-5 สดงวงจรภายในของพอร์ต Status	40
รูปที่ 3-6 การเรียกไฟล์ INPOUT.BAS	44
รูปที่ 3-7 รายละเอียดของไฟล์ INPOUT.BAS	44
รูปที่ 3-8 วงจรสมบูรณ์ของ P-BOARD บอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตขนาน	45
รูปที่ 3-9 แสดงบอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตขนานหรือ P-BOARD	46
รูปที่ 3-10 การขับโหลดโดยใช้ทรานซิสเตอร์	48
รูปที่ 3-11 การขับโหลดโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อกันแบบคาสเตอร์	48
รูปที่ 3-12 การขับโหลดโดยใช้ทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตัน	49
รูปที่ 3-13 การจัดขาของไอซีเบอร์ ULN2003	49
รูปที่ 3-14 สัญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์ในแบบต่างๆ	50
รูปที่ 3-15 การใช้ออปโต้คัปเปลอร์ขับโหลดด้วยลอจิก “1” และ “0”	51
รูปที่ 3-16 สัญลักษณ์ของรีเลย์	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-17 วงจรขับรีเลย์โดยใช้ ULN2003 53
รูปที่ 4-1 ระบบเก็บข้อมูลแบบเก่า 55
รูปที่ 4-2 ระบบเก็บข้อมูลแบบใหม่ 55
รูปที่ 4-3 แสดงภาพจำลองการทำงานของระบบ ADAM DATA-LOGGER 56
รูปที่ 4-4 แสดงชุดอุปกรณ์เก็บค่า Data logger #Phase2 57
รูปที่ 4-5 แสดงชุดอุปกรณ์เก็บค่า Data logger #Phase1 58
รูปที่ 4-6 แสดงโปรแกรม AIR-CONDITION LOGGER 59
รูปที่ 4-7 แสดงโปรแกรม ADAM Utility.NET 59
รูปที่ 4-8 AHU (Air Handing Unit) 60
รูปที่ 4-9 Heater ขนาด 4400 W 60
รูปที่ 4-10 หม้อกำเนิดไอน้ำของห้องจำลองสภาวะภายนอก (Steam Generator) 60
รูปที่ 4-11 ชุดอุปกรณ์สุ่มตัวอย่างของห้องจำลองสภาวะภายนอก (Sampling Device) 61
รูปที่ 4-12 ชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit) 61
รูปที่ 4-13 ระบบทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled water Chiller) 62
รูปที่ 4-14 ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นของห้องจำลองสภาวะภายนอก 62
รูปที่ 4-15 AHU (Air Handing Unit) 63
รูปที่ 4-16 Heater ขนาด 5000 W 63
รูปที่ 4-17 หม้อกำเนิดไอน้ำของห้องจำลองสภาวะภายใน (Steam Generator) 63
รูปที่ 4-18 ชุดอุปกรณ์สุ่มตัวอย่างของห้องจำลองสภาวะภายใน (Sampling Device) 64
รูปที่ 4-19 ชุดคอยล์เย็น (Evaporating Unit) 64
รูปที่ 4-20 Digital Clamp Meter 65
รูปที่ 4-21 หม้อแปลงปรับกำลังไฟฟ้า (Watt Regulator) 65
รูปที่ 4-22 Power Meter 66
รูปที่ 4-23 วัดความเร็วของอากาศ (Air Velocity) 66
รูปที่ 4-24 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) 67
รูปที่ 4-25 ชุดอุปกรณ์เก็บค่าสำหรับห้องจำลองสภาวะภายใน 67
รูปที่ 4-26 ชุดอุปกรณ์เก็บค่าสำหรับห้องจำลองสภาวะภายนอก 68
รูปที่ 4-27 ชุดขับรีเลย์ 68
รูปที่ 4-28 รีเลย์ควบคุมฮีทเตอร์และเครื่องกำเนิดไอน้ำ 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-29 ตู้ควบคุมการจ่ายไฟของห้องจำลองสภาวะภายนอก 69
รูปที่ 4-30 ตู้ควบคุมการจ่ายไฟของห้องจำลองสภาวะภายใน 70
รูปที่ 5-1 แสดงปุ่มควบคุม (Switch control) 71
รูปที่ 5-2 แสดงตำแหน่งวาล์ว 5, 6, 7, 12 และ 13 72
รูปที่ 5-3 แสดงตำแหน่งวาล์ว 1, 2, 8, 9, 10 และ 11 73
รูปที่ 5-4 แสดงตำแหน่งวาล์ว 3, 4 และ 14 73
รูปที่ 5-5 เครื่องปรับความเร็วรอบการหมุนของคอมเพรสเซอร์ 74
รูปที่ 5-6 แสดง Icon Air Condition Logger บน desktop 74
รูปที่ 5-7 แสดงโปรแกรม Air Condition Logger 75
รูปที่ 5-8 แสดงโปรแกรม Air Condition Logger ในหน้า Air Conditioner1 75
รูปที่ 5-9 แสดงโปรแกรม Air Condition Logger ในหน้า Air Conditioner2 76
รูปที่ 5-10 แสดงหน้าต่างการ Calculation 76
รูปที่ 5-11 แสดงโปรแกรม Temperature Controller 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

หน้า

รูปที่ 5-1 กราฟแสดงผลการทดลองช่วงก่อนเข้าสมดุล 80
รูปที่ 5-2 กราฟแสดงผลการทดลองช่วงเข้าสมดุล 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญที่มา

เนื่องจากในปัจจุบันความต้องการในการใช้เครื่องปรับอากาศมีมากขึ้น ทำให้บริษัทผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ ต้องมีการแข่งขันกันพัฒนา และปรับปรุงทางด้านเทคโนโลยี รูปลักษณ์ ตลอดจนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้ผู้บริโภคได้เลือกใช้ตามความเหมาะสมและได้รับประโยชน์สูงสุดในด้านการใช้งาน แต่ในขณะเดียวกัน การพัฒนาและปรับปรุงนั้น จำเป็นต้องทำภายใต้มาตรฐานที่กำหนด เพื่อที่จะทำการผลิตและออกจำหน่ายโดยมีคุณสมบัติที่เหมาะสม ประหยัดพลังงาน มีความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ และในการทดสอบมาตรฐานดังกล่าว จำเป็นต้องมีสถานที่ หรือห้องทดสอบซึ่งสามารถทดสอบและรับรองคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดได้ และเนื่องด้วยทางภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้สร้างห้องแล็ปพร้อมทั้งชุดอุปกรณ์ทดสอบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งสามารถทดสอบเครื่องปรับอากาศให้ได้ตามมาตรฐานสากล และมาตรฐานภายในประเทศ รวมถึงใช้เพื่อการเรียนการสอนของทางภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล แต่เนื่องจากปัจจุบันห้องแล็ปและชุดอุปกรณ์ทดสอบเกิดการชำรุด เสียหาย และทรุดโทรมไปมาก ซึ่งเป็นไปตามกาลเวลา และขาดบุคคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาดูแล จึงทำให้ไม่สามารถสาธิตหรือทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน และไม่สามารถทำการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐานต่างๆได้ ด้วยเหตุนี้เองทางกลุ่มของข้าพเจ้าจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาวิธีการสร้างห้องทดสอบ และหลักการทำงานของชุดอุปกรณ์ทดสอบ รวมถึงทำการซ่อมแซม ปรับปรุงห้องและอุปกรณ์ทดสอบเครื่องปรับอากาศให้มีคุณภาพ และสามารถทดสอบโดยอ้างอิงตามมาตรฐานต่างๆที่กำหนดได้ อีกทั้งยังสามารถนำอุปกรณ์ดังกล่าวที่ได้จัดทำขึ้นมาใช้ประโยชน์ ในด้านสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ และเครื่องทำความเย็นต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาขอบข่ายการทดสอบเครื่องปรับอากาศ ตามมาตรฐานสากลและมาตรฐานภายในประเทศเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับอ้างอิงการปรับปรุงห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

2. ศึกษาชุดอุปกรณ์ของห้องทดสอบทั้งหลักการทำงานและวิธีใช้ รวมถึงตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ทุกชิ้นว่าสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อมาควบคุมห้องทดสอบ ให้เป็นระบบอัตโนมัติและทำการพัฒนาอุปกรณ์ในห้องทดสอบ ปรับปรุงห้องทดสอบโดยสร้างเครื่องส่งลมเย็น(Air Handling Unit : AHU)ขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบและทำให้สามารถทดสอบได้ง่าย มีความเที่ยงตรงตามมาตรฐานมากขึ้น

4. ทำการทดสอบขีดความสามารถของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ ว่าจะสามารถทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดสูงสุดได้เท่าไร

5. รวบรวมข้อมูลเฉพาะด้านและหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับค่าต่างๆ ที่ใช้ควบคุมการทำงานและสภาวะของห้องทดสอบ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาขอบข่ายการทดสอบเครื่องปรับอากาศ ตามมาตรฐานสากลและมาตรฐานภายในประเทศเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับอ้างอิงการปรับปรุงห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

2. ศึกษาชุดอุปกรณ์ของห้องทดสอบทั้งหลักการทำงานและวิธีใช้งาน รวมถึงตรวจสอบการทำงานอุปกรณ์ทุกชิ้นว่าสามารถใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

3. ทำการออกแบบเพื่อพัฒนาชุดอุปกรณ์ทดสอบ ที่เสียหายหรือไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทำการปรับปรุงห้องทดสอบ โดยการเพิ่มอุปกรณ์ชุดใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทดสอบเพื่อทำให้สามารถทดสอบได้ง่าย และมีความเที่ยงตรงตามมาตรฐานมากขึ้น

4. ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบให้เป็นระบบอัตโนมัติ

5. ทำการทดสอบการทำงานของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศเบื้องต้นหลังจากที่ทำการปรับปรุง และพัฒนา ว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่

6. รวบรวมข้อมูลเฉพาะด้าน และหลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เพื่อใช้เป็นแนวทางการปรับตั้งค่าต่างๆที่ใช้ควบคุมการทำงาน และสภาวะของห้องทดสอบ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบต่อไปในอนาคต

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาเกี่ยวกับห้องทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐานต่างๆ เช่น มอก. , ISO 5151, JIS, ASHRAE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปรียบเทียบอุปกรณ์ของห้องทดสอบที่มีอยู่กับอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานต่างๆ

3. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการเก็บค่าต่างๆเช่น อุณหภูมิ และความดัน

4. ทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ ปรับปรุงอุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพและชำรุดให้ใช้งานได้ดังเดิมและสะดวกมากขึ้น

5. ทำการนำโปรแกรมควบคุมที่ได้เขียนไว้ มาทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบและปรับปรุงนั้นให้ทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ

6. ทดสอบระบบของโปรแกรมควบคุมและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ที่ออกแบบไว้และสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีการทำความเย็น

2.1.1 การทำความเย็น (Refrigeration)

การทำความเย็นเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวถึงวิธีในการลดและรักษาระดับอุณหภูมิของเนื้อที่ว่าง หรือของเทหวัตถุให้ต่ำกว่าระดับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปสามารถนิยามการทำความเย็นอย่างสั้นๆว่าเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายความร้อนออกจากสถานที่หนึ่งทำให้อุณหภูมิของสถานที่นั้นลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก ซึ่งอัตราความร้อนที่ต้องเคลื่อนย้ายออกจากสถานที่นั้นๆ เพื่อลดอุณหภูมิลงหรือรักษาระดับอุณหภูมิที่ต้องการไว้จะเรียกว่า ความร้อนที่คิดเป็นภาระ (Heat Load) จะเป็นผลรวมของความร้อนจากแหล่งความร้อนต่างๆ เช่น ความร้อนที่เกิดจากการรั่วซึม, ความร้อนจากร่างกายคน, ความร้อนจากผลิตภัณฑ์, ความร้อนจากมอเตอร์, ความร้อนจากหลอดไฟ หรือความร้อนจากอุปกรณ์ต่างๆ และสิ่งเหล่านี้จะมีผลในการคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ทำความเย็น

2.1.2 สารทำความเย็นที่เป็นของเหลว (Liquid Refrigerant)

ขณะที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ มันสามารถดูดความร้อนแฝงไว้ได้เป็นจำนวนมากซึ่งได้นำมาใช้เป็นหลักการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นในปัจจุบัน การกลายเป็นไอของของเหลวในลักษณะเป็นตัวทำความเย็นจะมีข้อดีกว่าการหลอมละลายของของแข็ง และการกลายเป็นไอสามารถควบคุมได้ง่ายกว่า ผลของความเย็นที่ได้จากการกลายเป็นไอของสารทำความเย็นสามารถที่จะเริ่มต้นหรือหยุดขณะใดขณะหนึ่งได้ สามารถที่จะกำหนดความเย็นล่วงหน้าได้ และอุณหภูมิการกลายเป็นไอของของเหลวสามารถควบคุมได้โดยการปรับความดัน และของเหลวที่กลายเป็นไอแล้วสามารถเก็บรวบรวมไว้และพร้อมที่จะทำให้เป็นของเหลวนำกลับมาใช้ได้อีก ในปัจจุบันของเหลวที่นิยมนำมาเป็นสารทำความเย็นที่แพร่หลาย ก็คือ Fluorinated hydrocarbon of methane series ใช้ชื่อทางเคมีว่า Monochlorodifluoromethane($CHCLF_2$) ใช้ชื่อทางการค้าว่า ฟรีออน โดยมีชื่อทางเคมีทั่วไปว่า Refrigerant – 22 (R-22) หรือ ฟรีออน – 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่วยของการทำความเย็น (Standard Rating of Refrigeration)

หน่วยที่ใช้วัดอัตราการทำความเย็นใช้หน่วยที่เรียกว่า "ตันของการทำความเย็น" (Ton of Refrigeration) หนึ่งตันของการทำความเย็น หมายถึงปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งบริสุทธิ์ 1 ตัน (2000 ปอนด์) ที่อุณหภูมิ 32 °F กลายเป็นน้ำบริสุทธิ์อุณหภูมิ 32 °F ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

จาก $Q = mL$ ..... (2.1)

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งจำนวน 1 ตันละลายเป็นน้ำ

m = มวลของน้ำแข็ง (1b)

L = ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง = 144 Btu/1b

ดังนั้น 1 ตันของการทำความเย็นจึงมีค่าเท่ากับ 12,000 Btu/hr หรือ 200 Btu/min

2.3 ประเภทของระบบการทำความเย็น

ในการทำให้อุณหภูมิลดลงจากปกติ(Ambient Air Temperature) ลงมาถึงอุณหภูมิที่ต้องการนั้นสามารถใช้ระบบทำความเย็นได้หลายแบบ ซึ่งมีทั้งชนิดที่เป็นแบบทางกลและไม่ใช่ทางกล ดังนี้

1. ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System)
2. ระบบทำความเย็นชนิดดูดละลาย (Absorption Refrigeration System)
3. ระบบทำความเย็นด้วยอากาศ (ระบบปิด) (Air Refrigeration System Closed)
4. ระบบทำความเย็นแบบใช้หัวฉีด-ไอน้ำ (Steam Jet Refrigeration System)
5. ระบบทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเลคทริค (Thermoelectric Refrigeration System)
6. ระบบแม่เหล็กที่ใช้ในการทำอุณหภูมิต่ำ (Magnetic System of Producing Low Temperature)

ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบทำความเย็นชนิดอัดไอเท่านั้น

2.4 ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System)

ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอได้รับการออกแบบและสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ ดังนี้

1. ของไหลดูดความร้อนในขณะที่เปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ และยอมให้ความร้อนขณะที่เปลี่ยนสถานะจากไอเป็นของเหลว

2. ในระหว่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะอุณหภูมิจะคงที่ แต่อุณหภูมินี้จะเปลี่ยนแปลงกับความดันที่ความดันคงที่จุด หนึ่งการกลายเป็นไอจะเกิดขึ้น ณ จุดที่อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

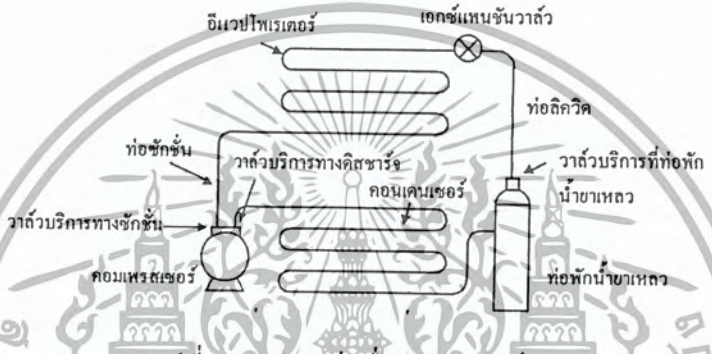
อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของการกลายเป็นไอที่ความดันอันหนึ่งย่อมแตกต่างกันสำหรับของเหลวที่ต่างกัน

3. ความร้อนจะไหลจากแหล่งอุณหภูมิสูงไปยังแหล่งอุณหภูมิต่ำ

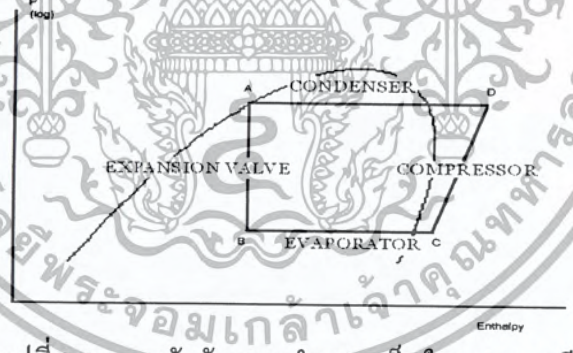
4. การเลือกโลหะที่ใช้ทำเครื่องควบแน่นจะต้องเป็นโลหะที่มีการนำความร้อนสูง

5. พลังงานความร้อนและพลังงานในรูปแบบอื่นๆ สามารถที่จะนำกลับมาใช้ประโยชน์ โดยกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

2.5 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ



รูปที่ 2-1 อุปกรณ์เครื่องทำความเย็น



รูปที่ 2-2 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นในทางทฤษฎี

2.5.1 อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นชนิดอัดไอจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ดังนี้

1. อีแวปโพเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดรับปริมาณความร้อนจากบริเวณหรือเนื้อที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่น้ำยาทำความเย็นภายในระบบตรงบริเวณนี้ระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอจะดูดปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินน้ำยาเข้าไปยังน้ำยาภายในระบบ ทำให้อุณหภูมิโดยรอบอีแวปโพเรเตอร์ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่ในการดูดและอัดน้ำยาในสถานะที่เป็นไอ โดยดูดไอที่มีอุณหภูมิและความดันต่ำจากอีแวปโพเรเตอร์ และอัดให้มีความดันและอุณหภูมิสูง จนถึงจุดที่ไอพร้อมจะควบแน่นเป็นของเหลวเมื่อมีการถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำยา

3.คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ให้น้ำยาในสถานะที่เป็นไอควบแน่นเป็นของเหลวด้วย การระบายความร้อนออกจากน้ำยา กล่าวคือน้ำยาในสถานะไอ อุณหภูมิและความดันสูงมากซึ่งถูกอัดส่งมาจากคอมเพรสเซอร์ เมื่อถูกระบายความร้อนแฝงออกจะควบแน่นเป็นของเหลว แต่จะมีความดันและอุณหภูมิสูงอยู่

4. ถังเก็บน้ำยาเหลว (Receiver) สารความเย็นที่ควบแน่นโดยคอนเดนเซอร์กลายเป็นของเหลวจะถูกนำมาเก็บที่นี่ก่อนส่งไปยังวาล์วควบคุมการไหล

5. วาล์วควบคุมการไหล (Flow Control valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาเหลวที่ผ่านเข้าไปยังอีแวปโพเรเตอร์ ลดความดันของน้ำยาให้มีความดันต่ำลง จนสามารถระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นไอได้ที่อุณหภูมิในอีแวปโพเรเตอร์

6. ท่อดูด (Suction Line) ท่อสารทำความเย็นในสถานะไอที่ออกจากอีแวปโพเรเตอร์ไปยังคอมเพรสเซอร์

7. ท่อส่ง (Discharge Line) ท่อสารความเย็นในสถานะไอที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ไปยังคอนเดนเซอร์

8. ท่อของเหลว (Liquid Line) ท่อสารความเย็นในสถานะของเหลวที่ต่อออกจากถังพักน้ำยาเหลวกับวาล์วควบคุมการไหล

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์เสริม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งอาจมีความจำเป็น ที่ต้องติดตั้งใน ระบบทำความเย็นบางระบบ แต่อาจไม่มีความจำเป็นสำหรับอีกระบบหนึ่งดังนี้

9. ฟิลเตอร์ดรายเออร์ (Filter Drier) จะยอมให้สารความเย็นผ่านได้แต่จะป้องกันสารดูดความชื้น, ฝุ่นผง หรือสิ่งสกปรกอื่นๆที่ปะปนมากับสารความเย็นในระบบไม่ให้ผ่านไปได้ ดรายเออร์หรือสารดูดรับความชื้นที่นิยมใช้กันทั่วไปมี ซิลิกาเจล (Silica Gel), แคลเซียมซัลเฟต (Calcium Sulfate), อะลูมินาเจล (Alumina Gel) เป็นต้น จะติดตั้งอยู่ที่ท่อของเหลวใกล้กับทางเข้าวาล์วควบคุมการไหล และที่ที่ติดตั้งต้องอยู่ในบริเวณที่ไม่ถูกปะทะด้วยลมร้อนเพราะสารดูดความชื้นจะดูดรับความชื้นได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าอยู่ในที่ร้อนความสามารถในการดูดรับความชื้นจะลดลง ทำให้ความชื้นในระบบที่ดูดรับไว้ถูกคายออกมาบางส่วนและจะไปอุดตันที่วาล์วควบคุม การไหล

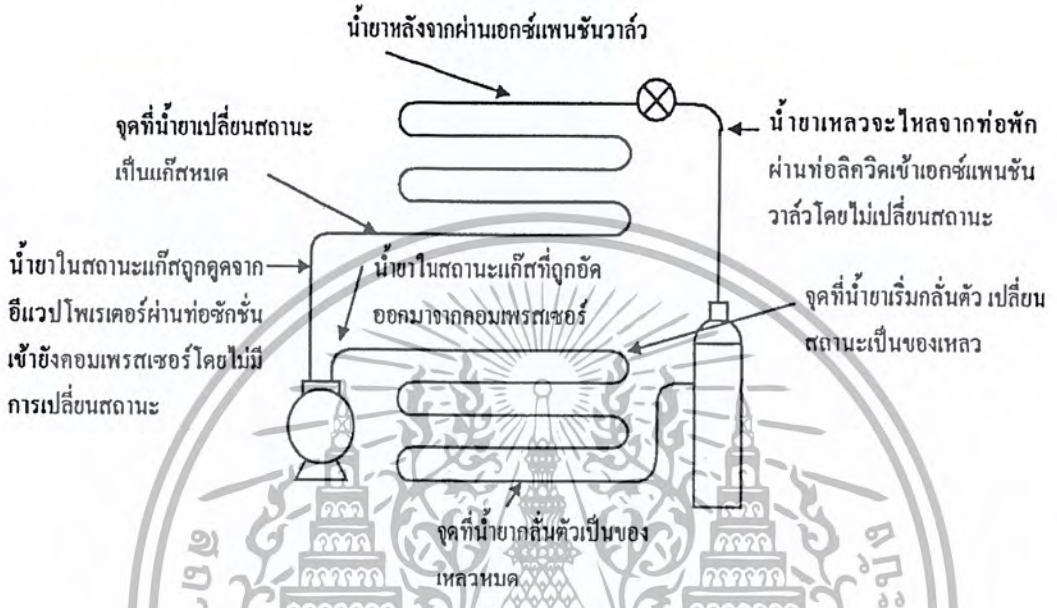
10. กระจกมองน้ำยา (Sight Glasses) สำหรับใช้มองดูสารความเย็นภายในระบบว่ามีเพียงพอหรือไม่

11. แอกคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) จะติดตั้งอยู่ระหว่างอีแวปโพเรเตอร์และทางดูดของคอมเพรสเซอร์คอยกันไม่ให้สารความเย็นเหลวจากอีแวปโพเรเตอร์ถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

ในวัฏจักรการทำความเย็นประกอบด้วยการระเหย การควบแน่นและการหมุนเวียนของสารทำความ-เย็น (Refrigerant) ในระบบอย่างสม่ำเสมอ การระเหยกลายเป็นไอเกิดขึ้นเมื่อมีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ การ-ควบแน่นจากไอเป็นของเหลวเกิดเมื่อมีความดันสูงและอุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 2-3 หลักการทำงานของระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ

พิจารณาบทบาทแต่ละจุดของเครื่องทำความเย็นในรอบๆวัฏจักร โดยเริ่มที่ทางเข้าของอีแวปโพเรเตอร์ (Evaporator)

สารทำความเย็น (Refrigerant) จะผ่านตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็น (Flow Control Valve) ซึ่งจะคอยควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่จะเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ และในเวลาเดียวกันจะเป็นตัวลดทั้งความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นด้วย เมื่อสารทำความเย็นที่มีสถานะความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำไหลเข้าไปในอีแวปโพเรเตอร์ที่วางอยู่ท่ามกลางภาระ (Load) ที่มีอุณหภูมิสูง ความร้อนจากภาระจะถ่ายทอดมาสู่อีแวปโพเรเตอร์ทำให้สถานะของสารทำความเย็นเปลี่ยนไปจากของเหลวกลายเป็นไอ

เมื่อสารทำความเย็นที่ไหลผ่านอีแวปโพเรเตอร์เปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้ว ที่ปลายของอีแวปโพเรเตอร์จะต่อผ่านท่อดูด (Suction Line) ไปต่อกับด้านดูดของคอมเพรสเซอร์ด้านดูดของเครื่องคอมเพรสเซอร์จะดูดไอของสารทำความเย็นเข้าไปแล้วอัดไอของสารทำความเย็นจนมีอุณหภูมิสูงและความดันสูง แต่ยังมีสถานะเป็นไออยู่ ไอที่ผ่านท่อจ่าย (Discharge Line) จะเข้าสู่คอนเดนเซอร์เพื่อถ่ายเทความร้อนที่สารทำความเย็นรับมาจากภาระถ่ายสู่อากาศหรือน้ำอีกทอดหนึ่ง และสารทำความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เย็นจะเปลี่ยนสถานะไปเป็นของเหลวซึ่งหมายความว่าสารทำความเย็นอยู่ในสภาพที่พร้อมจะใช้งานได้แล้วจะถูกส่งไปจัดเก็บในถังน้ำยาเหลว

แต่เนื่องด้วยการประกอบระบบท่อของเครื่องทำความเย็น การดูด – อัดสารทำความเย็นของเครื่องคอมเพรสเซอร์ อาจมีความชื้นหรือสิ่งสกปรกชิ้นเล็กๆแปลกปลอมเข้าไปในระบบท่อ จึงให้มีที่กรองและเก็บความชื้น (Filter Drier) สารทำความเย็นเหลวที่ผ่านออกมาจะอยู่ในสภาพอุณหภูมิปานกลางและความดันสูง จากนั้นจะผ่านไปสู่ตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็นและจะวนเวียนอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆ

เมื่อพิจารณาวัฏจักรของเครื่องทำความเย็นอาจจะแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ ด้านที่มีความดันสูงและด้านที่มีความดันต่ำ

รูปที่ 2-4 แสดงส่วนความดันสูงและความดันต่ำในวัฏจักรการทำความเย็น

ด้านที่มีความดันสูง (High Side) ประกอบด้วย ท่อทางส่งของคอมเพรสเซอร์, ท่อส่ง, คอนเดนเซอร์, ถังพักน้ำยาเหลว, ท่อของเหลว และทางเข้าของวาล์วควบคุมการไหล ความดันของน้ำยาด้านความสูงนี้บางครั้งเรียกว่า ความดันทางคอนเดนเซอร์ (Condensing Pressure) หรือความดันของด้านอัด (Discharge Pressure)

ด้านที่มีความดันต่ำ (Low Side) ประกอบด้วย ทางออกของวาล์วควบคุมการไหล, อีแวปโพเรเตอร์, ท่อดูด และทางดูดของคอมเพรสเซอร์ ความดันด้านต่ำนี้บางครั้งเรียกว่า ความดันทางอีแวปโพเรเตอร์ หรือ ความดันด้านดูด (Back Pressure)

โดยสรุปในระบบทำความเย็นจะประกอบด้วยกระบวนการต่างๆคือ

1. ไอระเหยของสารทำความเย็นถูกดูดผ่านท่อดูดเข้าคอมเพรสเซอร์และอัดจนเป็นไอหรือแก๊สมีอุณหภูมิสูง ความดันสูงแล้วส่งออกทางท่อจ่ายไปสู่คอนเดนเซอร์

2. ไอของสารทำความเย็นที่ถูกอัดแล้วและถูกส่งมายังคอนเดนเซอร์จะได้รับการถ่ายเทความร้อนออกจนไอสารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวที่ยังมีความร้อนปานกลางและความดันสูง ณ ที่นี้ความร้อนที่ถูกถ่ายเทออกจะเป็นความร้อนแฝงเป็นส่วนมาก อุณหภูมิจึงไม่ค่อยลดมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สารทำความเย็นที่อยู่ในสภาพของของเหลวจะถูกส่งไปตามท่อของเหลวผ่านตัวความคุมปริมาณสารทำความเย็น เข้าสู่อีแวปโพเรเตอร์

4. ด้วยเหตุที่สารทำความเย็นที่ผ่านตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็นแล้ว ความดันจะลดลง หมายถึงอุณหภูมิจะลดลงด้วย และเมื่อสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำผ่านอีแวปโพเรเตอร์ ซึ่งวางอยู่ในตำแหน่งที่จะรับความร้อนจากภาระ ความร้อนนี้จะทำให้สารทำความเย็นเดือดกลายเป็นไอที่ด้านปลายของอีแวปโพเรเตอร์อีก

5. ไอของสารทำความเย็นที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารทำความเย็นได้รับความร้อนขณะผ่านอีแวปโพเร-เตอร์ จะถูกดูดให้ผ่านท่อดูดเข้าเครื่องอัดอีก

2.6 สารทำความเย็น (Refrigerant)

ในการกล่าวทั่วๆไป สารทำความเย็นก็คือ วัตถุหรือสารที่จะเป็นตัวรับความร้อนจากวัตถุหรือสารอื่น สำหรับระบบทำความเย็นชนิดอัดไอ สารทำความเย็นซึ่งเป็นตัวทำงานอยู่ในรูปของการไหล (Working Fluid) ซึ่งจะดูดความร้อนในช่วงของการเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ และคายความร้อนในช่วงเปลี่ยนสถานะจากไอควบแน่นเป็นของเหลว ในการเลือกว่าสารใดจะใช้เป็นสารทำความเย็นนั้นจะต้องพิจารณาคุณสมบัติทางเคมี, ฟิสิกส์, และเทอร์โมไดนามิกส์ ให้เหมาะสมกับระบบที่ใช้งาน

2.6.1 คุณสมบัติทั่วไปของสารทำความเย็น

สารทำความเย็นที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นมีหลายชนิดแล้วแต่ลักษณะของการใช้งาน คุณสมบัติของสารที่กล่าวถึงมิได้หมายความว่า สารทำความเย็นที่มีจำหน่ายจะมีคุณสมบัติครบทุกข้อ มีเพียงบางข้อที่น่าจะให้ความสำคัญสำหรับงานแต่ละประเภท แต่ที่สำคัญที่สุดคือความปลอดภัยของผู้ใช้ คุณสมบัติของสารทำความเย็นมีประเด็นที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ไม่เป็นพิษ
2. ไม่เป็นวัตถุระเบิด
3. ไม่กัดกร่อนโลหะ
4. ไม่ติดไฟ
5. หากมีรอยรั่วสามารถตรวจพบได้ง่าย
6. สามารถหาตำแหน่งรั่วได้ง่าย
7. ใช้งานที่ความดันไม่สูงนัก
8. ขณะอยู่ในสภาพแก๊สต้องมีเสถียรภาพคงที่
9. ขณะอยู่ในสภาพของเหลวต้องไหลง่าย
10. ไม่มีพิษเป็นอันตรายกับระบบหายใจและผิวหนังของมนุษย์
11. มีความหนาแน่นน้อย เพื่อให้สะดวกกับการควบคุมปริมาณใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. มีค่าความร้อนแฝงต่อหน่วยน้ำหนักสูง

2.6.2 ชนิดของสารทำความเย็น

ด้วยเหตุที่สารทำความเย็นเป็นสารผสมจากสารหลายชนิด การเรียกชื่อ โดยตรงจึงไม่สะดวก สมาคมวิศวกรเครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็นและการปรับอากาศ (The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers – ASHRAE) ได้กำหนดสารทำความเย็นแต่ละชนิดไว้เป็นตัวเลข โดยให้เป็น R-11, R-12, R-22 เป็นต้น R หมายถึง Refrigerant และตัวเลขที่ตามมาหมายถึง ชนิดของสารทำความเย็น

หมายเลขสารความเย็น	ชื่อและสูตรทางเคมี
R-11	Trichloromonofluoromethane CCl_3F
R-12	Dichlorodifluoromethane CCl_2F_2
R-22	Monochlorodifluoromethane $CHClF_2$
R-500	Azeotropic mixture of 78.3% of (R-12) and 26.2% of (R-152a)
R-502	Azeotropic mixture of 48.8% of (R-22) and 51.2% of (R-115)
R-503	Azeotropic mixture of 40.1% of (R-23) and 59.9% of (R-13)
R-504	Azeotropic mixture of 48.2% of (R-32) and 51.8% of (R-115)
R-717	Ammonia NH_3

ตารางที่ 2 -1 ชนิดของสารทำความเย็นที่นิยมใช้

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยได้แบ่งประเภทเครื่องทำความเย็น และประเภทของสารทำความเย็นไว้ดังนี้

ประเภทของระบบทำความเย็น แบ่งตามน้ำหนักของสารทำความเย็นที่บรรจุในระบบดังนี้

ประเภท ก ระบบที่บรรจุสารความเย็นหนัก 500 กก. หรือมากกว่า

ประเภท ข ระบบที่บรรจุสารความเย็นมากกว่า 50 กก. แต่น้อยกว่า 500 กก.

ประเภท ค ระบบที่บรรจุสารความเย็นมากกว่า 10 กก. แต่น้อยกว่า 50 กก.

ประเภท ง ระบบที่บรรจุสารความเย็นมากกว่า 3 กก. แต่น้อยกว่า 10 กก.

ประเภท จ ระบบที่บรรจุสารความเย็นน้อยกว่า 3 กก.

สารทำความเย็นมีหลายประเภทแต่สารทำความเย็นที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

2.6.2.1 ชนิดไม่ระคายเคืองและไม่ติดไฟ

ประเภท 1 R-744

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภท 2 R-11, R-12, R-30, R-113, R-114, R-115, R-152a, R-500, R-502

2.6.2.2 ชนิดติดไฟ

ประเภท 1 R-40, R-1130

ประเภท 2 R-160, R-170, R-290, R-600, R-601, R-611

2.6.2.3 ชนิดระคายเคือง

ไม่แบ่งประเภท R-764, R-717

โดยในโครงงานนี้จะใช้สารทำความเย็น R- 22 ในการศึกษา

2.6.3 สารทำความเย็น R-22 ($CHCLF_2$)

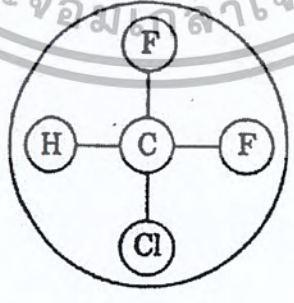
สารทำความเย็น R-22 เป็นสารทำความเย็นกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนจึงไม่เป็นพิษ เหมาะจะใช้กับระบบทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำที่ความดันบรรยากาศมีจุดเดือด –40.8 องศาเซลเซียส ในปัจจุบันใช้กับเครื่องปรับอากาศเพราะเครื่องอัดที่ใช้กับระบบนี้มีขนาดเล็กมาก

เมื่อเทียบกับสารทำความเย็น R-12 แล้ว สารทำความเย็น R-22 จะทำงานที่ความดันสูงกว่าและได้ความดันที่ลิ้นทางออกสูงกว่าในขณะที่ใช้กำลังขับเครื่องอัดเท่ากัน

ข้อดีที่เหนือกว่าสารทำความเย็น R-12 คือ ใช้เครื่องอัดที่เล็กกว่าเนื่องจากมีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่า

ส่วนข้อที่ด้อยกว่าก็คือ สารทำความเย็น R-12 มีราคาต่ำกว่า และความดันในเครื่องอัดต่ำและแนวโน้มในการรั่วไหลจะมีน้อยกว่า รวมถึงอุณหภูมิที่ทางออกของเครื่องอัดต่ำกว่าด้วย

สารทำความเย็น R-22 สามารถรวมกับน้ำมันได้ ซึ่งจะพบในส่วนควบแน่นของระบบ แต่จะแยกออกจากกันในอีแวปโพเรเตอร์ อุณหภูมิสำหรับการแยกตัวนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณน้ำมันที่ผสมอยู่ในสาร-ทำความเย็น



รูปที่ 2-5 โครงสร้างทางเคมีของ R-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 P-h Diagram

โดยปกติรูปแบบโครงสร้าง P-h Diagram ของสารทำความเย็นจะคล้ายกัน แต่จะใช้แทนกันไม่ได้เพราะค่าตัวเลขต่างกัน P-h Diagram ของสารทำความเย็นชนิดไหนก็จะใช้ได้เฉพาะกับสารทำความเย็นชนิดนั้น จะใช้กับระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็นชนิดอื่นไม่ได้

โครงสร้างของ P-h Diagram ได้แสดงดังรูปที่ 2-6 ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนที่น้ำยามีสภาพอิ่มตัวซึ่งอยู่ตรงกลาง ส่วนนี้น้ำยาที่มีสภาพเป็นของเหลวพร้อมที่จะระเหยหรือเดือดเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ในทางกลับกันน้ำยาที่มีสถานะเป็นไอพร้อมที่จะกลั่นตัวเป็นของเหลว

2. ส่วนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพของน้ำยาเหลวอิ่มตัวซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายมือ น้ำยามีสถานะเป็นของเหลวอัดตัว (Subcooled)

3. ส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าสภาพของน้ำยาในสถานะไออิ่มตัว ซึ่งอยู่ทางด้านขวาของน้ำยา ซึ่งมีสถานะเป็นไอ (Superhearted)

รูปที่ 2-6 โครงสร้าง P-h Diagram

รายละเอียดโครงสร้าง P-h Diagram แสดงโดยรูปที่ 2-7

1. เส้นความดันสมบูรณ์มีหน่วยเป็น psia เป็นเส้นที่อยู่ในแนวนอนตลอด

2. เส้นอัตราส่วนระหว่างน้ำยาเหลวกับน้ำยาที่เป็นไอ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เป็นเส้นโค้งในแนวตั้งซึ่งอยู่ในส่วนกลาง (เส้นประ) แต่ละเส้นจะบอกถึงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของน้ำยาอิ่มตัวที่มีสภาพเป็นของเหลวพร้อมที่จะระเหย หรือเดือดเป็นไอ ในทางกลับกันไอที่จะกลั่นตัวเป็นของเหลวเส้นซ้ายมือสุดเป็นเส้นของเหลวอิ่มตัว ส่วนเส้นที่อยู่ขวาสุดเป็นเส้นไออิ่มตัว

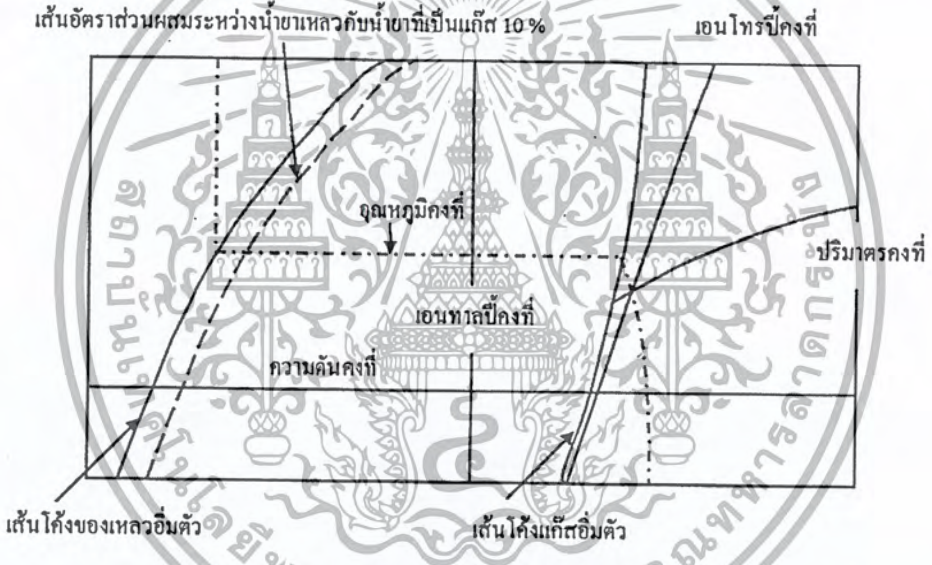
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เส้นอุณหภูมิมีหน่วยเป็น ฟาเรนไฮต์ เป็นเส้นประ เส้นอุณหภูมินี้จะอยู่ในแนวนอนเฉพาะที่น้ำยามีสภาพอิ่มตัวเท่านั้นเพราะอุณหภูมิจะสัมพันธ์กับความดัน และจะสูงขึ้นเมื่อน้ำยามีสภาพเป็นของเหลวอิ่มตัวหรือมีอุณหภูมิน้อยกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว และจะต่ำลงเมื่อน้ำยามีสภาพเป็นไอดงหรือมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว

4. เส้นเอนทาลปีคงที่ (Constant Enthalpy) มีหน่วยเป็น Btu/lb เป็นเส้นที่อยู่ในแนวตั้ง

5. เส้นปริมาตรจำเพาะ (Constant Volume) มีหน่วยเป็น lb/ft^3 เป็นเส้นโค้งในแนวนอนเอียงขึ้นเล็กน้อยอยู่ทางขวามือ ซึ่งอยู่ในส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำยาที่มีสภาพเป็นไออิ่มตัว

6. เส้นเอนโทรปีคงที่ (Constant Entropy) มีหน่วยเป็น Btu/lb-R เป็นเส้นทแยงมุมในแนวดิ่งแยกขึ้นจากเส้นไออิ่มตัว ซึ่งอยู่ในส่วนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไออิ่มตัว เส้นนี้แสดงการอัดตัวของน้ำยาที่มีสภาพเป็นไอให้มีความดันสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยไม่มีการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทาน



รูปที่ 2-7 โครงสร้าง P-h Diagram แสดงเส้นความดันคงที่ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรคงที่และเอนทาลปี

2.8 วัฏจักรทางปฏิบัติของการทำความเย็น (Actual Vapor Compression Refrigerating Cycle)

ในระบบท่อสารทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นจะมีความดันตก เนื่องจากความฝืดตามจุดต่างๆของระบบท่อซึ่งจะต้องลดหรือขจัดให้ได้เพื่อให้การไหลของสารความเย็นเป็นไปได้โดยสะดวก การสูญเสียของความดันมีทั้งที่อีแวปโพเรเตอร์ที่คอนเดนเซอร์หรือตามข้อต่อต่างๆจึงจะพิจารณาแต่ละจุดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความดันตกในท่อดูด (Suction Line) สภาพของสารทำความเย็นที่ผ่านพ้นอีแวปโพเรเตอร์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆของอีแวปโพเรเตอร์ และสภาพของสารทำความเย็นก่อนเข้าอีแวปโพเรเตอร์ ทำนองเดียวกัน ความดันตกในท่อดูดในช่วงระหว่างอีแวปโพเรเตอร์และคอมเพรสเซอร์มีส่วนช่วยให้สารความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์อยู่ในสภาพของไอ แต่มีข้อจำกัดอยู่โดยในหลักปฏิบัติ ขนาดของท่อสารทำความเย็นมีผลต่อความดัน หากท่อเล็กความดันสูญเสียหรือความดันตกคร่อมจะมาก ถ้าใช้ท่อโตความดันสูญเสียจะน้อย แต่มีปัจจัยอื่นที่ควรพิจารณาคือ หากใช้ท่อโต ค่าใช้จ่ายจะมาก โดยหลักเศรษฐศาสตร์ทางการค้าจะต้องให้สมดุลระหว่างความดันสูญเสียเปรียบเทียบกับราคาท่อ ในงานเครื่องทำความเย็นความดันสูญเสียหรือความดันตกคร่อมเปรียบเทียบกับการลดลงของอุณหภูมิ ความดันตกในท่อดูดเทียบเท่ากับการลดลงของอุณหภูมิไม่เกิน 2 องศาฟาเรนไฮต์ถือว่าเป็นการออกแบบที่เหมาะสม จาก P-h Diagram ความดันตกในท่อดูดเกิดในลักษณะตามเส้นเอนทาลปีคงที่ ซึ่งปกติท่อดูดจะมีฉนวนหุ้มเพื่อจำกัดความร้อนที่มาจากภายนอกรอบท่อดูดมาเพิ่มให้กับสาร-ทำความเย็นที่กำลังจะเข้าเครื่องอัด

2. ความดันตกในท่อจ่าย (Discharge Line) ความดันตกที่เกิดกับไอสารความเย็นร้อนหลังจากสารทำ-ความเย็นถูกอัดแล้วและจ่ายออกมาตามท่อจ่าย จาก P-h Diagram จุดที่ความดันตกลงมาเป็นทางเข้าคอนเดนเซอร์ การเกิดความดันตกที่ท่อจ่ายมีผลคือความดันของการควบแน่น (Condensing Pressure) ต่ำ

3. ความดันตกในท่อของเหลว (Liquid Line) โดยหลักการแล้วความดันตกในท่อของเหลวคือจากทางออกของสารทำความเย็นเหลวที่ส่วนท้ายของคอนเดนเซอร์ถึงตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็น ความดันนี้จะไม่มีผลต่อพลังงานความร้อนของระบบทำความเย็น แต่ถึงแม้จะไม่มีผลเสียหากมองข้ามไปอาจทำให้ระบบเครื่องทำความเย็นนั้นหย่อนประสิทธิภาพลง เพราะความดันในท่อของเหลวที่ลดลงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดไอขยายตัว (Flash Gas) ของสารทำความเย็นที่จะเข้าตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็น ด้วยเหตุที่ตัวควบคุมสารทำความเย็นออกแบบมาสำหรับเฉพาะสารทำความเย็นเหลว ถ้ามีไอขยายตัวปนอยู่ในสารทำความ-เย็น จะทำให้ปริมาณสารทำความเย็นที่ส่งผ่านตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็นมีจำนวนไม่ถูกต้องโดยต่ำกว่าปริมาณใช้งานของระบบ ด้วยเหตุนี้การให้ระบบทำความเย็นมีอุณหภูมิของสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์ต่ำกว่าอุณหภูมิของเหลวอิ่มตัว (Subcooled Liquid) จึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. ความดันตกในอีแวปโพเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ การตกลงของความดันมีผลให้สถานะการถ่ายเทความร้อนที่อีแวปโพเรเตอร์และที่คอนเดนเซอร์เปลี่ยนไป รวมถึงอัตราส่วนการอัดด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากความดันจากคอนเดนเซอร์ตกมาเกินไป ความดันที่เหลือสู่ตัวควบคุมปริมาณสารทำความเย็นอาจไม่มากพอที่จะทำให้ตัวควบคุมทำงานตามปกติได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อุณหภูมิของสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์ถูกทำให้ต่ำกว่าอุณหภูมิของเหลวอิ่มตัว (Subcooled Liquid) ก่อนที่จะผ่านเข้าไปในวาล์วขยายตัว (Expansion valve) เพื่อทำให้ค่าการทำความเย็น (Refrigerating Effect, R.E.) ต่อหน่วยมวลของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น

6. ไอของสารทำความเย็นจะเป็นไอร้อนยวดยิ่งก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์เป็นการทำให้ค่าการทำความ-เย็นต่อหน่วยมวลสารทำความเย็นเพิ่มขึ้นอีก

2.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

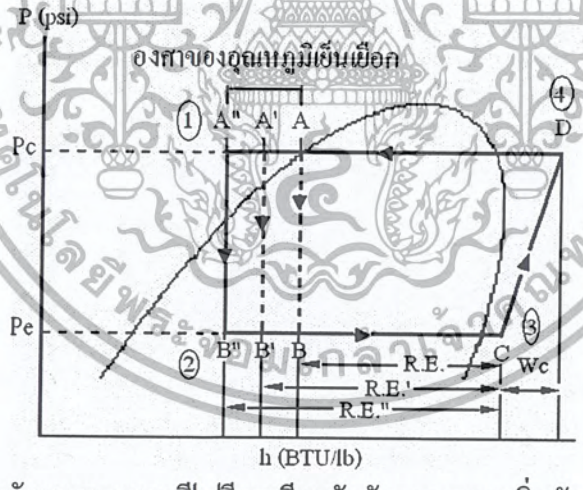
คอมเพรสเซอร์ (Compressor) กำลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์สามารถหาได้จาก

$$w_c = (h_4 - h_3) \qquad \text{..... (2.2)}$$

เมื่อ w_c คือ กำลังงานที่ใช้ของคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/min

h_3 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นก่อนที่จะเข้าคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

h_4 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb



รูปที่ 2-8 แผนภูมิความดันและเอนทาลปีเปรียบเทียบวัฏจักรของเหลวอิ่มตัวกับต่ำกว่าของเหลวอิ่มตัว

คอนเดนเซอร์ (Condenser) ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกที่คอนเดนเซอร์หาได้จาก

$$q_c = m(h_4 - h_1) \qquad \text{..... (2.3)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เมื่อ q_c คือ ความร้อนที่ไอของสารทำความเย็นคายให้กับตัวกลางหล่อเย็นในเครื่องคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/min

h_1 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

m คือ มวลของสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีหน่วยเป็น lb/min

อีแวปโพเรเตอร์ (Evaporator) ค่าการทำความเย็นที่อีแวปโพเรเตอร์หาได้จาก

$$R.E. = (h_3 - h_2) \qquad \text{..... (2.4)}$$

เมื่อ Refrigeration Effect (R.E.) คือ ค่าการทำความเย็น มีหน่วยเป็น Btu/hr

h_3 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าอีแวปโพเรเตอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

h_2 คือ เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปโพเรเตอร์ มีหน่วยเป็น Btu/lb

ประสิทธิภาพของการทำความเย็น

$C.O.P.$ = ปริมาณค่าความเย็นที่ทำได้ / พลังงานที่ใช้ขับเครื่องอัด

$$C.O.P. = \frac{R.E.(BTU/hr)}{W_c(BTU/hr)} \qquad \text{..... (2.5)}$$

อัตราการส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio)

EER = ปริมาณค่าความเย็นที่ทำได้ / กำลังไฟฟ้าที่เครื่องอัด

$$EER = \frac{R.E.(BTU/hr)}{Watt} \qquad \text{..... (2.6)}$$

หลักการเปลี่ยนค่า $C.O.P.$ เป็น EER

$$0.293\ BTU/_{hr} = 1\ Watt$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
11917

เพราะฉะนั้น $1\ BTU/hr = 3.412\ Watt$

$$C.O.P. = \frac{BTU/hr}{BTU/hr} = \frac{BTU/hr}{3.412 Watt} = \frac{EER}{3.412 Watt} \quad \text{..... (2.7)}$$

$$EER = \frac{BTU/hr}{watt} = (C.O.P)(3.412) \quad \text{..... (2.8)}$$

2.10 อุณหพลศาสตร์ (Thermodynamics)

หมายถึงปรากฏการณ์ของพลังงานหลายๆอย่างโดยเฉพาะปรากฏการณ์ของการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานอย่างอื่นหรือเปลี่ยนพลังงานอื่นๆเป็นพลังงานความร้อน

2.10.1 ระบบ (System)

ในที่นี้หมายถึงสิ่งที่มีขอบเขตอาจจะเป็นขอบเขตในจินตนาการ ซึ่งการกำหนดขอบเขตจะกำหนดที่ไหนก็ได้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ว่าจะศึกษาคุณสมบัติใดที่จุดไหน

1. ระบบปิด คือ ระบบที่ไม่มีการไหลของมวล หมายถึง ในขณะที่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงานเราสนใจเฉพาะตัวกลางที่อยู่ในขอบเขตของระบบเท่านั้น ซึ่งอาจจะมีพลังงานเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากระบบก็ได้ แต่มวลในระบบจะต้องคงที่ เราอาจเรียกระบบนี้ว่า Control Mass System

2. ระบบเปิด คือระบบที่มีขนาดการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน มวลสารของตัวกลางจะมีการเคลื่อนที่ผ่านขอบเขตของระบบด้วยอัตราคงที่หรือไม่คงที่ก็ได้ และพลังงานอาจจะมีการเคลื่อนที่ผ่านขอบเขตของระบบก็ได้ เราอาจเรียกระบบนี้ว่า ระบบควบคุมปริมาตร (Control Volume System) ระบบเปิดแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- ระบบที่มีการไหลสม่ำเสมอ (Steady Flow System) หมายถึง ระบบเปิดชนิดที่มีมวลของสารตัวกลางที่เข้าและออกจากระบบในช่วงเวลาหนึ่งเท่ากัน และในระบบนี้พลังงานที่สะสมอยู่ภายในระบบไม่เปลี่ยนแปลง

- ระบบที่มีการไหลไม่สม่ำเสมอ (Unsteady Flow System) หมายถึง ระบบเปิดชนิดที่มีมวลของสารตัวกลางที่เข้าและออกจากระบบในช่วงเวลาหนึ่งไม่เท่ากัน และในระบบนี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่สะสมอยู่ภายในระบบ

2.10.2 กฎข้อที่1 ของอุณหพลศาสตร์ (The first Law of Thermodynamics)

ก่อนหน้านี้เราได้รู้จักกับความร้อน (Heat) งาน (Work) และพลังงานความร้อน (Total Energy) กันมาแล้ว ต่อจากนี้เราจะพูดถึงความร้อนสัมพันธ์กันของค่าทั้งสาม กฎข้อที่1 ของอุณหพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศาสตร์ (The first Law of Thermodynamics) หรือเรียกง่ายๆส่า กฎทรงพลังงาน (Conservation of Energy) ซึ่งกล่าวว่าพลังงานไม่สามารถสร้างหรือทำลาย แต่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปได้

สำหรับระบบปิด หรือ ควบคุมมวลจะได้ว่า

ผลรวมสุทธิของพลังงานที่ถ่ายเท = ค่าที่เพิ่มขึ้นสุทธิ (หรือลดลง)
สู่ระบบในรูปของความร้อนและพลังงาน ของพลังงานรวมของระบบ

หรือ $$Q - W = \Delta E \qquad \text{..... (2.9)}$$

$Q =$ การถ่ายเทความร้อนผ่านขอบเขต ($= \Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out}$)

$W =$ งานสุทธิที่ป้อนให้กับระบบ (ทุกรูปแบบ) ($= \Sigma W_{out} - \Sigma W_{in}$)

$\Delta E =$ การเปลี่ยนแปลงสุทธิของพลังงานรวมของระบบ ($E_2 - E_1$)

จากสมการข้างต้น เมื่อพิจารณารูปของปริมาณต่อมวล แล้วจะได้ว่า

$$q - w = \Delta e \qquad [\text{kJ/kg}] \qquad \text{.....(2.10)}$$

จากสมการข้างต้น เมื่อพิจารณารูปของปริมาณต่อเวลา แล้วจะได้ว่า

$$Q - W = \frac{dE}{dt} \qquad [\text{kW}] \qquad \text{.....(2.11)}$$

จากความรู้เบื้องต้นทำให้เราทราบว่า พลังงานรวมของระบบ (E) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ พลังงานภายใน (Internal Energy: U), พลังงานจลน์ (Kinetic Energy: KE) และ พลังงานศักย์ (Potential Energy: PE) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในของระบบในขบวนการสมการแสดงได้โดยผลรวมของค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของพลังงานภายใน, พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์

$$\Delta E = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE \qquad \text{.....(2.12)}$$

แทนสมการ (2.12) ลงในสมการ (2.9) จะได้

$$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE \quad [\text{kJ}] \qquad \text{.....(2.13)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่ง $$\Delta U = \dot{m}(u_2 - u_1)$$

$$\Delta KE = \tfrac{1}{2}\dot{m}(V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta PE = \dot{m}g(z_2 - z_1)$$

ระบบโดยส่วนใหญ่แล้ว ระบบปิดโดยส่วนใหญ่จะเป็นระบบที่อยู่กับที่ (Stationary) จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็วและระดับความสูง ซึ่งจะได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์มีค่าน้องมากจนถือว่าตัดออกได้ และจะทำให้กฎข้อที่ 1 ลดรูปเหลือ

$$Q - W = \Delta U \qquad \text{..... (2.14)}$$

2.11 คุณสมบัติของอากาศเปียก (Moist Air Properties)

อากาศในบรรยากาศทั่วไปจะเป็นการผสมกันระหว่างอากาศแห้ง (Dry Air) รวมตัวเข้ากับไอน้ำ ในส่วนของอากาศแห้งจะเกิดจากการรวมตัวกันของก๊าซต่างๆ เช่น ไนโตรเจน ออกซิเจน อาร์กอน และ คาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับในส่วนของไอน้ำในอากาศจะสามารถมีจำนวนของไอน้ำได้ตั้งแต่ศูนย์ ไปจนกระทั่งมากที่สุดที่อากาศสามารถมีได้ ณ อุณหภูมิและความดันของอากาศจุดต่างๆที่ทำการพิจารณา ซึ่งในกรณีหลังนี้อาจเรียกว่า อากาศอิ่มตัว (Saturated Air)

2.11.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (dry bulb temperature, DB)

หมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง ในการจัดจะต้องให้กระเปาะอยู่ในที่อากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อให้ค่าที่อ่านได้ถูกต้องและป้องกันค่าที่ผิดพลาดจากการแผ่รังสี

2.11.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature, WB)

หมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าที่ชื้น โดยมีกระแสลมที่มีความเร็วระหว่าง 5 และ 10 เมตรต่อวินาทีพัดผ่านกระเปาะ

2.11.3 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature)

คืออุณหภูมิแรกเมื่อมีการกลั่นตัวเกิดขึ้น หลังจากอากาศถูกให้ความเย็น ณ ความดันและความชื้นคงที่

2.12 ตัวแปรเสริมพื้นฐาน (Fundamental Parameters)

ความดันของอากาศเปียก (Total Pressure of Moist Air) คือ ผลรวมของความดันส่วนที่เป็นอากาศแห้งและส่วนที่เป็นไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P = P_a + P_v \qquad \text{..... (2.17)}$$

ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute Humidity: ω) หรือในบางครั้งเรียกว่า ความชื้นจำเพาะ (Specific Humidity) คืออัตราส่วนโดยมวลของไอน้ำ (m_v) ต่ออากาศแห้ง (m_a)

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} \qquad \text{..... (2.18)}$$

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity: $\emptyset$) คืออัตราส่วนโดยโมล (Mole fraction) ของไอน้ำในอากาศเปียก (x_v) ต่อมวลของไอน้ำในอากาศอิ่มตัว (x_g) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

$$\emptyset = \left|\frac{x_v}{x_g}\right|_{t,P} \qquad \text{..... (2.19)}$$

ซึ่งสำหรับก๊าซในอุดมคติ โมลจะเท่ากับอัตราส่วนความดันย่อยของแต่ละองค์ประกอบ นั่นคือ

$$x_v = \frac{P_v}{P} \qquad \text{..... (2.19a)}$$

$$x_g = \frac{P_g}{P} \qquad \text{..... (2.19b)}$$

ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์สามารถจัดให้อยู่ในรูป

$$\emptyset = \left|\frac{P_v}{P_g}\right|_{t,P} \qquad \text{..... (2.20)}$$

โดยกฎก๊าซอุดมคติ (Perfect Gas Law) สามารถหาความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นสัมบูรณ์ได้

$$m_v = \frac{P_a V}{R_a T} = \frac{P_a V M_a}{\bar{R} T} \qquad \text{..... (2.21)}$$

และ

$$m_a = \frac{P_a V}{R_a T} = \frac{P_a V M_a}{\bar{R} T} \qquad \text{..... (2.22)}$$

ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\omega = \frac{M_v P_v}{M_a P_a} \quad \text{..... (2.23)}$$

ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ

$$\omega = 0.6219 \frac{P_v}{P_a} \quad \text{..... (2.23a)}$$

$$\omega = 0.6219 \frac{P_v}{P - P_v} \quad \text{..... (2.23b)}$$

รวมสมการ (2.19) และ (2.13b) จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นสัมบูรณ์

$$\emptyset = \frac{\omega P}{(0.6219 + \omega) P_g} \quad \text{..... (2.24)}$$

เอนทาลปีของอากาศเปียก เป็นผลรวมของเอนทาลปีของไอน้ำและอากาศแห้ง เทียบกับมวลของอากาศแห้ง

$$h = h_a + \omega h_v \quad \text{..... (2.25)}$$

ซึ่งค่าเอนทาลปีจะเป็นฟังก์ชั่นของอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว ทำให้สามารถจัดรูปของเอนทาลปีของอากาศเปียกใหม่เป็น

$$h = C_p T + \omega h_g \quad \text{..... (2.26)}$$

โดยที่ C_p คือค่าความร้อนจำเพาะ (Specific heat) สำหรับอากาศจะมีค่า *1.005 kJ/kg.C*

2.13 แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart)

แผนภูมิไซโครเมตริกเป็นกราฟซึ่งแสดงคุณสมบัติของอากาศ แสดงในรูป ค่าที่กำหนดในแผนภูมิเป็นค่าที่ได้จากอากาศมาตรฐานและที่ความกดดันของบรรยากาศ

ตารางรูปที่ 2-9 เป็นการแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั่วๆ ไปของแผนภูมิไซโครเมตริก และคุณสมบัติพื้นฐานบางอย่างของอากาศ

1. เส้นในแนวดิ่งของแผนภูมิเป็นเส้นอุณหภูมิ DB คงที่
2. เส้นในแนวราบเป็นเส้นอุณหภูมิ DP คงที่ และอัตราส่วนความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เส้นที่ลากทแยงมุม เป็นเส้นอุณหภูมิ WB คงที่
4. เส้นที่ลาดในแนวดิ่งแต่เฉียงมาทางด้านขวาเป็นเส้นปริมาตรจำเพาะคงที่
5. เส้นโค้งที่ลากจากด้านล่างซ้ายมือไปยังด้านขวามือบนแผนภูมิเป็นเส้นความชื้นสัมพัทธ์ (RH) และเส้นส่วนโค้งทางซ้ายสุดของแผนภูมิเป็นส่วน 100% RH และเป็นที่รู้กันเป็นเส้นอิ่มตัว อากาศที่สภาวะเช่นนี้
6. เส้นโค้งหักเห (Deviation curve) เป็นเส้นของเอนทาลปีที่ผิดไปจาก เอนทาลปีจำเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-9 แผนภูมิไซโครเมทริก

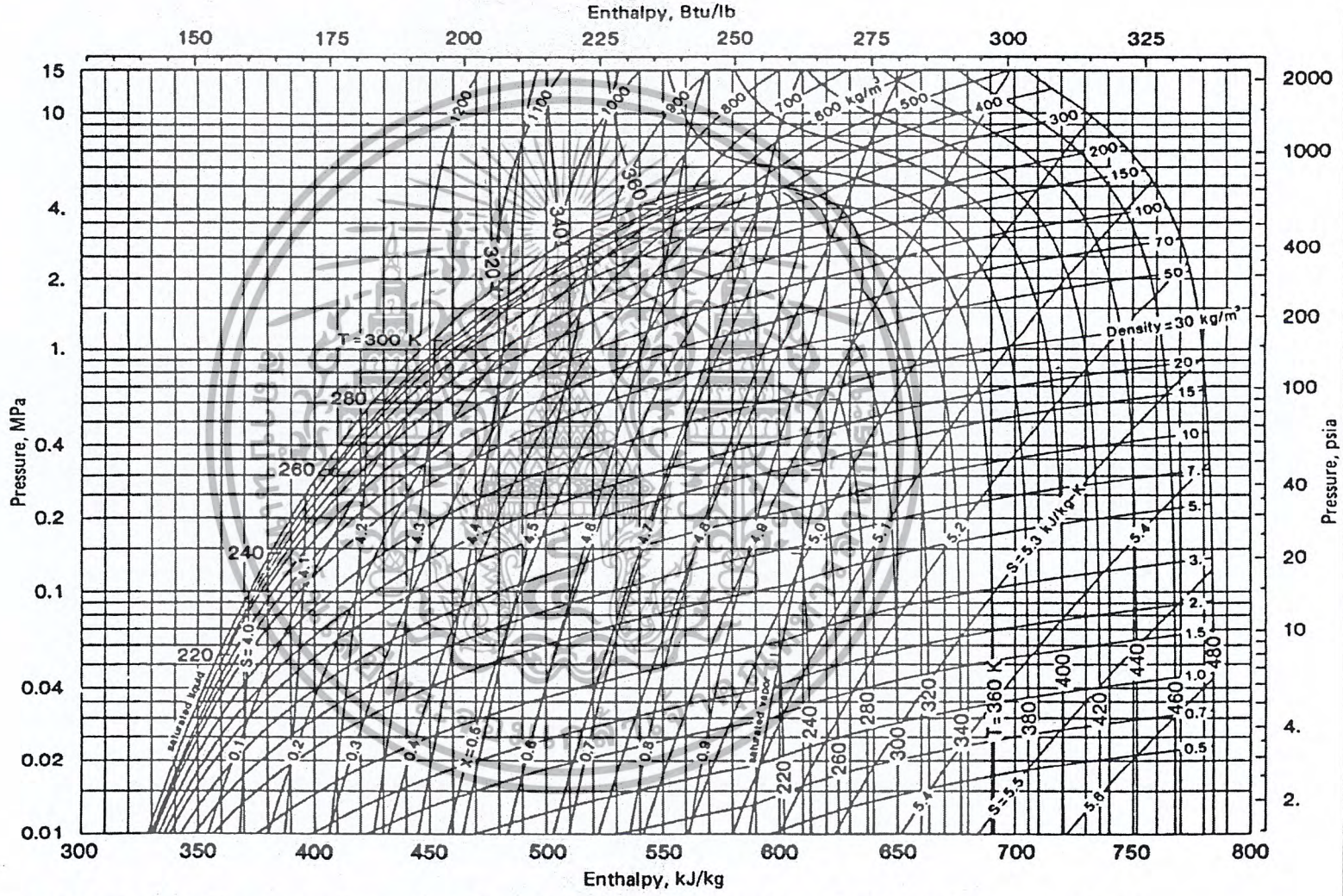


FIG. 3-35 Enthalpy–log-pressure diagram for Refrigerant 22. 1 MPa = 10 bar. *(Copyright 1981 by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers and reproduced by permission of the copyright owner.)*

รูปที่ 2-10 แผนภูมิ P-h ของสารทำความเย็น R-22

2.14 กระบวนการปรับอากาศ (Air conditioning Process)

2.14.1 อัตราส่วนความร้อนสัมผัส (Sensible Heat Factor: SHF)

หมายถึง สมรรถนะของอีแวปอเรเตอร์ในการลดความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) เมื่อเปรียบเทียบกับสมรรถนะในการทำความเย็นของอีแวปอเรเตอร์ทั้งตัว โดยการลดอุณหภูมิลงของอากาศที่อยู่ในบริเวณที่จะปรับอากาศสัมพัทธ์กับความชื้นในอากาศ ด้วยเหตุที่งานปรับอากาศเป็นงานปรับทั้งอุณหภูมิและความชื้นเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ที่อยู่ในห้องปรับอากาศ ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทออกจากห้องจึงต้องมีความร้อนสัมพัทธ์และความร้อนแฝง โดยหากให้อุณหภูมิของอากาศลดลงแต่เม็ดน้ำในอากาศยังมีเท่าเดิม เป็นการลดความร้อนสัมพัทธ์ (Sensible Heat) แต่ด้วยเหตุที่อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อจำนวนเม็ดน้ำในอากาศ ถ้าอุณหภูมิลดลงจนถึงจุดน้ำค้าง (Dew Point) เม็ดน้ำในอากาศจะรวมตัวกันเป็นหยดน้ำ ความร้อนในอากาศจะถูกถ่ายเท ในช่วงนี้จะเป็นความร้อนแฝง (Latent Heat) กล่าวโดยสรุป อากาศที่ถูกลดอุณหภูมิอย่างเดียวเป็นการถ่ายเทความร้อนสัมผัส หากเป็นการลดความชื้นในอากาศโดยอุณหภูมิยังคงเดิมเป็นการถ่ายเทความร้อนแฝง ดังนั้นหากอีแวปอเรเตอร์มีสมรรถนะในการทำความเย็น *1* ตัน (12,000 Btu/hr) และมีอัตราส่วนความร้อนสัมผัส *0.85* หมายความว่า อีแวปอเรเตอร์มีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนสัมผัส *10200 Btu/hr* (85% ของ 12,000 Btu/hr) และมีความสามารถในการถ่ายเทความร้อนแฝง *1,800 Btu/hr* (12,000-10,200) ปกติการกำหนดอัตราส่วนของความร้อนสัมผัสอยู่กับสภาพและคุณภาพของอากาศ

2.14.2 กระบวนการทำความร้อนหรือทำความเย็นของอากาศ (Heating or Cooling of Moist Air)

เมื่ออากาศถูกเพิ่มความร้อนหรือทำให้เย็นลง โดยไม่มีการสูญเสียหรือเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในอากาศ ในแผนภูมิไซโครเมตริกกระบวนการจะดำเนินเป็นเส้นตรงตามแนวนอน เนื่องมาจากความชื้นสัมบูรณ์คงที่ตลอดกระบวนการ กระบวนการเช่นนี้สามารถเกิดขึ้นเมื่ออากาศเปียกไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger)

ในการเพิ่มความเย็น ถ้าอุณหภูมิที่ผิว (Surface Temperature) มีค่าน้อยกว่าอุณหภูมิที่จุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature) ของอากาศเปียกแล้ว การลดความชื้น (Dehumidification) จะเกิดขึ้น

โดยปริมาณความร้อนที่เพิ่มหรือลดลงของกระบวนการสามารถหาได้จากสมการ

$$\dot{q} = \dot{m}_a C_p (T_1 - T_2) \qquad \text{..... (2.27)}$$

สำหรับในระบบห้องวัดความร้อน กระบวนการทำความร้อนจะเกิดขึ้นที่ชุดควบคุมอุณหภูมิอากาศ เพื่อต้องการให้ความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.3 กระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นของอากาศ (Cooling and Dehumidifying of Moist Air)

จากรูปที่ 2.4 และ 2.5 แสดงอุปกรณ์สำหรับทำความเย็นและความชื้นของอากาศและกระบวนการที่เกิดขึ้นบนไซโครเมตริก ถึงแม้ว่าระหว่างกระบวนการที่เกิดขึ้นจริงจะเกิดการแปรผันของคุณสมบัติต่างๆของอากาศตามชนิดของพื้นที่ผิว อุณหภูมิที่ผิว และอัตราการไหลแต่ในส่วนของการถ่ายเทมวลและพลังงานสามารถพิจารณาคุณสมบัติต่างๆของอากาศได้ ณ จุดอ้างอิง นั่นคือ จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย

เมื่ออากาศถูกทำให้เย็นลง จนอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature) ไอน้ำบางส่วนจะกลั่นตัวออกไปจากอากาศเปียก ซึ่งส่วนของความชื้นในอากาศจะลดลง

ความร้อนที่ใช้ในกระบวนการนี้ เป็นผลรวมของส่วนการถ่ายเทความร้อนสัมผัส (Sensible Heat: q_s) และความร้อนแฝง (Latent Heat : q_l) ที่ซึ่งการถ่ายเทความร้อนสัมผัสนั้นเกี่ยวข้องกับการลดอุณหภูมิลงของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และการถ่ายเทความร้อนแฝงจะเกี่ยวข้องกับการลดลงของความชื้นสัมบูรณ์ สามารถกำหนดโดย

$$\dot{q}_s = \dot{m}_a C_p (T_1 - T_2) \quad \text{..... (2.28)}$$

และ

$$\dot{q}_l = \dot{m}_a (\omega_1 - \omega_2) h_{fg} \quad \text{..... (2.29)}$$

นอกจากนั้นแล้ว ยังสามารถกำหนดค่าของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงได้จากการพิจารณาจากรูปที่ *3* และจัดรูปได้ใหม่เป็น

$$\dot{q}_s = \dot{m}_a (h_a - h_2) \quad \text{..... (2.30)}$$

$$\dot{q}_l = \dot{m}_a (h_1 - h_a) \quad \text{..... (2.31)}$$

ซึ่งผลรวมของความร้อนทั้งหมดหาได้จาก

$$q = q_s + q_l$$

$$= \dot{m}_a (h_1 - h_2) \quad \text{..... (2.32)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอัตราส่วนภาระ (Sensible Heat Factor: SHF) คืออัตราส่วนความร้อนสัมผัสต่อความร้อนรวมทั้งหมด

$$SHF = \frac{q_s}{q_s+q_l} \quad \text{..... (2.33)}$$

จากสมการ (2.19) และ (2.22)

$$SHF = \frac{c_p(T_1-T_2)}{h_1-h_2} \quad \text{..... (2.34)}$$

สำหรับกระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นนี้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบริเวณขดท่อทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศนั่นเอง และอัตราการไหลของมวลอากาศแห้งที่ไหลผ่านกระบวนนี้หาได้จาก

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{q}_{total}}{h_1-h_2} \quad \text{..... (2.35)}$$

จากการพิจารณาการสมดุลมวลที่บริเวณทางเข้าและทางออกจากระบบ สามารถพิจารณาหามวลในส่วนที่เป็นไอน้ำและอากาศได้คือ

$$\dot{m}_w = \dot{m}_a(\omega_1-\omega_2) \quad \text{..... (2.36)}$$

2.14.4 กระบวนการทำความร้อนและเพิ่มความชื้น (Heating and Humidifying of Moist Air)

อากาศจะถูกเพิ่มทั้งความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ ทำให้อุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งสูงขึ้น เนื่องจากความร้อนที่เพิ่มให้ระบบจะเพิ่มทั้งความร้อนสัมพัทธ์และความร้อนแฝง

กระบวนการทำความร้อนและเพิ่มความชื้น จะเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นกับชุดควบคุมความชื้นในห้องทดสอบ เพื่อเป็นการเพิ่มความชื้นให้กับภาวะของห้อง เมื่อปริมาณความชื้นภายในห้องทดสอบลดลง เนื่องจากการกลั่นตัวขึ้นจากกระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นที่บริเวณขดท่อทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ

จากสมการมวลและการสมดุลพลังงาน สามารถพิจารณาหาความร้อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นที่ชุดควบคุมความชื้น ด้วยสมการ

$$\dot{Q} = \dot{m}_a\left[(h_2-h_1)+h_{f2}(\omega_2-\omega_1)\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q = \dot{m}_a[C_{pa}(T_2 - T_1) + \omega_2 h_{fg} + \omega_1(h_{f2} + h_{g1})] \quad \text{..... (2.37)}$$

2.15 ระบบห้องวัดความร้อน (Room Calorimeter System)

ในการทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบทำความเย็นจำเป็นต้องมีการควบคุมสภาวะอากาศอย่างเที่ยงตรงแม่นยำ และเมื่อใดที่ต้องการวัดค่าความจุความร้อน และ/หรือสมรรถนะในการปฏิบัติของอุปกรณ์ในระบบทำความเย็น ห้องวัดความร้อนมักถูกนำมาใช้เสมอ

ห้องวัดความร้อนที่ใช้มีอยู่ 2 แบบ คือ

2.15.1 ห้องวัดความร้อนแบบปรับสมดุลให้กับบรรยากาศโดยรอบ (Balance Ambient Room Type Calorimeter)

ห้องวัดความร้อนนี้มีการควบคุมความร้อนสูญเสียอย่างได้ผล โดยแบ่งออกเป็นส่วนของห้องชั้นใน (Room-Side Compartment) และส่วนของห้องชั้นนอก (Outdoor-Side Compartment) บรรยากาศแวดล้อมของห้องทั้งสองจะถูกควบคุมไว้ให้มีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ระหว่างห้องทั้ง 2 ส่วนนี้จะถูกกั้นไว้อย่างดีเพื่อป้องกันอากาศรั่วไหลระหว่างทั้ง 2 ส่วน

เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆที่แสดงไว้ในส่วนย่อยนั้นจุดประสงค์เพื่อรักษาสมดุลของอุณหภูมิ และความชื้น ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 4

รูปที่2-11 ตัวอย่างห้องวัดความร้อนแบบสอบเทียบ

2.15.2 ห้องวัดความร้อนแบบสอบเทียบ (Calibrated Room Type Calorimeter)

ในกรณีนี้ ด้านบน, ด้านล่าง และด้านข้าง จะต้องมีการบุฉนวนทุกด้านเพื่อป้องกันมิให้มีความร้อนสูญเสียจากบรรยากาศโดยรอบ โดยกำหนดไว้ไม่เกิน 5.0% ของความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องที่ทดสอบ การทดสอบจะดำเนินไปโดยจะมีการสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศโดยรอบเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งจะมีผลในการคำนวณค่าต่างๆ ด้วย ซึ่งค่าคงที่ของการสูญเสียความร้อนจะสามารถหาได้โดยการทำการสมดุลพลังงานของระบบนี้

ห้องวัดความร้อนต้องมีขนาดเพียงพอที่จะทดสอบเครื่องปรับอากาศขนาดต่างๆ โดยให้อากาศไหลเข้าและส่งออกจากเครื่องปรับอากาศได้โดยสะดวก ตามตารางที่ 2.2

ขีดความสามารถทำความเย็นที่กำหนดสูงสุดของเครื่อง (W)	ความกว้าง (mm) ต่ำสุด	ความสูง (mm) ต่ำสุด	ความลึก (mm) ต่ำสุด
3000	2400	2100	1800
6000	2400	2100	2400
9000	2700	2400	3000
12000	3000	2400	3700

ตารางที่ 2-2 แสดงขนาดของห้องวัดความร้อน (มอก. 1155-2536 [12])

จากคุณสมบัติของห้องทดสอบชนิดที่กล่าวมาแล้วจะพบว่าห้องวัดความร้อนแบบปรับให้สมดุลกับบรรยากาศโดยรอบ มีความได้เปรียบกว่าห้องแบบสอบเทียบอยู่หลายประการเช่น

-ห้องแบบสอบเทียบจะมีความร้อนที่รั่วไหลออกจากผนังทุกด้านของห้อง ส่วนของแบบปรับสมดุลกับบรรยากาศ จะมีความร้อนรั่วไหลเพียงผนังกั้นกลางระหว่างห้องทั้งสองเท่านั้น ทำให้ง่ายต่อการควบคุมอุณหภูมิ และง่ายต่อการคำนวณ

-ในการบุฉนวนกับความร้อนจะกระทำเพียงผนังกั้นกลางเท่านั้น แต่ห้องวัดแบบสอบเทียบจะต้องบุทุกด้านอย่างดี เพราะมีผลกับค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

2.16 การสมดุลพลังงาน (Balance Energy)

จากคุณสมบัติของการถ่ายเทความร้อนที่กล่าวว่า เมื่ออุณหภูมิระหว่างผิวทั้ง 2 ด้านของระบบมีค่าเท่ากันแล้วจะไม่เกิดการถ่ายเทความร้อน จากคุณสมบัติดังกล่าวเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับห้องทดสอบที่ได้สร้างขึ้น จึงสามารถที่จะตั้งสมมติฐานได้ว่าจะไม่มีการถ่ายเทความร้อนจากห้องชั้นในสู่ห้องชั้นนอก ซึ่งจะเหลือเพียงการถ่ายเทความร้อนระหว่างห้องชุดอีแวปอเรติ้งผ่านผนังกั้นกลางไปสู่ห้องชุดคอนเดนซิ่งเพียงค่าเดียว ($Q_{loss} = 0$)

เมื่อพิจารณาถึงพลังงานศักย์ และพลังงานจลน์ของห้องทดสอบจะพบว่าสามารถที่จะตัดออกได้เนื่องจากระบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว และระดับความสูง ($\Delta KE = 0, \Delta PE = 0$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำงานของห้องชุดอีแวปอเรติ้ง จะพบว่าสภาพอากาศภายในห้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขของสภาวะสม่ำเสมอ (Steady State) ซึ่งจะทำให้ค่าพลังงานภายในของระบบไม่เปลี่ยนแปลง ($\Delta U = 0$) ซึ่งจะทำให้กฎข้อที่ 1 ของอุณหภูมิศาสตร์ ลดรูปเหลือเพียง

$$Q - W = 0$$

และ $$\dot{Q} - \dot{W} = 0 \qquad \text{..... (2.38)}$$

พิจารณาที่ชุดควบคุมความชื้นจะพบว่าสามารถจ่ายความร้อนให้กับระบบเป็นจำนวน

$$q_h = C_p \Delta T$$

หรือ $$\dot{Q}_h = \dot{m} C_p \Delta T$$

ซึ่ง $$\Delta h = C_p \Delta T$$

จะได้ว่า $$\dot{Q}_h = \dot{m} \Delta h \qquad \text{..... (2.39)}$$

ซึ่งค่า Δh คือผลต่างเอนทัลปีของน้ำในชุดควบคุมความชื้น และเอนทัลปีของน้ำที่ไหลออกจากห้องซึ่งเกิดจากความควบแน่นที่อีแวปอเรเตอร์ ซึ่งค่าเอนทัลปีจะได้มาจากการนำอุณหภูมิที่วัดได้จากทั้ง 2 จุดมาเปิดตารางทางอุณหพลศาสตร์ (ภาคผนวก ก.)

สำหรับห้องชุดคอนเดนซิ่งจะมีเงื่อนไขเหมือนกับห้องชุดอีแวปอเรติ้ง แต่จะมีเพิ่มบางส่วน คือ การหาอัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากระบบ โดยชุดทำน้ำเย็น ซึ่งจะมีการคำนวณคล้ายกับชุดควบคุมความชื้น ซึ่งจะได้การถ่ายเทความร้อนของชุดทำน้ำเย็นคือ

$$\dot{Q}_{ch} = \dot{m}_{ch} \Delta h_{ch} \qquad \text{..... (2.40)}$$

ซึ่ง Δh_{ch} คือผลต่างระหว่างเอนทาลปีระหว่างน้ำที่เข้าชุดน้ำเย็น และน้ำที่ออกจากชุดทำน้ำเย็น

2.17 ทฤษฎีการคำนวณ

จากสมการ (2.13) $$Q - W = \Delta U + \Delta KE + \Delta PE$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเงื่อนไขข้างต้น $\Delta U = \Delta KE = \Delta PE = 0$

จะได้ $Q - W = 0$

หรือ $\dot{Q} - \dot{W} = 0$

สำหรับห้องชุดอีแวปอเรติ้ง

ความร้อนในห้องชุดอีแวปอเรติ้งประกอบไปด้วย

-อัตราความร้อนที่ผ่านออกมาทางอีแวปอเรเตอร์ ($\dot{Q}_e$)

-อัตราความร้อนที่รั่วไหลจากห้องชุดคอนเดนซิ่งผ่านผนังเข้าห้องอีแวปอเรติ้ง ($\dot{Q}_p$)

-อัตราความร้อนที่ให้กับน้ำในชุดควบคุมความชื้น ($\dot{Q}_{hu,e}$)

งานที่ให้กับห้องนี้เป็นงานทางไฟฟ้า (Electric Work) ทั้งหมดซึ่งจะทำให้

$$W = \Sigma W_E$$

สำหรับกำลังไฟฟ้าในห้องชุดอีแวปอเรติ้งประกอบด้วย

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ชุดอีแวปอเรเตอร์ ($W_{E,e}$)

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้พัดลม ($W_{E,fa,e}$)

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ฮีทเตอร์ ($W_{E,he,e}$)

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ชุดควบคุมความชื้น ($W_{E,hu,e}$)

นำคุณสมบัติทั้งหมดแทนในสมการ (2.38) จะได้

$$Q - \Sigma W_E = 0$$

$$(-\dot{Q}_e + \dot{Q}_p + \dot{Q}_{hu,e}) - (-(W_{E,e} + W_{E,fa,e} + W_{E,he,e} + W_{E,hu,e})) = 0 \qquad \text{..... (2.41)}$$

จากสมการ (2.39) แทนค่าในสมการ (2.41)

จะได้ $\dot{Q}_e = \dot{Q}_p + \dot{m}_e(h_{e,i} - h_{e,o}) + W_{E,e} + W_{E,fa,e} + W_{E,he,e} + W_{E,hu,e}$ ..... (2.42)

สำหรับห้องชุดคอนเดนซิ่ง

ความร้อนในห้องชุดคอนเดนซิ่งประกอบไปด้วย

-อัตราความร้อนที่ผ่านออกมาทางคอนเดนเซอร์ ($\dot{Q}_c$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-อัตราความร้อนที่รั่วไหลจากห้องชุดคอนเดนซิ่งผ่านผนังเข้าห้องชุดอีแวปอเรติ้ง ($\dot{Q}_p$)

-อัตราความร้อนที่ให้กับน้ำในชุดควบคุมความชื้น ($\dot{Q}_{hu,c}$)

-อัตราการถ่ายเทความร้อนในชุดทำน้ำเย็น ($\dot{Q}_{ch}$)

งานที่ให้กับห้องนี้เป็นงานทางไฟฟ้า (Electrical Work) ทั้งหมดซึ่งจะทำให้

$$\dot{W} = \Sigma W_E$$

สำหรับกำลังไฟฟ้าในห้องชุดคอนเดนซิ่งประกอบไปด้วย

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ชุดคอนเดนเซอร์ ($W_{E,c}$)

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้พัดลม ($W_{E,fa,c}$)

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ฮีทเตอร์ ($W_{E,he,c}$)

-กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ชุดควบคุมความชื้น ($W_{E,hu,c}$)

นำคุณสมบัติทั้งหมดแทนในสมการ (2.39) จะได้

$$Q - \Sigma W_E = 0$$

$$(\dot{Q}_c - \dot{Q}_p + \dot{Q}_{hu,c} - \dot{Q}_{ch}) - (-(W_{E,c} + W_{E,fa,c} + W_{E,he,c} + W_{E,hu,c})) = 0 \quad \text{..... (2.43)}$$

จากสมการ (2.40) แทนค่าในสมการ (2.43)

จะได้

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_p - \dot{m}_c(h_{c,i} - h_{c,o}) + \dot{m}_{ch}(h_{ch,o} + h_{ch,i}) - W_{E,c} - W_{E,fa,c} - W_{E,he,c} - W_{E,hu,c} \quad \text{.....}$$

(2.44)

จากอัตราการถ่ายเทความร้อนที่คำนวณได้จากห้องทั้งสองนั้น สามารถนำมาคำนวณหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio: EER) โดยค่า EER มีหน่วยเป็น Btu/hr W. ดังนั้นสูตรการหา EER ดังนี้คือ

$$EER = \frac{\dot{Q}_e}{W_{aircond}} \times 3.412 \qquad \text{[Btu/hr W]} \qquad \text{..... (2.42)}$$

ซึ่ง $$W_{aircond} = W_{E,e} + W_{E,c} \qquad \text{[kW]}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การสั่งงานทางพอร์ตขนาน

3.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพอร์ตขนาน

การประมวลผลข้อมูลเพื่องานควบคุมนั้น สิ่งแรกจะต้องมีส่วนของสัญญาณอินพุต ซึ่งอาจจะมาจากตัวตรวจจับต่างๆ ผ่านวงจรภาคขยายเพื่อเปลี่ยนรูปแบบสัญญาณอินพุตให้เหมาะสมกับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เมื่อข้อมูลอินพุตถูกส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลข้อมูลที่ได้มาเหล่านั้นให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมก่อนที่จะส่งออกไปยังภายนอกผ่านอุปกรณ์เอาต์พุต ซึ่งอาจจะเป็นการส่งออกไปยังจอภาพ หรือส่งออกไปยังจุดเชื่อมต่ออื่นๆ เพื่อควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตต่อไป

การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกทั้งส่วนของภาคอินพุตและภาคเอาต์พุตสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

- เชื่อมต่อผ่านทางการ์ดอินพุตเอาต์พุต ซึ่งใช้วิธีการเสียบหรือติดตั้งการ์ดลงในสล็อตภายในเครื่องคอมพิวเตอร์
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม
- เชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน
- เชื่อมต่อผ่านระบบมาตรฐานอื่นๆ เช่น พอร์ต USB, พอร์ต SCSI หรือพอร์ต GAME เป็นต้น

3.1.1 ทำไมจึงเลือกใช้งานพอร์ตขนาน

เมื่อเทียบกับการใช้งานการ์ดอินพุตเอาต์พุตที่ต้องติดตั้งอยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว พอร์ตขานมีข้อได้เปรียบอยู่หลายประการดังนี้

ในด้านความปลอดภัย การที่ต้องถอดฝาเครื่องคอมพิวเตอร์ออกมาเพื่อเสียบการ์ดเชื่อมต่อลงในสล็อตของคอมพิวเตอร์ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับส่วนอื่นๆ ของคอมพิวเตอร์ได้ถ้าผู้ใช้งานไม่มีความชำนาญหรือเกิดการต่อวงจรที่ผิดพลาด

ในด้านเข้ากันได้กับคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ การเชื่อมต่อโดยใช้การ์ดที่เสียบลงในสล็อตไม่สามารถใช้กับคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้ทุกรุ่น เช่น คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คจะไม่มีสล็อตเสียบแต่จะมีที่เสียบการ์ด PCMCIA แทน ในขณะที่พอร์ตขนานจะมีติดตั้งอยู่ในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องทั้งนี้เพื่อใช้ในการติดต่อกับเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดด้านพื้นที่ คอมพิวเตอร์บางเครื่องมีการเสียบการ์ดเชื่อมต่อตัวอื่นๆ อยู่แล้ว เช่น การ์ดเสียง การ์ดโมเด็ม เป็นต้น จนไม่มีสล็อตเหลือพอสำหรับเสียบการ์ดเชื่อมต่อเพิ่มเติม

ความสะดวกในการใช้งาน การเชื่อมต่อทางพอร์ตขนานสามารถทำได้ง่ายๆเพียงต่อสายสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับคอนเน็กซ์เตอร์ DB-25 ของพอร์ตขนาน

จำนวนช่องสัญญาณอินพุดเอาต์พุด พอร์ตขนานมีจำนวนพอร์ตอินพุดเอาต์พุดมากเพียงพอที่จะนำไปใช้งานต่างๆ และยังสามารถขยายให้มีจำนวนพอร์ตเพิ่มขึ้นได้ โดยพอร์ตขนานปกติมีจำนวนขา เอาต์พุด 12 ขา และขาอินพุด 5 ขา

ความเร็วในการสื่อสารข้อมูลกับพอร์ตขนาน มีความเร็วเท่ากับการติดต่อกับระบบบัสโดยตรงและมีความเร็วมากกว่าการติดต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม

อะไหล่และชิ้นส่วนประกอบ คอนเน็กเตอร์และสายเชื่อมต่อต่างๆ ของการเชื่อมต่อผ่านทางพอร์ตขนาน หาได้ง่ายและราคาไม่แพง หรืออาจจะสร้างขึ้นเองก็สามารถทำได้ง่ายดาย

จากคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้วนั้นทำให้พอร์ตขนานเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อควบคุมหรือรับสัญญาณข้อมูล นอกจากนี้หากนำคุณสมบัติของการเขียนโปรแกรมง่ายๆ ผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ด้วยโปรแกรม VISUAL BASIC ก็จะสามารถสร้างระบบการเชื่อมต่อที่สมบูรณ์และใช้งานได้ไม่ยาก

3.1.2 ความรู้เบื้องต้นของพอร์ตขนาน

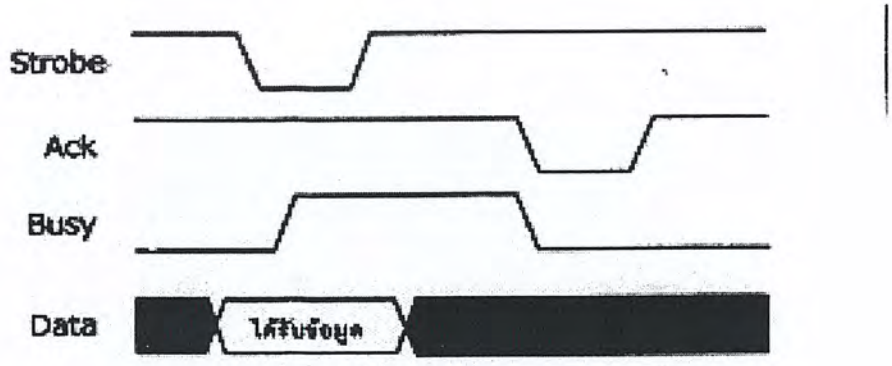
พอร์ตขนาน เป็นการถ่ายทอดข้อมูลแบบขนาน หรือเรียกอีกอย่างว่า พอร์ตเครื่องพิมพ์ เนื่องจากพอร์ตนี้ใช้สำหรับต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์นั่นเอง

การถ่ายทอดข้อมูลแบบขนาน ทำให้พอร์ตมีอัตราการถ่ายทอดข้อมูลสูงกว่าการถ่ายทอดข้อมูลแบบอนุกรม 8-10 เท่า การประมวลผลส่วนใหญ่จะมีขนาด 8 บิต ดังนั้นพอร์ตนี้จึงสามารถรองรับการถ่ายทอดข้อมูล 8 บิต ได้โดยไม่ต้องต่อส่วนเพิ่มเติม

ลักษณะกายภาพของพอร์ตขนาน

เพื่อให้เข้าใจการนำพอร์ตขนานไปใช้งาน ต้องเข้าใจว่าปกตินั้นการสั่งพิมพ์งานจากคอมพิวเตอร์ไปยังพอร์ตขนาน มีรูปแบบการทำงานภายในอย่างไร ในรูปที่ 3-1 แสดงไดอะแกรมเวลาข้อติดต่อระหว่างพอร์ตขนานกับเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะมีสัญญาณใช้งานจริงไม่มาก สัญญาณพอร์ต Data ถูกส่งออกไปยังเครื่องพิมพ์พร้อมทั้งสัญญาณ Strobe ออกไปด้วยเพื่อให้เครื่องพิมพ์รับรู้ว่ามีการส่งข้อมูลมาที่ขา Data จากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการตอบกลับจากเครื่องพิมพ์ จะสร้างสัญญาณ Busy หรือเพื่อบอกว่าเครื่องพิมพ์ยังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล จนกระทั่งเมื่อเครื่องพิมพ์พร้อม เครื่องพิมพ์จะสร้างสัญญาณ ACK ส่งไปยังคอมพิวเตอร์ว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลใหม่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-1 แสดงไดอะแกรมเวลาของการส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์

สัญญาณข้อมูล 8 บิต, สัญญาณ ACK เป็นสัญญาณที่สำคัญจากการส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ ยังต้องมีสัญญาณอื่นๆร่วมด้วย เนื่องจากเครื่องพิมพ์ต้องทำหน้าที่ถึง 3 อย่างด้วยกัน คือ รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ พิมพ์ข้อมูลที่รับเข้ามาและตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้ บางครั้งอาจเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ เช่น บัฟเฟอร์ สำหรับรับข้อมูลเต็มเครื่องพิมพ์จะต้องแจ้งไปยังคอมพิวเตอร์ว่าให้หยุดส่งข้อมูลเพียง ชั่วคราว เนื่องจากไม่สามารถรับข้อมูลมากกว่านี้ได้แล้ว สัญญาณที่ส่งจากเครื่องพิมพ์ไปยังคอมพิวเตอร์คือ สัญญาณ Busy และเมื่อเครื่องพิมพ์เกิดข้อผิดพลาดเช่น กระดาษติด เครื่องพิมพ์จะต้องแจ้งไปยังคอมพิวเตอร์เช่นกัน เรียกสัญญาณนี้ว่า Error ถ้าคอมพิวเตอร์ต้องการ Reset เครื่อง ก็จะส่งสัญญาณ Reset ไปยังเครื่องพิมพ์ด้วย

โดยปกติพอร์ตขนานออกแบบมาให้มีสัญญาณทั้งหมด 17 เส้น สายสัญญาณเหล่านั้นจะมีรีจีสเตอร์ 3 ตัวควบคุมการทำงานดังนี้

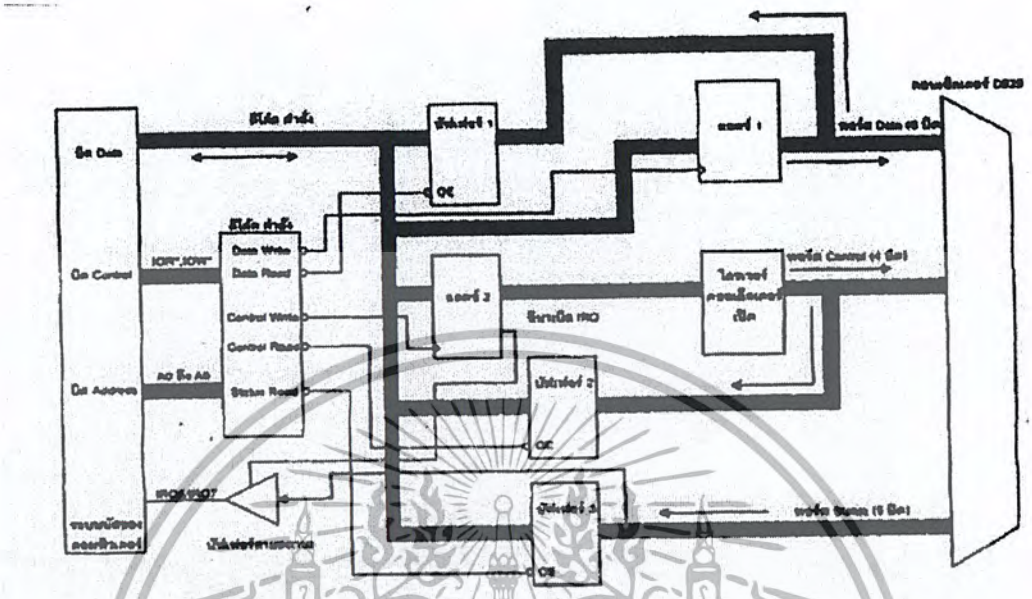
1. พอร์ตเอาต์พุต สำหรับสัญญาณข้อมูล 8 เส้นมีรีจีสเตอร์ Data ควบคุม
2. พอร์ตอินพุต สำหรับการอ่านค่าสถานะต่างๆ จากภายนอกมีด้วยกัน 5 เส้น ใช้รีจีสเตอร์ Status ในการควบคุม
3. พอร์ตอินพุตสำหรับส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ภายนอกมีอยู่ด้วยกัน 4 เส้นใช้รีจีสเตอร์ Control ในการควบคุม

เมื่อดูจากรูปที่ 3-1 เทียบการทำงานโดยทั่วไปกับการเชื่อมต่อผ่านการ์ดที่เสียบลงในสล็อตของคอมพิวเตอร์ พอร์ตขนานจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยการติดต่อกับพอร์ตขนานจะต้องมีการอ้างแอดเดรส ตำแหน่งแอดเดรสที่ใช้อ้างถึงจะเป็นตำแหน่ง A0-A9 และใช้ขา IOR และ IOW สำหรับเป็นตัวเลือกว่าต้องการอ่านหรือเขียนรีจีสเตอร์ตัวใด จากการดีโค้ดแอดเดรส A0-A9 นี้เองทำให้ได้สัญญาณออกมาเพื่อควบคุมหรืออีนาเบิลวงจรบัฟเฟอร์ต่างๆดังนี้

Data Write สัญญาณอีนาเบิลสำหรับนำข้อมูลที่อยู่ในบัส Data ไปออกที่ขา Data ของพอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data Read สัญญาณอีนาเบิลสำหรับอ่านข้อมูลจากขา Data ของพอร์ตขนานมาเก็บไว้ในบัส Data



รูปที่ 3-2 แสดงระบบบัสภายในของพอร์ตขนาน

Control Write สัญญาณอีนาเบิลสำหรับนำข้อมูลที่อยู่ในบัส Data ไปออกที่ขา Control ของพอร์ตขนาน สำหรับพอร์ตนี้นอกจากจะส่งข้อมูลออกไปยังพอร์ตขนานแล้ว ยังทำหน้าที่อีนาเบิลการอินเตอร์รัปต์ของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณที่พอร์ต Status อีกด้วย

Control Read สัญญาณอีนาเบิลสำหรับอ่านค่าข้อมูลจากขา Control มาเก็บไว้ในบัส Data

Status Read สัญญาณอีนาเบิลสำหรับอ่านค่าข้อมูลจากขาพอร์ต Status มาเก็บไว้ในบัส Data

พอร์ตคาต้า(Data Port)

จากรูปที่ 3-3 แสดงให้เห็นว่าพอร์ตคาต้าประกอบไปด้วยบัฟเฟอร์ 1 ตัวและไอซีแลตซ์อีก 1 ตัวเมื่อคอมพิวเตอร์ต้องการส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์จะเขียนข้อมูลไปยังไอซีแลตซ์ทั้ง 8 บิต เอาต์พุตของไอซีแลตซ์ 1 คือ D0-D7 ซึ่งเอาต์พุตนี้จะไปปรากฏอยู่ที่พอร์ตขนานในตำแหน่งขา 2 ถึงขา 9 และที่ขาเอาต์พุตนี้สัญญาณคาต้าจะส่งกลับไปยังอินพุตของบัฟเฟอร์ 1 ด้วย ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถอ่านค่าสถานะปัจจุบันที่เกิดขึ้นกับพอร์ตคาต้าได้

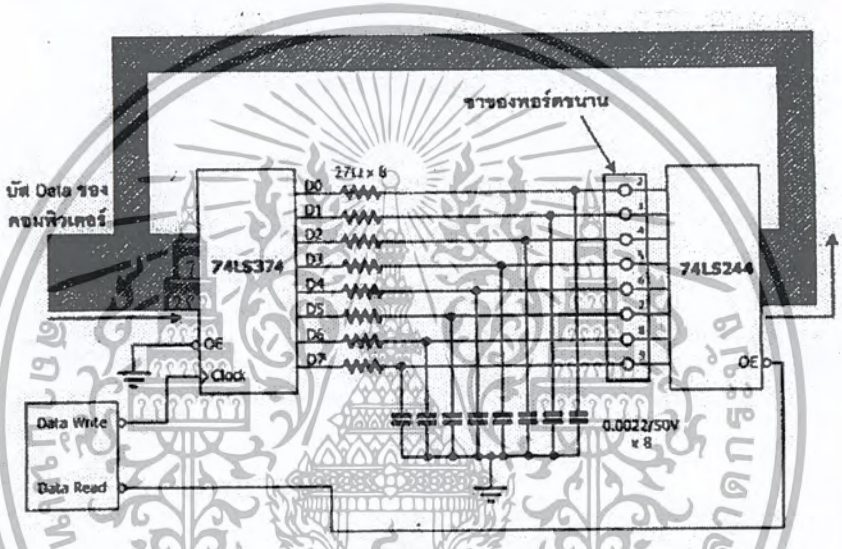
เมื่อคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งมายังบัส ข้อมูลของคอมพิวเตอร์ผ่านไปให้กับไอซี 7 4LS374 ซึ่งเป็นไอซีแลตซ์ข้อมูลและเมื่อต้องการให้ข้อมูลปรากฏที่เอาต์พุตของคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณ Data Write ออกไปที่ขา CLK ของ 74LS374 จะถูกกรองด้วยวงจร RC ซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทานค่า 27 Ω และตัวเก็บประจุ 0.0022 μF เพื่อให้ช่วงเวลาที่เปลี่ยนจากลอจิก “0” เป็นลอจิก “1”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือจากลอจิก "I" เป็นลอจิก "0" เป็นไปอย่างช้า เนื่องจากการเปลี่ยนแรงดันที่รวดเร็วทำให้เกิดสัญญาณรบกวนเหนี่ยวนำข้ามไปยังข้อมูลบิตอื่นๆ ได้ทำให้ข้อมูลที่ส่งออกไปมีข้อผิดพลาดจากค่า

ตัวต้านทานและตัวเก็บประจุในวงจรทำให้เกิดการหน่วงเวลาไปประมาณ 60 นาโนวินาทีจากรูปที่ 3-3 เอาต์พุตของพอร์ตดาต้า มีคุณสมบัติดังนี้

- กระแสซิงก์สูงสุด 24 mA
- กระแสซอร์สสูงสุด 2.6 mA
- ระดับแรงดันของลอจิก "1" ต่ำสุดเท่ากับ 2.4 V
- ระดับแรงดันสูงสุดสำหรับลอจิก "0" เท่ากับ 0.5 V



รูปที่ 3-3 วงจรภายในของพอร์ต Data

สำหรับบัฟเฟอร์สำหรับการอ่านข้อมูลกลับ ได้แก่เบอร์ 74LS244 ซึ่งเมื่อต้องการอ่านค่าคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณData Read ออกมาเพื่อนอีนาเบิลไอซี 74LS244 สำหรับพอร์ตขนานแบบมาตรฐาน (Standard Parallel Port : SPP) พอร์ต Data จะต้องใช้เพื่อการส่งค่าออกเอาต์พุตเท่านั้น แต่สำหรับพอร์ตขนานที่มีการสื่อสาร2 ทิศทางสามารถอ่านค่าพอร์ต Data ได้ด้วย แต่ก่อนที่จะอ่านค่าต้องจำไว้เสมอว่าจะต้องป้อนค่าเอาต์พุตให้มีลอจิก "1" ทั้งหมดก่อน

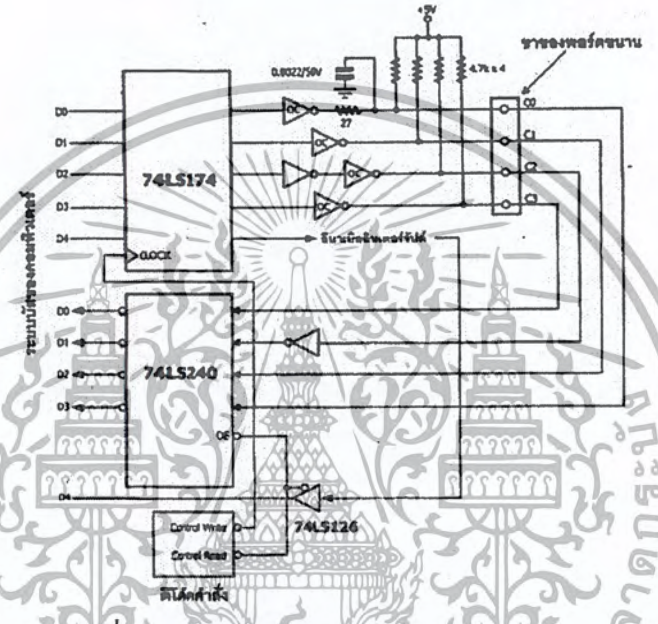
พอร์ต Control

พอร์ต Control ใช้สำหรับคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องพิมพ์ รูปที่ 3-4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของพอร์ต Control เอาต์พุตขอพอร์ต Control มีอินเวอร์เตอร์แบบคอลเล็กเตอร์เปิดต่อร่วมอยู่ โดยเอาต์พุตเหล่านี้จะถูกพูลอัปไว้ด้วยตัวต้านทานค่า 4.7 kΩ สำหรับบิต C2 จะผ่านอินเวอร์เตอร์ถึง 2 ตัว ทำให้ที่เอาต์พุตของบิต C2 ไม่มีการกลับสถานะลอจิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะของพอร์ต Control สามารถอ่านกลับได้โดยการใช้บัฟเฟอร์เบอร์ 74LS240 ซึ่งเอาต์พุตของ 74LS240 มีอินเวอร์เตอร์อยู่ภายใน มำให้ค่าที่อ่านได้ตรงกับค่าที่ส่งออกไป การควบคุมการอ่านและเขียนข้อมูลกับพอร์ต Control คอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลมาที่ขา Control Write และ Control Read

เนื่องจากเอาต์พุตของพอร์ต Control จะเป็นคอลเล็กเตอร์เปิด ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถใช้พอร์ตนี้ในการอ่านค่าสัญญาณอินพุตจากภายนอกได้ โดยก่อนที่จะอ่านจะต้องทำให้ขาพอร์ตที่ต้องการอ่านค่ามีลอจิก “1” เสียก่อน



รูปที่ 3-4 วงจรภายในของพอร์ต Control

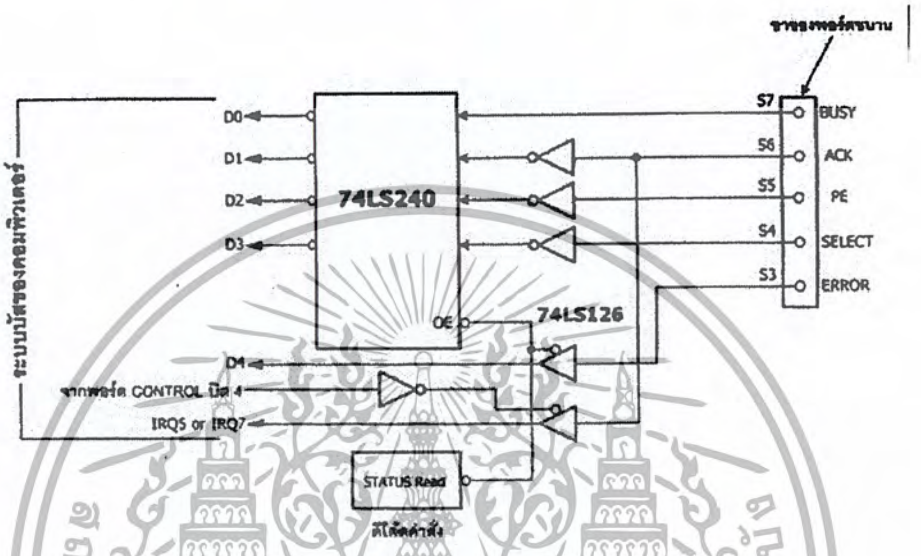
พอร์ตแสดงสถานะหรือพอร์ต Status

พอร์ต Status เป็นพอร์ตที่คอมพิวเตอร์ใช้สำหรับการอ่านค่าสถานะจากเครื่องพิมพ์ รูปที่ 3-5 เสดงรายละเอียดภายในของพอร์ต Status จะสังเกตได้ว่ามีขาสัญญาณอยู่ทั้งหมด 5 สัญญาณด้วยกัน และจะเรียกชื่อเป็น S3, S4, S5, S6 และ S7 ซึ่งตัวเลขนั้นหมายถึงตำแหน่งบิตของขาเหล่านั้นภายในรีจีสเตอร์ Status นั่นเอง สำหรับบิต S7 จะมีข้อแตกต่างจากบิตอื่นๆ ที่เมื่อสัญญาณจากภายนอกส่งเข้ามาแล้วจะไม่ผ่านอินเวอร์เตอร์ในขณะที่ขาอื่นๆ ผ่านอินเวอร์เตอร์ทั้งหมด ดังนั้นเมื่อข้อมูลผ่านจากขาอินพุตไปยัง 74LS240 ซึ่งเอาต์พุตมีการกลับสถานะทำให้บิต S7 เป็นบิตเดียวที่มีการกลับสถานะ นอกจากนี้ในการใช้งานถ้าต้องการให้มีการสร้างสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของขา S6 สามารถกำหนดค่าได้จากพอร์ต Control บิต 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การนำพอร์ตขนานไปใช้งาน

สำหรับพอร์ตขนานแบบมาตรฐาน ผู้ใช้งานสามารถนำพอร์ตอินพุต 5 บิต พอร์ตเอาต์พุต 4 บิตและพอร์ตเอาต์พุตอีก 8 บิตไปใช้งานได้โดยตรง โดยที่ 4 บิตของพอร์ตเอาต์พุตหรือพอร์ต Control นั้นสามารถดัดแปลงให้ใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตขนาด 4 บิตได้ ดังนั้นผู้ใช้งานจึงสามารถนำสัญญาณพอร์ตขนานที่มีมากถึง 17 เส้นไปใช้งานในการควบคุมโดยใช้ระดับสัญญาณ TTL



รูปที่ 3-5 แสดงวงจรภายในของพอร์ต Status

การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนาน

พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์จะมีลักษณะเช่นเดียวกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตตัวอื่นๆ คือ เมื่อต้องการติดต่อจะต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย ตารางที่ 3-1 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนานโดยแบ่งออกเป็น 3 ตำแหน่งคือ แอดเดรสของรีจิสเตอร์ Data, รีจิสเตอร์ Status และรีจิสเตอร์ Control โดยแอดเดรสนี้จะมีอยู่ 3 ชุด สำหรับพอร์ตขนาน 3 ชุดคือ LPT1, LPT2 และ LPT3

ชื่อพอร์ต	LPT1:		LPT2:		LPT3:	
	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	ฐานสิบ	ฐานสิบหก	ฐานสิบ	ฐานสิบหก
DATA	888	378H	956	3BCH	632	278H
STATUS	889	379H	957	3BDH	633	279H
CONTROL	890	37AH	958	3BEH	634	27AH

ตารางที่ 3-1 แสดงแอดเดรสของพอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต้องการติดต่อกับพอร์ตขนานในตำแหน่งใด ก็ให้ส่งค่าข้อมูลออกไปที่พอร์ตขนานในตำแหน่งนั้นๆ ยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วย QBASIC เพื่อส่งค่าลอจิก "1" ออกไปทุกบิตของพอร์ต Data ของ LTP1 จะต้องเขียนโปรแกรมดังนี้

OUT &H378,&HFF

โดยที่

เครื่องหมาย &H ที่แสดงนั้นหมายถึงตัวเลขฐานสิบหก

คำสั่ง OUT เป็นการส่งค่าข้อมูลออกเอาต์พุตของพอร์ตอินพุตเอาต์พุต

ค่า 378 เป็นแอดเดรสของรีจีสเตอร์ Data สำหรับ LTP1

ค่าข้อมูล FF เป็นข้อมูลเลขฐานสิบหก ซึ่งหมายถึงการให้บิตทุกบิตของรีจีสเตอร์ Data มีลอจิกเป็น "1" นั่นเอง

ส่วนการอ่านค่าจากพอร์ตขนานมายังคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต Status ของ LTP1 สามารถเขียนโปรแกรมด้วย QBASIC ได้ดังนี้

Temp = INP(&H379)

โดยที่

คำสั่งIPN(_) เป็นคำสั่งสำหรับการอ่านข้อมูล

ค่า 379 เป็นตำแหน่งแอดเดรสของรีจีสเตอร์ STATUS สำหรับ LPT1 ในตัวเลขฐานสิบหก

ตัวแปร Temp เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลที่อ่านได้จากพอร์ตขนาน

สำหรับโปรแกรมอื่นๆ เช่น แอสเซมบรี้, เทอร์โบปาสคาล, หรือเทอร์โบซี จะมีรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่แตกต่างกันบ้างดังนี้

แอสเซมบลี้

การส่งค่าข้อมูลออกไปยังพอร์ตขนาน

```
Mov dx,378h
Mov al,ffh
Out dx,al
```

การอ่านค่าข้อมูลจากพอร์ตขนาน

```
Mov dx,379h
In al,dx
```

เทอร์โบปาสคาล

การส่งค่าข้อมูลออกไปยังพอร์ตขนาน

```
Port[378H] : FFH
```

การอ่านค่าข้อมูลจากพอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temp ;=Port[379H]

เทอร์โบซี

การส่งค่าข้อมูลออกไปยังพอร์ตขนาน

Outportb (0x378,0xff)

การอ่านค่าข้อมูลจากพอร์ตขนาน

Temp = import(0x379)

อย่างไรก็ตามโปรแกรมทุกตัวต่างก็ใช้วิธีการเดียวกันคือ กำหนดแอดเดรสที่จะทำการติดต่อ จากนั้นจึงติดต่อกับแอดเดรสเหล่านั้นด้วยคำสั่งสำหรับการอ่านหรือเขียน

3.1.4 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนานด้วย Visual Basic

การเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic ชุดคำสั่งส่วนใหญ่จะมีรูปแบบใกล้เคียงกับ QBASIC แต่ Visual Basic จะไม่มีค่าคำสั่งสำหรับการติดต่อกับพอร์ต โดยตรงคือคำสั่ง Inp() และคำสั่ง OUT เหมือนกับ QBASIC ดังนั้นเพื่อให้สามารถติดต่อกับพอร์ตขนานได้คงจำเป็นต้องเพิ่มโปรแกรมบางตัวเข้าไป โดยโปรแกรมที่เพิ่มเข้าไปนี้จะอยู่ในรูปของ DLL (Dynamic Linked Library)

ไฟล์ DLL นี้จะมีอยู่ 2 ไฟล์คือ input.dll และ input32.dll โดย input.dll นั้นใช้สำหรับระบบปฏิบัติการ 16 บิตหรือวินโดวส์ 3.1 นั่นเอง ส่วน input32.dll จะใช้สำหรับระบบปฏิบัติการณ์ที่เป็น 32 บิต ซึ่งก็คือวินโดวส์ 95 หรือวินโดวส์ 98

สำหรับตำแหน่งที่ใช้เก็บไฟล์ input.dll หรือ input32.dll นั้นจะต้องเก็บไว้ที่ไดเรกทอรี่ SYSTEM ซึ่งอยู่ภายในไดเรกทอรี่ที่เก็บโปรแกรมวินโดวส์ โดยส่วนใหญ่จะมีชื่อเป็น Windows

การกำหนดค่าในโปรแกรมเพื่อเรียกใช้งานไฟล์ DLL มีรูปแบบการกำหนดค่าดังนี้

สำหรับระบบปฏิบัติการ 16 บิต

```
Declare Function Inp%Lib "Input.Dll" Alias "Inp 16" (By Val Portaddress%)
Declare Sub Out Lib "UnpOut.Dll" Alias "Out 16" (By Val PortAddress%, ByVal Byte To Write%)
```

สำหรับระบบปฏิบัติการ 32 บิต

```
Public Declare Function Inp Lib "input32.dll" _
Alias "Inp32" (By Val PortAddress As Inter) As Integer
Public Declare Sub Out Lib "input32.dll" _
Alias "Out32" (By Val PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
```

ในกรณีที่มีการใช้งานโปรแกรมทั้ง 2 ระบบปฏิบัติการ สามารถเติมคำสั่ง IF เข้าไปเพื่อตรวจสอบระบบปฏิบัติการก่อนที่จะเลือกใช้งาน DLL ตัวที่ต้องการ โดยสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

```
#If Win32 Then
Declare Inp and Out fpr port I/O
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Public Declare Function Inp Lib “input.dll” _
Alias “Inp32” (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Public Declare Sub Out  Lib “input.dll” _
Alias “Out32” (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
#Else
Declare Function Inp Lip “Input.Dll” (ByVal Port%) As Integer
Declare Sub Out Lib “UnpOut” (ByVal Port %, ByVal Value%)
#End If
```

แต่การกำหนดในสองรูปแบบหลังนี้จะสามารถใช้งานได้กับ Visual Basic ตั้งแต่เวอร์ชัน 4 ขึ้นไปเท่านั้น

เมื่อมาถึงตรงนี้ อาจเกิดคำถามขึ้นว่า ทำไมไมโครซอฟต์ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ Visual Basic จึงไม่รวมคำสั่ง Inp และคำสั่ง Out ไว้ในโปรแกรม Visual Basic เนื่องจากว่าการเขียนและอ่านข้อมูลไปยังพอร์ตหรือหน่วยความจำโดยตรงนั้นอาจทำให้เกิดมีปัญหาแฮงก์หรือทำงานผิดพลาดได้และ Visual Basic เป็นระบบ ปฏิบัติการที่ทำงานบนวินโดวส์ซึ่งมีการทำงานแบบมัสติทาร์กิ้ง (Multitasking) มีโปรแกรมหลายๆตัวทำงานพร้อมกัน ดังนั้นเมื่อเกิดความเสียหายกับโปรแกรมตัวหนึ่งก็อาจจะส่งผลให้โปรแกรมที่ทำงานอยู่ทั้งหมดเสียหายได้นอกจากนี้การเขียนข้อมูลโดยตรงไปยังพอร์ตอาจจะไปทับซ้อนกับโปรแกรมอื่นๆที่มีการเขียนข้อมูลไปยังพอร์ตเช่นเดียวกัน ส่งผลให้โปรแกรมทำงานผิดพลาด

สำหรับวินโดวส์ 95 นอกจากจะสามารถใช้งาน DLL ในการติดต่อกับพอร์ตโดยตรงแล้วยังสามารถใช้งานโปรแกรมประเภท Visual Device Driver (Vxd) ในการติดต่อกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตโดย Vxd จะตัดปัญหาเรื่องการเข้าถึงพอร์ตพร้อมกันของโปรแกรมหลายๆตัวได้ แต่สำหรับโปรแกรมสั้นๆ เช่นโปรแกรมอ่านค่าอุณหภูมิ โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตปกติซึ่งไม่มีการติดต่อกับพอร์ตอยู่ตลอดเวลา คำสั่ง Inp และ Out ใน DLL ก็ยังทำงานได้ดีและมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายกว่า

3.2 การติดต่ออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตอย่างง่าย

รีจีสเตอร์ขนานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รีจีสเตอร์คือ

1. รีจีสเตอร์ Data ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต
2. รีจีสเตอร์ Status ทำหน้าที่เป็นอินพุต
3. รีจีสเตอร์ Control ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นถ้าผู้ใช้งานต้องการส่งค่าออกเอาต์พุตก็ต้องใช้รีจีสเตอร์ Data หรือรีจีสเตอร์ Control ส่วนถ้าต้องการรับค่าจากอินพุต ผู้ใช้งานต้องใช้รีจีสเตอร์ Status ในการอ่านอินพุต การจะอ้างถึงรีจีสเตอร์แต่ละตัวนั้น ผู้ใช้แต่ละตัวนั้นผู้ใช้งานจะต้องใช้ตำแหน่งแอดเดรสเป็นตัวอ้างอิง ดังมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 3-2

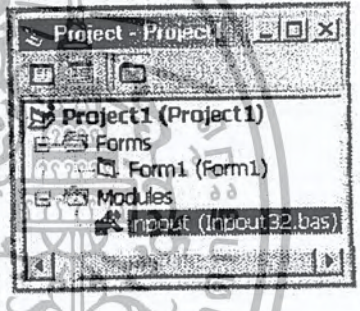
โดยปกติ Visual Basic ไม่มีคำสั่ง Out เหมือนกับ Qbasic ดังนั้นเพื่อให้ Visual Basic สามารถใช้คำสั่งนี้ได้จำเป็นต้องเพิ่มไฟล์ INPOUT.BAS เข้าไปใน Project ของ Visual Basic ที่กำลังใช้งานอยู่ โดยต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

1 ไปที่เมนู Project เรียกคำสั่ง Add File แล้วเพิ่มไฟล์ INPOUT32.BAS ลงไปใน Project ที่หน้าต่าง Project จะปรากฏไฟล์ INPOUT32.BAS ดังแสดงในรูปที่ 2-1

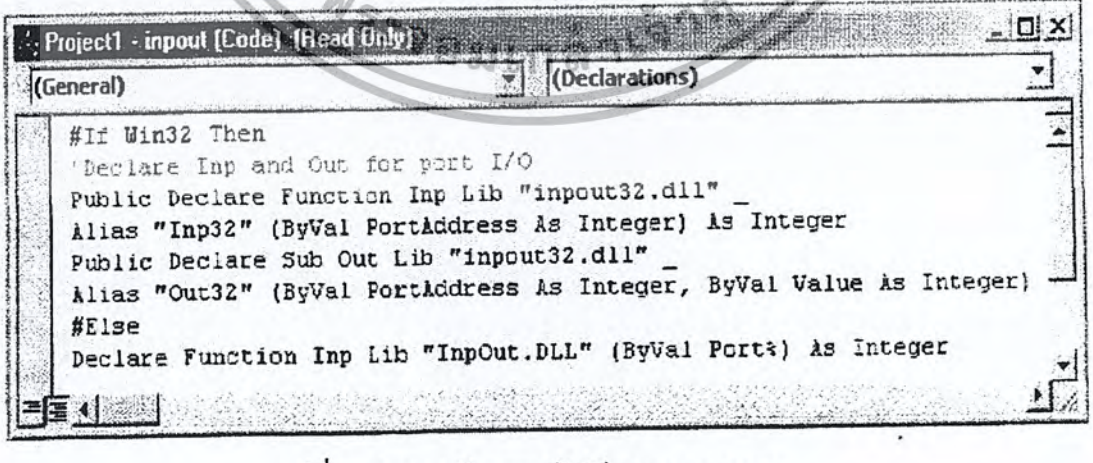
2 เมื่อเลือกชี้ที่ไฟล์ INPOUT32.BAS แล้วใช้คำสั่ง View Code เพื่อดูรายละเอียดภายในของไฟล์ INPOUT32.BAS ดังในรูปที่ 3-7

รีจิสเตอร์	LPT1	LPT2	LPT3
DATA	378H	3BCH	278H
TATUS	379H	3BDH	279H
CONTROL	37AH	3BEH	27AH

ตารางที่ 3-2 แสดงแอดเดรสจิสเตอร์ของพอร์ตขนาน



รูปที่ 3-6 การเรียกไฟล์ INPOUT.BAS



รูปที่ 3-7 รายละเอียดของไฟล์ INPOUT.BAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 สำหรับไฟล์ INPOUT32.BAS นั้นจะไปกำหนดคำสั่ง INP และ OUT ให้กับ Visual Basic โดยจะต้องมีไฟล์ inpout32.dll บรรจุอยู่ในไดเรกเตอร์รี่ SYSTEM อยู่ก่อนแล้ว

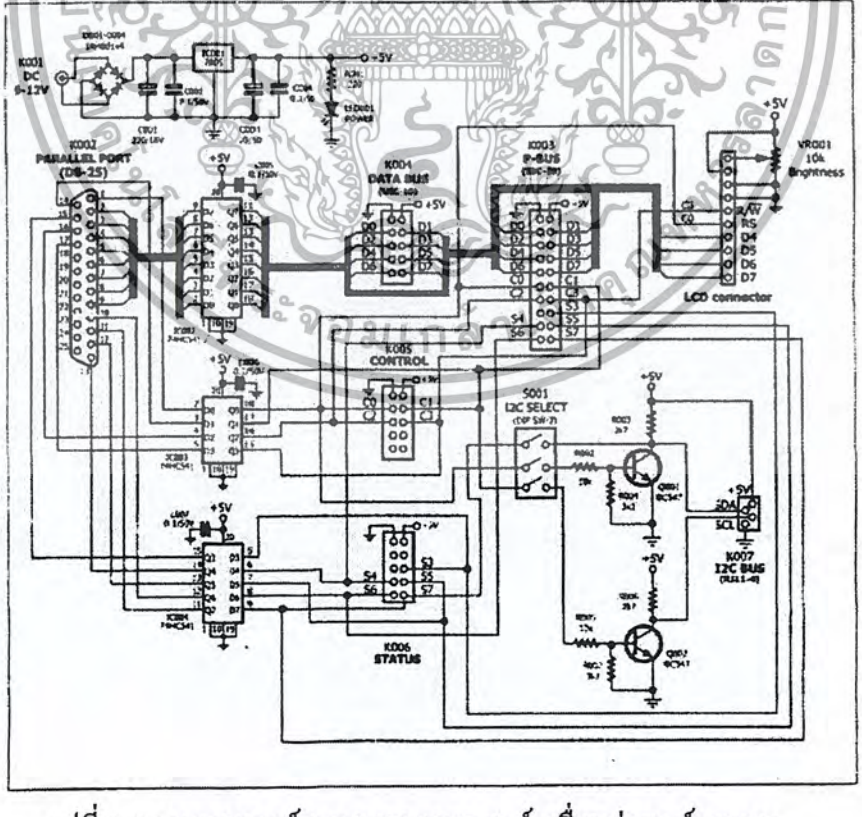
4 เมื่อถึงขั้นตอนนี้ผู้ใช้งานสามารถใช้คำสั่ง INP และคำสั่ง OUT ในโปรแกรมเพื่อรับและส่งค่ากับพอร์ตขนานได้แล้ว

3.2.1 P-BOARD บอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตขนาน

วงจรของ P-BOARD โดยเริ่มจากคอนเน็กเตอร์ K002 แบบ DB-25 ตัวเมียอันเป็นจุดที่ใช้ต่อเชื่อมกับพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ซึ่งได้รับการจัดสรรออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. พอร์ต DATA มีตำแหน่งอยู่ที่ขา 2 ถึงขา 9 ใช้ทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต สัญญาณข้อมูลจะถูกส่งเข้าสู่ไอซีบัฟเฟอร์ เบอร์ 74HC541 เพื่อขยายกระแสให้กับเอาต์พุตD0-D7 ทั้งขา นอกจากนั้นยังทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดกับพอร์ตขนานอีกด้วย เอาต์พุตจากไอซี 74HC541

2. ส่งออกไปยังคอนเน็กเตอร์ DATA BUS ซึ่งมีการจัดขาตามมาตรฐาน UIC – 10 และส่งออกไปยังคอนเน็กเตอร์ P-BUS โดยคอนเน็กเตอร์ DATA BUS และ P-BUS จะใช้ประโยชน์ในการเชื่อมต่อกับบอร์ด EX-SERIES ซึ่งเป็นอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต มีทั้งสิ้น 8 เบอร์สำหรับทำการทดลองเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดในบทต่อๆ ไป



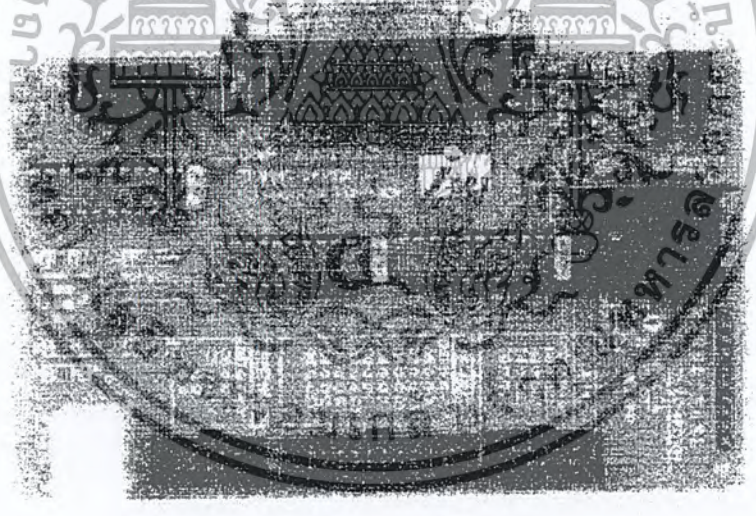
รูปที่ 3-8 วงจรสมบูรณ์ของ P-BOARD บอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พอร์ต Control ใช้ตำแหน่งขา 1, 14, 16 และ 17 ทำหน้าที่เป็นขาเอาต์พุตเช่นกัน โดยต่อเข้ากบไอซี 74HC541 เพื่อทำหน้าที่ขยายกระแสและป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับพอร์ตขนาน แล้วต่อสายเอาต์พุตไปเข้าคอนเน็กเตอร์ CONTROL จะเห็นได้ว่าใช้เฉพาะขา C0 - C3 เท่านั้น พร้อมกันนั้นยังส่งต่อไปรวมกันที่คอนเน็กเตอร์ P-BUS ด้วย

นอกจากนี้พอร์ต Control ยังถูกใช้งานเพื่อเป็นขาเอาต์พุตสำหรับการติดต่อสื่อสารด้วยระบบบัสแบบ I^2C ด้วย โดยจะใช้ขา C1 ในการสร้างสัญญาณ SCL (สัญญาณนาฬิกา) และขา C0 ในการสร้างสัญญาณ SDA (ส่งข้อมูล) โดยใช้ขา S7 ซึ่งอยู่ในส่วนของพอร์ต Status รับข้อมูลจาก SDA การใช้งานระบบบัส I^2C จะเลือกผ่านดิปสวิตช์ เนื่องจากต้องการให้สามารถใช้งานพอร์ต Control และพอร์ต Status ในงานปกติได้เมื่อไม่มีการใช้งานระบบบัส I^2C

วงจรของส่วนเชื่อมต่อระบบบัส I^2C ของ P-BOARD จะใช้ทรานซิสเตอร์จะๆไม่ทำงาน และเอาต์พุตของขา SAD และ SCL จะมีลอจิก "1" ให้ทรานซิสเตอร์ทำงานและให้เอาต์พุตของบัส I^2C ออกมาเป็น "0" เนื่องจากทรานซิสเตอร์จะทำการลัดวรจรขาเอาต์พุตลงกราวด์ สำหรับรายละเอียดการใช้งานระบบบัส I^2C จะกล่าวถึงอีกครั้งในภายหลัง



รูปที่ 3-9 แสดงบอร์ดเชื่อมต่อพอร์ตขนานหรือ P-BOARD

4. พอร์ต Status ใช้ตำแหน่งขา 15, 13, 12, 10 และ 11 ของพอร์ตขนาน โดยขาเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นขาอินพุต ดังนั้น ไอซีบัฟเฟอร์ที่นำมาต่อด้วยจะเป็นการรับสัญญาณอินพุตจากภายนอกและส่งสัญญาณไปให้กับพอร์ตขนาน ซึ่งตรงกันข้ามกับสองพอร์ตแรก โดยใช้ไอซีบัฟเฟอร์ที่ใช้ยังเป็นเบอร์ 74HC541 ส่วนอินพุตของพอร์ต Status จะต่อเชื่อมกับคอนเนกเตอร์ Status ซึ่งมีการจัดขาตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน UIC – 10 เช่นกันโดยใช้งานเพียง 5 ตำแหน่งเท่านั้นคือ S3, S4, S5, S6 และ S7 โดยที่ขา S7 ทำหน้าที่เป็นขาอินพุตให้กับบัส I^2C ด้วย โดยขาของพอร์ต Status ทั้งหมดหลังจากบัฟเฟอร์แล้วจะไปรวมกันที่คอนเนกเตอร์ P - BUS

นอกเหนือจากนี้ P – BOARD ได้เตรียมคอนเนกเตอร์สำหรับเชื่อมต่อกับโมดูล LCD แบบอักขระขนาด 16 ตัวอักษร 1 หรือ 2 บรรทัดเอาไว้ โดยกำหนดโหมดการติดต่อกับโมดูล LCD เป็นแบบ 4 บิตซึ่งได้สายสัญญาณ D4-D7 ของโมดูล LCD ส่วนขา C0 ของพอร์ต Control จะต่อเข้ากับขา E ของโมดูล LCD ขา C3 ของพอร์ต Control จะต่อเข้ากับขา RS ของโมดูล LCD และเนื่องจากการติดต่อกับโมดูล LCD จะเป็นการเขียนข้อมูลไปอย่างเดียว ดังนั้นขา R/W ของโมดูล LCD จึงไม่ต้องใช้งานขานี้ ให้ต่อลงกราวด์ P-BOARD ใช้ไฟเลี้ยงจากภายนอกป้อนเข้ามาทางแจ็คอะเดปเตอร์ผ่านไดโอดซึ่งต่อกันในลักษณะบริดจ์เพื่อจัดขั้วของไฟเลี้ยงบน P-BOARD จากนั้นจะส่งผ่านไปยังวงจรเลกกูเลเตอร์เพื่อแปลงแรงดันให้เท่ากับ +5V สำหรับเป็นไฟเลี้ยงอุปกรณ์บนบอร์ดและเป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรต่อพ่วงต่างๆ ที่เชื่อมต่อกันผ่าน คอนเน็กเตอร์ P-BUS, DATA BUS และบัส I^2C

สรุป

การติดต่อกับพอร์ตขนานเบื้องต้นนั้นผู้ใช้งานสามารถใช้คำสั่งพื้นฐานใน Visual Basic มาช่วยในการติดต่อได้ และเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพคำสั่งการทำงานทางลอจิกมีประโยชน์อย่างมากในการกำหนดข้อมูลในระดับบิต เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

3.3 การขับอุปกรณ์เอาต์พุตกระแสสูง

โดยความสามารถพื้นฐานของพอร์ตขนานแล้ว ไม่สามารถนำไปขับอุปกรณ์เอาต์พุตโดยตรงได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านความสามารถในการจ่ายกระแส ดังนั้นถ้าต้องการนำเอาพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์ไปขับอุปกรณ์ภายนอก จะต้องมีวงจรบัฟเฟอร์ที่จ่ายกระแสให้เพียงพอแก่ความต้องการของอุปกรณ์เอาต์พุตนั้น อย่างไรก็ตามในส่วนของวงจรบัฟเฟอร์นั้นก็มีขีดความสามารถในการจ่ายกระแสได้ระดับหนึ่งเท่านั้นกรณีที่ต้องการจ่ายพลังงานสูงจะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันและกระแสสูงโดยเฉพาะเรียกอุปกรณ์เหล่านี้ว่า อุปกรณ์ขับหรือไดรเวอร์(Driver) ซึ่งในที่นี้นำมาอธิบายทั้งสิ้น 3 รูปแบบคือ ใช้ทรานซิสเตอร์ขับ, ใช้ไอซีขับ และใช้อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง หรือออปโต้คัปเปอร์ (Opto-Coupler) สำหรับโหลดที่ต้องการกระแสสูงมากๆ ทำให้ต้องมีการแยกระบบกราวด์ของคอมพิวเตอร์ออกจากวงจรเอาต์พุต เพื่อลดสัญญาณรบกวนและป้องกันการย้อนกลับของแรงดันและกระแสสูง ที่อาจเข้ามาทำความเสียหายแก่พอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ทรานซิสเตอร์ขับ

มีด้วยกัน 3 รูปแบบคือ ใช้ขับแบบเดี่ยว, แบบคาสเคด และแบบดาร์ลิงตัน

3.3.1 การใช้ทรานซิสเตอร์แบบขับเดี่ยว

การขับโดยวิธีนี้เหมาะสมสำหรับโหลดที่มีความต้องการกระแสปานกลาง ตั้งแต่ 30-200 mA อาทิ รีเลย์กำลังต่ำไปจนถึงปานกลาง ที่มีค่าความต้านทานของขดลวดภายในรีเลย์ไม่ต่ำกว่า 100 Ω หลอดไปกำลังต่ำและมอเตอร์ไฟตรงขนาดเล็ก มีวงจรบางอย่างตามรูปที่ 3-10

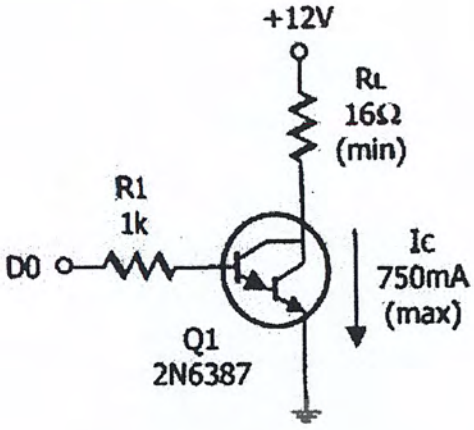
ถึงแม้ว่า Q1 เบอร์ 2N3904 มีค่ากระแสคอลเล็กเตอร์สูงสุดถึง 100 mA แต่ในทางปฏิบัติจริงไม่ควรที่จะออกแบบให้ทรานซิสเตอร์ทำงานถึงพิกัดสูงสุด ที่ย่านปลอดภัยของทรานซิสเตอร์ควรอยู่ไม่เกินครึ่งหนึ่งของอัตราการทนได้สูงสุด ด้วยการจัดวงจรตามรูปที่ 3-10 สามารถใช้สัญญาณจากวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ตขนานกระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์ทำงานเพื่อขับรีเลย์ขนาดเล็กได้อย่างปลอดภัย

รูปที่ 3-10 การขับโหลดโดยใช้ทรานซิสเตอร์ รูปที่ 3-11 การขับโหลดโดยใช้ทรานซิสเตอร์ต่อกันแบบคาสเตอร์

3.3.2 การใช้ทรานซิสเตอร์แบบคาสเคด

เนื่องจากข้อจำกัดของทรานซิสเตอร์ขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถขับโหลดที่ต้องการกระแสสูงได้จึงต้องใช้ทรานซิสเตอร์ที่มีอัตราการทนทานกระแสคอลเล็กเตอร์ที่สูงขึ้นมาใช้ขับแต่ทรานซิสเตอร์ที่สามารถขับโหลดกำลังปานกลางไปจนถึงกำลังสูง จะมีความเร็วในการทำงานช้ากว่าทรานซิสเตอร์กำลังต่ำ ในระบบคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วในการทำงานสูงเมื่อต้องการนำมาขับโหลดกำลังปานกลาง จึงต้องมีการใช้การขับแบบคาสเคดโดยให้คอมพิวเตอร์กระตุ้นทรานซิสเตอร์กำลังต่ำทำงานเพื่อไปขับทรานซิสเตอร์กำลังปานกลางต่อไป ดังแสดงวงจรในรูปที่ 3-11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

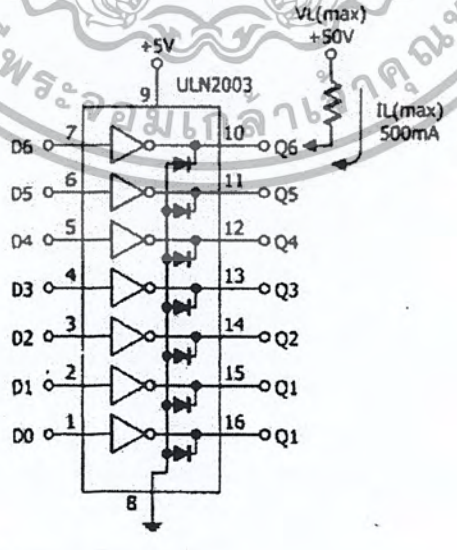


รูปที่ 3-12 การขับโหลดโดยใช้ทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตัน

จากวงจรเมื่อทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำงานด้วยการป้อนลอจิก "1" ออกทางบิต D0 ของพอร์ต DATA จะเกิดกระแสไหลผ่าน R_2 ไปเข้ายังเบสของทรานซิสเตอร์ Q_2 เพื่อกระตุ้นให้ Q_2 ทำงาน เกิดกระแสไหลผ่านโหลด R_L มีค่าเท่ากับ 600 mA ทำให้สามารถนำไปขับมอเตอร์ไฟตรงหรือสเตปเปอร์มอเตอร์ขนาดเล็กได้

3.3.3 การใช้ทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตันขับโหลดกระแสสูง

จากการใช้ทรานซิสเตอร์ต่อกันแบบคาสเคดเพื่อเพิ่มความสามารถในการขับกระแสให้สูงขึ้น นำมาสู่การใช้ทรานซิสเตอร์อีกแบบหนึ่งที่บรรจุทรานซิสเตอร์ 2 ตัวต่อกันแบบดาร์ลิงตัน ภายใต้ตัวถังเดียวกัน ทำให้สามารถขับกระแสเอาต์พุตได้สูงและมีความเร็วในการทำงานสูงด้วยโดยใช้อุปกรณ์เพียงตัวเดียว ส่งผลให้ขนาดของวงจรเล็กลง ดังแสดงวงจรตามรูปที่ 3-12



รูปที่ 3-13 การจัดขาของไอซีเบอร์ ULN2003

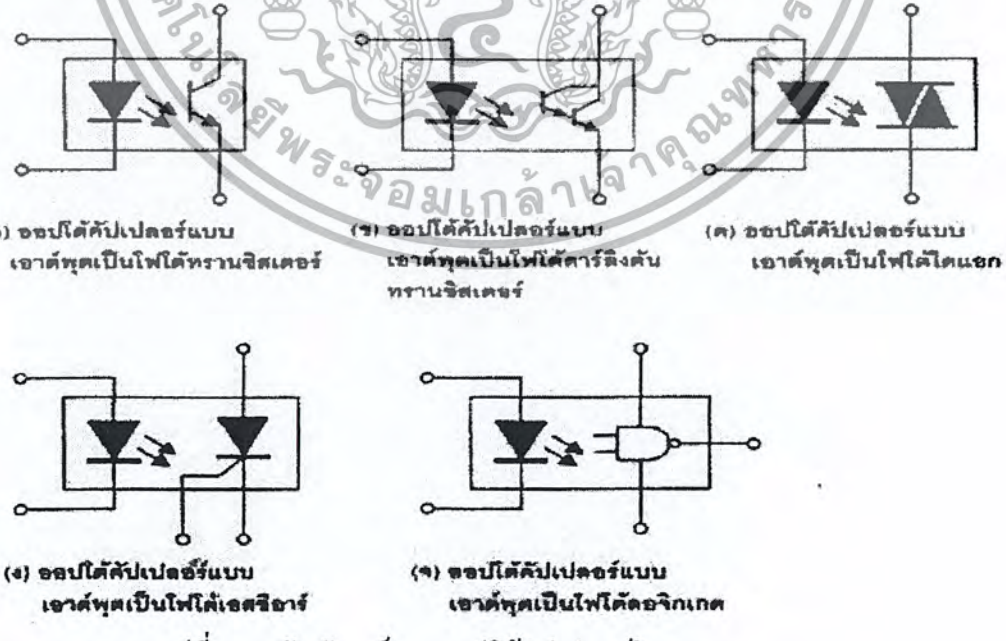
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรทรานซิสเตอร์ Q_1 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตันสามารถขับกระแสเอาต์พุตได้สูงถึง 750 mA ด้วยการต่อเข้ากับขาพอร์ตขนานของคอมพิวเตอร์โดยผ่านตัวต้านทานจำกัดกระแสเพียงตัวเดียวและไม่ต้องต่อทรานซิสเตอร์แบบคาสเคด ทำให้มีความเร็วในการทำงานสูง ตลอดจนยังสามารถขับกระแสเอาต์พุตได้สูงพอสมควร ไอซีที่ใช้ขับโหลดกระแสสูงมักมีวงจรทางเอาต์พุตเป็นแบบคอลเล็กเตอร์เปิด ทำให้สามารถใช้กับแรงดันไม่ต่ำกว่า 30 V ขึ้นอยู่กับไอซีแต่ละเบอร์ สำหรับไอซีขับหรือไอซีไดรเวอร์ที่ยกมาอธิบายคือเบอร์ ULN2003 เป็นไอซีอินเวอร์เตอร์ไดรเวอร์ ภายในบรรจุอินเวอร์เตอร์เกต 7 ตัว สำหรับรายละเอียดของ ULN2003 มีดังนี้

ULN2003 มีรูปแบบการจัดขาและวงจรภายใน ULN2003 บรรจุอินเวอร์เตอร์เกตแบบคอลเล็กเตอร์เปิด 7 ตัว สามารถใช้กับแรงดันได้สูงสุด +50 V กระแสเอาต์พุตสูงสุดในแต่ละขาเท่ากับ 500 mA ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการจ่ายกระแสของแหล่งจ่ายไฟด้วย นอกจากนั้นยังต่อไดโอดป้องกันแรงดันย้อนกลับ จากอุปกรณ์เอาต์พุตที่มีโครงสร้างเป็นขดลวดไว้ที่ทุกขาเอาต์พุต ทำให้สามารถขับโหลดที่เป็นขดลวด อาทิ รีเลย์หรือมอเตอร์ ไฟตรงขนาดเล็กถึงขนาดกลางได้ทันที

3.3.3.1 การขับโหลดโดยใช้ออปโต้คัปเปลอร์

ในงานที่ต้องการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมโหลดที่ต้องการแรงดันและกระแสไฟฟ้าสูงมากๆ หรือเป็นโหลดทางไฟสลับ หากใช้พอร์ตขนานเข้าไปควบคุมโดยตรงอาจส่งผลเสียต่อระบบคอมพิวเตอร์ได้ เนื่อง จากที่โหลดกำลังไฟฟ้าสูงนั้นเมื่อเริ่มต้นสิ้นสุดการทำงานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันและกระแสไฟฟ้าอย่างมากและรวดเร็ว ซึ่งอาจทำลายต่อระบบคอมพิวเตอร์ได้หรือในการนำคอมพิวเตอร์ไป



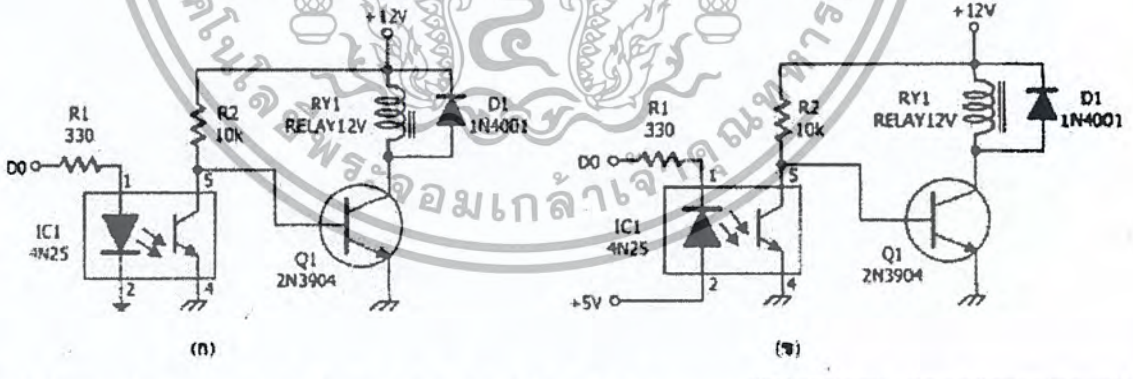
รูปที่ 3-14 สัญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์ในแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมโหลดที่ไวต่อสัญญาณรบวน อาจไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของโหลดประเภทนี้ได้ทำให้การขับโหลดเหล่านี้จึงต้องอาศัยการขับอุปกรณ์อีกแบบหนึ่งที่สารถแยกระบบกราวด์ทางไฟฟ้าของคอมพิวเตอร์ออกจากโหลดได้ ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้ากระชากหรือ ทรานเซียนต์ (Transient) และโหลดที่ไวต่อสัญญาณรบกวนก็สามารถร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้ อุปกรณ์ขับตัวนี้คือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงหรือออปโต้คัปเปอร์ (Opto - Couple)

ออปโต้คัปเปอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีการแบ่งส่วนอินพุตและเอาต์พุตออกจากกันทางไฟฟ้าอย่างสิ้นเชิงการถ่านทอดสัญญาณระหว่างส่วนอินพุตและเอาต์พุต จะใช้การเชื่อมโยงทางแสงเท่านั้น ทำให้กราวด์ของอินพุตและเอาต์พุตไม่เชื่อมต่อกัน ดังนั้นจึงสามารถกำหนดให้ทางอินพุตเป็นวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และวงจรทางเอาต์พุตเป็นสงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้

ภาคอินพุตของออปโต้คัปเปลอร์โดยส่วนใหญ่จะเป็น LED อินฟาเรด ส่วนภาคเอาต์พุตจะเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่ทำงานเมื่อมีแสงมาตกกระทบ เช่น โฟโต้ทรานซิสเตอร์, โฟโต้ดาร์ลิงตัน, โฟโต้ลอจิกและโฟโต้ไดแอกหรือโฟโต้ไทริสเตอร์ ดังแสดงสัญลักษณ์ของออปโต้คัปเปลอร์แบบต่างๆในรูปที่ 3-14 การทำงานจะเริ่มต้นด้วยการจ่ายแรงดันไบแอสตรงให้แก่ LED อินฟาเรดภายในออปโต้คัปเปลอร์ เมื่อ LED นำกระแส ก็จะกำเนิดแสงอินฟาเรดส่องไปตกกระทบที่ขาเบสของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (ในกรณีที่ภาคเอาต์พุตเป็นโฟโต้ทรานซิสเตอร์หรือโฟโต้ดาร์ลิงตัน) ทำให้โฟโต้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเกิดกระแสไหลผ่านจากขาคอลเล็กเตอร์มายังอิมิเตอร์ โดยแหล่งจ่ายแรงดันทางเอาต์พุตสามารถที่จะใช้แยกกับทางอินพุตได้อย่างอิสระ ไม่ต้องต่อกราวด์ถึงกัน จึงสามารถต่อกับ



แหล่งกำเนิดแรงดันสูงหรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับได้ โดยไม่มีการรบกวนย้อนกลับมาทางอินพุตอย่างเด็ดขาด และยังสามารถป้องกันการรบกวนจากอินพุตโดยผ่านทางสายกราวด์ได้ด้วย

รูปที่ 3-15 (ก) การใช้ออปโต้คัปเปลอร์ขับโหลดด้วยลอจิก “1”
(ข) การใช้ออปโต้คัปเปลอร์ขับโหลดด้วยลอจิก “0”

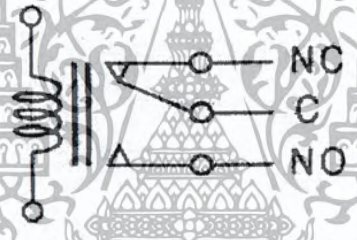
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 3-15 เป็นวงจรตัวอย่างของการนำพอร์ตขนานขับออปโต้คัปเปลอร์เพื่อทำการขับโหลดรีเลย์กำลังไฟฟ้าสูง จะเห็นได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์กระตุ้นให้ออปโต้คัปเปลอร์ทำงานสามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ ใช้ลอจิก “1” ดังแสดงในรูปที่ 3-15 (ก) และใช้ลอจิก “0” ดังแสดงในรูปที่ 3-15 (ข)

ข้อควรจำกัดในการใช้พอร์ตขนานร่วมกับออปโต้คัปเปลอร์ จะต้องต่อตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน LED ทางส่วนอินพุตของออปโต้คัปเปลอร์ด้วยเสมอ กระแสทางอินพุตสูงสุดไม่ควรมากกว่า 15 mA

3.3.4 ตัวอย่างการใช้งานอุปกรณ์ไดรเวอร์ควบคุมรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าแบบหนึ่งที่ใช้การตัดต่อวงจรมีสัญลักษณ์ตามรูปที่ 3-16 เมื่อขดลวดรีเลย์มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น ทำให้หน้าสัมผัสโลหะที่ปกติที่ปกติเปิดวงจรแยกจากกันอยู่ ถูกดูดติดกันเกิดการต่อวงจรขึ้น ส่วนหน้าสัมผัสที่ปกติต่อวงจรอยู่ก็จะแยกออกจากกันเกิดการเปิดวงจรขึ้นแทน



รูปที่ 3-16 สัญลักษณ์ของรีเลย์

รีเลย์โดยทั่วไปจะมีหน้าสัมผัสทางเอาต์พุต 2 แบบที่มีความเกี่ยวข้องกันคือ หน้าสัมผัสปกติต่อวงจรหรือ NC (Normaly Closed) และหน้าสัมผัสปกตกเปิดวงจรหรือ NO (Normally Opened) ในกรณีของหน้าสัมผัสปกติต่อวงจรเมื่อรีเลย์ทำงานหน้าสัมผัสชุดนี้จะแยกจากกัน กลายเป็นการเปิดวงจร หน้าสัมผัสชุดนี้จึงใช้ก็ต่อเมื่อมีจุดประสงค์ให้รีเลย์ทำการตัดวงจรเมื่อทำงาน ส่วนหน้าสัมผัสปกติเปิดวงจรเมื่อรีเลย์ทำงาน หน้าสัมผัสชุดนี้จะต่อกัน กลายเป็นปิดวงจร ดังนั้นจึงใช้หน้าสัมผัสชุดนี้ก็ต่อเมื่อต้องการรีเลย์ต่อวงจรเมื่อทำงาน ดังนั้นหน้าสัมผัสรีเลย์ 1 ชุดจึงเสมือนกับสวิตช์ 2 ทางหรือ DPST (Double Pole Single Throw)

รีเลย์ที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปมีขดลวด 1 ขด ในขณะที่หน้าสัมผัสมีตั้งแต่ 1 ชุด (หน้าสัมผัส 1 ชุด ประกอบด้วย NO และ NC) จำนวน 5 ขาไปจนถึง 4 ชุด ส่วนอัตราการทนไฟฟ้าของหน้าสัมผัสมีให้เลือกมากมาย ถ้าเป็นขนาดของแรงดันจะมีตั้งแต่ 30 V ขึ้นไปจนถึง 1000 V ส่วนขนาดของกระแสมีตั้งแต่ไม่กี่แอมป์ไปจนถึงหลายๆสิบแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรขับรีเลย์โดยใช้ทรานซิสเตอร์สามารถนำวงจรขับในรูปที่ 3-11 มาใช้ได้ โดยต่อขาพอร์ต Data บิต D0 เข้ากับขาเบสของทรานซิสเตอร์ ขดลวดรีเลย์จะต่อเข้าที่คอลเล็กเตอร์ โดยมีไดโอดต่อคร่อมขดลวดรีเลย์เพื่อป้องกันกระแสไหลย้อนกลับจากขดลวดรีเลย์มาเข้าทรานซิสเตอร์ เมื่อรีเลย์หยุดทำงาน

เมื่อต้องการสั่งให้รีเลย์ทำงาน ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อส่งลอจิก "1" ออกไปทางขวา D0 ทรานซิสเตอร์จะนำกระแส ทำให้เกิดกระแสไหลผ่านขดลวดรีเลย์ รีเลย์จึงทำงาน เมื่อต้องการควบคุมให้รีเลย์หยุดทำงาน ทำให้เกิดการเขียนข้อมูล "0" ออกไปทางขา D0 อีกครั้ง ทรานซินเตอร์ก็จะหยุดนำกระแสทำให้รีเลย์หยุดทำงาน

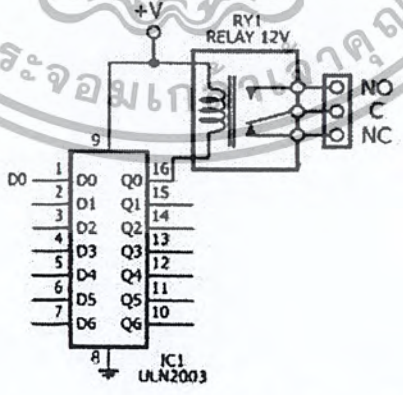
3.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อขับรีเลย์อย่างง่ายด้วย Visual Basic

สามารถเขียนโปรแกรมด้วย Visual Basic ให้กับปุ่ม Command 1 เพื่อใช้ในการกระตุ้นให้รีเลย์ทำงานได้ดังนี้

```
Private sub command1_click()
Out &h371,8
End sub
```

สำหรับโปรแกรมตัวอย่างเพื่อหนุดการทำงานของรีเลย์โดยใช้ปุ่ม command 2 มีดังนี้

```
Private sub command2_click()
Out &h378,0
End sub
```



รูปที่ 3-17 วงจรขับรีเลย์โดยใช้ ULN2003

จากโปรแกรมตัวอย่างจะเห็นว่าต้องใช้ command ถึง 2 ตัวในการควบคุมการทำงานรีเลย์เพียงตัวเดียว และการเขียนโปรแกรมในลักษณะนี้ทำให้บิตที่ไม่เกี่ยวข้องกับบิตอื่นๆ มีการเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย ซึ่งบางครั้งในการควบคุมไม่ต้องการให้บิตที่ไม่เกี่ยวข้องเหล่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลง ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขโปรแกรมให้มีความกระชับขึ้นโดยใช้การอ่านค่ากลับและใช้คำสั่ง Xor เข้ามาช่วยได้ดังนี้

```
Private command1_click()
Out &h378,Inp(&H378) Xor &H1
End sub
```

จากโปรแกรมตัวอย่างข้างต้นนี้ จะใช้ command1 เพียงตัวเดียวในการควบคุมการทำงานของรีเลย์ โดยจะอ่านค่าข้อมูลเดิมที่เอาต์พุตของพอร์ต DATA ออกมาก่อน จากนั้นใช้คำสั่ง Xor ในการสลับบิต โดยจะทำการสลับเฉพาะบิต D0 เพียงบิตตัวเดียวเท่านั้น

ควบคุมรีเลย์โดยใช้ ULN2003

สามารถทำได้อย่างง่ายๆ ดังแสดงในรูปที่ 3-17 ต่อขาพอร์ต DATA บิตใดบิตหนึ่งมาเข้าที่ขาอินพุตของ ULN2003 ส่วนอีกขาที่เหลือให้ต่อกับ ไฟเลี้ยงขดลวดรีเลย์ เหตุผลที่ต้องต่อแบบนี้เนื่องจากหากต้องการขับรีเลย์ให้ทำงานโดยไม่สร้างภาระให้แก่วงจรจ่ายไฟเลี้ยงของพอร์ตขนานควรต่อแหล่งจ่ายไฟสำหรับรีเลย์แยกต่างหาก เมื่อเป็นเช่นนี้จึงต้องกำหนดให้ ULN2003 ทำการจ่ายกระแสในลักษณะกระแสซิงก์ (Sink current) กับอุปกรณ์ภายใน ULN2003 เป็นอินเวอร์เตอร์หรือนอตเกต เมื่อต้องการสั่งให้เกิดการครบวงจร มีกระแสไฟฟ้าไหลจากแหล่งจ่ายไฟของรีเลย์ผ่ายขดลวดรีเลย์ มาครบวงจรที่ขาเอาต์พุตของ ULN2003 ซึ่งในขณะนี้เป็นลอจิก “0” สามารถเทียบเป็นกราวด์ได้ เมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าขดลวดรีเลย์ได้ รีเลย์ก็จะทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

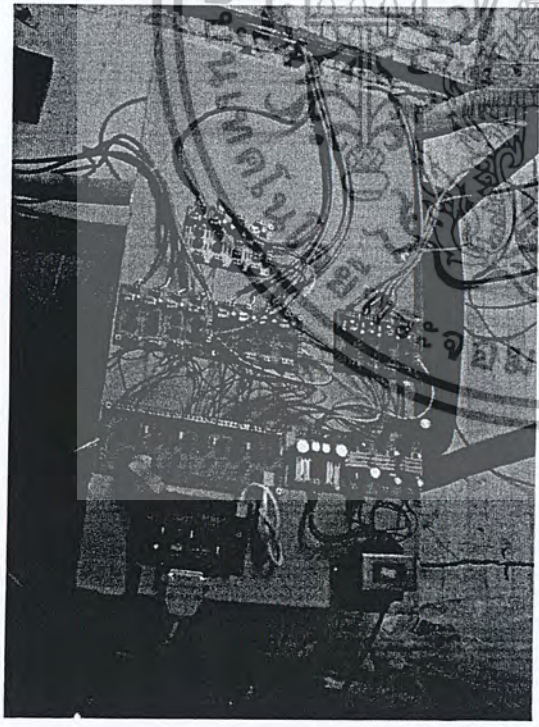
บทที่ 4

การพัฒนาห้องทดสอบและปรับปรุงอุปกรณ์การทดลอง

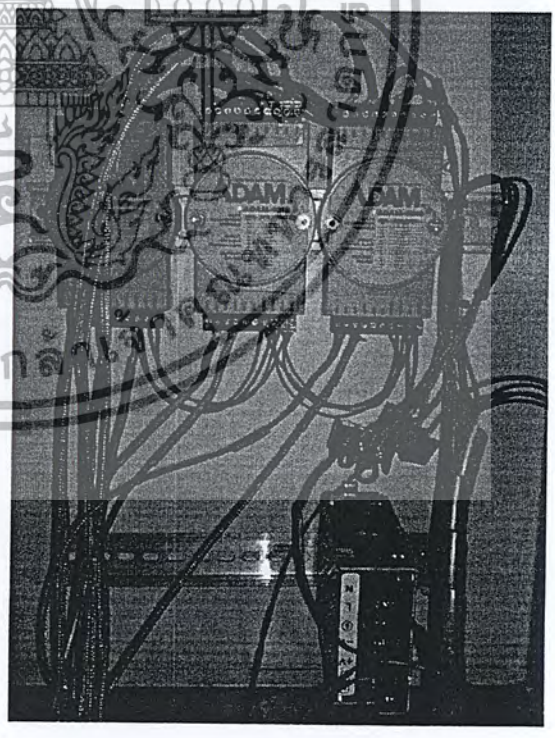
หลังจากที่ทำการศึกษาการใช้ห้องทดสอบ และใช้งานอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ แล้วทำการเดินเครื่องทดสอบอย่างเต็มระบบเพื่อเช็คสภาพการทำงาน จึงทำให้พบปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากตัวห้องทดสอบ ระบบการทำงานของอุปกรณ์ทดสอบ รวมถึงระบบเก็บบันทึกข้อมูลในระหว่างการทดสอบ ทางกลุ่มของข้าพเจ้าจึงได้ดำเนินการปรับปรุง และพัฒนาห้องทดสอบ ได้ดังต่อไปนี้

4.1 พัฒนาระบบเก็บค่า

ทำการเปลี่ยนแปลงระบบเก็บข้อมูลจากชุดเดิม ซึ่งชำรุดเสียหายใช้การไม่ได้ มาใช้ระบบเก็บข้อมูลแบบโมดูล (ADAM DATA-LOGGER) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลต่างๆ ได้ครอบคลุมและมีความละเอียดมากกว่า ทั้ง อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหลของน้ำ สารทำความเย็นและอากาศ



รูปที่ 4-1 ระบบเก็บข้อมูลแบบเก่า



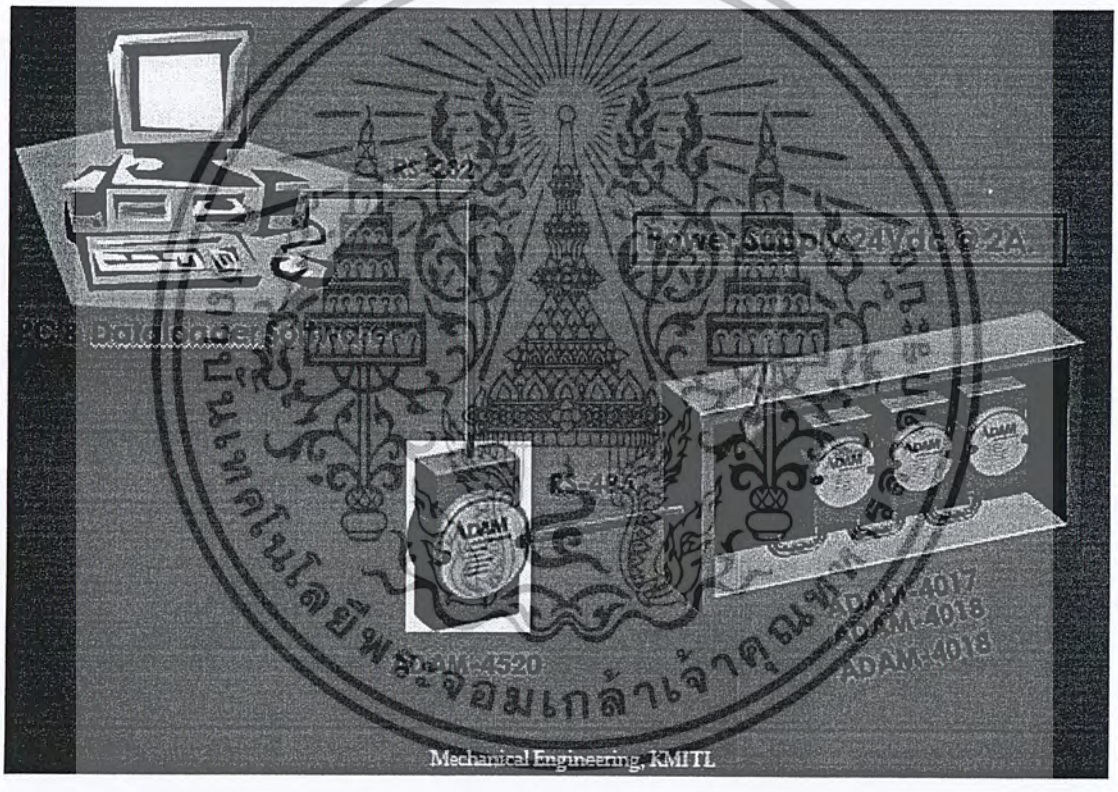
รูปที่ 4-2 ระบบเก็บข้อมูลแบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 คุณสมบัติของ ADAM

ADAM เป็นโมดูลยี่ห้อหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่เป็น Data logger รับสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์และเซนเซอร์ แล้วนำมาแปลงค่าเป็นสัญญาณดิจิตอล

- ADAM 4017 ใช้รับสัญญาณไฟฟ้า(Input)ได้เฉพาะ 0-10 V เท่านั้น
- ADAM 4017+ ใช้รับสัญญาณไฟฟ้า(Input)ได้ทั่ว 0-10 V และ 4-20 mA
- ADAM 4018 ใช้รับสัญญาณไฟฟ้าจาก Thermocouple ชนิดใดชนิดหนึ่ง (J, K, T, E, R, S, B)
- ADAM 4520 เป็นตัวแปลงสัญญาณที่ได้จาก ADAM 4017, 4017+ และ 4018 ส่งผ่านสายสัญญาณ RS-485 ต่อเข้ากับ Computer เพื่ออ่านค่า



รูปที่ 4-3 แสดงภาพจำลองการทำงานของระบบ ADAM DATA-LOGGER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger #Phase2

รูปที่ 4-4 แสดงชุดอุปกรณ์เก็บค่า Data logger #Phase2

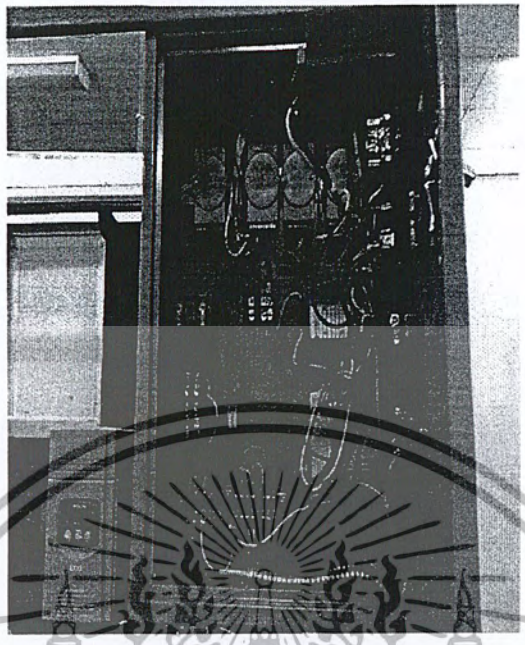
ADAM 4017	ADAM 4018	ADAM 4018

Channel	4017	4018	4018
0	P @ Entering Exp.Valve	T(in) Evap.	T(out) Cond.
1	P @ Leaving Exp.Valve	T(out) Evap.	T(db.) @Evap. room
2	P @ Leaving Evap.	T(in) Expand.	T(wb.) @Evap. room
3	P @ Entering Cond.	T(out) Expand.	T(db.) @Cond. room
4	Line(RS-485)	T(in) Comp.	T(wb.) @Cond. room
5		T(out) Comp.	T@ Steam Gen.(boiler)
6		T(in) Cond.	T @ น้ำควบแน่นที่ chiller
7			

ตารางที่ 4-1 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger #Phase2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับData logger #Phase1



รูปที่ 4-5 แสดงชุดอุปกรณ์เก็บค่า Data logger #Phase1

ADAM 4017	ADAM 4017+	ADAM 4018	ADAM 4520

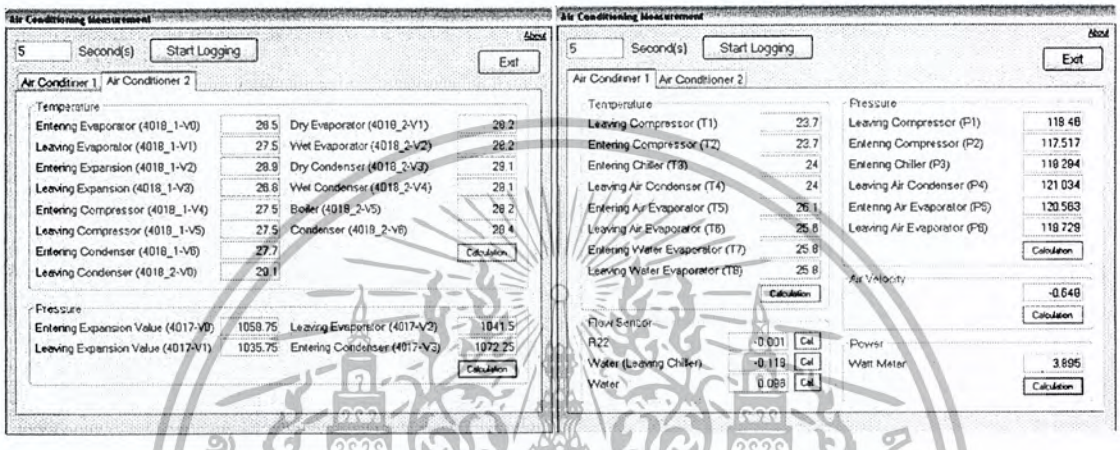
Channel	4017	4017+	4018	4520
0	R-22 Flow-Rate	P @ Leaving Comp.	T(out) Comp.	INVERT SIGNAL
1	Water Flow-rate	P @ Entering Comp.	T(in) Comp.	INVERT SIGNAL
2	Watt meter	P @ Entering Chiller	T(in) Chiller	INVERT SIGNAL
3		P @ leaving Air-Cond.	T(out) Air-Cond.	INVERT SIGNAL
4		P @ Entering Air-Evap.	T(in) Air-Evap.	INVERT SIGNAL
5		P @ Leaving Air-Evap.	T(out) Air-Evap.	INVERT SIGNAL
6		Air-Velocity	T water Entering Chiller	INVERT SIGNAL
7		Water leaving Chiller	T water leaving Chiller	INVERT SIGNAL

ตารางที่ 4-2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger #Phase1

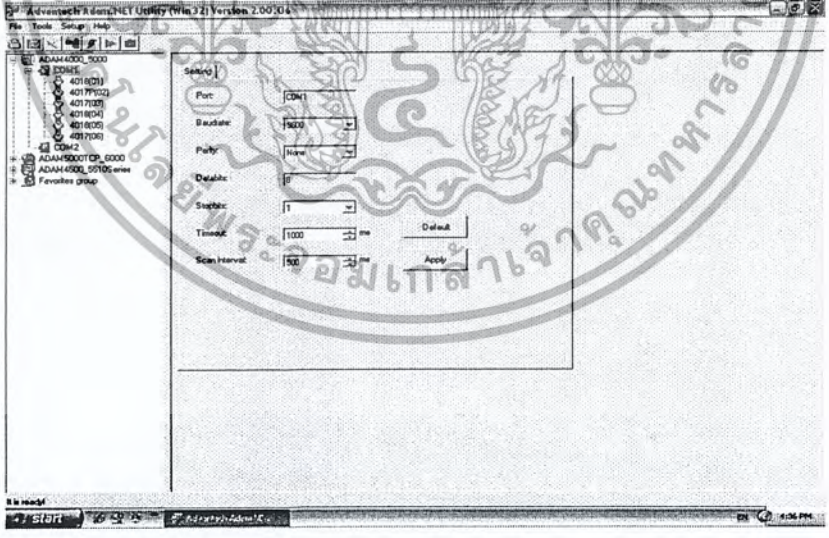
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 พัฒนาโปรแกรม AIR-LOGGER

เพื่อใช้ในการนำค่าที่ได้จากการวัดค่าต่างๆที่ได้จากอุปกรณ์และเซนเซอร์ของห้องจำลองสภาวะทั้ง 2 ห้อง ซึ่งจะเป็นค่าทางสัญญาณไฟฟ้าซึ่งรับค่าผ่าน ADAM 4017, 4017+, 4018, 4520 จากนั้นค่าต่างๆจะถูกแปลงมาเป็นสัญญาณดิจิตอลและแสดงผลผ่านโปรแกรม AIR-CONDITION LOGGER และ ADAM Utility.NET ที่สามารถใช้ดูค่าสัญญาณไฟที่ตัวเซนเซอร์ส่งมา ซึ่งโปรแกรม AIR-CONDITION LOGGER ก็สามารถทำได้



รูปที่ 4-6 แสดงโปรแกรม AIR-CONDITION LOGGER



รูปที่ 4-7 แสดงโปรแกรม ADAM Utility.NET

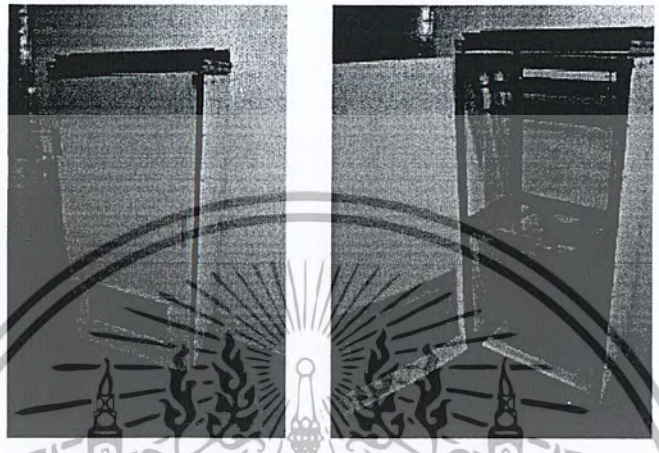
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อุปกรณ์ที่ปรับปรุงและใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์สำคัญที่ติดตั้งในชุดทดลอง แบ่งเป็น 4 ส่วนคือ

4.2.1 อุปกรณ์สำหรับห้องจำลองสภาวะภายนอก

1. AHU (Air Handing Unit)

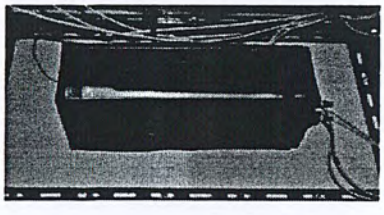


รูปที่ 4-8 AHU (Air Handing Unit)

2. Heater ใช้ขนาดทั้งหมด 4400 W

รูปที่ 4-9 Heater ขนาด 4400 W

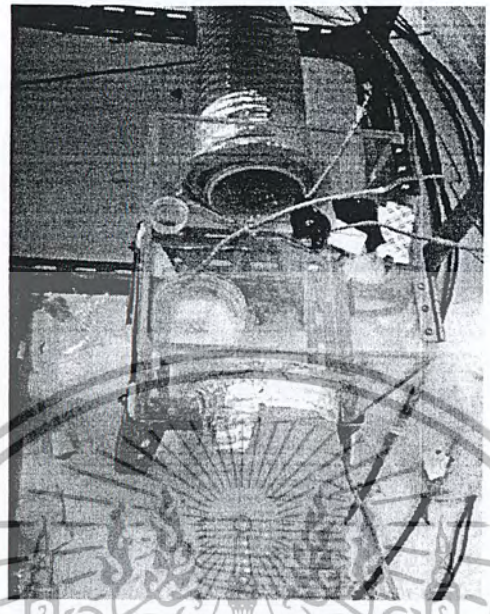
3. หม้อกำเนิดไอน้ำ (Steam Generator) เป็นตัวควบคุมสภาวะความชื้น



รูปที่ 4-10 หม้อกำเนิดไอน้ำของห้องจำลองสภาวะภายนอก (Steam Generator)

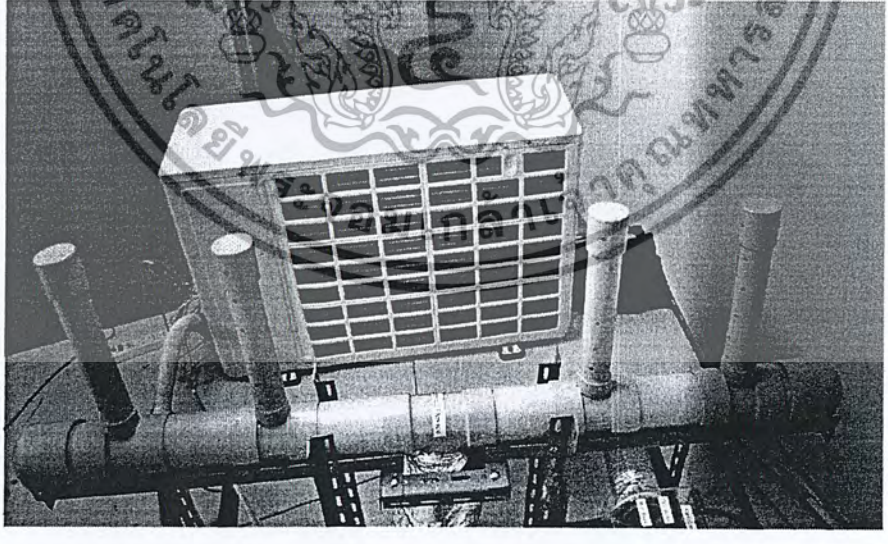
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชุดอุปกรณ์สุ่มตัวอย่าง (Sampling Device) ซึ่งประกอบไปด้วย ท่อสุ่มตัวอย่างอากาศ กล่องเก็บค่าอุณหภูมิ และพัดลมดูดอากาศ (Blower)



รูปที่ 4-11 ชุดอุปกรณ์สุ่มตัวอย่างของห้องจำลองสภาวะภายนอก (Sampling Device)

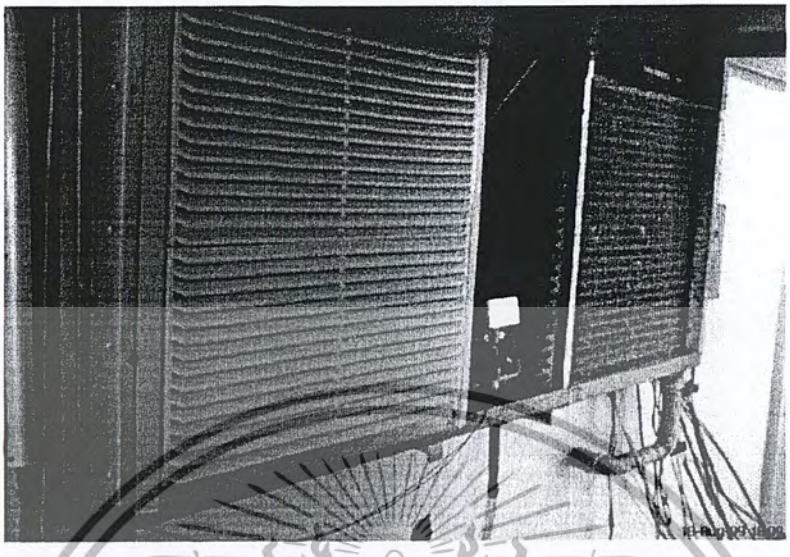
5. ชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit)



รูปที่ 4-12 ชุดคอยล์ร้อน (Condensing Unit)

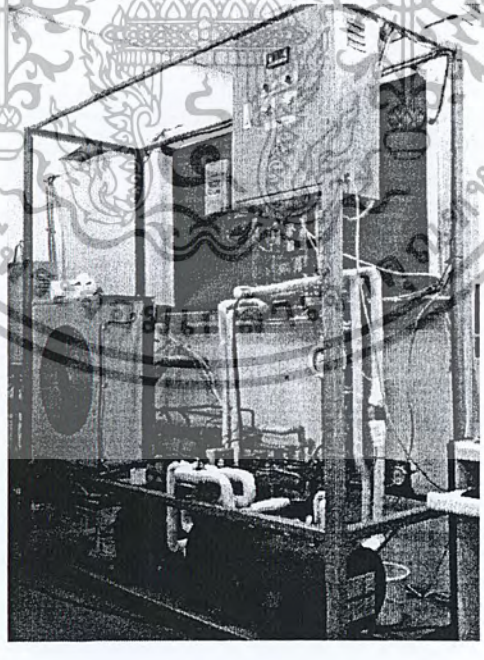
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระบบทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled water Chiller)



รูปที่ 4-13 ระบบทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled water Chiller)

7. ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นของห้องจำลองสภาวะภายนอก

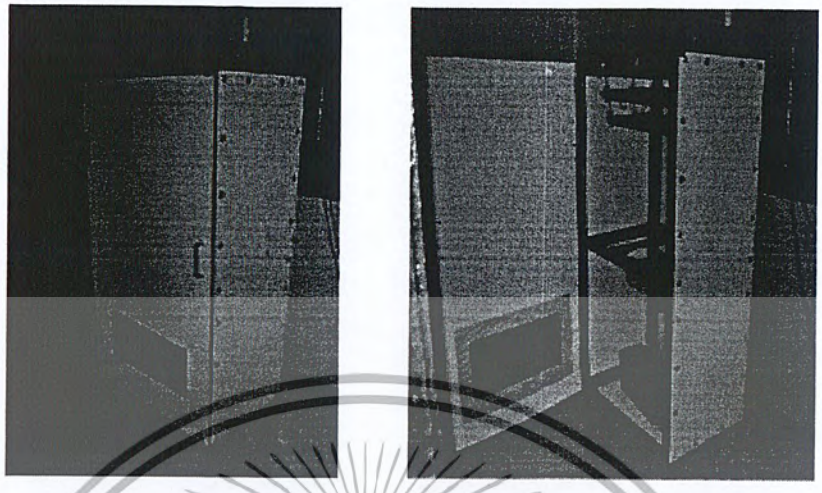


รูปที่ 4-14 ชุดอุปกรณ์ทำความเย็นของห้องจำลองสภาวะภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

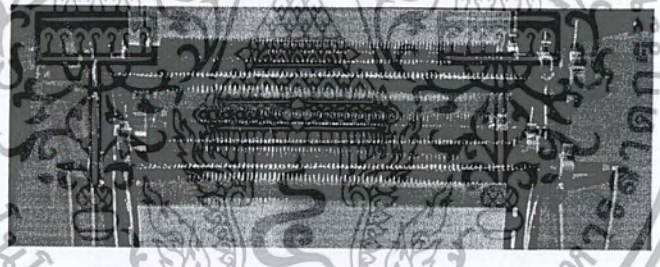
4.2.2 อุปกรณ์สำหรับห้องจำลองสภาวะภายใน

1. AHU (Air Handing Unit)



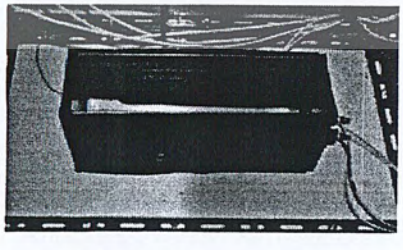
รูปที่ 4-15 AHU (Air Handing Unit)

2. Heater ใช้ขนาดทั้งหมด 5000 W



รูปที่ 4-16 Heater ขนาด 5000 W

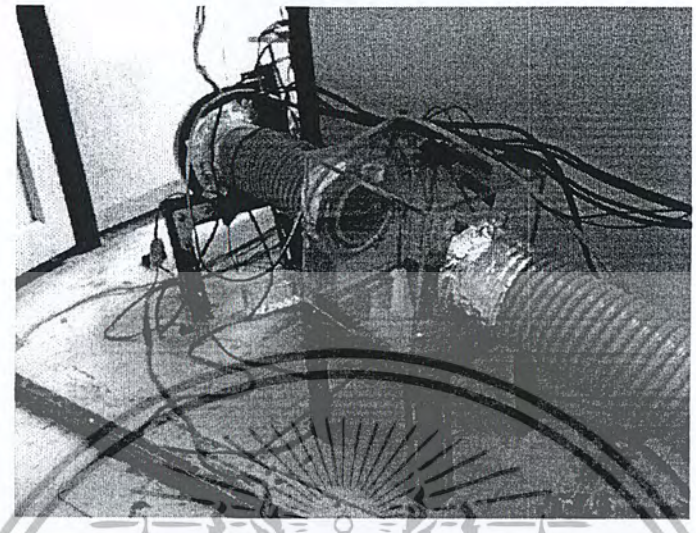
3. หม้อกำเนิดไอน้ำ (Steam Generator) เป็นตัวควบคุมสภาวะความชื้น



รูปที่ 4-17 หม้อกำเนิดไอน้ำของห้องจำลองสภาวะภายใน (Steam Generator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชุดอุปกรณ์สุ่มตัวอย่าง (Sampling Device) ซึ่งประกอบไปด้วย ท่อสุ่มตัวอย่างอากาศ กล่องเก็บค่าอุณหภูมิ และพัดลมดูดอากาศ (Blower)



รูปที่ 4-18 ชุดอุปกรณ์สุ่มตัวอย่างของห้องจำลองสภาวะภายใน (Sampling Device)

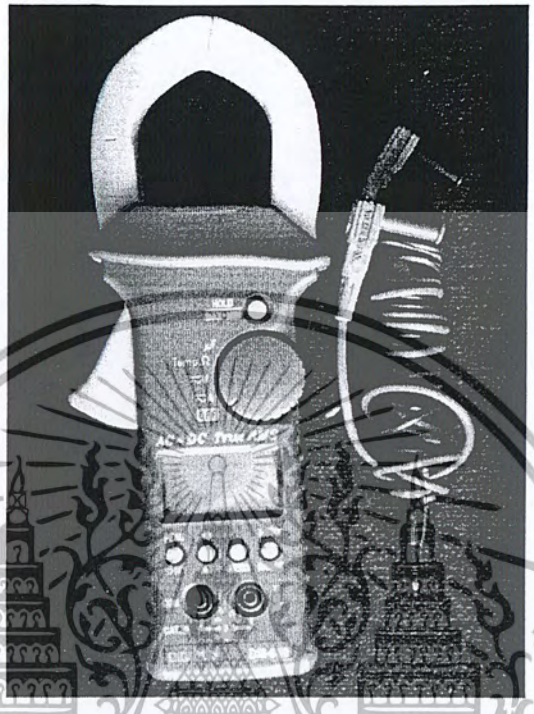
5. ชุดคอยล์เย็น (Evaporating Unit)

รูปที่ 4-19 ชุดคอยล์เย็น (Evaporating Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

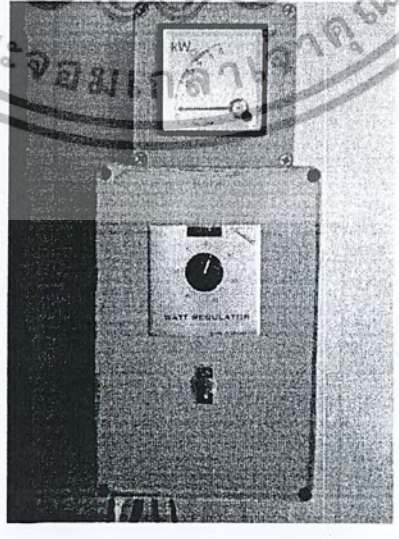
4.3 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดสอบ

1. Digital Clamp Meter



รูปที่ 4-20 Digital Clamp Meter

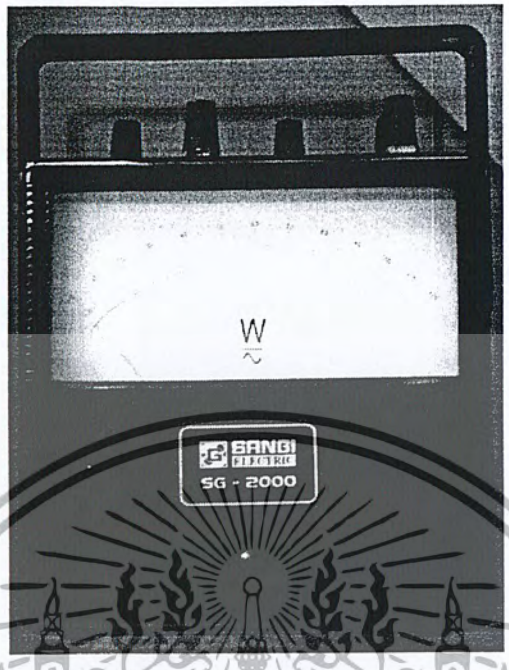
2. หม้อแปลงปรับกำลังไฟฟ้าขดลวดความร้อนบริเวณห้องควบคุม (Watt Regulator)



รูปที่ 4-21 หม้อแปลงปรับกำลังไฟฟ้า (Watt Regulator)

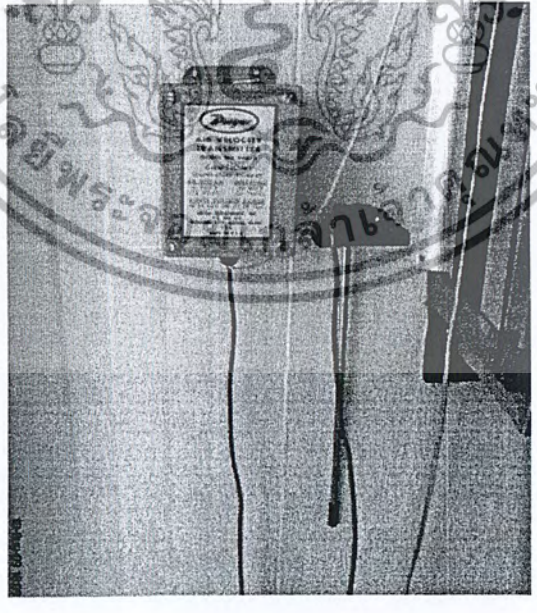
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Power Meter



รูปที่ 4-22 Power Meter

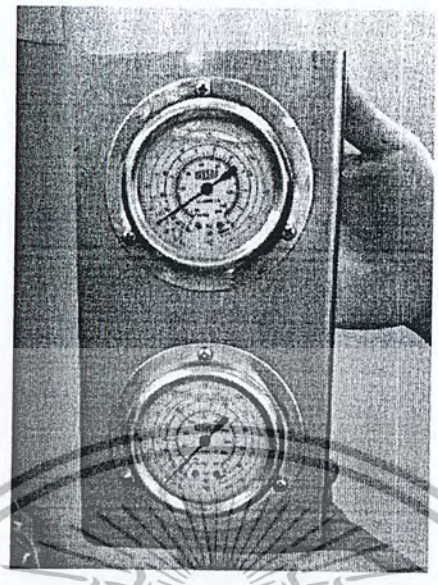
4. วัดความเร็วของอากาศ (Air Velocity)



รูปที่ 4-23 วัดความเร็วของอากาศ (Air Velocity)

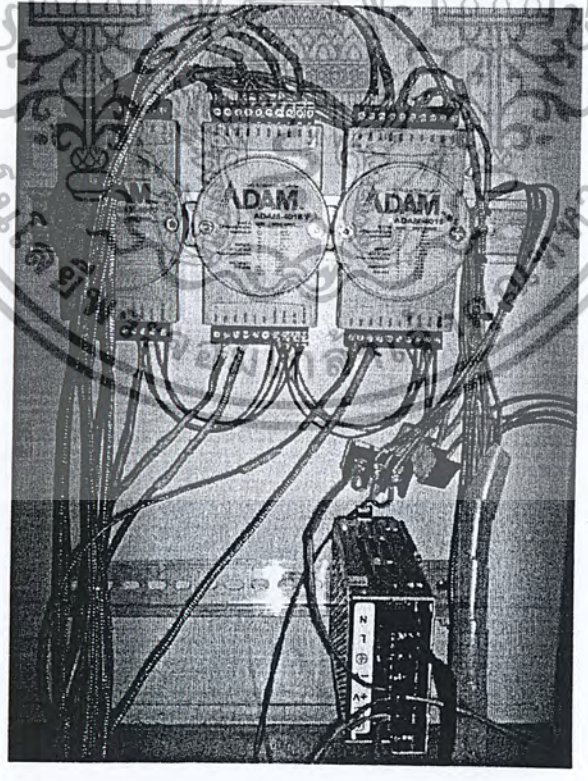
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)



รูปที่ 4-24 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

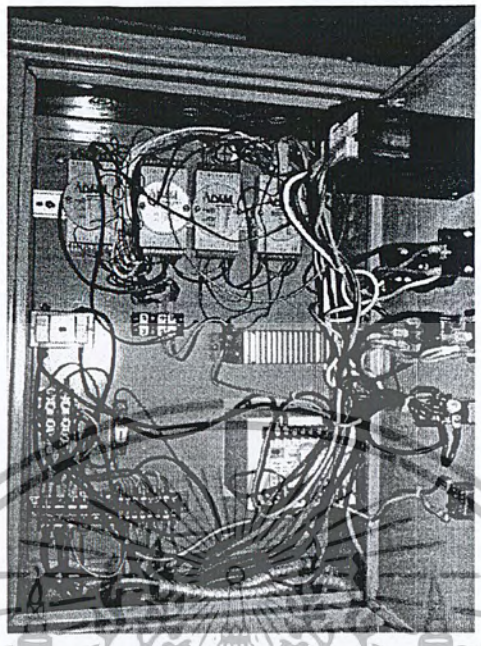
6. ชุดอุปกรณ์เก็บค่าสำหรับอุณหภูมิ ความดัน



รูปที่ 4-25 ชุดอุปกรณ์เก็บค่าสำหรับห้องจำลองสภาวะภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชุดอุปกรณ์เก็บค่าสำหรับอุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหลของน้ำยาแอร์ น้ำและอากาศ



รูปที่ 4-26 ชุดอุปกรณ์เก็บค่าสำหรับห้องจำลองสภาวะภายนอก

4.4 ชุดควบคุมระบบอัตโนมัติและการจ่ายไฟ

1. ชุดขับรีเลย์ (Drive Relay)

รูปที่ 4-27 ชุดขับรีเลย์

หมายเหตุ : ห้องจำลองสภาวะภายนอก (ซ้ายมือ)

1 = Heater 1400 W

2 = Heater 2000 W

3 = Heater 1000 W

4 = Steam generator

ห้องจำลองสภาวะภายใน (ขวามือ)

1 = Heater 1000 W

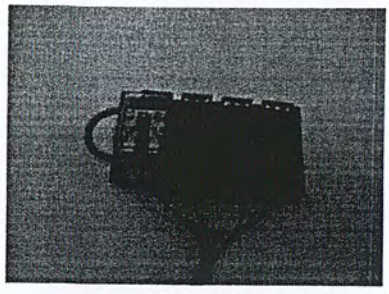
2 = Heater 1000 W

3 = Heater 2000 W

4 = Steam generator

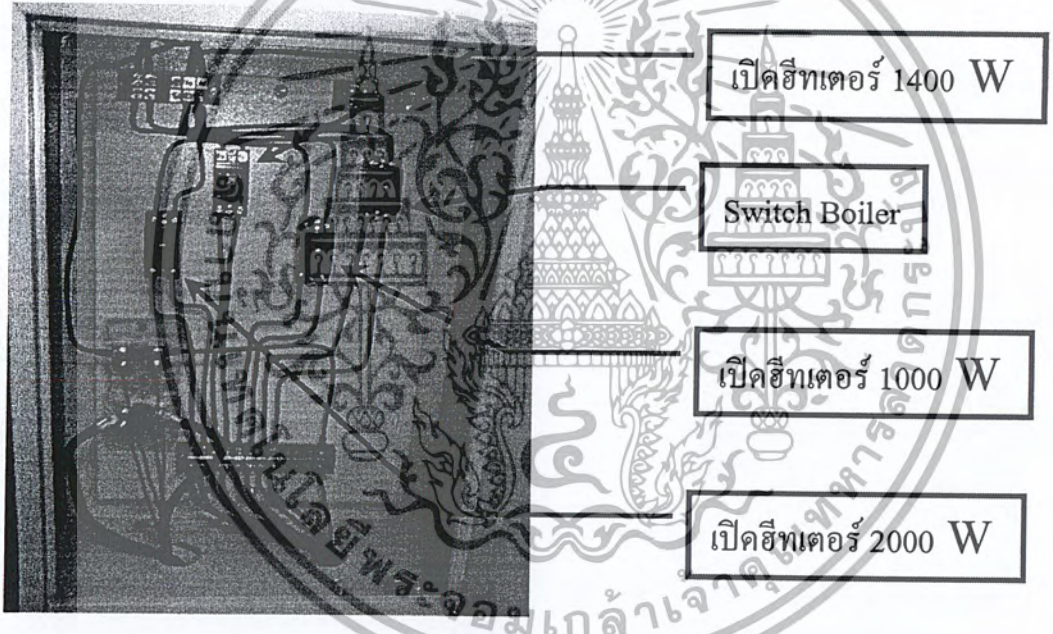
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รีเลย์ (Relay)



รูปที่ 4-28 รีเลย์ควบคุมฮีทเตอร์และเครื่องกำเนิดไอน้ำ

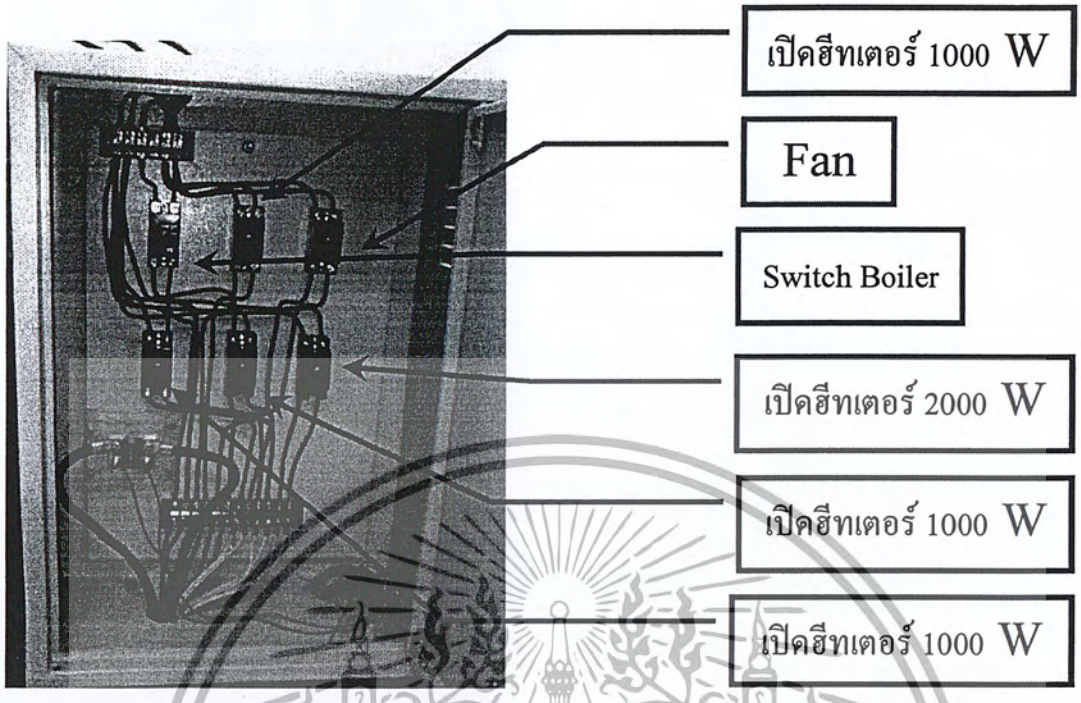
3. ตู้ควบคุมการจ่ายไฟของห้องจำลองสภาวะภายนอก



รูปที่ 4-29 ตู้ควบคุมการจ่ายไฟของห้องจำลองสภาวะภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตู้ควบคุมการจ่ายไฟของห้องจำลองสภาวะภายใน



รูปที่ 4-30 ตู้ควบคุมการจ่ายไฟของห้องจำลองสภาวะภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิธีการทดสอบและผลการทดลอง

การทดสอบห้องทดลองเบื้องต้นโดยวิธีห้องวัดความร้อนแบบปรับสมดุลให้กับบรรยากาศโดยรอบตามมาตรฐาน และอุปกรณ์ที่ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาแล้ว โดยจะมีการแสดงการคำนวณหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของฮีทเตอร์ เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า EER ของเครื่องปรับอากาศ และการคำนวณหาขีดความสามารถในการทำความเย็นรวมสุทธิ ซึ่งเป็นส่วนหลักของมาตรฐาน ซึ่งมีวิธีการทดสอบเป็นดังนี้

5.1 วิธีการตั้งระบบก่อนทดสอบ

ระบบคอยล์ร้อนระบายความร้อนด้วยอากาศและคอยล์เย็นทำความเย็นให้กับน้ำ (Air Cooled Condenser Water Chilled Fan coil System)

5.1.1 วิธีควบคุมการทำงานของ Switch control

1.ปรับสวิทซ์คอนเดนเซอร์ไปที่ตำแหน่งระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled)

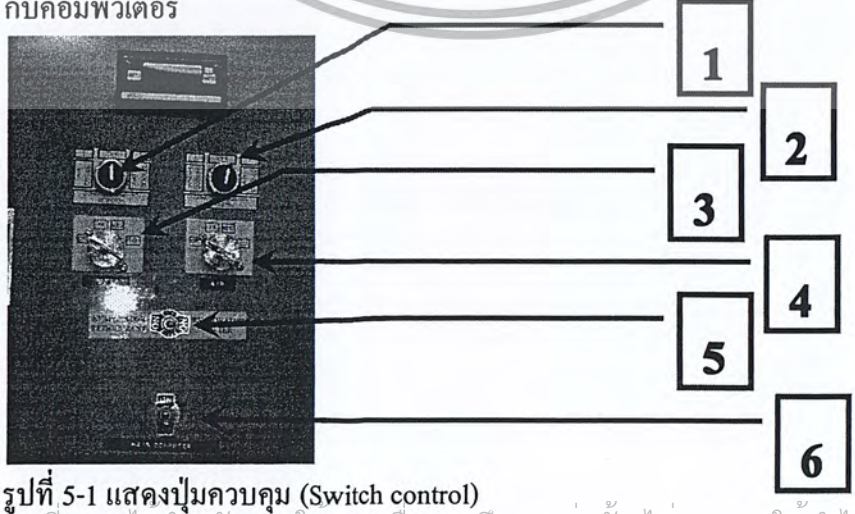
2.ปรับสวิทซ์ Evaporater ไปที่ตำแหน่งการทำน้ำเย็น (Water Cooled)

3.ปรับสวิทซ์ของพัดลมสำหรับคอยล์น้ำเย็นไปที่ระดับสูง (Hi)

4.ปรับสวิทซ์ Evaporator ไปที่ตำแหน่งการทำน้ำเย็น (Evaporator Water)

คอมเพรสเซอร์จะทำงานโดยอัตโนมัติทันที

5.ปรับสวิทซ์คอมพิวเตอร์ไปที่ตำแหน่งเปิด (On) และเสียบสายสัญญาณ RS-232 เข้ากับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5-1 แสดงปุ่มควบคุม (Switch control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 วิธีการปรับแต่งวาล์วคอนโทรล

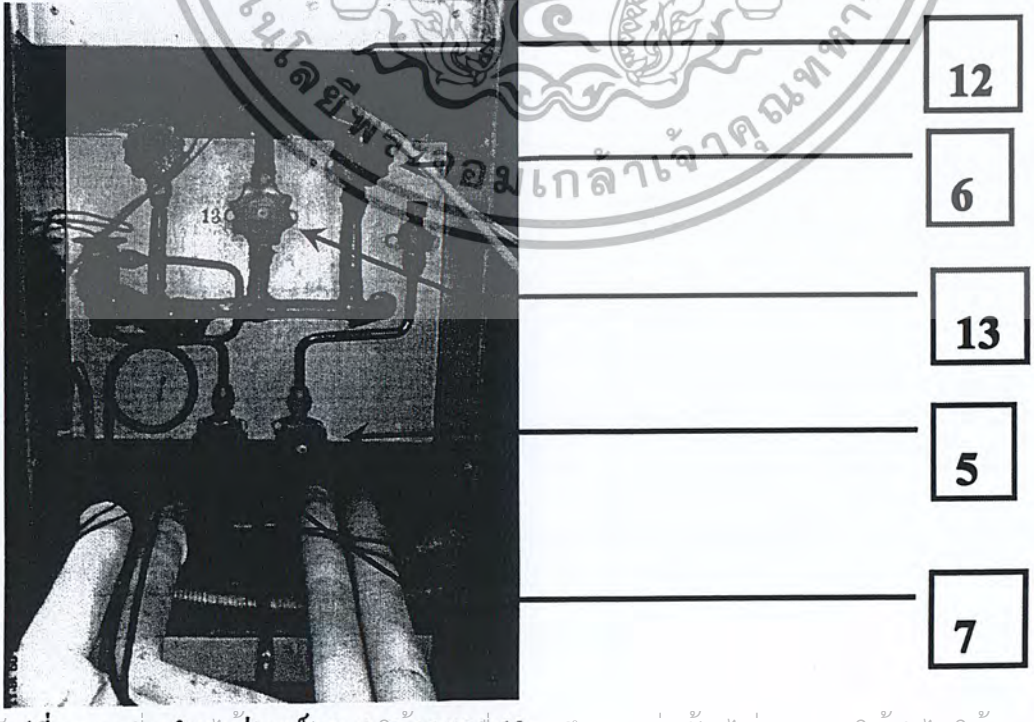
1.ท่อส่ง (Discharge) จะมีสีแดงเป็นท่อซึ่งออกจากคอมเพรสเซอร์ เนื่องจากเราต้องการระบายความร้อนด้วยอากาศ จึงต้องปิดวาล์วสารทำความเย็นที่ไหลเข้าสู่คอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ (หมายเลข 11) และเปิดวาล์วสารทำความเย็นที่ไหลออกจากคอมเพรสเซอร์เข้าสู่คอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศ (หมายเลข 1)

2.ด้านสารทำความเย็นเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์ซึ่งมีสีฟ้า จะต้องปิดวาล์วสารทำความเย็นที่ไหลออกจากคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยน้ำ (หมายเลข 10) และเปิดวาล์วสารทำความเย็นที่ไหลออกจากคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนด้วยอากาศเพื่อเข้าสู่มิเตอร์วัดอัตราการไหลของสารทำความเย็น (หมายเลข 2)

3.มิเตอร์วัดอัตราการไหลของสารทำความเย็น(R-22) จะต้องปิดวาล์ว BY PASS (หมายเลข 14) และต้องเปิดวาล์วให้สารทำความเย็นไหลผ่านมิเตอร์วัดอัตราการไหลโดยเข้าที่วาล์วหมายเลข 3 และออกที่วาล์วหมายเลข 4 (ถ้าปิดวาล์วหมายเลข 3, 4 และเปิดวาล์ว BY PASS (หมายเลข 14) จะทำให้สารทำความเย็นไม่ให้ไหลผ่านมิเตอร์วัดอัตราการไหล)

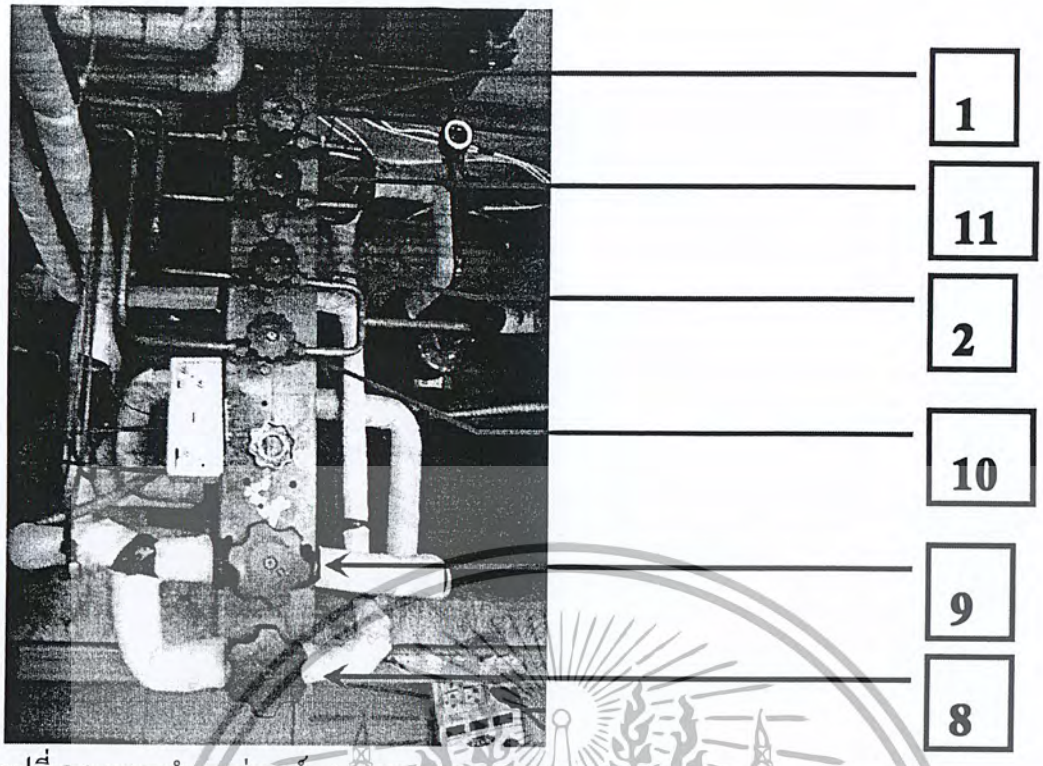
4. ชุดควบคุมสารทำความเย็น เลือกได้กรณีเดียวเพราะวาล์วขยายตัว (Expansion Valve) ไม่สามารถทำงานร่วมกับคอยล์ทำน้ำเย็น (Water Chilled Fan Coil) โดยเปิดวาล์วหมายเลข 7 และปิดวาล์วหมายเลข 5, 6, 12, 13

5.ท่อดูด (Suction) จะต้องปิดวาล์วสารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์เข้าสู่คอมเพรสเซอร์ (หมายเลข 8) และจะต้องเปิดวาล์วสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ (หมายเลข 9)

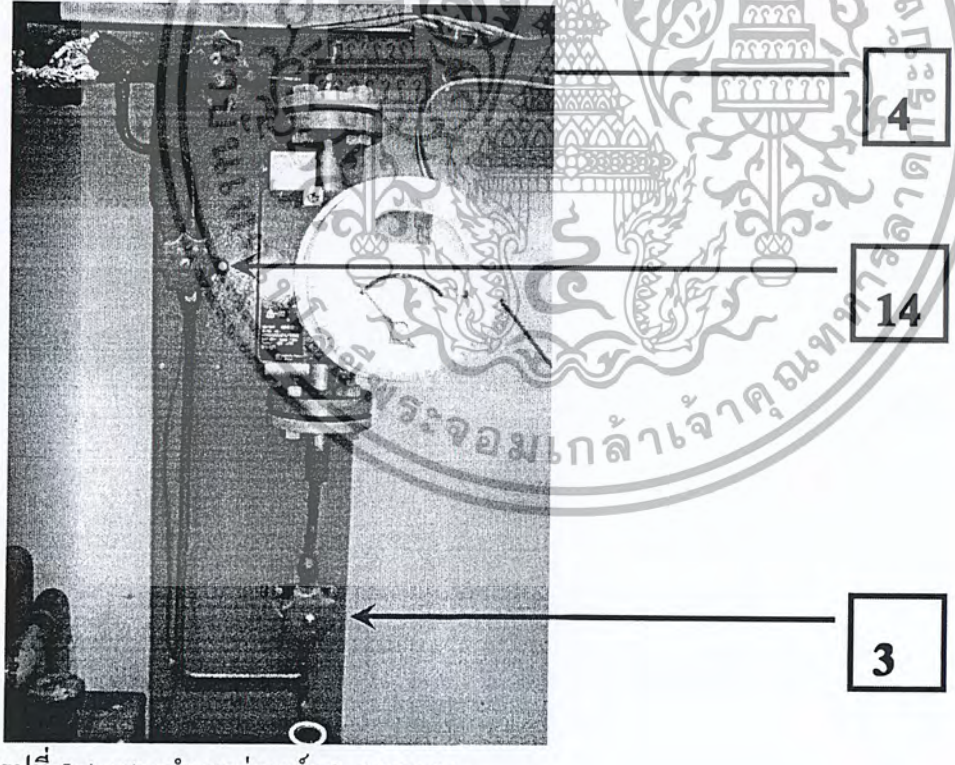


รูปที่ 5-2 แสดงตำแหน่งวาล์ว 5, 6, 7, 12 และ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

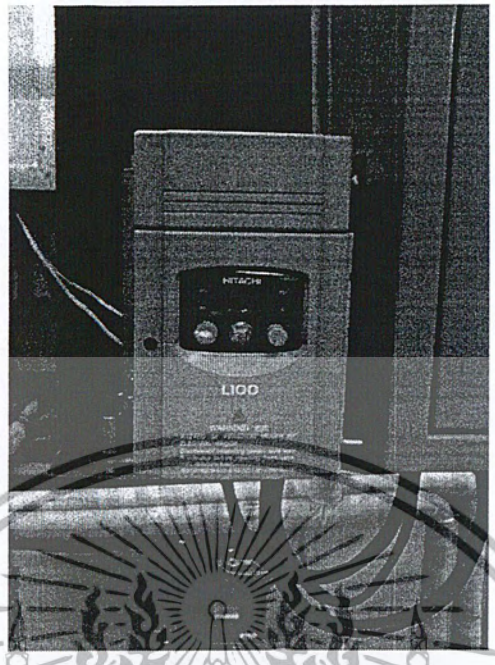


รูปที่ 5-3 แสดงตำแหน่งวาล์ว 1, 2, 8, 9, 10 และ 11



รูปที่ 5-4 แสดงตำแหน่งวาล์ว 3, 4 และ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-5 เครื่องปรับความเร็วรอบการหมุนของคอมเพรสเซอร์

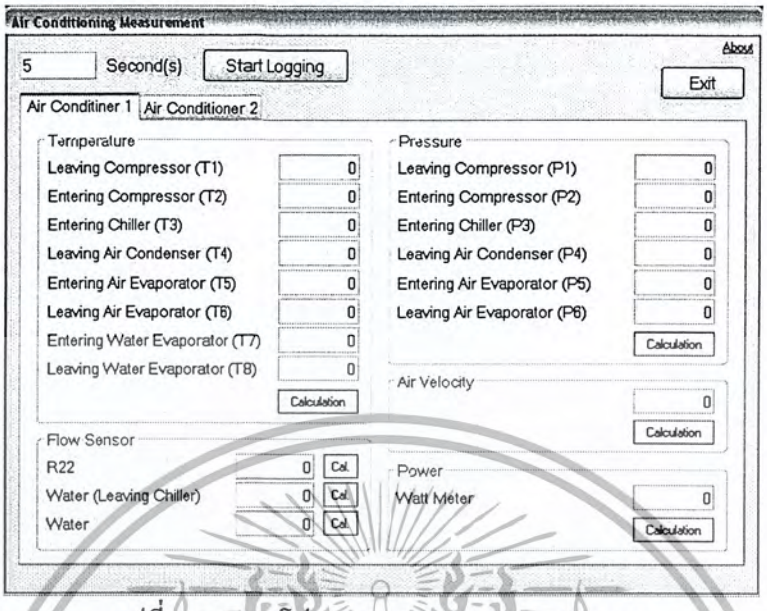
5.2 การใช้งานโปรแกรม Air Condition Logger

1. Double Click ที่ Icon Air Condition Logger บน desktop

รูปที่ 5-6 แสดง Icon Air Condition Logger บน desktop

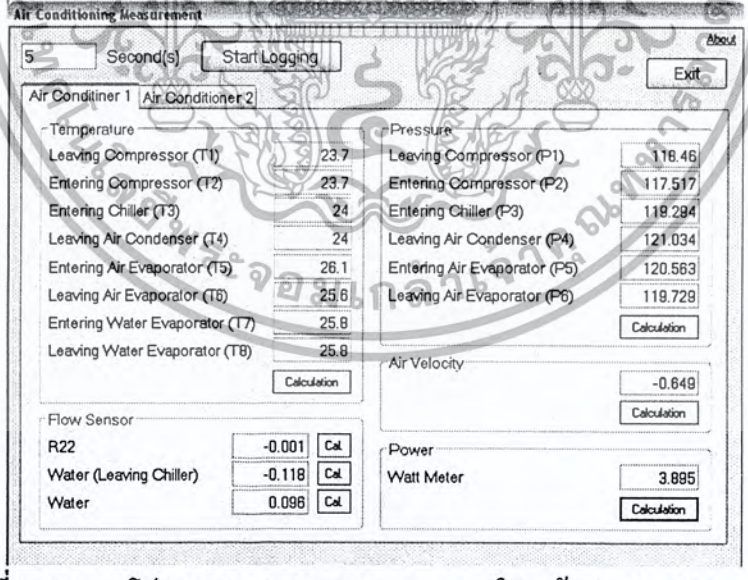
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรม Air Condition Logger จะเป็นดังรูป



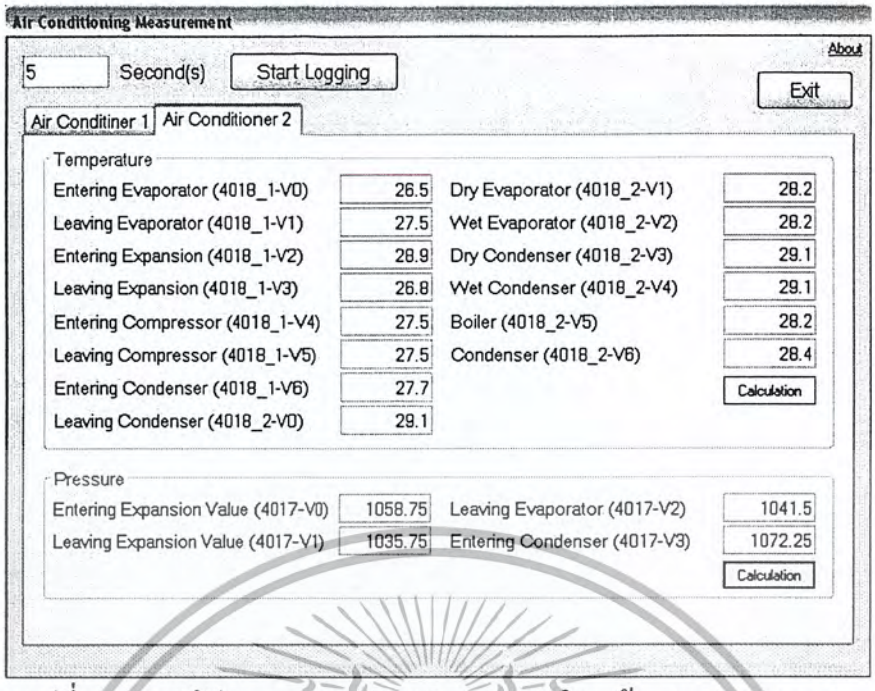
รูปที่ 5-7 แสดงโปรแกรม Air Condition Logger

3. เลือกดูอุณหภูมิ ความดันและอัตราการไหล ของห้องจำลองสภาวะภายนอกและห้องจำลองสภาวะภายในตามต้องการ(Click Air Conditioner1 หรือ Air Conditioner2)



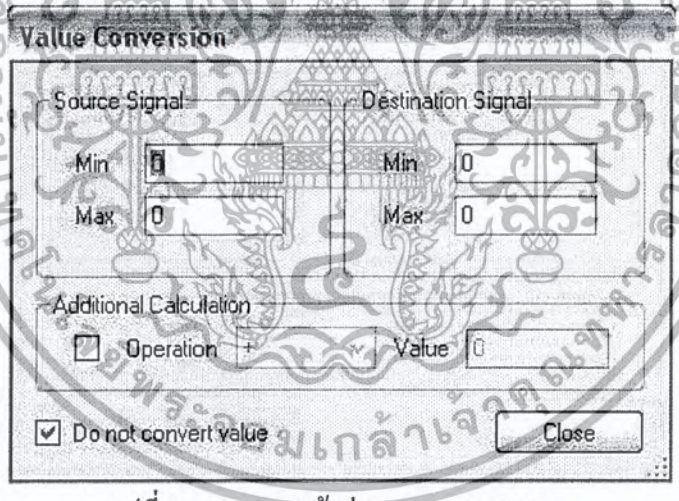
รูปที่ 5-8 แสดงโปรแกรม Air Condition Logger ในหน้า Air Conditioner1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5-9 แสดงโปรแกรม Air Condition Logger ในหน้า Air Conditioner2

4. ปุ่ม Calculation แบ่งเป็น2ส่วน



รูปที่ 5-10 แสดงหน้าต่างการ Calculation

-ส่วน Interpolate โดยมี Source Signal (เป็นช่วงที่เครื่องมือวัดสามารถส่งสัญญาณไฟฟ้า) และ Destination Signal (เป็นช่วงที่เครื่องมือวัดสามารถวัดได้) โดยจะใส่ค่าตาม Data Sheet ของอุปกรณ์ต่างๆ

-ส่วนแปลงหน่วย (Additional calculation) โดยแปลงหน่วยจะส่วนที่ได้จาก Destination Signal เป็นหน่วยที่เราต้องการ

<u>หมายเหตุ</u> ถ้าต้องการดูค่า Source Signal ที่ไม่ได้ถูก Interpolate ให้มาร์คที่ช่องสี่เหลี่ยม Do not convert value

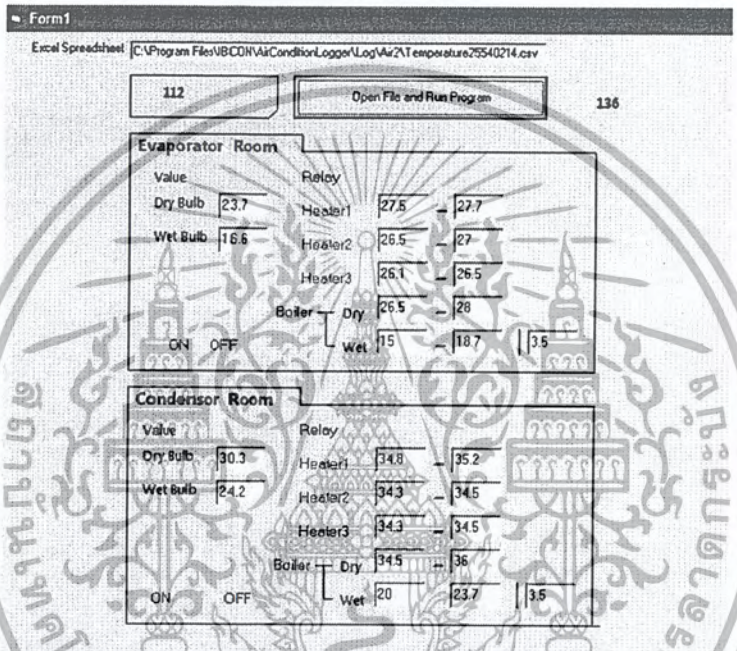
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ช่วงความถี่ในการบันทึกข้อมูลสามารถตั้งได้ตามต้องการ โดยใส่ตัวเลขที่กล่องสี่เหลี่ยมบนซ้ายมือ

6. เริ่มเก็บค่าโดยคลิกที่ปุ่ม Start Logging

5.3 การใช้งานโปรแกรม Temperature Controller

1. เปิดโปรแกรมคอนโทรลจากโปรแกรม Visual basic



รูปที่ 5-11 แสดงโปรแกรม Temperature Controller

2. โปรแกรม Temperature Controller นั้นจะทำงานร่วมกันกับโปรแกรม Air Condition Logger โดยทำการเปิดโปรแกรม Air Condition Logger และกดปุ่ม Start Logging แล้วจึงกดปุ่ม Open File and Run Program ในโปรแกรม Temperature Controller ดังแสดงในรูปที่ 5-11 เพื่อทำการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เป็นระบบอัตโนมัติพร้อมทั้งเริ่มเก็บค่าของผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 วิธีการทดสอบ

การทดสอบเพื่อหาขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศ จะทำการปรับสภาวะในการทดสอบทั้งสองห้องให้คงที่ ที่อุณหภูมิลมกลับเข้าชุดอีแวปอเรติ้ง อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 27±1°C อุณหภูมิกระเปาะเปียก 19±0.5°C และอุณหภูมิลมก่อนเข้าชุดคอนเดนซิ่ง อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35±1°C อุณหภูมิกระเปาะเปียก 24±0.5°C (อ้างอิงจาก มอก.1155)

รายการ	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิกระเปาะเปียก (องศาเซลเซียส)
ลมกลับเข้าชุดแฟนคอยล์	27±1	19±0.5
ลมก่อนเข้าชุดคอนเดนซิ่ง	35±1	24±0.5

ตารางที่ 5-1 แสดงภาวะมาตรฐานของห้องวัดความร้อนที่ใช้ทดสอบ

5.4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

1. เปิดเครื่องปรับอากาศที่ต้องการทดสอบให้ทำงานเต็มที่ (50 Hz.) โดยควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอตามมาตรฐานอ้างอิง

2. การควบคุมสภาวะตามที่มาตรฐานต่างๆกำหนด ทำโดยใช้ฮีทเตอร์และ เครื่องกำเนิดไอน้ำโดยเราจะทราบค่าต่างๆได้โดยผ่านโปรแกรม AIR-LOGGER SOFTWARE และควบคุมสภาวะให้คงที่ตามมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรม Temperature Controller โดยโปรแกรม Temperature Controller นี้จะทำงานร่วมกันกับโปรแกรม AIR-LOGGER SOFTWARE และเมื่อห้องทดสอบอยู่ในสภาวะสมดุล ให้ควบคุมสภาวะดังกล่าวให้ได้เป็นเวลาอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3. หลังจากนั้น เริ่มทำการทดสอบโดยบันทึกค่าอุณหภูมิ และค่างานทางไฟฟ้าที่ให้แก่ห้องทดสอบ เป็นเวลาอีก 1 ชั่วโมง และบันทึกค่าดังกล่าวทุกๆ 10 นาที

4. นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาคำนวณตามสมการในบทที่ 2(ทฤษฎี) เพื่อหาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของห้องจำลองสภาวะภายใน (ซึ่งก็คือ ขีดความสามารถทำความเย็นสุทธิของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดสอบ) และอัตราการถ่ายเทความร้อนของห้องจำลองสภาวะภายนอก จากนั้นนำค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ได้จากทั้ง 2 ห้องมาเปรียบเทียบกัน โดยที่ค่าอัตราถ่ายเทความร้อนจะต้องแตกต่างกันไม่เกิน ร้อยละ 4 (4%) จึงถือว่าการทดสอบนั้นผ่านมาตรฐานการทดสอบที่ใช้อ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.จากนั้นนำค่างานทางไฟฟ้าที่ให้กับเครื่องทดสอบ และนำค่าการทำความเย็นสุทธิของเครื่องปรับอากาศที่ได้มาก่อนหน้านี้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทดสอบ (EER) ต่อไป

5.4.2 ข้อมูลที่ต้องบันทึก

1.อุณหภูมิกระปะแห้งและอุณหภูมิของกระเปาะเปียกของอากาศภายในห้องชุดแฟนคอยล์

2. อุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายในห้องชุดคอนเดนซิ่ง

3. ปริมาณน้ำที่ใช้เติมเครื่องเพิ่มความชื้น

5.5 ผลการทดลอง

5.5.1 ข้อมูลแสดงผลการหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

Time	Dry Bulb Evap. Room (C°)	Wet Bulb Evap. Room (C°)	Temp. Boiler (C°)	How Rate Condense Water Evap. Room (kg/s)	Enthalpy Boiler (kJ/kg)	Enthalpy Wet Bulb Evap. (kJ/kg)	hw1-hw2	Latent Heat (kW)	Sensible Heat (kW)	Total Heat Evap. Room (kW)	Power Of Undertest (kW)	C.O.P.	EER
12:20:31	26.5	19	40.6	0.00006667	2575.01	78.68	2496.33	0.16643	1.6368	1.83403	0.5984	3.06489	10.45741
12:30:31	26.8	19.3	39	0.00006667	2572.15	79.94	2492.21	0.166156	1.6368	1.833756	0.616	2.976876	10.1571
12:40:31	26.8	19.3	37.8	0.00006667	2569.99	79.94	2490.05	0.166012	1.672	1.868812	0.6688	2.794276	9.534069
12:50:31	26.8	19.3	37.1	0.00006667	2568.74	79.94	2488.8	0.165928	1.7072	1.903928	0.6688	2.846783	9.713223
13:00:31	27	20	36.4	0.00006667	2567.48	82.87	2484.61	0.165649	1.7248	1.921249	0.6688	2.872681	9.801587
13:10:29	27	20	35.7	0.00006667	2566.22	82.87	2483.35	0.165565	1.7248	1.921165	0.6688	2.872555	9.801158
13:20:31	27	20	35.2	0.00006667	2565.32	82.87	2482.45	0.165505	1.7248	1.921105	0.6688	2.872466	9.800852
										1.886292		2.900075	9.895057

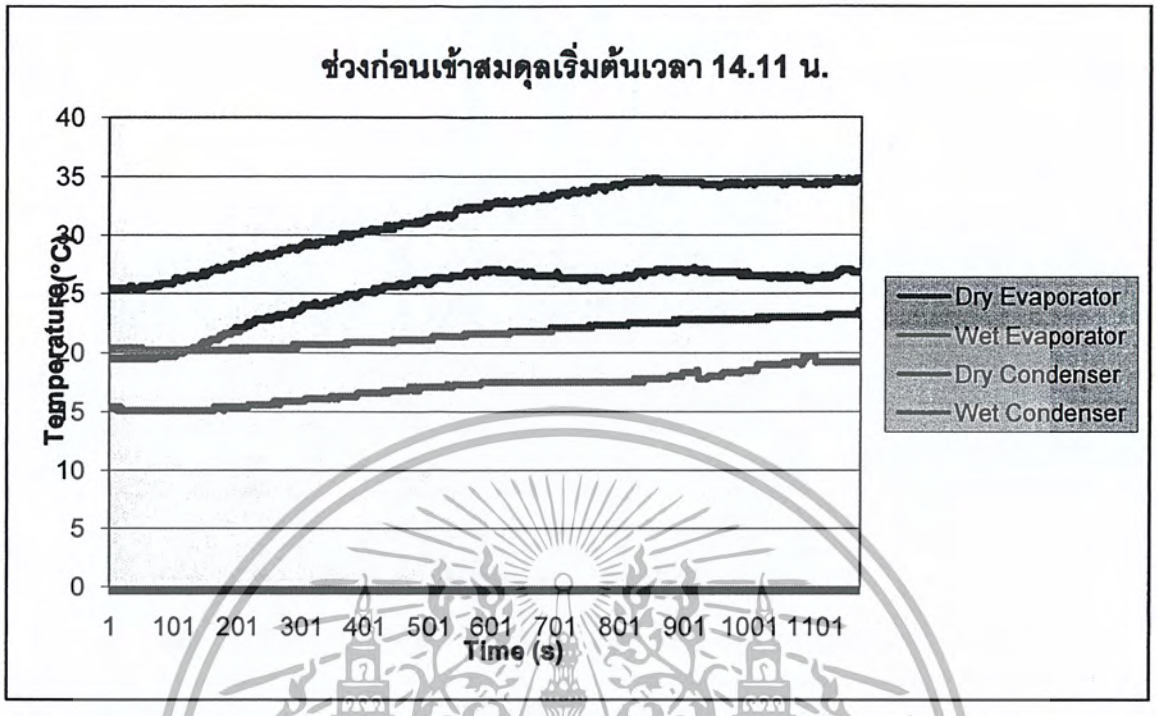
ตารางที่ 5-2 แสดงข้อมูลของห้องจำลองสภาวะภายใน

Enthalpy Wet Bulb Evap. (kJ/kg)	hcond-hwetbulb	Latent Heat (kW)	Temp. Water Enter Room (C°)	Temp. Water leaving Room (C°)	Flow of Water (kg/s)	Enthalpy Water Inlet (kJ/kg)	Enthalpy Water Outlet (kJ/kg)	hi-ho	Heat Of Chiller (kW)	undertest (A)	Power Of Undertest (kW)	AHU (A)	Power of heater	ความร้อนที่รั่วไหลผ่านผนัง	ความร้อนที่รั่วไหลผ่านผนังกันห้อง	Total Heat Cond. Room (kW)	C.O.P.	EER
78.68	52.87	0.006109	11.3	14.2	0.317	46.49	58.59	12.1	3.8357	3.4	0.5984	7.1	1.2496	0.07724	0.01651	2.087559	3.488569	11.903
79.94	53.72	0.006208	12	14.9	0.321	49.39	61.51	12.12	3.89052	3.5	0.616	6.8	1.1968	0.07724	0.01651	2.177678	3.535191	12.06207
79.94	54.56	0.006305	12.7	15.1	0.329	52.35	62.34	9.99	3.28671	3.8	0.6688	7	1.232	0.07724	0.01651	1.485965	2.221837	7.580908
79.94	56.68	0.00655	13.4	15.6	0.318	55.26	64.43	9.17	2.91606	3.8	0.6688	7	1.232	0.07724	0.01651	1.11556	1.668002	5.691223
82.87	54.59	0.006308	14.2	16.3	0.32	58.59	67.3	8.71	2.7872	3.8	0.6688	6.9	1.2144	0.07724	0.01651	1.004058	1.501283	5.122378
82.87	55.43	0.006405	14.4	16.6	0.319	59.42	68.6	9.18	2.92842	3.8	0.6688	0	0	0.07724	0.01651	2.359775	3.528372	12.03881
82.87	54.59	0.006308	14.6	16.8	0.322	60.26	69.48	9.22	2.96884	3.8	0.6688	6.6	1.1616	0.07724	0.01651	1.238498	1.851821	6.318415
																1.638442	2.542154	8.673828

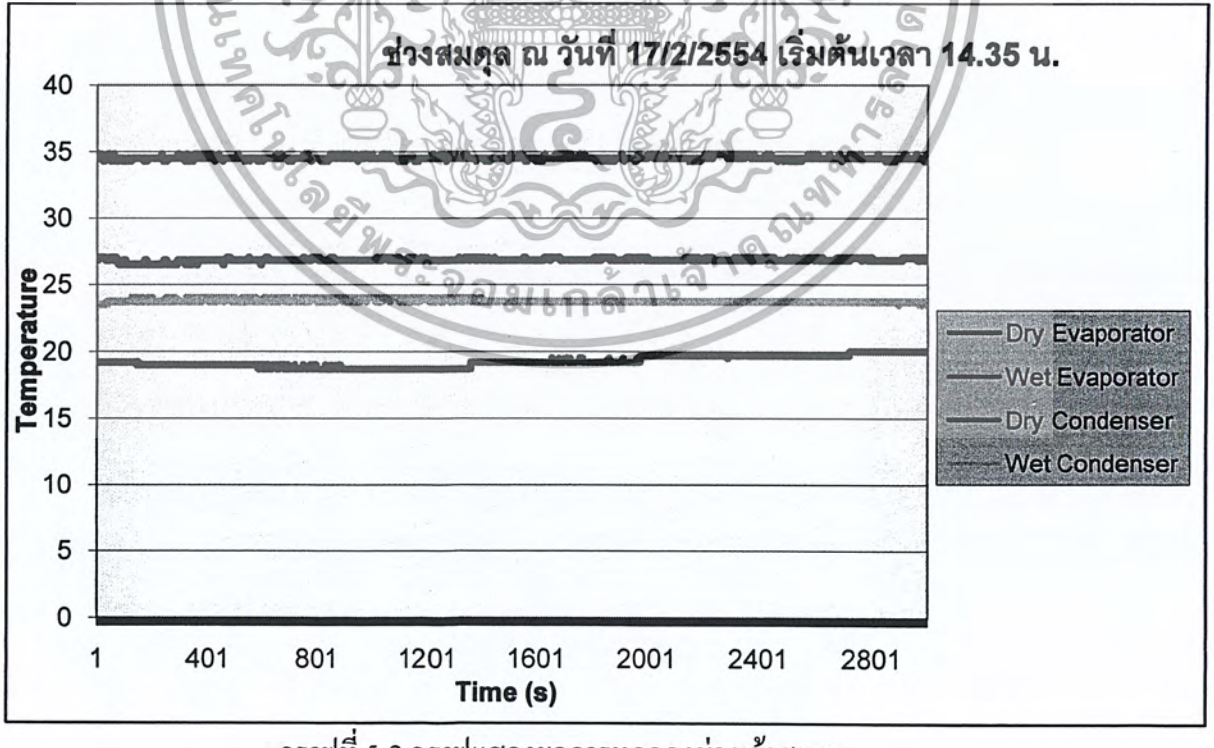
ตารางที่ 5-3 แสดงข้อมูลของห้องจำลองสภาวะภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.2 กราฟแสดงผลการทดลอง



กราฟที่ 5-1 กราฟแสดงผลการทดลองช่วงก่อนเข้าสมดุล



กราฟที่ 5-2 กราฟแสดงผลการทดลองช่วงเข้าสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปการปรับปรุงห้องทดสอบ

หลังจากการศึกษาหลักการและการทำงานของห้องทดสอบ และได้ทำการทดสอบเบื้องต้น จึงทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรค์ต่างๆที่ทำให้ห้องทดสอบไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งเรื่องความไม่สมบูรณ์ของอุปกรณ์ เรื่องอายุการใช้งานที่มีระยะเวลาที่นาน และระบบการทำงานที่ล้าหลังไม่ทันสมัย ทางกลุ่มของข้าพเจ้าจึงทำการศึกษาหา และหาวิธีการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิดอย่างเฉพาะเจาะจง เพื่อที่จะหาวิธีการปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ทำการทดสอบของทั้ง 2 ห้อง ซึ่งมีรายการดังต่อไปนี้

1. พัฒนาระบบเก็บค่า
    - 1.1 คุณสมบัติของ ADAM
    - 1.2 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับ Data logger #Phase2
    - 1.3 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับData logger #Phase1
    - 1.4 พัฒนาโปรแกรม AIR-LOGGER
    - 1.5 พัฒนาโปรแกรม Temperature Controller
2. ทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภายในห้องทดสอบ
    - 3.1 เปลี่ยนเครื่องกำเนิดไอน้ำ(Steam generator)
    - 3.2 สร้างอุปกรณ์ส่งลมเย็น AHU (Air Handling Unit)
    - 3.3 สร้างชุด Drive Relay
3. ทำการติดป้ายแนะนำการใช้

ซึ่งผลที่ได้ออกมาคือปัจจุบันห้องทดสอบสามารถทำการทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ และมีการพัฒนาในเรื่องของระบบเก็บข้อมูล (DATA LOGGER) ระบบทำน้ำเย็นที่ทันสมัยมากขึ้น และมีการทำป้ายซึ่งเป็นคู่มือแนะนำในการศึกษาและใช้งานเครื่องทดสอบได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 สรุปผลการทดลองที่เกี่ยวกับห้องจำลองสภาวะ

6.2.1 การปรับห้องทดสอบให้เข้าสู่สภาวะสมดุล

การปรับห้องให้เข้าสู่สภาวะสมดุลนั้น ขึ้นอยู่กับสภาวะเริ่มต้นว่าที่สภาวะเริ่มต้นนั้นมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด ในการทดลองนี้สภาวะเริ่มต้นต่ำกว่าอุณหภูมิที่มาตรฐานกำหนดทั้งอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้ง จึงจำเป็นต้องเพิ่มทั้งความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงโดยการเปิดฮีทเตอร์ และเครื่องเพิ่มความชื้น สำหรับห้องจำลองสภาวะภายในนั้น การให้ความร้อนในช่วงสภาวะเริ่มต้นนั้นไม่จำกัดว่าจะต้องเปิดฮีทเตอร์ให้เท่ากับการทำความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้ แต่ถ้าต้องการให้เข้าสู่สภาวะที่สมดุลเร็วต้องเปิดฮีทเตอร์และเครื่องเพิ่มความชื้นปริมาณมาก แต่ไม่ควรเปิดมากเกินไปเพราะเมื่อถึงสภาวะที่สมดุลแล้วจะไม่สามารถคุมสภาวะให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลอยู่ได้ เนื่องจากจะมีความร้อนที่สะสมอยู่ในฮีทเตอร์ และเครื่องเพิ่มความชื้นส่วนห้องจำลองสภาวะภายนอก การที่จะทำให้ห้องเข้าถึงสภาวะที่สมดุลต้องขึ้นอยู่กับขนาดของคอนเดนซิ่งยูนิตว่าให้ความร้อนออกมามากน้อยเพียงใดและต้องเปิดฮีทเตอร์และเครื่องเพิ่มความชื้นมากน้อยเพียงใด ความร้อนที่ถูกระบายออกมาจากคอนเดนซิ่งยูนิต นั้นในเริ่มแรกเครื่องปรับอากาศทดสอบยังทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพจึงยังระบายความร้อนออกมาไม่เต็มที่ ต้องรอเวลาสักระยะเครื่องถึงจะทำงานเต็มประสิทธิภาพ ส่วนเครื่องทำน้ำเย็นในห้องจำลองสภาวะภายนอกต้องสามารถดึงความร้อนออกจากห้องได้มากกว่าที่คอนเดนซิ่งยูนิตระบายความร้อนออกมาและหลังจากการที่นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมระบบดังกล่าวในข้างต้นให้เป็นระบบอัตโนมัตินั้นทำให้การควบคุมอุณหภูมิทำได้สะดวกขึ้นและคลาดเคลื่อนน้อยลง

6.2.2 การควบคุมห้องทดสอบเมื่ออยู่ในสภาวะสมดุล

การให้ความร้อนในช่วงสภาวะเริ่มต้นนั้นไม่จำกัดว่าจะต้องเปิดฮีทเตอร์ให้เท่ากับการทำความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้ แต่ถ้าต้องการให้เข้าสู่สภาวะที่สมดุลเร็วต้องเปิดฮีทเตอร์และเครื่องเพิ่มความชื้นในปริมาณที่เหมาะสม เมื่อทำการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์และชุดควบคุมอุณหภูมิให้ทำงานเป็นระบบอัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิให้คงที่และเริ่มทำการเก็บค่าอุณหภูมิ โดยอุณหภูมิคงที่ตามที่มาตรฐานกำหนดคืออุณหภูมิกระเปาะแห้ง 27±1°C อุณหภูมิกระเปาะเปียก 19±0.5°C (ห้องจำลองสภาวะภายใน) และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35±1°C อุณหภูมิกระเปาะเปียก 24±0.5°C (ห้องจำลองสภาวะภายนอก)

6.2.3 การคำนวณหาขีดความสามารถในการทำความเย็นรวมสุทธิและการเปรียบเทียบค่าความร้อนของห้องจำลองสภาวะภายนอกและห้องจำลองสภาวะภายใน

ผลจากการทดสอบ ค่าความร้อนรวมสุทธิเฉลี่ยของห้องจำลองสภาวะภายในเป็น 1.886292 KW. และขีดความสามารถในการทำความเย็นรวมสุทธิเฉลี่ยของห้องจำลองสภาวะภายนอกเป็น 1.638442 KW. จะเห็นได้ว่าผลต่างระหว่างความร้อนเฉลี่ยของห้องจำลองสภาวะภายนอกและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องจำลองสภาวะภายในเป็น 13.139 % ซึ่งตามมาตรฐานแล้วผลต่างระหว่างความร้อนที่ยอมรับได้ของทั้งสองห้องต้องไม่เกิน 4% แต่เนื่องจากเครื่องที่ใช้ในการทดสอบนั้นถูกทำการดัดแปลงจากตัวเครื่องมาตรฐาน และค่าที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการทดสอบที่ใช้มือในการปรับตั้งสภาวะทั้งหมด ดังนั้นผลที่ได้จากการทดสอบจึงไม่ได้ประสิทธิภาพตามมาตรฐานของเครื่องนั้นๆ

6.3 ข้อเสนอแนะ

1. ตรวจดูระดับน้ำในอุปกรณ์สร้างไอน้ำให้ท่วมฮีทเตอร์ชนิดจุ่มก่อนทดสอบเสมอเพื่อยืดอายุการใช้งานของฮีทเตอร์

2. ตรวจดูระดับน้ำที่ใช้จุ่มเซนเซอร์กระเปราะเปียกก่อนทดสอบเสมอถ้าระดับน้ำแห้งจะส่งผลต่อการการอ่านค่าของโปรแกรมและการควบคุม

3. ตรวจดู ชุด Drive relay ว่าทำงานหรือไม่

4. ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Condenser Cooling Tower) ของห้องทดสอบ ไม่สามารถใช้การได้ เนื่องจาก Cooling Tower ได้รับความเสียหาย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Source Code ของโปรแกรมควบคุมเพื่อควบคุมฮีทเตอร์และเครื่องกำเนิดไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Temperature Controller Code:

```
Option Explicit
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As
Integer
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal
Value As Integer)
Public pwrite As Integer

Private Sub cmdLoad_Click()
Dim excel_app As Object
Dim excel_sheet As Object
Dim new_value As String
Dim num_rows As Integer
Dim o_num_rows As Integer
Dim i, n As Integer
Dim K_in, L_in, M_in, N_in, O_in As Single 'input
Dim out_p As Integer
Dim er(10) As Integer
Dim el(2) As Integer

 n = 0
 i = 0
 el(1) = 0
 el(2) = 0
 er(1) = 0
 er(2) = 0
 er(3) = 0
 er(4) = 0
 er(5) = 0
 er(6) = 0
 er(7) = 0
 er(8) = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pwrite = &H378
out_p = 0
out_p = &H8 + &H80
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
 Label4.ForeColor = &HC000&
 Label7.ForeColor = &HC000&
 Label8.ForeColor = &HC000&
Label9(0).ForeColor = &HFF&

Label10.ForeColor = &HC000&
Label11.ForeColor = &HC000&
 Label15.ForeColor = &HC000&
Label9(1).ForeColor = &HFF&

''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''
Do While (True)

  o_num_rows = num_rows
  Set excel_app = CreateObject("Excel.Application")  ' Create the Excel application.
  excel_app.Workbooks.Open FileName:=txtExcelFile.Text ' Open the Excel spreadsheet.
  If Val(excel_app.Application.Version) >= 8 Then ' Check for later versions.
     Set excel_sheet = excel_app.ActiveSheet
  Else
     Set excel_sheet = excel_app
  End If
  num_rows = excel_sheet.UsedRange.Rows.Count  ' Get and display the bounds.
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''

  K_in = excel_sheet.Range("K" & Format$(num_rows)).Value
  L_in = excel_sheet.Range("L" & Format$(num_rows)).Value
  M_in = excel_sheet.Range("M" & Format$(num_rows)).Value
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
N_in = excel_sheet.Range("N" & Format$(num_rows)).Value


Text1.Text = K_in
Text2.Text = L_in
Text3.Text = M_in
Text4.Text = N_in


''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[1]
If (K_in >= Val(Text7.Text) And er(1) = 0) Then
  out_p = out_p + &H1
  Label4.ForeColor = &HFF&
  er(1) = 1
  ElseIf (K_in <= Val(Text6.Text) And er(1) = 1) Then
  out_p = out_p - &H1
  Label4.ForeColor = &HC000&
  er(1) = 0
  End If
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[2]
If (K_in >= Val(Text9.Text) And er(2) = 0) Then
  out_p = out_p + &H2
  Label7.ForeColor = &HFF&
  er(2) = 1
  ElseIf (K_in <= Val(Text8.Text) And er(2) = 1) Then
  out_p = out_p - &H2
  Label7.ForeColor = &HC000&
  er(2) = 0
  End If
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[3]
If (K_in >= Val(Text11.Text) And er(3) = 0) Then
  out_p = out_p + &H4
  Label8.ForeColor = &HFF&
  er(3) = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ElseIf (K_in <= Val(Text10.Text) And er(3) = 1) Then
out_p = out_p - &H4
Label8.ForeColor = &HC000&
er(3) = 0
End If
'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[4]
If (K_in >= Val(Text12.Text)) And (K_in <= Val(Text13.Text)) Then
   el(1) = 1
   Else
   el(1) = 0
   End If

   If L_in >= Val(Text22.Text) And er(4) = 0 And el(1) = 1 Then
   out_p = out_p - &H8
   Label9(0).ForeColor = &HC000&
   er(4) = 1
   ElseIf L_in >= Val(Text23.Text) And er(4) = 1 And el(1) = 1 Then
   out_p = out_p + &H8
   Label9(0).ForeColor = &HFF&
   er(4) = 2
   ElseIf L_in <= (Val(Text22.Text) + Val(Text5(0).Text)) And er(4) = 2 And el(1) = 1 Then
   er(4) = 0
   End If


   '''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[5]
   If (M_in >= Val(Text15.Text) And er(5) = 0) Then
     out_p = out_p + &H10
     Label10.ForeColor = &HFF&
     er(5) = 1
     ElseIf (M_in <= Val(Text14.Text) And er(5) = 1) Then
     out_p = out_p - &H10
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Label10.ForeColor = &HC000&
    er(5) = 0
    End If
'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[6]
  If (M_in >= Val(Text17.Text) And er(6) = 0) Then
    out_p = out_p + &H20
    Label11.ForeColor = &HFF&
    er(6) = 1
   ElseIf (M_in <= Val(Text16.Text) And er(6) = 1) Then
    out_p = out_p - &H20
    Label11.ForeColor = &HC000&
    er(6) = 0
    End If
'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[7]
  If (M_in >= Val(Text19.Text) And er(7) = 0) Then
    out_p = out_p + &H40
    Label15.ForeColor = &HFF&
    er(7) = 1
  ElseIf (M_in <= Val(Text18.Text) And er(7) = 1) Then
    out_p = out_p - &H40
    Label15.ForeColor = &HC000&
    er(7) = 0
    End If
'''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[8]
  If (M_in >= Val(Text20.Text)) And (M_in <= Val(Text21.Text)) Then
    el(2) = 1
    Else
    el(2) = 0
    End If

    If N_in >= Val(Text24.Text) And er(8) = 0 And el(2) = 1 Then
   out_p = out_p - &H80
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Label9(1).ForeColor = &HC000&
  er(8) = 1
  ElseIf N_in >= Val(Text26.Text) And er(8) = 1 And el(2) = 1 Then
  out_p = out_p + &H80
  Label9(1).ForeColor = &HFF&
  er(8) = 2
  ElseIf N_in <= (Val(Text24.Text) + Val(Text25.Text)) And er(8) = 2 And el(2) = 1 Then
  er(8) = 0
  End If

''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[output data 8 bit]

  Out pwrite, out_p

''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[Close Excel]
excel_app.ActiveWorkbook.Close False
excel_app.Quit
Set excel_sheet = Nothing
Set excel_app = Nothing
''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''''[row i++]
Label19.Caption = num_rows
If o_num_rows = num_rows Then
 i = i + 1
Else
 i = 0
End If

If i >= 18 Then Exit Do
 n = n + 1
 i = i + 1

Loop
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

Private Sub Command1_Click()
 Text6.Text = 27.5
 Text7.Text = 27.7
 Text8.Text = 26.8
 Text9.Text = 27
 Text10.Text = 26.3
 Text11.Text = 26.5
 Text12.Text = 26.5
 Text13.Text = 28
 Text22.Text = 15
 Text23.Text = 18.5
 Text5(0).Text = 3.3

End Sub

Private Sub Command2_Click()
 Text14.Text = 34.8
 Text15.Text = 35
 Text16.Text = 34.3
 Text17.Text = 34.5
 Text18.Text = 34.3
 Text19.Text = 34.5
 Text20.Text = 34.5
 Text21.Text = 36
 Text24.Text = 20
 Text26.Text = 23.5
 Text25.Text = 3.2
End Sub

Private Sub Form_Load()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Dim y, m, d As Integer
    y = Year(Date)
    m = Month(Date)
    d = Day(Date)

    txtExcelFile.Text = "C:\Program Files\IBCON\AirConditionLogger\Log\Air2\" & "Temperature"
& (y + 543) & Format(m, "00") & Format(d, "00") & ".csv"
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ผลการทดสอบของช่วงก่อนเข้าสมดุลและช่วงสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Entering Evap	Leaving Evap	Entering Expan	Leaving Expan	Entering Com	Leaving Com	Entering Conden	Leaving Conden	**Dry Evap**	**Wet Evap**	**Dry Conden**	**Wet Conden**	Boiler	Condenser
14:35:11	6.7	14.4	26.5	13.7	19	82.9	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23
14:35:13	6.7	14.4	25.4	13.7	19	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23
14:35:15	6.7	14.4	28.9	13.7	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23
14:35:16	6.7	14.4	27.7	13.7	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23
14:35:17	6.7	14.4	27.7	13.7	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23
14:35:18	6.7	14.4	26.5	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:19	6.7	14.4	32.2	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:20	6.7	14.4	32.2	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:21	6.7	14.4	28	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23
14:35:22	6.7	14.4	29.1	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23
14:35:24	6.7	14.4	26.1	13.7	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:25	6.7	14.2	25.6	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:26	6.7	14.2	25.6	13.7	19	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:27	6.7	14.2	26.3	13.7	19	82.9	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:28	6.7	14.2	26.3	13.7	19	82.9	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:29	6.7	14.2	26.3	13.7	19	82.9	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23.2
14:35:31	6.7	14.2	26.3	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	98.1	23
14:35:33	6.7	14.2	25.8	13.7	19	82.9	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:34	6.7	14.2	26.3	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23
14:35:35	6.7	14.2	26.3	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23
14:35:36	6.7	14.2	27.2	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.5**	97.9	23
14:35:37	6.7	14.2	26.5	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.5**	97.9	23
14:35:38	6.7	14.2	26.5	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.5**	97.9	23
14:35:40	6.7	14.2	26.3	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.5**	97.9	23
14:35:41	6.7	14.2	26.3	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.5**	97.9	23
14:35:42	6.7	14.2	27.2	13.7	19	83.1	81.1	40.2	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:43	6.7	14.2	26.3	13.4	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:44	6.7	14.2	26.3	13.4	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:45	6.7	14.4	25.6	13.4	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:46	6.7	14.4	26.3	13.4	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:47	6.7	14.4	26.3	13.4	19	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:49	6.5	14.4	28.2	13.4	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23.2
14:35:51	6.5	14.4	25.8	13.7	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23
14:35:52	6.5	14.4	25.8	13.4	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23
14:35:53	6.5	14.4	25.8	13.4	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.9	23
14:35:54	6.5	14.4	32	13.4	19	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.5**	97.7	23
14:35:55	6.5	14.4	27.5	13.7	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.9	23
14:35:56	6.5	14.4	27.5	13.7	19	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.9	23
14:35:58	6.5	14.4	30.8	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.9	23.2
14:36:00	6.5	14.4	27	13.7	19	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:01	6.5	14.4	29.1	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.7	23.2

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:36:02	6.5	14.4	29.1	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:03	6.5	14.4	31.7	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:04	6.5	14.4	32.7	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:05	6.5	14.4	32.7	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:07	6.5	14.4	31.7	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:09	6.5	14.4	32.9	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:10	6.5	14.4	32	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:11	6.5	14.4	32	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:12	6.5	14.4	29.8	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:13	6.5	14.4	32.7	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:14	6.5	14.4	32.7	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:16	6.7	14.4	28.9	13.7	19.2	82.9	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:18	6.5	14.4	26.5	13.7	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:19	6.5	14.2	26.1	13.4	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:20	6.5	14.2	26.1	13.4	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:21	6.5	14.2	26.8	13.4	19.2	83.1	81.1	40	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.7	23.2
14:36:22	6.5	14.2	25.8	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:23	6.5	14.2	25.8	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**27**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:25	6.5	14.2	30.3	13.4	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.8**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:27	6.5	14.2	27.7	13.4	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:28	6.5	14.2	30.8	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:29	6.5	14.2	30.8	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:30	6.5	14.2	30.8	13.7	19.2	83.1	81.1	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:31	6.5	14.2	29.4	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:32	6.5	14.2	29.4	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:34	6.5	14.2	26.1	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**27**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.5	23.2
14:36:36	6.5	14.2	28.4	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:37	6.5	14.2	26.5	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:38	6.5	14.2	26.5	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:39	6.7	14.2	29.6	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:40	6.5	14.2	32.2	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:41	6.5	14.2	32.2	13.7	19.2	83.1	81.3	39.7	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:43	6.5	14.2	32.7	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:44	6.5	14.2	32.7	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:45	6.7	14.2	32	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:46	6.5	14.2	29.6	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:47	6.5	14.2	29.6	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:48	6.7	14.2	26.8	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:49	6.7	14.2	29.8	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:50	6.7	14.2	29.8	13.7	19.2	83.1	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:52	6.7	14.2	26.3	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:36:53	6.7	14.2	26.3	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:36:54	6.7	14.2	27.5	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:55	6.7	14.2	30.1	13.7	19.2	83.4	81.1	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:56	6.7	14.2	30.1	13.7	19.2	83.4	81.1	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:57	6.7	13.9	27	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97.2	23.2
14:36:58	6.5	14.2	29.8	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:36:59	6.5	14.2	29.8	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:01	6.5	14.2	32.7	13.7	19.2	83.4	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:02	6.5	14.2	32.7	13.7	19.2	83.4	81.1	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:03	6.5	14.2	32	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:04	6.7	14.2	26.5	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:05	6.7	14.2	26.5	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:06	6.5	14.2	32.4	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:08	6.5	14.2	32.7	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:10	6.5	14.2	28	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.2	23.2
14:37:11	6.5	14.2	28	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97.2	23.2
14:37:12	6.5	14.2	31.5	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:13	6.5	14.2	29.1	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:14	6.5	14.2	29.1	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.8**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:15	6.5	13.9	27	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	97	23.2
14:37:17	6.5	14.2	25.8	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:18	6.5	14.2	26.8	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:19	6.5	13.9	25.8	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:20	6.5	13.9	25.8	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:21	6.5	14.2	26.3	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:22	6.5	14.2	27.5	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:24	6.5	14.2	29.4	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:26	6.5	14.2	25.8	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:27	6.5	14.2	26.8	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:28	6.5	14.2	27.7	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:29	6.5	14.2	27.7	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	97	23.2
14:37:30	6.5	13.9	29.6	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:31	6.5	14.2	31	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:33	6.5	13.9	26.5	13.7	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:34	6.5	13.9	27.2	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:35	6.5	13.9	27.2	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:36	6.5	13.9	28.4	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:37	6.5	13.9	29.8	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:38	6.5	13.9	29.8	13.4	19.2	83.4	81.3	39.7	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:40	6.5	13.9	31.5	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.3**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:42	6.5	13.9	26.1	13.7	19.2	83.4	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:43	6.5	13.9	26.1	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:44	6.5	13.9	26.1	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:45	6.5	13.9	27	13.4	19.2	83.6	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:46	6.5	13.9	27.2	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:47	6.5	13.9	27.2	13.7	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:49	6.5	13.9	26.5	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:50	6.5	13.9	26.5	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:51	6.5	13.9	26.1	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.8	23.2
14:37:52	6.5	13.9	26.1	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:53	6.5	13.9	26.1	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.8	23.2
14:37:54	6.5	13.9	26.3	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.5	23.2
14:37:56	6.5	13.9	28.7	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.5	23.2

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:37:57	6.5	13.9	27.7	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:37:58	6.5	13.9	27	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.5	23.2
14:37:59	6.5	13.9	27	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.5	23.2
14:38:00	6.5	13.9	25.8	13.4	19.2	83.6	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:01	6.5	13.9	26.1	13.4	19.2	83.6	81.3	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:03	6.5	13.9	29.6	13.7	19.2	83.6	81.3	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:05	6.5	13.9	28.7	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.5	23.2
14:38:06	6.5	13.9	27.5	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**24**	96.5	23.2
14:38:07	6.5	13.9	26.5	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:08	6.5	13.9	26.5	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:09	6.5	13.9	31.2	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:10	6.5	13.9	30.1	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:12	6.5	13.9	29.1	13.7	19.2	83.4	81.5	40	**26.5**	**19.2**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:13	6.5	13.9	27.7	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:14	6.5	13.9	27.7	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:15	6.5	13.9	32.7	13.4	19.2	83.4	81.3	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:16	6.5	13.9	27	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:17	6.5	13.9	27	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:19	6.5	13.9	26.8	13.4	19.2	83.6	81.3	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:20	6.5	13.9	26.8	13.4	19.2	83.6	81.3	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:21	6.5	13.9	26.3	13.4	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.5	23.2
14:38:22	6.5	13.9	26.1	13.4	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.3	23.2
14:38:23	6.5	13.9	26.1	13.4	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.3	23.2
14:38:24	6.5	13.9	25.6	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:26	6.5	13.9	29.8	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:27	6.5	13.9	28.9	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:28	6.5	13.9	28.4	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:29	6.5	13.9	28.4	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:30	6.5	13.9	27	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:31	6.5	13.9	26.5	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:33	6.5	13.9	31.7	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:34	6.5	13.9	31	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:35	6.5	13.9	31	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:36	6.5	13.9	29.8	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:37	6.5	13.9	28.9	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:38	6.5	13.9	28.9	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.3	23.2
14:38:40	6.5	13.9	32.4	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:42	6.5	13.9	32.9	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:43	6.5	13.9	32.7	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:44	6.5	13.9	32.7	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:45	6.5	13.9	32.4	13.4	19	83.6	81.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:47	6.5	13.9	29.4	13.7	19	83.6	81.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:49	6.5	13.9	31.2	13.7	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:50	6.5	13.9	31.2	13.7	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:51	6.5	13.9	28.4	13.7	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:38:52	6.5	13.9	28.7	13.4	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:38:53	6.5	13.9	28.7	13.4	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้ใช้สามารถใช้งานได้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:38:54	6.5	13.9	29.4	13.7	19.2	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:56	6.5	13.9	25.8	13.4	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:38:57	6.5	13.9	26.3	13.7	19	83.6	81.5	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:38:58	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:38:59	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:39:00	6.5	13.9	27.2	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:39:01	6.5	13.9	27	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:39:03	6.5	13.9	26.1	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:39:04	6.5	13.9	26.1	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:39:05	6.5	13.9	26.1	13.7	19.2	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	96.1	23.2
14:39:06	6.5	13.9	26.3	13.4	19	83.8	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.9	23.2
14:39:07	6.5	13.9	26.8	13.7	19	83.8	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:39:08	6.5	13.9	26.8	13.7	19	83.8	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	96.1	23.2
14:39:10	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.8	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:11	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.8	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:12	6.5	13.9	26.3	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.9	23.2
14:39:13	6.5	13.9	26.3	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:14	6.5	13.9	26.3	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:15	6.5	13.9	31	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:17	6.5	13.9	30.3	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:18	6.5	13.9	29.4	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:19	6.5	13.9	28.2	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:20	6.5	13.9	28.2	13.7	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:21	6.5	13.9	27	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:22	6.5	13.9	32.4	13.7	19	83.6	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:24	6.5	13.9	31.2	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:25	6.5	13.9	31.2	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:26	6.5	13.9	31.2	13.4	19	83.6	81.5	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.9	23.2
14:39:27	6.5	13.9	26.8	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:28	6.5	13.9	26.3	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:29	6.5	13.9	26.3	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:31	6.5	13.9	28.9	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:32	6.5	13.9	28.9	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:33	6.5	13.9	27.2	13.4	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:34	6.5	13.9	26.3	13.4	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:35	6.5	13.9	26.3	13.4	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:36	6.5	13.9	25.6	13.4	19	83.6	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:38	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:39	6.5	13.9	27.5	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:40	6.5	13.9	26.1	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:41	6.5	13.9	26.1	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:43	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:45	6.5	13.9	26.8	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:46	6.5	13.9	26.3	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:47	6.5	13.9	26.3	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:48	6.5	13.9	26.5	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:50	6.5	13.9	27.7	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.6	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:39:51	6.5	13.9	29.1	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.8**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:52	6.5	13.9	26.1	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.8**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:53	6.5	13.9	26.1	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.8**	**23.7**	95.6	23.2
14:39:54	6.5	13.9	27	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:39:55	6.5	13.9	28.9	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:39:57	6.5	13.9	31	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:39:58	6.5	13.9	26.8	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:39:59	6.5	13.9	26.8	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:00	6.5	13.9	28	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:01	6.5	13.7	26.5	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:02	6.5	13.7	26.5	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:04	6.5	13.7	29.8	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:05	6.5	13.7	29.8	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:06	6.5	13.7	31.7	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:07	6.5	13.7	28.2	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:08	6.5	13.7	28.2	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:09	6.5	13.7	30.8	13.7	19	83.8	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**24**	95.4	23.2
14:40:11	6.5	13.7	32.7	13.7	19	83.8	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**24**	95.4	23.2
14:40:12	6.5	13.7	32.7	13.4	19	83.8	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:13	6.5	13.7	30.8	13.4	19	83.8	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:14	6.5	13.7	30.8	13.4	19	83.8	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:16	6.5	13.7	31.5	13.4	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.4	23.2
14:40:18	6.5	13.7	29.4	13.4	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:19	6.5	13.7	26.8	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:20	6.5	13.7	26.8	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:21	6.5	13.7	30.3	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:23	6.5	13.7	28	13.4	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.4	23.2
14:40:24	6.5	13.7	25.8	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:25	6.5	13.7	26.5	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:26	6.5	13.7	26.5	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:27	6.5	13.7	28.4	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:28	6.5	13.7	26.3	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:30	6.5	13.7	28.2	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:31	6.5	13.7	30.8	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:32	6.5	13.7	30.8	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:33	6.5	13.7	32.7	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:34	6.5	13.7	32.2	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:35	6.5	13.7	32.2	13.4	19	83.8	81.8	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:37	6.5	13.9	29.4	13.7	19	84	82	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:38	6.5	13.9	29.4	13.7	19	84	82	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:39	6.5	13.9	32.2	13.7	19	84	82	39.5	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:40	6.5	13.9	33.1	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:42	6.5	13.9	32.2	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:43	6.5	13.9	32.4	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:44	6.5	13.9	32.4	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:45	6.5	13.7	32.9	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:46	6.7	13.7	32	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:40:47	6.7	13.7	32	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:48	6.7	13.7	30.3	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95.2	23.2
14:40:50	6.7	13.7	28.4	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95.2	23.2
14:40:52	6.7	13.7	30.3	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:40:53	6.7	13.7	30.3	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:40:54	6.7	13.7	28.7	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95	23.2
14:40:55	6.5	13.7	26.8	13.7	19	83.8	82	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:40:57	6.5	13.7	31.5	13.7	19	83.8	81.8	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	95	23.2
14:40:58	6.5	13.7	29.8	13.7	19	83.8	82	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:40:59	6.5	13.7	29.8	13.7	19	83.8	82	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:00	6.5	13.7	28.7	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:02	6.5	13.7	27	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:03	6.5	13.4	26.1	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:05	6.5	13.4	30.5	13.7	19	83.8	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	95	23.2
14:41:06	6.5	13.4	29.4	13.4	19	83.8	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	95	23.2
14:41:07	6.5	13.4	28	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:08	6.5	13.4	28	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:10	6.5	13.4	32.7	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	95	23.2
14:41:11	6.5	13.4	32.7	13.7	19	83.8	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	95	23.2
14:41:12	6.7	13.7	28.4	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	95	23.2
14:41:13	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:15	6.7	13.7	26.1	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:16	6.7	13.4	26.5	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:17	6.7	13.4	26.5	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:18	6.5	13.7	27.2	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:19	6.7	13.4	27	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:20	6.7	13.4	27	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:22	6.7	13.4	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:23	6.7	13.4	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:24	6.7	13.4	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:25	6.7	13.4	27.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:27	6.7	13.4	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:28	6.7	13.4	26.3	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:29	6.7	13.4	26.3	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:30	6.7	13.7	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:31	6.7	13.7	27	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23
14:41:32	6.7	13.7	27	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23
14:41:34	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:35	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.7	23.2
14:41:36	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.7	23
14:41:37	6.7	13.7	26.3	13.7	18.7	84	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.7	23
14:41:39	6.7	13.7	26.5	13.7	18.7	84	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.7	23
14:41:40	6.7	13.7	28.7	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.7	23
14:41:41	6.7	13.7	28.7	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.7	23
14:41:42	6.7	13.7	27.7	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23
14:41:54	6.5	13.9	31.5	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.8**	**24**	94.5	23.2
14:41:55	6.5	13.9	31.5	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.8**	**24**	94.5	23.2

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:41:57	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.5	23.2
14:41:58	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.5	23.2
14:41:59	6.5	13.9	33.1	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	94.5	23.2
14:42:00	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:01	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:02	6.5	13.9	32.2	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:04	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23
14:42:05	6.5	13.9	32.7	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23
14:42:06	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23
14:42:07	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23
14:42:08	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23
14:42:09	6.5	13.9	30.8	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.3**	**24**	94.5	23
14:42:11	6.7	13.9	31.7	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.3**	**24**	94.5	23.2
14:42:12	6.5	13.9	32.7	13.7	18.7	84	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:13	6.5	13.9	32.7	13.7	18.7	84	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:14	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84	82	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:16	6.7	13.7	32.7	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.5	23.2
14:42:17	6.5	13.7	29.8	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:18	6.5	13.7	30.8	13.4	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:19	6.5	13.7	30.8	13.4	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:20	6.5	13.7	32.2	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:21	6.5	13.7	32.2	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:23	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94.5	23.2
14:42:24	6.5	13.7	29.1	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94.3	23.2
14:42:25	6.5	13.7	29.1	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94.3	23.2
14:42:26	6.5	13.9	26.3	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94.5	23.2
14:42:28	6.5	13.7	26.3	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94.3	23.2
14:42:29	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94.5	23.2
14:42:30	6.5	13.9	27	13.7	18.7	84	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94.3	23.2
14:42:31	6.5	13.9	27	13.7	18.7	84	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94.3	23.2
14:42:32	6.5	13.9	28.2	13.7	18.7	84	81.8	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:33	6.5	13.9	27	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94.3	23.2
14:42:35	6.5	13.7	26.1	13.7	19	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:36	6.5	13.9	26.3	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:37	6.5	13.9	26.3	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:38	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84	82	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94.3	23.2
14:42:40	6.5	13.9	27.7	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:41	6.5	13.9	27	13.7	18.7	84	82	39.7	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	94.3	23.2
14:42:42	6.5	13.9	26.3	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:43	6.5	13.9	26.3	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:44	6.5	13.9	26.3	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:45	6.5	13.9	27	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:47	6.5	13.9	27.5	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:48	6.5	13.9	26.5	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:49	6.5	13.9	26.5	13.7	18.7	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:50	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94.3	23.2
14:42:52	6.5	13.7	26.5	13.7	18.7	84	82	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94	23.2

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:42:53	6.5	13.7	27.5	13.7	18.7	84	82	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94	23
14:42:54	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94	23
14:42:55	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	94	23
14:42:56	6.5	13.7	32.2	13.7	18.7	84	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:42:57	6.7	13.7	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94	23.2
14:42:59	6.7	13.7	27.2	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:00	6.7	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:01	6.7	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:02	6.7	13.7	28.7	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:04	6.7	13.7	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:05	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:06	6.5	13.7	27	13.7	19	84	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:07	6.5	13.7	27	13.7	19	84	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:09	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94	23.2
14:43:10	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94	23.2
14:43:11	6.5	13.7	26.1	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94	23.2
14:43:12	6.5	13.7	27.2	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94	23.2
14:43:14	6.5	13.9	28.4	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:15	6.5	13.9	29.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:16	6.5	13.9	29.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:17	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:18	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:19	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	94	23.2
14:43:21	6.5	13.9	29.4	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.8	23.2
14:43:22	6.5	13.9	29.4	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.8	23.2
14:43:23	6.5	13.9	26.3	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.8	23.2
14:43:24	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	94	23.2
14:43:26	6.5	13.9	27.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:27	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:28	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:29	6.5	13.9	30.1	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.8	23.2
14:43:31	6.5	13.9	31.7	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.8	23.2
14:43:32	6.7	13.9	26.5	13.7	19	84	82	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.8	23.2
14:43:33	6.7	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:34	6.7	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:36	6.7	13.9	27.5	13.7	19	84	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:37	6.7	13.9	27.5	13.7	19	84	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:38	6.7	13.9	28.4	13.9	19	84	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.8	23.2
14:43:39	6.7	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:40	6.7	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:41	6.7	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:42	6.7	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:43	6.7	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:44	6.7	13.9	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:43:45	6.7	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:46	6.7	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:48	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:43:49	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:50	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:51	6.7	13.7	27.2	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:52	6.7	13.7	27.2	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:54	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:55	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:56	6.7	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:57	6.7	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:43:59	6.7	13.7	30.3	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:00	6.7	13.7	29.4	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:01	6.7	13.7	29.4	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:02	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:04	6.7	13.7	27.2	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:05	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:06	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:07	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.6	23.2
14:44:08	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:09	6.5	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:11	6.5	13.9	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.6	23.2
14:44:12	6.5	13.9	28.2	13.7	19	84.3	82.2	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	93.6	23.2
14:44:13	6.5	13.9	28.2	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:14	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:16	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:17	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:18	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:19	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:21	6.5	13.9	27.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.6	23.2
14:44:22	6.5	13.9	27.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:23	6.5	13.9	26.3	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:24	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:26	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:27	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:28	6.5	13.9	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:29	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:31	6.5	13.9	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**24**	93.4	23.2
14:44:32	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:33	6.5	13.9	26.5	13.4	19	84.3	82.2	40	**26.5**	**19**	**34.3**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:34	6.5	13.9	26.5	13.4	19	84.3	82.2	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:36	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84.3	82	40	**26.5**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:37	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84.3	82	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:38	6.5	13.9	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:39	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23.2
14:44:40	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.4	23
14:44:41	6.5	13.9	30.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23
14:44:43	6.5	13.9	33.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:44	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:45	6.5	13.9	29.6	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:44:46	6.5	13.9	29.6	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:48	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23.2
14:44:49	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23.2
14:44:50	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:51	6.5	13.9	28.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23.2
14:44:53	6.5	13.9	29.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23
14:44:54	6.5	13.9	31	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23
14:44:55	6.5	13.9	31	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.4	23
14:44:56	6.5	13.9	32.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:44:58	6.5	13.9	28.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:44:59	6.5	13.9	29.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:00	6.5	13.9	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:01	6.5	13.9	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:03	6.5	13.9	29.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:04	6.5	13.9	29.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:05	6.5	13.9	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:06	6.5	13.9	33.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:08	6.5	13.9	33.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.1	23
14:45:09	6.5	13.9	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.1	23
14:45:10	6.5	13.9	32	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:11	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:13	6.5	13.9	33.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	93.1	23
14:45:14	6.5	13.9	32.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:15	6.5	13.9	30.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:16	6.5	13.9	30.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.1	23
14:45:18	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	93.1	23
14:45:19	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.9	23
14:45:20	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:21	6.5	13.9	33.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:23	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:24	6.5	13.9	32.2	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:25	6.5	13.9	32.2	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.9	23
14:45:26	6.5	13.9	32.7	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:28	6.5	13.9	33.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:29	6.5	13.7	32.9	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:30	6.5	13.9	31.7	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:31	6.5	13.9	31.7	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:33	6.5	13.9	30.1	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:34	6.5	13.9	32.9	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:35	6.5	13.9	32.2	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:36	6.5	13.9	32.2	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:38	6.5	13.9	28.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	92.9	23
14:45:39	6.5	13.9	28.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	92.9	23
14:45:40	6.5	13.9	32.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	92.9	23
14:45:41	6.5	13.9	31	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.9	23
14:45:43	6.5	13.9	29.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:44	6.5	13.9	27.5	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:45:45	6.5	13.9	27.5	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:46	6.5	13.9	26.5	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:48	6.5	13.9	30.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:49	6.5	13.7	28.2	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:50	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:51	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:53	6.7	13.7	30.8	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:54	6.7	13.7	30.8	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:55	6.7	13.7	32.4	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:45:56	6.7	13.7	28.4	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:45:58	6.7	13.7	30.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:45:59	6.7	13.7	32.2	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:00	6.7	13.7	32.2	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:01	6.7	13.7	33.4	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:03	6.7	13.7	30.3	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:04	6.7	13.7	32.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:46:05	6.7	13.7	33.4	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:06	6.7	13.7	33.4	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:08	6.7	13.7	31	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.7	23
14:46:09	6.7	13.7	31	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.7	23
14:46:10	6.7	13.7	33.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.7	23
14:46:11	6.7	13.7	32.2	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.7	23
14:46:13	6.7	13.7	30.3	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:14	6.7	13.7	28	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.5	23
14:46:15	6.7	13.7	28	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.5	23
14:46:16	6.7	13.7	32.2	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.5	23
14:46:18	6.7	13.7	30.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.5	23
14:46:19	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:20	6.5	13.7	27	13.4	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:21	6.5	13.7	27	13.4	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:23	6.5	13.7	29.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:24	6.5	13.7	29.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:25	6.5	13.7	27.7	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:26	6.5	13.7	29.8	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:28	6.5	13.7	27	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:29	6.5	13.7	26.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:30	6.5	13.7	26.1	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:31	6.5	13.7	27.2	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:33	6.5	13.7	27.7	13.7	19	84.3	82.2	40	**27**	**19**	**34.3**	**24**	92.5	23
14:46:34	6.5	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:35	6.5	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:36	6.5	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:38	6.5	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:39	6.5	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:40	6.5	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:41	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:42	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:46:43	6.5	13.7	27	13.7	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:44	6.7	13.7	27.7	13.7	19	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:46	6.5	13.7	27.2	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:47	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:48	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.5	23
14:46:49	6.5	13.7	26.8	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.2	23
14:46:51	6.5	13.7	27	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:46:52	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.5	23
14:46:53	6.5	13.7	27.2	13.4	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:46:54	6.5	13.7	27.2	13.4	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:46:56	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:46:57	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:46:58	6.5	13.7	27	13.7	19	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:46:59	6.5	13.7	29.6	13.4	19	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.2	23
14:47:01	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.2	23
14:47:02	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.2	23
14:47:03	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92.2	23
14:47:04	6.5	13.7	26.8	13.7	19	84.5	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:47:06	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.5	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:47:07	6.7	13.7	27.2	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92	23
14:47:08	6.5	13.7	28.9	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.2	23
14:47:09	6.5	13.7	28.9	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92.2	23
14:47:11	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	92.2	23
14:47:12	6.5	13.7	28.4	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	92.2	23
14:47:13	6.7	13.7	27.7	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:14	6.5	13.7	27.5	13.7	19	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92.2	23
14:47:16	6.5	13.7	32.9	13.7	19	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:17	6.5	13.7	32.4	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:19	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:20	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:21	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:22	6.5	13.7	32.4	13.7	19	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:24	6.5	13.7	32.9	13.7	19	84.3	82.2	39.5	**26.5**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:25	6.5	13.7	33.1	13.7	19	84.3	82.2	39.5	**26.5**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:26	6.5	13.7	33.4	13.7	19	84.3	82.2	39.5	**26.5**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:27	6.5	13.7	33.4	13.7	19	84.3	82.2	39.5	**26.5**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:29	6.5	13.7	30.1	13.7	19	84.5	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	92	23
14:47:30	6.5	13.7	30.1	13.7	19	84.5	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	92	23
14:47:31	6.5	13.7	30.5	13.7	19	84.5	82.5	39.5	**26.8**	**19**	**34.3**	**23.7**	92	23
14:47:32	6.5	13.7	31.5	13.7	19	84.3	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	92	23
14:47:34	6.5	13.7	32	13.7	19	84.3	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	92	23
14:47:35	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:36	6.5	13.7	26.5	13.7	19	84.3	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:37	6.5	13.7	30.1	13.7	19	84.3	82.5	39.5	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:39	6.7	13.7	27.5	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	92	23
14:47:40	6.5	13.7	27	13.7	19	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:42	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:47:43	6.7	13.7	26.8	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:44	6.7	13.7	30.8	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:45	6.7	13.7	30.8	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:47	6.7	13.7	28.7	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:48	6.7	13.7	28.7	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:49	6.7	13.7	27.5	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	92	23.2
14:47:50	6.7	13.7	27	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:52	6.7	13.7	31.5	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**23.7**	92	23
14:47:53	6.7	13.7	29.8	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:47:54	6.7	13.7	29.8	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:47:55	6.7	13.7	28.4	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:47:57	6.7	13.7	27	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:47:58	6.7	13.7	26.5	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:47:59	6.7	13.7	30.1	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:00	6.7	13.7	30.1	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:01	6.7	13.4	28.7	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:02	6.7	13.4	27	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:03	6.7	13.4	27	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:05	6.7	13.7	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:06	6.7	13.7	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:07	6.7	13.4	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:08	6.7	13.4	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:10	6.7	13.4	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:11	6.7	13.4	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:12	6.7	13.4	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:13	6.7	13.4	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.8	23
14:48:15	6.7	13.4	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:48:16	6.7	13.4	27.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23.2
14:48:17	6.7	13.4	27	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:48:18	6.7	13.4	27	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:48:19	6.7	13.4	27	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:48:20	6.7	13.4	28.9	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:48:21	6.7	13.4	28.9	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.8	23
14:48:23	6.7	13.4	28	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:24	6.7	13.4	28	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:25	6.7	13.4	30.3	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:26	6.7	13.4	32.9	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:28	6.7	13.4	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:29	6.7	13.7	32	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:30	6.7	13.7	32	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:31	6.7	13.7	34.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**23.7**	91.5	23
14:48:33	6.7	13.7	32.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:34	6.5	13.7	30.3	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:36	6.5	13.7	32.9	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:37	6.7	13.7	31.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:38	6.7	13.7	28.9	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:39	6.7	13.7	28.9	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:48:41	6.7	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:42	6.7	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:43	6.7	13.7	29.1	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:44	6.7	13.7	27.5	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:46	6.7	13.7	26.5	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:47	6.7	13.7	31.5	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.5	23
14:48:49	6.7	13.7	32	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:50	6.7	13.7	33.1	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:51	6.7	13.7	33.1	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:52	6.7	13.7	28.7	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:48:54	6.7	13.7	30.1	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	91.5	23
14:48:55	6.7	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	91.5	23
14:48:56	6.5	13.7	32.9	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	91.5	23
14:48:57	6.5	13.7	32.9	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	91.5	23
14:48:59	6.7	13.7	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:49:00	6.7	13.7	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:49:02	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:03	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:04	6.5	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:05	6.7	13.7	29.4	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:07	6.7	13.7	31.2	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:08	6.7	13.7	32.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:49:09	6.7	13.7	32.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.5	23
14:49:10	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23.2
14:49:12	6.7	13.7	30.3	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23.2
14:49:13	6.7	13.7	32	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:15	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:16	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:17	6.7	13.7	32.7	13.7	18.7	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:18	6.7	13.7	32.7	13.7	18.7	84.3	82.2	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:20	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:21	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:22	6.7	13.7	28.2	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:23	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.3	23
14:49:25	6.7	13.7	32.9	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.3	23.2
14:49:26	6.7	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.3	23.2
14:49:28	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	91.3	23
14:49:29	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**24**	91.1	23
14:49:30	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**24**	91.1	23
14:49:31	6.7	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:33	6.5	13.7	30.8	13.7	18.7	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:34	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.3	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:35	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23.2
14:49:36	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23.2
14:49:37	6.7	13.7	32.2	13.7	18.7	84.3	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:38	6.7	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23.2
14:49:39	6.7	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:49:41	6.5	13.7	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23.2
14:49:42	6.5	13.7	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23.2
14:49:43	6.5	13.7	32.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:44	6.5	13.7	31.5	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:46	6.5	13.9	29.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:47	6.5	13.9	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:49	6.5	13.9	32.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	91.1	23
14:49:50	6.5	13.9	30.5	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:51	6.5	13.9	30.5	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:52	6.5	13.9	29.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:54	6.5	13.9	28	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:55	6.5	13.9	32.4	13.4	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:56	6.5	13.9	30.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:49:57	6.5	13.9	30.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:49:58	6.5	13.9	30.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:49:59	6.5	13.9	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:50:00	6.5	13.9	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**19**	**34.5**	**23.7**	91.1	23
14:50:02	6.5	13.7	28.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.1	23
14:50:03	6.5	13.7	28.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.1	23
14:50:04	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.1	23
14:50:05	6.5	13.7	26.5	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	91.1	23
14:50:07	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.9	23
14:50:08	6.5	13.7	29.4	13.7	18.7	84.5	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:10	6.5	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:11	6.5	13.7	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.9	23
14:50:12	6.5	13.7	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.9	23
14:50:13	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:15	6.5	13.7	29.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:16	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:18	6.5	13.7	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:19	6.5	13.7	29.1	13.4	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:20	6.5	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:21	6.5	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:23	6.5	13.7	33.6	13.4	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:24	6.5	13.7	33.6	13.4	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:25	6.5	13.7	30.3	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:26	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:27	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.9	23
14:50:28	6.5	13.7	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:29	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:31	6.5	13.7	30.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:32	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:33	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:34	6.7	13.7	29.1	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.9	23.2
14:50:35	6.7	13.7	30.5	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.6	23.2
14:50:36	6.7	13.7	30.5	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.6	23.2
14:50:37	6.7	13.7	31.7	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	90.6	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:50:39	6.7	13.7	32.9	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.6	23.2
14:50:40	6.7	13.7	28.2	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23.2
14:50:41	6.7	13.7	29.4	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:42	6.7	13.7	29.4	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:44	6.7	13.7	31.2	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:45	6.7	13.7	31.2	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:47	6.5	13.7	27.7	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:48	6.5	13.7	27.7	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:49	6.7	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23
14:50:50	6.7	13.7	28.9	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	90.6	23.2
14:50:52	6.7	13.7	29.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23.2
14:50:53	6.5	13.7	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23.2
14:50:55	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.6	23.2
14:50:56	6.5	13.7	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:57	6.5	13.7	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:50:58	6.7	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	90.6	23
14:51:00	6.5	13.7	28.9	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	90.6	23
14:51:01	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.6	23
14:51:03	6.7	13.7	26.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.4	23
14:51:04	6.5	13.7	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.4	23
14:51:05	6.7	13.7	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.4	23
14:51:06	6.7	13.7	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.4	23
14:51:08	6.7	13.7	28.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.4	23
14:51:09	6.7	13.7	28.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	90.4	23
14:51:11	6.7	13.7	28.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:12	6.7	13.7	28.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:13	6.7	13.7	27.7	13.9	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:14	6.7	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	90.6	23
14:51:16	6.7	13.7	27	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**19**	**34.3**	**24**	90.4	23
14:51:17	6.7	13.7	30.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:19	6.7	13.7	29.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:20	6.7	13.7	28.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:21	6.7	13.7	28.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:22	6.7	13.4	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:24	6.7	13.4	32.9	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:25	6.7	13.4	31.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:27	6.7	13.4	31	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:28	6.7	13.4	29.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:29	6.7	13.4	33.6	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:30	6.7	13.4	33.6	13.7	19	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:31	6.5	13.4	33.1	13.7	19	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:32	6.7	13.4	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:33	6.7	13.4	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:35	6.5	13.4	30.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.2	23
14:51:36	6.5	13.4	30.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.2	23
14:51:37	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.5**	**24**	90.4	23
14:51:38	6.5	13.7	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	90.4	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:51:39	6.5	13.7	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	24	90.4	23
14:51:40	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	24	90.4	23
14:51:41	6.5	13.7	30.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	24	90.2	23
14:51:43	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:44	6.5	13.7	27.5	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:46	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:47	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:48	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:49	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:51	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:52	6.5	13.7	29.8	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:54	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:55	6.5	13.7	28	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	27	18.7	34.5	24	90.2	23
14:51:56	6.5	13.7	29.6	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:57	6.5	13.7	29.6	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90.2	23
14:51:59	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	24	90.2	23
14:52:00	6.5	13.7	28.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	24	90.2	23
14:52:02	6.5	13.4	32	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:03	6.5	13.4	32	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:04	6.5	13.4	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:05	6.5	13.4	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:07	6.5	13.4	32.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:08	6.5	13.4	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:10	6.5	13.4	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:11	6.5	13.4	32.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:12	6.5	13.4	32.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:13	6.5	13.4	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:14	6.5	13.4	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:15	6.5	13.4	33.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:16	6.5	13.4	32.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:18	6.5	13.4	27.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:19	6.7	13.7	31.2	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:21	6.7	13.7	28.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	26.8	19	34.3	23.7	90	23
14:52:22	6.5	13.7	27.2	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	24	90	23
14:52:23	6.5	13.7	30.3	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	24	90	23
14:52:24	6.5	13.7	30.3	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	24	90	23
14:52:26	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	24	90	23
14:52:27	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	24	90	23
14:52:29	6.5	13.7	28	13.7	18.7	84.3	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:30	6.5	13.7	28	13.7	18.7	84.3	82.5	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	90	23
14:52:31	6.5	13.7	27	13.7	18.7	84.3	82.5	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:32	6.5	13.7	28.4	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:33	6.5	13.7	28.4	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:34	6.5	13.7	30.3	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	26.8	18.7	34.3	23.7	90	23
14:52:35	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	26.8	18.7	34.3	24	90	23
14:52:48	6.5	13.7	27.7	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	89.7	23
14:52:49	6.5	13.7	27.7	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	26.8	18.7	34.5	23.7	89.7	23

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:52:50	6.5	13.7	30.8	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.7	23
14:52:51	6.5	13.7	28	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.7	23
14:52:52	6.5	13.7	28	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.7	23
14:52:53	6.5	13.7	28	13.7	18.7	84.3	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.7	23
14:52:54	6.5	13.7	29.6	13.7	19	84.5	82.2	39.7	**27**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.7	23
14:52:55	6.5	13.7	29.6	13.7	19	84.5	82.2	39.7	**27**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.7	23
14:52:57	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23.2
14:52:58	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.2	39.7	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23.2
14:53:00	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:01	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**19**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:02	6.7	13.7	34.3	13.7	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.7	23
14:53:03	6.7	13.7	33.1	13.9	18.7	84.5	82.5	39.7	**27**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.7	23
14:53:05	6.7	13.7	31	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.7	23
14:53:06	6.7	13.4	33.6	13.9	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.7	23
14:53:08	6.7	13.4	32.2	13.9	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.7	23
14:53:09	6.7	13.4	29.8	13.9	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:10	6.7	13.4	29.8	13.9	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:11	6.7	13.4	28	13.9	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.7	23
14:53:12	6.7	13.4	31.5	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:13	6.7	13.4	31.5	13.7	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:14	6.7	13.4	29.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.7	23
14:53:16	6.7	13.4	27.7	13.9	18.7	84.5	82.2	40	**27**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.7	23
14:53:17	6.7	13.4	27	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.5	23
14:53:19	6.7	13.4	28.4	13.9	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.5	23
14:53:20	6.7	13.4	27.2	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:53:21	6.7	13.4	27.7	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:53:22	6.7	13.4	27.7	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:53:23	6.7	13.4	29.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:24	6.7	13.4	32	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:53:25	6.7	13.4	32	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:53:27	6.7	13.4	28.2	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:28	6.7	13.4	28.2	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:30	6.7	13.4	31	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:31	6.7	13.4	31	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:32	6.7	13.4	33.1	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:33	6.7	13.4	34.1	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:35	6.7	13.4	31.5	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:36	6.7	13.4	33.1	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:38	6.7	13.4	33.6	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23
14:53:39	6.7	13.4	33.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.8**	**24**	89.5	23
14:53:41	6.7	13.4	33.1	13.9	19	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23
14:53:42	6.7	13.4	34.1	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:43	6.7	13.4	34.1	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23.2
14:53:44	6.7	13.4	33.8	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:45	6.7	13.4	32.9	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:46	6.7	13.4	32.9	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**19**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:47	6.7	13.7	32	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:53:49	6.7	13.7	33.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:50	6.7	13.7	33.6	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23.2
14:53:52	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23.2
14:53:53	6.7	13.7	32.9	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:54	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:55	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:53:56	6.7	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:53:57	6.5	13.7	33.6	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23
14:53:58	6.5	13.7	33.6	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.5	23
14:54:00	6.7	13.7	31	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:54:01	6.7	13.7	31	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.5	23
14:54:03	6.5	13.7	29.1	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:54:04	6.5	13.7	29.1	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.5	23
14:54:05	6.5	13.7	32.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.5	23
14:54:06	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.3	23
14:54:07	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.3	23
14:54:08	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.3	23
14:54:09	6.5	13.7	33.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:11	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**24**	89.3	23
14:54:12	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:14	6.5	13.7	34.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.3	23
14:54:15	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.3	23
14:54:16	6.5	13.7	33.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.3	23
14:54:17	6.5	13.7	32.7	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:18	6.7	13.7	33.1	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:19	6.7	13.7	33.1	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:20	6.7	13.7	33.8	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23.2
14:54:22	6.5	13.7	33.8	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:23	6.7	13.7	32.9	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.3	23.2
14:54:25	6.7	13.7	33.4	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89.3	23.2
14:54:26	6.5	13.7	33.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23
14:54:28	6.5	13.7	33.8	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89.3	23.2
14:54:29	6.5	13.7	32.9	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:30	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23.2
14:54:31	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23.2
14:54:33	6.5	13.7	33.8	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:34	6.5	13.7	33.8	13.9	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:36	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:37	6.5	13.7	32.4	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:39	6.5	13.7	27.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89	23.2
14:54:40	6.5	13.7	27.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89	23.2
14:54:41	6.5	13.7	32	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89	23.2
14:54:42	6.5	13.7	30.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.3	23.2
14:54:43	6.5	13.7	30.5	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89.3	23.2
14:54:44	6.5	13.7	29.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89	23
14:54:45	6.5	13.7	28.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89	23
14:54:47	6.5	13.7	27.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14:54:48	6.5	13.7	32.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:50	6.5	13.7	31.7	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89	23.2
14:54:51	6.5	13.7	30.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89	23.2
14:54:52	6.5	13.7	30.1	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.8**	**23.7**	89	23.2
14:54:53	6.5	13.7	29.6	13.7	18.7	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**24**	89	23.2
14:54:54	6.5	13.7	33.8	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23.2
14:54:55	6.5	13.7	33.8	13.7	19	84.5	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23.2
14:54:56	6.5	13.7	33.4	13.9	18.7	84.7	82.5	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23.2
14:54:58	6.5	13.9	32.9	13.7	18.7	84.7	82.7	40	**26.8**	**18.7**	**34.5**	**23.7**	89	23
14:54:59	6.5	13.9	31.7	13.7	18.7	84.5	82.7	40	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	89	23.2
14:55:01	6.5	13.9	30.8	13.7	18.7	84.5	82.5	40.2	**26.8**	**18.7**	**34.3**	**23.7**	89	23.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Ricard C.Jordan, and Gayle B.Priester, "Refrigeration and Air condition", Prentice-Hall of India Private Limited, 1973

[2] Yunus A Cengal , and Michael A. Boles, "Thermodynamics An Engineering Approach" Mcgraw – Hill

[3] จาตุรนต์ ยุราวรรณและคณะ, "การศึกษาและปรับปรุงห้องทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO 5151[1] โดยวิธีวัดความร้อนให้สมดุลกับบรรยากาศภายนอก" ปริญญานิพนธ์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[4] ชัชชัย ศิริพิลาและคณะ, "การควบคุมประสิทธิภาพของหอทำความเย็น"ปริญญานิพนธ์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] ภาคภูมิ ฉวีทองและคณะ, "การศึกษาและพัฒนาห้องทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน ISO-5151 โดยวิธีวัดความร้อนให้สมดุลกับบรรยากาศโดยรอบ" ปริญญานิพนธ์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[6] อัครเดช สินธุภัค, "การทำความเย็น", ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[7] อัครเดช สินธุภัค, "การปรับอากาศ", ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้