การจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ

SIMULATION OF SUBCOOLED VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION FOR CALCULATING DESIGN PARAMETERS

ชญานิศ สีโมรา
ชาตภาคย์ มโนหาญ
สิริพรรณณี นนท์ศรีเหว่า
เสฏฐวุฒิ วราโพธิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ

SIMULATION OF SUBCOOLED VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION FOR CALCULATING DESIGN PARAMETERS

ชญานิศ สีโมรา

ชาตภาคย์ มโนหาญ

สิริพรรณณี นนท์ศรีเหว่า

เสฏฐวุฒิ วราโพธิ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIMULATION OF SUBCOOLED VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION FOR CALCULATING DESIGN PARAMETERS

CHAYANIS SRIMORA

CHARTAPARK MANOHARN

SIRIPANNEE NONESRIVOW

SETHAVUT WARAPHO

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR'S DEGREE IN FOOD ENGINEERING
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ

SIMULATION OF SUBCOOLED VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION FOR CALCULATING DESIGN PARAMETERS

ผู้จัดทำ

1. นางสาวชญานิศ สีโมรา รหัสประจำตัว 57010234
2. นายชาตภาคย์ มโนหาญ รหัสประจำตัว 57010313
3. นางสาวสิริพรรณณี นนท์ศรีเหว่า รหัสประจำตัว 57011372
4. นายเสฏฐวุฒิ วราโพธิ์ รหัสประจำตัว 57011436

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน การจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ

นักศึกษา นางสาวชญานิศ สีโมรา
นายชาตภาคย์ มโนหาญ
นางสาวสิริพรรณณี นนท์ศรีเหว่า
นายเสฏฐวุฒิ วราโพธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอาหาร

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่สามารถใช้ชนิดของสารทำความเย็น ได้แก่ R22, R134a, R404a, R410a และ R407c ด้วยโปรแกรม MATLAB ที่มีความรวดเร็วและแม่นยำกว่าเมื่อเทียบกับการคำนวณด้วยมือ ทำการทดสอบความแม่นยำของโปรแกรมโดยการเทียบผลกับการทดลอง โดยกำหนดสภาวะการทดลองจากอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย 3 สภาวะ คือ 8.26, 7.77 และ 7.34 kW ตามลำดับ ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเปรียบเทียบกับการคำนวณจากโปรแกรม พบว่า มีร้อยละความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณอยู่ระหว่าง 1.19 ถึง 3.18 สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมจำลองการเกิดของเหลวเย็นยิ่งในระบบทำความเย็นเพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะด้วยวิธีการใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย จากการเปรียบเทียบเมื่อเกิดองศาเย็นยิ่งเท่ากับ 0.7 องศาเซลเซียสเท่ากัน พบว่า สารทำความเย็นชนิด R404a มีร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิสมรรถนะมากที่สุด คือ 1.85 และ 9.29 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Simulation of Subcooled Vapor Compression Refrigeration for Calculating Design Parameters
Students	Chayanis Srimora
	Chartapark Manoharn
	Siripannee Nonesrivow
	Sethavut Warapho
Project Advisor	Assistant Professor Dr. Kiattisak Roonprasang
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Food Engineering
Academic Year	2017

ABSTRACT

This research aims to develop MATLAB simulation program for calculating design parameters of vapor compression refrigeration using variant types of refrigerant such as R22, R134a, R404a R410a and R407c. This program can be calculated faster and more accurate than hand calculating. The verification of program is done by compare with experimental results. The cooling load of 8.26, 7.77 and 7.34 kW was set up and given COP of each experiment. Comparison results with program, it found that the relative error located between 1.19 - 3.18%. This simulation program can be used to simulate the subcooled system of refrigeration system using variant refrigeration. The subcooled effect was built by using heat exchanger and using condensate from evaporator to cool the refrigerants out state before entering the evaporator. The subcooled degree of 0.7 °C was set up and it found that the R404a has the most increment percentage by 1.85 and 9.29 respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไข ปริญญานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี

รวมไปถึงบริษัท มาสเตอร์คูล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) ที่ได้กรุณาให้ข้อแนะนำ ข้อคิดเห็น และเอื้ออำนวยอุปกรณ์ปรับอากาศแบบแยกส่วนพร้อมทั้งอุปกรณ์การวัดค่าต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานมาด้วยดีตลอด

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทความรู้ให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ นางสาววราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้เบิกใช้เครื่องมือ ตลอดจนนางบุญนำ ผลโพธิ์ และ นางสาวสุธัญญา ถาดนาค เจ้าหน้าที่ภายในภาควิชาวิศวกรรมอาหารทุกคน ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเบิกใบเสร็จของโครงงาน ให้ความสะดวกในการยืมอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการ และ นายณัฐพล พืชผักหวาน ที่ให้คำแนะนำ และอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สุดท้ายนี้คณะผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวผู้ซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจอีกทั้งเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำโครงงานครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 2

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 3

2.1 ทฤษฎีหลักการพื้นฐานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ 3

2.1.1 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับระบบทำความเย็น 3

2.1.2 กระบวนการในระบบทำความเย็นพื้นฐาน 5

2.1.3 การคำนวณระบบทำความเย็นในระบบทำความเย็นพื้นฐาน 6

2.2 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์ 8

2.3 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ 9

2.4 วิธีการปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะ 9

2.5 การทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่งโดยใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ 10

2.6 การปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะด้วยการทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่ง โดยการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย 11

2.6.1 แผนภูมิไซโครเมตริกส์ 12

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และการทดลอง 14

3.1 ชุดอุปกรณ์ทดลอง 14

3.2.1 เครื่องวัดมัลติฟังก์ชันอเนกประสงค์ 17

3.2.2 เครื่องมือบันทึกพลังงานไฟฟ้าแบบสามเฟส 17

3.2.3 เครื่องบันทึกข้อมูล 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.3 การทดลอง 18

3.3.1 สร้างโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณ 18

3.3.2 ทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับระบบทำความเย็นจริง 19

3.4 วิธีการคำนวณผลการทดลอง 19

3.4.1 ผลจากการทดลอง 19

3.4.2 ผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรม 20

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 22

4.1 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่างๆ 22

4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่ง 23

4.3 วิจารณ์ผลการทดลอง 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 29

5.1 สรุปผลการวิจัย 29

5.2 ข้อเสนอแนะ 29

บรรณานุกรม 30

ภาคผนวก 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ประเภทอุปกรณ์วัดที่ตำแหน่งต่างๆในรูปที่ 3.2	15
4.1 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากโปรแกรม	22
4.2 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่เป็นผลกระทบจากการทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยวิธีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยเมื่อองศาเย็นยิ่งเท่ากับ 0.7 องศาเซลเซียส	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	4
2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับเอนทัลปี	5
2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอนโทรปี	6
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอนโทรปี	8
2.5 กราฟเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	10
2.6 ระบบทำความเย็นที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	11
2.7 แผนถาพการทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่งโดยใช้น้ำที่ควบแน่นจากเครื่องระเหย	12
2.8 แผนภูมิไซโครเมตริกส์	13
3.1 ชุดอุปกรณ์ทดลอง	14
3.2 รูปแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัดในตำแหน่งต่างๆ	14
3.3 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความดัน	17
3.4 เครื่องวัดมัลติฟังก์ชันอเนกประสงค์	17
3.5 อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า	18
3.6 เครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module	19
4.1 แผนภาพการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน	23
4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพไอกับค่าองศาเย็นยิ่งที่เปลี่ยนไป	23
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์กับองศาเย็นยิ่งที่เปลี่ยนไป	24
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับค่าองศาเย็นยิ่งที่เปลี่ยนไป	24
4.5 แผนภาพการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย	25
4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพไอกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป	25
4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป	25
4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป	26
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและเอนทัลปีในสภาวะการทดลองที่ 1	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการประยุกต์ใช้งานของระบบทำความเย็น ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างหนึ่งก็คือ ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System) โดยเราจะใช้ระบบปรับอากาศในการควบคุมอุณหภูมิของอากาศ ความชื้นภายในอากาศ ความสะอาด ตลอดจนการกระจายอากาศภายในห้องเพื่อให้ได้ตามที่เราต้องการ ระบบปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำความเย็นแบบอัดไอน้ำยาทำความเย็นด้วยคอมเพรสเซอร์ เพื่อนำน้ำยาที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้ได้อีก น้ำยาทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา

เนื่องจากระยะเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศที่อาศัยการทำความเย็นแบบอัดไอเป็นเวลานานจะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นลดลงเรื่อย ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุมาจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) และประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนที่ลดลงจากพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงไปของเครื่องควบแน่น (Condenser) และเครื่องระเหย (Evaporator)

เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอให้ดีขึ้น จึงเลือกทำการปรับปรุงระบบทำความเย็นแบบอัดไอด้วยวิธีการทำให้สารทำความเย็นมีสภาวะเป็นของเหลวเย็นยิ่ง (Subcooled Liquid) ซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น การเลือกทำแฟลชแทงค์ (Flash Tank), การเลือกทำอินเตอร์คูลเลอร์ (Intercooler), การใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger) หรือ การใช้น้ำในการระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่นเป็นต้น

แต่การคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐานเพื่อการออกแบบนั้นไม่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เนื่องจากไม่มีการคำนึงถึงการสูญเสียความดันภายในระบบ (Pressure Drop) ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิก (Isentropic Efficiency) และการสูญเสียความร้อนภายในระบบ (Heat Loss)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสร้างโปรแกรมที่จำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยคณะผู้จัดทำเลือกใช้วิธีติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเปรียบเทียบกับวิธีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโปรแกรมช่วยในการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอัดไอ
2. เพื่อใช้โปรแกรมในการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอัดไอด้วยวิธีการทำของเหลวเย็นยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

1. ใช้วิธีการทำของเหลวเย็นยิ่ง (Subcooling) ในการปรับปรุงสมรรถนะ
2. ใช้ MATLAB ในการออกแบบโปรแกรม
3. ใช้ค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R22, R134a, R410a, R404a, และ R407c ในการจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอ
4. ใช้วิธีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยและการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในการทำของเหลวเย็นยิ่ง
5. ใช้ระบบทำความเย็นตัวอย่างเป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. โปรแกรมย่อย หรือฟังก์ชันที่สามารถนำค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นชนิด R22, R134a, R410a, R404a, และ R407c สำหรับการคำนวณแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งสามารถใช้สารทำความเย็นได้หลากหลายชนิด

3. ได้ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะและแนวทางจากการจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

4. ได้ความสัมพันธ์ของชนิดสารทำความเย็นและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งาน เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้สารทำความเย็นที่เหมาะสมกับการพิจารณาประสิทธิภาพการทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ทฤษฎีหลักการพื้นฐานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ เป็นการทำความเย็นโดยอาศัยกระบวนการอัดไอสารทำความเย็น (Refrigerant) ที่มีความดันต่ำให้มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงขึ้นด้วยคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทั้งนี้ ต้องทำการอัดไอของสารทำความเย็นจนมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศโดยรอบ เพื่อให้สารทำความเย็นสามารถถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศ โดยกระบวนการคายความร้อนจากสารทำความเย็นให้กับบรรยากาศภายนอกเกิดขึ้นภายในเครื่องควบแน่น (Condenser) เนื่องจากขณะที่สารทำความเย็นถ่ายเทความร้อนมีการเปลี่ยนแปลงสถานะจากไอกลายเป็นของเหลว จากนั้น ลดความดันของสารทำความเย็นด้วยวาล์วลดความดัน (Expansion valve) ทั้งนี้ ต้องทำให้สารทำความเย็นมีความดันลดลงในระดับที่อุณหภูมิของสารทำความเย็นต่ำกว่าอุณหภูมิของพื้นที่ที่ต้องการทำความเย็น

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ แสดงดังรูปที่ 2.1 เริ่มจากไอของสารทำความเย็นจากเครื่องระเหยถูกดูดเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ โดยคอมเพรสเซอร์มีหน้าที่ทำให้ไอของสารทำความเย็นมีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นจึงระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศผ่านเครื่องควบแน่น ซึ่งความร้อนที่ระบายออกไปจนถึงจุดควบแน่นทำให้สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นมีสภาวะเป็นของเหลว หลังจากนั้นจึงลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นเหลวด้วยวาล์วลดความดันก่อนเข้าสู่เครื่องระเหย หลังจากสารทำความเย็นเหลวเข้าสู่เครื่องระเหยจะทำให้เกิดการดูดความร้อนออกจากพื้นที่ที่ต้องการทำความเย็นทำให้สารทำความเย็นที่อยู่ในสภาวะของเหลวระเหยกลายเป็นไอ ในกระบวนการนี้ทำให้เกิดโหลดของการทำความเย็น และไอของสารทำความเย็นจะถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์อีกครั้ง หมุนเวียนแบบนี้ตลอดไปโดยน้ำยาจะไม่สูญหาย ถ้าในระบบไม่มีจุดที่ทำให้น้ำยารั่วออกมา (Yunus A. Cengel and Michael A. Boles, 2015)

2.1.1 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐานโดยทั่วไปมีการทำงานดังกระบวนการที่กล่าวข้างต้น และประกอบไปด้วยอุปกรณ์พื้นฐาน 4 อุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องระเหย คอมเพรสเซอร์ เครื่องควบแน่น และวาล์วลดความดัน โดยแต่ละอุปกรณ์มีรายละเอียดการทำงาน ดังนี้

เครื่องระเหย (Evaporator) หรือคอยล์เย็นเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นในสภาวะของเหลวจากวาล์วลดความดันเข้ามา เพื่อดูดความร้อนจากภายในห้องที่ต้องการทำความเย็น และเมื่อสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวได้รับความร้อนก็จะเกิดการระเหย เปลี่ยนสถานะเป็นไอ

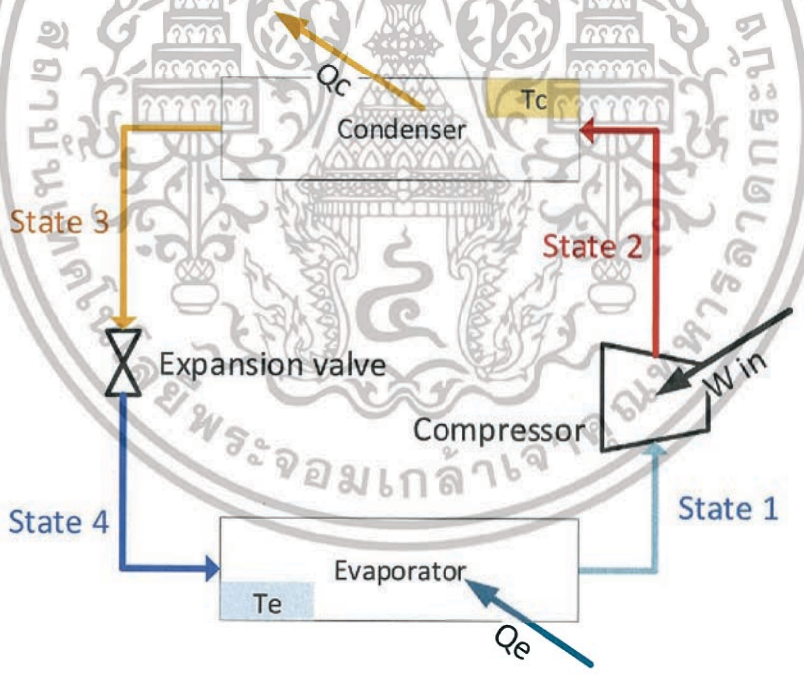
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นสารทำความเย็นจะถูกดูดออกไปโดยคอมเพรสเซอร์เพื่อเข้าสู่ขบวนการทำให้กลับมาเป็นของเหลวอีกครั้ง

คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อัดหรือให้ความดันแก่ไอของสารทำความเย็นที่ระเหยมาจากคอยล์เย็น โดยการอัดให้เป็นไอความดันสูง ก่อนที่จะส่งสารทำความเย็นต่อไปที่เครื่องควบแน่น ซึ่งอุปกรณ์นี้เป็นตัวกำหนดค่าความดันของเครื่องควบแน่น เพื่อให้ได้ความดันและอุณหภูมิตรงตามที่ต้องการ

เครื่องควบแน่น (Condenser) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับไอของสารทำความเย็น ที่มีความดันและอุณหภูมิสูงจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศ เพื่อทำให้สารทำความเย็นในสภาวะไอมีอุณหภูมิต่ำลง และเกิดการกลั่นตัวกลายเป็นสารทำความเย็นในสภาวะของเหลวอิ่มตัวที่ความดันสูง

วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสารทำความเย็นเหลวที่มีความดันและอุณหภูมิสูงจากเครื่องควบแน่นเพื่อมาลดความดัน และเป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของสารทำความเย็นก่อนเข้าเครื่องระเหย โดยกำหนดค่าความดันของสารทำความเย็นก่อนที่จะเข้าสู่คอยล์เย็น เพื่อให้ได้อุณหภูมิตรงตามที่ต้องการ



รูปที่ 2.1 แผนภาพวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

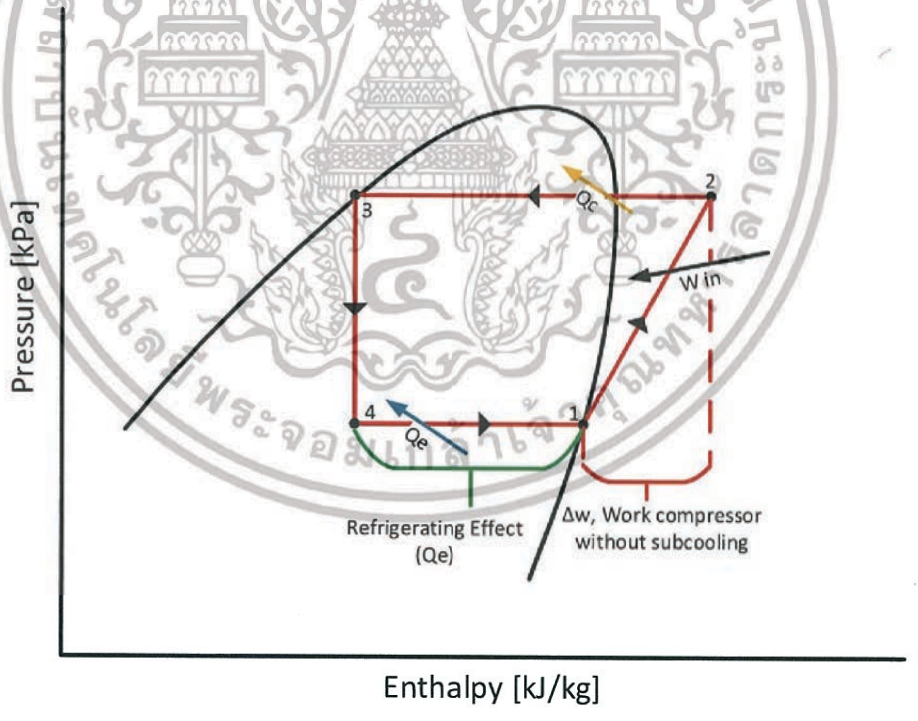
2.1.2 กระบวนการในระบบทำความเย็นพื้นฐาน

กระบวนการ 1 - 2 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบ Isentropic Compression สารทำความเย็นจะถูกดูดจากเครื่องระเหยโดยคอมเพรสเซอร์ จากนั้นคอมเพรสเซอร์จะทำการอัดสารทำความเย็นในสภาวะไออิ่มตัว ให้มีความดันเท่ากับระดับความดันของเครื่องควบแน่น

กระบวนการ 2 - 3 เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับบรรยากาศที่ความดันคงที่บริเวณเครื่องควบแน่น โดยสารทำความเย็นที่อยู่ในสภาวะไอร้อนยิ่งยวด (Superheated Vapor) จะถูกทำให้เย็นลง และเกิดการกลั่นตัวจนอยู่ในสถานะของเหลว

กระบวนการ 3 - 4 เป็นกระบวนการขยายตัว หรือกระบวนการลดความดัน โดยสารทำความเย็นที่อยู่ในสภาวะของเหลวจะถูกลดความดันลงโดยวาล์วขยายตัวจนกลายเป็นของผสมอิ่มตัว (Saturated mixture) ที่ความดันระดับเดียวกับเครื่องระเหย

กระบวนการ 4 - 1 กระบวนการนี้จะเป็นการถ่ายเทความร้อนจากอากาศภายในห้องสู่สารทำความเย็นที่เครื่องระเหย โดยสารทำความเย็นในสถานะของผสมอิ่มตัวนี้จะดูดความร้อนและขยายตัวในสภาวะความดันคงที่ จากนั้นก็จะกลายเป็นไออิ่มตัวอีกครั้ง และจะถูกดูดโดยคอมเพรสเซอร์เข้าสู่กระบวนการ 1 – 2 วนซ้ำไปเรื่อย ๆ ตลอดการทำงาน



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับเอนทัลปี
ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

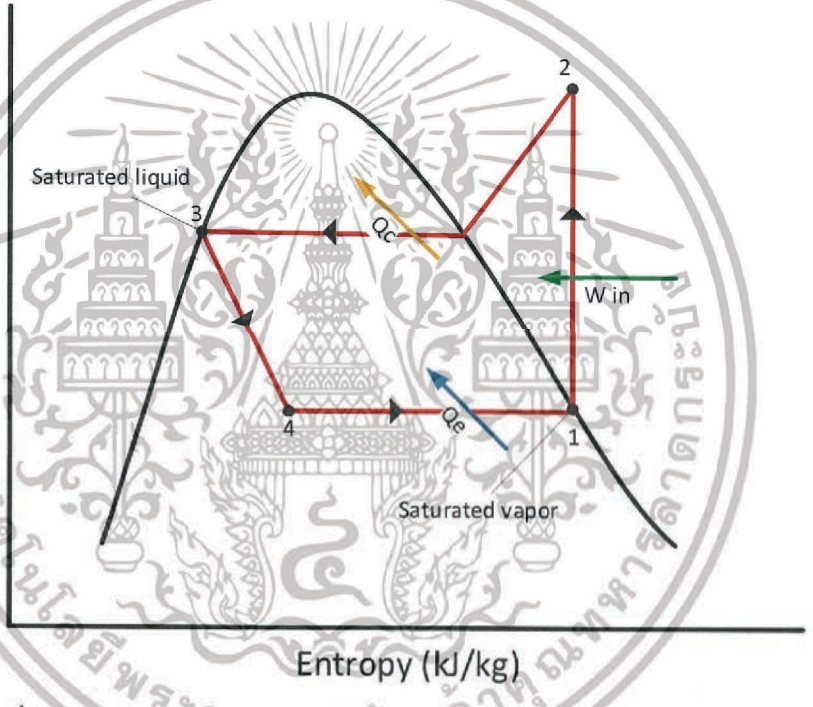
2.1.3 การคำนวณระบบทำความเย็นในระบบทำความเย็นพื้นฐาน

จุดที่ 1 นำค่าความดัน หรืออุณหภูมิที่เรารู้ไปเปิดตารางหาค่าเอนทัลปีของสภาวะไอร้อนอิ่มตัว (h_g) และเอนโทรปีในสภาวะไอร้อนอิ่มตัว (s_g) จากตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็น

จุดที่ 2 เปิดตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็นเพื่อหาค่าเอนทัลปีของสภาวะไอร้อนยิ่งยวด ($h_{Superheated}$) ที่ความดันคอมเพรสเซอร์ และเอนโทรปี หรืออุณหภูมิที่จุดที่ 2 โดยต้องรู้อย่างน้อย 2 ค่าเพื่อให้ในการเปิดตารางเนื่องจากสารทำความเย็นในจุดนี้จะอยู่ในสภาวะไอร้อนยิ่งยวด

จุดที่ 3 เปิดตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็นเพื่อหาค่าเอนทัลปีที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว (h_f) ที่ความดันจุดที่ 3 โดยความดันจุดนี้นั้นจะมีค่าเท่ากับความดันจุดที่ 2 (รูปที่ 2.2)

จุดที่ 4 ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นในจุดนี้จะมีค่าเท่ากับเอนทัลปีของสภาวะเหลวอิ่มตัวที่ความดันจุดที่ 3 (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอนโทรปี

ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

จากนั้นทำการหาค่าคุณภาพไอของสารทำความเย็น (Steam quality, x) โดยใช้สูตร

$$X = \frac{h_4 - h_{f@P4}}{h_{fg@P4}} \qquad (2.1)$$

เมื่อ x = คุณภาพไอ

h_4 = ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นจุดที่ 4 ของระบบทำความเย็นพื้นฐาน (kJ/kg)

$h_{f@P4}$ = เอนทัลปีของสารทำความเย็นในสภาวะของเหลวที่ความดันจุดที่ 4 (kJ/kg)

$h_{fg@P4}$ = เอนทัลปีของสารทำความเย็นในสภาวะของผสมอิ่มตัวที่ความดันจุดที่ 4 (kJ/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้น จึงสามารถนำไปหาอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย (Rate of heat absorbed by evaporator, Q_e) (Vaibhav และ Radhey, 2011) และกำลังของคอมเพรสเซอร์ (Work of Compressor, W_c) โดยอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหยหาได้จากสูตร

$$Q_e = \dot{m}_t(h_1 - h_4) \tag{2.2}$$

เมื่อ Q_e = อัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย (kW)

$\dot{m}_t$ = อัตราการไหลทั้งหมด (kg/s)

h_1 = ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นจุดที่ 1 ของระบบทำความเย็นพื้นฐาน (kJ/kg)

h_4 = ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นจุดที่ 4 ของระบบทำความเย็นพื้นฐาน (kJ/kg)

และงานของคอมเพรสเซอร์หาได้จากสมการที่ 2.3

$$W_c = \dot{m}_t(h_2 - h_1) \tag{2.3}$$

เมื่อ W_c = กำลังของคอมเพรสเซอร์ (kW)

$\dot{m}_t$ = อัตราการไหลทั้งหมด (kg/s)

h_1 = ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นจุดที่ 1 ของระบบทำความเย็นพื้นฐาน (kJ/kg)

h_2 = ค่าเอนทัลปีของสารทำความเย็นจุดที่ 2 ของระบบทำความเย็นพื้นฐาน (kJ/kg)

ในการคำนวณอัตราการไหลของสารทำความเย็นคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$\dot{m}_t = \frac{W_c}{w_c} \tag{2.4}$$

เมื่อ $\dot{m}_t$ = อัตราการไหลทั้งหมด (kg/s)

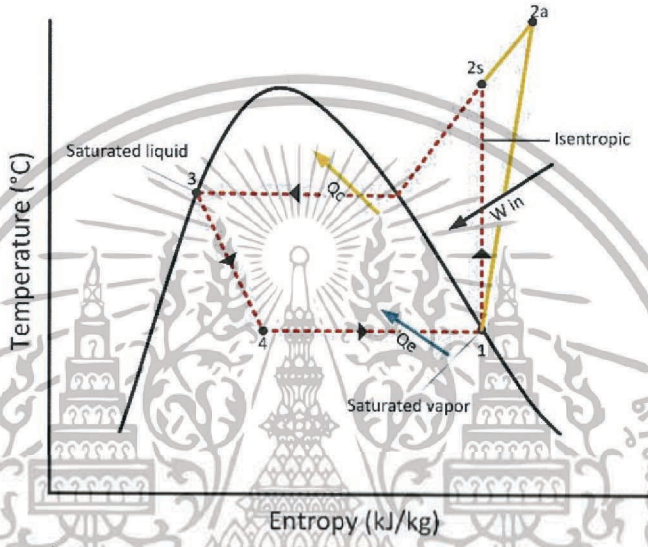
w_c = พลังงานของคอมเพรสเซอร์ต่อหนึ่งหน่วยมวล (kJ/kg)

W_c = กำลังของคอมเพรสเซอร์ (kW)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์

ไอเซนโทรปิก (Isentropic) คือ ค่าเอนโทรปีของมวลคงที่ ไม่เกิดเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการต่างๆ โดยในรูปที่ 2.4 แสดงภาพรวมของการเกิดกระบวนการในระบบทำความเย็นพื้นฐาน จากรูปเส้นประ แสดงถึงกระบวนการแบบอุดมคติโดยที่กระบวนการที่ 1-2s เป็นกระบวนการแบบไอเซนโทรปิก และในส่วนของกระบวนการ 1-2a เป็นกระบวนการที่ต้องเพิ่มงานที่ให้แก่ระบบ เนื่องจากในเชิงปฏิบัติมีการสูญเสียความร้อน การสูญเสียความดัน และประสิทธิภาพของแต่ละอุปกรณ์



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอนโทรปี

ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

โดยในกระบวนการเพิ่มความดันของคอมเพรสเซอร์จะมีค่าประสิทธิภาพไอเซนโทรปิก โดยสามารถหาได้ ดังสมการต่อไปนี้

$$\eta_c = \frac{w_s}{w_a} \tag{2.5}$$

$$\eta_c = \frac{h_{2s} - h_1}{h_{2a} - h_1} \tag{2.6}$$

เมื่อ η_c = ประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์

w_s = งานของคอมเพรสเซอร์ที่เป็นไอเซนโทรปิก (kJ/kg)

w_a = งานจริงของคอมเพรสเซอร์ (วัดงานทางไฟฟ้า) (kJ/kg)

h_{2s} = เอนทัลปีไอเซนโทรปิกของจุดที่ 2 (kJ/kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

h_{2a} = เอนทัลปีจริงของจุดที่ 2 (kJ/kg)

h_1 = เอนทัลปีของจุดที่ 1 (kJ/kg)

2.3 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ

สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance หรือ COP) เป็นดัชนีของวัฏจักรทางเทอร์โมไดนามิก หรือระบบทางความร้อน ต่างกับค่าประสิทธิภาพ เพราะ สัมประสิทธิ์สมรรถนะสามารถมีค่าได้มากกว่า 1 จึงใช้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะแทนค่าของประสิทธิภาพในการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression Refrigeration System, VCRS) หาค่าจากสมการในวัฏจักรอุดมคติ (Y. A. Çengel and M. A. Boles, 2015)

$$COP_R = \frac{q_e}{w_c} \quad (2.7)$$

$$COP_R = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (2.8)$$

เมื่อ COP_R = สัมประสิทธิ์สมรรถนะ

q_e = พลังงานความร้อนดูดซับที่เครื่องระเหย (kJ/kg)

w_c = งานของคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg)

h_1 = เอนทัลปีจุดที่ 1 (kJ/kg)

h_2 = เอนทัลปีจุดที่ 2 (kJ/kg)

h_3 = เอนทัลปีจุดที่ 3 (kJ/kg)

h_4 = เอนทัลปีจุดที่ 4 (kJ/kg)

T_c = อุณหภูมิของเครื่องควบแน่น (K)

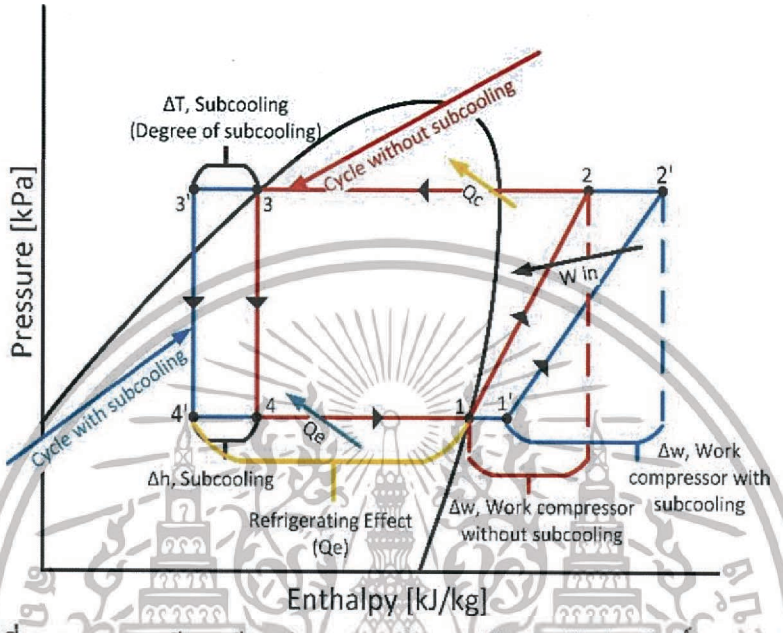
T_e = อุณหภูมิของเครื่องระเหย (K)

2.4 วิธีการปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะ

จากการศึกษาเพื่อปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะ พบว่าสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเลือกทำแฟลชแทงค์ (Flash Tank) หรือ การเลือกทำอินเตอร์คูลเลอร์ (Intercooler) ซึ่งทั้งสองวิธีนี้เมื่อเทียบกับต้นทุนการลงทุนที่ต้องติดตั้งคอมเพรสเซอร์ 2 ตัวในระบบปรับอากาศจะมีระยะเวลาในการคุ้มทุนช้า จึงไม่คุ้มค่ากับการลงทุน แต่การปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยวิธีการทำของเหลวเย็นยิ่ง (Subcooling) เป็นวิธีการทำให้สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวควบแน่นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นของเหลวเย็นยิ่งได้นั้นจะต้องลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว ซึ่งสัมพันธ์กับความดันที่สารทำความเย็นจะเกิดการควบแน่น จะมีผลทำให้โหลดของการทำความเย็นเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยองศาเย็นยิ่ง (Degree of Subcooling) นั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของแหล่งระบายความร้อนในระหว่างที่สารทำความเย็นเกิดการควบแน่น และการออกแบบเครื่องระเหย โดยเพิ่มอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่ง (Subcooled Liquid) เป็นผลทำให้มีของเหลวมากขึ้นเมื่อลดความดันลง สังเกตได้จากจุดที่ 4 และ 4' (รูปที่ 2.5)



รูปที่ 2.5 กราฟเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

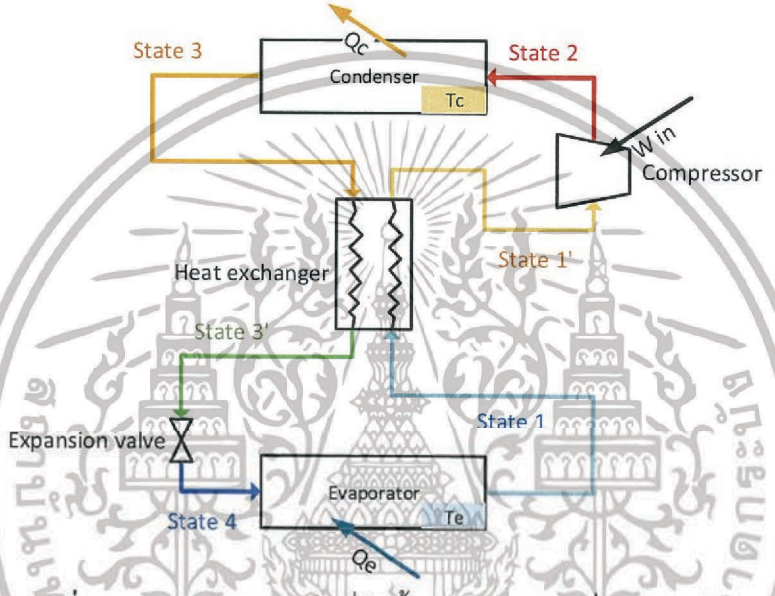
เป็นผลทำให้มีปริมาณของสารทำความเย็นเหลวที่ไหลผ่านคอยล์เย็นมากขึ้นเพื่อให้สารทำความเย็นรับความร้อนทำให้เปลี่ยนสถานะได้มากขึ้นเป็นผลทำให้มีโหลดของการทำความเย็นมากขึ้น ทำให้ปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นดูดรับไว้ที่เครื่องระเหยมากขึ้น

2.5 การทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่งโดยใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลสองชนิด โดยที่ของไหลทั้งสองไม่จำเป็นต้องผสมกัน ซึ่งการนำเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมาติดตั้งในระบบทำความเย็นนั้น จะส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้น กล่าวคือจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างไอของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยที่มีอุณหภูมิต่ำ กับสารทำความเย็นเหลวที่ออกจากเครื่องควบแน่นที่มีอุณหภูมิสูง ซึ่งเมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนแล้วจะทำให้สารทำความเย็นเหลวที่ออกจากเครื่องควบแน่นมีอุณหภูมิที่ต่ำลง ทำให้เกิดการทำของเหลวเย็นยิ่ง (Subcooling) (รูปที่ 2.5) ที่จุด 3 - 3' โดยเมื่อเกิดการทำของเหลวเย็นยิ่งแล้วจะมีผลให้ค่าคุณภาพไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสารทำความเย็นต่ำลงโดยสารทำความเย็นก่อนที่จะเข้าสู่เครื่องระเหยจะมีสถานะเป็นของเหลวมากขึ้น มีปริมาณสารทำความเย็นเหลวที่จะใช้ในการดูดความร้อนไปทิ้งมากยิ่งขึ้น จึงเป็นผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะมากขึ้น แต่ผลกระทบที่เกิดจากการเกิดของเหลวเย็นยิ่ง คือทำให้ไอของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ก่อให้เกิดความร้อนยิ่งยวด (Superheating) (รูปที่ 2.5) จุด 4'-4 ซึ่งจะทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขึ้น และตำแหน่งที่จะติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนคือ บริเวณทางออกจากเครื่องควบแน่น ก่อนเข้าสู่วาล์วลดความดันและบริเวณสารทำความเย็นออกจากเครื่องระเหย ก่อนเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 ระบบทำความเย็นที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

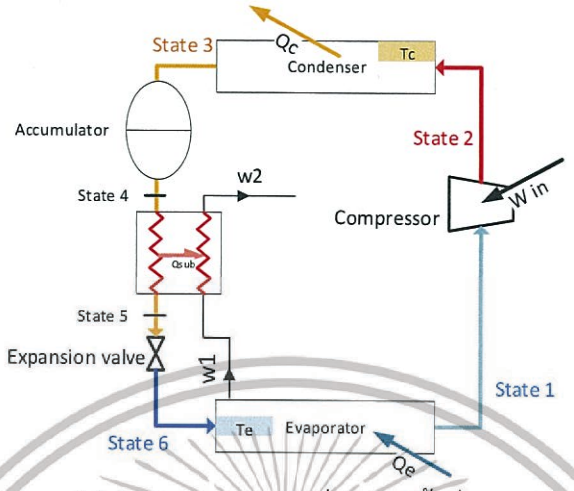
ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

2.6 การปรับปรุงสัมประสิทธิ์สมรรถนะด้วยการทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่งโดยการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย

สภาพอากาศโดยเฉลี่ยของประเทศไทย คาสถิติความชื้นสัมพัทธ์ (%) โดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 70% – 80% โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำที่สุดแต่ละวันเฉลี่ยเท่ากับ 38.47% (Suphat และ Chanpen, 2013) ซึ่งรวมไปถึงอากาศภายในบ้าน อากาศภายในห้อง อากาศภายในพื้นที่ที่เราต้องการทำความเย็นจะมีความชื้นอยู่เสมอ และเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อทำความเย็น การแลกเปลี่ยนความร้อนที่คอยล์เย็น จะทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของอากาศลดลง ทำให้เกิดเป็นน้ำที่ควบแน่นภายในคอยล์เย็น ซึ่งน้ำส่วนนี้ จะมีอุณหภูมิที่ต่ำเท่ากับอากาศที่แลกเปลี่ยนความร้อนแล้ว ประมาณ 1-5 องศาเซลเซียส โดยเราจะนำน้ำส่วนนี้ไปแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำงานผ่านท่อ ก่อนที่สารทำความเย็นจะเข้าสู่วาล์วลดความดัน เพื่อลดอุณหภูมิ ทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ต่ำลง สามารถดึงความร้อนจากภายให้ห้องที่คอยล์เย็นได้มากขึ้น โดยปริมาณน้ำที่ได้จากการควบแน่นภายในคอยล์เย็นนั้นสามารถศึกษาและคำนวณได้จากแผนภูมิไซโครเมตริกส์



รูปที่ 2.7 แผนภาพการทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่งโดยใช้น้ำที่ควบแน่นจากเครื่องระเหย

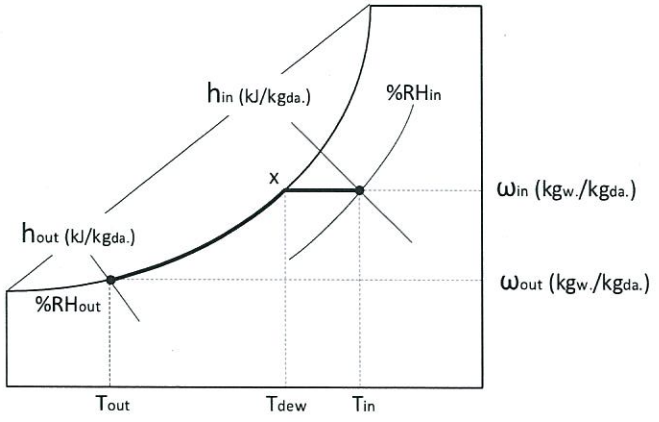
ดัดแปลงจาก: Yunus และ Michael (2015)

2.6.1 แผนภูมิไซโครเมตริกส์

แผนภูมิไซโครเมตริกส์ (Psychrometric Chart) เป็นการศึกษาความสำคัญทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์ของการผสมระหว่างอากาศและไอน้ำ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อระบบปรับอากาศ เนื่องจากอากาศในบรรยากาศไม่ได้แห้งสนิท แต่มีไอน้ำปนอยู่ อีกทั้งการปรับอากาศนั้นจะต้องมีกระบวนการที่ขจัดไอน้ำออก และขบวนการเพิ่มไอน้ำ ซึ่งคุณสมบัติของอากาศกับไอน้ำในอากาศที่มีในแผนภูมิไซโครเมตริกส์ ประกอบไปด้วย ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความชื้นจำเพาะ และเอนทัลปี

ในโครงงานจะนำแผนภูมิไซโครเมตริกส์มาใช้ในการคำนวณหาค่าของปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นดูดรับไว้ที่เครื่องระเหย (Q_e) และ ปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นถ่ายเทออกจากเครื่องควบแน่น (Q_c) ที่ได้จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MATLAB ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แผนภูมิไซโครเมตริกส์

ดัดแปลงจาก : Yunus และ Michael (2015)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Linton et al. (1992) ทำการทดลองที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการทำของเหลวเย็นยิ่งในระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำความเย็น ได้แก่ R12, R134a และ R152a โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการทำของเหลวเย็นยิ่งถูกใช้ตั้งแต่ 6-18 องศาเซลเซียส ติดตั้ง water-cooled subcooler มีการกำหนดอุณหภูมิในการควบแน่นให้คงที่ด้วยการควบคุมอัตราการไหลของน้ำและอุณหภูมิขาเข้าเครื่องควบแน่น ผลลัพธ์ที่ได้คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและความสามารถในการทำความเย็น (Refrigeration Capacity) ของทั้ง 3 สารความเย็นเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลดีของการทำของเหลวเย็นยิ่ง คือ R134a (12.5%), R12 (10.5%) และ R152a (10%)

Prayudi and Roswati Nurhasanah (2016) ศึกษาผลกระทบของการทำของเหลวเย็นยิ่งของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ที่ซึ่งใช้กับสารทำความเย็น R134a และ R600a ซึ่งการทดลองจะใช้หลอดไฟเป็นตัวให้โหลดทางความร้อน ใช้วาล์วในการกำหนดการไหลของระบบที่สารทำความเย็นเป็นของเหลวเย็นยิ่งซึ่งในการทำของเหลวเย็นยิ่งจะใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนติดตั้งระหว่างเครื่องควบแน่น และวาล์วลดความดัน ซึ่งจากการทดลองนั้น ในการเพิ่มขึ้นของค่าอุณหภูมิของเครื่องระเหยความสามารถในการดึงความร้อน (Cooling effect) โดย R600a ดีกว่า R134a ส่วนในการเพิ่มขึ้นของงานคอมเพรสเซอร์มีผลมาจากการของการเกิดความเย็นยิ่งยวด ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถภาพ R600a สูงกว่า R134a ดังนั้นยังบอกได้ว่า R600a สามารถใช้แทน R134a ได้

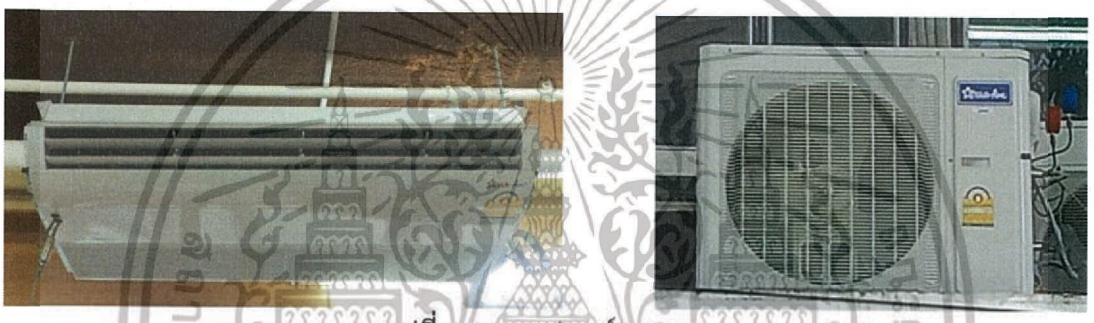
S.A. Klein *, D.T. Reindl, K. Brownell (2000) ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Liquid line suction พบว่าหากติดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดมีข้อจำกันคือส่งผลดีได้เพียงบางระบบเท่านั้น นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงสารทำความเย็นที่นำมาใช้ในระบบโดยคำนึงถึงตัวแปรไร้หน่วยและการสูญเสียความดันในระบบ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Liquid line suction จะก่อให้เกิดการสูญเสียความดันน้อยในระบบที่ใช้สารทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

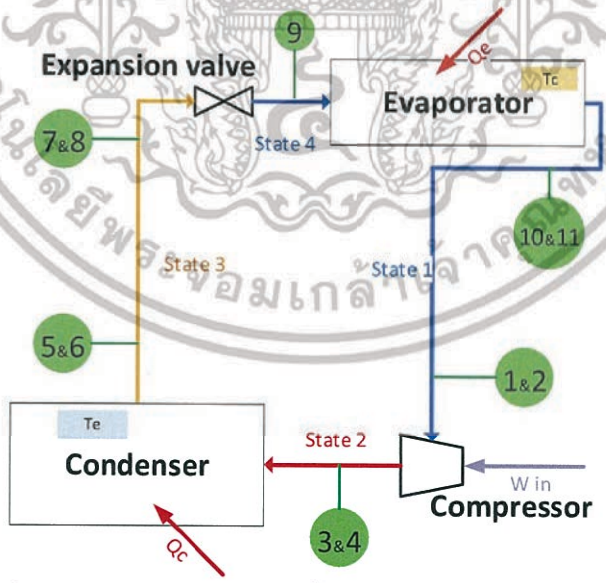
บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และการทดลอง

3.1 ชุดอุปกรณ์ทดลอง

ชุดอุปกรณ์ทดลองสำหรับกระบวนการจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐาน โดยใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ประกอบด้วย เครื่องระเหย วาล์วลดความดัน คอมเพรสเซอร์ และเครื่องควบแน่น ยี่ห้อ STAR AIR รุ่น OE-255-A ขนาด 26,000 BTU โดยชุดทดลองแสดงดังรูปที่ 3.1 และติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิและความดัน ในตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 3.2 และประเภทอุปกรณ์วัดที่ตำแหน่งต่างๆของแต่ละอุปกรณ์ แสดงดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดอุปกรณ์ทดลอง



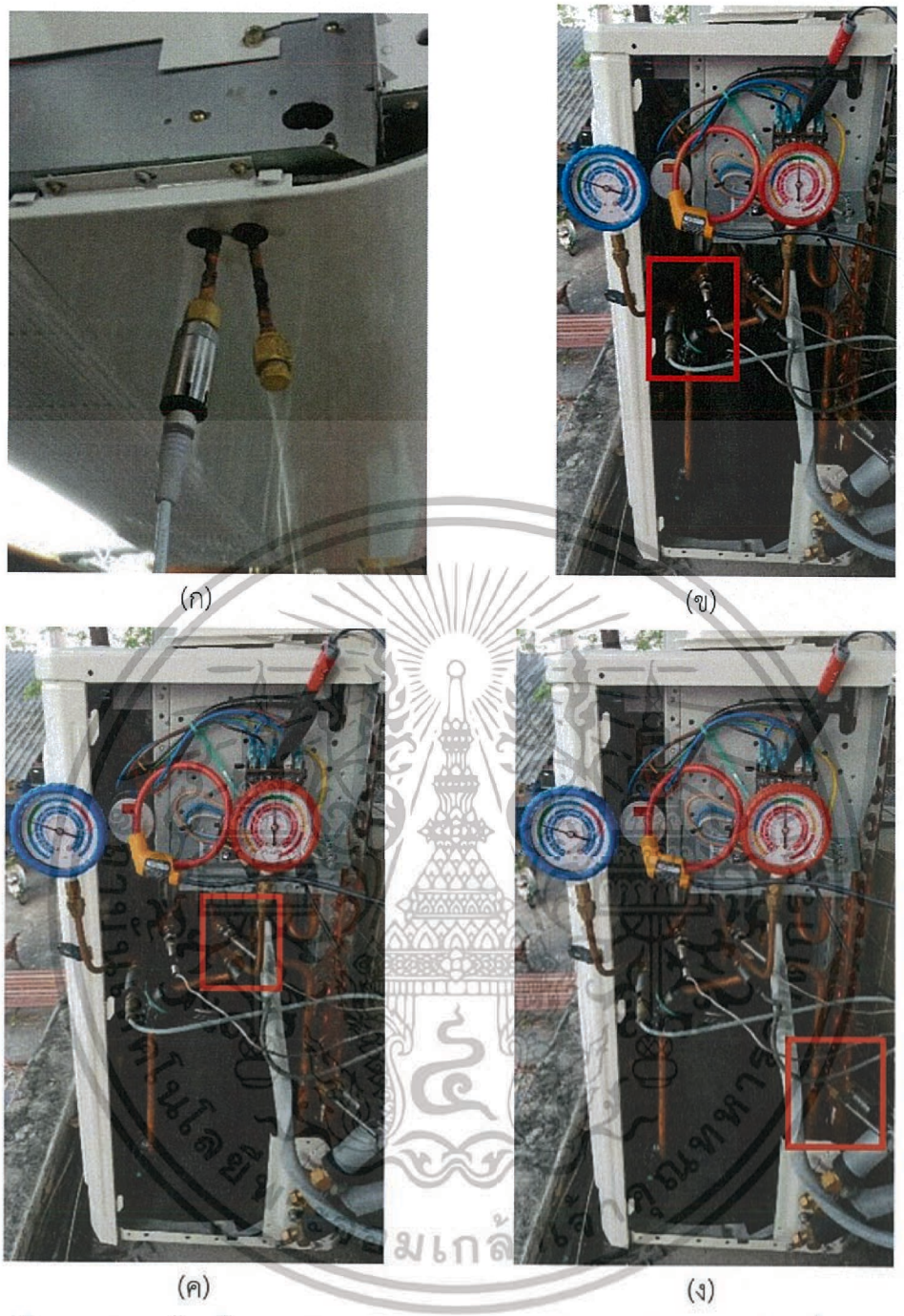
รูปที่ 3.2 รูปแสดงตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัดในตำแหน่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ประเภทอุปกรณ์วัดที่ตำแหน่งต่างๆในรูปที่ 3.2

หมายเลข	ส่วนประกอบของชุดทดลอง
1	เทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งบริเวณทางเข้าคอมเพรสเซอร์
2	Pressure Transmitter ยี่ห้อ Huba Control รุ่น 511 ติดตั้งบริเวณทางเข้าคอมเพรสเซอร์
3	เทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งบริเวณทางออกคอมเพรสเซอร์
4	Pressure Transmitter ยี่ห้อ Huba Control รุ่น 511 ติดตั้งบริเวณทางออกคอมเพรสเซอร์
5	เทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งบริเวณทางออกควบแน่น
6	Pressure Transmitter ยี่ห้อ Huba Control รุ่น 511 ติดตั้งบริเวณทางออกเครื่องควบแน่น
7	เทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งบริเวณทางเข้าวาล์วลดความดัน
8	Pressure Transmitter ยี่ห้อ TRAFAG รุ่น ECT8472 ติดตั้งบริเวณทางเข้าวาล์วลดความดัน
9	Pressure Transmitter ยี่ห้อ Huba Control รุ่น 511 ติดตั้งบริเวณทางเข้าเครื่องระเหย
10	เทอร์โมคัปเปิล Type K ติดตั้งบริเวณทางออกเครื่องระเหย
11	Pressure Transmitter ยี่ห้อ Huba Control รุ่น 511 ติดตั้งบริเวณทางออกเครื่องระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 บริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความดัน (ก) บริเวณทางเข้าเครื่องระเหย (ข) บริเวณทางเข้าคอมเพรสเซอร์ (ค) บริเวณทางออกคอมเพรสเซอร์ และ (ง) บริเวณทางเข้าเครื่องควบแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องวัดมัลติฟังก์ชันอเนกประสงค์

ใช้เครื่องวัดมัลติฟังก์ชันอเนกประสงค์ ยี่ห้อ Testo435 เพื่อวัดอุณหภูมิของอากาศ ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์บริเวณทางเข้าและทางออกของเครื่องระเหย เพื่อหาปริมาณน้ำที่ถูกควบแน่นออกมาจากเครื่องระเหย

รูปที่ 3.4 เครื่องวัดมัลติฟังก์ชันอเนกประสงค์

3.2.2 เครื่องมือบันทึกพลังงานไฟฟ้าแบบสามเฟส

ใช้เครื่องมือบันทึกพลังงานไฟฟ้าแบบสามเฟส ยี่ห้อ Fluke 1730 เพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ เพื่อหาค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ในระบบ

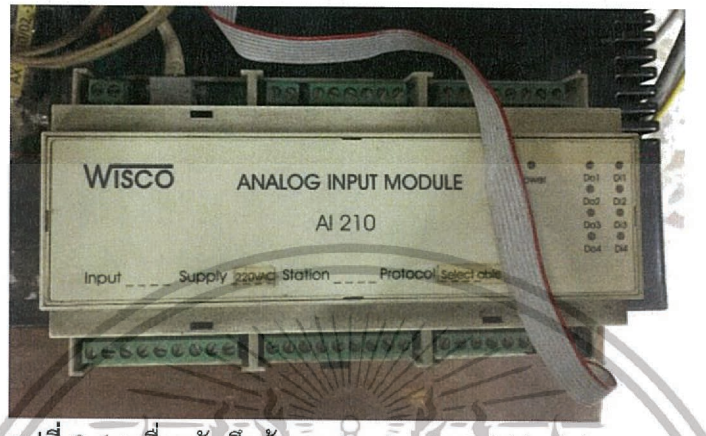
(ก) (ข)

รูปที่ 3.5 อุปกรณ์วัดกำลังไฟฟ้า (ก) เครื่องมือบันทึกพลังงานไฟฟ้าแบบสามเฟส (ข) ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 เครื่องบันทึกข้อมูล

ใช้เครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ยี่ห้อ WISCO เพื่อเก็บข้อมูลค่าอุณหภูมิและความดันจากเครื่องมือวัดในชุดอุปกรณ์ เพื่อนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ



รูปที่ 3.6 เครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module

3.3 การทดลอง

3.3.1 สร้างโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณ

สร้างโปรแกรมสำหรับคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบทำความเย็น โดยเริ่มต้นจากการสร้างฐานข้อมูลค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ เพื่อใช้ในการดึงค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ไปใช้ในการคำนวณด้วยโปรแกรม MATLAB โดยมีค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น 5 ชนิด ได้แก่ R22, R134a, R404a, R410a และ R407c โดยฐานข้อมูลดังกล่าวประกอบไปด้วยตาราง 2 ตาราง คือ ตารางแสดงค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสถานะสารอิ่มตัว (Saturated table) และสถานะความร้อนยิ่งยวด (Superheat Table) ซึ่งสถานะสารอิ่มตัว จำเป็นต้องรู้ค่าอุณหภูมิ ความดัน ปริมาตรจำเพาะ เอนทัลปี หรือเอนโทรปี อย่างใดอย่างหนึ่ง ก็สามารถหาค่าคุณสมบัติพื้นฐานอื่น ๆ ดังกล่าวไปข้างต้นได้ แต่สถานะความร้อนยิ่งยวดจำเป็นต้องรู้ค่าคุณสมบัติพื้นฐาน 2 ค่า คือ ค่าความดันและค่าคุณสมบัติพื้นฐานใดก็ได้อีกค่าหนึ่ง จึงจะสามารถหาค่าคุณสมบัติอื่น ๆ ดังกล่าวข้างต้นได้ ซึ่งโปรแกรม MATLAB สามารถเข้าถึงการดึงข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวจากฐานข้อมูลได้ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น อัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย, ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับระบบทำความเย็นจริง

จากชุดทดลองในรูปที่ 3.1 ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากการคำนวณด้วยโปรแกรม โดยใช้สารทำความเย็นชนิด R410a ติดตั้งภายในห้องขนาด 43 ตารางเมตร ซึ่งภายในห้องมีภาระการทำความเย็นประกอบด้วย กระดาษ แบบจำลองอาคาร หลอดไฟ 8 หลอด เครื่องคอมพิวเตอร์ และคนจำนวน 4 คน โดยออกแบบการติดตั้งเครื่องมือวัดดังรูปที่ 3.2 และติดตั้งอุปกรณ์วัดจริงบริเวณดังรูปที่ 3.3.

ตัวแปรต้น คือ ค่าอัตราการดูดความร้อนจากเครื่องระเหย สามารถปรับเปลี่ยนได้จากการปรับความเร็วของพัดลมในระบบ ซึ่งสามารถหาอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหยได้จากค่าความเร็วของอากาศขาเข้าและขาออกของเครื่องระเหย

ในการทดลองนี้ เริ่มต้นจากการเปิดเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 22 องศาเซลเซียส เนื่องจากต้องการให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้คงที่ในสภาวะที่มีภาระงานมากที่สุดที่สามารถทำได้ตลอดช่วงการทดลอง และปรับความเร็วของพัดลม 3 ระดับ คือ ความเร็วสูงสุด (High Fan Speed), ความเร็วปานกลาง (Medium Fan Speed) และความเร็วต่ำสุด (Low Fan Speed) จึงกำหนดเป็นสภาวะในการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ได้อัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหยที่เปลี่ยนแปลงไป ในการทดลองกำหนดให้ให้เครื่องปรับอากาศทำงานจนเข้าสู่สภาวะสมดุล จึงเริ่มวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิของอากาศที่ขาเข้าและขาออกของเครื่องระเหย เพื่อนำไปหาปริมาณน้ำที่ควบแน่นออกมาเมื่อเครื่องระเหยทำงาน จึงวัดอุณหภูมิและคำนวณอัตราการไหลของน้ำที่ควบแน่นจากเครื่องระเหยโดยใช้บีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตรในการอ่านค่าปริมาตรน้ำที่ควบแน่น ซึ่งวัดปริมาตรน้ำดังกล่าวทุก 3 นาที จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง ค่าอุณหภูมิและความดันสามารถวัดได้จากอุปกรณ์ที่ติดตั้งในระบบ ดังรูปที่ 3.2 โดยบันทึกค่าด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module สำหรับค่ากระแสไฟฟ้า ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า และค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ สามารถวัดได้จากเครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้าแบบสามเฟส เพื่อนำไปหางานที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์

เมื่อได้ค่าต่าง ๆ ข้างต้น สามารถหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการได้ เช่น ค่าอัตราการดูดความร้อนจากเครื่องระเหย ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ หรือค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองกับการคำนวณโดยใช้โปรแกรม แล้วพิจารณาร้อยละความคลาดเคลื่อนของค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว

3.4 วิธีการคำนวณผลการทดลอง

3.4.1 ผลจากการทดลอง

จากการทดลองสามารถหาค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ ในรูปของพลังงานไฟฟ้า (Yunus และ Michael, 2015) ดังสมการที่ 3.1

$$W_c = IV\cos\theta \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคุณภาพไอสามารถหาได้จากสมการที่ 2.1 และ การคำนวณอัตราการไหลเชิงมวลทั้งหมดสามารถหาได้จากการดัดแปลงสมการที่ 2.4 เนื่องจากค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์สามารถแสดงได้ในรูปของพลังงานไฟฟ้า และจากประสิทธิภาพไอเซนโทรปิกของคอมเพรสเซอร์ ดังสมการที่ 2.5 ทำให้สามารถคำนวณอัตราการไหลเชิงมวลทั้งหมด ดังสมการที่ 3.2

$$m_t = \frac{W_C}{w_C} = \frac{W_C}{w_C/\eta} = \frac{\eta \times IVCOS\theta}{\Delta h} \tag{3.2}$$

ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของของเหลว (m_l) สามารถหาได้ (Yunus และ Michael, 2015) ดังสมการที่ 3.3 และ 3.4

$$m_v = xm_t \tag{3.3}$$

$$m_l = m_t + xm_t \tag{3.4}$$

เมื่อ m_l = ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของของเหลว (kg/s)

m_v = ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของไอ (kg/s)

ค่าอัตราการดูดความร้อนจากเครื่องระเหย สามารถหาได้จากค่าอุณหภูมิและค่าความดันที่บริเวณทางเข้าวาล์วลดความดันและบริเวณทางออกของเครื่องระเหยจากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module นำค่าที่ได้มาหาค่าเอนทัลปีของแต่ละสภาวะนั้น จากนั้นคำนวณค่าอัตราการดูดความร้อนจากเครื่องระเหยโดยดัดแปลงจากสมการที่ 2.2 เนื่องจากค่าความสามารถในการดึงความร้อนของเครื่องระเหยสามารถได้พลังงานจากสารทำความเย็นในสภาวะของเหลวเท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถหาได้ดังสมการที่ 3.5

$$Q_e = m_l(\Delta h) \tag{3.5}$$

ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะสามารถหาได้จากสมการที่ 2.8

3.4.2 ผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรม

ค่าอัตราการดูดความร้อนจากเครื่องระเหย สามารถหาได้จากค่าคุณสมบัติของเครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศมีขนาด 26,000 BTU มีค่าเท่ากับ 7.62 kW

ค่าอัตราการไหลเชิงมวลของของเหลว สามารถหาได้จากค่าอุณหภูมิและค่าความดันที่บริเวณทางเข้าวาล์วลดความดันและบริเวณทางออกของเครื่องระเหยจากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module นำค่าที่ได้มาหาค่าเอนทัลปีของแต่ละสภาวะนั้น จากนั้นคำนวณค่าอัตราการไหลเชิงมวลของของเหลว โดยดัดแปลงจากสมการที่ 2.4 ดังแสดงในสมการที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$m_l = \frac{Q_e}{q_e} \tag{3.6}$$

ค่าคุณภาพไอสามารถหาได้จากสมการที่ 2.1 และอัตราการไหลเชิงมวลทั้งหมดหาได้จากสมการที่ 3.4

ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ สามารถหาได้จากค่าอุณหภูมิและค่าความดันที่บริเวณทางเข้าคอมเพรสเซอร์ และบริเวณทางออกของคอมเพรสเซอร์ จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module นำค่าที่ได้มาหาค่าเอนทัลปีของแต่ละสภาวะนั้น จากนั้นคำนวณค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์จากสมการที่ 2.3 และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะสามารถหาได้จากสมการที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยเปรียบเทียบผลคำนวณด้วยโปรแกรมกับค่าที่วัดได้จากการทดลองและการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่ง

4.1 การวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากโปรแกรม โดยทำการทดลองโดยปรับความเร็วของพัดลม 3 ระดับ คือ ความเร็วสูงสุด, ความเร็วปานกลาง และ ความเร็วต่ำสุด หรือที่มีอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย เท่ากับ 8.26, 7.77 และ 7.34 กิโลวัตต์ ตามลำดับ กำหนดให้เป็นสภาวะการทดลองที่ 1, 2 และ 3 ทำการทดลอง 3 ซ้ำและเก็บค่าตัวแปรเพื่อคำนวณหาอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย และค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ ซึ่งเป็นค่าตัวแปรสำคัญในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และหาร้อยละความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

แสดงผลดังตารางที่ 4.1 จากการทดลองโดยใช้ชุดทดลองเพื่อคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เทียบกับการคำนวณโดยใช้โปรแกรม พบว่าค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ในสภาวะการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 1.55, 1.52 และ 1.52 กิโลวัตต์ ตามลำดับซึ่งการคำนวณด้วยโปรแกรมมีค่าเท่ากับ 1.57 กิโลวัตต์เท่ากันทั้ง 3 สภาวะการทดลอง พบว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 3.16 ในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะในสภาวะการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 5.33, 5.11 และ 4.83 ตามลำดับซึ่งการคำนวณด้วยโปรแกรมมีค่าเท่ากับ 5.26, 4.95 และ 4.68 ตามลำดับ พบว่าร้อยละความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ 3.18

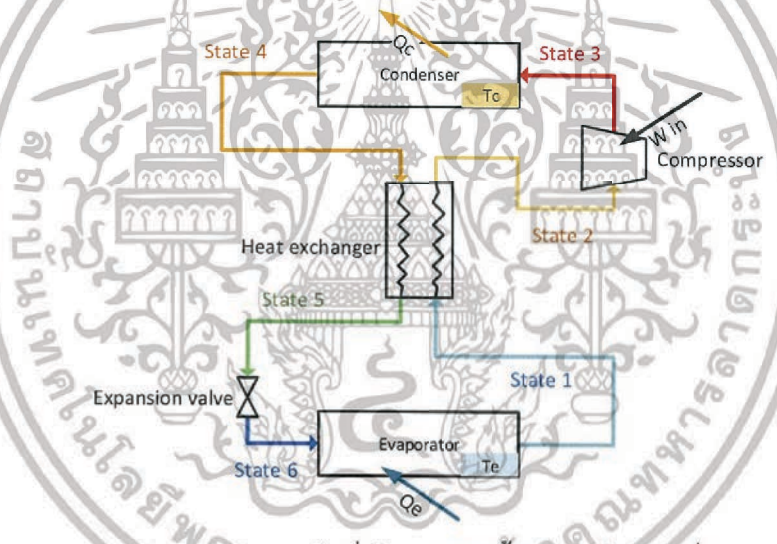
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองกับค่าที่ได้จากโปรแกรม

สภาวะที่	ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบและค่าความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ)					
	W_c (kW)			COP		
	การทดลอง	โปรแกรม	ค่าความคลาดเคลื่อน	การทดลอง	โปรแกรม	ค่าความคลาดเคลื่อน
1	1.55	1.57	1.19	5.33	5.26	1.20
2	1.52	1.57	3.16	5.11	4.95	3.13
3	1.52	1.57	3.16	4.83	4.68	3.18

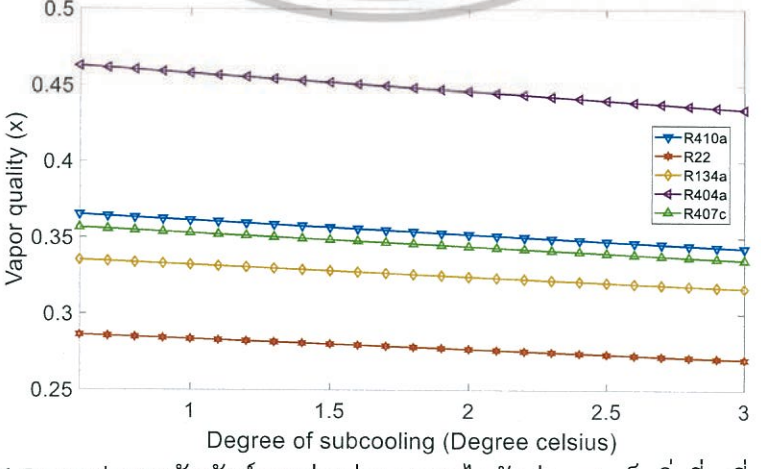
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการออกแบบระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่ง

การทดสอบเพื่อหาอิทธิพลของการทำของเหลวเย็นยิ่งที่มีต่อค่าพารามิเตอร์ของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ โดยพิจารณาวิธีการในการทำของเหลวเย็นยิ่ง 2 วิธีคือ วิธีการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (รูปที่ 4.1) เป็นการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นสถานะไอเย็นเมื่อออกจากเครื่องระเหยกับสารทำความเย็นสถานะของเหลวร้อนเมื่อออกจากเครื่องควบแน่น เพื่อทำให้สารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลดความดันมีอุณหภูมิต่ำลง และวิธีการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย (รูปที่ 4.5) เป็นวิธีการที่ใช้น้ำควบแน่นจากเครื่องระเหยแลกเปลี่ยนความร้อนผ่านผิวท่อ ก่อนเข้าวาลว์ลดความดันเพื่อลดอุณหภูมิของสารทำความเย็นให้ต่ำลง โดยกำหนดสภาวะในการทดสอบ คือ ภาระในการทำความเย็นเท่ากับ 26,000 บีทียูต่อชั่วโมง อุณหภูมิบรรยากาศเท่ากับ 35 °C อุณหภูมิเครื่องควบแน่นเท่ากับ 50°C และอุณหภูมิเครื่องระเหยเท่ากับ 4°C

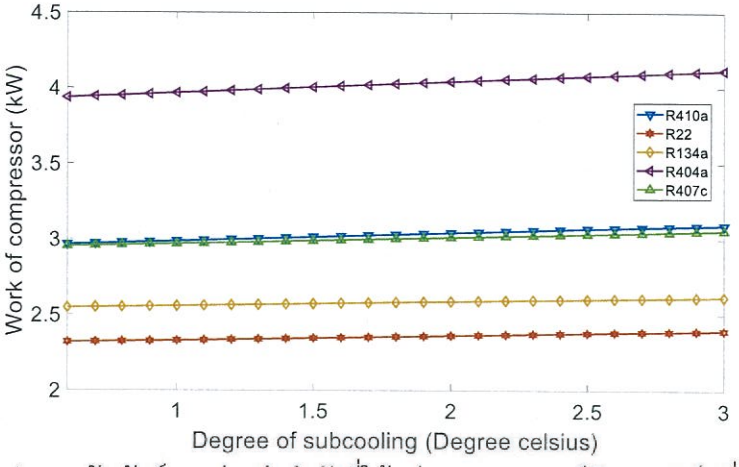


รูปที่ 4.1 แผนภาพการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

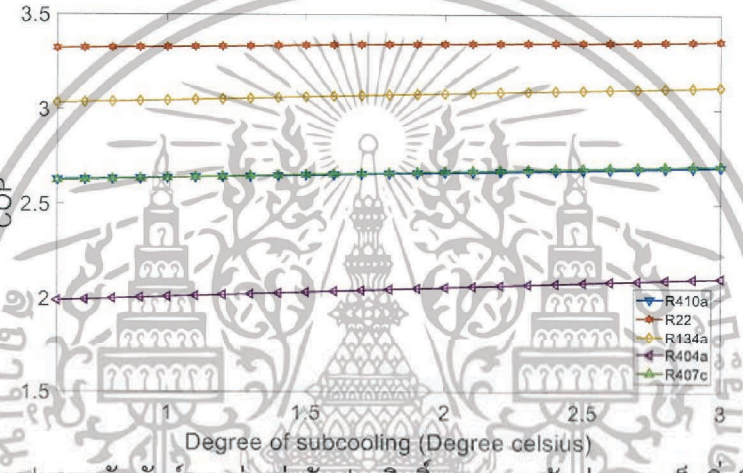


รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพไอกับค่าองศาเย็นยิ่งที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



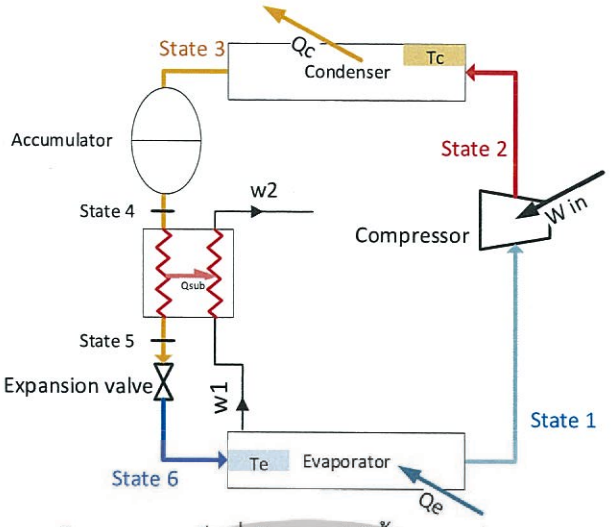
รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์กับองศาเย็นยิ่งที่เปลี่ยนไป



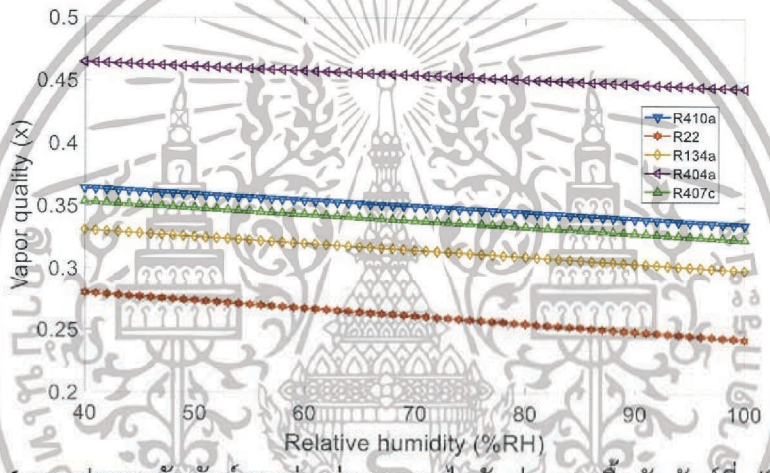
รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับค่าองศาเย็นยิ่งที่เปลี่ยนไป

จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระบบมีค่าองศาเย็นยิ่งเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าคุณภาพไอของสารทำความเย็นลดลง เนื่องจากอุณหภูมิของสารทำความเย็นก่อนเข้าวาล์วลดความดันต่ำลงมีผลทำให้สารทำความเย็นมีสถานะเป็นของเหลวมากขึ้นและอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหยมากขึ้นเช่นกัน แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนคือทำให้ระบบเกิดองศาของความร้อนยิ่งยวดบริเวณก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์ ทำให้ระบบต้องเพิ่มค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์เพื่ออัดสารทำความเย็นให้ได้ความดันเท่าเดิมหรือเท่ากับความดันของเครื่องควบแน่น ดังรูปที่ 4.3 แต่การเพิ่มขึ้นของของค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์นั้นจะเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่น้อยกว่าอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย ด้วยเหตุนี้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 4.4

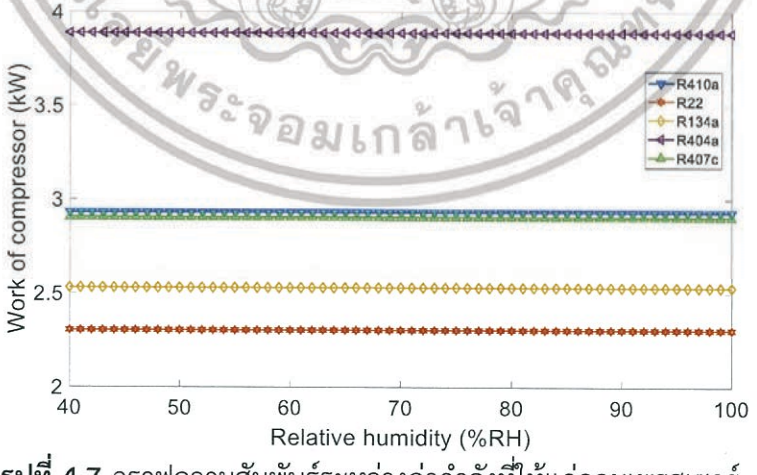
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนภาพการทำของเหลวเย็นยิ่งโดยการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย

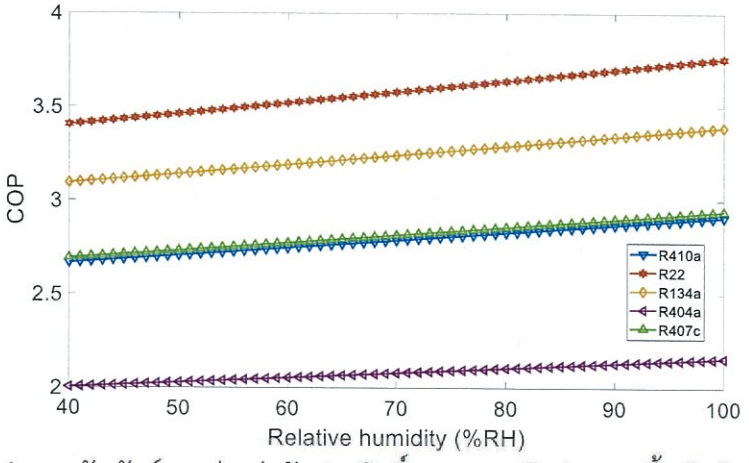


รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพไอกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์กับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะกับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนไป

จากรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าคุณภาพไอของสารทำความเย็นลดลง เนื่องจากค่าความชื้นสัมพัทธ์บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในอากาศที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้น้ำควบแน่นที่ออกจากเครื่องระเหยมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับระบบได้มากขึ้น และลดอุณหภูมิก่อนเข้าวาล์วลดความดันได้มากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นขององศาเย็นยิ่งจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าคุณภาพไอลดลงหรือสารทำความเย็นมีสถานะเป็นของเหลวมากขึ้น ระบบจึงมีอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหยมากขึ้น จากในรูปที่ 4.7 กราฟแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้น ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ยังคงเท่าเดิม เนื่องจากวิธีการใช้น้ำควบแน่นเป็นการปรับปรุงระบบเฉพาะด้านที่เป็นท่อลิควิด (Liquid line) ดังนั้นระบบทางด้านท่อซักชั่น (Suction line) ยังคงเดิม จากเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าระบบมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะมากขึ้นเมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้น ดังกราฟที่แสดงในรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ที่เป็นผลกระทบจากการทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยวิธีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย เมื่อองศาเย็นยิ่งเท่ากับ 0.7 องศาเซลเซียส

ชนิดของสารทำความเย็น	การทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน			การทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยวิธีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหย		
	ร้อยละการเปลี่ยนแปลง					
	X	W_c	COP	X	W_c	COP
R22	1.54	0.72	0.50	6.35	-	5.23
R134a	1.58	0.72	0.87	5.74	-	6.00
R404a	1.88	1.43	1.85	5.12	-	9.29
R410a	2.14	1.27	1.23	5.00	-	6.02
R407c	1.74	1.69	0.24	5.19	-	5.96

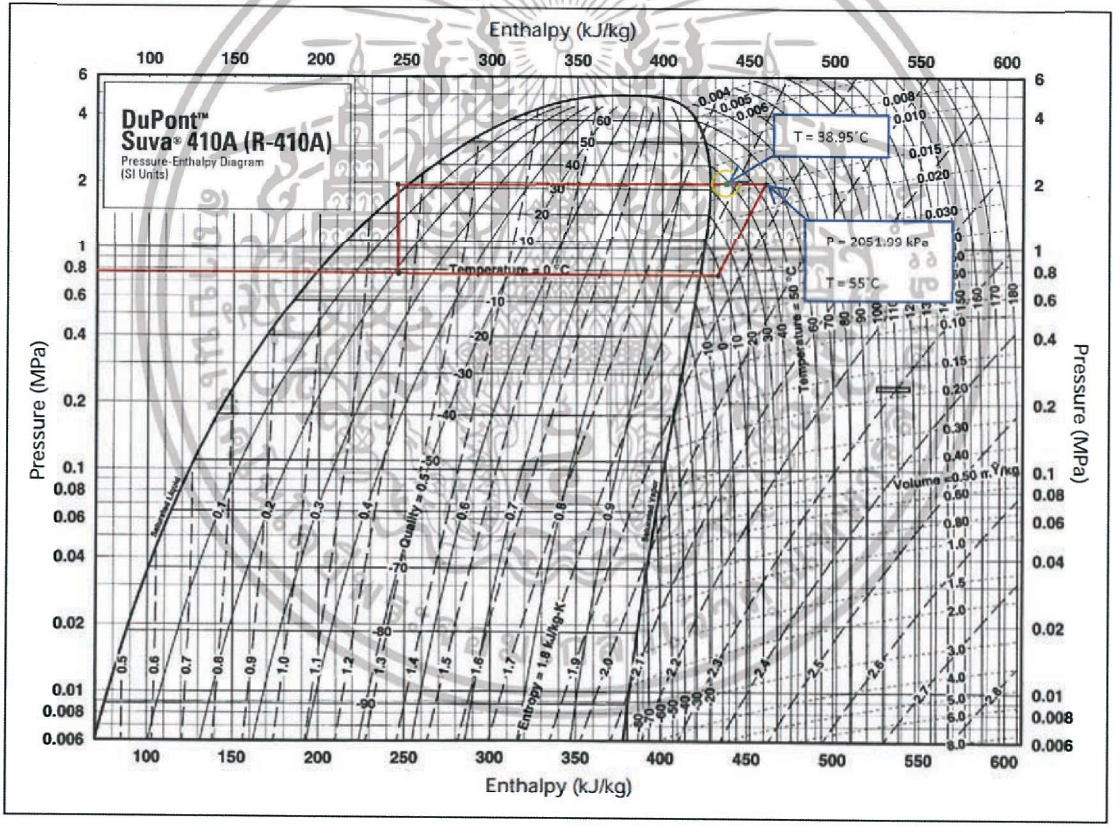
จากผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเกิดองศาเย็นยิ่งเท่ากันที่ 0.7°C ระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐานที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยวิธีการทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมีค่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของสารทำความเย็นชนิด R22, R134a, R404a, R410a และ R407c เท่ากับ 0.5033, 0.8731, 1.8487, 1.2304 และ 0.2428 ตามลำดับ และระบบที่มีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยมีค่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของสารทำความเย็นชนิด R22, R134a, R404a, R410a และ R407c เท่ากับ 5.23, 6.00, 9.29, 6.02 และ 5.96 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระบบที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งด้วยวิธีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อนจะสามารถแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับระบบได้มีประสิทธิภาพมากกว่า แต่ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือสามารถเกิดองศาเย็นยิ่งได้สูงสุดที่ 1.3°C เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเท่ากับ 100 %RH แต่วิธีการนี้ก็ยังคงสามารถเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบได้มากกว่าการติดตั้งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเมื่อพิจารณาที่องศาเย็นยิ่งเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์จากโปรแกรมกับการทดลองจริงมีผลการคำนวณร้อยละ คลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 1.20 ถึง 3.18 เนื่องจากโปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอไม่ได้คำนึงถึงมีการสูญเสียความร้อน และความดันตกคร่อมภายในท่อและอุปกรณ์

จากการคำนวณหาค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ ขณะที่สารทำความเย็นเกิดการเพิ่มความดันจาก 783.15 kPa ถึง 2,051.99 kPa ในทางทฤษฎีเมื่อเกิดกระบวนการเพิ่มความดันแบบไอเซนโทรปิก อุณหภูมิของสารทำความเย็นมีค่าประมาณ 55 °C พบว่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (จุดสีเขียว-วงกลมสีเหลือง) มีค่า 38.95 °C (ผลการทดลองจากสภาวะการทดลองที่ 1) ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิในทางทฤษฎี ดังรูปที่ 4.9 สาเหตุเนื่องมาจากสารทำความเย็นเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วยการสูญเสียความร้อนก่อนถึงบริเวณที่ติดตั้งเซนเซอร์ ซึ่งมีสาเหตุที่เหมือนกันในสภาวะการทดลองที่ 2 และ 3



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน และเอนทัลปี ในสภาวะการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงงานวิจัยนี้นำเสนอการจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอที่มีการทำของเหลวเย็นยิ่งเพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ในการออกแบบ โดยเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ระหว่างการทดลองกับการคำนวณโดยใช้โปรแกรม ซึ่งการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของระบบทำความเย็นแบบอัดไอมีฟังก์ชันการเรียกใช้ฐานข้อมูลของสารทำความเย็น 5 ชนิด ได้แก่ R22, R134a, R404a, R410a และ R407c โดยสามารถเรียกค่าคุณสมบัติของสารทำความเย็นได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำเพื่อใช้ในการทดลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอ โดยปรับอัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย เท่ากับ 8.26, 7.77 และ 7.34 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ทำการทดลอง 3 ซ้ำและเก็บค่าตัวแปรพบว่าค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ มีค่าใกล้เคียงและสอดคล้องกัน โดยร้อยละความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับ 3.16 และ 3.18 ตามลำดับ

การประยุกต์ใช้โปรแกรมเพื่อจำลองหาค่าอิทธิพลของการเกิดของเหลวเย็นยิ่ง สารทำความเย็นที่มีค่าสัมประสิทธิสมรรถนะมากที่สุด คือ สารทำความเย็นชนิด R404a จากการคำนวณพบว่าร้อยละการเพิ่มขึ้นของสัมประสิทธิ์สมรรถนะโดยวิธีติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและวิธีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยเท่ากับ 1.85 และ 9.20 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะมีประสิทธิภาพดีและคุ้มค่า เมื่อประยุกต์ใช้กับระบบทำความเย็นในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ทางคณะผู้จัดทำจึงสรุปได้ว่าการปรับปรุงระบบทำความเย็นแบบอัดไอด้วยวิธีการใช้น้ำควบแน่นของอากาศจากเครื่องระเหยเหมาะสมกับการใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมากกว่า แต่ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือปริมาณน้ำควบแน่นที่ไม่คงที่เนื่องจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ในสภาวะอากาศไม่สามารถควบคุมได้ ด้วยเหตุนี้ความสามารถในการทำงานของระบบทำความเย็นระบบนี้จะขึ้นอยู่กับสภาวะของอากาศเป็นหลัก

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐานซึ่งประยุกต์ใช้การเกิดของเหลวเย็นยิ่ง เพื่อเพิ่มสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบได้ แต่ข้อจำกัดของแบบจำลอง คือ เมื่อมีการประยุกต์ใช้ระบบทำความเย็นแบบอื่น หรือการทำให้เกิดของเหลวเย็นยิ่งด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งมีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงภายในระบบ จำเป็นต้องสร้างฟังก์ชันเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับการทำงานของระบบหรืออุปกรณ์นั้น ๆ นอกจากนี้การทดลองและการคำนวณด้วยโปรแกรม หากเปลี่ยนชนิดของสารทำความเย็น ร้อยละความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสำหรับค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

CP. Arora. 2009. "Refrigeration and Air Conditioning 3th ed". **New York: McGraw-Hill.**

Christian J.L. Hermes. 2013. "Alternative evolution of liquid-to-suction heat exchanger in the refrigeration cycle". **Federal University of Paraná.**

DuPont Suva refrigerants. 2004. "Thermodynamic Properties of DuPont Suva 410A Refrigerant" **E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.**

DuPont Suva refrigerants. 2005. "Thermodynamic Properties of Dupont Suva 404a (HP62) Refrigerant". **E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.**

DuPont Suva refrigerants. 2004. "Thermodynamic Properties of Dupont Suva 407c Refrigerant". **E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.**

DuPont Fluorochemicals. "Thermodynamic Properties of Freon 22". **E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.**

DuPont Suva refrigerants. 2004. "Thermodynamic Properties of HFC- 134a". **E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.**

Gustavo Pottker. 2012. "Potentials for COP increase in vapor compression systems". **University of Illinois at Urbana-Champaign.** 2: 4-5.

Gustavo Pottker, Pega Hrnjak. 2014. "Effect of the condenser subcooling on the performance of vapor compression systems" **University of Illinois at Urbana-Champaign.**

Linton, J.W., Snelson, W.K., Hearty, P. F., 1992. "Effect of condenser liquid subcooling on system performance for refrigerants CFC-12, HFC-134a and HFC-152a". **ASHRAE Transactions.** 98: 160-146.

Prayudi and Roswati Nurhasanah. 2016. "Analysis of effect of sub cooling performance of vapour compression refrigeration system with cooling load variation". **Journal of Engineering and Applied Sciences.** VOL. 11, NO. 2 (2016). 906-911.

R.A. Peixoto and C.W. Bullard . 1994. "A Design Model for Capillary Tube-Suction Line Heat Exchangers". **University of Illinois.**

S.A. Klein, D.T. Reindl and K. Brownell. 2000. "Refrigeration system performance using liquid-suction heat exchangers". **International Journal of Refrigeration.** 23(2000): 588 – 596.

Yunus A. Cengel and Michael A. Boles. 2015. "Thermodynamics an Engineering Approach 8th ed". **New York: McGraw.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

$T_{com,in}$	ค่าอุณหภูมิขาเข้าคอมเพรสเซอร์
$P_{com,in}$	ค่าความดันขาเข้าคอมเพรสเซอร์
$T_{com,out}$	ค่าอุณหภูมิขาออกคอมเพรสเซอร์
$P_{com,out}$	ค่าความดันขาเข้าคอมเพรสเซอร์
$T_{con,in}$	ค่าอุณหภูมิขาออกเครื่องควบแน่น
$P_{con,in}$	ค่าความดันขาออกเครื่องควบแน่น
$T_{exp,in}$	ค่าอุณหภูมิขาเข้าวาล์วลดความดัน
$P_{exp,in}$	ค่าความดันขาเข้าวาล์วลดความดัน
$P_{eva,in}$	ค่าความดันขาออกวาล์วลดความดัน
$T_{eva,out}$	ค่าอุณหภูมิขาออกเครื่องระเหย
$P_{eva,out}$	ค่าความดันขาออกเครื่องระเหย

ตารางที่ ก.1 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
0	7.3	N/A	39.6	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
3	7.4	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
6	7.3	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.4	N/A
9	7.3	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
12	7.3	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
15	7.3	N/A	39.7	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
18	7.3	N/A	39.8	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
21	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
24	7.3	N/A	39.7	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
27	7.4	N/A	39.7	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
30	7.4	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
33	7.4	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
36	7.3	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
39	7.3	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
42	7.4	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
45	7.4	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
48	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
51	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
54	7.4	N/A	39.7	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
57	7.3	N/A	39.7	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
60	7.3	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
63	7.3	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
66	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.2	N/A
69	7.4	N/A	39.9	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
72	7.5	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
75	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
78	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
81	7.4	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
84	7.5	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
87	7.5	N/A	39.7	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
90	7.5	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
93	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
96	7.4	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
99	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
102	7.4	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
105	7.4	N/A	39.7	N/A	28.6	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
108	7.4	N/A	39.8	N/A	28.5	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
111	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
114	7.4	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.2	N/A
117	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
120	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
123	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
126	7.5	N/A	39.8	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
129	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
132	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
135	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
138	7.5	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
141	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
144	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
147	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
150	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
153	7.5	N/A	39.7	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
156	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
159	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.4	N/A
162	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.4	N/A
165	7.6	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
168	7.5	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
171	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
174	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
177	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
180	7.6	N/A	39.7	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
183	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.4	N/A
189	7.5	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
192	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
195	7.6	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
198	7.5	N/A	39.8	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
201	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
204	7.6	N/A	39.8	N/A	28.9	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
207	7.6	N/A	39.8	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.4	N/A
210	7.6	N/A	39.8	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
213	7.5	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
216	7.5	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
219	7.6	N/A	39.8	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.2	N/A
222	7.5	N/A	39.7	N/A	28.6	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
225	7.6	N/A	39.8	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.4	N/A
228	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
231	7.6	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
234	7.6	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
237	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
240	7.5	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
243	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
246	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.4	N/A
249	7.6	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
252	7.6	N/A	39.7	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
255	7.5	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
258	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
261	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
264	7.6	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
267	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
270	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
273	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
276	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
279	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
282	7.6	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
285	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
288	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
291	7.5	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
294	7.5	N/A	39.8	N/A	28.4	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
297	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.2	N/A	N/A	5.3	N/A
300	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.2	N/A	N/A	5.3	N/A
303	7.6	N/A	40.0	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
306	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	5.3	N/A
309	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	5.3	N/A
312	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
315	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
318	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.2	N/A	N/A	5.3	N/A
321	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.4	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
324	7.6	N/A	39.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
327	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
330	7.5	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
333	7.5	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
336	7.5	N/A	40.0	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
339	7.5	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
342	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
345	7.6	N/A	40.0	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
348	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
351	7.6	N/A	39.9	N/A	28.4	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
354	7.5	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
357	7.6	N/A	39.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
360	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
363	7.7	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
366	7.6	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.2	N/A	N/A	5.3	N/A
369	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
372	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
375	7.7	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
378	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
381	7.7	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
384	7.7	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
387	7.7	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
390	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
393	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
396	7.7	N/A	39.8	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
399	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
402	7.6	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
405	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
408	7.7	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
411	7.6	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
414	7.6	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
417	7.7	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
420	7.6	N/A	39.9	N/A	28.8	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
423	7.7	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
426	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
429	7.7	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
432	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
435	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
438	7.6	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
441	7.7	N/A	39.9	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
444	7.7	N/A	40.0	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
447	7.7	N/A	40.0	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
450	7.7	N/A	39.9	N/A	28.8	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
453	7.7	N/A	39.9	N/A	28.8	N/A	28.6	N/A	N/A	5.4	N/A
456	7.7	N/A	39.9	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
459	7.7	N/A	40.0	N/A	28.9	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
462	7.7	N/A	40.0	N/A	28.8	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
465	7.7	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
468	7.8	N/A	40.0	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
471	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
474	7.7	N/A	39.9	N/A	28.7	N/A	28.5	N/A	N/A	5.3	N/A
477	7.7	N/A	39.8	N/A	28.7	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
480	7.6	N/A	39.8	N/A	28.5	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
483	7.7	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.4	N/A	N/A	5.2	N/A
486	7.6	N/A	39.9	N/A	28.6	N/A	28.4	N/A	N/A	5.3	N/A
489	7.6	N/A	39.8	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.2	N/A
492	7.6	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
495	7.6	N/A	40.0	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
498	7.6	N/A	40.0	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
501	7.5	N/A	39.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	5.1	N/A
504	7.7	N/A	39.9	N/A	28.5	N/A	28.3	N/A	N/A	5.3	N/A
507	7.6	N/A	39.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	5.3	N/A
510	7.6	N/A	40.0	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	5.2	N/A
513	7.6	N/A	40.0	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	5.2	N/A
516	7.5	N/A	39.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	5.1	N/A
519	7.6	N/A	39.9	N/A	28.4	N/A	28.0	N/A	N/A	5.1	N/A
522	7.6	N/A	40.0	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	5.3	N/A
525	7.6	N/A	40.0	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	5.2	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
0	7.3	N/A	39.0	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
3	7.1	N/A	38.9	N/A	28.2	N/A	28.0	N/A	N/A	4.8	N/A
6	7.1	N/A	38.9	N/A	28.2	N/A	28.0	N/A	N/A	4.8	N/A
9	7.2	N/A	39.0	N/A	28.3	N/A	28.0	N/A	N/A	4.9	N/A
12	7.2	N/A	39.1	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
15	7.2	N/A	38.9	N/A	28.2	N/A	28.0	N/A	N/A	4.8	N/A
18	7.2	N/A	39.0	N/A	28.2	N/A	28.0	N/A	N/A	4.8	N/A
21	7.2	N/A	38.9	N/A	28.2	N/A	28.0	N/A	N/A	4.8	N/A
24	7.2	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.0	N/A	N/A	4.9	N/A
27	7.1	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.0	N/A	N/A	4.9	N/A
30	7.2	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.0	N/A	N/A	4.9	N/A
33	7.2	N/A	39.0	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	5.0	N/A
36	7.2	N/A	39.1	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
39	7.2	N/A	39.0	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
42	7.2	N/A	39.0	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
45	7.2	N/A	39.0	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
48	7.2	N/A	39.0	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.8	N/A
51	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
54	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
57	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
60	7.2	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.8	N/A
63	7.2	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
66	7.2	N/A	39.0	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
69	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.8	N/A
72	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.0	N/A	N/A	4.8	N/A
75	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
78	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
81	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
84	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
87	7.3	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
90	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
93	7.3	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
96	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
99	7.4	N/A	39.0	N/A	28.6	N/A	28.3	N/A	N/A	5.0	N/A
102	7.3	N/A	38.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
105	7.2	N/A	38.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
108	7.2	N/A	38.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
111	7.2	N/A	38.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
114	7.3	N/A	38.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
117	7.3	N/A	38.9	N/A	28.5	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
120	7.3	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
123	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
126	7.3	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
129	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
132	7.2	N/A	38.9	N/A	28.4	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
135	7.2	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.2	N/A	N/A	4.9	N/A
138	7.2	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
141	7.3	N/A	38.9	N/A	28.3	N/A	28.1	N/A	N/A	4.9	N/A
144	7.2	788	38.9	2050.00	28.3	1956.25	28.1	1925.00	887	4.9	883
147	7.3	785	38.9	2050.00	28.3	1956.25	28.1	1918.75	888	5.0	886
150	7.2	789	38.9	2050.00	28.3	1956.25	28.1	1918.75	888	4.9	884
153	7.2	786	38.9	2050.00	28.2	1956.25	28.1	1925.00	890	4.9	884
156	7.2	786	38.9	2056.25	28.2	1956.25	28.0	1918.75	890	4.9	884
159	7.3	785	39.0	2056.25	28.3	1956.25	28.1	1918.75	891	5.0	883
162	7.3	786	39.0	2050.00	28.3	1956.25	28.1	1925.00	892	5.0	884
165	7.3	787	39.0	2056.25	28.3	1962.50	28.1	1918.75	893	5.0	885
168	7.2	785	38.9	2056.25	28.3	1956.25	28.0	1918.75	892	4.9	884
171	7.2	788	38.9	2056.25	28.2	1956.25	28.0	1918.75	893	4.9	883
174	7.2	786	38.9	2056.25	28.3	1956.25	28.0	1918.75	893	4.9	883
177	7.3	785	39.0	2056.25	28.3	1956.25	28.0	1918.75	893	5.0	883
180	7.3	783	39.0	2056.25	28.3	1962.50	28.0	1931.25	894	5.0	883
183	7.2	785	38.9	2056.25	28.2	1962.50	28.0	1918.75	894	4.9	883
186	7.3	785	39.0	2056.25	28.3	1962.50	28.0	1925.00	895	5.0	884
189	7.2	787	39.0	2056.25	28.3	1962.50	28.0	1925.00	895	4.9	884
192	7.2	787	38.9	2056.25	28.3	1962.50	28.0	1925.00	897	4.9	885
195	7.2	786	38.9	2056.25	28.3	1956.25	28.0	1925.00	896	4.9	884
198	7.3	785	38.9	2056.25	28.3	1968.75	28.1	1918.75	897	4.9	886
201	7.3	787	39.0	2056.25	28.3	1962.50	28.1	1918.75	897	4.9	886
204	7.3	788	38.9	2056.25	28.3	1956.25	28.0	1931.25	897	4.9	886
207	7.3	787	38.9	2056.25	28.3	1956.25	28.1	1925.00	897	4.9	885
210	7.3	787	39.0	2056.25	28.4	1956.25	28.1	1925.00	899	5.0	886
213	7.4	786	39.0	2056.25	28.4	1962.50	28.1	1925.00	899	5.0	887
216	7.4	788	39.0	2056.25	28.4	1956.25	28.2	1925.00	898	5.1	886
219	7.4	788	39.0	2056.25	28.4	1956.25	28.2	1925.00	898	5.1	886
222	7.4	787	39.0	2050.00	28.4	1950.00	28.2	1925.00	897	5.1	885
225	7.4	785	39.0	2056.25	28.4	1950.00	28.1	1925.00	897	5.1	885
228	7.4	785	39.0	2050.00	28.4	1956.25	28.2	1925.00	897	5.1	885
231	7.3	784	39.0	2050.00	28.4	1956.25	28.2	1925.00	896	5.1	885
234	7.4	784	39.0	2050.00	28.3	1950.00	28.2	1918.75	895	5.0	883
237	7.3	785	39.0	2050.00	28.4	1956.25	28.1	1918.75	895	5.0	883
240	7.4	784	39.0	2050.00	28.3	1950.00	28.1	1918.75	895	5.0	884
243	7.3	785	39.0	2050.00	28.3	1950.00	28.1	1918.75	896	5.0	883
246	7.3	785	38.9	2050.00	28.3	1956.25	28.1	1912.50	897	5.0	884
249	7.3	786	38.9	2050.00	28.3	1956.25	28.0	1918.75	896	4.9	883
252	7.3	785	39.0	2050.00	28.3	1950.00	28.1	1912.50	896	5.0	884
255	7.4	787	38.9	2050.00	28.3	1956.25	28.0	1918.75	897	5.0	884
258	7.3	785	38.9	2043.75	28.2	1943.75	28.0	1912.50	897	4.9	884
261	7.4	787	38.9	2043.75	28.2	1943.75	28.0	1906.25	897	5.0	883
264	7.3	786	38.9	2043.75	28.2	1943.75	27.9	1906.25	896	4.9	883
267	7.4	785	38.9	2043.75	28.2	1950.00	28.0	1906.25	N/A	4.9	N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
270	7.4	784	39.0	2043.75	28.2	1943.75	28.0	1912.50	896	5.0	883
273	7.3	784	39.0	2043.75	28.2	1943.75	28.0	1912.50	897	5.0	883
276	7.2	784	38.9	2043.75	28.1	1943.75	27.9	1912.50	896	4.9	883
279	7.3	783	38.9	2043.75	28.2	1950.00	27.9	1912.50	896	5.0	882
282	7.3	782	39.0	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1912.50	895	5.0	882
285	7.3	782	39.0	2043.75	28.2	1950.00	27.9	1912.50	895	5.0	881
288	7.2	782	38.9	2043.75	28.2	1950.00	27.9	1912.50	895	5.0	881
291	7.3	783	39.0	2043.75	28.2	1950.00	27.9	1918.75	894	5.0	881
294	7.3	783	39.0	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1918.75	894	5.1	881
297	7.2	782	39.0	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1912.50	896	5.1	882
300	7.4	783	39.0	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1918.75	895	5.2	883
303	7.3	784	38.9	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1912.50	897	5.1	883
306	7.3	789	38.9	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1918.75	898	5.1	884
309	7.4	786	39.0	2050.00	28.2	1956.25	27.9	1918.75	897	5.2	884
312	7.3	782	39.0	2050.00	28.2	1956.25	27.9	1918.75	897	5.1	883
315	7.4	784	39.0	2056.25	28.2	1950.00	27.9	1912.50	897	5.1	883
318	7.3	786	39.0	2056.25	28.2	1962.50	27.9	1925.00	897	5.1	884
321	7.3	786	39.0	2056.25	28.2	1956.25	27.9	1925.00	897	5.1	884
324	7.3	785	39.0	2056.25	28.2	1962.50	27.9	1925.00	896	5.1	883
327	7.3	784	39.0	2056.25	28.2	1956.25	27.9	1925.00	896	5.0	883
330	7.3	784	39.0	2062.50	28.3	1962.50	27.9	1918.75	896	5.0	883
333	7.3	784	39.0	2056.25	28.3	1962.50	27.9	1925.00	896	5.0	883
336	7.3	783	39.0	2062.50	28.3	1956.25	27.9	1918.75	894	5.0	882
339	7.3	782	39.0	2062.50	28.4	1962.50	28.0	1925.00	895	5.1	882
342	7.3	784	39.0	2062.50	28.4	1962.50	28.0	1925.00	894	5.1	881
345	7.3	781	39.0	2056.25	28.4	1962.50	28.0	1931.25	894	5.1	882
348	7.2	781	39.0	2062.50	28.5	1962.50	28.1	1925.00	894	5.1	881
351	7.3	782	39.1	2062.50	28.6	1962.50	28.1	1918.75	895	5.1	883
354	7.3	782	39.0	2056.25	28.5	1962.50	28.1	1925.00	894	5.0	882
357	7.3	785	39.0	2056.25	28.5	1962.50	28.2	1925.00	894	5.1	882
360	7.3	785	39.0	2062.50	28.5	1962.50	28.1	1925.00	895	5.0	882
363	7.3	784	39.0	2056.25	28.6	1956.25	28.2	1925.00	895	5.0	883
366	7.4	783	39.0	2056.25	28.6	1950.00	28.3	1925.00	895	5.1	884
369	7.4	785	38.9	2056.25	28.6	1956.25	28.3	1925.00	894	5.1	883
372	7.4	785	38.9	2056.25	28.6	1956.25	28.3	1918.75	895	5.1	883
375	7.4	783	38.9	2050.00	28.6	1956.25	28.3	1925.00	894	5.1	883
378	7.3	783	38.8	2050.00	28.5	1956.25	28.2	1918.75	895	5.0	884
381	7.3	784	38.8	2050.00	28.6	1956.25	28.3	1925.00	894	5.0	883
384	7.3	783	38.9	2050.00	28.6	1956.25	28.3	1918.75	895	5.1	883
387	7.4	782	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.3	1918.75	895	5.1	884
390	7.3	786	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.2	1912.50	894	5.1	883
393	7.3	784	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.2	1912.50	895	5.0	882
396	7.3	784	38.7	2050.00	28.4	1950.00	28.2	1912.50	895	5.1	882
399	7.3	784	38.8	2043.75	28.5	1950.00	28.2	1912.50	894	5.1	882
402	7.3	783	38.8	2043.75	28.4	1950.00	28.1	1912.50	894	5.1	882

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
405	7.3	785	38.8	2043.75	28.4	1950.00	28.1	1912.50	893	5.2	882
408	7.3	784	38.7	2043.75	28.4	1950.00	28.1	1912.50	894	5.2	882
411	7.3	782	38.8	2043.75	28.3	1950.00	28.1	1912.50	893	5.2	881
414	7.2	784	38.8	2043.75	28.4	1943.75	28.1	1912.50	892	5.2	880
417	7.2	780	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1906.25	892	5.2	880
420	7.2	782	38.8	2043.75	28.3	1950.00	28.1	1918.75	893	5.2	881
423	7.2	782	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.0	1918.75	894	5.2	881
426	7.3	782	38.7	2050.00	28.3	1950.00	28.1	1912.50	893	5.2	881
429	7.3	784	38.7	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1918.75	894	5.2	881
432	7.2	784	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.0	1906.25	893	5.1	881
435	7.2	784	38.7	2043.75	28.3	1956.25	27.9	1912.50	892	5.1	880
438	7.2	781	38.7	2050.00	28.3	1956.25	28.0	1918.75	892	5.2	880
441	7.2	782	38.8	2050.00	28.3	1956.25	28.0	1918.75	893	5.2	880
444	7.2	782	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.0	1918.75	893	5.2	881
447	7.3	783	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.1	1918.75	893	5.2	881
450	7.3	784	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.1	1925.00	894	5.2	882
453	7.3	782	38.8	2050.00	28.4	1956.25	28.0	1925.00	892	5.1	881
456	7.2	782	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.0	1925.00	893	5.1	881
459	7.3	781	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1925.00	894	5.1	882
462	7.3	786	38.8	2050.00	28.3	1950.00	28.0	1925.00	893	5.2	882
465	7.3	784	38.9	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1918.75	893	5.3	882
468	7.2	782	38.8	2050.00	28.4	1956.25	28.0	1912.50	893	5.1	881
471	7.2	783	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1918.75	893	5.2	882
474	7.2	782	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1918.75	894	5.1	882
477	7.3	785	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1912.50	894	5.2	883
480	7.3	786	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1912.50	894	5.2	882
483	7.4	782	38.9	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1912.50	893	5.2	882
486	7.3	783	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1912.50	893	5.1	881
489	7.3	782	38.8	2050.00	28.4	1956.25	28.1	1912.50	894	5.1	881
492	7.3	782	38.8	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1912.50	894	5.2	882
495	7.2	782	38.7	2050.00	28.3	1956.25	28.0	1918.75	893	5.1	881
498	7.2	782	38.7	2056.25	28.4	1956.25	28.0	1918.75	893	5.2	881
501	7.3	781	38.8	2056.25	28.4	1950.00	28.1	1912.50	892	5.3	881
504	7.3	781	38.8	2056.25	28.4	1950.00	28.1	1918.75	892	5.3	880
507	7.3	781	38.8	2056.25	28.4	1956.25	28.1	1918.75	892	5.3	881
510	7.3	781	38.8	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1918.75	892	5.3	879
513	7.2	782	38.8	2056.25	28.4	1950.00	28.0	1918.75	892	5.2	880
516	7.2	781	38.8	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1918.75	893	5.2	881
519	7.2	782	38.7	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1918.75	894	5.2	882
522	7.3	784	38.8	2056.25	28.6	1950.00	28.1	1918.75	893	5.3	881
525	7.3	783	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.2	1918.75	893	5.2	880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
0	7.5	787	39.1	2068.75	28.7	1962.50	28.3	1931.25	898	5.4	886
3	7.4	788	39.0	2062.50	28.7	1962.50	28.3	1931.25	899	5.4	886
6	7.5	788	39.1	2062.50	28.7	1962.50	28.3	1925.00	898	5.3	886
9	7.5	789	39.1	2062.50	28.7	1962.50	28.3	1931.25	898	5.3	886
12	7.4	789	39.1	2062.50	28.7	1968.75	28.3	1931.25	898	5.3	885
15	7.4	788	39.1	2062.50	28.7	1962.50	28.2	1931.25	898	5.3	886
18	7.4	790	39.1	2062.50	28.6	1962.50	28.3	1925.00	898	5.4	885
21	7.5	786	39.1	2056.25	28.6	1962.50	28.2	1931.25	898	5.5	885
24	7.4	786	39.1	2056.25	28.6	1962.50	28.1	1931.25	898	5.5	885
27	7.4	788	39.1	2056.25	28.6	1962.50	28.2	1925.00	897	5.5	884
30	7.4	786	39.1	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1925.00	897	5.5	885
33	7.4	787	39.1	2056.25	28.6	1956.25	28.1	1925.00	897	5.5	885
36	7.4	788	39.2	2056.25	28.5	1956.25	28.2	1925.00	897	5.5	885
39	7.5	788	39.1	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1925.00	897	5.5	885
42	7.5	787	39.1	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1925.00	898	5.6	886
45	7.4	789	39.2	2056.25	28.4	1956.25	28.1	1925.00	897	5.5	885
48	7.3	784	39.0	2056.25	28.4	1956.25	28.0	1918.75	897	5.5	884
51	7.4	783	39.2	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1918.75	897	5.5	885
54	7.4	786	39.1	2050.00	28.4	1956.25	28.0	1925.00	896	5.5	884
57	7.4	784	39.2	2050.00	28.4	1956.25	28.0	1918.75	895	5.5	883
60	7.3	785	39.2	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1918.75	895	5.5	883
63	7.3	784	39.2	2050.00	28.4	1950.00	27.9	1912.50	894	5.5	882
66	7.3	783	39.2	2050.00	28.3	1950.00	27.9	1918.75	894	5.5	882
69	7.3	783	39.2	2050.00	28.3	1950.00	27.9	1918.75	895	5.4	883
72	7.4	783	39.2	2050.00	28.3	1950.00	28.0	1918.75	894	5.4	882
75	7.3	783	39.3	2050.00	28.3	1950.00	27.9	1918.75	895	5.3	883
78	7.4	785	39.2	2050.00	28.3	1956.25	27.9	1918.75	896	5.3	883
81	7.3	787	39.3	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1918.75	897	5.3	884
84	7.3	786	39.3	2056.25	28.2	1956.25	27.8	1918.75	896	5.3	881
87	7.3	784	39.2	2050.00	28.2	1950.00	27.9	1918.75	896	5.3	882
90	7.3	784	39.2	2050.00	28.2	1956.25	27.8	1918.75	897	5.2	883
93	7.3	786	39.2	2050.00	28.2	1950.00	27.8	1918.75	897	5.2	882
96	7.4	785	39.3	2050.00	28.3	1956.25	27.9	1912.50	897	5.2	883
99	7.4	786	39.3	2056.25	28.3	1956.25	27.9	1918.75	898	5.2	883
102	7.3	786	39.3	2050.00	28.2	1950.00	27.8	1925.00	897	5.2	883
105	7.4	788	39.3	2050.00	28.3	1950.00	27.9	1925.00	896	5.2	882
108	7.3	786	39.3	2050.00	28.3	1950.00	27.8	1925.00	896	5.2	882
111	7.3	783	39.3	2050.00	28.2	1956.25	27.9	1918.75	897	5.1	883
114	7.3	784	39.3	2050.00	28.2	1956.25	27.9	1918.75	897	5.1	883
117	7.5	784	39.3	2050.00	28.3	1950.00	27.9	1918.75	897	5.2	883
120	7.5	787	39.3	2056.25	28.3	1950.00	27.9	1918.75	898	5.2	883
123	7.3	785	39.3	2056.25	28.2	1950.00	27.8	1925.00	896	5.0	883
126	7.4	787	39.3	2056.25	28.3	1956.25	27.9	1918.75	897	5.2	883
129	7.3	785	39.3	2050.00	28.2	1956.25	27.8	1925.00	897	5.1	882
132	7.3	784	39.3	2050.00	28.3	1950.00	27.8	1925.00	897	5.0	883

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
135	7.3	783	39.2	2056.25	28.3	1956.25	27.8	1925.00	897	5.0	883
138	7.5	785	39.3	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1925.00	898	5.1	884
141	7.4	789	39.3	2056.25	28.3	1956.25	27.8	1925.00	898	5.1	884
144	7.5	785	39.3	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1925.00	898	5.1	884
147	7.4	785	39.3	2056.25	28.3	1962.50	27.9	1925.00	898	5.1	884
150	7.4	785	39.3	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1925.00	898	5.0	886
153	7.4	788	39.3	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1931.25	898	5.1	885
156	7.4	786	39.2	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1925.00	898	5.0	883
159	7.4	785	39.2	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1925.00	898	5.1	884
162	7.3	785	39.2	2056.25	28.4	1950.00	27.9	1918.75	898	5.0	885
165	7.4	788	39.3	2056.25	28.4	1950.00	27.9	1931.25	899	5.0	885
168	7.4	787	39.2	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1925.00	898	5.0	884
171	7.4	788	39.1	2056.25	28.4	1956.25	28.0	1918.75	899	5.0	884
174	7.4	787	39.2	2056.25	28.4	1956.25	27.9	1918.75	899	5.0	886
177	7.5	788	39.2	2056.25	28.4	1956.25	28.1	1912.50	897	5.2	884
180	7.4	784	39.2	2056.25	28.5	1956.25	28.0	1918.75	897	5.1	884
183	7.5	786	39.2	2056.25	28.5	1962.50	28.1	1918.75	897	5.2	884
186	7.4	785	39.2	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1918.75	896	5.2	884
189	7.4	785	39.1	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1912.50	896	5.2	883
192	7.5	784	39.2	2050.00	28.5	1956.25	28.1	1918.75	897	5.1	884
195	7.5	785	39.1	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1918.75	897	5.1	883
198	7.5	785	39.1	2056.25	28.6	1956.25	28.1	1918.75	897	5.1	884
201	7.5	787	39.1	2056.25	28.5	1950.00	28.1	1912.50	897	5.1	884
204	7.5	787	39.1	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1912.50	896	5.1	883
207	7.4	784	39.1	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	897	5.1	883
210	7.5	784	39.1	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	896	5.1	882
213	7.4	783	39.1	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1906.25	896	5.1	882
216	7.4	783	39.1	2050.00	28.5	1956.25	28.0	1912.50	897	5.1	882
219	7.4	784	39.1	2050.00	28.5	1956.25	28.1	1918.75	895	5.1	882
222	7.3	784	39.0	2050.00	28.4	1956.25	27.9	1912.50	895	5.0	882
225	7.3	781	38.9	2050.00	28.4	1950.00	27.9	1906.25	895	5.0	880
228	7.4	783	39.0	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1912.50	895	5.0	881
231	7.5	782	39.0	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1912.50	896	5.1	882
234	7.3	781	38.9	2050.00	28.4	1950.00	27.9	1918.75	896	5.0	883
237	7.4	784	39.0	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1912.50	897	5.0	882
240	7.4	783	38.9	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1912.50	895	5.0	882
243	7.4	783	39.0	2050.00	28.4	1950.00	27.9	1918.75	895	5.1	882
246	7.4	782	39.0	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1912.50	895	5.0	881
249	7.4	782	38.9	2050.00	28.5	1956.25	28.0	1918.75	896	5.0	882
252	7.5	782	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1918.75	896	5.0	882
255	7.4	783	38.9	2050.00	28.5	1956.25	28.0	1918.75	896	5.0	881
258	7.4	782	38.9	2050.00	28.5	1956.25	28.0	1912.50	896	5.0	881
261	7.4	781	38.9	2050.00	28.4	1950.00	28.1	1912.50	896	5.0	882
264	7.4	783	39.0	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1918.75	895	5.1	881
267	7.4	782	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	895	5.0	881

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
270	7.4	781	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	895	5.0	882
273	7.4	782	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1925.00	894	4.9	881
276	7.3	783	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1906.25	894	5.0	879
279	7.4	779	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	895	4.9	880
282	7.4	781	38.9	2050.00	28.6	1950.00	28.1	1918.75	895	5.0	881
285	7.3	784	38.9	2050.00	28.4	1950.00	28.0	1912.50	894	4.9	880
288	7.3	782	38.9	2050.00	28.5	1956.25	28.1	1918.75	894	5.0	880
291	7.3	781	38.9	2050.00	28.6	1950.00	28.1	1912.50	894	5.0	880
294	7.3	781	38.9	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	894	5.0	880
297	7.3	781	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1912.50	894	4.9	880
300	7.3	781	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1918.75	893	5.0	880
303	7.5	780	38.9	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1918.75	894	5.0	880
306	7.3	782	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	893	5.0	879
309	7.3	782	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.1	1918.75	894	5.0	879
312	7.3	780	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.0	1912.50	893	5.0	880
315	7.3	781	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1918.75	893	5.0	879
318	7.4	781	38.8	2043.75	28.6	1943.75	28.2	1912.50	892	5.1	879
321	7.3	780	38.7	2043.75	28.5	1943.75	28.1	1912.50	892	5.0	879
324	7.3	779	38.8	2043.75	28.5	1943.75	28.1	1918.75	892	5.0	878
327	7.3	780	38.8	2043.75	28.5	1950.00	28.2	1912.50	894	5.1	880
330	7.3	782	38.7	2043.75	28.5	1943.75	28.1	1912.50	892	5.0	879
333	7.3	780	38.7	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1918.75	893	5.0	879
336	7.3	783	38.8	2050.00	28.5	1956.25	28.1	1918.75	893	5.0	879
339	7.3	780	38.8	2050.00	28.5	1956.25	28.1	1918.75	893	5.0	879
342	7.4	780	38.7	2050.00	28.4	1956.25	28.0	1912.50	895	5.0	880
345	7.3	782	38.8	2056.25	28.5	1956.25	28.0	1918.75	894	4.9	879
348	7.4	781	38.8	2056.25	28.6	1956.25	28.0	1918.75	894	5.0	879
351	7.3	781	38.7	2050.00	28.6	1950.00	28.0	1918.75	894	5.1	879
354	7.4	780	38.8	2056.25	28.6	1950.00	28.1	1918.75	895	5.1	881
357	7.3	784	38.8	2056.25	28.5	1956.25	28.1	1918.75	895	5.1	880
360	7.4	782	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1912.50	895	5.2	880
363	7.4	782	38.8	2050.00	28.6	1956.25	28.1	1918.75	896	5.1	880
366	7.5	781	38.8	2050.00	28.7	1950.00	28.2	1918.75	895	5.1	880
369	7.4	781	38.8	2050.00	28.7	1950.00	28.1	1918.75	896	5.1	882
372	7.5	784	38.8	2050.00	28.6	1956.25	28.1	1912.50	896	5.1	881
375	7.4	783	38.8	2050.00	28.6	1956.25	28.2	1912.50	896	5.2	881
378	7.4	783	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.1	1918.75	895	5.2	880
381	7.4	782	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1912.50	896	5.2	882
384	7.4	783	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1912.50	895	5.2	881
387	7.4	783	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1906.25	895	5.2	881
390	7.3	782	38.7	2050.00	28.5	1950.00	28.1	1918.75	895	5.1	881
393	7.3	782	38.7	2050.00	28.5	1943.75	28.1	1918.75	894	5.0	880
396	7.4	782	38.8	2050.00	28.5	1950.00	28.2	1912.50	895	5.1	880
399	7.3	782	38.8	2050.00	28.5	1956.25	28.1	1925.00	896	5.2	880
402	7.3	782	38.7	2050.00	28.5	1956.25	28.0	1918.75	895	5.2	880

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
405	7.3	781	38.8	2050.00	28.6	1956.25	28.0	1918.75	895	5.2	880
408	7.3	782	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.1	1918.75	895	5.2	880
411	7.3	780	38.9	2050.00	28.7	1956.25	28.1	1912.50	894	5.3	880
414	7.3	781	38.8	2056.25	28.6	1956.25	28.2	1912.50	894	5.2	878
417	7.3	781	38.8	2050.00	28.6	1956.25	28.1	1918.75	894	5.1	880
420	7.3	781	38.8	2050.00	28.6	1950.00	28.1	1918.75	895	5.2	879
423	7.3	783	38.7	2056.25	28.6	1956.25	28.1	1912.50	894	5.1	880
426	7.3	782	38.8	2056.25	28.6	1950.00	28.1	1918.75	894	5.1	879
429	7.3	781	38.7	2056.25	28.6	1956.25	28.1	1918.75	894	5.0	879
432	7.3	780	38.9	2056.25	28.7	1956.25	28.1	1918.75	894	5.1	879
435	7.3	780	38.8	2056.25	28.7	1950.00	28.1	1925.00	894	5.1	879
438	7.2	779	38.7	2056.25	28.6	1956.25	28.1	1925.00	895	5.1	879
441	7.3	780	38.7	2056.25	28.6	1962.50	28.1	1918.75	895	5.1	879
444	7.2	782	38.8	2056.25	28.6	1962.50	28.1	1925.00	895	5.1	878
447	7.2	779	38.8	2056.25	28.6	1956.25	28.2	1925.00	895	5.1	879
450	7.2	779	38.7	2056.25	28.7	1956.25	28.1	1918.75	895	5.1	880
453	7.4	784	38.8	2056.25	28.7	1956.25	28.2	1925.00	895	5.2	880
456	7.2	781	38.8	2056.25	28.7	1956.25	28.2	1925.00	893	5.2	879
459	7.3	780	38.7	2056.25	28.7	1956.25	28.2	1925.00	894	5.2	879
462	7.2	781	38.7	2056.25	28.6	1956.25	28.2	1925.00	894	5.2	879
465	7.2	781	38.7	2056.25	28.6	1956.25	28.2	1918.75	895	5.2	879
468	7.2	782	38.7	2056.25	28.7	1956.25	28.2	1918.75	895	5.1	879
471	7.2	778	38.7	2056.25	28.6	1956.25	28.2	1906.25	895	5.0	879
474	7.3	781	38.8	2050.00	28.7	1956.25	28.3	1912.50	895	5.0	879
477	7.3	781	38.8	2050.00	28.7	1956.25	28.3	1912.50	895	5.1	879
480	7.3	780	38.8	2050.00	28.7	1943.75	28.3	1906.25	895	5.2	880
483	7.2	781	38.7	2050.00	28.6	1943.75	28.2	1912.50	895	5.2	879
486	7.2	781	38.6	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1912.50	894	5.2	879
489	7.3	781	38.6	2050.00	28.6	1943.75	28.2	1912.50	893	5.2	879
492	7.2	780	38.6	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1906.25	895	5.2	879
495	7.2	781	38.6	2043.75	28.6	1950.00	28.2	1906.25	894	5.2	879
498	7.3	780	38.6	2050.00	28.6	1950.00	28.2	1906.25	894	5.2	879
501	7.3	780	38.6	2043.75	28.6	1943.75	28.2	1906.25	894	5.3	878
504	7.3	780	38.6	2043.75	28.6	1943.75	28.2	1900.00	894	5.3	879
507	7.2	781	38.6	2043.75	28.5	1950.00	28.1	1906.25	894	5.3	879
510	7.2	782	38.6	2043.75	28.5	1943.75	28.1	1912.50	894	5.3	879
513	7.2	783	38.6	2043.75	28.5	1943.75	28.1	1906.25	894	5.2	878
516	7.2	780	38.6	2043.75	28.4	1943.75	28.1	1906.25	892	5.2	878
519	7.2	780	38.6	2043.75	28.4	1950.00	28.1	1900.00	894	5.2	878
522	7.2	778	38.6	2043.75	28.4	1943.75	28.1	1906.25	893	5.2	879
525	7.2	782	38.6	2043.75	28.4	1943.75	28.0	1906.25	893	5.2	878

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
0	5.4	750	36.6	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	863	4.0	846
3	5.4	750	36.5	2000.00	28.3	1900.00	28.1	1856.25	862	4.0	846
6	5.3	750	36.4	2000.00	28.3	1900.00	28.0	1862.50	862	4.0	845
9	5.3	748	36.4	2000.00	28.3	1900.00	28.0	1862.50	862	3.9	846
12	5.3	750	36.5	2000.00	28.2	1906.25	28.0	1862.50	862	4.0	844
15	5.3	746	36.4	2000.00	28.2	1900.00	27.9	1862.50	862	4.0	844
18	5.3	746	36.5	2000.00	28.2	1900.00	27.9	1862.50	862	4.0	845
21	5.3	749	36.4	2000.00	28.2	1906.25	27.8	1856.25	861	4.0	844
24	5.2	746	36.4	2000.00	28.3	1900.00	28.0	1868.75	861	4.0	842
27	5.3	744	36.4	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1856.25	861	4.0	844
30	5.4	746	36.6	2000.00	28.2	1900.00	27.8	1868.75	860	4.1	842
33	5.3	746	36.4	2000.00	28.2	1906.25	27.9	1856.25	861	4.1	843
36	5.4	744	36.5	2006.25	28.2	1900.00	27.9	1862.50	860	4.1	843
39	5.3	744	36.5	2000.00	28.2	1906.25	27.8	1862.50	860	4.1	843
42	5.1	745	36.5	2006.25	28.1	1900.00	27.9	1862.50	860	3.9	842
45	5.3	745	36.7	2000.00	28.3	1906.25	27.8	1856.25	860	4.1	843
48	5.3	745	36.7	2006.25	28.3	1900.00	28.1	1862.50	860	3.9	843
51	5.3	747	36.3	2006.25	28.3	1906.25	27.7	1862.50	860	4.0	842
54	5.2	744	36.5	2006.25	28.2	1900.00	28.0	1862.50	860	4.1	843
57	5.1	745	36.5	2006.25	28.2	1906.25	28.0	1862.50	861	4.0	842
60	5.2	744	36.6	2006.25	28.3	1906.25	28.0	1868.75	860	3.8	843
63	5.3	747	36.5	2006.25	28.2	1912.50	27.9	1875.00	861	3.8	843
66	5.3	746	36.6	2006.25	28.3	1906.25	27.9	1875.00	861	3.9	843
69	5.2	746	36.5	2006.25	28.2	1912.50	27.8	1875.00	861	3.8	843
72	5.3	745	36.5	2012.50	28.3	1906.25	27.9	1868.75	861	4.0	843
75	5.3	744	36.6	2012.50	28.4	1906.25	27.9	1868.75	862	3.9	843
78	5.3	744	36.6	2012.50	28.4	1906.25	27.9	1875.00	862	3.9	844
81	5.3	746	36.6	2012.50	28.4	1906.25	27.9	1875.00	861	3.9	843
84	5.2	746	36.5	2006.25	28.4	1906.25	27.9	1862.50	861	3.7	843
87	5.3	746	36.5	2006.25	28.4	1906.25	28.0	1862.50	861	3.8	844
90	5.3	746	36.5	2006.25	28.5	1900.00	28.0	1862.50	861	3.8	845
93	5.3	747	36.5	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1868.75	862	3.9	844
96	5.3	745	36.5	2006.25	28.5	1900.00	28.1	1862.50	862	3.8	845
99	5.3	747	36.4	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1868.75	862	3.8	844
102	5.3	745	36.5	2000.00	28.5	1900.00	28.2	1868.75	861	3.9	843
105	5.3	745	36.5	2000.00	28.4	1900.00	28.2	1868.75	861	3.9	843
108	5.3	745	36.4	2000.00	28.3	1906.25	28.1	1862.50	861	3.8	843
111	5.2	743	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	860	3.9	843
114	5.3	746	36.3	2006.25	28.4	1900.00	28.1	1868.75	859	3.9	842
117	5.2	745	36.3	2006.25	28.3	1906.25	28.1	1862.50	859	3.8	842
120	5.3	744	36.4	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1875.00	858	3.9	841
123	5.2	742	36.3	2006.25	28.4	1906.25	28.0	1868.75	858	3.9	841
126	5.2	742	36.5	2006.25	28.3	1906.25	28.0	1862.50	858	3.8	840
129	5.2	742	36.4	2006.25	28.3	1906.25	28.0	1862.50	858	3.9	840
132	5.2	743	36.5	2006.25	28.3	1906.25	28.0	1868.75	857	3.8	840

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
135	5.2	742	36.3	2006.25	28.4	1906.25	28.0	1862.50	857	3.8	840
138	5.2	743	36.4	2006.25	28.4	1900.00	28.0	1856.25	857	3.8	840
141	5.2	742	36.4	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1862.50	857	3.8	840
144	5.2	742	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1862.50	857	3.8	839
147	5.1	743	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	857	3.7	839
150	5.2	742	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	857	3.9	839
153	5.2	741	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1856.25	857	3.9	839
156	5.1	743	36.3	2000.00	28.3	1893.75	28.1	1862.50	856	3.8	838
159	5.2	741	36.3	1993.75	28.3	1900.00	28.1	1862.50	857	3.7	839
162	5.1	740	36.2	1993.75	28.3	1893.75	28.0	1862.50	856	3.7	838
165	5.1	741	36.3	1993.75	28.3	1893.75	28.0	1862.50	856	3.7	838
168	5.1	739	36.3	1993.75	28.3	1893.75	28.0	1862.50	856	3.7	838
171	5.1	741	36.2	2000.00	28.3	1893.75	28.0	1856.25	855	3.7	837
174	5.1	741	36.3	1993.75	28.2	1893.75	28.0	1862.50	855	3.7	837
177	5.1	739	36.2	1993.75	28.2	1893.75	27.9	1862.50	855	3.7	837
180	5.1	741	36.3	2000.00	28.2	1900.00	27.9	1862.50	854	3.7	836
183	5.1	741	36.3	2000.00	28.2	1893.75	27.8	1856.25	854	3.7	837
186	5.1	740	36.2	2000.00	28.2	1893.75	27.8	1862.50	855	3.7	837
189	5.1	741	36.3	2000.00	28.2	1900.00	27.8	1862.50	855	3.7	836
192	5	740	36.2	2000.00	28.2	1900.00	27.8	1862.50	855	3.6	837
195	5.1	739	36.3	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1862.50	856	3.7	837
198	5.1	740	36.3	2000.00	28.3	1893.75	27.8	1862.50	855	3.7	837
201	5.1	742	36.3	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1856.25	855	3.7	837
204	5.1	739	36.2	1993.75	28.3	1893.75	27.9	1856.25	854	3.7	836
207	5.1	738	36.3	2000.00	28.3	1893.75	27.9	1862.50	856	3.7	837
210	5.1	741	36.3	1993.75	28.3	1900.00	28.0	1862.50	855	3.7	837
213	5.2	740	36.2	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1862.50	857	3.7	838
216	5.2	741	36.3	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1862.50	856	3.7	838
219	5.1	742	36.2	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1862.50	856	3.7	838
222	5.2	742	36.2	2000.00	28.3	1900.00	28.0	1862.50	855	3.7	838
225	5.2	740	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1868.75	856	3.7	838
228	5.1	741	36.2	2000.00	28.3	1900.00	27.9	1868.75	856	3.6	839
231	5.2	742	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1862.50	856	3.7	838
234	5.2	741	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1862.50	856	3.7	839
237	5.2	743	36.3	2000.00	28.5	1900.00	28.1	1868.75	857	3.7	838
240	5.2	741	36.3	2006.25	28.4	1906.25	28.0	1862.50	857	3.7	839
243	5.2	741	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1868.75	857	3.7	839
246	5.2	740	36.2	2000.00	28.5	1900.00	28.1	1868.75	857	3.7	839
249	5.2	741	36.3	2000.00	28.5	1900.00	28.1	1862.50	856	3.7	839
252	5.2	742	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1868.75	856	3.7	839
255	5.2	742	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	855	3.7	838
258	5.2	740	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1868.75	855	3.7	838
261	5.2	742	36.2	2000.00	28.5	1893.75	28.1	1862.50	856	3.7	838
264	5.1	742	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1868.75	856	3.6	838
267	5.2	741	36.2	1993.75	28.4	1900.00	28.1	1856.25	855	3.7	838

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
270	5.1	742	36.1	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1856.25	855	3.6	838
273	5.1	742	36.2	2000.00	28.4	1893.75	28.1	1856.25	855	3.7	837
276	5.2	740	36.2	1993.75	28.4	1900.00	28.1	1862.50	855	3.7	838
279	5.2	742	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	855	3.7	838
282	5.2	742	36.3	2000.00	28.4	1900.00	28.2	1862.50	855	3.8	837
285	5.1	739	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1862.50	855	3.7	838
288	5.2	742	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1856.25	854	3.7	837
291	5.1	741	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.1	1862.50	854	3.7	837
294	5.2	739	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1868.75	854	3.7	837
297	5.1	739	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1868.75	855	3.7	837
300	5.2	742	36.3	2006.25	28.5	1900.00	28.1	1868.75	855	3.8	836
303	5.1	739	36.2	2000.00	28.4	1900.00	28.0	1862.50	856	3.7	838
306	5.1	743	36.2	2006.25	28.4	1900.00	28.0	1862.50	855	3.7	837
309	5.2	740	36.2	2000.00	28.5	1900.00	28.0	1862.50	854	3.7	837
312	5.2	741	36.2	2000.00	28.5	1893.75	28.0	1862.50	855	3.7	837
315	5.2	741	36.2	2000.00	28.5	1893.75	28.0	1856.25	855	3.7	837
318	5.2	742	36.2	2000.00	28.4	1893.75	28.1	1862.50	856	3.7	838
321	5.2	741	36.2	1993.75	28.4	1893.75	28.1	1856.25	855	3.7	837
324	5.2	740	36.2	1993.75	28.4	1893.75	28.1	1856.25	855	3.7	838
327	5.2	743	36.1	1993.75	28.4	1893.75	28.1	1862.50	855	3.7	837
330	5.2	740	36.1	1993.75	28.3	1893.75	28.1	1862.50	854	3.7	837
333	5.2	740	36.1	1993.75	28.3	1893.75	28.1	1856.25	854	3.7	836
336	5.2	738	36.2	1993.75	28.3	1893.75	28.1	1856.25	854	3.7	837
339	5.2	741	36.1	1993.75	28.3	1887.50	28.0	1856.25	853	3.7	836
342	5.1	739	36.1	1987.50	28.2	1887.50	28.0	1856.25	854	3.5	836
345	5.2	741	36.1	1993.75	28.2	1893.75	28.0	1850.00	853	3.5	836
348	5.2	740	36.1	1993.75	28.2	1893.75	27.9	1856.25	853	3.5	836
351	5.1	740	36.1	1993.75	28.2	1887.50	27.9	1856.25	853	3.6	835
354	5.1	739	36.1	1987.50	28.2	1893.75	27.9	1850.00	853	3.6	836
357	5.1	740	36.1	1987.50	28.2	1893.75	27.8	1843.75	853	3.6	835
360	5.1	740	36.1	1987.50	28.1	1887.50	27.8	1850.00	852	3.7	835
363	5.1	739	36.0	1987.50	28.1	1887.50	27.8	1850.00	853	3.6	835
366	5.1	738	36.0	1987.50	28.1	1887.50	27.8	1850.00	853	3.6	835
369	5.1	740	36.0	1987.50	28.1	1893.75	27.8	1850.00	853	3.6	835
372	5.1	736	36.0	1987.50	28.1	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	836
375	5.1	740	36.1	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1850.00	853	3.7	834
378	5.1	737	36.0	1993.75	28.1	1887.50	27.8	1856.25	853	3.7	836
381	5.1	740	36.1	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	835
384	5.1	737	36.1	1987.50	28.0	1893.75	27.8	1850.00	853	3.6	835
387	5.1	738	36.1	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	836
390	5.2	739	36.0	1993.75	28.1	1887.50	27.7	1856.25	854	3.6	836
393	5.2	738	36.1	1993.75	28.2	1887.50	27.8	1850.00	853	3.7	835
396	5.1	738	36.1	1993.75	28.1	1887.50	27.7	1856.25	854	3.6	836
399	5.1	740	36.1	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	854	3.6	836
402	5.2	738	36.1	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	836

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
405	5.1	739	36.0	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	854	3.6	836
408	5.2	740	36.1	1993.75	28.2	1893.75	27.9	1862.50	853	3.7	836
411	5.2	740	36.0	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1850.00	854	3.6	837
414	5.1	740	36.0	1993.75	28.1	1887.50	27.8	1850.00	854	3.6	836
417	5.2	740	36.0	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1850.00	854	3.6	836
420	5.2	738	36.0	1993.75	28.1	1887.50	27.8	1856.25	854	3.6	837
423	5.2	740	36.1	1993.75	28.2	1893.75	27.9	1856.25	854	3.6	837
426	5.2	741	36.0	1993.75	28.2	1887.50	27.8	1862.50	854	3.6	835
429	5.2	737	36.0	1993.75	28.2	1887.50	27.8	1856.25	854	3.7	836
432	5.1	741	36.0	1987.50	28.2	1887.50	27.8	1850.00	854	3.6	837
435	5.2	741	36.0	1993.75	28.1	1887.50	27.8	1856.25	854	3.7	837
438	5.3	741	36.1	1993.75	28.3	1887.50	27.9	1850.00	854	3.7	836
441	5.2	740	36.0	1987.50	28.1	1887.50	27.8	1856.25	854	3.7	836
444	5.1	740	36.0	1987.50	28.2	1887.50	27.8	1856.25	853	3.6	836
447	5.2	737	36.1	1993.75	28.2	1893.75	27.9	1862.50	854	3.7	837
450	5.2	741	36.1	2000.00	28.2	1893.75	27.9	1856.25	854	3.7	836
453	5.1	739	36.0	1993.75	28.1	1887.50	27.8	1862.50	854	3.6	836
456	5.2	740	36.0	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	835
459	5.1	738	36.0	1993.75	28.1	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	835
462	5.2	738	36.0	2000.00	28.2	1893.75	27.8	1856.25	854	3.6	835
465	5.2	738	36.1	1993.75	28.2	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	836
468	5.1	740	36.0	1993.75	28.2	1893.75	27.8	1856.25	853	3.6	835
471	5.1	739	36.0	1993.75	28.2	1893.75	27.8	1856.25	854	3.6	837
474	5.2	739	36.0	1993.75	28.2	1893.75	27.8	1856.25	854	3.6	836
477	5.1	738	36.0	1993.75	28.2	1887.50	27.8	1850.00	854	3.6	837
480	5.2	740	36.0	1993.75	28.3	1887.50	27.9	1850.00	853	3.6	836
483	5.2	739	36.0	1987.50	28.2	1887.50	27.9	1850.00	854	3.6	837
486	5.2	740	36.0	1987.50	28.2	1881.25	27.9	1850.00	854	3.6	837
489	5.2	738	36.0	1981.25	28.2	1881.25	27.9	1850.00	853	3.7	836
492	5.2	740	36.0	1987.50	28.2	1881.25	27.9	1843.75	853	3.6	836
495	5.2	738	36.0	1987.50	28.1	1881.25	27.9	1850.00	853	3.6	837
498	5.2	741	36.0	1987.50	28.2	1881.25	27.9	1850.00	853	3.7	835
501	5.1	739	35.9	1987.50	28.0	1881.25	27.8	1850.00	852	3.6	836
504	5.1	740	35.9	1981.25	28.0	1881.25	27.8	1850.00	852	3.6	835
507	5.2	739	36.0	1987.50	28.1	1887.50	27.9	1850.00	852	3.6	835
510	5.3	739	36.0	1987.50	28.1	1887.50	27.9	1850.00	853	3.7	835
513	5.1	738	36.0	1987.50	28.0	1887.50	27.7	1850.00	852	3.6	835
516	5.1	740	36.0	1993.75	28.0	1887.50	27.7	1850.00	853	3.6	835
519	5.2	738	36.0	1987.50	28.0	1887.50	27.7	1850.00	853	3.7	834
522	5.2	737	36.0	1993.75	28.1	1893.75	27.7	1856.25	852	3.6	834
525	5.1	736	36.0	1993.75	28.0	1887.50	27.7	1856.25	852	3.6	835

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
0	5.2	737	35.9	1993.75	28.1	1887.50	27.9	1843.75	852	3.6	835
3	5.2	736	35.9	1968.75	27.4	1868.75	27.1	1837.50	850	3.7	833
6	5.1	737	35.9	1968.75	27.3	1862.50	27.0	1837.50	850	3.6	832
9	5.1	734	35.8	1968.75	27.3	1862.50	27.0	1831.25	850	3.6	833
12	5.1	736	35.9	1968.75	27.3	1862.50	27.0	1831.25	850	3.6	833
15	5.1	737	35.9	1968.75	27.4	1862.50	27.1	1825.00	850	3.6	832
18	5.1	736	35.8	1968.75	27.3	1862.50	27.0	1831.25	850	3.5	833
21	5.1	737	35.9	1968.75	27.4	1868.75	27.0	1837.50	850	3.5	832
24	5.1	737	35.9	1975.00	27.3	1868.75	27.0	1837.50	850	3.4	832
27	5.1	735	35.9	1968.75	27.3	1868.75	27.0	1837.50	851	3.5	832
30	5.1	737	36.0	1975.00	27.4	1875.00	27.1	1837.50	851	3.5	833
33	5.0	736	35.9	1975.00	27.3	1868.75	27.0	1837.50	851	3.4	833
36	5.1	737	35.9	1968.75	27.4	1868.75	27.1	1831.25	851	3.5	833
39	5.1	735	35.8	1968.75	27.3	1868.75	27.0	1831.25	852	3.5	833
42	5.1	735	35.9	1975.00	27.4	1868.75	27.1	1831.25	851	3.5	832
45	5.1	736	35.9	1975.00	27.4	1868.75	27.0	1831.25	851	3.5	833
48	5.1	735	35.8	1975.00	27.4	1875.00	27.1	1837.50	851	3.4	833
51	5.1	734	35.8	1975.00	27.4	1868.75	27.0	1831.25	851	3.4	833
54	5.1	735	35.8	1975.00	27.4	1868.75	27.1	1837.50	851	3.4	833
57	5.1	735	35.8	1975.00	27.5	1868.75	27.1	1837.50	852	3.4	833
60	5.1	736	35.9	1975.00	27.5	1868.75	27.2	1831.25	851	3.5	834
63	5.1	735	35.8	1975.00	27.5	1868.75	27.1	1831.25	851	3.4	833
66	5.1	737	35.8	1975.00	27.5	1868.75	27.1	1825.00	851	3.4	833
69	5.1	735	35.8	1968.75	27.6	1868.75	27.2	1825.00	851	3.4	834
72	5.1	737	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.2	1831.25	852	3.4	834
75	5.2	738	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.3	1831.25	853	3.4	835
78	5.2	740	35.8	1968.75	27.7	1868.75	27.3	1831.25	852	3.5	834
81	5.1	739	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.2	1831.25	853	3.4	834
84	5.2	738	35.7	1968.75	27.7	1868.75	27.3	1831.25	853	3.3	835
87	5.1	739	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.3	1831.25	853	3.2	835
90	5.1	737	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.3	1831.25	853	3.3	835
93	5.2	741	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.3	1831.25	853	3.3	835
96	5.2	740	35.7	1975.00	27.6	1868.75	27.3	1825.00	853	3.4	835
99	5.1	738	35.7	1975.00	27.6	1868.75	27.3	1831.25	853	3.4	835
102	5.2	738	35.7	1968.75	27.6	1875.00	27.3	1831.25	852	3.4	834
105	5.2	738	35.8	1975.00	27.7	1868.75	27.4	1837.50	853	3.6	834
108	5.2	739	35.7	1968.75	27.7	1875.00	27.3	1837.50	852	3.5	834
111	5.2	738	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.3	1831.25	852	3.4	835
114	5.2	738	35.7	1968.75	27.6	1868.75	27.3	1831.25	853	3.4	834
117	5.2	736	35.7	1975.00	27.7	1868.75	27.3	1831.25	853	3.4	835
120	5.2	739	35.7	1968.75	27.7	1868.75	27.3	1831.25	853	3.5	833
123	5.1	736	35.7	1975.00	27.7	1868.75	27.3	1831.25	852	3.5	833
126	5.2	736	35.7	1975.00	27.8	1875.00	27.4	1837.50	851	3.6	834
129	5.1	737	35.7	1975.00	27.7	1875.00	27.4	1837.50	852	3.5	834
132	5.1	738	35.7	1975.00	27.7	1875.00	27.4	1831.25	851	3.5	834

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
135	5.1	739	35.7	1981.25	27.7	1875.00	27.3	1831.25	852	3.4	834
138	5.1	739	35.7	1975.00	27.7	1875.00	27.4	1837.50	852	3.4	833
141	5.1	738	35.7	1975.00	27.7	1875.00	27.4	1837.50	851	3.4	833
144	5.1	737	35.7	1981.25	27.7	1875.00	27.4	1831.25	852	3.5	833
147	5.1	736	35.7	1981.25	27.7	1875.00	27.4	1843.75	850	3.5	832
150	5.1	735	35.7	1975.00	27.8	1868.75	27.4	1837.50	851	3.4	833
153	5.0	736	35.7	1975.00	27.8	1868.75	27.4	1837.50	851	3.5	833
156	5.1	737	35.7	1975.00	27.9	1868.75	27.5	1831.25	851	3.5	833
159	5.1	738	35.7	1968.75	27.9	1868.75	27.5	1831.25	850	3.5	832
162	-5.8	736	25.0	1968.75	17.1	1868.75	16.8	1831.25	850	-7.5	832
165	5.0	737	35.6	1968.75	27.8	1868.75	27.6	1831.25	850	3.5	832
168	5.1	736	35.6	1968.75	27.8	1868.75	27.5	1837.50	850	3.5	832
171	5.0	737	35.6	1968.75	27.7	1868.75	27.5	1831.25	851	3.5	832
174	5.1	735	35.7	1975.00	27.7	1868.75	27.5	1825.00	849	3.5	832
177	5.0	735	35.5	1968.75	27.7	1868.75	27.4	1831.25	849	3.4	831
180	5.0	735	35.6	1968.75	27.8	1868.75	27.5	1831.25	849	3.5	831
183	5.0	736	35.6	1968.75	27.7	1868.75	27.4	1825.00	848	3.5	830
186	5.0	734	35.6	1968.75	27.7	1868.75	27.4	1825.00	849	3.5	831
189	5.0	736	35.5	1975.00	27.7	1868.75	27.4	1831.25	849	3.4	830
192	4.9	733	35.6	1975.00	27.6	1875.00	27.4	1831.25	848	3.5	830
195	4.9	735	35.6	1975.00	27.6	1875.00	27.4	1837.50	849	3.4	830
198	5.0	734	35.6	1981.25	27.8	1875.00	27.5	1843.75	848	3.5	829
201	5.0	733	35.7	1981.25	27.7	1881.25	27.3	1837.50	848	3.5	830
204	5.0	733	35.7	1981.25	27.8	1875.00	27.4	1843.75	849	3.6	831
207	5.0	736	35.6	1981.25	27.7	1875.00	27.3	1837.50	849	3.4	830
210	4.9	734	35.7	1981.25	27.8	1875.00	27.3	1831.25	849	3.6	830
213	5.0	734	35.6	1981.25	27.9	1875.00	27.4	1843.75	849	3.5	832
216	5.0	735	35.5	1981.25	27.7	1875.00	27.4	1837.50	849	3.6	831
219	4.9	734	35.6	1981.25	27.8	1875.00	27.4	1837.50	849	3.4	831
222	5.0	736	35.6	1975.00	27.9	1881.25	27.4	1837.50	850	3.4	831
225	5.0	736	35.6	1981.25	27.9	1875.00	27.6	1843.75	849	3.4	831
228	5.0	733	35.5	1981.25	27.9	1881.25	27.6	1837.50	851	3.4	832
231	5.0	737	35.7	1981.25	27.9	1875.00	27.5	1843.75	850	3.6	832
234	5.0	736	35.6	1981.25	27.8	1881.25	27.5	1837.50	849	3.5	830
237	4.9	734	35.7	1981.25	27.9	1881.25	27.5	1843.75	850	3.5	831
240	5.0	735	35.5	1981.25	27.9	1881.25	27.6	1843.75	849	3.4	831
243	5.0	735	35.6	1981.25	28.0	1881.25	27.6	1850.00	849	3.5	831
246	5.0	734	35.7	1987.50	27.9	1887.50	27.6	1850.00	849	3.5	830
249	5.0	734	35.7	1987.50	27.9	1887.50	27.5	1850.00	849	3.5	831
252	5.0	735	35.7	1987.50	28.0	1887.50	27.5	1850.00	849	3.5	831
255	4.9	735	35.7	1987.50	28.0	1881.25	27.5	1843.75	850	3.5	831
258	5.0	735	35.7	1981.25	28.0	1881.25	27.6	1843.75	849	3.4	832
261	5.1	736	35.6	1981.25	28.0	1881.25	27.7	1837.50	850	3.3	831
264	4.9	736	35.6	1981.25	28.0	1875.00	27.6	1843.75	850	3.4	832
267	5.0	736	35.6	1981.25	28.0	1875.00	27.6	1837.50	850	3.4	831

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
270	5.0	737	35.6	1975.00	28.0	1875.00	27.7	1837.50	849	3.4	830
273	5.0	734	35.7	1975.00	28.0	1881.25	27.8	1837.50	850	3.5	831
276	4.9	733	35.5	1975.00	27.9	1875.00	27.7	1837.50	849	3.4	832
279	5.0	736	35.5	1981.25	28.0	1875.00	27.6	1843.75	850	3.6	831
282	5.1	734	35.6	1981.25	28.0	1875.00	27.9	1831.25	850	3.3	831
285	5.1	735	35.6	1981.25	28.2	1881.25	27.8	1850.00	849	3.7	831
288	5.0	735	35.5	1981.25	28.0	1881.25	27.7	1843.75	849	3.5	831
291	4.9	736	35.8	1981.25	27.9	1881.25	27.6	1843.75	848	3.7	830
294	4.9	734	35.5	1987.50	27.8	1887.50	27.5	1843.75	848	3.3	830
297	5.1	735	35.5	1987.50	28.0	1881.25	27.8	1850.00	847	3.4	830
300	4.7	733	35.5	1981.25	27.8	1881.25	27.4	1843.75	848	3.3	830
303	5.1	735	35.7	1987.50	28.2	1887.50	27.8	1850.00	848	3.5	829
306	4.9	733	35.5	1987.50	27.8	1881.25	27.4	1850.00	849	3.2	830
309	5.0	734	35.8	1993.75	27.8	1887.50	27.8	1843.75	848	3.4	830
312	4.8	733	35.9	1987.50	27.9	1887.50	27.8	1850.00	849	3.4	830
315	4.7	735	35.7	1993.75	28.4	1887.50	27.6	1856.25	848	3.2	830
318	5.0	733	35.5	1987.50	28.3	1887.50	27.9	1850.00	849	3.3	831
321	4.8	735	35.8	1987.50	28.2	1887.50	27.7	1856.25	849	3.6	831
324	4.8	733	35.9	1987.50	28.1	1887.50	27.5	1850.00	848	3.5	830
327	5.0	733	35.9	1987.50	28.3	1893.75	27.8	1850.00	849	3.7	831
330	5.0	734	35.9	1987.50	28.4	1887.50	28.0	1850.00	849	3.8	831
333	4.9	734	35.7	1987.50	28.3	1887.50	27.8	1850.00	849	3.7	831
336	4.9	736	35.7	1987.50	28.2	1887.50	27.7	1850.00	849	3.3	830
339	5.0	733	35.6	1987.50	28.0	1887.50	27.8	1850.00	849	3.6	830
342	4.9	734	35.7	1987.50	28.2	1881.25	27.8	1850.00	849	3.4	830
345	5.1	735	35.9	1987.50	28.3	1887.50	27.7	1850.00	848	3.4	830
348	4.9	735	35.6	1993.75	28.3	1893.75	27.8	1850.00	849	3.6	831
351	5.0	733	35.6	1993.75	28.3	1893.75	28.0	1856.25	849	3.2	831
354	5.2	736	35.7	1993.75	28.3	1893.75	27.8	1862.50	849	3.6	830
357	4.9	735	35.8	1993.75	28.6	1887.50	28.0	1856.25	850	3.7	831
360	5.0	734	36.1	1993.75	28.1	1893.75	27.9	1856.25	849	3.4	831
363	4.9	734	35.5	1993.75	28.0	1893.75	28.1	1856.25	849	3.8	831
366	5.1	735	35.7	1993.75	28.3	1893.75	27.7	1856.25	850	3.7	831
369	4.7	734	35.7	1993.75	28.6	1893.75	27.9	1856.25	849	3.3	831
372	5.0	735	36.0	1993.75	28.0	1893.75	28.1	1850.00	848	3.5	830
375	4.8	734	35.7	1993.75	28.5	1887.50	27.9	1850.00	849	3.3	830
378	4.9	734	35.6	1993.75	28.1	1893.75	28.1	1850.00	849	3.6	831
381	5.0	735	35.4	1993.75	28.3	1893.75	27.6	1856.25	849	3.6	831
384	5.2	735	36.1	1987.50	28.5	1893.75	27.8	1862.50	850	3.4	830
387	4.6	736	36.0	2000.00	28.5	1893.75	28.0	1856.25	850	3.8	830
390	5.0	734	35.5	1993.75	28.3	1893.75	27.8	1850.00	850	3.2	831
393	4.9	736	35.8	1993.75	28.6	1893.75	28.1	1856.25	849	3.7	831
396	4.6	734	36.2	1993.75	28.4	1893.75	28.3	1862.50	849	3.3	830
399	5.1	733	35.5	1993.75	28.1	1893.75	28.0	1856.25	849	3.7	830
402	5.0	735	36.2	1993.75	28.4	1887.50	28.2	1850.00	849	3.2	831

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
405	4.8	735	35.5	1987.50	28.2	1893.75	28.3	1856.25	849	3.7	830
408	4.7	734	35.9	1993.75	28.6	1893.75	28.0	1850.00	848	3.2	831
411	4.9	736	35.8	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1856.25	849	3.4	831
414	4.9	736	35.6	1993.75	28.5	1887.50	27.8	1850.00	848	3.4	830
417	4.9	735	35.8	1993.75	28.2	1893.75	27.7	1850.00	848	3.8	829
420	5.1	734	35.7	1987.50	28.3	1887.50	28.2	1850.00	849	3.3	830
423	4.6	732	35.9	1993.75	28.6	1887.50	27.8	1856.25	849	3.5	831
426	5.1	736	36.1	1993.75	28.2	1887.50	27.9	1850.00	848	3.3	830
429	4.8	734	36.1	1993.75	28.3	1893.75	28.2	1843.75	847	3.0	829
432	4.8	733	35.8	1987.50	28.1	1893.75	27.6	1850.00	849	3.7	830
435	4.9	734	35.8	1993.75	28.3	1887.50	28.0	1843.75	848	3.4	830
438	5.1	734	36.2	1993.75	28.5	1893.75	27.6	1856.25	848	3.2	830
441	4.5	734	35.8	1993.75	28.1	1893.75	28.2	1856.25	850	3.6	830
444	5.0	734	36.2	1993.75	28.5	1893.75	27.5	1856.25	849	3.2	830
447	4.7	732	36.1	1993.75	28.0	1893.75	28.0	1856.25	848	3.5	831
450	5.0	735	35.8	1993.75	28.0	1893.75	27.9	1850.00	848	3.8	830
453	4.7	733	35.5	1993.75	28.6	1887.50	27.9	1850.00	848	3.5	828
456	5.1	731	35.5	1993.75	28.3	1887.50	27.8	1850.00	848	3.3	829
459	4.8	731	35.6	1987.50	28.1	1887.50	27.9	1856.25	847	3.0	829
462	4.7	734	36.1	1987.50	28.5	1887.50	27.9	1843.75	848	3.6	829
465	4.8	733	35.5	1993.75	28.0	1893.75	27.8	1843.75	847	3.0	829
468	4.7	732	36.1	1993.75	28.4	1887.50	27.6	1850.00	847	3.6	828
471	4.8	731	35.6	1993.75	28.5	1887.50	27.5	1843.75	846	3.4	828
474	4.8	730	36.1	1987.50	28.4	1893.75	27.8	1856.25	847	3.1	829
477	4.8	733	35.6	1993.75	28.4	1887.50	27.7	1856.25	846	3.5	829
480	4.8	732	36.0	1993.75	28.0	1893.75	27.9	1850.00	847	3.4	829
483	5.0	733	36.1	1987.50	28.0	1887.50	28.0	1856.25	847	3.4	828
486	4.7	730	35.9	1993.75	28.5	1887.50	27.8	1850.00	846	3.1	828
489	4.6	731	36.2	1993.75	28.3	1893.75	27.9	1850.00	847	3.3	829
492	4.6	734	35.9	1993.75	28.1	1893.75	28.1	1850.00	847	3.6	829
495	4.4	732	35.8	1993.75	28.7	1893.75	28.0	1856.25	847	3.3	828
498	5.1	732	36.3	1993.75	28.6	1887.50	28.2	1843.75	846	3.7	829
501	4.6	733	35.9	2000.00	28.5	1893.75	27.7	1856.25	848	3.7	828
504	4.8	731	36.1	2000.00	28.4	1893.75	27.8	1856.25	846	3.2	828
507	4.8	732	35.6	1993.75	28.1	1893.75	28.1	1856.25	847	3.7	828
510	4.9	731	35.6	2000.00	28.4	1893.75	27.7	1856.25	848	3.6	829
513	4.8	733	35.9	1993.75	28.4	1893.75	27.7	1850.00	847	3.7	829
516	5.0	733	36.1	1993.75	28.2	1893.75	28.0	1862.50	847	3.4	829
519	4.8	732	36.1	1993.75	28.4	1893.75	27.7	1862.50	847	3.6	828
522	4.8	733	35.7	1993.75	28.7	1893.75	28.1	1856.25	848	3.3	829
525	4.9	734	36.0	1993.75	28.2	1887.50	28.3	1843.75	847	3.5	828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
0	4.6	731	35.8	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1843.75	846	3.5	828
3	4.7	731	35.8	1981.25	27.9	1881.25	27.9	1850.00	846	3.5	827
6	N/A	730	25.4	1981.25	17.4	1881.25	16.9	1843.75	846	N/A	829
9	4.6	732	35.7	1981.25	27.7	1881.25	27.5	1843.75	847	3.1	829
12	4.9	733	35.7	1981.25	27.9	1881.25	27.7	1843.75	846	3.1	828
15	4.7	731	36.1	1981.25	28.2	1881.25	27.7	1850.00	848	3.6	829
18	4.7	733	36.1	1987.50	28.2	1887.50	27.7	1856.25	848	3.6	829
21	4.7	733	35.8	1987.50	28.4	1887.50	27.5	1850.00	847	3.5	829
24	4.7	731	35.7	1993.75	28.4	1887.50	27.5	1856.25	848	3.5	829
27	4.8	729	36.1	1987.50	28.2	1887.50	27.7	1856.25	848	3.5	830
30	4.8	732	36.0	1987.50	28.2	1887.50	27.7	1856.25	848	3.4	830
33	4.9	731	35.9	1987.50	28.2	1881.25	27.8	1850.00	847	3.4	829
36	4.9	730	35.7	1987.50	28.2	1881.25	27.8	1850.00	848	3.3	829
39	4.7	730	35.6	1987.50	28.2	1881.25	27.9	1856.25	848	3.3	829
42	4.9	730	36.2	1987.50	28.3	1887.50	27.8	1850.00	847	3.1	829
45	4.9	731	35.7	1981.25	28.0	1887.50	27.9	1850.00	848	3.6	829
48	4.9	734	35.7	1987.50	28.2	1887.50	27.9	1856.25	846	3.3	828
51	4.8	731	35.7	1981.25	28.4	1881.25	28.1	1850.00	847	3.5	829
54	4.9	730	35.8	1981.25	28.3	1881.25	28.0	1850.00	847	3.4	828
57	4.8	732	36.0	1981.25	28.1	1881.25	27.7	1850.00	847	3.6	828
60	4.7	731	35.8	1981.25	28.4	1881.25	27.6	1856.25	847	3.5	829
63	5.0	733	35.6	1975.00	28.3	1881.25	27.8	1850.00	847	3.4	829
66	4.9	735	35.6	1981.25	28.4	1881.25	27.6	1850.00	846	3.5	829
69	4.9	732	36.0	1975.00	28.6	1881.25	27.6	1850.00	847	3.3	827
72	4.9	730	35.8	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1850.00	846	3.7	828
75	4.6	731	35.5	1981.25	28.4	1881.25	27.9	1843.75	847	3.3	829
78	4.8	732	35.6	1981.25	28.0	1881.25	27.8	1856.25	846	3.2	828
81	4.7	732	36.0	1981.25	28.3	1887.50	27.4	1856.25	846	3.2	828
84	4.9	730	35.6	1981.25	28.1	1881.25	27.8	1843.75	847	3.6	827
87	5.0	730	35.7	1981.25	28.3	1881.25	27.7	1850.00	846	3.4	828
90	4.6	731	36.0	1987.50	28.2	1881.25	28.0	1850.00	845	3.2	827
93	4.8	730	36.1	1987.50	28.1	1881.25	28.0	1850.00	846	3.3	828
96	4.8	732	36.1	1981.25	28.4	1881.25	27.6	1850.00	845	3.1	827
99	4.9	731	35.7	1981.25	28.0	1881.25	28.2	1843.75	845	3.6	827
102	4.8	730	35.8	1981.25	28.3	1881.25	28.0	1850.00	847	2.9	826
105	4.6	729	35.8	1981.25	28.2	1881.25	27.8	1843.75	846	3.3	828
108	4.8	729	35.8	1981.25	28.2	1875.00	27.5	1843.75	846	3.6	827
111	4.5	730	36.0	1981.25	28.1	1881.25	28.1	1843.75	846	3.3	827
114	4.5	733	35.8	1981.25	28.5	1875.00	28.0	1843.75	844	3.0	827
117	4.7	730	35.8	1981.25	27.8	1881.25	27.6	1837.50	845	3.1	826
120	4.4	729	35.8	1981.25	28.2	1881.25	27.7	1843.75	844	3.4	826
123	4.9	728	35.5	1975.00	27.9	1881.25	27.8	1843.75	845	3.5	827
126	4.4	732	36.1	1981.25	28.1	1875.00	27.8	1843.75	844	3.3	826
129	4.8	728	35.6	1981.25	28.1	1881.25	27.4	1843.75	844	3.6	826
132	4.4	729	35.9	1981.25	28.1	1881.25	28.0	1843.75	844	3.1	826

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
135	4.7	732	35.5	1981.25	28.4	1881.25	27.5	1843.75	844	3.3	826
138	4.8	729	35.5	1981.25	28.2	1881.25	27.9	1843.75	844	3.3	825
141	4.7	728	35.7	1981.25	28.0	1875.00	27.5	1843.75	845	3.2	826
144	4.7	731	35.5	1981.25	28.2	1875.00	28.0	1843.75	845	3.2	826
147	4.8	728	36.0	1981.25	27.8	1875.00	27.8	1837.50	845	3.3	827
150	4.7	729	35.9	1981.25	28.4	1881.25	27.5	1843.75	844	3.2	827
153	4.7	728	35.7	1981.25	27.9	1875.00	27.9	1850.00	845	3.5	826
156	4.7	729	36.0	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1843.75	846	3.3	827
159	4.4	729	36.0	1981.25	28.2	1881.25	27.8	1843.75	845	3.3	827
162	4.9	730	36.1	1981.25	28.4	1875.00	27.5	1843.75	845	3.0	826
165	4.7	728	35.5	1981.25	27.8	1881.25	28.1	1850.00	846	3.5	827
168	4.9	728	36.1	1981.25	28.1	1881.25	27.5	1843.75	845	3.3	828
171	4.7	730	36.1	1981.25	28.0	1881.25	27.4	1837.50	845	3.3	828
174	4.9	731	35.8	1987.50	27.7	1881.25	27.7	1837.50	845	3.2	827
177	4.8	731	35.8	1987.50	27.8	1875.00	27.6	1850.00	846	3.1	827
180	4.4	728	35.8	1987.50	28.0	1881.25	27.4	1837.50	846	3.2	828
183	4.5	730	35.3	1987.50	27.9	1881.25	27.5	1843.75	846	2.9	827
186	4.6	730	36.0	1987.50	28.3	1881.25	27.9	1843.75	846	3.4	827
189	4.9	730	35.7	1981.25	28.2	1887.50	27.6	1843.75	846	3.5	828
192	4.7	731	35.4	1981.25	28.1	1881.25	28.1	1843.75	845	3.6	827
195	4.7	730	36.0	1981.25	28.5	1881.25	28.0	1856.25	845	3.1	827
198	5.0	730	35.7	1981.25	28.2	1881.25	27.8	1850.00	845	3.7	827
201	5.0	730	35.8	1987.50	27.9	1881.25	27.9	1837.50	846	3.5	828
204	4.5	732	35.5	1981.25	28.5	1881.25	27.9	1843.75	845	3.2	826
207	4.9	729	35.5	1981.25	28.2	1881.25	27.9	1843.75	845	3.2	827
210	4.8	731	36.0	1987.50	28.2	1881.25	27.8	1843.75	846	3.4	827
213	4.8	731	35.9	1987.50	28.2	1881.25	28.1	1843.75	846	3.2	827
216	4.9	731	35.9	1987.50	28.2	1887.50	28.0	1843.75	845	3.2	827
219	4.9	730	35.8	1987.50	28.4	1887.50	28.1	1850.00	846	3.3	827
222	4.6	729	35.6	1981.25	28.4	1887.50	27.9	1850.00	844	3.3	827
225	4.7	730	35.7	1987.50	28.3	1887.50	27.8	1843.75	845	3.2	827
228	4.7	729	35.8	1987.50	28.5	1887.50	27.8	1850.00	845	3.3	828
231	4.7	732	35.9	1987.50	28.2	1887.50	28.0	1843.75	845	3.3	827
234	4.6	730	35.8	1987.50	28.2	1887.50	28.0	1856.25	845	3.4	827
237	4.8	730	35.8	1987.50	28.3	1887.50	28.1	1850.00	845	3.4	827
240	4.6	730	35.9	1987.50	28.3	1887.50	27.9	1850.00	845	3.2	827
243	4.7	732	35.9	1987.50	28.3	1887.50	28.0	1843.75	846	3.3	827
246	4.9	730	35.9	1987.50	28.3	1887.50	27.9	1850.00	846	3.4	828
249	4.8	731	35.8	1987.50	28.2	1887.50	27.9	1850.00	845	3.4	827
252	4.8	731	35.7	1987.50	28.3	1893.75	27.8	1850.00	844	3.4	826
255	4.7	728	35.7	1993.75	28.2	1887.50	28.0	1856.25	845	3.4	828
258	4.7	730	35.7	1993.75	28.2	1887.50	28.1	1850.00	846	3.4	828
261	4.7	732	35.9	1993.75	28.4	1893.75	28.0	1850.00	846	3.1	827
264	4.8	732	35.9	1993.75	28.5	1887.50	27.9	1850.00	846	3.2	827
267	4.7	728	36.1	1993.75	28.4	1893.75	28.0	1850.00	845	3.2	828

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
270	4.7	732	35.8	1993.75	28.3	1887.50	28.1	1850.00	845	3.4	828
273	4.9	730	35.9	1993.75	28.6	1893.75	28.3	1856.25	846	3.3	827
276	4.9	730	36.1	1993.75	28.7	1887.50	28.2	1856.25	846	3.5	827
279	4.6	732	36.0	1993.75	28.6	1893.75	27.9	1856.25	845	3.5	827
282	4.7	731	36.0	1993.75	28.7	1893.75	28.0	1856.25	845	3.5	827
285	4.8	731	36.1	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1850.00	846	3.4	827
288	4.7	725	35.8	1993.75	28.4	1887.50	28.2	1850.00	846	3.4	827
291	4.8	732	36.1	1993.75	28.7	1887.50	28.0	1856.25	846	3.2	826
294	4.9	729	36.1	1993.75	28.7	1887.50	28.0	1856.25	845	3.2	827
297	4.8	731	35.8	1987.50	28.7	1887.50	28.0	1862.50	844	3.3	826
300	4.7	729	36.1	1993.75	28.6	1887.50	28.1	1850.00	845	3.2	826
303	4.8	732	35.8	1993.75	28.6	1893.75	28.1	1850.00	845	3.3	826
306	4.8	729	36.1	1993.75	28.4	1887.50	28.3	1850.00	846	3.3	826
309	4.7	724	36.0	1993.75	28.7	1893.75	28.2	1856.25	845	3.1	826
312	4.7	730	36.1	1993.75	28.4	1893.75	28.3	1856.25	845	3.3	827
315	4.8	732	36.1	1993.75	28.5	1893.75	28.0	1856.25	845	3.4	827
318	4.6	732	35.9	1993.75	28.4	1893.75	28.0	1850.00	845	3.1	826
321	4.6	730	35.9	1993.75	28.3	1893.75	27.9	1862.50	845	3.2	826
324	4.9	730	36.1	1993.75	28.4	1887.50	28.2	1856.25	845	3.2	827
327	4.6	730	35.9	1993.75	28.7	1887.50	28.2	1856.25	845	3.2	827
330	4.8	732	36.1	2000.00	28.5	1893.75	28.2	1856.25	845	3.4	826
333	4.6	728	35.8	1993.75	28.5	1893.75	28.0	1862.50	845	3.4	826
336	4.7	729	36.1	1993.75	28.6	1893.75	28.3	1862.50	845	3.3	826
339	4.7	730	35.9	2000.00	28.7	1893.75	28.2	1868.75	845	3.3	826
342	4.7	729	35.9	1993.75	28.7	1893.75	28.2	1862.50	845	3.4	827
345	4.6	732	35.8	1993.75	28.6	1893.75	28.2	1862.50	844	3.2	825
348	4.7	728	36.0	2000.00	28.7	1893.75	28.2	1850.00	844	3.4	826
351	4.7	731	36.0	1993.75	28.5	1900.00	28.1	1862.50	844	3.3	825
354	4.7	730	36.1	1993.75	28.6	1893.75	28.1	1862.50	843	3.4	826
357	4.7	730	35.8	1993.75	28.5	1893.75	28.0	1856.25	844	3.4	825
360	4.8	729	35.8	1993.75	28.5	1900.00	27.9	1856.25	843	3.5	825
363	4.7	729	36.0	2000.00	28.3	1900.00	28.0	1856.25	843	3.2	825
366	4.6	729	36.1	1993.75	28.4	1893.75	27.9	1862.50	843	3.5	826
369	4.8	731	36.0	2000.00	28.3	1900.00	28.1	1856.25	844	3.2	825
372	4.8	729	35.9	2000.00	28.6	1893.75	28.0	1862.50	844	3.5	826
375	4.6	729	36.0	1993.75	28.4	1900.00	28.1	1862.50	844	3.4	825
378	4.8	730	36.2	2000.00	28.6	1900.00	28.0	1862.50	844	3.3	825
381	4.6	729	35.9	2000.00	28.5	1900.00	28.0	1868.75	845	3.4	825
384	4.7	729	36.1	2000.00	28.6	1900.00	28.2	1868.75	846	3.3	825
387	4.7	728	36.1	2000.00	28.4	1893.75	28.1	1862.50	845	3.2	827
390	4.8	730	35.9	2000.00	28.6	1893.75	28.0	1856.25	845	3.3	826
393	4.7	731	36.0	1993.75	28.6	1887.50	28.2	1862.50	844	3.5	825
396	4.8	729	36.1	1993.75	28.7	1893.75	28.0	1862.50	845	3.3	826
399	4.6	730	35.9	1993.75	28.5	1893.75	28.2	1862.50	845	3.4	826
402	4.7	729	36.0	1993.75	28.6	1893.75	28.1	1856.25	843	3.3	826

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.6 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
405	4.7	730	36.0	1993.75	28.6	1893.75	28.2	1856.25	845	3.2	825
408	4.8	730	36.0	1993.75	28.6	1893.75	28.2	1856.25	844	3.3	826
411	4.7	732	36.0	1993.75	28.5	1893.75	28.1	1856.25	844	3.3	825
414	4.7	730	36.0	1993.75	28.5	1887.50	28.0	1850.00	843	3.3	824
417	4.6	727	36.0	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1856.25	844	3.3	825
420	4.7	729	36.0	1987.50	28.4	1887.50	28.0	1856.25	844	3.3	825
423	4.7	728	36.0	1987.50	28.4	1893.75	28.0	1850.00	844	3.3	825
426	4.6	729	36.0	1993.75	28.3	1887.50	27.9	1850.00	843	3.3	825
429	4.7	729	36.1	1987.50	28.4	1887.50	28.0	1850.00	843	3.4	824
432	4.6	727	36.0	1987.50	28.4	1887.50	28.0	1856.25	844	3.4	825
435	4.6	728	36.2	1987.50	28.3	1881.25	27.9	1850.00	844	3.4	825
438	4.6	730	36.0	1987.50	28.2	1887.50	27.8	1856.25	844	3.3	824
441	4.7	727	36.1	1987.50	28.3	1887.50	27.9	1850.00	844	3.4	825
444	4.6	728	36.1	1987.50	28.3	1893.75	27.9	1850.00	844	3.3	825
447	4.7	727	36.1	1987.50	28.3	1893.75	27.9	1850.00	844	3.3	824
450	4.6	728	36.0	1993.75	28.3	1893.75	27.9	1856.25	844	3.2	825
453	4.7	728	36.1	1993.75	28.3	1893.75	27.9	1862.50	845	3.3	825
456	4.7	729	36.0	2000.00	28.3	1893.75	27.8	1862.50	844	3.2	825
459	4.7	727	36.1	1993.75	28.4	1893.75	27.9	1856.25	845	3.2	826
462	4.7	729	36.1	2000.00	28.4	1893.75	27.9	1856.25	845	3.2	825
465	4.7	727	36.1	2000.00	28.4	1893.75	27.9	1856.25	846	3.2	826
468	4.7	728	36.1	2000.00	28.4	1893.75	27.9	1862.50	845	3.2	825
471	4.6	727	36.1	1993.75	28.4	1893.75	27.9	1856.25	845	3.2	826
474	4.7	729	36.1	1993.75	28.6	1893.75	28.0	1856.25	844	3.3	826
477	4.8	729	36.1	1993.75	28.6	1893.75	28.0	1862.50	846	3.3	826
480	4.7	730	36.1	1993.75	28.6	1893.75	28.1	1850.00	845	3.3	827
483	4.7	730	36.1	1993.75	28.6	1893.75	28.0	1850.00	846	3.2	827
486	4.7	730	36.1	1993.75	28.5	1893.75	28.1	1850.00	845	3.3	827
489	4.7	731	36.0	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1850.00	845	3.2	827
492	4.8	731	36.1	1993.75	28.6	1887.50	28.0	1856.25	845	3.3	826
495	4.7	729	36.0	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1856.25	844	3.2	826
498	4.7	729	36.0	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1856.25	845	3.2	826
501	4.8	729	36.1	1993.75	28.5	1887.50	28.1	1856.25	845	3.4	826
504	4.7	730	36.0	1987.50	28.4	1887.50	28.0	1856.25	845	3.3	826
507	4.7	730	36.1	1987.50	28.5	1887.50	28.1	1856.25	845	3.4	825
510	4.6	728	36.0	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1862.50	844	3.3	824
513	4.6	727	36.0	1993.75	28.4	1887.50	27.9	1856.25	844	3.3	825
516	4.7	729	36.0	1993.75	28.4	1887.50	27.9	1850.00	844	3.3	825
519	4.7	730	36.0	1993.75	28.4	1887.50	28.0	1856.25	845	3.3	825
522	4.7	730	36.1	1993.75	28.4	1893.75	28.0	1856.25	844	3.3	824
525	4.6	727	36.0	1993.75	28.4	1887.50	27.9	1862.50	844	3.3	825

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
0	3.5	704	35.3	1962.50	27.9	1875.00	27.5	1837.50	814	2.0	796
3	3.3	702	35.7	1962.50	28.0	1868.75	27.4	1843.75	814	2.4	795
6	3.4	704	35.5	1968.75	28.1	1875.00	27.6	1837.50	813	2.4	794
9	3.4	702	35.2	1968.75	27.8	1875.00	27.5	1837.50	813	2.1	794
12	3.6	703	35.4	1962.50	28.1	1868.75	27.8	1837.50	813	2.3	794
15	3.4	702	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.6	1843.75	812	2.4	793
18	3.6	701	35.5	1968.75	27.9	1868.75	27.5	1831.25	812	2.5	794
21	3.6	702	35.3	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1831.25	813	2.4	793
24	3.7	704	35.5	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1831.25	814	2.3	793
27	3.5	702	35.5	1968.75	28.0	1868.75	27.4	1831.25	813	2.5	794
30	3.5	702	35.7	1968.75	27.9	1875.00	27.8	1831.25	815	2.3	795
33	3.5	703	35.4	1968.75	28.1	1875.00	27.6	1831.25	815	2.5	794
36	3.6	702	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1831.25	816	2.5	795
39	3.7	702	35.7	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1837.50	816	2.5	796
42	3.7	701	35.7	1968.75	28.2	1868.75	27.7	1837.50	817	2.5	796
45	3.6	701	35.6	1968.75	27.8	1868.75	27.5	1837.50	816	2.2	796
48	3.7	702	35.5	1975.00	28.4	1875.00	27.8	1843.75	815	2.3	796
51	3.5	701	35.4	1968.75	28.1	1875.00	27.4	1843.75	815	2.3	795
54	3.6	701	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1850.00	814	2.1	795
57	3.6	701	35.4	1968.75	28.4	1875.00	27.6	1850.00	813	2.2	794
60	3.6	703	35.6	1968.75	28.1	1881.25	27.8	1843.75	812	2.2	793
63	3.5	702	35.4	1968.75	28.3	1881.25	27.7	1850.00	811	2.2	792
66	3.5	701	35.4	1975.00	28.3	1875.00	27.8	1856.25	811	2.5	792
69	3.4	701	35.5	1975.00	28.0	1881.25	27.9	1850.00	811	2.4	792
72	3.5	702	35.4	1975.00	28.0	1881.25	27.7	1850.00	810	2.4	791
75	3.4	699	35.3	1975.00	28.3	1875.00	27.9	1843.75	811	2.4	792
78	3.7	700	35.5	1975.00	27.9	1881.25	27.7	1843.75	811	2.3	792
81	3.4	701	35.5	1975.00	28.1	1875.00	27.8	1843.75	813	2.6	792
84	3.4	700	35.7	1975.00	28.0	1875.00	27.5	1843.75	811	2.6	792
87	3.7	700	35.8	1968.75	28.3	1868.75	27.9	1837.50	812	2.7	792
90	3.5	699	35.4	1968.75	27.8	1875.00	27.6	1831.25	812	2.2	792
93	3.5	699	35.4	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1831.25	813	2.2	792
96	3.4	698	35.7	1968.75	28.1	1868.75	27.6	1831.25	814	2.4	793
99	3.4	699	35.5	1975.00	28.1	1868.75	27.6	1837.50	814	2.3	792
102	3.5	698	35.5	1975.00	28.0	1875.00	27.6	1837.50	814	2.2	794
105	3.5	700	35.5	1968.75	28.0	1875.00	27.6	1843.75	815	2.1	794
108	3.5	700	35.5	1975.00	28.1	1875.00	27.6	1837.50	815	2.2	794
111	3.5	699	35.4	1968.75	28.2	1875.00	27.6	1837.50	814	2.1	794
114	3.5	699	35.4	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1843.75	814	2.1	793
117	3.5	699	35.4	1968.75	28.2	1875.00	27.6	1837.50	813	2.0	793
120	3.5	701	35.4	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1837.50	812	1.8	793
123	3.4	701	35.4	1968.75	28.1	1875.00	27.6	1843.75	811	1.9	793
126	3.5	702	35.3	1968.75	28.1	1875.00	27.7	1850.00	810	1.9	792
129	3.4	701	35.4	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1843.75	810	2.0	791
132	3.4	701	35.3	1968.75	28.0	1875.00	27.9	1843.75	810	2.3	791

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
135	3.3	699	35.3	1968.75	28.1	1868.75	27.6	1837.50	809	2.1	791
138	3.5	700	35.4	1968.75	27.9	1875.00	27.9	1843.75	810	2.0	791
141	3.4	701	35.5	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1837.50	811	2.4	791
144	3.6	698	35.3	1968.75	27.9	1875.00	27.8	1843.75	811	2.2	791
147	3.5	698	35.3	1968.75	27.7	1875.00	27.5	1831.25	812	2.1	792
150	3.3	700	35.4	1968.75	27.9	1868.75	27.4	1831.25	811	2.4	791
153	3.5	699	35.2	1968.75	27.8	1868.75	27.4	1831.25	812	2.0	791
156	3.6	698	35.7	1962.50	28.1	1862.50	27.8	1825.00	812	2.5	792
159	3.7	699	35.5	1962.50	27.9	1862.50	27.7	1825.00	813	1.9	794
162	3.2	699	35.5	1968.75	27.7	1868.75	27.7	1825.00	814	2.2	794
165	3.5	699	35.1	1962.50	27.8	1868.75	27.7	1831.25	813	2.4	794
168	3.4	698	35.6	1968.75	28.3	1868.75	27.6	1831.25	813	1.8	794
171	3.4	700	35.4	1968.75	28.3	1868.75	27.6	1843.75	812	1.7	793
174	3.5	699	35.6	1962.50	28.0	1868.75	27.8	1831.25	813	2.0	792
177	3.5	699	35.4	1968.75	28.2	1868.75	28.0	1843.75	813	1.7	793
180	3.8	700	35.3	1962.50	27.8	1875.00	27.8	1843.75	812	2.0	793
183	3.8	701	35.1	1968.75	28.1	1875.00	28.0	1837.50	811	1.9	793
186	3.7	701	35.3	1968.75	28.4	1875.00	27.8	1837.50	812	2.5	793
189	3.3	703	35.5	1968.75	28.1	1868.75	27.4	1843.75	811	2.3	791
192	3.3	700	35.4	1968.75	27.9	1868.75	27.5	1831.25	811	2.2	791
195	3.8	701	35.0	1968.75	27.9	1875.00	27.8	1837.50	810	1.8	791
198	3.3	701	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1843.75	811	2.5	791
201	3.5	701	35.5	1968.75	27.8	1875.00	27.2	1837.50	810	2.3	791
204	3.4	698	35.5	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1843.75	811	2.7	791
207	3.5	699	35.5	1968.75	27.9	1875.00	27.5	1837.50	812	2.7	793
210	3.5	700	35.6	1968.75	28.3	1862.50	27.8	1831.25	812	2.1	792
213	3.3	702	35.5	1968.75	28.3	1868.75	27.6	1831.25	811	1.9	792
216	3.5	698	35.8	1962.50	28.2	1868.75	27.7	1831.25	812	2.2	792
219	3.5	699	35.0	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1831.25	813	2.5	792
222	3.4	698	35.5	1968.75	28.0	1868.75	27.4	1831.25	813	1.9	792
225	3.4	698	35.2	1968.75	27.9	1862.50	27.6	1831.25	813	2.2	793
228	3.2	699	35.7	1962.50	28.3	1875.00	27.7	1837.50	811	1.9	792
231	3.7	700	35.1	1962.50	28.2	1868.75	27.4	1843.75	812	2.5	791
234	3.5	698	35.4	1968.75	27.8	1868.75	27.9	1837.50	811	2.1	791
237	3.7	697	35.1	1962.50	28.2	1875.00	27.4	1837.50	811	2.2	792
240	3.5	700	35.6	1968.75	27.8	1868.75	27.9	1843.75	811	2.1	791
243	3.2	699	35.4	1968.75	28.5	1875.00	27.7	1837.50	809	1.9	791
246	3.6	699	35.8	1968.75	28.0	1868.75	27.7	1831.25	810	2.2	791
249	3.7	700	35.6	1962.50	27.7	1868.75	27.8	1837.50	809	2.2	790
252	3.5	700	35.1	1968.75	28.0	1868.75	27.7	1831.25	810	2.5	789
255	3.2	698	35.2	1962.50	28.2	1868.75	27.9	1825.00	809	2.2	790
258	3.5	698	35.5	1962.50	28.0	1868.75	27.6	1825.00	809	2.5	790
261	3.6	697	35.5	1968.75	28.1	1862.50	27.5	1825.00	810	2.2	789
264	3.4	697	35.1	1962.50	28.0	1862.50	27.4	1831.25	809	2.4	790
267	3.5	697	35.5	1962.50	27.9	1868.75	27.9	1825.00	811	1.8	790

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเพื่อการค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
270	3.1	698	35.5	1962.50	27.8	1868.75	27.5	1825.00	811	2.5	790
273	3.5	696	35.4	1962.50	28.0	1862.50	27.8	1831.25	811	1.8	791
276	3.5	699	35.6	1962.50	27.5	1868.75	27.6	1825.00	812	2.2	791
279	3.5	699	35.4	1962.50	27.9	1862.50	27.4	1831.25	812	2.2	791
282	3.3	699	35.4	1962.50	27.7	1862.50	27.9	1831.25	812	2.2	793
285	3.2	700	35.8	1962.50	28.0	1862.50	27.6	1825.00	812	2.1	792
288	3.7	697	35.5	1962.50	27.8	1862.50	27.6	1831.25	813	2.1	793
291	3.7	699	35.5	1968.75	27.9	1868.75	27.6	1825.00	812	1.8	793
294	3.4	699	35.1	1962.50	28.2	1862.50	27.7	1837.50	812	2.0	792
297	3.4	697	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.8	1831.25	812	2.1	793
300	3.6	698	35.5	1962.50	28.2	1875.00	27.6	1837.50	812	1.9	792
303	3.5	700	35.3	1968.75	28.2	1875.00	27.4	1837.50	812	2.2	792
306	3.5	701	35.5	1968.75	27.9	1875.00	27.9	1843.75	811	2.1	790
309	3.5	697	35.5	1968.75	28.1	1875.00	27.9	1837.50	810	2.5	790
312	3.6	697	35.3	1975.00	28.5	1875.00	28.1	1837.50	810	2.3	791
315	3.7	698	35.3	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1837.50	810	2.0	790
318	3.6	700	35.6	1968.75	28.1	1875.00	27.9	1843.75	810	2.2	790
321	3.5	700	35.6	1968.75	28.1	1875.00	28.1	1837.50	809	2.0	789
324	3.5	699	35.5	1975.00	28.3	1868.75	27.8	1843.75	809	2.3	789
327	3.4	698	35.2	1968.75	28.4	1875.00	27.6	1831.25	808	2.4	789
330	3.6	700	35.5	1968.75	28.4	1875.00	28.0	1843.75	808	2.4	789
333	3.4	699	35.7	1968.75	28.4	1875.00	28.0	1837.50	808	2.5	788
336	3.5	696	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1837.50	809	2.4	789
339	3.4	700	35.2	1968.75	28.4	1875.00	27.7	1837.50	809	2.3	789
342	3.3	697	35.3	1968.75	27.8	1868.75	27.9	1843.75	810	2.5	789
345	3.5	698	35.5	1975.00	27.9	1875.00	27.9	1837.50	810	2.4	789
348	3.5	696	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.9	1843.75	810	2.2	790
351	3.4	698	35.6	1968.75	27.9	1875.00	27.9	1850.00	811	2.3	790
354	3.3	699	35.6	1968.75	28.2	1875.00	28.0	1837.50	810	2.0	789
357	3.6	696	35.3	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1837.50	810	2.4	790
360	3.5	697	35.4	1968.75	28.4	1868.75	27.5	1843.75	810	2.1	790
363	3.5	699	35.4	1968.75	28.2	1868.75	27.9	1843.75	810	1.9	790
366	3.2	696	35.5	1968.75	28.4	1875.00	27.6	1837.50	810	2.4	789
369	3.4	697	35.2	1968.75	28.2	1868.75	28.1	1843.75	810	1.9	790
372	3.6	698	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.9	1843.75	809	2.4	789
375	3.6	696	35.5	1968.75	28.4	1875.00	27.7	1837.50	808	2.2	790
378	3.5	697	35.4	1968.75	28.4	1868.75	27.6	1837.50	808	2.2	789
381	3.6	699	35.7	1968.75	28.3	1868.75	27.5	1837.50	808	2.3	789
384	3.2	698	35.3	1968.75	28.4	1868.75	27.9	1831.25	809	2.3	789
387	3.3	698	35.2	1962.50	28.4	1868.75	27.8	1843.75	809	2.1	788
390	3.0	698	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.8	1837.50	807	2.1	788
393	3.4	695	35.8	1968.75	27.7	1868.75	27.9	1831.25	808	2.2	788
396	3.7	696	35.5	1968.75	28.0	1868.75	27.8	1831.25	809	2.6	789
399	3.1	695	35.5	1968.75	27.7	1868.75	27.9	1831.25	808	2.2	789
402	3.5	697	35.1	1968.75	27.9	1875.00	27.7	1831.25	809	2.5	788

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.7 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
405	3.4	696	35.3	1975.00	28.4	1875.00	27.8	1831.25	810	2.1	788
408	3.5	696	35.0	1975.00	28.0	1875.00	27.8	1837.50	809	2.0	788
411	3.3	694	35.3	1968.75	27.8	1868.75	27.5	1837.50	809	1.8	789
414	3.4	695	35.4	1968.75	28.0	1868.75	27.7	1843.75	810	1.6	790
417	3.4	695	35.0	1968.75	28.1	1868.75	27.8	1837.50	809	1.7	789
420	3.3	697	35.4	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1843.75	810	1.6	789
423	3.7	696	35.2	1975.00	28.3	1875.00	27.9	1843.75	809	2.0	789
426	3.4	697	35.7	1975.00	27.8	1881.25	27.5	1843.75	810	1.9	789
429	3.7	697	35.1	1975.00	28.3	1881.25	28.0	1850.00	809	1.9	789
432	3.5	697	35.8	1975.00	28.4	1875.00	28.0	1850.00	809	2.0	789
435	3.4	698	35.4	1975.00	28.3	1875.00	27.8	1850.00	807	2.1	787
438	3.7	695	35.4	1975.00	28.4	1875.00	28.0	1850.00	807	2.2	788
441	3.6	697	35.8	1968.75	28.2	1868.75	27.9	1850.00	808	1.9	788
444	3.2	698	35.6	1968.75	28.4	1868.75	28.0	1843.75	806	2.1	787
447	3.7	696	35.7	1968.75	28.6	1875.00	27.7	1843.75	806	2.0	787
450	3.4	696	35.5	1968.75	28.4	1875.00	27.9	1843.75	806	2.2	786
453	3.4	696	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1837.50	805	1.8	787
456	3.4	696	35.6	1968.75	28.3	1868.75	28.0	1837.50	805	2.4	785
459	3.0	695	35.1	1962.50	28.3	1868.75	27.9	1831.25	805	2.2	785
462	3.5	694	35.5	1962.50	28.2	1868.75	27.7	1831.25	805	2.0	786
465	3.3	696	35.2	1962.50	28.0	1862.50	27.9	1831.25	805	2.5	785
468	3.4	695	35.7	1956.25	27.9	1862.50	28.1	1831.25	806	2.3	785
471	3.5	694	35.8	1962.50	27.5	1856.25	27.7	1825.00	808	2.2	787
474	3.6	695	35.4	1962.50	27.5	1862.50	27.7	1831.25	807	2.2	787
477	3.5	695	35.6	1962.50	27.6	1862.50	27.7	1825.00	808	2.1	788
480	3.4	694	35.5	1962.50	27.9	1868.75	27.8	1831.25	809	1.7	787
483	3.4	694	35.6	1962.50	28.1	1868.75	27.6	1831.25	810	1.7	788
486	3.5	695	35.4	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1831.25	811	1.6	790
489	3.5	696	35.5	1968.75	27.8	1868.75	27.8	1837.50	812	2.0	790
492	3.5	695	35.4	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1837.50	810	1.6	790
495	3.7	695	35.7	1968.75	28.6	1875.00	28.0	1843.75	812	2.3	791
498	3.8	694	35.3	1975.00	28.5	1875.00	27.9	1843.75	812	2.0	791
501	3.2	697	35.5	1975.00	28.3	1881.25	27.5	1850.00	811	1.8	790
504	3.6	695	35.7	1968.75	28.7	1881.25	28.1	1850.00	808	2.0	789
507	3.5	696	35.8	1975.00	28.8	1875.00	28.0	1850.00	808	2.0	789
510	3.0	698	35.8	1968.75	28.7	1881.25	27.9	1856.25	807	2.0	788
513	3.5	699	35.0	1975.00	28.5	1881.25	27.9	1862.50	804	1.5	786
516	3.6	696	35.7	1975.00	28.7	1881.25	28.3	1862.50	802	2.1	785
519	3.3	699	35.6	1975.00	28.3	1881.25	27.7	1856.25	801	2.4	784
522	3.3	695	35.0	1975.00	28.2	1881.25	27.6	1850.00	800	2.3	782
525	3.0	694	35.5	1968.75	28.4	1881.25	28.0	1850.00	800	2.0	782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2

เวลา (นาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
0	3.4	697	35.8	1968.75	28.0	1868.75	27.4	1831.25	813	2.0	791
3	3.5	697	35.8	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1837.50	814	2.0	793
6	3.6	698	35.9	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1831.25	814	2.0	793
9	3.6	699	35.8	1968.75	28.3	1868.75	27.5	1837.50	816	2.0	794
12	3.5	699	35.8	1968.75	28.4	1868.75	27.7	1837.50	816	1.8	794
15	3.5	696	35.8	1968.75	28.4	1881.25	27.9	1856.25	813	1.8	794
18	3.5	698	35.9	1968.75	28.4	1875.00	27.9	1856.25	813	1.7	793
21	3.5	700	35.8	1975.00	28.5	1881.25	27.9	1856.25	811	1.6	793
24	3.4	701	35.7	1975.00	28.4	1881.25	27.8	1856.25	810	1.5	791
27	3.5	701	35.8	1975.00	28.3	1881.25	27.8	1856.25	809	1.6	790
30	3.5	700	35.7	1975.00	28.4	1881.25	27.9	1856.25	807	1.7	788
33	3.4	699	35.7	1975.00	28.2	1881.25	27.9	1850.00	805	1.8	787
36	3.4	700	35.7	1968.75	28.1	1875.00	27.7	1837.50	806	2.1	787
39	3.5	698	35.8	1968.75	27.9	1875.00	27.7	1837.50	807	2.2	787
42	3.4	696	35.7	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1837.50	809	2.2	788
45	3.3	696	35.7	1962.50	27.7	1868.75	27.7	1831.25	809	2.2	789
48	3.4	696	35.9	1968.75	27.7	1868.75	27.6	1837.50	810	2.1	790
51	3.5	699	35.8	1968.75	28.0	1868.75	27.4	1831.25	811	2.1	789
54	3.3	696	35.9	1968.75	27.9	1868.75	27.5	1837.50	811	1.9	791
57	3.5	698	35.9	1968.75	27.9	1868.75	27.6	1837.50	813	2.1	791
60	3.5	697	35.8	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1831.25	812	2.1	791
63	3.4	696	35.7	1968.75	28.1	1868.75	27.5	1837.50	812	1.9	791
66	3.4	697	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.5	1837.50	813	1.9	792
69	3.4	697	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.5	1850.00	811	1.8	792
72	3.5	697	35.7	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1850.00	811	1.9	790
75	3.4	697	35.7	1968.75	28.4	1881.25	27.7	1850.00	808	1.8	790
78	3.4	697	35.7	1975.00	28.4	1881.25	27.7	1850.00	807	1.9	789
81	3.4	699	35.7	1975.00	28.4	1881.25	27.8	1850.00	806	1.9	788
84	3.3	700	35.7	1975.00	28.3	1881.25	27.8	1850.00	805	1.9	787
87	3.3	697	35.7	1975.00	28.2	1887.50	27.8	1850.00	805	1.9	786
90	3.4	699	35.7	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1850.00	805	2.0	786
93	3.3	698	35.7	1975.00	28.1	1875.00	27.8	1843.75	804	2.1	786
96	3.3	698	35.8	1975.00	28.2	1875.00	27.9	1843.75	805	2.2	785
99	3.3	697	35.7	1975.00	28.1	1875.00	27.9	1837.50	806	2.2	786
102	3.4	695	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1837.50	807	2.1	786
105	3.4	695	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1837.50	808	2.1	787
108	3.4	696	35.7	1975.00	28.0	1868.75	27.7	1837.50	808	2.1	788
111	3.4	695	35.8	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1831.25	810	2.1	788
114	3.4	695	35.8	1968.75	28.1	1868.75	27.6	1831.25	809	2.1	789
117	3.5	696	35.8	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1837.50	811	2.1	789
120	3.4	695	35.7	1968.75	28.3	1868.75	27.6	1843.75	810	2.0	789
123	3.3	695	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.6	1850.00	809	1.9	790
126	3.4	697	35.7	1968.75	28.3	1875.00	27.6	1850.00	809	1.9	788
129	3.3	695	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.6	1850.00	808	1.8	788
132	3.3	696	35.6	1975.00	28.3	1875.00	27.7	1850.00	807	1.8	788

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
135	3.4	697	35.7	1975.00	28.3	1881.25	27.8	1856.25	805	1.9	787
138	3.3	697	35.7	1975.00	28.3	1881.25	27.8	1856.25	804	1.9	785
141	3.3	698	35.7	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1856.25	804	2.0	785
144	3.2	695	35.7	1968.75	28.2	1881.25	27.8	1856.25	802	2.1	785
147	3.2	697	35.7	1968.75	28.1	1875.00	27.8	1850.00	802	2.1	783
150	3.1	697	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1850.00	802	2.1	783
153	3.2	694	35.6	1962.50	27.9	1875.00	27.7	1837.50	803	2.2	783
156	3.2	693	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1837.50	803	2.3	783
159	3.3	695	35.7	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1837.50	804	2.3	783
162	3.3	695	35.7	1968.75	27.8	1868.75	27.7	1831.25	804	2.3	784
165	3.3	694	35.7	1968.75	27.8	1868.75	27.6	1831.25	806	2.3	785
168	3.2	695	35.7	1968.75	27.7	1868.75	27.4	1831.25	808	2.2	786
171	3.2	695	35.7	1962.50	27.7	1868.75	27.4	1831.25	808	2.1	787
174	3.4	696	35.7	1962.50	27.8	1862.50	27.4	1831.25	809	2.1	788
177	3.4	695	35.7	1962.50	27.8	1862.50	27.4	1825.00	810	2.1	788
180	3.4	694	35.7	1962.50	27.9	1862.50	27.4	1831.25	810	2.1	789
183	3.4	695	35.7	1962.50	28.0	1862.50	27.4	1825.00	810	2.0	790
186	3.4	695	35.7	1962.50	28.0	1862.50	27.5	1831.25	811	1.9	789
189	3.4	694	35.6	1956.25	28.0	1868.75	27.4	1831.25	812	1.8	790
192	3.4	695	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.5	1837.50	810	1.9	790
195	3.4	696	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.5	1843.75	811	1.8	789
198	3.4	695	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.6	1843.75	810	1.9	790
201	3.3	696	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1843.75	809	1.9	789
204	3.3	699	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.6	1843.75	808	1.9	788
207	3.3	698	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1850.00	809	2.0	789
210	3.4	700	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.8	1843.75	807	2.0	788
213	3.4	697	35.7	1975.00	28.3	1875.00	27.8	1850.00	807	2.1	787
216	3.4	698	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.8	1850.00	807	2.1	787
219	3.3	697	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1843.75	808	2.1	788
222	3.4	697	35.7	1968.75	28.3	1875.00	27.8	1843.75	807	2.1	787
225	3.3	698	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1843.75	808	2.1	787
228	3.3	696	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1843.75	808	2.1	787
231	3.3	697	35.6	1968.75	28.1	1875.00	27.7	1850.00	808	2.2	787
234	3.3	696	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1843.75	807	2.1	787
237	3.4	695	35.6	1968.75	28.1	1875.00	27.8	1837.50	808	2.3	787
240	3.3	696	35.6	1968.75	28.1	1875.00	27.7	1837.50	809	2.2	787
243	3.3	696	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.6	1837.50	808	2.1	788
246	3.4	698	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1837.50	809	2.1	788
249	3.4	696	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1843.75	809	2.2	788
252	3.4	697	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1837.50	809	2.1	789
255	3.3	696	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1843.75	810	2.1	789
258	3.4	696	35.7	1968.75	28.2	1868.75	27.7	1837.50	809	2.2	789
261	3.4	695	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1837.50	809	2.0	789
264	3.4	697	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.8	1843.75	809	2.1	789
267	3.4	696	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.8	1843.75	809	2.1	789

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
270	3.3	696	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1843.75	810	2.0	789
273	3.3	699	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.7	1850.00	809	2.0	789
276	3.3	698	35.6	1968.75	28.3	1868.75	27.7	1843.75	808	2.0	788
279	3.3	696	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1850.00	808	2.0	788
282	3.4	698	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.8	1850.00	808	2.0	788
285	3.3	697	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1850.00	807	2.1	788
288	3.3	699	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.8	1850.00	807	2.1	786
291	3.3	695	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.8	1837.50	806	2.1	787
294	3.3	695	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.8	1837.50	806	2.1	786
297	3.2	695	35.6	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1837.50	806	2.1	785
300	3.3	698	35.7	1962.50	28.1	1868.75	27.8	1837.50	805	2.2	785
303	3.4	697	35.7	1962.50	28.1	1868.75	27.8	1837.50	805	2.2	786
306	3.3	693	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1831.25	806	2.1	786
309	3.3	697	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.6	1837.50	808	2.2	785
312	3.3	694	35.7	1968.75	28.0	1868.75	27.7	1831.25	807	2.2	787
315	3.2	695	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.6	1831.25	809	2.1	787
318	3.3	694	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.6	1831.25	810	2.1	789
321	3.4	698	35.7	1968.75	28.1	1868.75	27.7	1831.25	810	2.1	789
324	3.4	695	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1831.25	810	2.0	789
327	3.3	695	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.6	1843.75	810	2.0	790
330	3.5	694	35.7	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1837.50	811	2.0	790
333	3.4	696	35.6	1968.75	28.4	1881.25	27.7	1856.25	810	1.9	790
336	3.4	696	35.6	1975.00	28.4	1881.25	27.7	1856.25	809	1.8	790
339	3.3	698	35.6	1975.00	28.5	1881.25	27.7	1856.25	808	1.8	788
342	3.4	698	35.7	1975.00	28.5	1881.25	27.9	1856.25	806	1.8	788
345	3.3	698	35.6	1975.00	28.4	1881.25	27.9	1862.50	805	1.8	787
348	3.3	697	35.6	1975.00	28.4	1887.50	27.9	1862.50	804	1.9	785
351	3.2	696	35.6	1981.25	28.4	1887.50	27.9	1856.25	802	1.9	783
354	3.2	695	35.6	1981.25	28.2	1887.50	27.9	1856.25	802	2.1	783
357	3.2	695	35.6	1975.00	28.2	1881.25	27.9	1850.00	802	2.1	782
360	3.2	696	35.7	1981.25	28.2	1881.25	27.9	1843.75	802	2.3	782
363	3.2	694	35.6	1975.00	28.1	1881.25	27.8	1843.75	803	2.4	783
366	3.2	695	35.7	1975.00	28.0	1875.00	27.8	1837.50	804	2.4	784
369	3.3	695	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.7	1837.50	805	2.4	784
372	3.3	694	35.6	1975.00	27.9	1875.00	27.6	1837.50	806	2.4	784
375	3.3	692	35.7	1975.00	27.9	1868.75	27.6	1843.75	807	2.2	786
378	3.3	694	35.6	1968.75	27.9	1875.00	27.6	1831.25	808	2.1	786
381	3.3	693	35.7	1975.00	28.0	1875.00	27.6	1837.50	809	2.1	788
384	3.3	695	35.7	1968.75	28.1	1868.75	27.6	1837.50	809	2.1	788
387	3.5	693	35.8	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1837.50	812	2.1	790
390	3.4	695	35.7	1975.00	28.1	1875.00	27.5	1843.75	811	1.9	790
393	3.4	696	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.6	1837.50	812	1.8	790
396	3.4	696	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.6	1843.75	812	1.8	791
399	3.4	697	35.6	1968.75	28.4	1875.00	27.6	1850.00	811	1.7	790
402	3.4	697	35.6	1968.75	28.4	1881.25	27.7	1850.00	809	1.7	789

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
405	3.3	698	35.6	1975.00	28.4	1887.50	27.7	1856.25	808	1.6	789
408	3.4	698	35.6	1975.00	28.4	1887.50	27.8	1856.25	807	1.6	789
411	3.4	700	35.7	1975.00	28.4	1881.25	27.9	1862.50	805	1.8	787
414	3.4	698	35.6	1975.00	28.3	1881.25	27.9	1862.50	804	1.8	785
417	3.3	697	35.7	1975.00	28.3	1881.25	27.9	1856.25	804	1.9	785
420	3.3	696	35.7	1975.00	28.2	1881.25	27.9	1850.00	803	2.1	784
423	3.3	693	35.7	1975.00	28.1	1881.25	27.8	1843.75	803	2.2	784
426	3.3	697	35.6	1975.00	28.1	1875.00	27.9	1843.75	803	2.2	783
429	3.3	696	35.7	1975.00	28.0	1875.00	27.8	1843.75	804	2.2	784
432	3.3	696	35.6	1975.00	27.9	1881.25	27.8	1837.50	805	2.2	785
435	3.4	696	35.7	1975.00	27.9	1875.00	27.8	1831.25	806	2.4	786
438	3.3	696	35.7	1975.00	27.8	1875.00	27.7	1831.25	807	2.2	785
441	3.4	695	35.7	1968.75	27.9	1875.00	27.7	1837.50	808	2.3	786
444	3.4	694	35.7	1968.75	27.9	1868.75	27.6	1831.25	809	2.2	788
447	3.4	694	35.7	1968.75	27.9	1868.75	27.5	1831.25	810	2.2	788
450	3.4	695	35.7	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1837.50	810	2.1	789
453	3.4	696	35.7	1968.75	28.0	1868.75	27.5	1837.50	811	2.2	789
456	3.3	696	35.7	1968.75	28.1	1868.75	27.5	1831.25	813	1.9	790
459	3.4	694	35.6	1962.50	28.1	1868.75	27.5	1831.25	812	1.8	791
462	3.4	696	35.7	1962.50	28.3	1868.75	27.6	1837.50	811	1.7	791
465	3.5	696	35.7	1968.75	28.3	1868.75	27.7	1843.75	811	1.7	791
468	3.4	697	35.7	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1850.00	809	1.6	790
471	3.5	697	35.7	1968.75	28.4	1881.25	27.7	1850.00	809	1.7	790
474	3.5	699	35.7	1968.75	28.4	1875.00	27.8	1850.00	807	1.8	789
477	3.4	696	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.8	1850.00	805	1.9	786
480	3.3	697	35.6	1968.75	28.2	1881.25	27.8	1850.00	805	1.9	786
483	3.4	698	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.9	1850.00	804	2.1	785
486	3.4	697	35.7	1968.75	28.2	1875.00	27.9	1850.00	803	2.2	783
489	3.3	698	35.7	1968.75	28.1	1875.00	27.9	1837.50	804	2.3	784
492	3.3	695	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.8	1837.50	804	2.4	784
495	3.3	696	35.7	1968.75	28.0	1862.50	27.8	1831.25	804	2.5	785
498	3.4	695	35.6	1962.50	28.0	1868.75	27.7	1825.00	805	2.5	785
501	3.3	696	35.7	1962.50	27.9	1868.75	27.6	1831.25	807	2.5	786
504	3.4	697	35.7	1968.75	27.8	1868.75	27.6	1825.00	807	2.4	786
507	3.4	693	35.7	1968.75	27.9	1862.50	27.6	1831.25	810	2.4	787
510	3.4	695	35.7	1962.50	27.9	1862.50	27.5	1825.00	809	2.3	788
513	3.4	694	35.7	1962.50	27.9	1862.50	27.5	1818.75	810	2.2	789
516	3.4	694	35.8	1956.25	28.0	1862.50	27.6	1825.00	811	2.3	790
519	3.4	694	35.7	1956.25	28.0	1862.50	27.5	1825.00	811	2.1	790
522	3.4	694	35.7	1956.25	28.0	1862.50	27.5	1825.00	811	2.0	790
525	3.3	696	35.7	1956.25	28.1	1862.50	27.5	1831.25	811	1.8	790

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
0	3.4	697	35.7	1962.50	28.2	1868.75	27.7	1831.25	812	2.2	791
3	3.4	698	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.7	1831.25	811	2.2	791
6	3.4	698	35.6	1962.50	28.3	1868.75	27.7	1831.25	811	2.2	790
9	3.4	697	35.6	1962.50	28.3	1868.75	27.7	1837.50	811	2.1	790
12	3.4	698	35.5	1962.50	28.3	1868.75	27.8	1843.75	810	2.1	790
15	3.4	699	35.5	1962.50	28.2	1868.75	27.8	1837.50	809	2.1	789
18	3.4	698	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.8	1837.50	808	2.1	789
21	3.4	696	35.5	1962.50	28.1	1868.75	27.9	1837.50	808	2.1	788
24	3.4	696	35.5	1962.50	28.0	1868.75	27.9	1837.50	807	2.2	786
27	3.4	698	35.5	1962.50	28.0	1868.75	27.8	1831.25	806	2.2	787
30	3.4	697	35.6	1962.50	28.0	1862.50	27.9	1831.25	805	2.4	786
33	3.4	696	35.6	1956.25	28.0	1862.50	27.8	1831.25	806	2.4	787
36	3.3	696	35.5	1962.50	27.9	1862.50	27.7	1825.00	807	2.3	786
39	3.4	697	35.5	1962.50	27.8	1862.50	27.6	1825.00	808	2.3	786
42	3.4	696	35.6	1962.50	27.8	1862.50	27.6	1825.00	809	2.3	787
45	3.4	696	35.6	1962.50	27.8	1862.50	27.5	1831.25	810	2.2	787
48	3.4	694	35.6	1962.50	27.8	1862.50	27.5	1825.00	810	2.2	790
51	3.4	697	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.5	1831.25	811	2.2	789
54	3.4	694	35.6	1962.50	28.0	1862.50	27.5	1831.25	812	2.2	790
57	3.4	696	35.6	1962.50	28.0	1862.50	27.5	1825.00	812	2.2	790
60	3.4	695	35.5	1962.50	28.0	1862.50	27.5	1831.25	812	2.1	791
63	3.4	696	35.5	1962.50	28.1	1868.75	27.5	1837.50	812	2.1	790
66	3.4	695	35.5	1962.50	28.3	1868.75	27.6	1837.50	811	1.9	790
69	3.4	695	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1850.00	810	1.9	789
72	3.4	696	35.5	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1850.00	808	1.7	789
75	3.5	699	35.6	1968.75	28.4	1875.00	27.8	1850.00	807	1.8	788
78	3.4	699	35.5	1968.75	28.3	1875.00	27.8	1850.00	805	1.9	787
81	3.3	697	35.5	1968.75	28.2	1881.25	27.8	1850.00	804	2.0	785
84	3.3	696	35.5	1968.75	28.1	1875.00	27.8	1843.75	804	2.1	784
87	3.3	696	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.9	1843.75	803	2.4	784
90	3.3	697	35.5	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1837.50	804	2.4	782
93	3.2	696	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.8	1831.25	804	2.4	783
96	3.2	696	35.5	1968.75	27.9	1875.00	27.7	1825.00	805	2.4	784
99	3.3	695	35.5	1968.75	27.8	1868.75	27.7	1825.00	806	2.5	785
102	3.4	694	35.7	1968.75	27.8	1868.75	27.7	1825.00	807	2.4	785
105	3.4	694	35.7	1968.75	27.8	1868.75	27.6	1825.00	809	2.4	786
108	3.4	693	35.7	1962.50	27.8	1862.50	27.6	1825.00	809	2.3	786
111	3.3	693	35.6	1962.50	27.8	1868.75	27.5	1831.25	810	2.2	788
114	3.3	696	35.6	1968.75	27.8	1868.75	27.4	1825.00	810	2.1	788
117	3.4	695	35.7	1962.50	27.9	1868.75	27.5	1831.25	811	2.0	789
120	3.3	697	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.5	1825.00	812	1.8	788
123	3.4	693	35.7	1962.50	28.1	1868.75	27.6	1825.00	812	1.9	790
126	3.3	695	35.6	1962.50	28.1	1868.75	27.5	1831.25	812	1.7	789
129	3.4	694	35.6	1962.50	28.3	1875.00	27.6	1843.75	810	1.7	789
132	3.4	693	35.6	1968.75	28.3	1868.75	27.6	1843.75	809	1.6	789

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (kPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (kPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (kPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (kPa)	Peva,in (kPa)	Teva,out (C)	Peva,out (kPa)
135	3.4	694	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.8	1850.00	808	1.6	787
138	3.4	695	35.6	1968.75	28.3	1881.25	27.8	1850.00	807	1.6	787
141	3.4	697	35.6	1968.75	28.4	1881.25	27.8	1850.00	805	1.6	786
144	3.4	697	35.6	1975.00	28.4	1881.25	27.9	1850.00	804	1.7	785
147	3.2	695	35.5	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1856.25	804	1.8	785
150	3.3	696	35.6	1975.00	28.2	1881.25	27.9	1850.00	804	1.9	784
153	3.2	697	35.6	1975.00	28.2	1881.25	27.8	1843.75	803	2.0	783
156	3.2	695	35.7	1975.00	28.1	1881.25	27.9	1843.75	803	2.1	782
159	3.2	693	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1837.50	804	2.1	783
162	3.3	697	35.7	1975.00	28.1	1875.00	27.8	1837.50	805	2.2	783
165	3.3	692	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1831.25	805	2.2	785
168	3.3	695	35.7	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1831.25	806	2.2	784
171	3.2	695	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1837.50	808	2.1	785
174	3.4	694	35.7	1968.75	28.0	1868.75	27.7	1837.50	808	2.2	786
177	3.4	693	35.7	1962.50	28.0	1868.75	27.7	1831.25	809	2.1	786
180	3.4	694	35.7	1962.50	28.1	1868.75	27.7	1831.25	809	2.1	786
183	3.4	693	35.7	1962.50	28.2	1868.75	27.8	1843.75	809	2.0	787
186	3.3	693	35.7	1962.50	28.2	1868.75	27.7	1843.75	808	2.0	786
189	3.2	693	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.6	1837.50	807	1.9	786
192	3.3	693	35.7	1962.50	28.2	1868.75	27.7	1837.50	806	1.9	785
195	3.3	692	35.7	1962.50	28.2	1868.75	27.8	1843.75	805	1.9	785
198	3.3	696	35.7	1962.50	28.2	1875.00	27.8	1843.75	804	2.0	783
201	3.2	694	35.6	1962.50	28.1	1875.00	27.7	1837.50	804	1.9	783
204	3.2	694	35.7	1962.50	28.1	1875.00	27.8	1843.75	803	2.0	782
207	3.2	694	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1843.75	803	2.0	783
210	3.2	697	35.6	1968.75	27.9	1875.00	27.7	1831.25	804	2.1	783
213	3.2	694	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.7	1831.25	805	2.1	783
216	3.2	696	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.6	1831.25	805	2.1	783
219	3.2	693	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.6	1825.00	806	2.1	784
222	3.2	692	35.6	1962.50	27.9	1862.50	27.6	1831.25	808	2.1	785
225	3.2	693	35.6	1962.50	27.9	1862.50	27.6	1825.00	808	2.1	786
228	3.4	693	35.7	1962.50	28.0	1868.75	27.6	1825.00	808	2.1	786
231	3.3	693	35.6	1962.50	27.9	1862.50	27.6	1825.00	809	2.0	786
234	3.3	691	35.6	1962.50	28.1	1862.50	27.6	1831.25	809	2.0	787
237	3.3	692	35.6	1962.50	28.1	1868.75	27.6	1837.50	810	2.0	787
240	3.3	692	35.6	1962.50	28.2	1868.75	27.6	1837.50	809	1.8	787
243	3.3	691	35.6	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1843.75	809	1.8	788
246	3.3	694	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1843.75	808	1.7	786
249	3.2	695	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1843.75	807	1.6	786
252	3.3	693	35.6	1968.75	28.3	1881.25	27.8	1850.00	806	1.7	786
255	3.3	695	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.8	1843.75	805	1.6	784
258	3.2	695	35.6	1968.75	28.3	1881.25	27.9	1856.25	804	1.7	784
261	3.2	695	35.6	1968.75	28.2	1881.25	27.9	1850.00	803	1.8	782
264	3.2	695	35.6	1968.75	28.2	1881.25	27.9	1843.75	802	1.9	782
267	3.2	694	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.9	1843.75	801	2.0	780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
270	3.1	694	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1843.75	801	2.0	781
273	3.2	694	35.6	1968.75	28.1	1875.00	27.9	1843.75	801	2.2	781
276	3.2	691	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.8	1831.25	802	2.2	781
279	3.2	693	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.8	1831.25	802	2.2	781
282	3.2	693	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.7	1831.25	804	2.2	781
285	3.2	690	35.7	1962.50	27.9	1868.75	27.7	1831.25	805	2.2	783
288	3.2	692	35.7	1962.50	27.9	1862.50	27.7	1831.25	806	2.1	784
291	3.2	692	35.6	1962.50	27.8	1868.75	27.5	1831.25	806	2.0	784
294	3.2	690	35.8	1962.50	27.9	1868.75	27.6	1818.75	807	2.0	785
297	3.3	692	35.8	1962.50	28.0	1868.75	27.6	1831.25	808	2.0	786
300	3.2	694	35.6	1962.50	28.0	1868.75	27.5	1831.25	809	1.9	786
303	3.2	694	35.6	1962.50	28.0	1868.75	27.5	1831.25	809	1.9	786
306	3.3	691	35.7	1968.75	28.2	1868.75	27.6	1837.50	809	2.0	787
309	3.2	691	35.6	1962.50	28.1	1868.75	27.6	1831.25	809	1.8	786
312	3.3	693	35.6	1962.50	28.3	1875.00	27.6	1837.50	808	1.7	787
315	3.2	695	35.6	1968.75	28.3	1875.00	27.7	1850.00	805	1.6	785
318	3.2	693	35.6	1962.50	28.2	1881.25	27.7	1850.00	805	1.6	784
321	3.2	694	35.6	1968.75	28.2	1875.00	27.8	1850.00	803	1.7	784
324	3.1	694	35.5	1968.75	28.2	1875.00	27.7	1850.00	802	1.7	783
327	3.1	695	35.5	1968.75	28.1	1881.25	27.8	1850.00	801	1.8	781
330	3.1	693	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1843.75	802	1.9	781
333	3.1	694	35.6	1968.75	28.0	1875.00	27.8	1837.50	801	2.0	781
336	3.1	694	35.6	1968.75	28.0	1868.75	27.8	1843.75	802	2.2	780
339	3.1	695	35.6	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1831.25	801	2.2	780
342	3.1	692	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.7	1831.25	802	2.2	782
345	3.2	693	35.6	1962.50	27.9	1868.75	27.6	1825.00	804	2.2	782
348	3.1	691	35.5	1962.50	27.8	1862.50	27.6	1825.00	805	2.2	782
351	3.1	690	35.6	1962.50	27.8	1862.50	27.5	1825.00	805	2.1	783
354	3.1	690	35.6	1956.25	27.9	1862.50	27.5	1825.00	806	2.0	783
357	3.1	690	35.6	1962.50	27.8	1862.50	27.4	1825.00	807	1.9	784
360	3.2	692	35.6	1962.50	27.9	1862.50	27.5	1825.00	808	1.9	785
363	3.2	692	35.6	1962.50	27.9	1862.50	27.5	1825.00	809	1.9	786
366	3.2	692	35.6	1962.50	28.0	1862.50	27.5	1831.25	808	1.9	786
369	3.2	694	35.6	1956.25	28.0	1868.75	27.5	1831.25	809	1.8	787
372	3.2	695	35.5	1962.50	28.1	1868.75	27.6	1837.50	810	1.8	787
375	3.3	694	35.6	1962.50	28.2	1862.50	27.6	1837.50	809	1.7	788
378	3.3	696	35.5	1962.50	28.2	1868.75	27.6	1843.75	809	1.8	786
381	3.3	694	35.5	1962.50	28.2	1875.00	27.7	1850.00	806	1.9	786
384	3.2	695	35.5	1962.50	28.3	1875.00	27.7	1850.00	805	1.9	785
387	3.2	694	35.5	1962.50	28.1	1875.00	27.7	1850.00	805	1.9	784
390	3.2	694	35.5	1962.50	28.1	1875.00	27.7	1850.00	804	2.1	784
393	3.1	698	35.5	1962.50	28.0	1875.00	27.7	1850.00	802	2.0	781
396	3.0	693	35.5	1962.50	27.9	1875.00	27.7	1843.75	801	2.1	780
399	3.1	694	35.5	1968.75	27.9	1868.75	27.7	1837.50	801	2.4	781
402	3.0	693	35.5	1962.50	27.9	1868.75	27.7	1837.50	801	2.4	780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.9 (ต่อ) ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูล Analog Input Module ในสภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	Tcom,in (C)	Pcom,in (KPa)	Tcom,out (C)	Pcom,out (KPa)	Tcon,in (C)	Pcon,in (KPa)	Texp,in (C)	Pexp,in (KPa)	Peva,in (KPa)	Teva,out (C)	Peva,out (KPa)
405	3.1	693	35.5	1962.50	27.8	1868.75	27.7	1831.25	802	2.4	781
408	3.1	692	35.5	1962.50	27.8	1862.50	27.6	1831.25	804	2.4	781
411	3.1	695	35.5	1962.50	27.7	1868.75	27.5	1831.25	804	2.3	782
414	3.0	691	35.5	1962.50	27.6	1862.50	27.4	1825.00	804	2.1	782
417	3.1	690	35.5	1956.25	27.7	1862.50	27.4	1831.25	806	2.1	783
420	3.1	692	35.5	1956.25	27.7	1862.50	27.4	1825.00	805	2.1	783
423	3.1	691	35.5	1956.25	27.7	1856.25	27.4	1831.25	806	2.0	783
426	3.1	691	35.6	1956.25	27.7	1862.50	27.4	1825.00	807	2.0	785
429	3.1	692	35.5	1956.25	27.8	1856.25	27.4	1825.00	808	1.9	785
432	3.2	693	35.5	1956.25	27.9	1856.25	27.4	1825.00	808	1.8	786
435	3.2	692	35.5	1956.25	28.0	1862.50	27.5	1831.25	808	1.8	786
438	3.2	692	35.4	1956.25	28.0	1862.50	27.4	1831.25	809	1.7	786
441	3.2	692	35.4	1956.25	28.0	1868.75	27.4	1843.75	807	1.7	786
444	3.2	695	35.5	1962.50	28.1	1868.75	27.4	1837.50	806	1.6	785
447	3.2	693	35.4	1956.25	28.1	1868.75	27.5	1843.75	805	1.5	784
450	3.1	693	35.4	1956.25	28.1	1868.75	27.5	1837.50	803	1.6	783
453	3.1	693	35.4	1962.50	28.1	1868.75	27.6	1843.75	803	1.7	783
456	3.2	696	35.4	1962.50	28.0	1875.00	27.6	1843.75	801	1.8	782
459	3.1	695	35.4	1962.50	27.9	1875.00	27.6	1843.75	801	1.8	780
462	3.0	694	35.3	1962.50	27.8	1868.75	27.5	1837.50	800	1.9	781
465	3.0	694	35.4	1962.50	27.8	1868.75	27.5	1837.50	800	2.0	779
468	2.9	694	35.4	1962.50	27.7	1868.75	27.5	1837.50	801	2.2	779
471	3.0	693	35.4	1962.50	27.7	1862.50	27.5	1831.25	802	2.2	782
474	3.0	695	35.4	1962.50	27.6	1868.75	27.4	1825.00	804	2.2	782
477	3.1	691	35.5	1956.25	27.7	1862.50	27.5	1825.00	805	2.2	782
480	3.1	692	35.5	1962.50	27.6	1856.25	27.3	1818.75	806	2.1	784
483	3.2	695	35.5	1956.25	27.7	1862.50	27.4	1825.00	808	2.1	784
486	3.1	693	35.5	1956.25	27.7	1862.50	27.3	1831.25	808	2.0	785
489	3.2	692	35.5	1956.25	27.7	1862.50	27.3	1831.25	810	2.0	787
492	3.2	695	35.6	1962.50	27.9	1856.25	27.4	1825.00	811	2.0	787
495	3.2	693	35.4	1962.50	27.9	1862.50	27.3	1831.25	811	1.9	789
498	3.3	696	35.5	1962.50	28.0	1862.50	27.4	1831.25	811	1.9	789
501	3.3	695	35.6	1962.50	28.1	1868.75	27.4	1837.50	811	1.8	789
504	3.3	695	35.5	1962.50	28.2	1868.75	27.5	1843.75	810	1.8	789
507	3.3	695	35.5	1962.50	28.2	1875.00	27.5	1843.75	809	1.6	788
510	3.2	697	35.5	1968.75	28.2	1875.00	27.5	1850.00	807	1.6	787
513	3.2	696	35.4	1962.50	28.1	1875.00	27.6	1850.00	805	1.7	785
516	3.1	695	35.5	1968.75	28.1	1881.25	27.6	1850.00	804	1.7	783
519	3.1	694	35.4	1962.50	28.0	1875.00	27.7	1850.00	801	1.8	782
522	3.1	694	35.4	1962.50	28.0	1875.00	27.7	1843.75	801	1.9	781
525	3.0	694	35.5	1962.50	27.9	1868.75	27.7	1837.50	800	2.1	779

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.10 ค่าพารามิเตอร์ที่นำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม MATLAB สภาวะในการทดลองที่ 1 เมื่ออัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย เท่ากับ 8.26 kW

สภาวะในการทดลองที่ 1	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์ (°C)	7.349		
ความดันของสารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์ (KPa)	783.145		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (°C)	38.953		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (KPa)	2051.990		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกเครื่องควบแน่น (°C)	28.060		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกเครื่องควบแน่น (KPa)	1953.038		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าวาล์วลดความดัน (°C)	28.060		
ความดันของสารทำความเย็นขาเข้าวาล์วลดความดัน (KPa)	1917.563		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกวาล์วลดความดัน (KPa)	895.486		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกเครื่องระเหย (°C)	5.155		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกเครื่องระเหย (KPa)	881.430		
อุณหภูมิอากาศขาเข้าเครื่องระเหย (°C)	23.2	23.0	23.3
อุณหภูมิอากาศขาออกเครื่องระเหย (°C)	13.1	14.7	14.3
ความชื้นสัมพัทธ์ขาเข้าเครื่องระเหย (%)	56.8	56.0	55.3
ความชื้นสัมพัทธ์ขาออกเครื่องระเหย (%)	84.5	73.5	75.5
ความเร็วลมขาเข้าเครื่องระเหย (m/s)	2.73	3.42	3.50
ความเร็วลมขาออกเครื่องระเหย (m/s)	7.38	8.14	8.27
พื้นที่หน้าตัดขาออกเครื่องระเหย (m^2)	0.1680		
พื้นที่หน้าตัดขาเข้าเครื่องระเหย (m^2)	0.24		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.11 ค่าพารามิเตอร์ที่นำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม MATLAB สภาวะในการทดลองที่ 2 เมื่ออัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย เท่ากับ 7.77 kW

สภาวะในการทดลองที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์ (°C)	4.922		
ความดันของสารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์ (KPa)	735.298		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (°C)	35.918		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (KPa)	1989.689		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกเครื่องควบแน่น (°C)	28.147		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกเครื่องควบแน่น (KPa)	1888.021		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าวาล์วลดความดัน (°C)	27.774		
ความดันของสารทำความเย็นขาเข้าวาล์วลดความดัน (KPa)	1851.540		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกวาล์วลดความดัน (KPa)	850.076		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกเครื่องระเหย (°C)	3.459		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกเครื่องระเหย (KPa)	831.913		
อุณหภูมิอากาศขาเข้าเครื่องระเหย (°C)	22.5	22.9	22.7
อุณหภูมิอากาศขาออกเครื่องระเหย (°C)	11.9	12.6	11.3
ความชื้นสัมพัทธ์ขาเข้าเครื่องระเหย (%)	53.7	55.0	51.6
ความชื้นสัมพัทธ์ขาออกเครื่องระเหย (%)	79.1	79.4	76.0
ความเร็วลมขาเข้าเครื่องระเหย (m/s)	2.57	2.96	2.59
ความเร็วลมขาออกเครื่องระเหย (m/s)	5.73	6.05	5.56
พื้นที่หน้าตัดขาออกเครื่องระเหย (m^2)	0.1680		
พื้นที่หน้าตัดขาเข้าเครื่องระเหย (m^2)	0.24		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

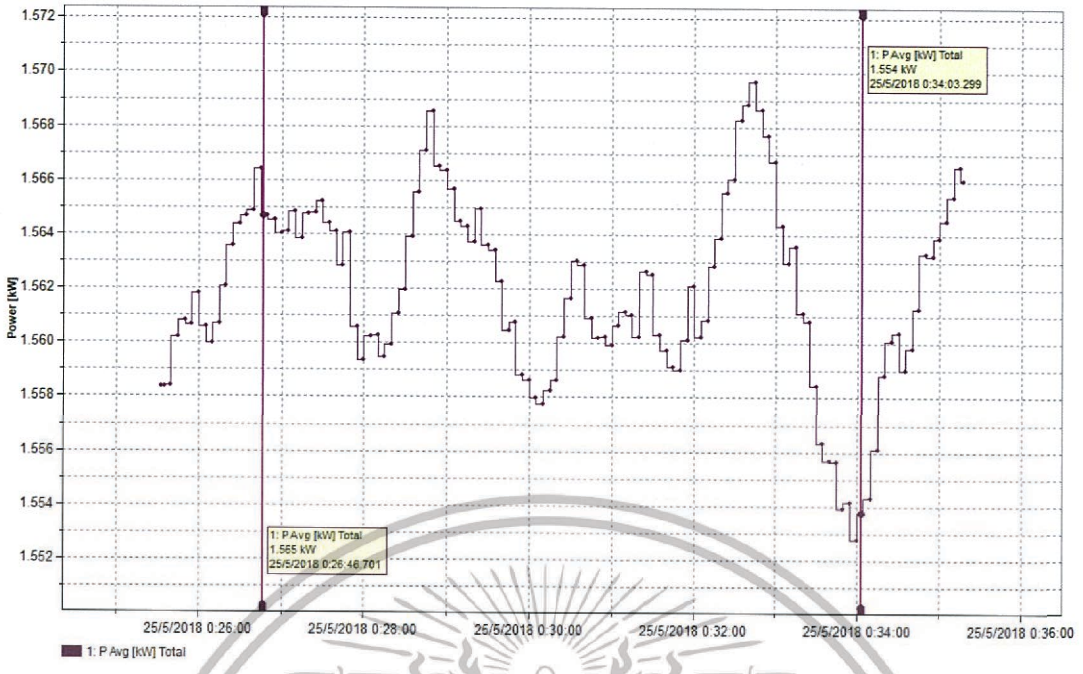
ตารางที่ ก.12 ค่าพารามิเตอร์ที่นำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม MATLAB สภาวะในการทดลองที่ 3 เมื่ออัตราการดูดความร้อนที่เครื่องระเหย เท่ากับ 7.34 kW

สภาวะในการทดลองที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์ (°C)	3.355		
ความดันของสารทำความเย็นขาเข้าคอมเพรสเซอร์ (KPa)	696.316		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (°C)	35.565		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกคอมเพรสเซอร์ (KPa)	1967.277		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกเครื่องควบแน่น (°C)	28.079		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกเครื่องควบแน่น (KPa)	1871.495		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าวาล์วลดความดัน (°C)	27.682		
ความดันของสารทำความเย็นขาเข้าวาล์วลดความดัน (KPa)	1838.797		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกวาล์วลดความดัน (KPa)	808.185		
อุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกเครื่องระเหย (°C)	2.070		
ความดันของสารทำความเย็นขาออกเครื่องระเหย (KPa)	787.753		
อุณหภูมิอากาศขาเข้าเครื่องระเหย (°C)	22.7	22.6	22.6
อุณหภูมิอากาศขาออกเครื่องระเหย (°C)	10.0	10.1	10.5
ความชื้นสัมพัทธ์ขาเข้าเครื่องระเหย (%)	49.0	48.6	48.2
ความชื้นสัมพัทธ์ขาออกเครื่องระเหย (%)	76.2	74.1	74.2
ความเร็วลมขาเข้าเครื่องระเหย (m/s)	2.52	2.50	2.64
ความเร็วลมขาออกเครื่องระเหย (m/s)	5.12	5.15	5.25
พื้นที่หน้าตัดขาออกเครื่องระเหย (m^2)	0.1680		
พื้นที่หน้าตัดขาเข้าเครื่องระเหย (m^2)	0.24		

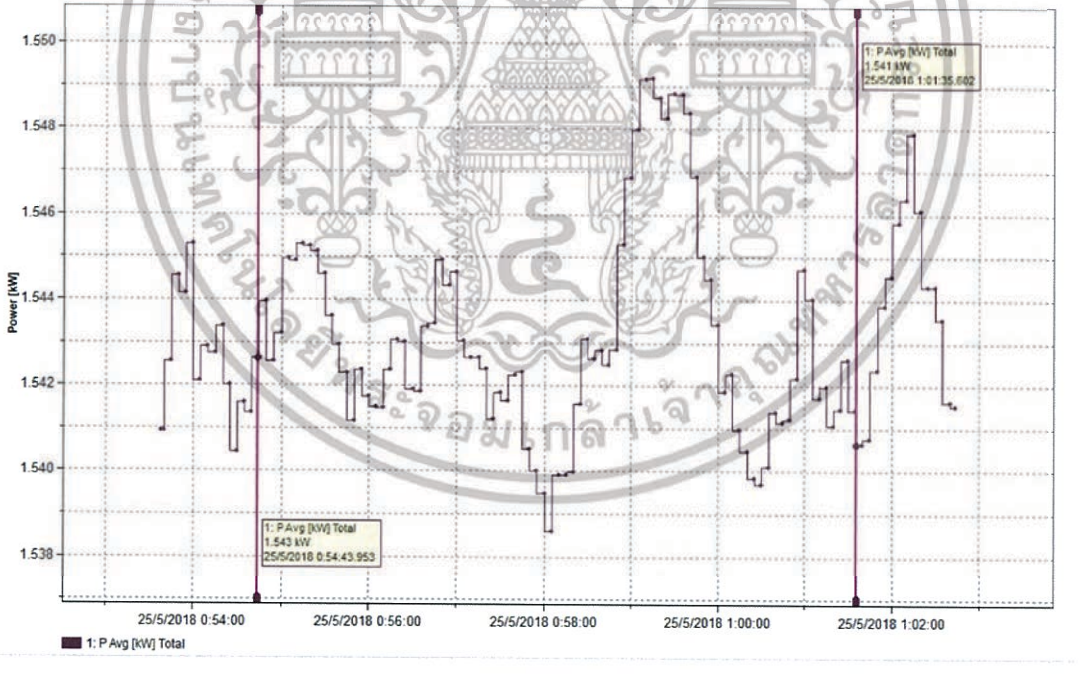
ตารางที่ ก.13 อัตราการไหลของน้ำที่ถูกควบแน่นโดยเครื่องระเหยภายในเวลา 3 นาที

สภาวะการทดลองที่		1	2	3
อัตราการไหล (kg/s)	ครั้งที่ 1	152.3	129.2	106.7
	ครั้งที่ 2	123.3	118.3	100.0
	ครั้งที่ 3	135.5	109.3	102.5
	เฉลี่ย	137.06	118.94	103.06
อุณหภูมิ (C)		14.33	13.83	12.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

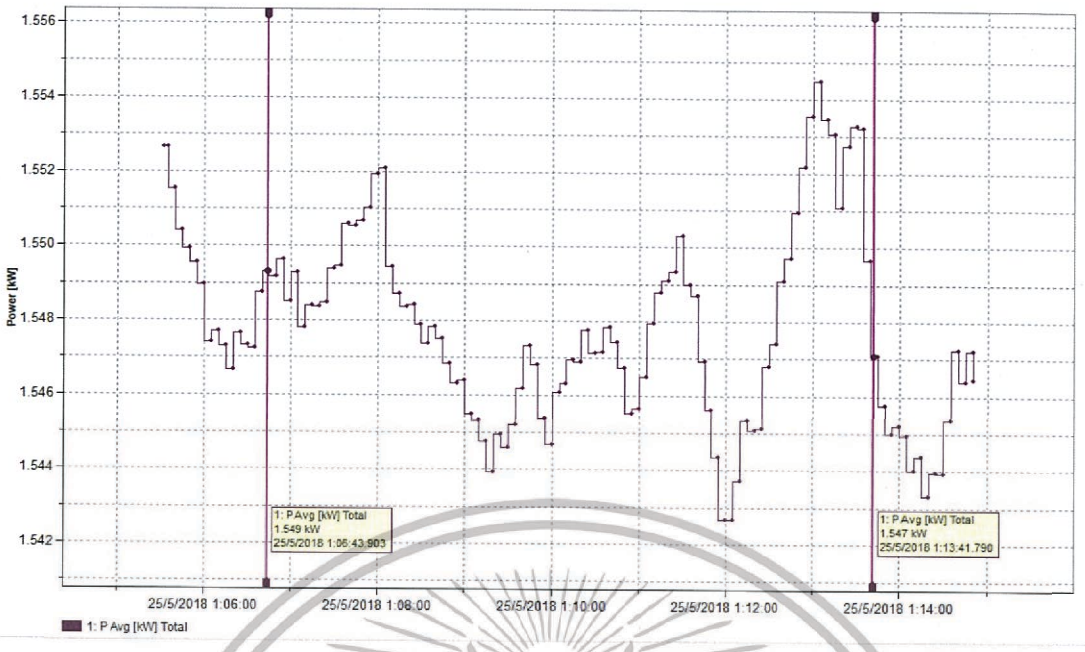


รูปที่ 1 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1

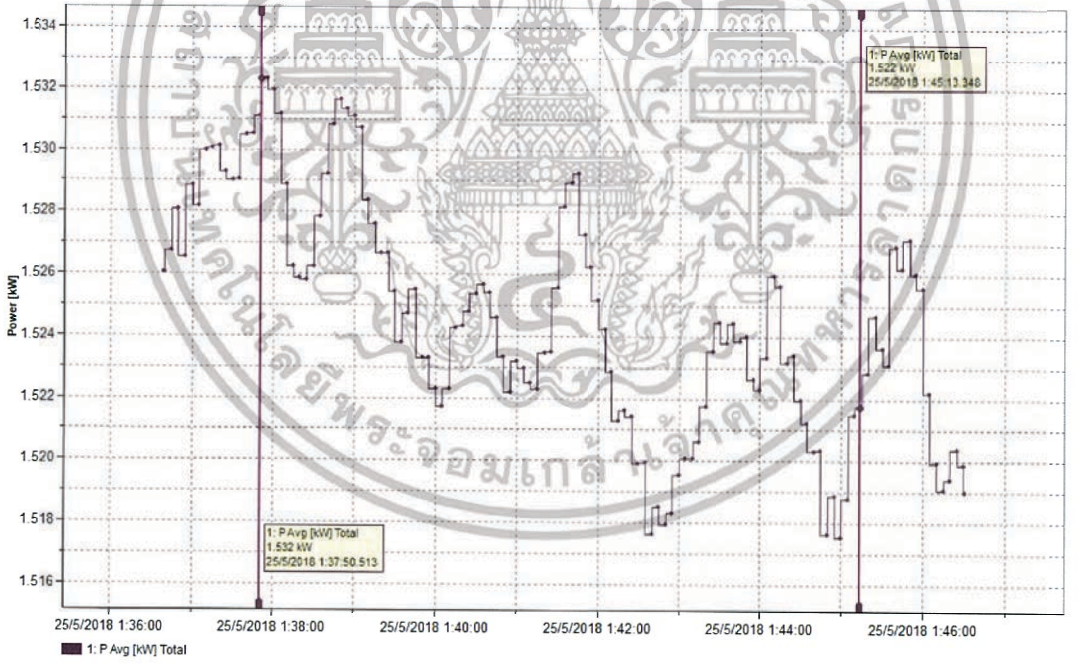


รูปที่ 2 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

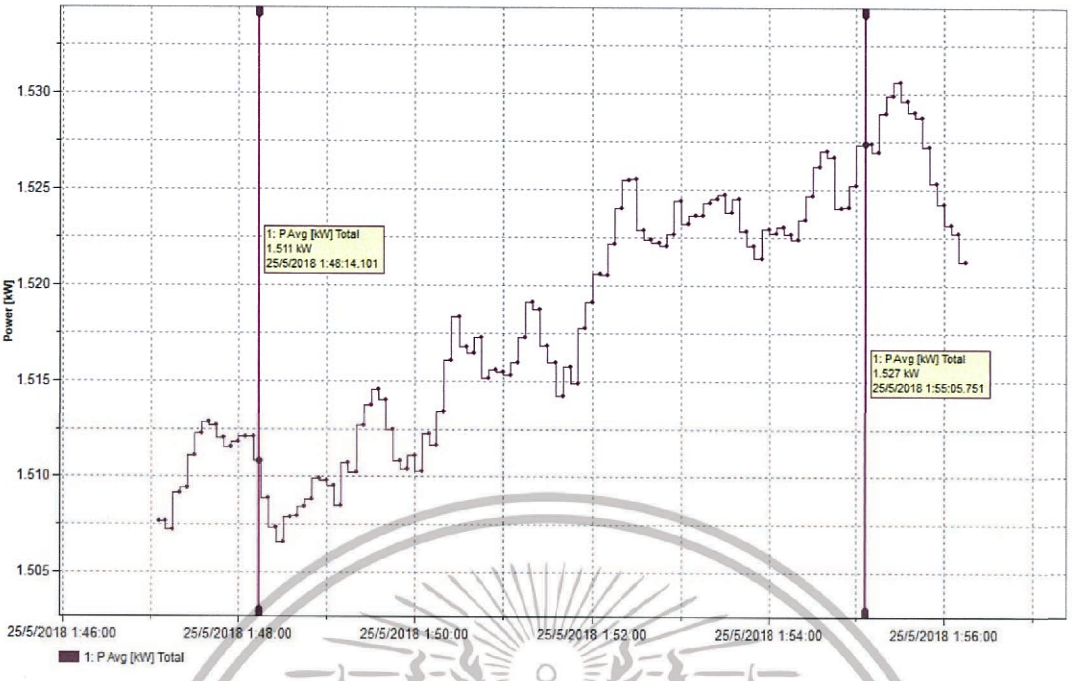


รูปที่ 3 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3

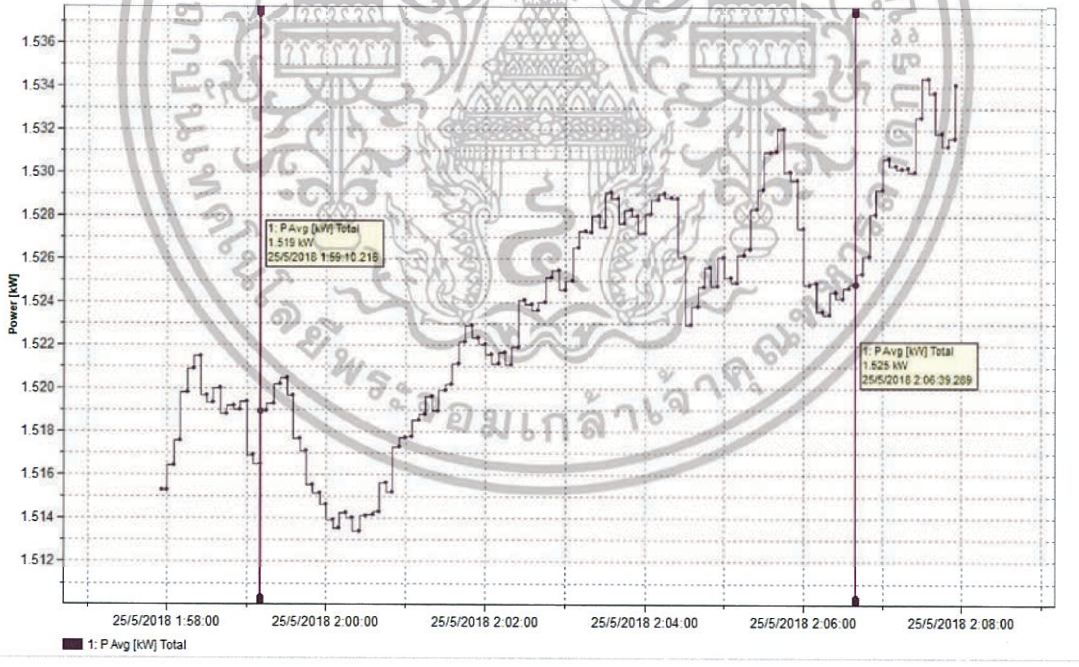


รูปที่ 4 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

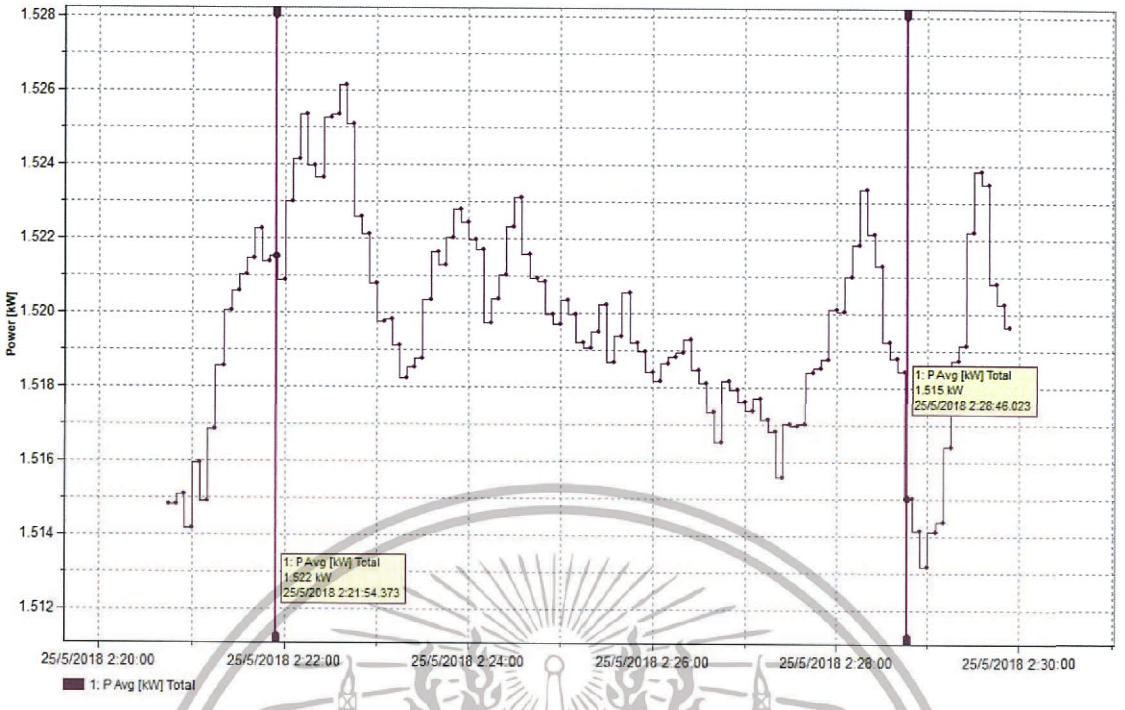


รูปที่ 5 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2

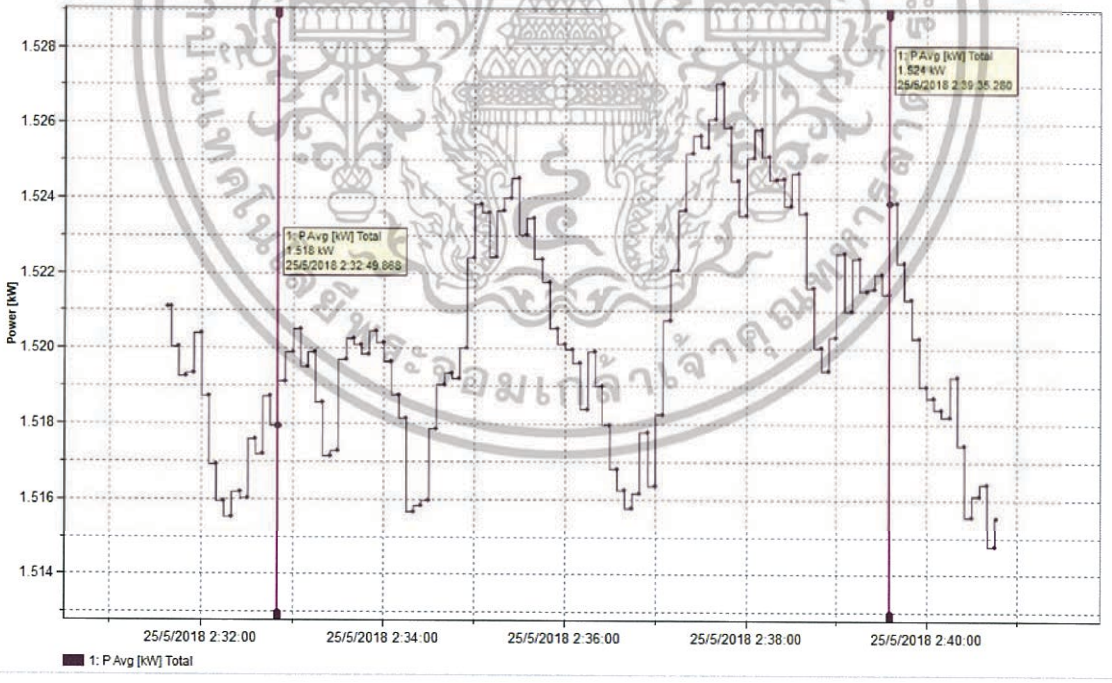


รูปที่ 6 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

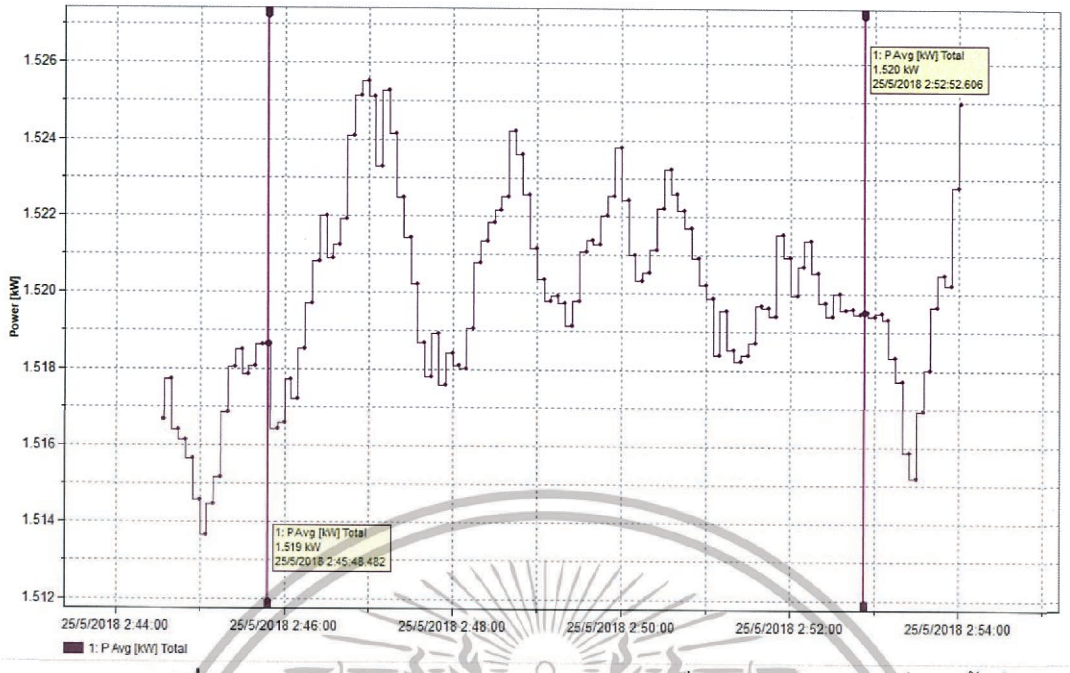


รูปที่ 7 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1



รูปที่ 8 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ที่สภาวะการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1

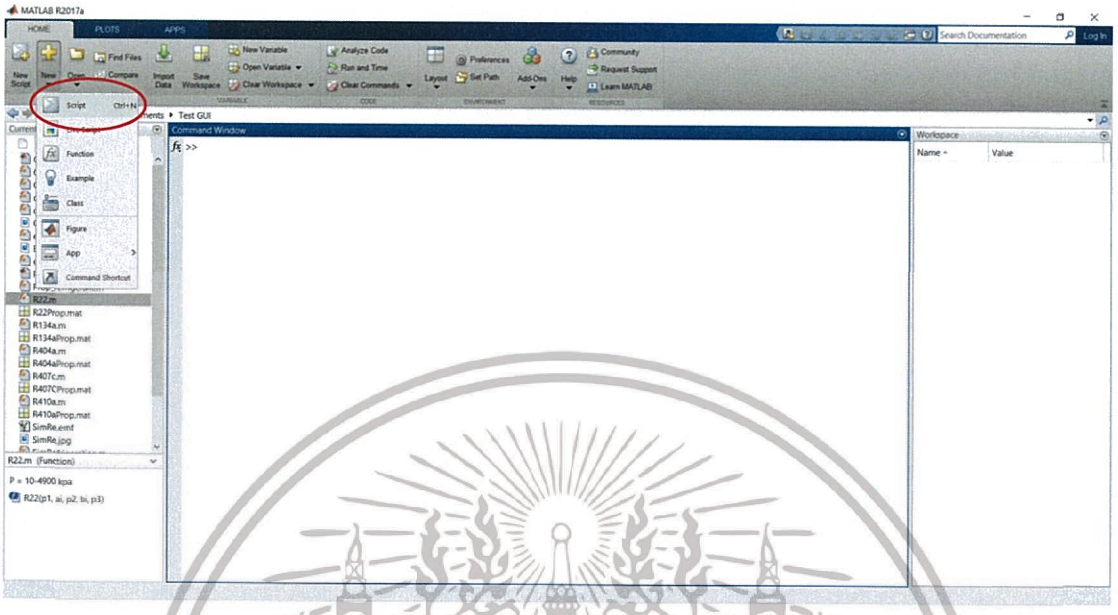
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
การใช้งานฟังก์ชันสำหรับเรียกค่าสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกของสารทำความเย็น และฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอโดยโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

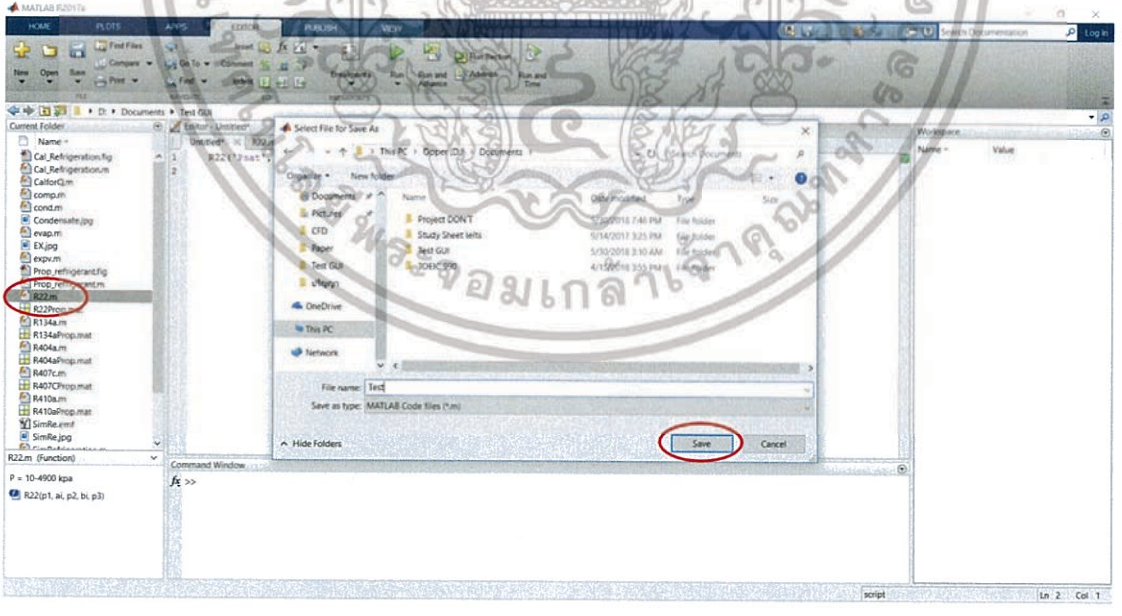
1. การใช้งานฟังก์ชันของสารทำความเย็น

1.1 เปิดโปรแกรม MATLAB และสร้างหน้า Script ขึ้นมาใหม่



รูปที่ 10 การใช้ฟังก์ชันเรียกค่าสมบัติของสารทำความเย็น (1)

1.2 บันทึกไฟร์ Script ให้อยู่ในโฟร์เดอร์กับฟังก์ชันก่อนจึงสามารถสั่งดำเนินโปรแกรมได้



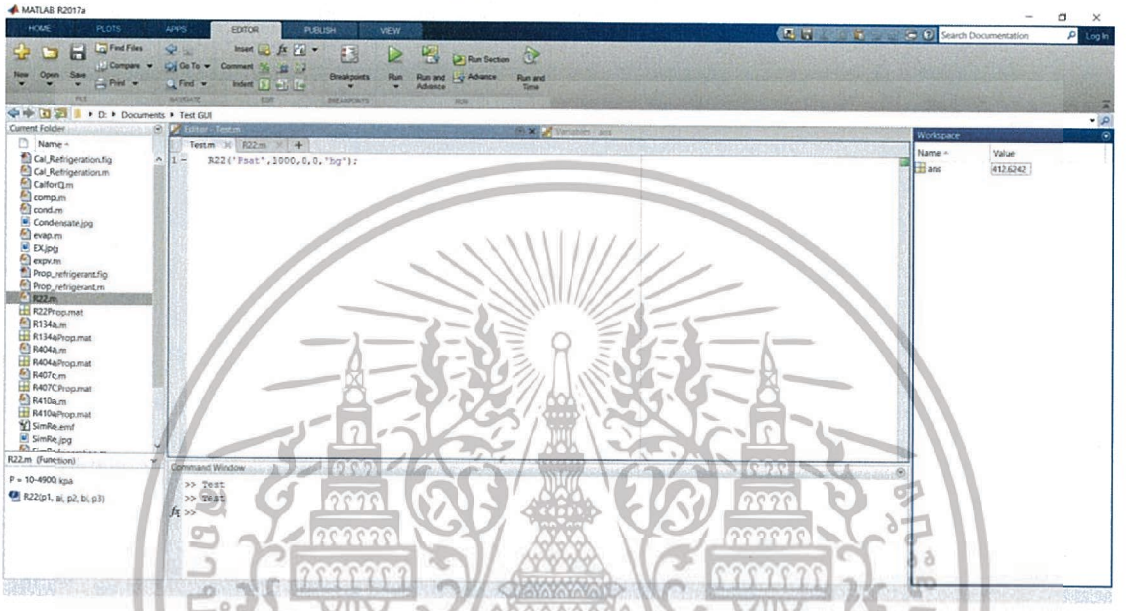
รูปที่ 11 การใช้ฟังก์ชันเรียกค่าสมบัติของสารทำความเย็น (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เขียนฟังก์ชัน `R22(p1,ai,p2,bi,p3)` โดยตำแหน่งแต่ละตัวแปร จะสามารถกรอกได้ดังนี้ p1, p2 และ p3 จะต้องใส่ค่าเป็นตัวอักขระ ai bi จะใส่ค่าเป็นตัวเลขของตัวแปรของ p1 และ p2 ตามลำดับ p3 คือค่าตัวแปรที่ต้องการให้ฟังก์ชันแสดงค่าออกมา โดยตัวแปรที่ใช้ในแต่ละตำแหน่ง p1, p2 และ p3 จะเขียนอธิบายอยู่ในฟังก์ชันใน ภาคผนวก ข หัวข้อที่ 3

1.4 ตัวอย่างการใช้ในกรณีที่ใช้เรียกค่าสมบัติสารอิ่มตัว

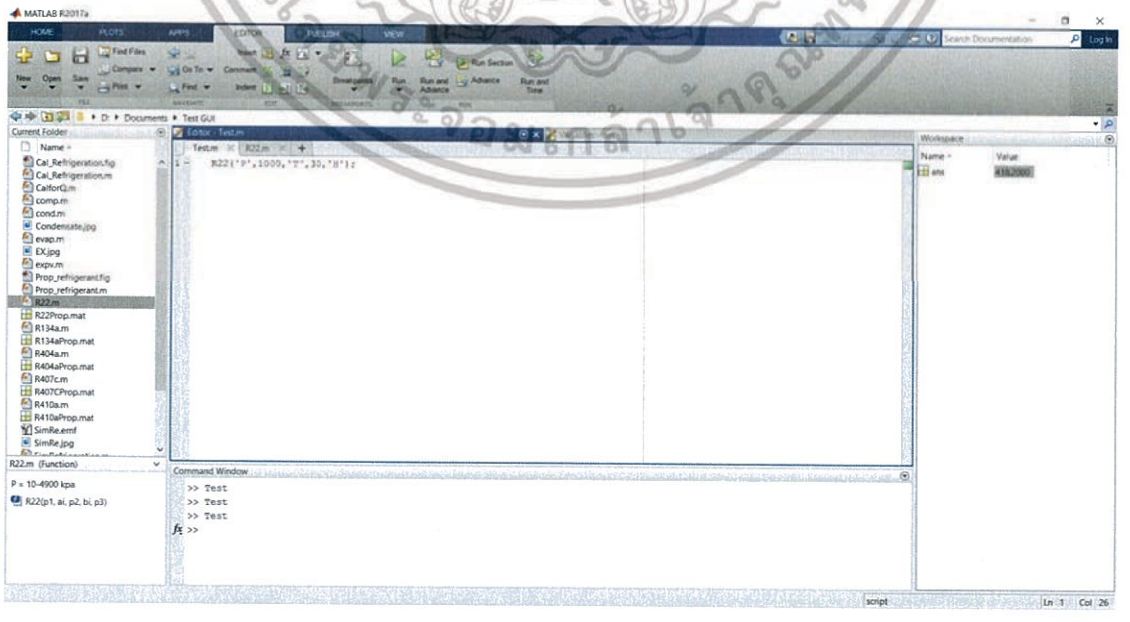
```
R22('Psat',1000,0,0,'hg');
```
จะได้ hg = 412.62 kJ/kg



รูปที่ 12 การใช้ฟังก์ชันเรียกค่าสมบัติของสารทำความเย็น (3)

1.5 ตัวอย่างการใช้ในกรณีที่ใช้เรียกค่าสมบัติสารของไอร้อนยิ่งยวด

```
R22('P',1000,'T',30,'H');
```
จะได้ h = 418.20 kJ/kg

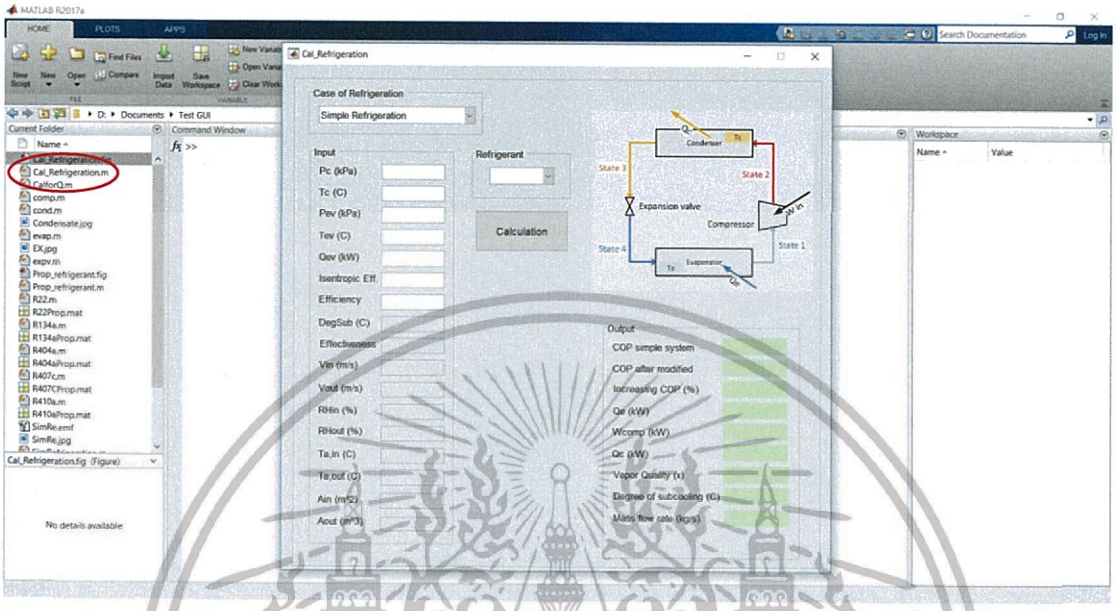


รูปที่ 13 การใช้ฟังก์ชันเรียกค่าสมบัติของสารทำความเย็น (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

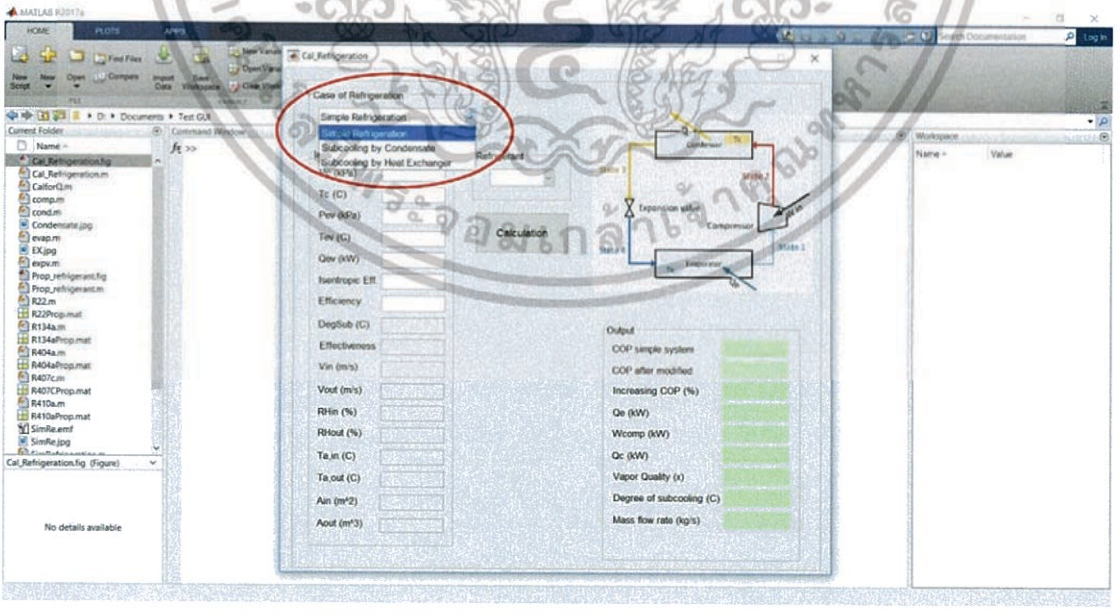
2. การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ

2.1 เปิดโปรแกรม MATLAB จากนั้นเปิดไฟร์ Cal_Refrigeration.m ที่อยู่ในโฟร์เดอร์ขึ้นมาจากนั้นกดดำเนินโปรแกรม (Run) จะได้หน้าต่างแบบดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (1)

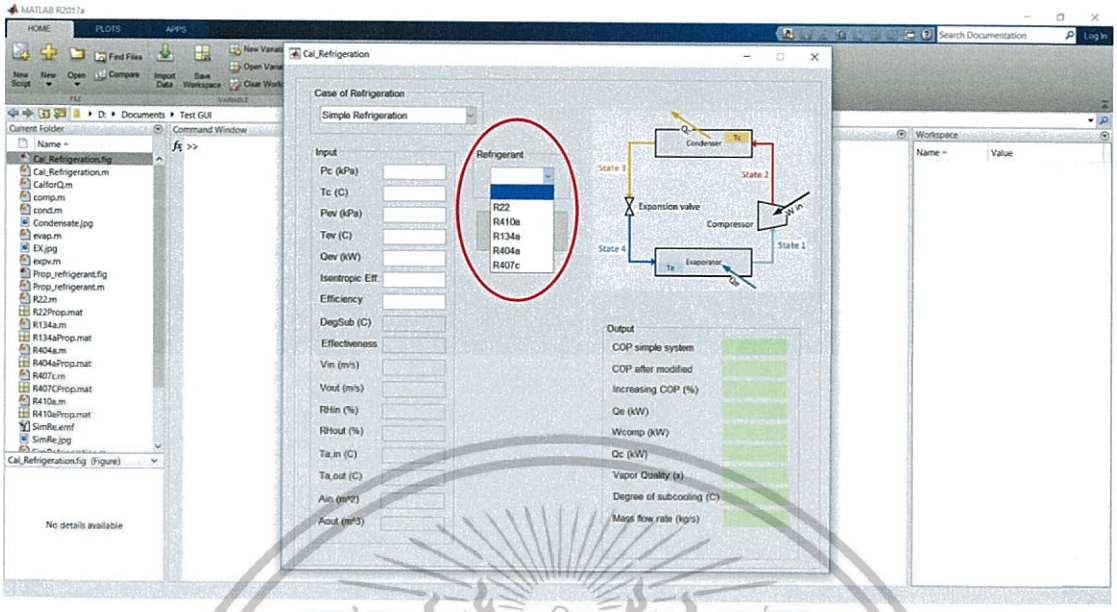
2.2 สามารถเลือกประเภทของระบบที่จะทำการคำนวณได้ที่ Case of Refrigeration โดยจะมี 3 ประเภทดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (2)

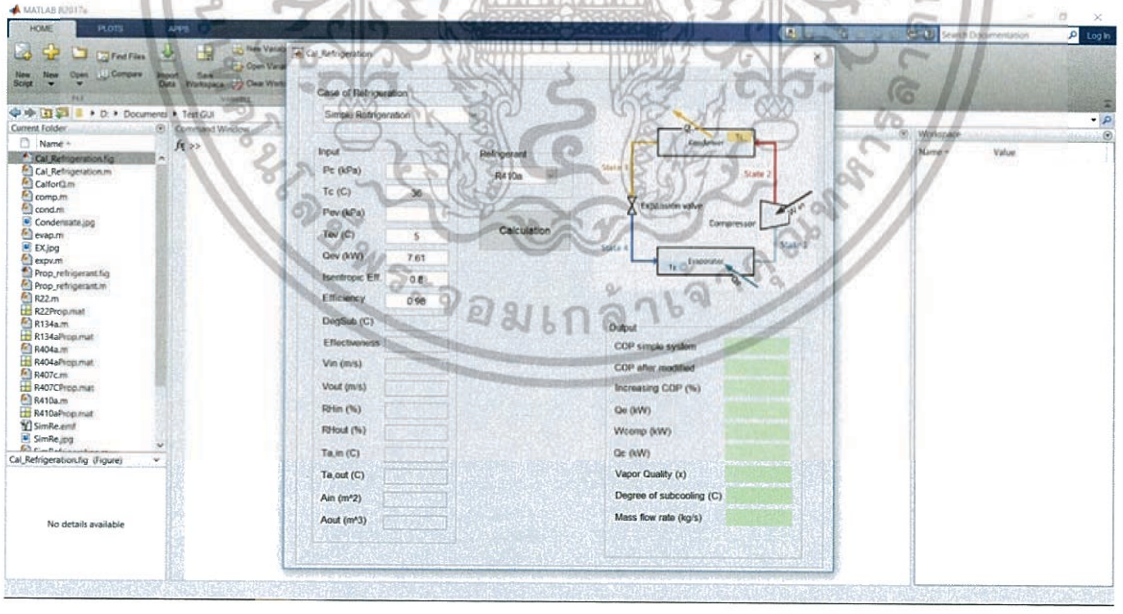
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เลือกสารทำความเย็นที่ใช้ในการคำนวณได้ตามรูปที่ 16



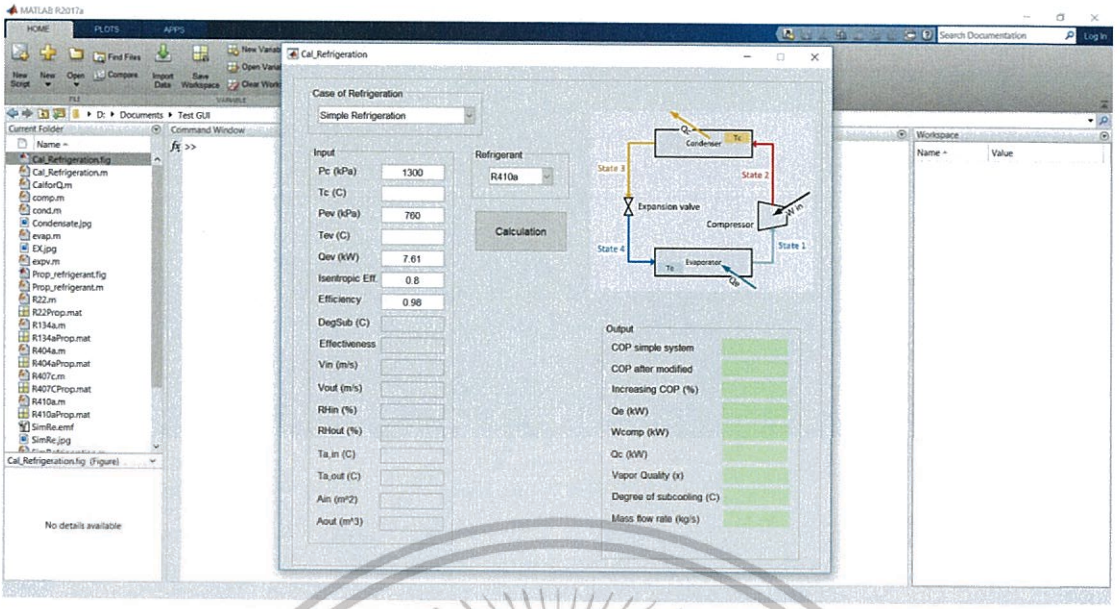
รูปที่ 16 การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (3)

2.4 หลังจากเลือกประเภทของระบบทำความเย็นแบบอัดไอ และสารทำความเย็นแล้ว จากนั้นจึงกรอกข้อมูลตามช่องที่สามารถกรอกได้ดังรูปที่ 4 ซึ่งสามารถกรอกค่า P เท่านั้น หรือ T เท่านั้นได้ดังรูปที่ 17 และรูปที่ 18



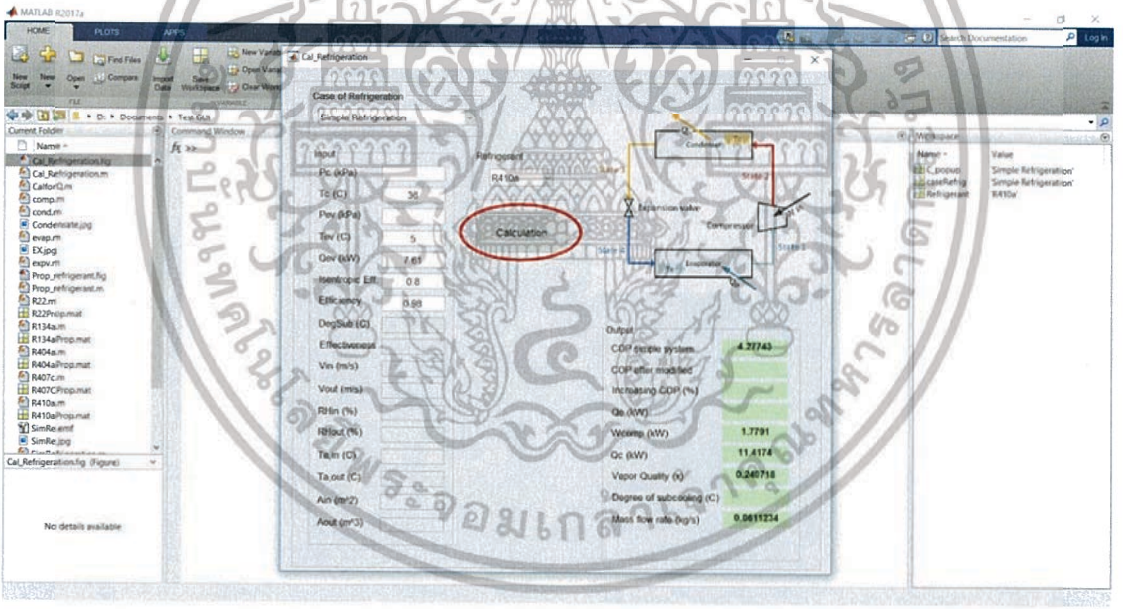
รูปที่ 17 การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 18 การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (5)

2.5 จากนั้นกดปุ่ม Calculation จะได้ค่าคำตอบดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 การใช้โปรแกรมการคำนวณระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (6)

หมายเหตุ

Ta,in = อุณหภูมิอากาศขาเข้า

Ta,out = อุณหภูมิอากาศขาออก

Efficiency = ประสิทธิภาพของมอเตอร์

DegSub = องศาเย็นยิ่งที่ต้องการ

Effectiveness = ประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน จะอยู่ในประเภทของ Subcooling by Heat Exchanger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฟังก์ชันของสารทำความเย็นมีทั้งหมด 5 สารทำความเย็น โดยทั้งหมดมีรูปแบบฟังก์ชันที่เหมือนกัน

```
% P = 10-4900 kpa
%Unit in Saturation Properties
   %T = Temperature in C
   %Psat = Volume in kPa
   %vf = Volume in m3/kg
   %vg = Volume in m3/kg
   %df = Density in kg/m^3
   %dg = Density in kg/m^3
   %hf = Enthalpy in kJ/kg
   %hfg = Enthalpy in kJ/kg
   %hg = Enthalpy in kJ/kg
   %sf = Entropy in kJ/kg.K
   %sg = Entropy in kJ/kg.K
%Unit in Superheat Properties
   %T = Temperature in C
   %V = Volume in m3/kg
   %H = Enthalpy in kJ/kg
   %S = Entropy in kJ/kg.K
   %-------------------------------------------------------------
   %How to use this function
   % A = SuperHeat(p1,ai,p2,bi,p3)
   %-------------------------------------------------------------
   % "Saturation Properties."
   % p1
   % Type of properties that you know.
   % You can input 'Tsat','Psat','vf','vg','df','dg','hf','hg','sf','sg'

   % p2
   % you know x (quality) you can find properties you want to know by x if
   % You don't know x you must put zero(0) in this position
   %
   % ai
   % Properties values that you know by ai follow p1

   % bi
   % you must equal to zero (0)
   %
   % p3
   % Type of properties you want to know.
   % You can input 'Tsat','Psat','vf','vg','df','dg','hf','hg','sf','sg'
   %-------------------------------------------------------------
   % "Superheat Properties."
   % p1
   % Type of properties that you know.
   % You can input 'P'

   % p2
   % Type of Properties that you know.
   % You can input 'T', 'S' or 'H'

   % ai,bi
   % Properties values that you know by ai follow p1 and bi follow p2

   % p3
   % Type of Properties you want to know.
   % You can input 'T','V','H','S'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%-------------------------------------------------------------------
function A = R22(p1,ai,p2,bi,p3)
    load R22Prop.mat
    %Saturation
    if p2==0 && bi==0
       Region = 1;
        if strcmp(p1,'Tsat')==1
            a=SR410a(1:196,1);
        elseif strcmp(p1,'Psat')==1
            a=SR410a(1:196,2);
        elseif strcmp(p1,'vf')==1
            a=SR410a(1:196,3);
        elseif strcmp(p1,'vg')==1
            a=SR410a(1:196,4);
        elseif strcmp(p1,'df')==1
            a=SR410a(1:196,5);
        elseif strcmp(p1,'dg')==1
            a=SR410a(1:196,6);
        elseif strcmp(p1,'hf')==1
            a=SR410a(1:196,7);
        elseif strcmp(p1,'hfg')==1
            a=SR410a(1:196,8);
        elseif strcmp(p1,'hg')==1
            a=SR410a(1:196,9);
        elseif strcmp(p1,'sf')==1
            a=SR410a(1:196,10);
        elseif strcmp(p1,'sg')==1
            a=SR410a(1:196,11);
        else
            error('P1 not specified correctly. Valid entries: Tsat,Psat,vf,vg,df,dg,hf,hg,sf,sg ')
        end

        if strcmp(p3,'Tsat')==1
            b=SR410a(1:196,1);
        elseif strcmp(p3,'Psat')==1
            b=SR410a(1:196,2);
        elseif strcmp(p3,'vf')==1
            b=SR410a(1:196,3);
        elseif strcmp(p3,'vg')==1
            b=SR410a(1:196,4);
        elseif strcmp(p3,'df')==1
            b=SR410a(1:196,5);
        elseif strcmp(p3,'dg')==1
            b=SR410a(1:196,6);
        elseif strcmp(p3,'hf')==1
            b=SR410a(1:196,7);
        elseif strcmp(p3,'hfg')==1
            b=SR410a(1:196,8);
        elseif strcmp(p3,'hg')==1
            b=SR410a(1:196,9);
        elseif strcmp(p3,'sf')==1
            b=SR410a(1:196,10);
        elseif strcmp(p3,'sg')==1
            b=SR410a(1:196,11);
        else
            error('P3 not specified correctly. Valid entries: Tsat,Psat,vf,vg,df,dg,hf,hg,sf,sg')
        end

    elseif strcmp(p2,'x')==1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Region = 2;
    if strcmp(p1,'Tsat')==1
        a=SR410a(1:196,1);
    elseif strcmp(p1,'Psat')==1
        a=SR410a(1:196,2);
    else
        error('P1 not specified correctly.  Valid entries: Tsat,Psat')
    end

    if strcmp(p3,'vfg')==1
        b=SR410a(1:196,3);
        c=SR410a(1:196,4);
    elseif strcmp(p3,'dfg')==1
        b=SR410a(1:196,5);
        c=SR410a(1:196,6);
    elseif strcmp(p3,'hfg')==1
        b=SR410a(1:196,7);
        c=SR410a(1:196,9);
    elseif strcmp(p3,'sfg')==1
        b=SR410a(1:196,10);
        c=SR410a(1:196,11);
    else
        error('P3 not specified correctly. Valid entries: vfg,dfg,hfg,sfg')
    end
%Superheat
elseif strcmp(p1,'P')==1 && strcmp(p2,'T')==1 && ai<425
    p = ai/10;
    pp = round(p);
    if ai<10
        error('P out of range, minimum is 10 kPa, maximum is 4900 kPa')
    elseif ai==101.325
        x = patm(1:32,1);
        if strcmp(p3,'V')==1
            v = patm(1:32,2);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            v = patm(1:32,3);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'S')==1
            v = patm(1:32,4);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Plaese insert V or H or S')
        end
    elseif ai>400 && ai<425 %range between the next table
        tmin = SPHR410a(1:36,157);
        tmax = SPHR410a(1:36,161);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if strcmp(p3,'V')==1
        vmin = SPHR410a(1:36,158);
        vmax = SPHR410a(1:36,162);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        hmin = SPHR410a(1:36,159);
        hmax = SPHR410a(1:36,163);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        smin = SPHR410a(1:36,160);
        smax = SPHR410a(1:36,164);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [simin;simax];                %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp<p
    n = 1:4:200;
    amin = n(1,pp);
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    tmin = SPHR410a(1:36,amin);
    tmax = SPHR410a(1:36,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(1:36,b);
        vmax = SPHR410a(1:36,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(1:36,b);
        hmax = SPHR410a(1:36,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        smin = SPHR410a(1:36,b);
        smax = SPHR410a(1:36,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                  %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 1:4:200;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    tmin = SPHR410a(1:36,amin);
    tmax = SPHR410a(1:36,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:158;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(1:36,b);
        vmax = SPHR410a(1:36,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:159;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(1:36,b);
        hmax = SPHR410a(1:36,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:160;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        smin = SPHR410a(1:36,b);
        smax = SPHR410a(1:36,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                  %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 1:4:200;
    pa = n(1,p);
    x = SPHR410a(1:36,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(1:36,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:159;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(1:36,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:160;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(1:36,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'T')==1&&(ai>=425)&&(ai<850)
    p = (ai-400)/25;
    pp = round(p);
    if ai>800 && ai<850 %800-850
        tmin = SPHR410a(38:73,61);
        tmax = SPHR410a(38:73,65);
        if strcmp(p3,'V')==1
            vmin = SPHR410a(38:73,62);
            vmax = SPHR410a(38:73,66);
            vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
            vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
            x = [800;850]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];              %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            hmin = SPHR410a(38:73,63);
            hmax = SPHR410a(38:73,67);
            himin = interp1(tmin,hmin,bi);
            himax = interp1(tmax,hmax,bi);
            x = [800;850]; %Pressure
            v = [himin;himax];              %Enthalpy
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
            smin = SPHR410a(38:73,64);
            smax = SPHR410a(38:73,68);
            simin = interp1(tmin,smin,bi);
            simax = interp1(tmax,smax,bi);
            x = [800;850]; %Pressure
            v = [simin;simax];              %Entropy
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    elseif pp<p
        n = 1:4:80;
        amin = n(1,pp);
        pmax = pp+1;
        amax = n(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(38:73,amin);
        tmax = SPHR410a(38:73,amax);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(38:73,b);
        vmax = SPHR410a(38:73,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(38:73,b);
        hmax = SPHR410a(38:73,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)];
        v = [himin;himax];                  %Enthalpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        smin = SPHR410a(38:73,b);
        smax = SPHR410a(38:73,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                  %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 1:4:80;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    tmin = SPHR410a(38:73,amin);
    tmax = SPHR410a(38:73,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        vmin = SPHR410a(38:73,b);
        vmax = SPHR410a(38:73,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(38:73,b);
        hmax = SPHR410a(38:73,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        smin = SPHR410a(38:73,b);
        smax = SPHR410a(38:73,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 1:4:80;
    pa = n(1,p);
    x = SPHR410a(38:73,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:60;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(38:73,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(38:73,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
        error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:80;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(38:73,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
          error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      else
        error('Please insert V or H or S')
      end
    end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'T')==1&&(ai>=850)&&(ai<1100)
    p = (ai-800)/50;
    pp = round(p);
    if ai>1000 && ai<1100 %1000-1100
      tmin = SPHR410a(75:110,13);
      tmax = SPHR410a(75:110,17);
      if strcmp(p3,'V')==1
        vmin = SPHR410a(75:110,14);
        vmax = SPHR410a(75:110,18);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [1000;1100]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];              %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
          error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      elseif strcmp(p3,'H')==1
        hmin = SPHR410a(75:110,15);
        hmax = SPHR410a(75:110,19);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [1000;1100]; %Pressure
        v = [himin;himax];              %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
          error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        smin = SPHR410a(75:110,16);
        smax = SPHR410a(75:110,20);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [1000;1100]; %Pressure
        v = [simin;simax];              %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp<p
    n = 1:4:80;
    amin = n(1,pp);
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    tmin = SPHR410a(75:110,amin);
    tmax = SPHR410a(75:110,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(75:110,b);
        vmax = SPHR410a(75:110,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(75:110,b);
        hmax = SPHR410a(75:110,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)];
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        smin = SPHR410a(75:110,b);
        smax = SPHR410a(75:110,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 1:4:180;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    tmin = SPHR410a(75:110,amin);
    tmax = SPHR410a(75:110,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(75:110,b);
        vmax = SPHR410a(75:110,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];              %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(75:110,b);
        hmax = SPHR410a(75:110,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];              %Enthalpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        smin = SPHR410a(75:110,b);
        smax = SPHR410a(75:110,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];              %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 1:4:80;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        pa = n(1,p);
        x = SPHR410a(75:110,pa);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:60;
            vv = m(1,p);
            v = SPHR410a(75:110,vv);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            m = 3:4:60;
            hh = m(1,p);
            v = SPHR410a(75:110,hh);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
            m = 4:4:60;
            ss = m(1,p);
            v = SPHR410a(75:110,ss);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'T')==1&&(ai>=1100)&&(ai<=4900)
    p = (ai-1000)/100;
    pp = round(p);
    if pp<p
        n = 1:4:200;
        amin = n(1,pp);
        pmax = pp+1;
        amax = n(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(112:143,amin);
        tmax = SPHR410a(112:143,amax);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:200;
            b = m(1,pp);
            B = m(1,pmax);
            vmin = SPHR410a(112:143,b);
            vmax = SPHR410a(112:143,B);
            vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
            vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
            x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];                  %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(112:143,b);
        hmax = SPHR410a(112:143,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)];
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        smin = SPHR410a(112:143,b);
        smax = SPHR410a(112:143,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 1:4:200;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    tmin = SPHR410a(112:143,amin);
    tmax = SPHR410a(112:143,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(112:143,b);
        vmax = SPHR410a(112:143,B);
        vimin = interp1(tmin,vmin,bi);
        vimax = interp1(tmax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(112:143,b);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        hmax = SPHR410a(112:143,B);
        himin = interp1(tmin,hmin,bi);
        himax = interp1(tmax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        smin = SPHR410a(112:143,b);
        smax = SPHR410a(112:143,B);
        simin = interp1(tmin,smin,bi);
        simax = interp1(tmax,smax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [simin;simax];                %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if simin==0 || simax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 1:4:200;
    pa = n(1,p);
    x = SPHR410a(112:143,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:143,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:143,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
        error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1 %Entropy
        m = 4:4:200;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:143,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    end
elseif ai>4900
    error('P out of range, minimum is 10 kPa, maximum is 4900 kPa')

elseif strcmp(p1,'P')==1 && strcmp(p2,'S')==1 && ai<425
    p = ai/10;
    pp = round(p);
    if ai<10
        error('Out of range')
    elseif ai==101.325
        f = find(patm(1:36,4));
        o = length(f);
        x = patm(1:o,4);
        if strcmp(p3,'V')==1
            v = patm(1:32,2);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            v = patm(1:32,3);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1
            v = patm(1:32,1);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Plaese insert V or H or S')
        end
    elseif ai>400 && ai<425 %range between the next table
        f = find(SPHR410a(1:36,160));
        omin = length(f);
        smin = SPHR410a(1:omin,160);
        f = find(SPHR410a(1:36,164));
        omax = length(f);
        smax = SPHR410a(1:omax,164);
        if strcmp(p3,'V')==1
            vmin = SPHR410a(1:omin,158);
            vmax = SPHR410a(1:omax,162);
            vimin = interp1(smin,vmin,bi);
            vimax = interp1(smax,vmax,bi);
            x = [400;425]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];              %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        hmin = SPHR410a(1:omin,159);
        hmax = SPHR410a(1:omax,163);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        tmin = SPHR410a(1:omin,157);
        tmax = SPHR410a(1:omax,161);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp<p
    n = 4:4:200;
    amin = n(1,pp);
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    f = find(SPHR410a(1:36,amin));
    omin = length(f);
    smin = SPHR410a(1:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(1:36,amax));
    omax = length(f);
    smax = SPHR410a(1:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(1:omin,b);
        vmax = SPHR410a(1:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(1:omin,b);
        hmax = SPHR410a(1:omax,B);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(1:omin,b);
        tmax = SPHR410a(1:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 4:4:200;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(1:36,amin));
    omin = length(f);
    smin = SPHR410a(1:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(1:36,amax));
    omax = length(f);
    smax = SPHR410a(1:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:158;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(1:omin,b);
        vmax = SPHR410a(1:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:159;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(1:omin,b);
        hmax = SPHR410a(1:omax,B);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Entropy
        m = 1:4:160;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(1:omin,b);
        tmax = SPHR410a(1:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 4:4:200;
    pa = n(1,p);
    f = find(SPHR410a(1:36,pa));
    o = length(f);
    x = SPHR410a(1:o,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(1:o,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:159;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(1:o,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Entropy
        m = 1:4:160;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(1:o,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        A = Ans;
      else
        error('Please insert V or H or S')
      end
    end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'S')==1&&(ai>=425)&&(ai<850)
    p = (ai-400)/25;
    pp = round(p);
    if ai>800 && ai<850   %800-850
      f = find(SPHR410a(38:73,64));
      omin = length(f)+37;
      smin = SPHR410a(38:omin,64);
      f = find(SPHR410a(38:73,68));
      omax = length(f)+37;
      smax = SPHR410a(38:omax,68);
      if strcmp(p3,'V')==1
        vmin = SPHR410a(38:omin,62);
        vmax = SPHR410a(38:omax,66);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [800;850]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];              %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
          error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      elseif strcmp(p3,'H')==1
        hmin = SPHR410a(38:omin,63);
        hmax = SPHR410a(38:omax,67);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [800;850]; %Pressure
        v = [himin;himax];              %Enthalpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
          error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        tmin = SPHR410a(38:omin,61);
        tmax = SPHR410a(38:omax,65);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [800;850]; %Pressure
        v = [timin;timax];              %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
          error('Out of range')
        end
        A = Ans;
      else
        error('Please insert V or H or S')
      end
    elseif pp<p
      n = 4:4:80;
      amin = n(1,pp);
      pmax = pp+1;
      amax = n(1,pmax);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    f = find(SPHR410a(38:73,amin));
    omin = length(f)+37;
    smin = SPHR410a(38:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(38:73,amax));
    omax = length(f)+37;
    smax = SPHR410a(38:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(38:omin,b);
        vmax = SPHR410a(38:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(38:omin,b);
        hmax = SPHR410a(38:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)];
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(38:omin,b);
        tmax = SPHR410a(38:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 4:4:80;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    f = find(SPHR410a(38:73,amin));
    omin = length(f)+37;
    smin = SPHR410a(38:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(38:73,amax));
    omax = length(f)+37;
    smax = SPHR410a(38:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(38:omin,b);
        vmax = SPHR410a(38:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];              %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(38:omin,b);
        hmax = SPHR410a(38:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];              %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(38:omin,b);
        tmax = SPHR410a(38:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];              %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 4:4:80;
    pa = n(1,p);
    f = find(SPHR410a(38:73,pa));
    o = length(f)+37;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        x = SPHR410a(38:o,pa);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:60;
            vv = m(1,p);
            v = SPHR410a(38:o,vv);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            m = 3:4:80;
            hh = m(1,p);
            v = SPHR410a(38:o,hh);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
            m = 1:4:80;
            ss = m(1,p);
            v = SPHR410a(38:o,ss);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'S')==1&&(ai>=850)&&(ai<1100)
    p = (ai-800)/50;
    pp = round(p);
    if ai>1000 && ai<1100 %1000-1100
        f = find(SPHR410a(75:110,16));
        omin = length(f)+74;
        smin = SPHR410a(75:omin,16);
        f = find(SPHR410a(75:110,20));
        omax = length(f)+74;
        smax = SPHR410a(75:omax,20);
        if strcmp(p3,'V')==1
            vmin = SPHR410a(75:omin,14);
            vmax = SPHR410a(75:omax,18);
            vimin = interp1(smin,vmin,bi);
            vimax = interp1(smax,vmax,bi);
            x = [1000;1100]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];                %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            hmin = SPHR410a(75:omin,15);
            hmax = SPHR410a(75:omax,19);
            himin = interp1(smin,hmin,bi);
            himax = interp1(smax,hmax,bi);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        x = [1000;1100]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        tmin = SPHR410a(75:omin,13);
        tmax = SPHR410a(75:omax,17);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [1000;1100]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp<p
    n = 4:4:200;
    amin = n(1,pp);
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    f = find(SPHR410a(75:110,amin));
    omin = length(f)+74;
    smin = SPHR410a(75:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(75:110,amax));
    omax = length(f)+74;
    smax = SPHR410a(75:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(75:omin,b);
        vmax = SPHR410a(75:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(75:omin,b);
        hmax = SPHR410a(75:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)];
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(75:omin,b);
        tmax = SPHR410a(75:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 4:4:180;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(75:110,amin));
    omin = length(f)+74;
    smin = SPHR410a(75:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(75:110,amax));
    omax = length(f)+74;
    smax = SPHR410a(75:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(75:omin,b);
        vmax = SPHR410a(75:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(75:omin,b);
        hmax = SPHR410a(75:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(75:omin,b);
        tmax = SPHR410a(75:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 4:4:200;
    pa = n(1,p);
    f = find(SPHR410a(75:110,pa));
    o = length(f)+74;
    x = SPHR410a(75:o,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(75:o,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(75:o,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
        error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(75:o,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'S')==1&&(ai>=1100)&&(ai<=4900)
    p = (ai-1000)/100;
    pp = round(p);
    if pp<p
        n = 4:4:200;
        amin = n(1,pp);
        pmax = pp+1;
        amax = n(1,pmax);
        f = find(SPHR410a(112:143,amin));
        omin = length(f)+111;
        smin = SPHR410a(112:omin,amin);
        f = find(SPHR410a(112:143,amax));
        omax = length(f)+111;
        smax = SPHR410a(112:omax,amax);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:200;
            b = m(1,pp);
            B = m(1,pmax);
            vmin = SPHR410a(112:omin,b);
            vmax = SPHR410a(112:omax,B);
            vimin = interp1(smin,vmin,bi);
            vimax = interp1(smax,vmax,bi);
            x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];                %S.Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'H')==1
            m = 3:4:200;
            b = m(1,pp);
            B = m(1,pmax);
            hmin = SPHR410a(112:omin,b);
            hmax = SPHR410a(112:omax,B);
            himin = interp1(smin,hmin,bi);
            himax = interp1(smax,hmax,bi);
            x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)];
            v = [himin;himax];                %Entralpy
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
            m = 1:4:200;
            b = m(1,pp);
            B = m(1,pmax);
            tmin = SPHR410a(112:omin,b);
            tmax = SPHR410a(112:omax,B);
            timin = interp1(smin,tmin,bi);
            timax = interp1(smax,tmax,bi);
            x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
            v = [timin;timax];                %Temp.
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 4:4:200;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(112:143,amin));
    omin = length(f)+111;
    smin = SPHR410a(112:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(112:143,amax));
    omax = length(f)+111;
    smax = SPHR410a(112:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(112:omin,b);
        vmax = SPHR410a(112:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(112:omin,b);
        hmax = SPHR410a(112:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Enthalpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(112:omin,b);
        tmax = SPHR410a(112:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 4:4:200;
    pa = n(1,p);
    f = find(SPHR410a(112:143,pa));
    o = length(f)+111;
    x = SPHR410a(112:o,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:o,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'H')==1
        m = 3:4:200;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:o,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
        error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Entropy
        m = 1:4:200;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:o,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
end

elseif strcmp(p1,'P')==1 && strcmp(p2,'H')==1 && ai<425
p = ai/10;
pp = round(p);
if ai<10
    error('Out of range')
elseif ai==101.325
    f = find(patm(1:32,3));
    o = length(f);
    x = patm(1:o,3);
    if strcmp(p3,'V')==1
        v = patm(1:32,2);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        v = patm(1:32,4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1
        v = patm(1:32,1);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Plaese insert V or T or S')
    end
elseif ai>400 && ai<425 %range between the next table
    f = find(SPHR410a(1:36,159));
    omin = length(f);
    smin = SPHR410a(1:omin,159);
    f = find(SPHR410a(1:36,163));
    omax = length(f);
    smax = SPHR410a(1:omax,163);
    if strcmp(p3,'V')==1
        vmin = SPHR410a(1:omin,158);
        vmax = SPHR410a(1:omax,162);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];              %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        hmin = SPHR410a(1:omin,160);
        hmax = SPHR410a(1:omax,164);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [himin;himax];              %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        tmin = SPHR410a(1:omin,157);
        tmax = SPHR410a(1:omax,161);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [400;425]; %Pressure
        v = [timin;timax];              %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        error('Please insert V or T or S')
    end
elseif pp<p
    n = 3:4:200;
    amin = n(1,pp);
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    f = find(SPHR410a(1:36,amin));
    omin = length(f);
    smin = SPHR410a(1:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(1:36,amax));
    omax = length(f);
    smax = SPHR410a(1:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(1:omin,b);
        vmax = SPHR410a(1:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(1:omin,b);
        hmax = SPHR410a(1:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(1:omin,b);
        tmax = SPHR410a(1:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        error('Please insert V or T or S')
    end
elseif pp>p
    n = 3:4:200;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(1:36,amin));
    omin = length(f);
    smin = SPHR410a(1:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(1:36,amax));
    omax = length(f);
    smax = SPHR410a(1:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:158;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(1:omin,b);
        vmax = SPHR410a(1:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];              %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:159;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(1:omin,b);
        hmax = SPHR410a(1:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];              %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Entropy
        m = 1:4:160;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(1:omin,b);
        tmax = SPHR410a(1:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(37,amin);SPHR410a(37,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];              %Entropy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            error('Please insert V or T or S')
        end
    else %pp==p
        n = 3:4:200;
        pa = n(1,p);
        f = find(SPHR410a(1:36,pa));
        o = length(f);
        x = SPHR410a(1:o,pa);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:200;
            vv = m(1,p);
            v = SPHR410a(1:o,vv);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'S')==1
            m = 4:4:159;
            hh = m(1,p);
            v = SPHR410a(1:o,hh);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1 %Entropy
            m = 1:4:160;
            ss = m(1,p);
            v = SPHR410a(1:o,ss);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or T or S')
        end
    end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'H')==1&&(ai>=425)&&(ai<850)
    p = (ai-400)/25;
    pp = round(p);
    if ai>800 && ai<850   %800-850
        f = find(SPHR410a(38:73,63));
        omin = length(f)+37;
        smin = SPHR410a(38:omin,63);
        f = find(SPHR410a(38:73,67));
        omax = length(f)+37;
        smax = SPHR410a(38:omax,67);
        if strcmp(p3,'V')==1
            vmin = SPHR410a(38:omin,62);
            vmax = SPHR410a(38:omax,66);
            vimin = interp1(smin,vmin,bi);
            vimax = interp1(smax,vmax,bi);
            x = [800;850]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];                %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        hmin = SPHR410a(38:omin,64);
        hmax = SPHR410a(38:omax,68);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [800;850]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        tmin = SPHR410a(38:omin,61);
        tmax = SPHR410a(38:omax,65);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [800;850]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp<p
    n = 3:4:80;
    amin = n(1,pp);
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    f = find(SPHR410a(38:73,amin));
    omin = length(f)+37;
    smin = SPHR410a(38:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(38:73,amax));
    omax = length(f)+37;
    smax = SPHR410a(38:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(38:omin,b);
        vmax = SPHR410a(38:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        hmin = SPHR410a(38:omin,b);
        hmax = SPHR410a(38:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)];
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:80;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(38:omin,b);
        tmax = SPHR410a(38:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 3:4:80;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(38:73,amin));
    omin = length(f)+37;
    smin = SPHR410a(38:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(38:73,amax));
    omax = length(f)+37;
    smax = SPHR410a(38:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(38:omin,b);
        vmax = SPHR410a(38:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        hmin = SPHR410a(38:omin,b);
        hmax = SPHR410a(38:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:80;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(38:omin,b);
        tmax = SPHR410a(38:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(74,amin);SPHR410a(74,amax)];%Pressure
        v = [timin;timax];                  %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 3:4:80;
    pa = n(1,p);
    f = find(SPHR410a(38:73,pa));
    o = length(f)+37;
    x = SPHR410a(38:o,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:60;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(38:o,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:80;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(38:o,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
        error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:80;
        ss = m(1,p);
        v = SPHR410a(38:o,ss);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'H')==1&&(ai>=850)&&(ai<1100)
    p = (ai-800)/50;
    pp = round(p);
    if ai>1000 && ai<1100 %1000-1100
        f = find(SPHR410a(75:110,15));
        omin = length(f)+74;
        smin = SPHR410a(75:omin,16);
        f = find(SPHR410a(75:110,19));
        omax = length(f)+74;
        smax = SPHR410a(75:omax,20);
        if strcmp(p3,'V')==1
            vmin = SPHR410a(75:omin,14);
            vmax = SPHR410a(75:omax,18);
            vimin = interp1(smin,vmin,bi);
            vimax = interp1(smax,vmax,bi);
            x = [1000;1100]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];                %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'S')==1
            hmin = SPHR410a(75:omin,16);
            hmax = SPHR410a(75:omax,20);
            himin = interp1(smin,hmin,bi);
            himax = interp1(smax,hmax,bi);
            x = [1000;1100]; %Pressure
            v = [himin;himax];                %Entralpy
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
            tmin = SPHR410a(75:omin,13);
            tmax = SPHR410a(75:omax,17);
            timin = interp1(smin,tmin,bi);
            timax = interp1(smax,tmax,bi);
            x = [1000;1100]; %Pressure
            v = [timin;timax];                %Temp.
            Ans = interp1(x,v,ai);
            if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    elseif pp<p
        n = 3:4:200;
        amin = n(1,pp);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    pmax = pp+1;
    amax = n(1,pmax);
    f = find(SPHR410a(75:110,amin));
    omin = length(f)+74;
    smin = SPHR410a(75:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(75:110,amax));
    omax = length(f)+74;
    smax = SPHR410a(75:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        vmin = SPHR410a(75:omin,b);
        vmax = SPHR410a(75:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(75:omin,b);
        hmax = SPHR410a(75:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)];
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(75:omin,b);
        tmax = SPHR410a(75:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 3:4:180;
    amax = n(1,pp);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(75:110,amin));
    omin = length(f)+74;
    smin = SPHR410a(75:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(75:110,amax));
    omax = length(f)+74;
    smax = SPHR410a(75:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(75:omin,b);
        vmax = SPHR410a(75:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [vimin;vimax];                %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(75:omin,b);
        hmax = SPHR410a(75:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                %Enratpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(75:omin,b);
        tmax = SPHR410a(75:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(111,amin);SPHR410a(111,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 3:4:200;
    pa = n(1,p);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        f = find(SPHR410a(75:110,pa));
        o = length(f)+74;
        x = SPHR410a(75:o,pa);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:200;
            vv = m(1,p);
            v = SPHR410a(75:o,vv);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'S')==1
            m = 4:4:200;
            hh = m(1,p);
            v = SPHR410a(75:o,hh);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
            m = 1:4:200;
            ss = m(1,p);
            v = SPHR410a(75:o,ss);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    end
elseif strcmp(p1,'P')==1&&strcmp(p2,'H')==1&&(ai>=1100)&&(ai<=4900)
    p = (ai-1000)/100;
    pp = round(p);
    if pp<p
        n = 3:4:200;
        amin = n(1,pp);
        pmax = pp+1;
        amax = n(1,pmax);
        f = find(SPHR410a(112:143,amin));
        omin = length(f)+111;
        smin = SPHR410a(112:omin,amin);
        f = find(SPHR410a(112:143,amax));
        omax = length(f)+111;
        smax = SPHR410a(112:omax,amax);
        if strcmp(p3,'V')==1
            m = 2:4:200;
            b = m(1,pp);
            B = m(1,pmax);
            vmin = SPHR410a(112:omin,b);
            vmax = SPHR410a(112:omax,B);
            vimin = interp1(smin,vmin,bi);
            vimax = interp1(smax,vmax,bi);
            x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
            v = [vimin;vimax];              %S Volume
            Ans = interp1(x,v,ai);
```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของผู้เขียนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        hmin = SPHR410a(112:omin,b);
        hmax = SPHR410a(112:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)];
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pp);
        B = m(1,pmax);
        tmin = SPHR410a(112:omin,b);
        tmax = SPHR410a(112:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
elseif pp>p
    n = 3:4:200;
    amax = n(1,pp);
    pmin = pp-1;
    amin = n(1,pmin);
    f = find(SPHR410a(112:143,amin));
    omin = length(f)+111;
    smin = SPHR410a(112:omin,amin);
    f = find(SPHR410a(112:143,amax));
    omax = length(f)+111;
    smax = SPHR410a(112:omax,amax);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        vmin = SPHR410a(112:omin,b);
        vmax = SPHR410a(112:omax,B);
        vimin = interp1(smin,vmin,bi);
        vimax = interp1(smax,vmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [vimin:vimax];                  %S Volume
        Ans = interp1(x,v,ai);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if vimin==0 || vimax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        hmin = SPHR410a(112:omin,b);
        hmax = SPHR410a(112:omax,B);
        himin = interp1(smin,hmin,bi);
        himax = interp1(smax,hmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [himin;himax];                  %Entralpy
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if himin==0 || himax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'T')==1 %Temp.
        m = 1:4:200;
        b = m(1,pmin);
        B = m(1,pp);
        tmin = SPHR410a(112:omin,b);
        tmax = SPHR410a(112:omax,B);
        timin = interp1(smin,tmin,bi);
        timax = interp1(smax,tmax,bi);
        x = [SPHR410a(144,amin);SPHR410a(144,amax)]; %Pressure
        v = [timin;timax];                  %Temp.
        Ans = interp1(x,v,ai);
        if timin==0 || timax==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    else
        error('Please insert V or H or S')
    end
else %pp==p
    n = 3:4:200;
    pa = n(1,p);
    f = find(SPHR410a(112:143,pa));
    o = length(f)+111;
    x = SPHR410a(112:o,pa);
    if strcmp(p3,'V')==1
        m = 2:4:200;
        vv = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:o,vv);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
        end
        A = Ans;
    elseif strcmp(p3,'S')==1
        m = 4:4:200;
        hh = m(1,p);
        v = SPHR410a(112:o,hh);
        Ans = interp1(x,v,bi);
        if Ans==0 || isnan(Ans)
            error('Out of range')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            end
            A = Ans;
        elseif strcmp(p3,'T')==1 %Entropy
            m = 1:4:200;
            ss = m(1,p);
            v = SPHR410a(112:o,ss);
            Ans = interp1(x,v,bi);
            if Ans==0 || isnan(Ans)
                error('Out of range')
            end
            A = Ans;
        else
            error('Please insert V or H or S')
        end
    end
end
if (strcmp(p1,'Psat')==1 && strcmp(p2,'x')==1) || (p2==0 && bi==0) || (strcmp(p1,'Tsat')==1 && strcmp(p2,'x')==1)
    switch Region
    case 1
        %checks to see that xi lies within the valid range of x
        amax=max(a);
        amin=min(a);
        aimax=max(ai);
        aimin=min(ai);
        if aimax>amax
            str = num2str(amax);
            str2 = num2str(aimax);
            error([p1,' value (',str2,') is too large.  Maximum ',p1,' value is ',str])
        elseif aimin<amin
            str = num2str(amin);
            str2 = num2str(aimin);
            error([p1,' value (',str2,') is too small.  Minimum ',p1,' value is ',str])
        end

    %Interpolates using built-in MATALB interpolate function, interp1
        A = interp1(a,b,ai);

    case 2
    %checks to see that ai lies within the valid range of a
        amax=max(a);
        amin=min(a);
        aimax=max(ai);
        aimin=min(ai);
        if aimax>amax
            str = num2str(amax);
            str2 = num2str(aimax);
            error([p1,' value (',str2,') is too large.  Maximum ',p1,' value is ',str])
        elseif aimin<amin
            str = num2str(amin);
            str2 = num2str(aimin);
            error([p1,' value (',str2,') is too small.  Minimum ',p1,' value is ',str])
        end
    %checks to see that bi lies within the valid range of x
        if bi>1
            str = num2str(1);
            str2 = num2str(bi);
            error([p2,' value (',str2,') is too large.  Maximum ',p2,' value is ',str])
        elseif bi < 0
            str = num2str(0);
```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            str2 = num2str(bi);
            error([p2,' value (',str2,') is too small.  Minimum ',p2,' value is ',str])
        end
    %Interpolates using built-in MATALB interpolate function, interp1
        F = interp1(a,b,ai);
        G = interp1(a,c,ai);
        A = F-(((0-bi)/(0-1))*(F-G));
      end
    end
end
```

4. ฟังก์ชันการคำนวณอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำที่ควบแน่น และอัตราการดูดความร้อนของเครื่องระเหยโดยใช้ Psychrometric Chart

```
function [q,Q,Q1,Q2,mair,mair1,mair2,mw] = CalforQ(VelocityIn,VelocityOut,Areai,Areao,RHin,RHout,Tin,Tout)
% Calculation
Vi = VelocityIn;
Vo = VelocityOut;
Ai = Areai;
Ao = Areao;
RHi = RHin/100;
RHo = RHout/100;
Ti = Tin;
To = Tout;

% mDot
Ps1 = XSteam('psat_T',Ti)*1e5;
Pv1 = RHi*Ps1;
Pa1 = 101325 - Pv1;
v1 = 287.3*(273.15+Ti)/Pa1;
mair1 = (Ai*Vi)/v1;
% Qev
Ps2 = XSteam('psat_T',To)*1e5;
Pv2 = RHo*Ps2;
Pa2 = 101325 - Pv1;
v2 = 287.3*(273.15+To)/Pa2;
mair2 = (Ao*Vo)/v2;
mair = (mair1+mair2)/2;
w1 = 0.622*(Pv1*(10^-3)/(101.325-Pv1*(10^-3)));
w2 = 0.622*(Pv2*(10^-3)/(101.325-Pv2*(10^-3)));
mw = mair*(w1-w2);
ha1 = 1.005*Ti;
ha2 = 1.005*To;
hf = XSteam('hL_T',To);
hv1 = XSteam('hV_T',Ti);
hv2 = XSteam('hV_T',To);
q =(ha1-ha2)-w2*hv2+w1*hv1-(w1-w2)*hf;
Q = mair*q;
Q1 = mair1*q;
Q2 = mair2*q;
End
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฟังก์ชันการคำนวณของระบบทำความเย็นอัดไอแบบพื้นฐาน

```
function [h1,h4,mt,ml,W,Wa,Qc,COPa,COPIdeal,x] = SimRefrigeration(Tc,Tev,Qev,Effs,Eff,Type) %Tcom = T out of comp.
    switch Type
        case 'R410a'
            TypeRF = 'R410a';
            Phigh = R410a('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
            Plow = R410a('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
        case 'R22'
            TypeRF = 'R22';
            Phigh = R22('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
            Plow = R22('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
        case 'R134a'
            TypeRF = 'R134a';
            Phigh = R134a('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
            Plow = R134a('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
        case 'R404a'
            TypeRF = 'R404a';
            Phigh = R404a('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
            Plow = R404a('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
        case 'R407c'
            TypeRF = 'R407c';
            Phigh = R407c('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
            Plow = R407c('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
    end
    [h1,h2,w,~] = comp(Plow,Phigh,'non','sat',0,1,TypeRF );
    [h3,qc] = cond('PH',Phigh,0,h2,'sat',TypeRF);
    [h4,x] = expv(h3,'PL',Plow,TypeRF);
    [qev] = evap(h1,h4);

    %cal
    ml = Qev/qev;
    mv = (ml*x)/(1-x);
    mt = mv+ml;
    W = mt*w;
    % Eff Isen (Work actual)
    Ws = W/Effs;
%    Output
    Wa = Ws/Eff;
    Qc = mt*qc;
    COPIdeal = Qev/W;
    COPa = Qev/Wa;
End
```

6. ฟังก์ชันการคำนวณการทำของเหลวเย็นยิ่งของระบบทำความเย็นแบบอัดไอโดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

```
function [COPn,inCOP,mt,Wa,Qe,Qsub,Qsup,Qc,x,Tsup] = SubcoolingByHX(Tc,Tev,degT,Qevold,Effs,Eff,Effn,Type)
    switch Type
        case 'R22'
            PL = R22('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
            PH = R22('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
            % state 1
            h1 = R22('Psat',PL,0,0,'hg');
            % State 4
            h4 = R22('Psat',PH,0,0,'hf');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    % State 5
    Ts = Tc-degT;
    Pt = R22('Tsat',Ts,0,0,'Psat');
    hf = R22('Tsat',Ts,0,0,'hf');
    vf = R22('Tsat',Ts,0,0,'vf');
    h5 = hf+ vf*(PH-Pt);
    % State 6
    h6 = h5;
    % State 2
    h2 = (h4-h5)/Effn+h1;
    T2 = R22('P',PL,'H',h2,'T');
    s2 = R22('P',PL,'T',T2,'S');
    % State 3
    h3 = R22('P',PH,'S',s2,'H');
    hf = R22('Psat',PL,0,0,'hf');
    %-------------------------------------------------------------
case 'R134a'
    PL = R134a('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
    PH = R134a('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
    % state 1
    h1 = R134a('Psat',PL,0,0,'hg');
    % State 4
    h4 = R134a('Psat',PH,0,0,'hf');
    % State 5
    Ts = Tc-degT;
    Pt = R134a('Tsat',Ts,0,0,'Psat');
    hf = R134a('Tsat',Ts,0,0,'hf');
    vf = R134a('Tsat',Ts,0,0,'vf');
    h5 = hf+vf*(PH-Pt);
    % State 6
    h6 = h5;
    % State 2
    h2 = (h4-h5)/Effn+h1;
    T2 = R134a('P',PL,'H',h2,'T');
    s2 = R134a('P',PL,'T',T2,'S');
    % State 3
    h3 = R134a('P',PH,'S',s2,'H');
    hf = R134a('Psat',PL,0,0,'hf');
    %-------------------------------------------------------------
case 'R410a'
    PL = R410a('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
    PH = R410a('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
    % state 1
    h1 = R410a('Psat',PL,0,0,'hg');
    % State 4
    h4 = R410a('Psat',PH,0,0,'hf');
    % State 5
    Ts = Tc-degT;
    Pt = R410a('Tsat',Ts,0,0,'Psat');
    hf = R410a('Tsat',Ts,0,0,'hf');
    vf = R410a('Tsat',Ts,0,0,'vf');
    h5 = hf+vf*(PH-Pt);
    % State 6
    h6 = h5;
    % State 2
    h2 = (h4-h5)/Effn+h1;
    T2 = R410a('P',PL,'H',h2,'T');
    s2 = R410a('P',PL,'T',T2,'S');
    % State 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        h3 = R410a('P',PH,'S',s2,'H');
        hf = R410a('Psat',PL,0,0,'hf');
        %-------------------------------------------------------------
    case 'R404a'
        PL = R404a('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
        PH = R404a('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
        % state 1
        h1 = R404a('Psat',PL,0,0,'hg');
        % State 4
        h4 = R404a('Psat',PH,0,0,'hf');
        % State 5
        Ts = Tc-degT;
        Pt = R404a('Tsat',Ts,0,0,'Psat');
        hf = R404a('Tsat',Ts,0,0,'hf');
        vf = R404a('Tsat',Ts,0,0,'vf');
        h5 = hf+vf*(PH-Pt);
        % State 6
        h6 = h5;
        % State 2
        h2 = (h4-h5)/Effn+h1;
        T2 = R404a('P',PL,'H',h2,'T');
        s2 = R404a('P',PL,'T',T2,'S');
        % State 3
        h3 = R404a('P',PH,'S',s2,'H');
        hf = R404a('Psat',PL,0,0,'hf');
        %-------------------------------------------------------------
    case 'R407c'
        PL = R407c('Tsat',Tev,0,0,'Psat');
        PH = R407c('Tsat',Tc,0,0,'Psat');
        % state 1
        h1 = R407c('Psat',PL,0,0,'hg');
        % State 4
        h4 = R407c('Psat',PH,0,0,'hf');
        % State 5
        Ts = Tc-degT;
        Pt = R407c('Tsat',Ts,0,0,'Psat');
        hf = R407c('Tsat',Ts,0,0,'hf');
        vf = R407c('Tsat',Ts,0,0,'vf');
        h5 = hf+vf*(PH-Pt);
        % State 6
        h6 = h5;
        % State 2
        h2 = (h4-h5)/Effn+h1;
        T2 = R407c('P',PL,'H',h2,'T');
        s2 = R407c('P',PL,'T',T2,'S');
        % State 3
        h3 = R407c('P',PH,'S',s2,'H');
        hf = R407c('Psat',PL,0,0,'hf');
end
%Calculation
[~,~,mt,~,~,~,~,COPo,~,~] = SimRefrigeration(Tc,Tev,Qevold,1,1,Type);
    qe = h1-h6;
    qc = h3-h4;
    wc = h3-h2;
    qsub = h4-h5;
    qsup = h2-h1;
    Tsup = T2-Tev;
    x = (h6-hf)/(h1-hf);
    mV = mt*x;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    mL = mt-mV;
    Qc = mt*qc;
    Qe = mL*qe;
    Wc = mt*wc;
    Ws = Wc/Effs;
    Wa = Ws/Eff;
    COPn = Qe/Wa;
    inCOP = ((COPn-COPo)/COPo)*100;
    Qsub = mt*qsub;
    Qsup = mt*qsup;
end
```

7. ฟังก์ชันการคำนวณการทำของเหลวเย็นยิ่งของระบบทำความเย็นแบบอัดไอโดยใช้น้ำควบแน่นจากเครื่องระเหย

```
function [COPn,COPo,inCOP,mt,dT,xn,xo,Qc,Wa] = SubcoolingByCondensate(Tc,Tev,Qev,type,Effectiveness,Effs,Eff,Vin,Vout,Ain,Aout,RHin,RHout,Tin,Tout)

    [h1,h4,mt,~,~,Wa,Qc,COPo,~,xo] = SimRefrigeration(Tc,Tev,Qev,Effs,Eff,type);
    [~,~,~,~,~,~,~,mwavg] = CalforQ(Vin,Vout,Ain,Aout,RHin,RHout,Tin,Tout);
        %heat exchanger
    cr = h4/Tc;
    Cr = mt*cr;
    Cw = mwavg*4.2166;
    if Cr<Cw
        q = Effectiveness*Cr*(Tc-Tev);
        h5 = h4-q/mt;

    else
        q = Effectiveness*Cw*(Tc-Tev);
        h5 = h4-q/mt;
    end
    [h6,xn] = expv(h5,TL,Tev,type);
    [qev] = evap(h1,h6);
    mv = xn*mt;
    ml = mt-mv;
    % Calculation
    Qevn = ml*qev;
    COPn = Qevn/Wa;
    T = h5/cr;
    inCOP = ((COPn-COPo)/COPo)*100;
    dT = Tc-T;
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การประยุกต์ใช้โปรแกรมในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอสำหรับกระบวนการทำแช่เยือกแข็งอาหารด้วยสารทำความเย็นที่แตกต่างกัน

Simulation of Vapor Compression Refrigeration for Food Freezing Process with various Refrigerants

ชญานิศ สีโมรา[2], ชาตภาคย์ มโนหาญ[2], สิริพรรณณี นนท์ศรีเหว่า[2], เสฏฐวุฒิ วราโพธิ์[2] และ เกียรติศักดิ์ รุ่นพระแสง[1*]

Chayanis, S.[2], Chartapark, M.[2], Siripannee, N.[2], Sethavut, W.[2]and Kiattisak, R.[1*]

[1]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จ.กรุงเทพฯ 10520

[2]นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จ.กรุงเทพฯ 10520

[1]Assistant Professor, Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok, 10520

[2]Student, Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok, 10520

*Corresponding author: E-mail: kiattisak.ro@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการจำลองการทำงานของระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐาน ที่ประยุกต์ใช้งานในย่านอุณหภูมิ -10 ถึง -40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสำหรับการแช่เยือกแข็งอาหาร โดยใช้สารทำงาน 5 ชนิด คือ R22 R134a R404a R407c และ R410a เป็นสารทำงานที่ใช้ศึกษา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สร้างขึ้นจากการคำนวณพื้นฐานการทำความเย็น โดยมีฟังก์ชันสมบัติของสารทำความเย็นแต่ละชนิด ซึ่งสามารถเรียกใช้ค่าสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำงานได้จากคำสั่งในโปรแกรม จากการจำลองระบบ ซึ่งมีภาระการทำความเย็น 10 ตันของการทำความเย็น (35 กิโลวัตต์) และเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง -10 ถึง -40 องศาเซลเซียส พบว่า ความดันที่เครื่องควบแน่นของ R410a มีค่ามากที่สุดที่ 3.1 เมกะปาสคาล และ น้อยที่สุดคือ R134a ที่ 1.3 เมกะปาสคาล ความดันที่เครื่องระเหย มากที่สุดคือ R410a ที่ 573.9 กิโลปาสคาล และ น้อยที่สุดคือ R134a ที่ 51.1 กิโลปาสคาล อัตราการไหลเชิงมวลที่ต้องการเมื่อทำความเย็นที่ -40 องศาเซลเซียส มากที่สุดคือ R404a ที่อัตราการไหล 0.58 กิโลกรัมต่อวินาที และน้อยที่สุดคือ R22 ที่อัตราการไหล 0.28 กิโลกรัมต่อวินาที และ ค่าสัมประสิทธิสมรรถนะที่สูงที่สุดคือระบบทำความเย็นที่ใช้สารทำงาน R22 คือ 3.18 และต่ำที่สุดคือ R404a ที่ 2.41 จากผลการจำลองระบบทำความเย็น สารทำความเย็น R410a เป็นสารทำงานที่ควรพิจารณาเลือกใช้ โดยเป็นผลมาจากประสิทธิภาพ ช่วงความดันออกแบบ และราคาของสารทำความเย็น

คำสำคัญ: ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ, สารทำความเย็น, การแช่แข็งอาหาร

ABSTRACT

This research aims to study the simulation of basic vapor compression refrigeration which operate for food freezing with temperature range -10 to -40 °C. The five types of refrigerant such as R22, R134a, R404a, R407c and R410a use as case study in each simulation. The mathematical model was built from basic and fundamental of refrigeration calculation with integrated function for calculating properties of refrigerant. The thermodynamics properties of each refrigerant can be evaluated from command in program. From the simulation, the cooling load of 10 TR (35 kW) and variation of evaporator temperature -10 to -40 °C was set up. It found that the highest pressure at condenser is from R410a at 3.1 MPa and the lowest is from R134a at 1.3 MPa. The highest pressure at evaporator is from R410a at 573.9 kPa and the lowest is from R134a at 51.1 kPa. The maximum required mass flow rate when operating at -40 °C is from R404a at 0.58 kg/s and the minimum is from R22 with 0.28 kg/s. The maximum COP of R22 is result from 3.18 and the minimum is from R404a at 2.41. The

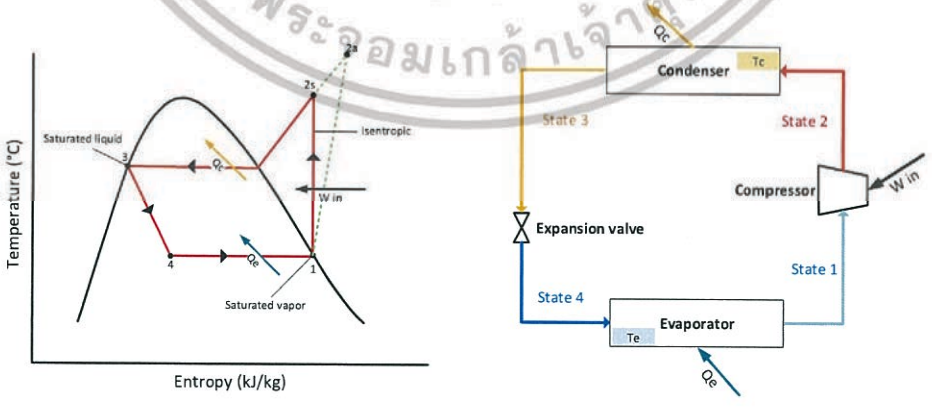
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

simulation results shown that the R410a is the most considered refrigerant for food freezing due to the efficiency, design pressure range and price of refrigerant.

Keywords: Vapor Compression Refrigeration, Refrigerant, Food Freezing Process

คำนำ

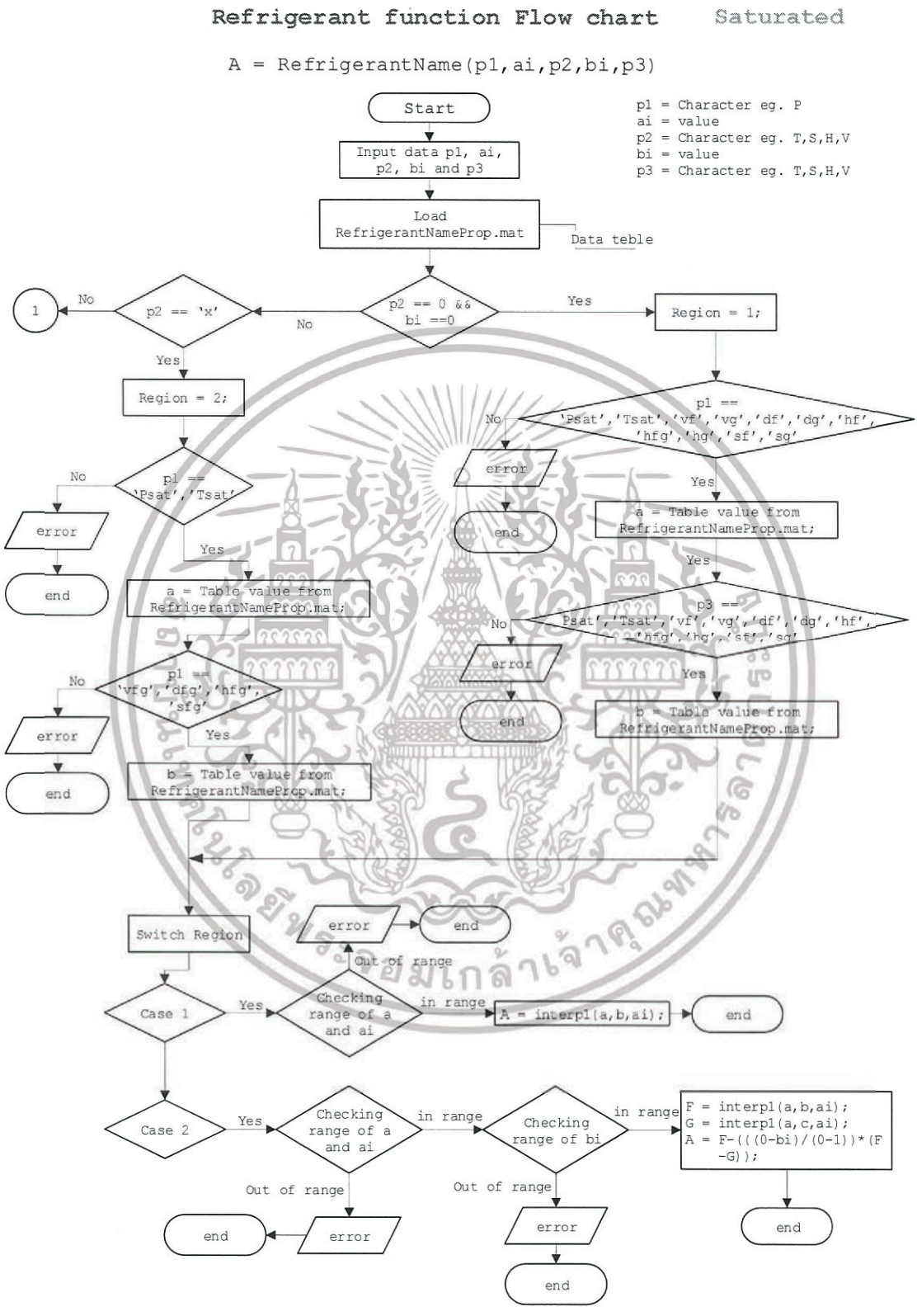
การทำความเย็นเป็นระบบทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่จำเป็นและมีความสำคัญมากในกระบวนการผลิตอาหารมีความเกี่ยวเนื่องตั้งแต่ช่วงเก็บวัตถุดิบก่อนแปรรูป ช่วงแปรรูป จนถึงช่วงเก็บผลิตภัณฑ์อาหารหลังแปรรูป (R. L. EARLE et al., 1983) และในปัจจุบันการเก็บรักษาอาหารในช่วงการขนส่งนับได้ว่ามีความจำเป็น และมีความหลากหลายในการเลือกใช้อุณหภูมิ จึงถือได้ว่าการทำความเย็นเป็นระบบที่สำคัญในระบบห่วงโซ่อาหาร (Food Supply Chain) การวิเคราะห์ระบบทำความเย็นที่มีภาระทำความเย็นตามระดับการใช้งานของอุตสาหกรรมอาหารและระบบห่วงโซ่อาหารขั้นตอนต่างๆ จะเป็นประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจ ออกแบบระบบที่ทำงานได้ตามภาระทำความเย็นและอุณหภูมิที่ต้องการได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพซึ่งจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการผลิตมีค่าต่ำทำให้ต้นทุนต่อหน่วยการผลิตลดลง เพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันทางตลาดให้กับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันภายในประเทศไทยมีเทคโนโลยีและความสามารถในการผลิตระบบทำความเย็นด้วยตัวเอง การจำลองระบบทำความเย็นเพื่ออุตสาหกรรมอาหารจะเป็นข้อมูลที่ช่วยส่งเสริมผู้ประกอบกิจการให้ผลิตระบบทำความเย็นเพื่ออุตสาหกรรมอาหารได้อีกทางหนึ่ง งานวิจัยนี้เลือกศึกษาการใช้ระบบทำความเย็นในการเก็บรักษาอาหารโดยการแช่เยือกแข็งโดยใช้ระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐาน ดังแสดงในรูปที่ 1 ที่มีสารทำความเย็นแตกต่างกัน 5 ชนิดเพื่อศึกษาผลของอัตราการไหลเชิงมวล ความดันที่เครื่องควบแน่น และเครื่องระเหย ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ โดยมีการประยุกต์ภาระในการทำความเย็น และระยะเวลาในการดำเนินกระบวนการเท่า ๆ กัน



รูปที่ 1 รูปแสดงระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐาน และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเอนโทรปีของระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ และวิธีการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง และวิจารณ์

งานวิจัยนี้ทำการกำหนดสภาวะของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ คือ ค่าปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นดูดรับไว้ที่เครื่องระเหย 35 กิโลวัตต์, อุณหภูมิของเครื่องระเหยระหว่าง -10 ถึง -40 องศาเซลเซียส โดยลดอุณภูมิลงทีละ 1 องศาเซลเซียส อุณหภูมิบรรยากาศเท่ากับ 35 องศาเซลเซียส และผลต่างของอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิบรรยากาศและอุณหภูมิของเครื่องควบแน่นมีค่าเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิของเครื่องควบแน่นจะมีค่าเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส โดยค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆของสารทำความเย็น 5 ชนิด คือ R22 R134a R410a R404a และ R407c มีผลดังนี้

ตาราง 1 ตารางแสดงผลของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆเมื่ออุณหภูมิของเครื่องระเหยเป็น -10 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของเครื่องระเหย (°C)	ความดันที่เครื่องควบแน่น (MPa)	ความดันที่เครื่องระเหย (KPa)	อุณหภูมิที่เครื่องควบแน่น (°C)	อัตราการไหลเชิงมวล (kg/s)	ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ (kW)	ค่าสัมประสิทธิสมรรถนะ
R22	1.9	354.8	63.7	0.25	11.00	3.18
R134a	1.3	200.6	53.5	0.29	11.37	3.08
R410a	3.1	573.9	62.5	0.26	12.72	2.82
R404a	2.3	432.1	54.7	0.44	14.55	2.41
R407c	2.0	313.9	59.0	0.28	12.65	2.77

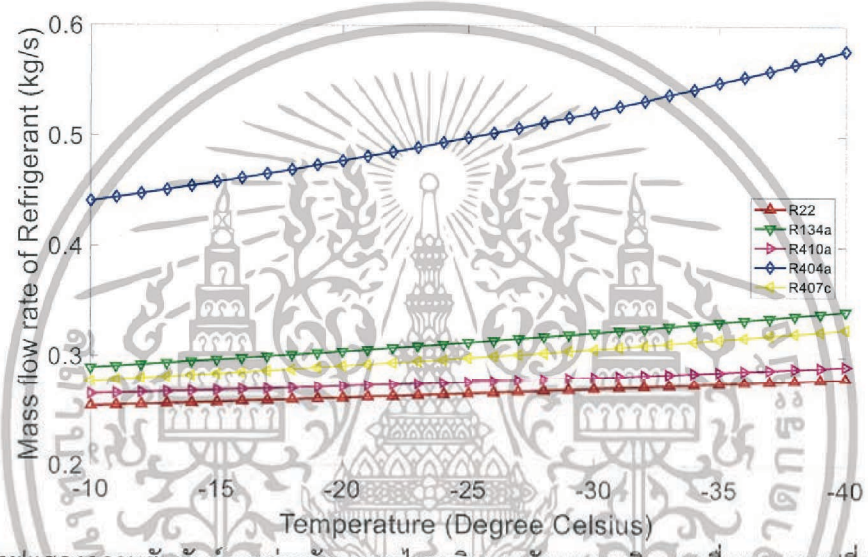
ตาราง 2 ตารางแสดงผลของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆเมื่ออุณหภูมิของเครื่องระเหยเป็น -40 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิของเครื่องระเหย (°C)	ความดันที่เครื่องควบแน่น (MPa)	ความดันที่เครื่องระเหย (KPa)	อุณหภูมิที่เครื่องควบแน่น (°C)	อัตราการไหลเชิงมวล (kg/s)	ค่ากำลังที่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ (kW)	ค่าสัมประสิทธิสมรรถนะ
R22	1.9	105.2	75.3	0.28	21.61	1.62
R134a	1.3	51.1	58.1	0.34	23.38	1.50
R410a	3.1	176.2	72.3	0.29	24.81	1.41
R404a	2.3	132.5	57.0	0.58	33.36	1.05
R407c	2.0	85.0	66.3	0.33	26.03	1.34

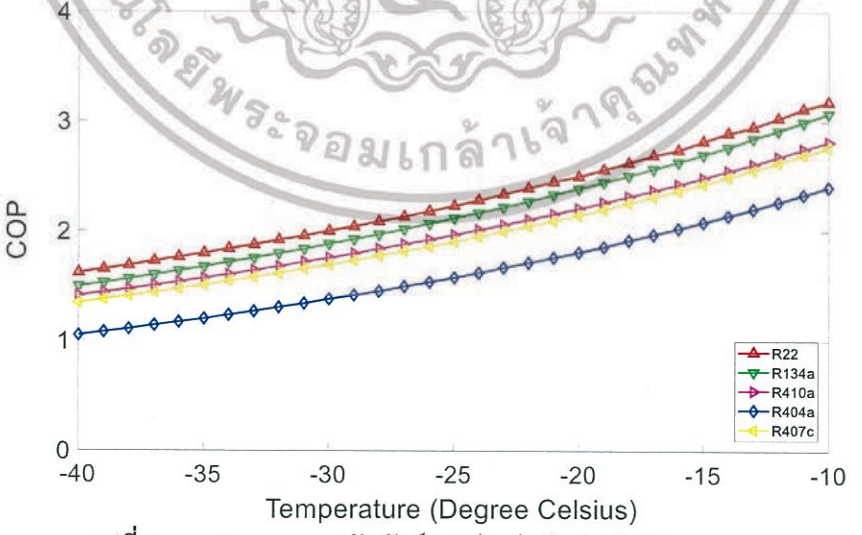
จากตารางที่ 1 และ 2 จะแสดงให้เห็นว่าเมื่อลดอุณหภูมิของเครื่องระเหยลง ความดันของเครื่องควบแน่นยังคงมีค่าคงที่ ส่วนอุณหภูมิของเครื่องควบแน่น อัตราการไหลเชิงมวล และงานของคอมเพรสเซอร์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อลดอุณหภูมิลง ในขณะเดียวกันความดันของเครื่องระเหยและค่าสัมประสิทธิสมรรถนะมีค่าลดลง การกำหนดอุณหภูมิของเครื่องระเหยเท่ากับ -10 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้ความดันที่เครื่องควบแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสารทำความเย็นชนิด R410a มีค่ามากที่สุด และสารทำความเย็นชนิด R22 มีค่าน้อยที่สุดและเมื่อลดอุณหภูมิเครื่องระเหยลงเป็น –40 องศาเซลเซียส ความดันที่เครื่องควบแน่นของสารทำความเย็นชนิด R410a ยังคงมีค่ามากที่สุด และสารทำความเย็นชนิด R22 ยังคงมีค่าน้อยที่สุดเช่นเดิม และความดันที่เครื่องระเหย อัตราการไหลเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิสมรรถนะเมื่อลดอุณหภูมิของเครื่องระเหยลง สารทำความเย็นชนิดที่มีค่าสูงสุดก็ยังคงมีค่าสูงสุด และสารทำความเย็นที่มีค่าต่ำสุดก็ยังคงมีค่าต่ำสุด ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกันตามการเปลี่ยนแปลงความดันของเครื่องระเหย ยกเว้นอุณหภูมิของเครื่องควบแน่นคือ เมื่ออุณหภูมิของเครื่องระเหยเท่ากับ -10 และ -40 องศาเซลเซียส สารทำความเย็นชนิด R22 จะมีค่ามากที่สุดเช่นเดียวกัน และเมื่ออุณหภูมิของเครื่องระเหยเท่ากับ -10 องศาเซลเซียส สารทำความเย็นชนิด R134a จะมีค่าต่ำที่สุด แต่เมื่อลดอุณหภูมิของของเครื่องระเหยเป็น -40 องศาเซลเซียสสารทำความเย็นชนิด R404a จะมีค่าต่ำที่สุดแทน



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลเชิงมวลกับอุณหภูมิของเครื่องระเหยเปลี่ยนแปลงไป



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิสมรรถนะกับอุณหภูมิของเครื่องระเหยเปลี่ยนแปลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2 และ 3 เมื่อทำการลดอุณหภูมิของเครื่องระเหยจาก -10 ถึง -40 องศาเซลเซียส พบว่าแนวโน้มของอัตราการไหลเชิงมวลมีค่ามากขึ้นและแนวโน้มของค่าสัมประสิทธิสมรรถณะมีค่าลดลง เนื่องจากเมื่อปรับลดอุณหภูมิให้ต่ำลง จึงต้องปรับอัตราการไหลของสารทำความเย็นให้มีค่ามากขึ้น จะต้องลดความดันที่เครื่องระเหย โดยการปรับวาล์วลดความดัน ทำให้สารทำงานบางส่วนระเหยเป็นไออิ่มตัวเสียก่อนเข้าเครื่องระเหย โดยทำการเพิ่มอัตราการไหลให้มากขึ้นเพื่อชดเชยส่วนที่ระเหยไปโดยสารทำความเย็นชนิด R22 R134a R407c และ R410a จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่า R404a แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนที่ดีกว่าต่ออัตราการไหลเชิงมวลที่เท่ากัน ผลกระทบของการเพิ่มอัตราการไหลให้มากขึ้นเพื่อชดเชยส่วนที่ระเหยไปมีผลทำให้คอมเพรสเซอร์ต้องใช้กำลังที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสารทำความเย็น จากตารางที่ 1 และ 2 ในขณะที่ค่าปริมาณความร้อนที่สารทำความเย็นดูดรับไว้ที่เครื่องระเหย ($Q_{evaporator}$) มีค่าคงที่ส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิสมรรถณะมีแนวโน้มที่ลดลง

สรุป

การจำลองระบบทำความเย็นแบบอัดไอพื้นฐานที่มีใช้สารทำงาน 5 ชนิดเป็นกรณีศึกษา ซึ่งแต่ละสารทำความเย็นจะถูกกำหนดให้ใช้งานภายใต้สภาวะที่มีภาระการทำความเย็น 10 ตันของการทำความเย็น (35 กิโลวัตต์) และระบายความร้อนภายใต้อุณหภูมิบรรยากาศ 35 องศาเซลเซียสเหมือนกัน เมื่อพิจารณาปรับอุณหภูมิที่เครื่องระเหยในช่วง -10 ถึง -40 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิย่านที่ใช้ในการทำเยือกแข็งอาหาร พบว่าอัตราการไหลของสารทำงานที่ต้องการ แปรผกผันกับอุณหภูมิที่เครื่องระเหย และเป็นแนวโน้มเดียวกันทั้ง 5 สารทำความเย็น โดยเมื่ออุณหภูมิต่ำลง จะต้องปรับอัตราการไหลของสารทำความเย็นให้มีค่ามากขึ้นเพื่อชดเชยส่วนที่ระเหยไปเนื่องจากการลดความดันที่เครื่องระเหย ในการวิจัยนี้ สารทำความเย็นที่ต้องการค่าอัตราการไหลชดเชยน้อยที่สุดคือ R22 ที่ 0.03 kg/s และมากที่สุดคือ R404a ที่ 0.14 kg/s เมื่อคำนึงถึงความดันใช้งาน ซึ่งมีความสำคัญในการเลือกออกแบบเครื่องทำความเย็น เมื่อความดันสูงหรือต่ำมากเกินไปจะมีผลต่อการออกแบบโครงสร้างของเครื่องควบแน่นหรือเครื่องระเหย เพื่อโครงสร้างผนังที่แข็งแรงขึ้นจึงมีการเพิ่มความหนา ซึ่งจะส่งผลทำให้การนำความร้อนแย่ลง และมีราคาค่าวัสดุผนังสูงขึ้น จากการคำนวณพบว่าความดันที่เครื่องควบแน่นของสารทำความเย็นที่มากที่สุดคือ R410a ที่ 3.1 MPa และ น้อยที่สุดคือ R134a ที่ 1.3 MPa ความดันที่เครื่องระเหย ของสารทำความเย็นมากที่สุดคือ R410a ที่ 573.9 kPa และ น้อยที่สุดคือ R407c ที่ 85.0 kPa นอกจากนี้ค่าที่สำคัญที่ควรพิจารณาคือค่าสัมประสิทธิ์สมรรถณะของเครื่องทำความเย็น ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถณะสูงย่อมแสดงถึงความคุ้มค่าของการใช้พลังงาน ในงานวิจัยนี้ สารทำความเย็นที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถณะสูงที่สุดคือ R22 มีค่า 1.62 (คิดที่อุณหภูมิเครื่องระเหย -40 °C) เมื่อใช้ข้อมูลจากการคำนวณ และค่าที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล จึงสามารถสรุปได้ว่า สารทำความเย็น R410a จึงเป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับการใช้งานในย่านอุณหภูมิ -10 ถึง -40 °C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิในการทำเยือกแข็งอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ข่าวสารน่ารู้ ศูนย์วิศวกรรมพลังงานการหาค่า SEC. แหล่งที่มา: http://www.me.psu.ac.th/eec/jn4.html, 2 มกราคม 2561

พานาโซนิก ประเทศไทย. เคล็ดลับการใช้งานตู้เย็น. แหล่งที่มา https://www.panasonic.com/th/consumer /home-appliances/refrigerator-learn/article/quick-tips-to-using-your-fridge.html, 14 มกราคม 2561

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC). ถาม-ตอบปัญหาวัสดุศาสตร์. สารทำความเย็น (Refrigerant) คือสารประเภทใด มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร. แหล่งที่มา: https://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-question-answer/1648, 2 มกราคม 2561

CP Arora. 2009. Refrigeration and Air Conditioning. 3th edition. McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITION.

DuPont Suva refrigerants. 2004. Thermodynamic Properties of DuPont Suva 410A Refrigerant. E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.

DuPont Suva refrigerants. 2004. Thermodynamic Properties of HFC- 134a. E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.

DuPont Fluorochemicals. 2005. Thermodynamic Properties of Freon 22. E. I. du PONT de NEMOURS AND COMPANY.

Shinji Kono, Madoka Kon, Tetsuya Araki, Yasuyuki Sagara. 2017. Effects of relationships among freezing rate, ice crystal size and color on surface color of frozen salmon fillet. Journal of Food Engineering.

The Healthline Editorial Team and Tim Jewell 2014Meat Safety: Storing and Handling Meat, Poultry, and Fish .Available Source: https://www.healthline.com/health/food-safety-meat#selection ,16 มกราคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้