PRO-MEC
311
2543

โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12, R-22 และ R-134a

Computer Program for Calculate Thermodynamic Properties of Refrigerant R-12, R-22 and R-134a

27 ส.ค. 2544

นาย สงวนศักดิ์ ศรีชาติ
นาย อนุชา บุญเลิศ

โครงงานวิศวกรรมศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2543

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมศาสตร์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12,R-22 และ R-134a
โดย	นาย สงวนศักดิ์ ศรีชาติ นาย อนุชา บุญเลิศ
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ มนัส แป้งใส

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงงานวิศวกรรมศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

---------- คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ศักดิ์ กองสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมศาสตร์

---------- ประธานกรรมการ

(อาจารย์ มนัส แป้งใส)

---------- กรรมการ

(อาจารย์ เกียรติชัย รักษาชาติ)

---------- กรรมการ

(อาจารย์ ประชา บุณขวานิชกุล)

โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์
ของสารทำความเย็น R-12, R-22 และ R-134a
ปีการศึกษา 2543

โดย

นาย สงวนศักดิ์ ศรีชาติ

นาย อนุชา บุญเลิศ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ มนัส แป้งใส

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้ เป็นการออกแบบและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 , R-22 และ R-134a ซึ่งคุณสมบัติที่สามารถคำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ อุณหภูมิ ความดัน ปริมาตรจำเพาะ พลังงานภายใน เอนทัลปี และเอนโทรปี ซึ่งสามารถคำนวณได้ทั้งสภาวะของเหลวอิ่มตัว ไออิ่มตัว และสภาวะไอดง โดยสมมุติว่าขบวนการในการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารนั้น ทำให้คุณสมบัติต่างๆของสารเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น และผลจากการทดสอบโปรแกรมพบว่าคุณสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณมีความถูกต้อง และสามารถนำไปใช้งานได้ในทางปฏิบัติ

Computer Program for Calculate Thermodynamic Properties of Refrigerant R-12, R-22 and R-134a

Academic Year 2000

By

Mr. Sanguansak Srichart

Mr. Anucha Boonlert

Project Report Advisor

Mr. Manat Paengsai

ABSTRACT

This engineering project is to develop a computer program , that calculate thermodynamic properties of refrigerant R-12 , R-22 and R-134a. The properties from the program are temperature , pressure ,specific volume , internal energy , enthalpy and entropy.

The program can calculate in form of saturated liquid , saturated vapor and superheated vapor . The assumption of changed properties are linearly. Resulting of the program are precisely and implementable.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์มนัส แป้งใส และคณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนตรวจสอบแก้ไข จนทำให้โครงงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บิดามารดา และครูอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่คณะผู้จัดทำมาตั้งแต่ต้น จนกระทั่งทำให้คณะผู้จัดทำมีโอกาสจัดทำโครงงานวิศวกรรมศาสตร์ฉบับนี้ได้สำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
ขอบเขตของโครงงาน	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. ทฤษฎี	
คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์	3
หน้าที่ของสารทำความเย็นของระบบทำความเย็น	8
สารทำความเย็น R-12 (CCI_2F_2)	9
สารทำความเย็น R-22 ($CHClF_2$)	9
สารทำความเย็น R-134a (CF_3CH_2F)	10
คุณสมบัติของสารทำความเย็นที่ต้องการ	11
คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ ของสารทำความเย็น	12
การเปรียบเทียบเชิงกายภาพและเชิงเคมี	14
3. การคำนวณ	16

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
การคำนวณและลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม	16
สมการที่ใช้ในการคำนวณ	17
ตัวอย่างการคำนวณด้วยมือ	19
ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม	24
4. ผลการทดสอบโปรแกรม	30
ผลการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	31
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก ก. การใช้โปรแกรม	48
ภาคผนวก ข. ตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็น	56
ภาคผนวก ค. โปรแกรมคอมพิวเตอร์	72
ประวัติผู้จัดทำ	108

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิต่างๆ	19
2. แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวเมื่อป้อนค่าความดันต่างๆ	20
3. แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ(Temperature;T) กับความดัน(Pressure;P)	21
4. แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่าความดัน(Pressure;P) กับปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)	22
5. แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ(Temperature;T) กับปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)	23
6. แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิต่างๆ	31
7. แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่าความดันต่างๆ	32
8. แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่า ความดัน (Pressure;P)กับ อุณหภูมิ (Temperature;T)	33
9. แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่า ความดัน (Pressure;P) กับ ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)	34
10. แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่า อุณหภูมิ (Temperature;T) กับ ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)	35

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางภาคผนวกที่

1. แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว และไออิ่มตัว (Saturate State) 56
2. แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง (Superheat State) 58
3. แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว (Saturate State) 60
4. แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะไอดง (Superheat State) 62
5. แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว (Saturate State) 66
6. แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะไอดง (Superheat State) 68

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ความดันในท่อลมซึ่งติดตั้งมาตรวัดความดันและมานอมิเตอร์	4
2. ความดันที่ระดับต่างๆ	5
3. แผนภาพความดัน-เอนทัลปี	8
4. แผนภาพแสดงการเทียบค่า	18
5. แผนภาพแสดงลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม	25
6. แผนภาพแสดงการแนะนำการใช้โปรแกรม	26
7. แผนภาพแสดงทฤษฎีของสารทำความเย็น	27
8. แผนภาพแสดงการคำนวณของโปรแกรม	28
9. แผนภาพแสดงการคำนวณของโปรแกรม(ต่อ)	29
10. แผนภาพแสดงการคำนวณของโปรแกรม(ต่อ)	30
11. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าความดัน(P) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว	47
12. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาตรจำเพาะ(v) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว	48
13. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานภายใน(u) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว	49
14. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าเอนทัลปี(h) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว	50
15. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าเอนโทรปี (s) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

16. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาตรจำเพาะ(v) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง 52
17. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานภายใน(u) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือกับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง 53
18. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าเอนทัลปี(h) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง 54
19. แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าเอนโทรปี (s) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง 55

ภาพผนวกที่

1. จอภาพแสดงการแนะนำโปรแกรม 60
2. จอภาพแสดงเมนูหลัก 61
3. จอภาพแสดงเมนูย่อย 62
4. จอภาพแสดงผลการคำนวณที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว 63
5. จอภาพแสดงผลการคำนวณที่สภาวะไอดง 64

สัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
T	อุณหภูมิ	°C
P	ความดัน	Mpa
V	ปริมาตรจำเพาะ	m^3/kg
v_f	ปริมาตรจำเพาะที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว	m^3/kg
v_g	ปริมาตรจำเพาะที่สภาวะไออิ่มตัว	m^3/kg
u	พลังงานภายใน	kJ/kg
u_f	พลังงานภายในที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว	kJ/kg
u_g	พลังงานภายในที่สภาวะไออิ่มตัว	kJ/kg
h	เอนทัลปี	kJ/kg
h_f	เอนทัลปีที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว	kJ/kg
h_g	เอนทัลปีที่สภาวะไออิ่มตัว	kJ/kg
s	เอนโทรปี	kJ/kg.k
s_f	เอนโทรปีที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว	kJ/kg.k
s_g	เอนโทรปีที่สภาวะไออิ่มตัว	kJ/kg.k

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของโครงงานวิศวกรรมศาสตร์

ปัจจุบันการทำความเย็นและปรับอากาศ ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในวงการอุตสาหกรรม วิศวกรจึงควรศึกษาให้เข้าใจถึงองค์ประกอบแต่ละส่วนอย่างลึกซึ้ง เมื่อวิทยาการและเทคโนโลยีต่างๆ ในอุตสาหกรรมการทำความเย็นและปรับอากาศก้าวหน้าขึ้น สิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นและจะขาดเสียมิได้ในระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ ก็คือ สารทำความเย็น สารทำความเย็นจะเป็นสารตัวกลางสำหรับถ่ายเทความร้อน โดยการดูดซึมความร้อนเข้าสู่ตัวเอง ที่อุณหภูมิและความดันต่ำจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น และถ่ายเทความร้อนออกจากตัวเองที่อุณหภูมิและความดันสูง ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นนั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติต่างๆนั้น ค่อนข้างจะยุ่งยากและซับซ้อนในการที่จะแสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ บางคุณสมบัติสามารถหาได้ง่าย แต่บางคุณสมบัติจะต้องคำนวณจากสมการความสัมพันธ์ของคุณสมบัตินั้นๆ ดังนั้นค่าคุณสมบัติต่างๆจึงมักจะแสดงไว้ในรูปของตาราง เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา

อย่างไรก็ตาม ตารางคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นยังไม่ละเอียดพอ ด้วยเหตุนี้ทางผู้จัดทำจึงเกิดแนวคิดที่จะแก้ปัญหานี้ โดยการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 R-22 และ R-134a เพื่อเป็นประโยชน์ในการหาค่าคุณสมบัติต่างๆได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 , R-22 และ R-134
2. เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยมือกับการคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

<u>ขอบเขตของโครงงาน</u>

1. สามารถคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ ของสารทำความเย็น R-12 R-22 และ R-134a ได้ทั้งหน่วยเอส.ไอ. และหน่วยอังกฤษ
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น สามารถคำนวณคุณสมบัติต่างๆได้ด้วยรายการหลักดังนี้คือ
   2.1 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว ป้อนค่า T หรือ P
   2.2 ที่สภาวะไอดง ป้อนค่า T กับ P หรือ T กับ v และ P กับ v
3. ใช้ในภาษา Visual Basic ในการพัฒนาโปรแกรม

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. ใช้ในการหาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นR-12 R-22 R-22 และ R-134a
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับออกแบบ และประยุกต์ใช้งานทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในอนาคต

บทที่ 2

ทฤษฎี

<u>คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์</u>

สิ่งสำคัญอีกอย่างในการวิเคราะห์ระบบทางความร้อน คือการให้นิยามแก่คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ ว่า คุณสมบัติ (Property) จะหมายถึงลักษณะเฉพาะตัวของวัตถุ หรือสารที่เราสามารถวัดหาขนาดออกมาได้ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และความหนาแน่น ถือว่าเป็นคุณสมบัติ ส่วนงาน และการถ่ายเทความร้อนนั้น เราสามารถวัดออกมาได้ในรูปของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ แต่โดยตัวมันเองไม่ใช่คุณสมบัติ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าคุณสมบัติเป็นสิ่งที่สารมีอยู่ในตัว ในขณะที่งานและการถ่ายเทความร้อนเป็นสิ่งที่ กระทำกับระบบ จนเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ เราสามารถวัดขนาดของงานและความร้อนได้เพียงจากขอบเขต (boundary) และปริมาณของพลังงานที่ถ่ายเทจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติว่าเป็นเช่นไร

เนื่องจากเทอร์โมไดนามิกส์มีศูนย์กลางอยู่ที่เรื่องพลังงาน คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ทุกตัวจึงเกี่ยวพันอยู่กับพลังงาน และสภาวะ (State) ทางเทอร์โมไดนามิกส์ของระบบจะถูกระบุได้ด้วยค่าของคุณสมบัติ ในสภาพปกติทั่วไป เราสามารถระบุสภาวะของระบบได้ด้วยคุณสมบัติ 2 ตัวที่เป็นอิสระต่อกัน เช่น ไอน้ำที่อุณหภูมิ 120°C ความดัน 1 บรรยากาศ แต่ในสภาพที่ระบบมากกว่า 1 สถานะ เช่น อากาศแห้งและไอน้ำการที่จะระบุสภาวะได้ อาจจะต้องทราบคุณสมบัติถึง 3 ตัว ถ้าเราสามารถระบุสภาวะของสารหรือระบบได้แล้ว ก็จะสามารถทราบค่าของคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ไม่ขึ้นต่อกันได้

คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ ที่เราสนใจจะกล่าวถึงในที่นี้ได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) ความดัน(Pressure) ความหนาแน่น(Density) ปริมาตรจำเพาะ(Specific volume) ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) เอนทัลปี(Enthalpy) เอนโทรปี(Entropy)

<u>อุณหภูมิ</u>

อุณหภูมิของสารจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาวะทางความร้อน และความสามารถในการแลกเปลี่ยนพลังงานกับสารอื่นเมื่อนำมาสัมผัสด้วย โดยสารที่มีอุณหภูมิ สูงกว่าจะส่งถ่ายพลังงานไปสู่สารที่อุณหภูมิต่ำกว่า ในหน่วย S.I. เราใช้องศาเซลเซียส (°C) เป็นตัววัดอุณหภูมิ โดยมีระดับอ้างอิงที่จุดเยือกแข็งของน้ำ (0°C) และจุดเดือดของน้ำ (100°C)

<u>อุณหภูมิสัมบูรณ์</u>

เป็นตัวเลขบอกองศาที่อยู่เหนือจุดศูนย์สัมบูรณ์ (absolute zero) แสดงค่าด้วยเคลวิน (K) โดยที่ $T = t\,°C + 273$ ดังนั้น ความแตกต่างอุณหภูมิของทั้ง 2 สเกลนี้ จึงมีค่าเท่ากัน ซึ่งสามารถใช้แทนกันได้

<u>ความดัน</u>

เป็นแรงตั้งฉากที่ของไหลกระทำต่อ 1 หน่วยพื้นที่ ที่ด้านทิศทางของแรงนั้น ความดันสัมบูรณ์ เป็นการวัดความดันเหนือจุดศูนย์ ความดันเกจ เป็นการวัดความดันที่สูงกว่า ความดันบรรยากาศ หน่วยที่ใช้ในการวัดความดันในระบบ S.I. ใช้นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) หรือ เรียกว่า ปาสคาล (Pascal, Pa) นิวตันเป็นหน่วยที่ใช้วัดแรง

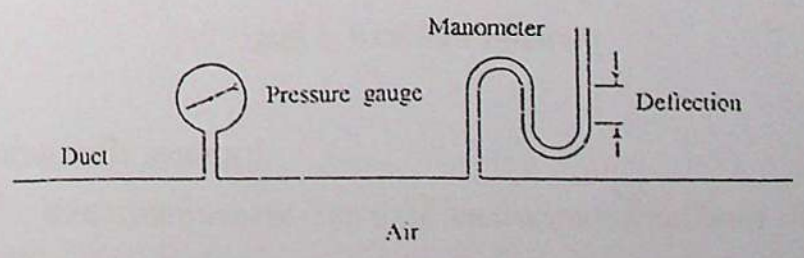
ความดันบรรยากาศมาตรฐาน มีค่า 101,325 Pa = 101.3 kPa (14.7 psia)

$$P_{abs} = P_g + P_{atm} \tag{1.2}$$

โดยที่ P_{abs} = ความดันสัมบูรณ์

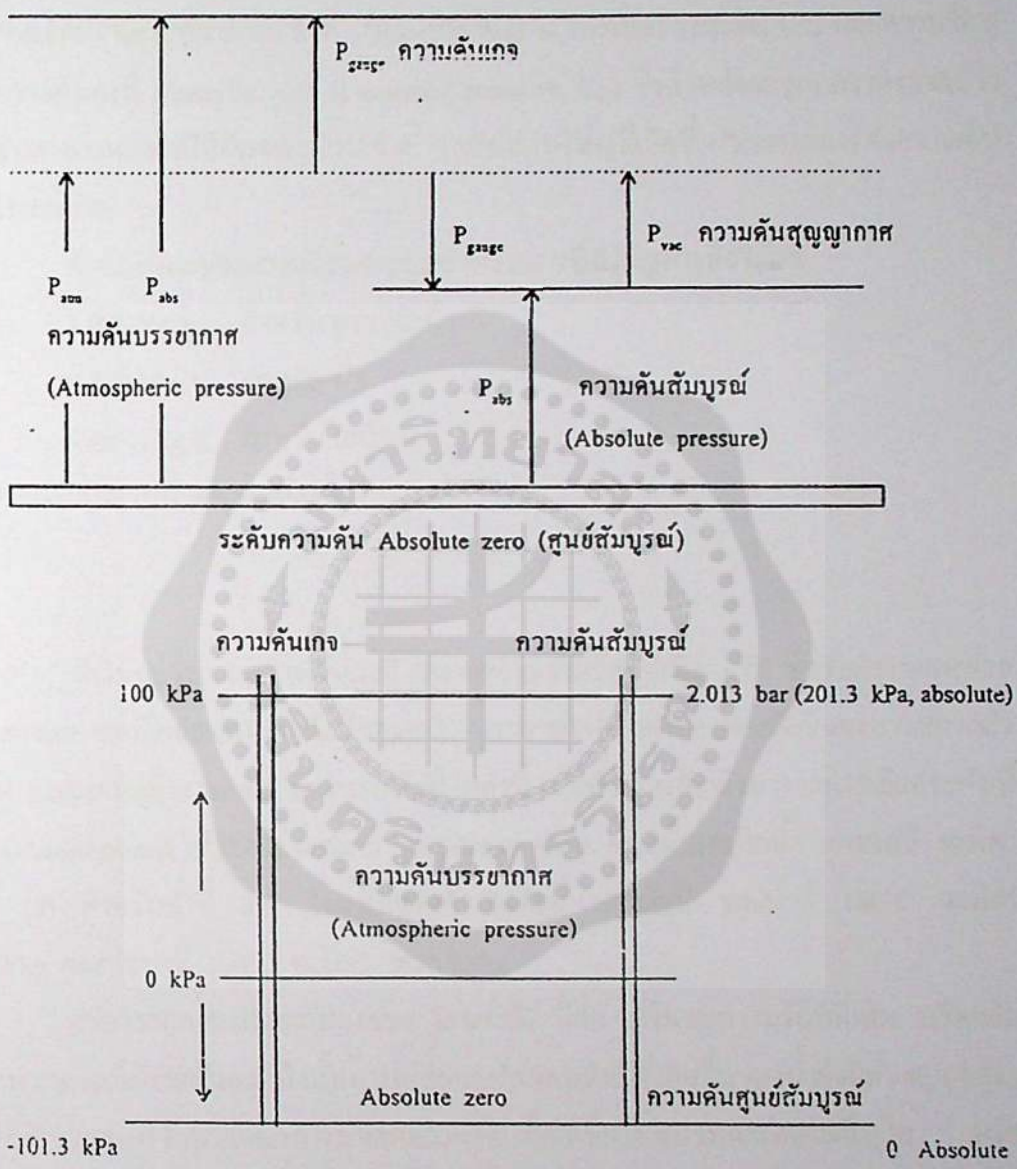
P_g = ความดันเกจ

P_{atm} = ความดันบรรยากาศ



<u>รูปที่ 1</u> ความดันเกจในท่อลมซึ่งติดตั้งมาตรวัดความดันและมานอมิเตอร์

เครื่องมือที่ใช้วัดความดันได้แก่ pressure gauge และ manometer ดังรูปที่ 1 ส่วนรูปที่ 2 แสดงความดันที่ระดับต่างๆ



<u>รูปที่ 2</u> ความดันที่ระดับต่างๆ

<u>ความหนาแน่นและปริมาตรจำเพาะ</u>

ความหนาแน่นของของไหล หาได้โดย นำมวลหารด้วยปริมาตร ในขณะที่ปริมาตรจำเพาะเป็นปฏิภาคส่วนกลับซึ่งกันและกัน ความหนาแน่นของอากาศที่ความดันบรรยากาศมาตรฐาน และ 25°C มีค่าโดยประมาณ เท่ากับ 1.204 kg/m^3

<u>ความร้อนจำเพาะ</u>

ความร้อนจำเพาะของสาร หมายถึง ปริมาณของพลังงานที่ต้องการในการทำให้ 1 หน่วยมวลของตัวมันมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 หน่วยองศา (1 K) ความร้อนจำเพาะพื้นฐานที่ใช้กันมี 2 ตัว คือ ความร้อนจำเพาะที่ปริมาตรคงที่ (Specific heat at constant volume, Cv) และความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ (Specific heat at constant pressure, Cp) ซึ่งตัวหลังจะถูกกล่าวถึงมากกว่าเนื่องจากมันสามารถนำไปใช้กับขบวนการต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในระบบการทำความเย็นและการปรับอากาศ

ค่าประมาณของความร้อนจำเพาะสำหรับสารที่สำคัญบางตัวได้แก่

1.0 kJ/kg.K สำหรับ อากาศแห้ง

4.19 kJ/kg.K สำหรับ น้ำ

1.88 kJ/kg.K สำหรับไอน้ำ

โดยที่ J (joule) แสดงหน่วยของพลังงาน

<u>เอนทัลปี</u>

ถ้าในขบวนการความดันคงที่ ขนาดของความร้อนที่เพิ่ม หรือ ที่ขจัดออกต่อหน่วยมวล จะแทนการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีของสาร เราสามารถหาค่าของเอนทัลปีของสารหลายตัวจากตาราง และแผนภูมิ (Charts) ซึ่งค่าเอนทัลปี เหล่านี้ จะมีพื้นฐานอ้างอิงมาจากการเลือกระดับที่กำหนด (Datum plane) ให้โดยไม่มีเกณฑ์ เช่น datum plane ของน้ำและไอน้ำ เอนทัลปี จะมีค่าเป็นศูนย์ (0) สำหรับน้ำที่ 0°C โดยพื้นฐานอ้างอิงตัวนี้ เอนทัลปี ของน้ำที่ 100°C จะมีค่า 419.06 kJ/kg และไอน้ำที่ 100°C จะมีค่า 2676 kJ/kg

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ เอนทัลปี ก็คือ ปริมาณความร้อนที่เพิ่ม หรือขจัดออกต่อหน่วยมวลที่ความดันคงที่ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีที่เกิดขึ้นของน้ำจึงมีค่า 46.1 kJ/kg เอนทัลปีนี้ยังสามารถใช้แทนอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในขบวนการกลายเป็นไอ หรือการกลั่นตัวได้ด้วย

<u>เอนโทรปี</u>

แม้ว่าจะเป็นการยากมากในการนิยามคำว่า เอนโทรปี เนื่องจากมันต้องอาศัยคำอธิบายสำคัญหลายอย่างทั้งในด้านเทคนิค และปรัชญา แต่เราก็ใช้คุณสมบัติตัวนี้ในการระบุและกำหนดพฤติกรรมของสารเช่นกัน เราสามารถอ่านค่า เอนโทรปี ได้จากตารางหรือ แผน

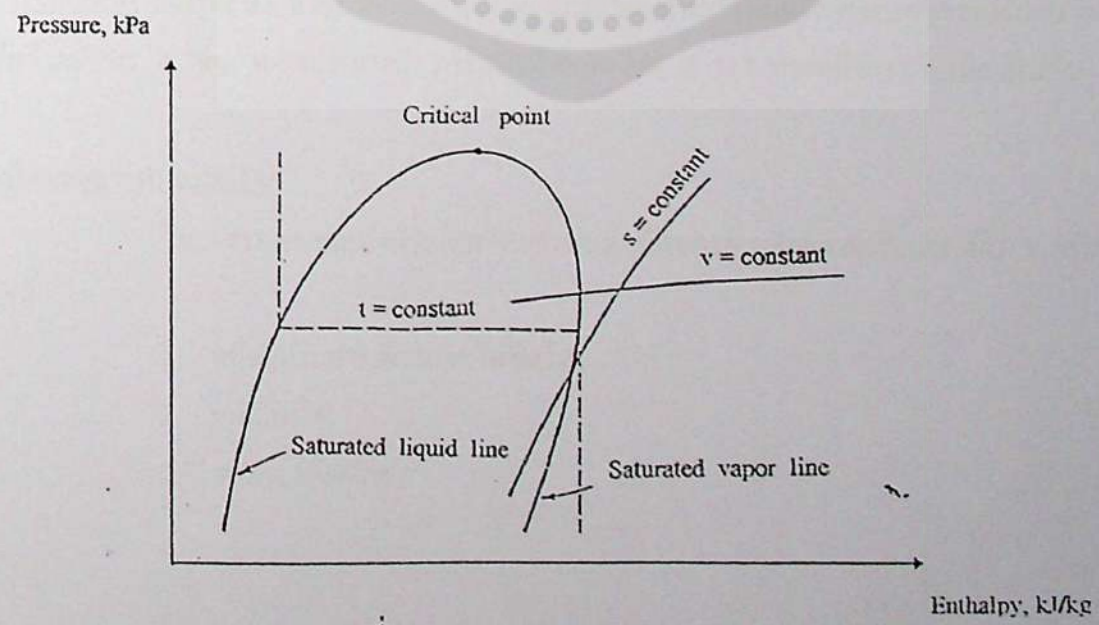
ภูมิของคุณสมบัติ เช่นเดียวกันกับ เอนทัลปี ในที่นี้จะกล่าวถึงสมมุติฐานที่มีส่วนเกี่ยวพันกับคุณสมบัติตัวนี้ 2 ข้อด้วยกันคือ

1. ถ้าแก๊ส หรือ ไอ ถูกอัด (Compressed) หรือขยายตัว (Expanded) แบบไม่มีความเสียดทาน โดยไม่มีการเพิ่มหรือขจัดความร้อนระหว่างกระบวนการแล้ว ค่า เอนโทรปีของสารจะถือว่าคงที่

2. ตามขบวนการในข้อหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปี ที่เกิดขึ้นจะแสดงปริมาณของงาน(Work) ต่อหน่วยมวล ที่ต้องการในการอัด หรือ ที่ได้ออกมาจากการขยายตัว เป็นไปได้ว่า การใช้งานเกี่ยวกับ เอนโทรปี ที่มากที่สุด ก็คือ การอ่านค่าตามเส้นเอนโทรปีคงที่ในกราฟเพื่อคำนวณงานของการอัดในระบบการทำความเย็นแบบกดดันไอ (Vapor- compression refrigeration cycles)

ระบบทางความร้อน ส่วนมากแล้ว สารที่ไหลเวียนในวัฏจักร จะเปลี่ยนสภาวะไปมาระหว่างสถานะที่เป็นของเหลวและไอ ความดัน อุณหภูมิ และ เอนโทรปี จะเป็นคุณสมบัติที่เป็นกุญแจสำคัญของการเปลี่ยนแปลงนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติเหล่านี้ จะแสดงในตาราง หรือแผนภูมิต่างๆ เช่น แผนภูมิ ความดัน และ เอนทัลปี สำหรับน้ำดังแสดงในรูปที่ 3 ในแผนภูมิจะแบ่งอาณาเขตออกเป็น 3 ส่วนคือ คือ

1. Sub cooled-liquid region ด้านซ้ายมือ
2. Liquid-vapor region บริเวณตรงกลาง
3. Superheated-vapor region ด้านขวามือ



<u>รูปที่ 3</u> แผนภาพความดัน- เอนทัลปี

ในบริเวณที่ 1 สารจะอยู่ในสถานะของเหลวเท่านั้น ในบริเวณที่ 3 สารจะอยู่ในสถานะไอเท่านั้น ส่วนบริเวณที่ 2 สารจะอยู่ในสภาพ 2 สถานะ คือเป็นทั้งของเหลวและไอปนกันอยู่ เส้นที่กั้นแบ่งอาณาเขต 2 และ 3 เรียกว่า เส้นไออิ่มตัว (Saturated-vapor line) เส้นที่กั้นแบ่งอาณาเขต 1 และ 2 เรียกว่า เส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturated-liquid line)

ถ้าเราลากเส้นในแนวระนาบ (แสดงเส้นความดันคงที่) จากเส้นของเหลวอิ่มตัวไปจนถึงเส้นไออิ่มตัว การเปลี่ยนแปลงของส่วนผสมระหว่างของเหลวและไอที่เกิดขึ้นตามเส้นนี้ มีค่าตั้งแต่เป็นของเหลว 100% ไปจนถึงไอ 100% (คือ การที่ของเหลวกลายเป็นไอนั้นเอง)

<u>หน้าที่ของสารทำความเย็นในระบบทำความเย็น</u>

สารทำความเย็นของระบบทำความเย็น (Refrigerant) เรียกกันในวงการเครื่องเย็นว่า " น้ำยา" และศัพท์บัญญัติโดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยเรียกว่า "สารทำความเย็น" คือ สารตัวกลางสำหรับถ่ายเทความร้อน โดยการดูดซึมความร้อนเข้าสู่ตัวเองที่อุณหภูมิและความดันต่ำและถ่ายเทความร้อนออกจากตัวเองที่อุณหภูมิและความดันสูง

สารทำความเย็นมีทั้งประเภทที่เป็นสารทำความเย็นขั้นแรก (Primary refrigerant) กล่าวคือรับความร้อนจากโภคภัณฑ์ที่ต้องการทำความเย็นภายในอีวาปอเรเตอร์ และถ่ายเทความร้อนออกให้แก่สารหล่อเย็นโดยตรงในคอนเดนเซอร์ หรือทำหน้าที่เป็นสารถ่ายเทความร้อนทางอ้อมเรียกว่าน้ำยาขั้นที่สอง (Secondary refrigerant) คือ เป็นตัวรับความร้อนจากโภคภัณฑ์มาถ่ายเทให้แก่น้ำยาขั้นแรกภายในอีวาปอเรเตอร์ และน้ำยาขั้นแรกจึงนำความร้อนไปถ่ายเทออกที่คอนเดนเซอร์อีกครั้งหนึ่ง สารทำความเย็นทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นสารชนิดใดที่มีรหัสประจำตัวซึ่งขึ้นต้นด้วยอักษร R เช่น R-744 หมายถึง คาร์บอนไดออกไซด R-717 หมายถึงแอมโมเนีย เป็นต้น

<u>ชนิดของสารทำความเย็น</u>

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยกำหนดชนิดของสารทำความเย็นออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. ชนิดไม่ระคายเคืองและไม่ติดไฟ
2. ชนิดติดไฟ
3. ชนิดระคายเคือง

<u>สารทำความเย็น R-12</u>

เป็นน้ำยาในประเภทฮาโลจีเนทไฮโดรคาร์บอน เป็นสารทำความเย็นที่นิยมใช้กับระบบทำความเย็นของบ้านเรือนและ ระบบปรับอากาศในอุตสาหกรรม จุดเด่นของสารทำความเย็นR-12 คือความดันของการทำงานอยู่ในช่วงพอดีกำลังงานที่ใช่ขับคอมเพรสเซอร์ต่ำ เป็นสารสารทำความเย็นที่มีความปลอดภัยทั้งไม่เป็นพิษ ไม่ติดไฟและไม่จุดระเบิด นอกจากนี้ยังคงสภาพได้ดีไม่เสียหายแม้ว่าจะอยู่ในสภาวะงานหนักๆ แต่อย่างไรก็ตามถ้าสารทำความเย็นR-12 สัมผัสกับเปลวไฟ หรือได้รับความร้อนจากอุปกรณ์ไฟฟ้าก็อาจกลายเป็นพิษได้สารทำความเย็นR-12 ควบแน่นที่ความดันปานกลางมีจุดเดือดต่ำกว่าความดันบรรยากาศคือมีจุดเดือด -29.8^{o}C(-21.6^{o}F) สามารถใช้ได้ทั้งระบบที่มีอุณหภูมิสูง ปานกลางและต่ำ

สารทำความเย็นR-12 สามารถผสมกับน้ำมันได้ ซึ่งจะทำให้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เนื่องจากจะไม่มีฟิล์มน้ำมันเกิดขึ้นในอีวาปอเรเตอร์และเครื่องควบแน่น ซึ่งต่างจากสารทำความเย็นชนิดอื่นที่รวมกับน้ำมันแล้วจะทำให้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนลดลง

สารทำความเย็นR-12 มีอัตราการทำความเย็นโดยมวลน้อยเมื่อเทียบกับสารทำความเย็นชนิดอื่นบางชนิดแต่ก็ไม่ใช่ข้อเสียที่รุนแรงเพราะถ้าเทียบกันด้านอื่นๆ เช่น ในระบบเล็ก ๆ สารทำความเย็นR-12 สามารถควบคุมได้ง่ายกว่า เป็นพิษน้อยกว่า สำหรับระบบใหญ่ ๆ ค่าความร้อนแฝงที่ต่ำกว่าถูกชดเชยด้วยความหนาแน่นไอที่สูง ซึ่งขนาดของเครื่องอัดที่ใช้สารทำความเย็นR-12 ก็มีขนาดไม่ใหญ่กว่ามากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้สารทำความเย็นชนิดอื่นๆและยังใช้กำลังเครื่องอัดต่ำอีกด้วย สารทำความเย็นR-12 จึงเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป

<u>สารทำความเย็น R-22</u>

เป็นสารกลุ่มฟลูออโรคาร์บอนเช่นกันจึงไม่เป็นพิษ เหมาะที่จะใช้กับระบบทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ ที่ความดันบรรยากาศมีจุดเดือด –40.08°C (-41.04°F) ในปัจจุบันนิยมใช้กับเครื่องปรับอากาศเพราะเครื่องอัดที่ใช้กับระบบนี้มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับสารทำความเย็นR-12 แล้ว สารทำความเย็นR-22 จะทำงานที่ความดันสูงกว่าและได้ความดันที่ลิ้นทางออก สูงกว่าในขณะที่ใช้กำลังขับของเครื่องอัดเท่ากัน ข้อดีของสารทำความเย็นR-22 ($CHClF_2$) ที่เหนือกว่าสารทำความเย็นR-12 ก็คือ สามารถใช้เครื่องอัดที่เล็กกว่าได้เนื่องจากมีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่า

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของสารทำความเย็นR-12 และ สารทำความเย็น R-22 จะได้ดังนี้ จุดเด่นของสารทำความเย็น R-12 ที่เหนือกว่าสารทำความเย็น R-22 คือ ราคาถูกกว่า ความดันภายในคอนเดนเซอร์ต่ำ แนวโน้มของการรั่วไหลมีน้อยกว่าอุณหภูมิที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ต่ำ

กว่า แต่ขณะเดียวกันสารทำความเย็น R-22 ก็มีขอดีกว่าสารทำความเย็น R-12 คือ ปริมาตรจำเพาะน้อยกว่า ดังนั้นคอมเพรสเซอร์ของระบบทำความเย็นที่ใช้ สารทำความเย็น R-22 จึงมีขนาดเล็กกว่า ขนาดของมอเตอร์ขับคอมเพรสเซอร์ที่ใช้ กับสารทำความเย็นR-12 และสารทำความเย็น R-22 มีขนาดเกือบเท่ากัน แต่สารทำความเย็น R-22 สามารถดูดซึมความชื้นเข้าสู่ตัวเองได้มากกว่า

<u>สารทำความเย็น R-134a</u>

สารทำความเย็น R-134a มีชื่อทางเคมีว่า Tetrafloroethane; CF_3CH_2F เป็นสารทำความเย็นที่นำมาใช้แทนสารทำความเย็น R-12 ที่ยังมีการใช้กันเป็นจำนวนมาก สารทำความเย็น R-134a เป็นสาร HFC ที่ไม่ทำลายโอโซนและเป็นไปได้ที่จะช่วยลดสภาวะเรือนกระจก เป็นสารเคมีที่ไม่ติดไฟ ไม่เกิดการระเบิด จากข้อมูลเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าเป็นสารเคมีที่ไม่เป็นพิษ และยังคงสภาพได้ดีในระบบการทำความเย็น ตลอดจนคุณสมบัติที่ไม่รวมตัวกับไอน้ำ

คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-134a จะมีขนาดใกล้เคียงกับสารทำความเย็น R-12 มากทำให้สัดส่วนของสมรรถนะในระบบคล้ายคลึงกัน โดยมีอุณหภูมิอีวาปอเรเตอร์ 20°F (-7°C) อุณหภูมิไอเซนทรอปิกทางด้านจ่ายและกำลังที่ต้องการต่อตันของการทำความเย็น ของสารทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน คือมีอุณหภูมิอิ่มตัว -15.08 °F ที่ความดันบรรยากาศ

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเป็นลักษณะสำคัญสำหรับสารทำความเย็นR-134a ซึ่งจะมีค่าสูงกว่าสารทำความเย็น R-12 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่สภาวะ Single phase จะเพิ่มจาก 27% เป็น37% สำหรับของเหลวและ 37% -45% สำหรับไอ ที่สภาวะ Two phase จะเพิ่มจาก 28% เป็น 34% ในอีวาปอเรเตอร์ และจาก 35% เป็น 41% ในคอนเดนเซอร์ การเปรียบเทียบสมรรถนะของสารทำความเย็น R-134a กับสารทำความเย็น R-12 ที่อุณหภูมิอิ่มตัวทางด้านดูดจะอยู่ในช่วง 40°F (4.4°C) ถึง -40°F (-40°C) ส่วนอุณหภูมิควบแน่นมีค่า 100°F (37.8°C)

ข้อสังเกตคือ ความดันอิ่มตัวของสารทั้งสองเกือบจะเท่ากันที่อุณหภูมิเดียวกัน สำหรับสารทำความเย็น R-134a มีค่าต่อปอนด์สูงกว่า สารทำความเย็น R-12 ประมาณ 22% ดังนั้นอัตราการไหลมวล ต่อตันของการทำความเย็นจึงมีค่าต่ำกว่า ที่สารทำความเย็น R-12 ต้องการประมาณ 18% อย่างไรก็ตามปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็น R-134a ก็ยังคงสูงกว่าสารทำความเย็น R-12 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อความดันลดลง โดยปกติที่อุณหภูมิ 40°F (4.4°C) ปริมาตรจำเพาะของสารทำความเย็น R-134a จะสูงกว่าสารทำความเย็น R-12 ประมาณ 20% แต่จะเพิ่มขึ้นเป็น 43% เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง -40°F (-40°C) ดังนั้นผลจากที่มีปริมาตรจำเพาะสูงกว่าบางส่วนจึงถูกชดเชยด้วยอัตราการไหลเชิงมวลที่ต้องการต่อตัน อัตราการไหลเชิงปริมาตรที่ด้าน

ดูดของไอต่อตันของการทำความเย็นของสารทั้งสองจะมีขนาดเท่ากันที่อุณหภูมิ 40°F (4.4°C) แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วสำหรับ สารทำความเย็น R-134a เมื่ออุณหภูมิทางด้านดูดลดลง และจะมีค่าสูงกว่า สารทำความเย็น R-12 ประมาณ 20% ที่อุณหภูมิ -40°F (-40°C)

ถึงแม้ว่าสารทำความเย็น R-134a จะเป็นสารทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้แทน สารทำความเย็น R-12 เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ และ ยังใช้กับระบบเดิมอยู่ ซึ่งมีอุณหภูมิอีวาปอเรเตอร์ 20 °F (-7°C) เพราะว่าความแตกต่างความหนาแน่นไอการใช้สารทำความเย็นR-134a แทนสารทำความเย็น R-12 กับระบบที่มีอุณหภูมิอีวาปอเรเตอร์ต่ำกว่า 20 °F (-7°C) จึงส่งผลให้เกิดการสูญเสียค่าความจุของระบบไปบางส่วน

<u>คุณสมบัติของสารทำความเย็นที่ต้องการ</u>

เครื่องทำความเย็นถูกใช้งานที่อุณหภูมิแตกต่างกันมาก ตั้งแต่การปรับอากาศถึงการทำห้องเย็น การเลือกสารทำความเย็นให้เหมาะสมกับชนิดของเครื่องอัด และ คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ อาทิเช่น อุณหภูมิระเหย และความดันระเหย อุณหภูมิควบแน่น และความดันควบแน่นจึงเป็นสิ่งสำคัญ

<u>คุณสมบัติที่ต้องการจากสารทำความเย็น</u>

1. ความดันระเหยจะต้องสูงพอเหมาะสารทำความเย็นควรระเหยที่ความดันสูงเพื่อไม่ให้เกิดสุญญากาศทางด้านความดันต่ำซึ่งจะทำให้อากาศรั่วไหลเข้าไปได้ การรั่วของอากาศเข้าไปก็ตรวจสอบยาก และเมื่อรั่วเข้าสู่ระบบแล้วก็กำจัดออกไปลำบาก อนึ่งการที่ความดันระเหยสูงจะทำให้อัตราส่วนการอัดต่ำซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพทางปริมาตรของเครื่องอัดสูงขึ้นด้วย
2. ความดันควบแน่นจะต้องต่ำพอเหมาะถ้าความดันควบแน่นต่ำ เมื่อไอสารทำความเย็นถูกทำให้เย็นลงและควบแน่นโดยน้ำหล่อเย็นหรืออากาศหล่อเย็นอัตราส่วนการอัดจะต่ำลง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของเครื่องอัดสูงขึ้นอีกประการหนึ่ง คือ ถ้าความดันทางด้านความดันสูงต่ำลง ความปลอดภัยก็จะมีมากขึ้น และความจำเป็นที่จะต้องสร้างเครื่องทำความเย็นให้แข็งแรงก็จะน้อยลง
3. ความร้อนแฝงของการระเหยควรมีค่าสูง ถ้าสารทำความเย็นมีค่าความร้อนแฝงของการระเหยสูงปริมาณสารทำความเย็นที่ไหลวนในระบบเพื่อให้ได้ ความเย็นที่ต้องการก็จะน้อยลง

4. ปริมาตรจำเพาะควรมีค่าน้อยถ้าสารทำความเย็น มีค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูง และมีปริมาตรจำเพาะของไอต่ำปริมาตรที่ลูกสูบของเครื่องอัดจะแทนที่ก็จะน้อยลง ขนาดของเครื่องทำความเย็นในการทำความเย็นที่เท่ากันก็จะเล็กลงได้อย่างไรก็ตามในกรณีของเครื่องทำน้ำเย็นชนิดใช้เครื่องอัดแบบหอยโข่งขนาดเล็กสารทำความเย็นที่ใช้ควรมีปริมาตรจำเพาะค่อนข้างสูงทั้งนี้ เพราะความจำเป็นในการเพิ่มปริมาณไอที่ผ่านเครื่องอัดให้เพียงพอที่จะป้องกันการลดลงของประสิทธิภาพของเครื่องอัดแบบหอยโข่ง
5. สัมประสิทธิ์ในการทำงานควรมีค่าสูงในบรรดาคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนมิกส์ของสารทำความเย็น สัมประสิทธิ์ในการทำงานเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดต่อค่าใช้จ่ายในการทำงาน ซึ่งจำเป็นจะต้องให้มีค่าสูง แต่ในทางกลับกันกำลังงานที่ใช้ขับคอมเพรสเซอร์ต่อความสามารถในการทำความเย็นต้องการให้ต่ำที่สุด
6. สัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนของสารทำความเย็นควรมีค่าสูงเพื่อให้การถ่ายเทความร้อนดีขึ้น
7. ความหนืดของทั้งสารทำความเย็นเหลวและสารทำความเย็นไอควรมีค่าต่ำการที่ความหนืดต่ำจะทำให้ความต้านทานของสารทำความเย็นที่ไหลภายในท่อลดลงและการสูญเสียความดันก็จะน้อยลง
8. สารทำความเย็นควรมีค่าคงที่ไดอีเลคตริค (Dielectric constant) ต่ำ มีค่าความต้านทานไฟฟ้าสูงและไม่กัดกร่อนวัสดุที่เป็นฉนวนไฟฟ้า คุณสมบัติดังกล่าวมีความสำคัญเป็นพิเศษสำหรับสารทำความเย็นที่จะนำไปใช้ ในเครื่องอัดแบบปิด
9. สารทำความเย็นควรมีคุณสมบัติคงที่ และเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะไม่กัดกร่อนโลหะในวัฏจักรการทำความเย็น
10. สารทำความเย็นไม่ควรเป็นพิษและฉุนจัด
11. สารทำความเย็นไม่ควรติดไฟและระเบิดง่าย
12. สารทำความเย็นควรเป็นสารที่หารอยรั่วได้ง่าย เมื่อมีการไหลออกมา
13. สารทำความเย็นควรมีราคาถูกและหาได้ง่าย

<u>คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น</u>

สารทำความเย็นควรระเหยที่ความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศเข้าไปในระบบ เนื่องจากความดันด้านดูด (ด้านความดันต่ำ) ต่ำกว่าความดันบรรยากาศและขณะเดียวกันก็จะช่วยให้ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของเครื่องอัดสูงขึ้น เพราะ

อัตราส่วนการอัดต่ำลง ด้วยเหตุผลดังกล่าว จุดเดือดของสารทำความเย็นจึงมีความสำคัญมาก โดยทั่วไปแล้ว สารทำความเย็นที่มีจุดเดือดต่ำจะถูกใช้ในการทำความเย็นที่อุณหภูมิต่ำ และสารทำความเย็นที่มีจุดเดือดสูงจะถูกนำไปใช้ในการทำความเย็นที่อุณหภูมิสูง (การปรับอากาศ) จุดเดือดของสารทำความเย็นจึงเป็นตัวเลขที่แสดงว่า สารทำความเย็นสามารถระเหยที่อุณหภูมิต่ำพอเหมาะที่ความดันที่ต้องการหรือไม่

ถ้าสารทำความเย็นมีค่าความร้อนแฝงของการระเหยสูง มีค่าปริมาตรจำเพาะของไอต่ำ ปริมาตรที่ถูกสูบจะแทนที่ต้องการก็จะน้อยลง ขนาดของเครื่องอัดก็จะลดลงเมื่อทำความเย็นที่ปริมาณเท่ากัน เปรียบเทียบ สารทำความเย็นR-22 ซึ่งใช้กันแพร่หลายในการทำความเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าสารทำความเย็น R-12 จะเห็นว่าการใช้ สารทำความเย็นR-22 สามารถเพิ่มความสามรถในการทำความเย็นของเครื่องอัดเครื่องเดียวกันได้ถึง 60 % (กำลังก็เพิ่มขึ้นด้วยประมาณ 60%) เพราะฉะนั้นสารทำความเย็น R-22 จึงเป็นนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในเครื่องปรับอากาศเนื่องจากมีความสำคัญในการลดขนาดของเครื่องอัด โดยทั่วไปแล้วสารทำความเย็นจึงควรมีปริมาตรจำเพาะของไอต่ำ

ที่ผ่านๆ มาได้มีการกล่าวถึงคุณสมบัติของสารทำความเย็นแต่เพียงตัวเดียว คือความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเอนโทรปีของไออิ่มตัว แต่ยังมีคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์อื่นๆ อีกหลายตัว ที่มีความสำคัญต่อการทำความเย็น สารทำความเย็นต่างๆที่ใช้ในระบบกดดันไอจะมีพฤติกรรมที่เหมือนกัน แม้ว่าปริมาณทางตัวเลขของคุณสมบัติต่างๆ อาจแตกต่างกันบ้างในสารทำความเย็นต่างชนิดกัน โดยทั่วไปเราจะใช้แผนภูมิของความดัน-เอนทัลปี (p-h diagram) เป็นตัวบรรยายคุณสมบัติของสารทำความเย็น ในขณะที่งานทางด้านเทอร์โมไดนามิกส์อื่นๆ มักจะนิยมใช้แผนภาพของ อุณหภูมิ - เอนโทรปี(T-s) หรือ ความดัน-ปริมาตร (p-v) และ เอนทัลปี-เอนโทรปี (h-s) ทั้งนี้เนื่องจากในทางปฏิบัติการทำความเย็นนั้น เอนทัลปีจะเป็นคุณสมบัติสำคัญที่สุดที่ถูกหาบ่อยๆ การระบุเส้นความดันสามารถทำได้ง่ายบน p-h ไดอะแกรมภาพร่างของ p-h ไดอะแกรมได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 โดยมีความดันเป็นแกนตั้ง และ เอนทัลปีเป็นแกนนอน

บนแผนภูมิจะมีเส้นไออิ่มตัวและเส้นของเหลวอิ่มตัว เป็นเส้นหลักในการอ้างอิงและมีเส้นประกอบอื่นๆ คือ เส้นคงที่ของอุณหภูมิ เอนโทรปี และปริมาตรจำเพาะ บริเวณเส้นอิ่มตัวทั้งสองสารทำความเย็นจะอยู่ในสภาพ 2 สถานะอุณหภูมิจะมีค่าสอดคล้องกับความดันอิ่มตัว ดังนั้นเส้นอุณหภูมิคงที่ ในช่วงนี้จะเป็นเส้นในแกนนอนส่วนบริเวณที่เป็นของเหลว (Subcooled-liquid) คือ ด้านซ้ายมือของเส้นของเหลวอิ่มตัว เส้นอุณหภูมิคงที่จะได้รับการอนุโลมให้ว่าอยู่ในแนวดิ่ง ซึ่งจากจุดนี้เองเป็นผลว่าในทางปฏิบัติทั่วไปในการอ่านค่าเอนทัลปี จากตารางไอน้ำของน้ำในสภาวะที่เป็นของเหลว (Subcooled-liquid) นั้นเราสามารถใช้ค่าเอนทัลปีของของเหลวอิ่มตัวที่

อุณหภูมินั้นๆ ของน้ำ แม้ว่าความดันจริงๆ จะมีค่าสูงกว่าความดันอิ่มตัวก็ตาม ส่วนบริเวณของสารที่อยู่ในสถานะเป็นไอ (Superheat) จะอยู่ด้านขวามือของเส้นอิ่มตัว เส้นอุณหภูมิคงที่จะดิ่งลงโดยช่วงแรกจะเบนไปทางขวาเล็กน้อย ถัดจากนั้นจะดิ่งลงในแนวดิ่ง และเมื่อเส้นอุณหภูมิคงที่เริ่มอยู่ในแนวดิ่งนั้น ค่า $\Delta h = (const)(\Delta t)$ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทัลปี และอุณหภูมิของแก๊สสัมบูรณ์

เส้นปริมาตรจำเพาะคงที่ จะค่อยๆ เอียงลาดชันไปทางด้านขวา เส้นปริมาตรจำเพาะที่มีค่าสูงกว่าจะอยู่ต่ำลงมา ส่วนเส้นเอนโทรปีคงที่จะชันขึ้นไปทางด้านขวาแสดงว่าในการอัดตัวอะเดียเบติคแบบย้อนกลับได้ หรือ ไอเซนทรอปิคนั้น ขณะที่ความดันเพิ่มขึ้นค่า เอนทัลปีจะเพิ่มขึ้นด้วย

<u>การเปรียบเทียบเชิงกายภาพและเชิงเคมี</u>

พฤติกรรมที่สำคัญสองอย่างของสารทำความเย็นที่มองในแง่ของความปลอดภัย ได้แก่ ความไวไฟ (Flammability) และ ความเป็นพิษ (Toxicity) แอมโมเนียสามารถติดไฟได้ ถ้ามีปริมาณของแอมโมเนียในอากาศ 16-25% โดยปริมาตร ในขณะที่สารตัวอื่นจะถูกพิจารณาว่าไม่ติดไฟ และถ้ามองในแง่ความเป็นพิษนั้น สารทำความเย็น R-12 ถูกจัดว่าเป็นพวกที่ไม่มีพิษในขณะที่ความเข้มสูงถึง 20% โดยปริมาตร และช่วงระยะเวลาที่หายใจในสภาวะอากาศนั้นน้อยกว่า 2 ชั่วโมง ในขณะที่แอมโมเนียถูกจัดให้อยู่ในสารทำความเย็นประเภทอันตรายร้ายแรง ซึ่งทำให้ถึงตายได้ถ้าเราหายใจเข้าไปโดยตรงกับอากาศที่มีแอมโมเนียผสมอยู่ ในอัตราเข้มข้นเพียง 0.5-1% ในเวลาครึ่งชั่วโมง ส่วน สารทำความเย็น R-11 , R-22 , R-502 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเป็นพิษสูงกว่าสารทำความเย็น R-12 เล็กน้อย

พฤติกรรรมของสารทำความเย็นในการรวมตัวกับน้ำมัน ก็เป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งในการเลือกใช้สารทำความเย็น การไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารทำความเย็นและน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์นั้นเป็นสิ่งที่เราคาดว่าควรจะเป็น แต่การผสมกันได้ของน้ำมันและสารทำความเย็นก็ไม่ใช่เรื่องที่จะต้องกังวลมากในคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบชัก และแบบสกรู เพราะน้ำมันบางส่วนจะถูกนำออกไปจากคอมเพรสเซอร์ โดยติดไปกับแก๊สส่งของสารทำความเย็น น้ำมันส่วนนี้จะถูกนำผ่านไปยังคอนเดนเซอร์ และไปยังอีวาปอเรเตอร์ซึ่งสารทำความเย็นจะเดือดกลายเป็นไอทิ้งส่วนที่เป็นน้ำมันหล่อลื่นไว้ ทำให้ลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของอีวาปอเรเตอร์

มีวิธีการมากมายที่สามารถนำมาใช้ในการป้องกันน้ำมันไม่ให้ไหลถึง อีวาปอเรเตอร์ หรือ การขจัดน้ำมันทิ้งภายหลังจากที่มันสะสมจนถึงระดับหนึ่ง เช่นใช้ตัวแยกน้ำมัน ติดตั้งไว้ที่

ตำแหน่งทางออกของแก๊สส่งเพื่อกำจัดน้ำมันออกอย่างต่อเนื่อง และส่งกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มันควรจะอยู่สารทำความเย็น R-12 และน้ำมันสามารถผสมกันได้ ในขณะที่ สารทำความเย็น R-22 จะผสมได้บางส่วน และแอมโมเนียจะไม่ผสมกับน้ำมัน มันจะค้างอยู่ในระบบอีวาปอเรเตอร์ระบบที่ใช้ สารทำความเย็น R-12 จะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนไม่มากนัก เช่นเดียวกับระบบที่ใช้แอมโมเนียซึ่งไม่ผสมกัน โดยสามารถจะถ่ายน้ำมันออกจากอีวาปอเรเตอร์ แต่สำหรับระบบที่ใช้ สารทำความเย็น R –12 เราต้องพยามรักษาความเร็วของแก๊สในท่อทางดูดให้สูงไว้ เพื่อให้สามารถนำน้ำมันกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ใหม่ได้

เมื่อเกิดการรั่วไหลในระบบทำความเย็น สารทำความเย็นอาจจะออกมาสัมผัสกับตัวสินค้า เช่น อาหารโดยทั่วไปแล้วสารพวกฮาโลคาร์บอนจะถูกจัดว่ามีผลกระทบน้อยมากต่อขนสัตว์ และพวกเส้นใยเมื่อระยะเวลาการสัมผัสไม่ยาวนานมากนัก แต่ถ้าสัมผัสกับแอมโมเนียในช่วงเวลานานๆ จะมีผลต่อรสชาติของอาหาร หรือเรื่องกลิ่นของแอมโมเนีย แต่อย่างไรก็ตามต้องไม่ลืมว่าในอาหารตามธรรมชาตินั้นมักจะมีปริมาณของแอมโมเนียปนอยู่เล็กน้อย

โดยปกติแล้วปฏิกิริยาของสารทำความเย็นที่มีต่อวัสดุที่ใช้ในเรื่องท่อ ภาชนะบรรจุและคอมเพรสเซอร์มักจะไม่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้สารทำความเย็น แต่สารทำความเย็นที่ใช้มักเป็นตัวกำหนดวัสดุที่ใช่ในระบบมากกว่าโลหะบางอย่างอาจถูกทำให้เสียหายได้โดย สารทำความเย็น เช่น แอมโมเนีย จะทำปฏิกิริยากับทองแดง ทองเหลือง หรืออัลลอยด์ อื่นๆ ที่มีทองแดงผสมอยู่ถ้ามีน้ำเข้าไปปนอยู่ด้วยดังนั้นเหล็กกล้า และเหล็กหล่อจะถูกนำมาใช้ในระบบที่ใช้แอมโมเนีย ส่วนพวกฮาโลคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับดีบุกแต่จะไม่ทำปฏิกิริยากับทองแดง อลูมิเนียม เหล็กกล้า หรือ เหล็กหล่อ แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีน้ำผสมอยู่เล็กน้อย ฮาโลคาร์บอนจะกลายเป็นกรดซึ่งจะทำความเสียหายให้โลหะส่วนใหญ่ และสารพวกฮาโลคาร์บอนนี้จะสร้างความเสียหายให้กับยางธรรมชาติ ดังนั้นจึงต้องใช้วัสดุจำพวกยางสังเคราะห์มาทำเป็นปะเก็น

บทที่ 3

การคำนวณและลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม

<u>การคำนวณและลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม</u>

ในการออกแบบและเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นนี้ สามารถใช้ได้กับสารทำความเย็น 3 ชนิดคือ

1. สารทำความเย็น R-12
2. สารทำความเย็น R-22
3. สารทำความเย็น R-134a

<u>คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ต่างๆ ที่สามารถหาได้จากโปรแกรมจะประกอบไปด้วย</u>

1. อุณหภูมิ (Temperature;T)
2. ความดัน (Pressure;P)
3. ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume;v)
4. พลังงานภายใน (Internal Energy;u)
5. เอนทัลปี (Enthalpy;h)
6. เอนโทรปี (Entropy;s)

ในบทนี้จะแสดงให้เห็นถึง การคำนวณหาค่าคุณสมบัติต่างๆ ของสารทำความเย็นที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว และที่สภาวะไอดง ซึ่งมีรายการหลักดังนี้คือ

1. **ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว (Saturate State)**
   - 1.1. ป้อนค่าอุณหภูมิ (Temperature;T) เพื่อคำนวณคุณสมบัติทาง เทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นที่ต้องการ
   - 1.2. ป้อนค่าความดัน (Pressure;P) เพื่อคำนวณคุณสมบัติทาง เทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นที่ต้องการ

2. ที่สภาวะไอดง (Superheat State)

1.1 ป้อนค่าความดัน (P) กับอุณหภูมิ (T) เพื่อคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นที่ต้องการ

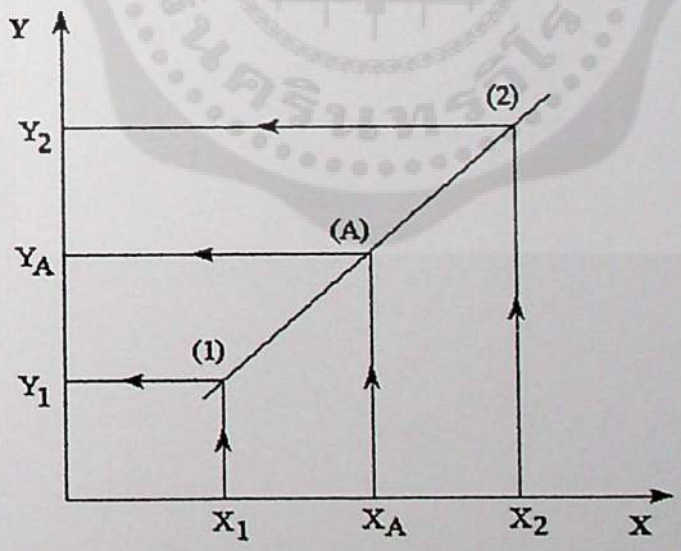
2.2 ป้อนค่าความดัน (P) กับ ปริมาตรจำเพาะ (v) เพื่อคำนวณคุณสมบัติทาง เทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นที่ต้องการ

3.3 ป้อนค่าอุณหภูมิ(T) กับปริมาตรจำเพาะ (v) เพื่อคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นที่ต้องการ

<u>สมการที่ใช้ในการคำนวณ</u>

<u>การประมาณค่าในช่วง</u>

ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทาง เทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นใดๆ ค่อนข้างจะยุ่งยากและซับซ้อนในการที่จะแสดงด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นคุณสมบัติต่างๆ จึงมักแสดงไว้ในรูปของตาราง เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และสะดวกในการนำไปใช้ ดังนั้น ในการคำนวณค่าคุณสมบัติต่างๆ จึงต้องใช้สมการสำหรับการประมาณค่าในช่วงเป็นหลักโดยสมมุติว่าคุณสมบัติของสารระหว่างนั้นเปลี่ยนแปลงแบบเชิงเส้น



<u>รูปที่ 4</u> แสดงการประมาณค่าในช่วง

จากรูปที่ 4 จุดที่(1) มีค่า X_1, Y_1 จุดที่(2) มีค่า X_2, Y_2 และจุด(A) อยู่บนเส้นตรงระหว่างจุดที่(1) และจุดที่(2) เพราะฉะนั้น Y_A จะมีค่าขึ้นอยู่กับ X_A ตามสัดส่วนดังนี้

$$\frac{Y_A - Y_1}{Y_2 - Y_1} = \frac{X_A - X_1}{X_2 - X_1}$$

$$Y_A - Y_1 = \left(\frac{(X_A - X_1) * (Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \right)$$

$$Y_A = \left(\frac{(X_A - X_1) * (Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \right) + Y_1 \qquad (3.1)$$

<u>ตัวอย่างการคำนวณด้วยมือ</u>

<u>ตารางที่ 3.1</u> แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็นR-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ (Temperature;T)

T (°C)	P(Mpa)	vf	vg	uf	ug	hf	hg	Sf	Sg
-23.5	0.13186	0.000681	0.12447	14.581	160.868	14.627	177.158	0.6057	0.71143
-12.5	0.20085	0.000697	0.08314	24.46	165.37	24.6	182.08	0.0993	0.7035
-4.5	0.26576	0.000709	0.064003	31.71	168.622	31.91	185.474	0.12679	0.69884
8.5	0.40509	0.00073	0.04288	43.67	173.826	43.966	191.113	0.17025	0.69273
16.5	0.51417	0.000746	0.03402	51.1114	176.962	51.531	194.38	0.19639	0.68966
24.5	0.64077	0.000762	0.027243	58.73	180.039	59.212	197.535	0.2222	0.6846
32.5	0.7963	0.00078	0.022075	66.415	183.03	67.07	200.535	0.2479	0.68152
43.5	1.04722	0.000807	0.016672	77.32	186.965	78.174	204.369	0.2829	0.68152
52.5	1.2928	0.000834	0.013555	86.52	189.875	87.605	207.185	0.3117	0.67895
63.5	1.6469	0.000871	0.010228	98.23	193.304	99.674	210.1	0.3472	0.67524
65	1.699	0.000877	0.009847	99.87	193.7	101.4	210.5	0.3521	0.6747
70	1.886	0.000897	0.008725	105.5	195	107.2	211.5	0.3686	0.6726
75	2.087	0.00092	0.007723	111.2	196.2	113.2	212.3	0.3854	0.6702
80	2.305	0.000946	0.006821	117.2	197.1	119.4	212.8	0.4027	0.6672
85	2.538	0.000976	0.006005	123.5	197.8	125.9	213	0.4204	0.6636
90	2.788	0.001012	0.005258	130	198.1	132.8	212.8	0.4389	0.659
95	3.057	0.001056	0.004563	137	198	140.2	211.9	0.4583	0.6531
100	3.344	0.001113	0.003903	144.6	197.1	148.3	210.1	0.4793	0.6449

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว และไออิ่มตัวเมื่อป้อนค่าความดัน(Pressure;P)

P(Mpa)	T (°C)	vf	vg	uf	ug	hf	hg	Sf	Sg
0.2	-12.616	0.000696	0.08416	24.354	165.322	24.494	182.028	0.09889	0.7035
0.4	0.08	0.00073	0.043435	43.282	173.695	43.573	190.973	0.1688	0.6929
0.6	21.939	0.000756	0.02955	56.296	179.06	56.743	196.536	0.214	0.6877
0.8	32.679	0.00078	0.021971	66.624	183.096	67.248	200.6	0.21404	0.6845
1	41.589	0.000802	0.017489	75.412	186.296	76.217	203.73	0.2768	0.682
1.2	49.285	0.000824	0.01443	83.2	188.929	84.192	206.224	0.3014	0.6799
1.4	56.055	0.000845	0.101267	90.241	191.103	91.425	208.202	0.323	0.6778
1.6	62.142	0.000866	0.01057	96.716	192.918	98.148	209.774	0.3427	0.6757
1.8	67.705	0.000888	0.009243	102.895	194.433	104.493	211.04	0.361	0.6735
2	72.83	0.00091	0.008158	108.726	195.675	110.547	211.938	0.3781	0.6712
2.2	77.64	0.000933	0.007236	114.4	196.7	116.4	212.6	0.3945	0.6687
2.5	84.21	0.000971	0.006129	122.4	197.7	124.9	213	0.4176	0.6642
2.7	88.27	0.000999	0.005509	127.7	198.1	130.4	212.9	0.4324	0.6608
2.9	92.12	0.001029	0.004958	132.9	198.1	135.9	212.5	0.447	0.6567
3	93.97	0.001046	0.004703	135.5	198.1	138.7	212.2	0.4542	0.6545
3.3	99.25	0.001103	0.004	143.4	197.3	147.1	210.5	0.476	0.6463
3.5	102.6	0.001151	0.003565	148.8	196.1	152.9	208.6	0.491	0.6393
3.7	105.8	0.001214	0.003136	154.6	194.1	159.1	205.8	0.5069	0.63
3.8	107.3	0.001255	0.002914	157.7	192.7	162.5	203.7	0.5154	0.6239

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ(Temperature;T) กับความดัน(Pressure;P)

T (^{o}C)	P(Mpa)	v (m^3/kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg.K)
-25	0.1	0.1639	160.7	177.1	0.7291
-20	0.1	0.1677	163.2	180	0.7406
-10	0.1	0.1752	168.3	185.8	0.7633
0	0.1	0.1826	173.5	191.8	0.7854
10	0.1	0.19	178.8	197.8	0.807
15	0.1	0.1936	181.4	200.8	0.8176
20	0.1	0.1973	184.1	203.9	0.8281
25	0.1	0.2009	186.8	206.9	0.8385
30	0.1	0.2045	189.6	210	0.8488
35	0.1	0.2081	192.3	213.1	0.859
40	0.1	0.2117	195.1	216.3	0.8691
45	0.1	0.2153	197.9	219.4	0.879
50	0.1	0.2188	200.7	222.6	0.8889
55	0.1	0.2224	203.5	225.8	0.8987
60	0.1	0.226	206.4	229	0.9084
65	0.1	0.2295	209.3	232.2	0.918
70	0.1	0.233	212.2	235.5	0.9276
75	0.1	0.2366	215.1	238.7	0.937
80	0.1	0.2401	218	242	0.9464
85	0.1	0.2436	220.9	245.3	0.9557
90	0.1	0.2472	223.9	248.6	0.9649
95	0.1	0.2507	226.9	252	0.974
100	0.1	0.2542	229.9	255.3	0.9831

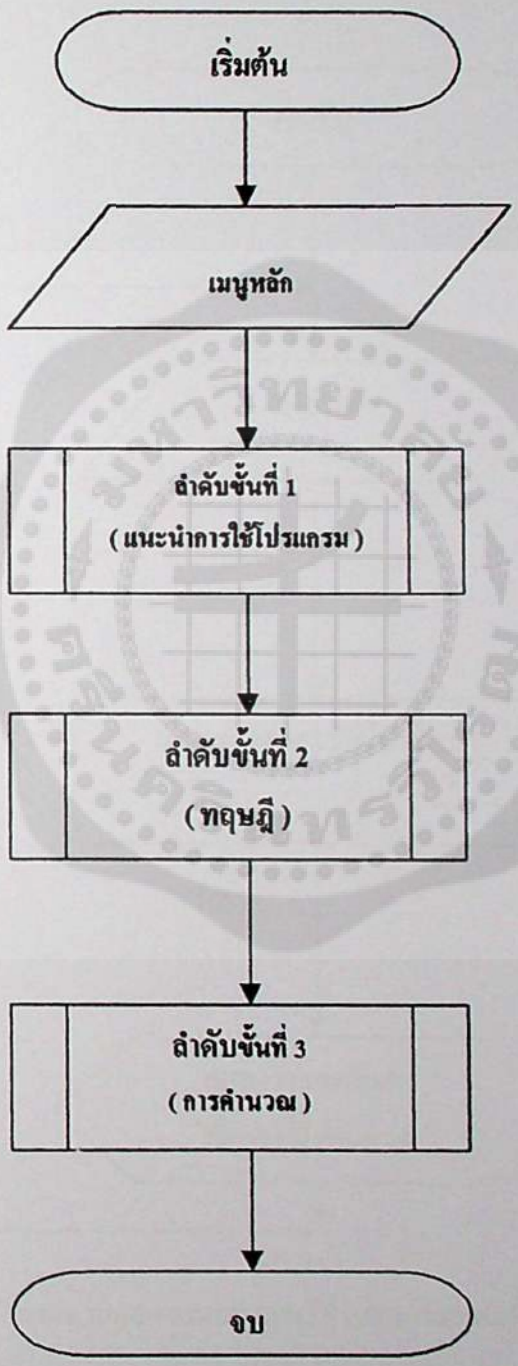
<u>ตารางที่ 3.4</u> แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่าความดัน(Pressure;P) กับปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)

T (°C)	P(Mpa)	v (m^3/kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg.K)
1.259	0.13	0.14	173.7	191.9	0.7686
36.44	0.13	0.16	192.8	213.6	0.8429
72.56	0.13	0.18	213.4	236.8	0.9138
109.2	0.13	0.2	235.3	261.3	0.9811
146.2	0.13	0.22	258.4	287	1.045
183.4	0.13	0.24	282.3	313.5	1.106
220.8	0.13	0.26	307.1	340.9	1.163
258.2	0.13	0.28	332.6	369	1.218
295.7	0.13	0.3	358.7	397.7	1.27
333.2	0.13	0.32	385.3	426.9	1.32
370.8	0.13	0.34	412.5	456.7	1.368
408.4	0.13	0.36	440.1	486.9	1.413
446	0.13	0.38	468.3	517.7	1.457
483.7	0.13	0.4	496.9	548.9	1.5
521.3	0.13	0.42	526.1	580.7	1.541
559	0.13	0.44	555.9	613.1	1.58
596.7	0.13	0.46	586.3	646.1	1.619
634.4	0.13	0.48	617.6	680	1.657
672.1	0.13	0.5	649.7	714.7	1.695
709.8	0.13	0.52	682.8	750.4	1.732
747.5	0.13	0.54	717.2	787.4	1.769
785.3	0.13	0.56	752.9	825.7	1.806
823	0.13	0.58	790.1	865.5	1.843
860.7	0.13	0.6	829.2	907.2	1.88

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการคำนวณคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ(Temperature;T) กับปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)

T (°C)	P(Mpa)	v (m^3/kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg.K)
100	0.2506	0.1	229.1	254.1	0.9176
110	0.2577	0.1	235.1	260.9	0.9337
115	0.2612	0.1	238.2	264.3	0.9416
120	0.2647	0.1	241.3	267.8	0.9495
125	0.2683	0.1	244.4	271.2	0.9574
130	0.2718	0.1	247.5	274.7	0.9651
135	0.2753	0.1	250.6	278.1	0.9728
140	0.2788	0.1	253.8	281.6	0.9805
135	0.2753	0.1	250.6	278.1	0.9728
140	0.2788	0.1	253.8	281.6	0.9805
145	0.2823	0.1	256.9	285.2	0.9881
150	0.2859	0.1	260.1	288.7	0.9956
155	0.2894	0.1	263.3	292.2	1.003
160	0.2929	0.1	266.5	295.8	1.011
165	0.2964	0.1	269.7	299.3	1.018
170	0.2999	0.1	272.9	302.9	1.025
175	0.3034	0.1	276.2	306.5	1.033
180	0.3069	0.1	279.4	310.1	1.04
185	0.3104	0.1	282.7	313.7	1.047
190	0.3139	0.1	286	317.4	1.054
195	0.3175	0.1	289.3	321	1.061
200	0.321	0.1	292.6	324.7	1.068

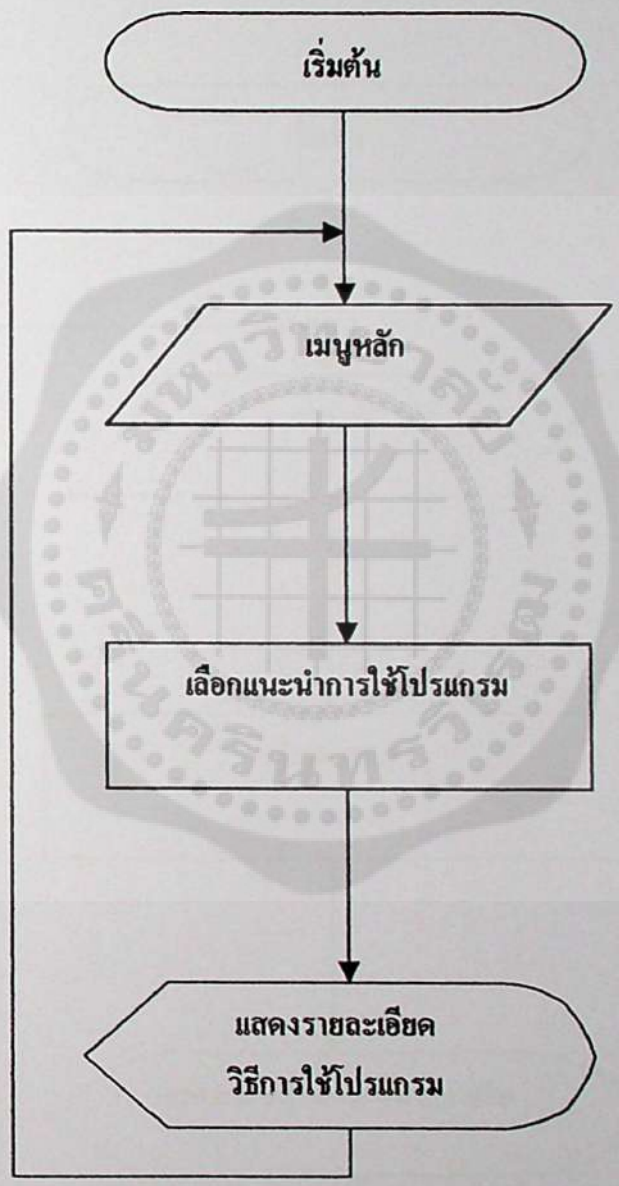
ลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรม



<u>รูปที่ 5</u> แผนภาพแสดงลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ลำดับขั้นที่ 1

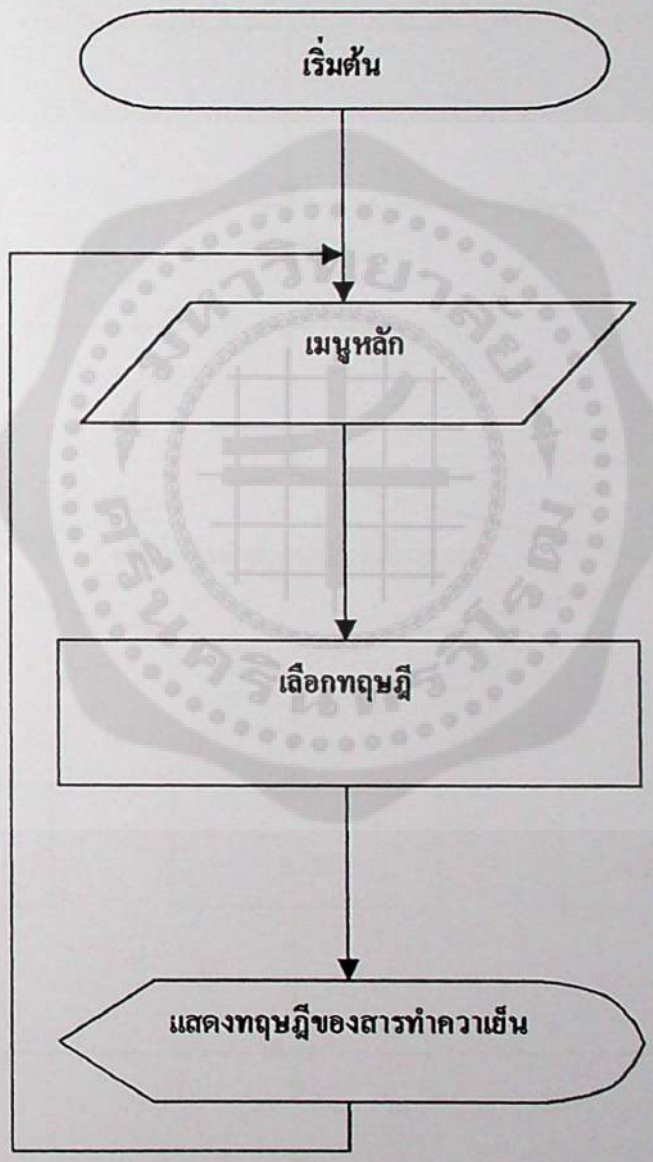
แนะนำการใช้โปรแกรม



<u>รูปที่ 6</u> แผนภาพแสดงแนะนำการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ลำดับขั้นที่ 2

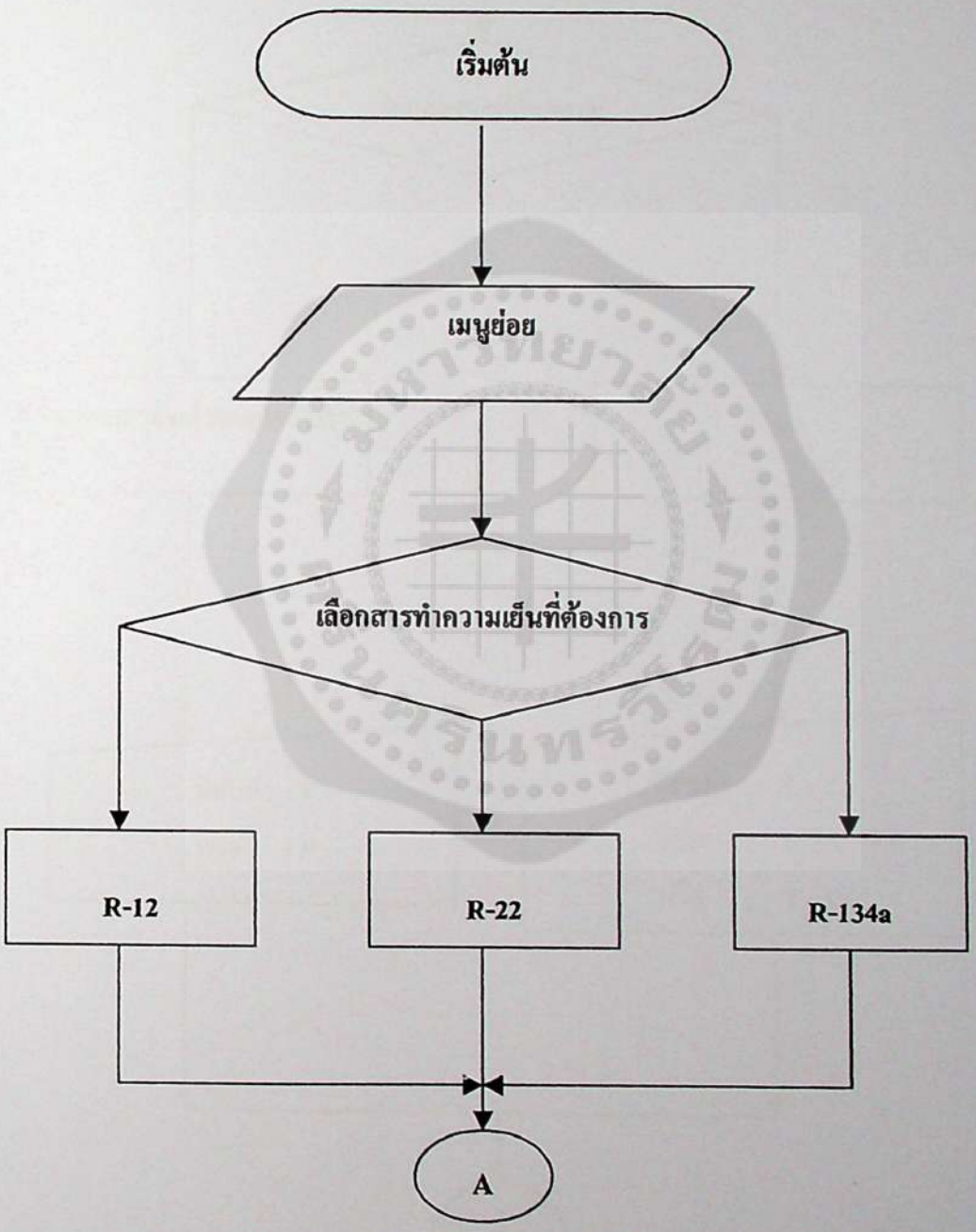
ทฤษฎี



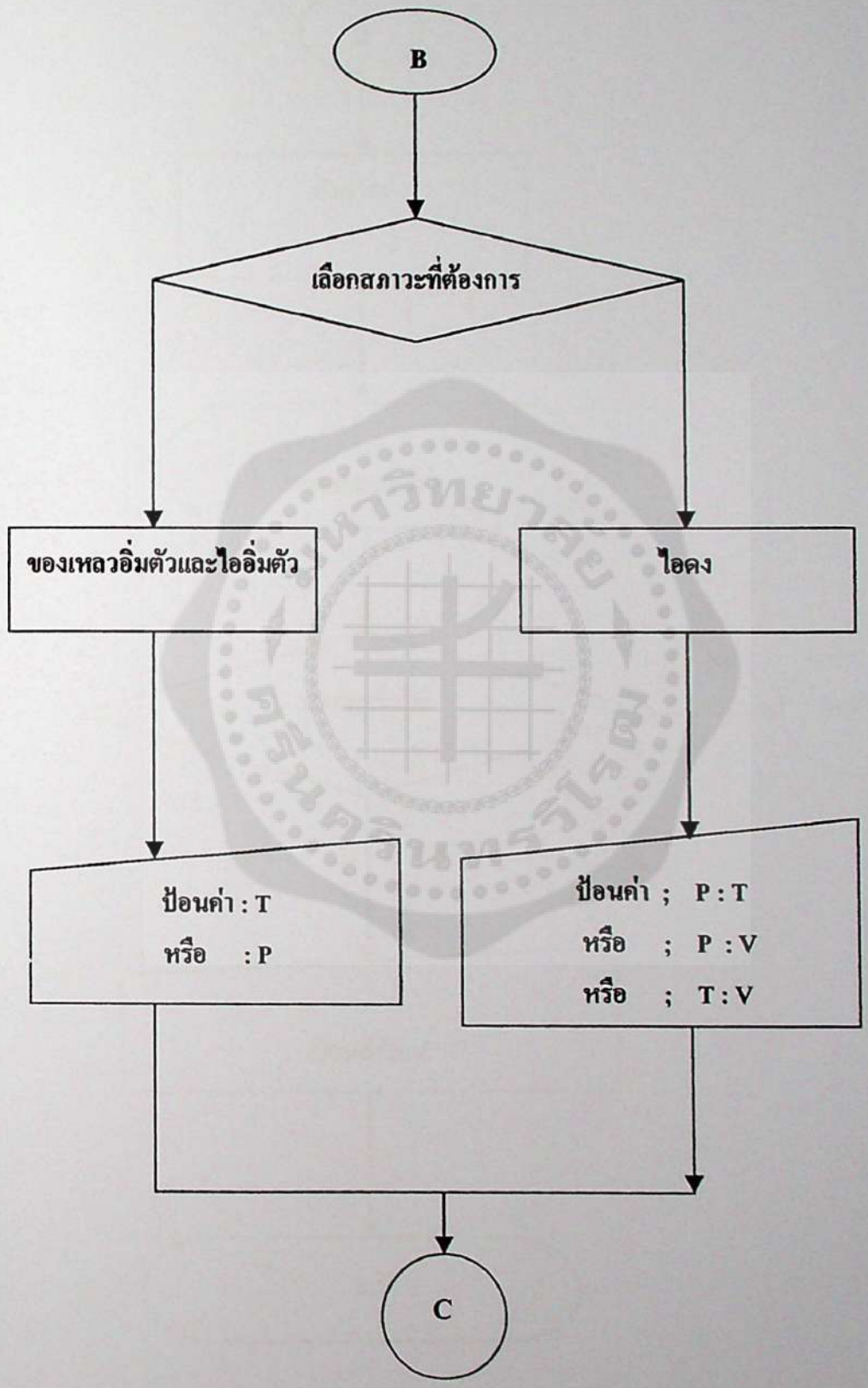
<u>รูปที่ 7</u> แผนภาพแสดงทฤษฎีของสารทำความเย็น

ลำดับขั้นที่ 3

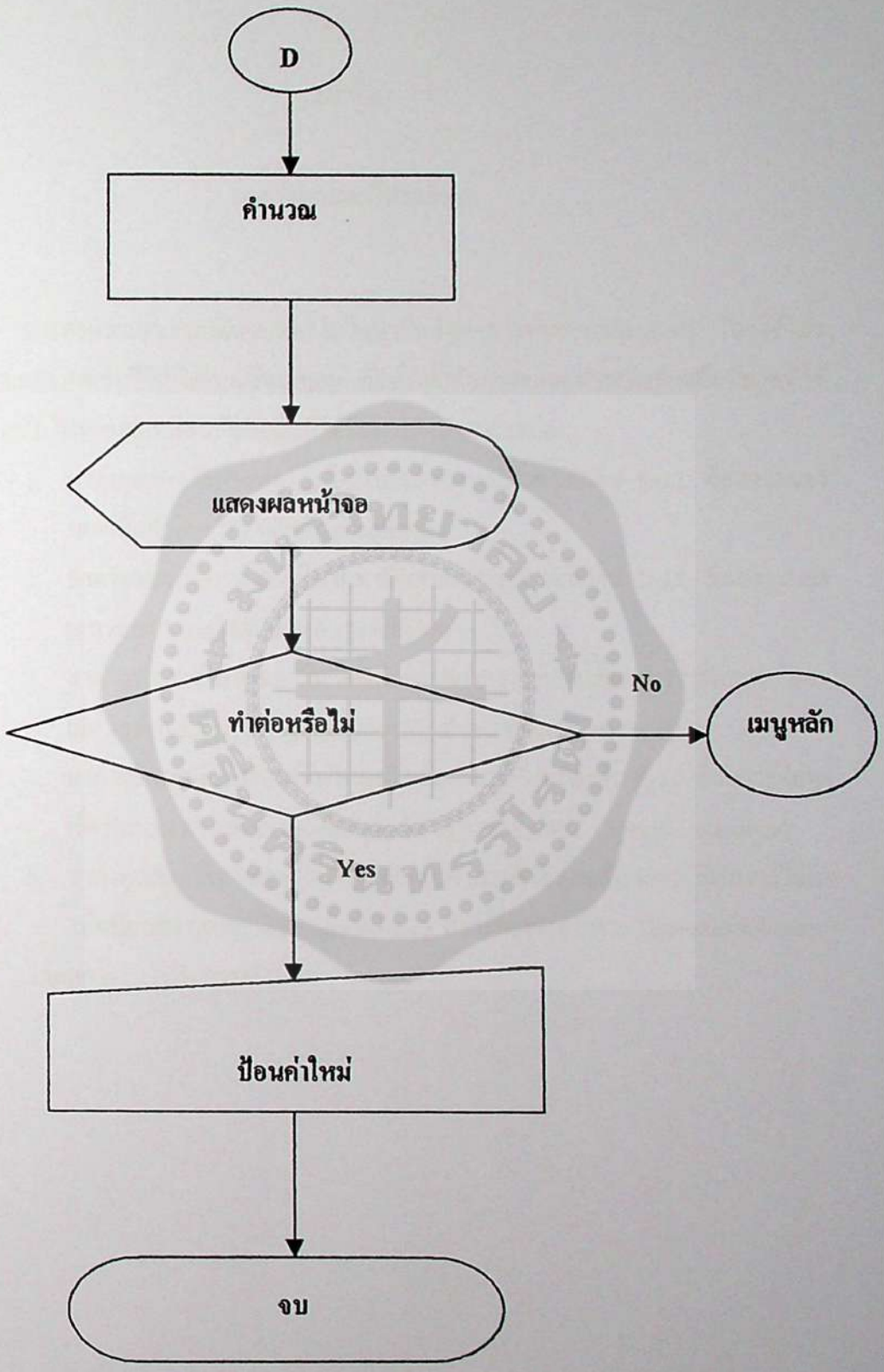
การคำนวณ



<u>รูปที่ 8</u> แผนภาพแสดงการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์



<u>รูปที่ 9</u> (ต่อ) แผนภาพแสดงการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์



รูปที่ 10(ต่อ) แผนภาพแสดงการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการทดสอบโปรแกรม

การคำนวณคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็นต่างๆ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้เป็นค่า เปรียบเทียบ กับค่า ที่ได้จากผลการ คำนวณด้วยมือข้อมูลที่ใช้ในที่ใช้ในการรันโปรแกรมเหมือนกับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณด้วยมือ

1. หาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวที่อุณหภูมิต่างๆ
2. หาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัวที่ความดันต่างๆ
3. หาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไดงเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ (Temperature;T) กับความดัน(Pressure;P)
4. หาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่า ความดัน (Pressure;P) กับปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)
5. หาค่าคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดงเมื่อป้อนค่า อุณหภูมิ(Temperature:T) กับปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)

ได้ผลการรันโปรแกรมดังนี้คือ

<u>ตารางที่ 4.1</u> แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่าอุณหภูมิต่างๆ(Temperature;T)

T (°C)	P(Mpa)	vf	vg	uf	ug	hf	hg	Sf	Sg
-23.5	0.13186	0.000681	0.124474	14.581	160.868	14.677	177.158	0.06057	0.71143
-12.5	0.20085	0.000697	0.083835	24.46	165.37	24.6	182.08	0.0993	0.7035
-4.5	0.26576	0.000709	0.064003	31.71	168.622	31.91	185.586	0.12679	0.69884
8.5	0.40509	0.00073	0.042884	43.671	173.826	43.966	191.113	0.17025	0.69273
16.5	0.51417	0.000746	0.034021	51.146	176.962	51.531	194.38	0.19639	0.68966
24.5	0.64317	0.000762	0.027243	58.734	180.039	59.217	197.535	0.22229	0.68695
32.5	0.7963	0.00078	0.022075	66.45	183.03	67.07	200.535	0.2479	0.6846
43.5	1.04722	0.000807	0.016672	77.327	186.965	78.174	204.369	0.28293	0.68152
52.5	1.2928	0.000834	0.013355	86.525	189.975	87.605	207.185	0.3117	0.67895
63.5	1.64693	0.000871	0.010228	98.238	193.304	99.674	210.1	0.34721	0.67524
65	1.6988	0.000877	0.00985	99.87	193.73	101.36	210.46	0.3521	0.6747
70	1.8858	0.000897	0.00873	105.46	195.03	107.15	211.48	0.3686	0.6726
75	2.0875	0.00092	0.00772	111.23	196.17	113.15	212.29	0.3854	0.6702
80	2.3046	0.000946	0.00682	117.21	197.11	119.39	212.83	0.4027	0.6672
85	2.538	0.000976	0.006	123.45	197.8	125.93	213.04	0.4204	0.6636
90	2.7885	0.001012	0.00526	130.02	198.14	132.84	212.8	0.4389	0.659
95	3.0569	0.001056	0.00456	137.01	197.99	140.23	211.94	0.4583	0.6531
100	3.3441	0.001113	0.0039	144.59	197.07	148.31	210.12	0.4793	0.6449

<u>ตารางที่ 4.2</u> แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่าความดัน(Pressure;P)ต่างๆ

P(Mpa)	T (°C)	vf	vg	uf	ug	hf	hg	Sf	Sg
0.2	-12.6164	0.000696	0.08417	24.3547	165.3225	24.49427	182.0283	0.099884	0.70357
0.4	8.080725	0.00073	0.043436	43.2827	173.66	43.57356	190.9377	0.168866	0.69290
0.6	21.939	0.000756	0.02955	56.296	179.06	56.743	196.536	0.214	0.6877
0.8	32.67902	0.000756	0.029256	56.2964	179.0609	56.74356	196.5364	0.214045	0.68777
1	41.58981	0.000802	0.01749	75.4129	186.2964	76.21796	203.731	0.276856	0.68205
1.2	49.28519	0.000824	0.014436	83.2009	188.9298	84.1923	206.2241	0.301413	0.6799
1.4	56.05576	0.000845	0.012238	90.2412	191.1031	91.42501	208.2029	0.3231	0.67784
1.6	62.14286	0.000866	0.01057	96.7614	192.9186	98.14857	209.7743	0.342786	0.67572
1.8	67.70588	0.000888	0.009244	102.895	194.4335	104.4934	211.012	0.361029	0.67356
2	72.83094	0.00091	0.008158	108.726	195.6755	110.5471	211.9386	0.378112	0.67124
2.2	77.59	0.000933	0.00725	114.328	196.657	116.383	212.569	0.391436	0.6686
2.5	84.185	0.000971	0.006134	122.434	197.687	124.865	213.005	0.417518	0.66418
2.7	88.233	0.000999	0.005521	127.698	198.0198	130.3987	212.8847	0.43236	0.6606
2.9	92.077	0.00103	0.004969	132.923	198.0776	135.9099	212.4427	0.44695	0.65654
3	93.94	0.001047	0.004708	135.528	198.0218	138.6633	212.1223	0.45418	0.65435
3.3	99.232	0.001104	0.004	143.426	197.2112	147.0693	210.399	0.47607	0.64615
3.5	102.54	0.001156	0.00356	148.939	195.88	152.99	208.316	0.4912	0.6385
3.7	105.749	0.00122	0.003123	154.794	193.751	159.323	202.586	0.5073	0.6287
3.8	107.275	0.001273	0.002885	158.142	191.758	162.995	194.472	0.5166	0.62116

<u>ตารางที่ 4.3</u> แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือ เมื่อป้อนค่า ความดัน (Pressure;P)กับ อุณหภูมิ (Temperature;T)

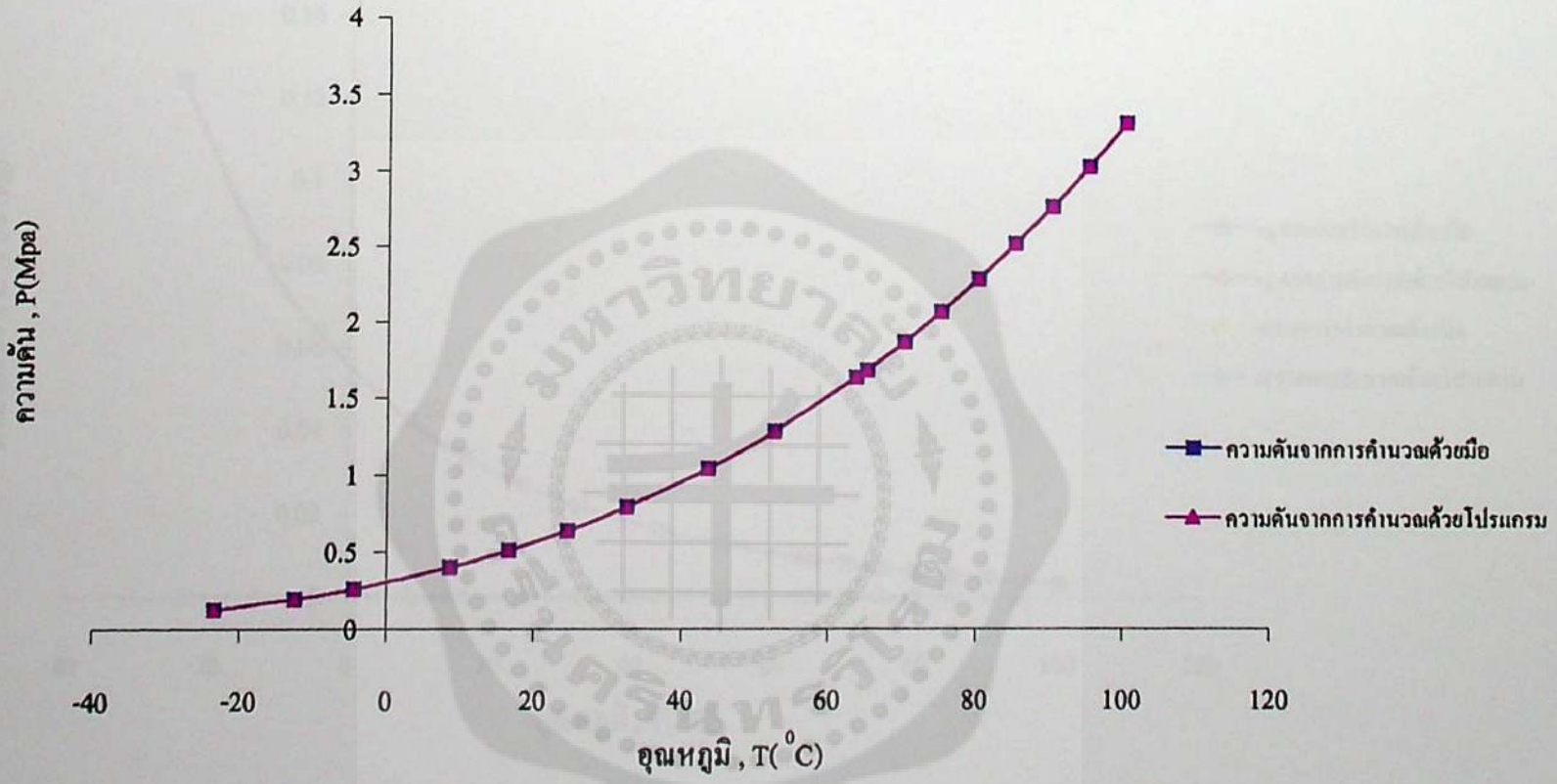
T (°C)	P(Mpa)	v (m^3/kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg.K)
-25	0.1	0.1638	160.722	177.125	0.72
-20	0.1	0.1677	163.2	180	0.7406
-10	0.1	0.1752	168.3	185.8	0.7633
0	0.1	0.1826	173.5	191.8	0.7854
10	0.1	0.19	178.8	197.8	0.807
15	0.1	0.1936	181.45	200.85	0.8175
20	0.1	0.1973	184.1	203.9	0.8281
25	0.1	0.2009	186.85	206.95	0.8384
30	0.1	0.2045	189.6	210	0.8488
35	0.1	0.2081	192.35	213.15	0.8589
40	0.1	0.2117	195.1	216.3	0.8691
45	0.1	0.21525	197.9	219.45	0.879
50	0.1	0.2188	200.7	222.6	0.8889
55	0.1	0.2224	203.55	225.8	0.8986
60	0.1	0.226	206.4	229	0.9084
65	0.1	0.2295	209.3	232.25	0.918
70	0.1	0.233	212.2	235.5	0.9276
75	0.1	0.2365	215.1	238.75	0.937
80	0.1	0.2401	218	242	0.9464
85	0.1	0.2436	220.95	245.3	0.9556
90	0.1	0.2472	223.9	248.6	0.9649
95	0.1	0.2507	226.9	251.95	0.974
100	0.1	0.2542	229.9	255.3	0.9831

<u>ตารางที่ 4.4</u> แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อป้อนค่า ความดัน (Pressure;P)กับ ปริมาตรจำเพาะ (Specific volume;v)

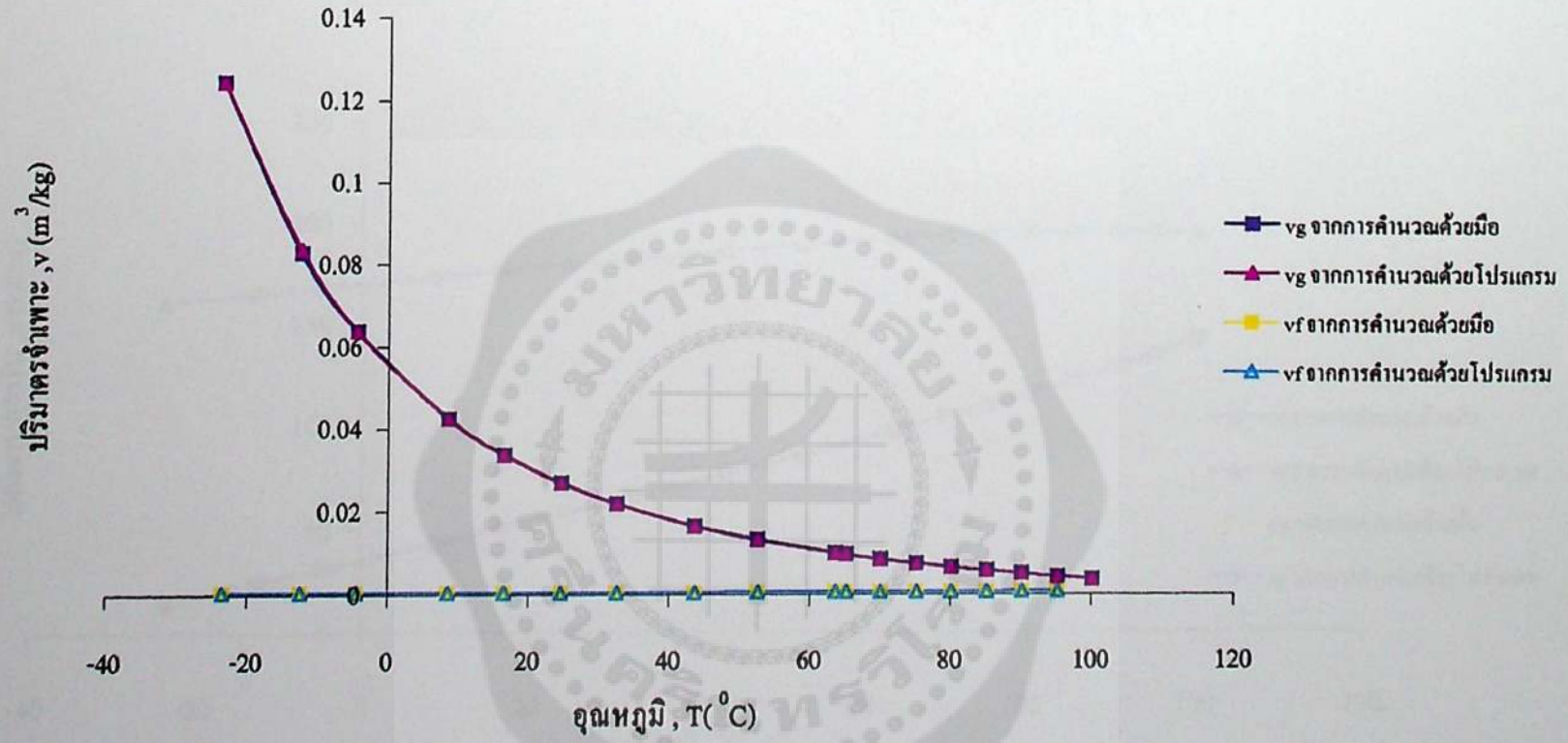
T (°C)	P(Mpa)	v (m^3/kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg.K)
1.382	0.13	0.14	174.016	192.177	0.768
36.53	0.13	0.16	193.114	213.917	0.842
72.617	0.13	0.18	213.73	237.148	0.9129
109.338	0.13	0.2	235.72	261.677	0.9801
146.288	0.13	0.22	258.695	287.308	1.044
183.406	0.13	0.24	282.606	313.838	1.1044
220.82	0.13	0.26	307.45	341.258	1.1623
258.179	0.13	0.28	332.902	369.285	1.216
295.62	0.13	0.3	358.96	397.956	1.268
333.244	0.13	0.32	385.714	427.291	1.31
370.77	0.13	0.34	412.875	457.08	1.366
408.403	0.13	0.36	440.562	487.4	1.411
446.027	0.13	0.38	468.82	518.202	1.4556
483.66	0.13	0.4	497.578	549.55	1.498
521.358	0.13	0.42	526.898	581.482	1.539
558.986	0.13	0.44	556.817	614.022	1.579
596.656	0.13	0.46	587.55	647.318	1.618
634.388	0.13	0.48	619.102	681.51	1.65
672.147	0.13	0.5	651.66	716.667	1.694
709.819	0.13	0.52	685.239	752.826	1.73
747.498	0.13	0.54	720.117	790.28	1.768
785.282	0.13	0.56	756.539	829.325	1.806
822.967	0.13	0.58	794.554	869.962	1.843
860.719	0.13	0.6	834.57	912.419	1.8814

<u>ตารางที่ 4.5</u> แสดงผลการรันโปรแกรมสำหรับใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากผลการคำนวณด้วยมือเมื่อมื่อป้อนค่าอุณหภูมิ(Temperature;T) กับปริมาตรจำเพา(Specific volume;v)

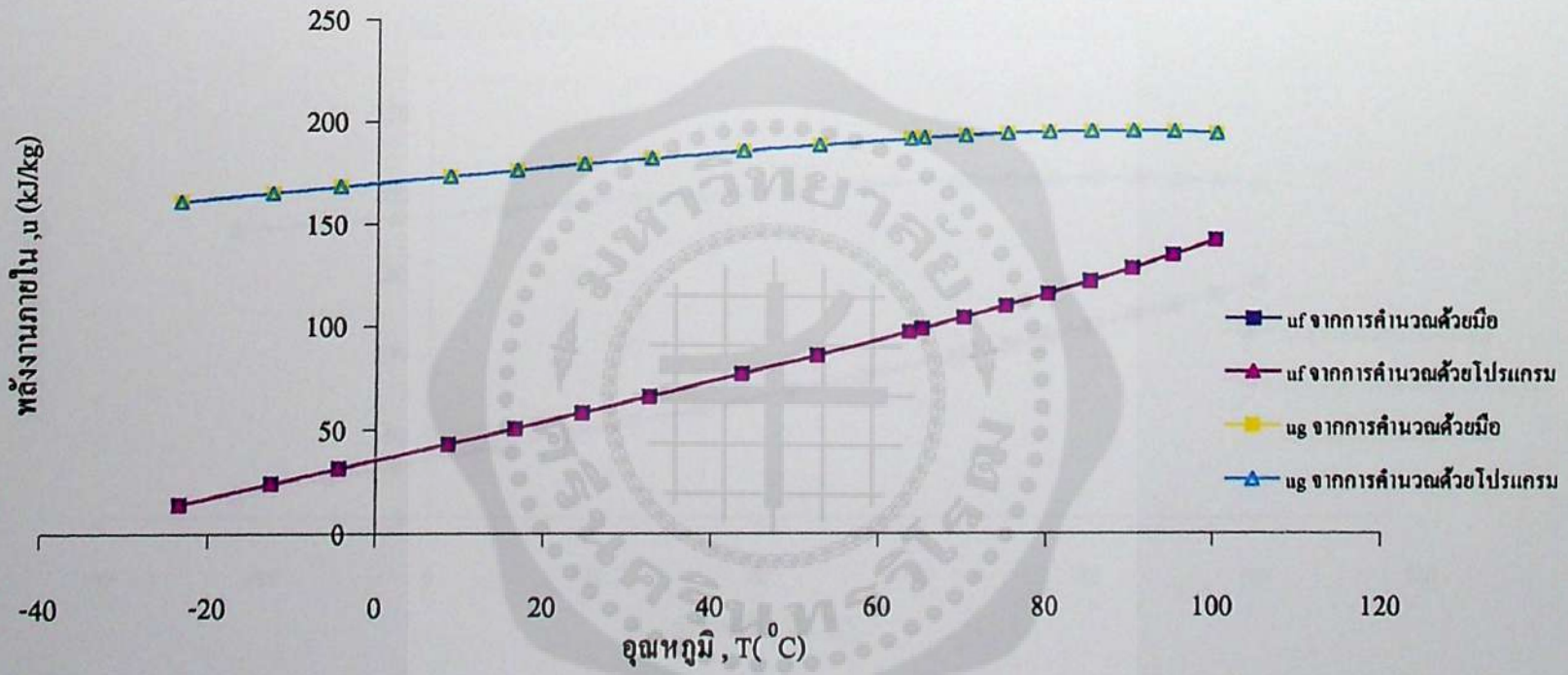
T (°C)	P(Mpa)	v (m^3/kg)	u (kJ/kg)	h (kJ/kg)	s (kJ/kg.K)
100	0.25	0.1	229.045	254.09	0.917
110	0.2578	0.1	235.11	260.91	0.933
115	0.2613	0.1	238.193	264.336	0.9415
120	0.265	0.1	241.274	267.749	0.949
125	0.268	0.1	244.378	271.185	0.957
130	0.272	0.1	247.5	274.639	0.965
135	0.2742	0.1	249.39	276.737	0.969
140	0.2789	0.1	253.8	281.61	0.98
145	0.282	0.1	256.937	285.137	0.988
150	0.286	0.1	260.069	288.669	0.9956
155	0.289	0.1	263.275	292.201	1.003
160	0.293	0.1	266.5	295.733	1.0106
165	0.2965	0.1	269.708	299.317	1.0178
170	0.299	0.1	272.9	302.9	1.025
175	0.303	0.1	276.141	306.532	1.032
180	0.3071	0.1	279.4	310.164	1.039
185	0.3107	0.1	282.7	313.746	1.046
190	0.3141	0.1	286	317.329	1.054
195	0.3175	0.1	289.3	321.01	1.061
200	0.321	0.1	292.594	324.69	1.0677



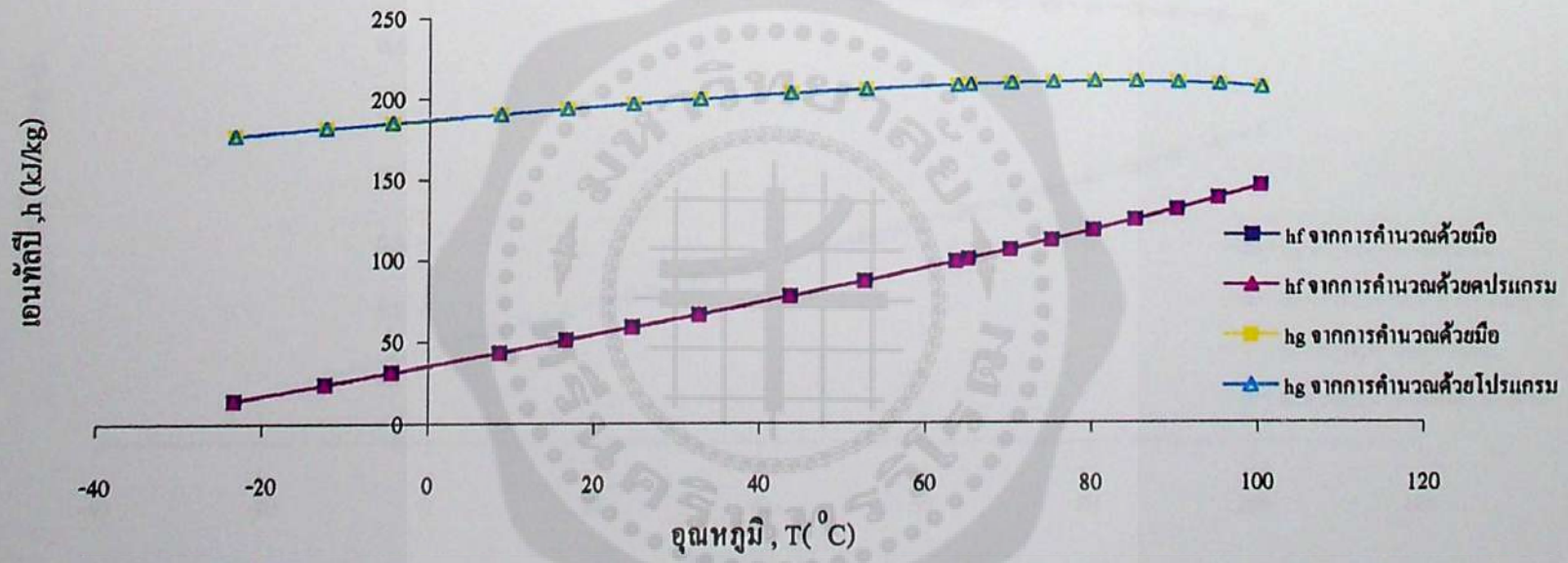
รูปที่ 11 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าความดัน(P) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว



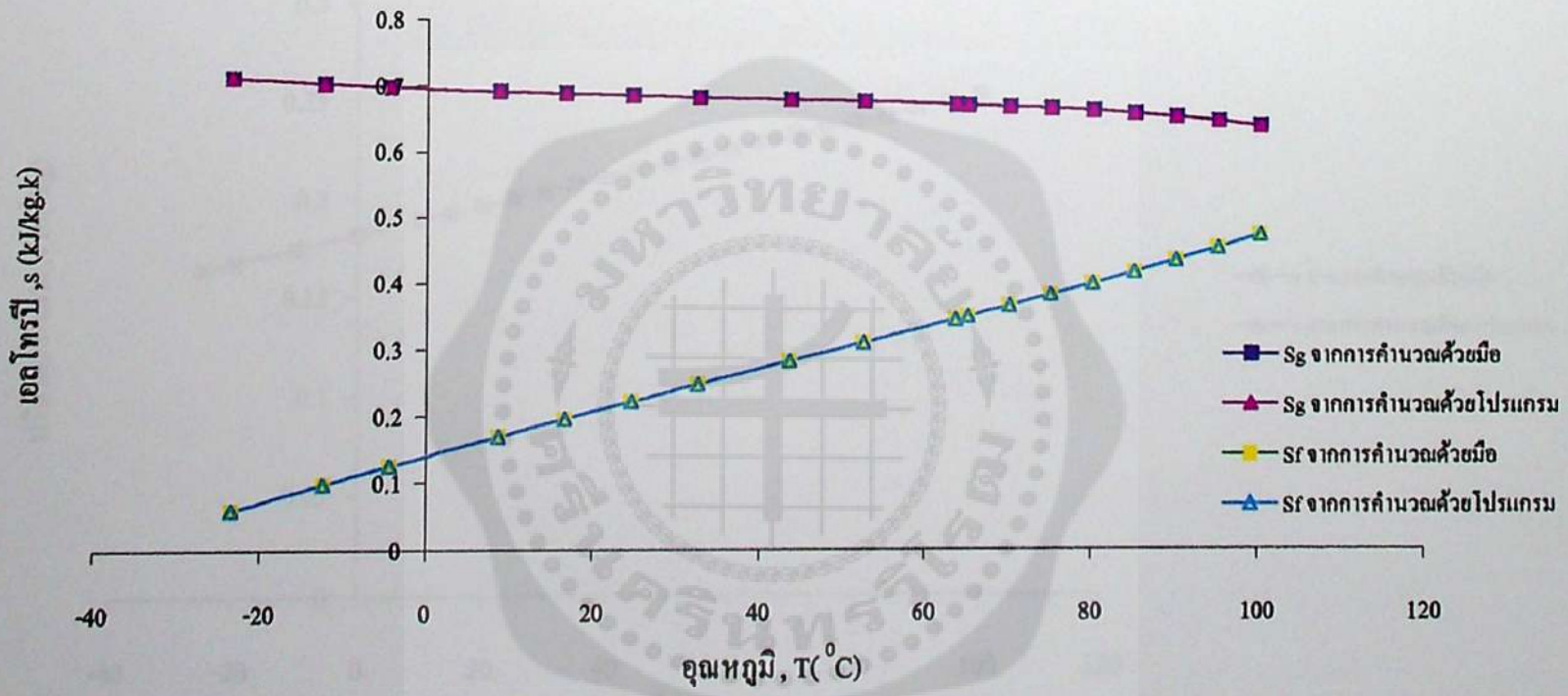
รูปที่ 12 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาตรจำเพาะ(v) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว



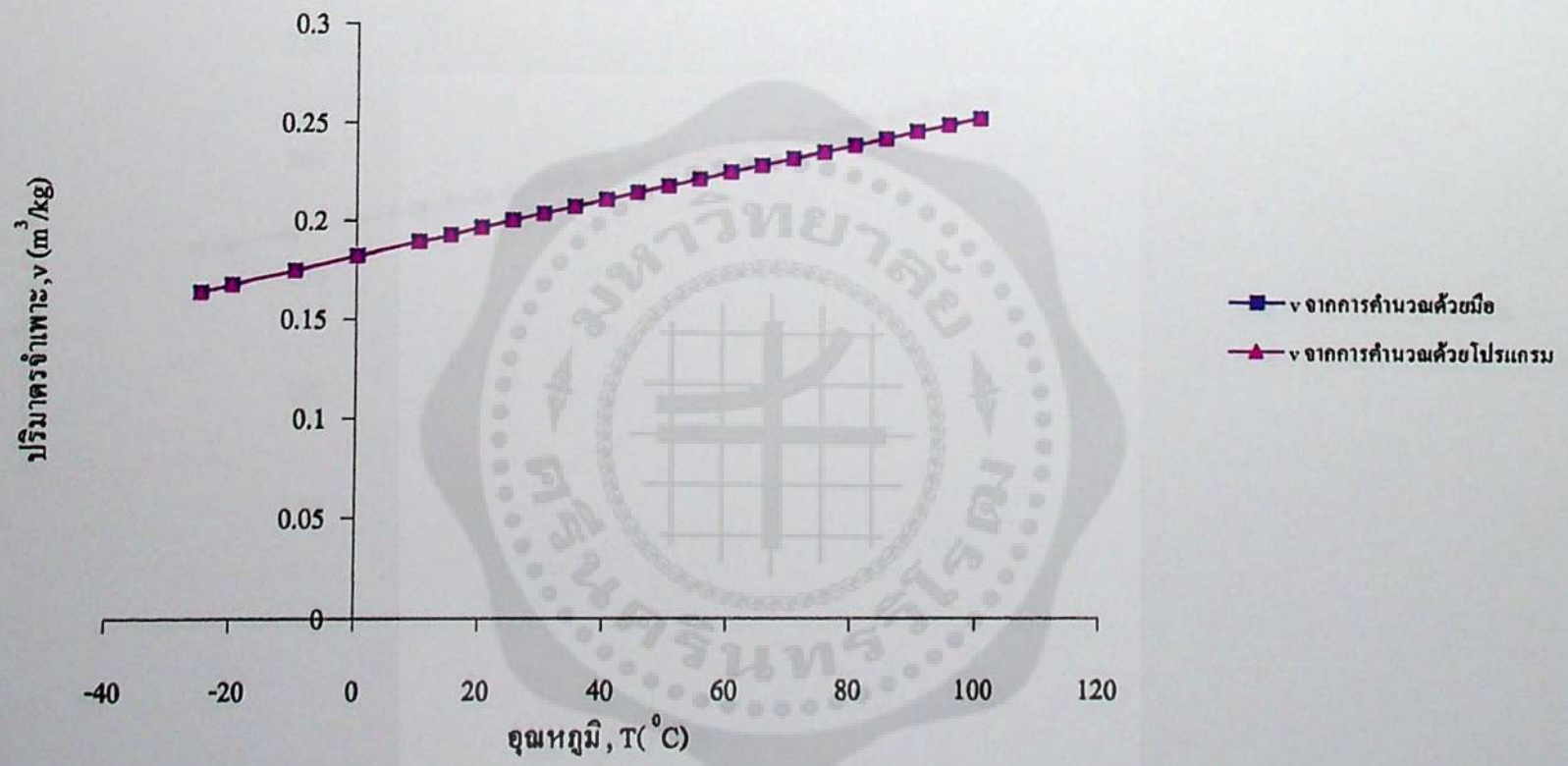
รูปที่ 13 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานภายใน(u) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วย โปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว



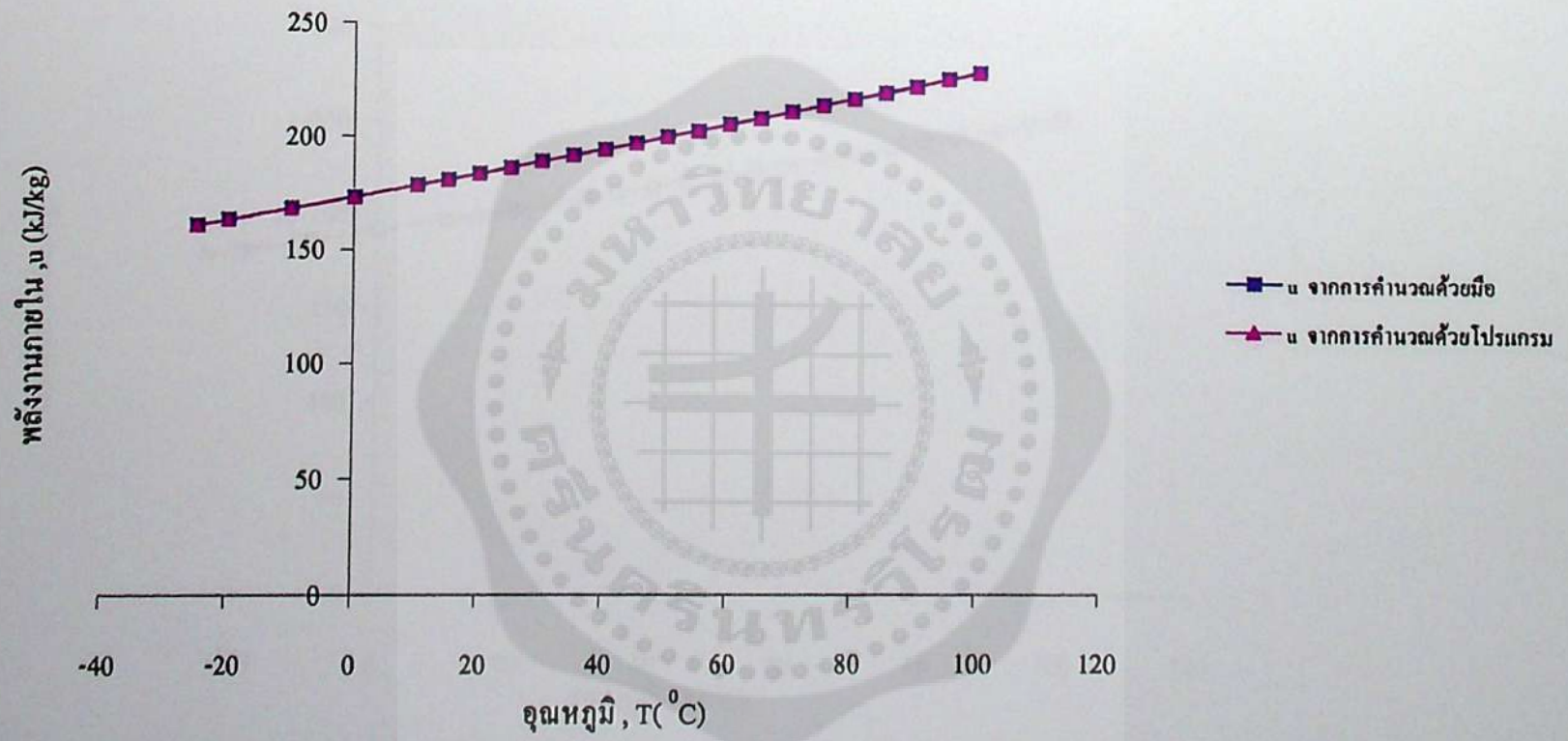
รูปที่ 14 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าเอนทัลปี(h) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว



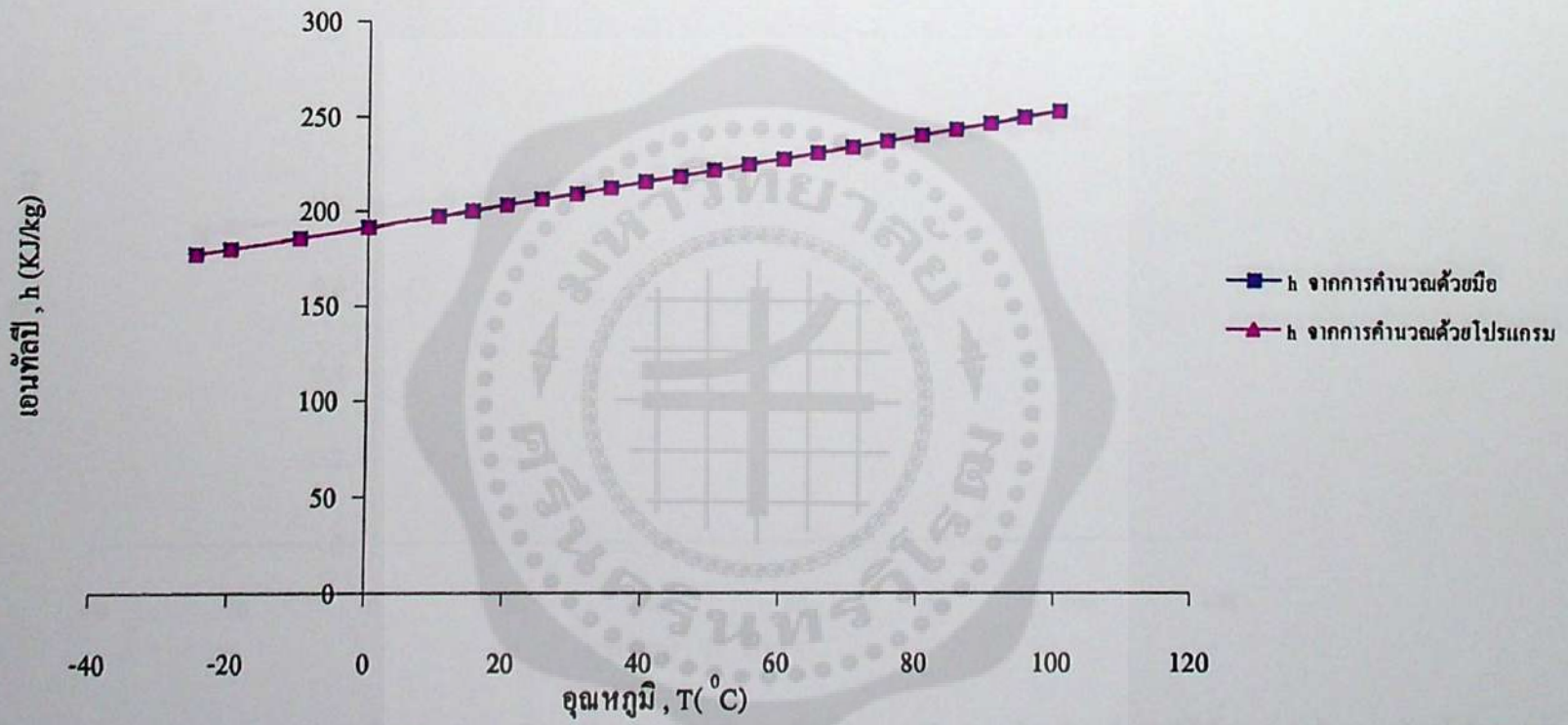
รูปที่ 15 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าเอนโทรปี (s) กับอุณหภูมิ(T) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว



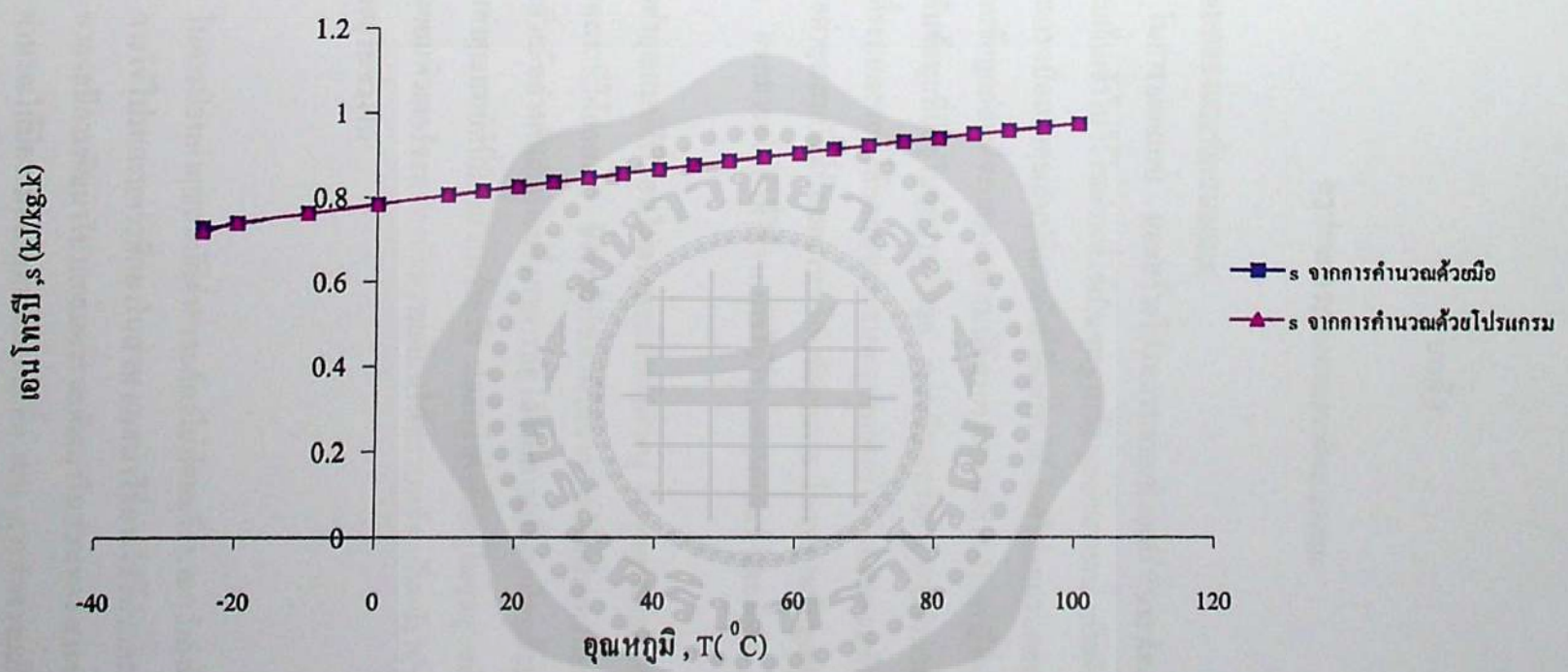
รูปที่ 16 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ(T) กับปริมาตรจำเพาะ(v) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง



รูปที่ 17 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ(T) กับพลังงานภายใน(u) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือกับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง



รูปที่ 18 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ(T) กับเอนทัลปี(h) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง



รูปที่ 19 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ(T) กับ เอนโทรปี (s) ที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอคง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

<u>การสรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</u>

ในการออกแบบ และสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องนำค่าคุณสมบัติต่างๆ ของสารทำความเย็นเข้าไปไว้ในส่วนที่ใช้เป็นชุดฐานข้อมูลก่อนจากนั้นเมื่อต้องการหาค่าคุณสมบัติของสารใดก็สามารถป้อนค่าคุณสมบัติบางตัวที่ต้องการได้ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะทำการค้นหาภายในชุดฐานข้อมูลก่อนที่จะแสดงคุณสมบัติต่างๆ ออกมาส่วนในกรณีที่ค่าคุณสมบัติที่ป้อนเข้ามาไม่ตรงพอดีกับข้อมูลที่มีอยู่ในชุดฐานข้อมูล คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณโดยวิธีการประมาณค่าในช่วงก่อนที่จะแสดงผลที่ได้ออกมาและจากการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สรุปได้ ดังนี้คือ

<u>กรณีที่ 1</u> เมื่อค่าคุณสมบัติที่ป้อนตรงพอดีกับข้อมูลภาย ในชุดฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ก็จะแสดงคุณสมบัติต่างๆ ออกมาจะให้ค่าที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เท่า กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือ

<u>กรณีที่2</u> เมื่อค่าคุณสมบัติที่ป้อนไม่ตรงพอดีกับค่าที่มีอยู่ ในชุดฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณก่อนแสดงผลที่ได้ออกมา ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์กับค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยมือต่างกันเล็กน้อยซึ่งสามารถดูได้จากการเปรียบเทียบด้วยแผนภูมิใน บทที่ 4

<u>กรณีที่3</u> เมื่อค่าคุณสมบัติที่มีค่ามากกว่าหรือ น้อยกว่าค่าที่มีอยู่ในชุดฐานข้อมูลหรือไม่ได้อยู่ในสภาวะที่กำหนดคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อความเตือนให้ทราบพร้อมกับแจ้งให้ทราบว่า ค่าคุณสมบัติที่สามารถได้นั้นอยู่ในช่วงใด

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ในการป้อนค่าคุณสมบัติต่างๆจะต้องไม่น้อยหรือมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งก่อนการใช้โปรแกรมควรศึกษาในส่วน แนะนำวิธีการใช้โปรแกรมควบคู่กัน ไปด้วย
2. หากจะมีการพัฒนาโปรแกรมควรจะพัฒนาในส่วนของ สารทำความเย็นที่นำมาใช้คำนวณให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น สารทำความเย็น R502 แอมโมเนียและน้ำ เป็นต้น

3. สามารถพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นควรออกแบบและเขียนโปรแกรมให้สามารถแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ได้
4. ในสภาวะของเหลวอิ่มตัว หรือไออิ่มตัวนั้นคุณสมบัติต่างๆควรหาออกมาได้ถ้ากำหนดจากปริมาตรจำเพาะของเหลวหรือไอ

เอกสารอ้างอิง

1. พิชิต ฤกษนันทน์ และ สะพรั่ง สุวภิรมย์โชติ <u>การทำความเย็น 1</u> ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. ประเสริฐ เทียนนิมิตร และคณะฯ <u>ทฤษฎีและการคำนวณเทอร์โมไดนามิกส์.</u> กรุงเทพมหานคร:บริษัท ซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด,2521
3. Richard E.Sonntag and Claus B.Orgnakke , <u>Fundamental of Thermodynamics</u> , 5 th ed , New York: John Wiley & Sons , 1998

ภาคผนวก ก

การใช้โปรแกรม

การใช้โปรแกรม

1. คลิกเลือกหัวข้อที่ต้องการและปุ่ม "ตกลง" จากเมนเมนูดังนี้

   แนะนำการใช้โปรแกรม

   ทฤษฎีสารทำความเย็น

   การคำนวณ

2. คลิกเลือกหัวข้อสารทำความเย็นที่ต้องการคำนวณและปุ่ม "คำนวณ" จากเมนูย่อยนี้

   สารทำความเย็น R-12

   สารทำความเย็น R-22

   สารทำความเย็น R-134a

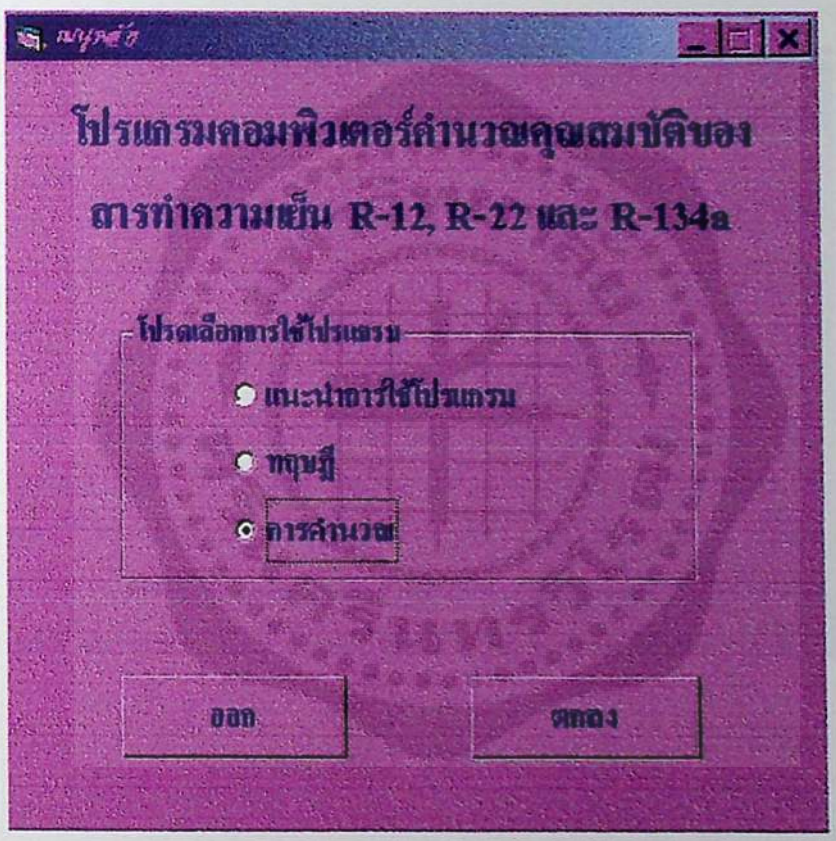
3. คลิกเลือกหัวข้อสภาวะที่ต้องการและปุ่ม "คำนวณ" จากเมนูย่อยนี้

   ของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว (saturated state)

   ไอดง (Super heat state)

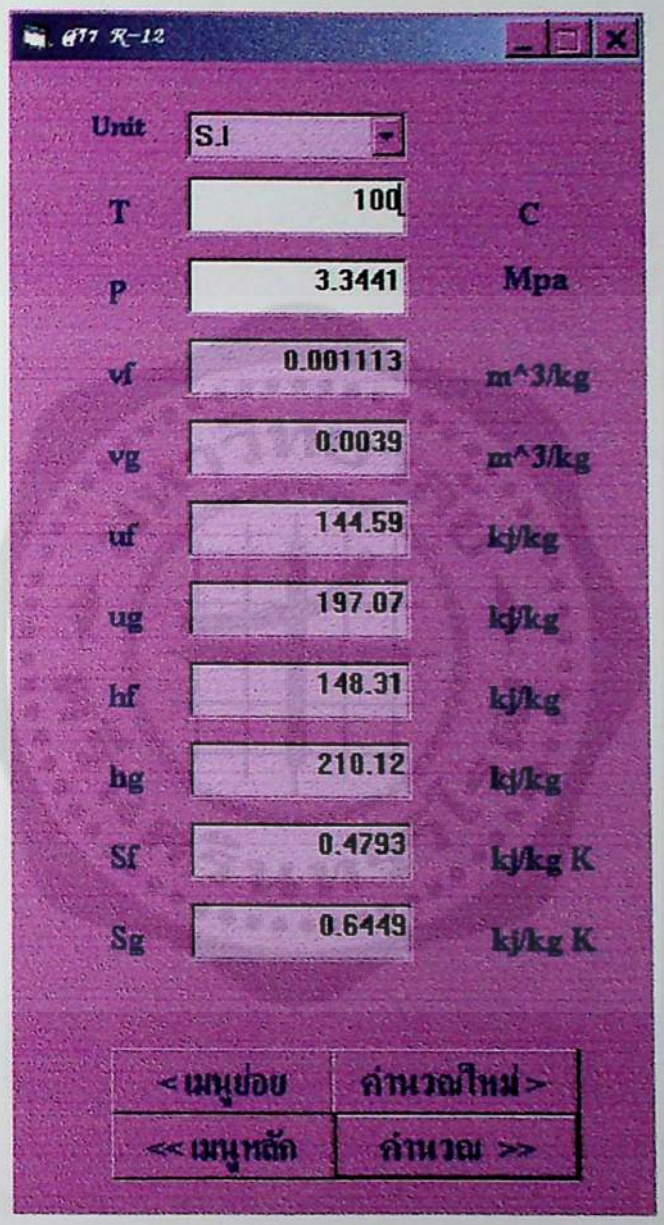
4. คลิกปุ่ม "คำนวณ" หลังจากป้อนค่าคุณสมบัติที่ต้องการแล้ว
5. คลิกปุ่ม "คำนวณใหม่" เมื่อต้องการทำงานต่อ
6. คลิกปุ่ม "เมนูย่อย" เมื่อต้องการกลับไปยังเมนูย่อย
7. คลิกปุ่ม "กลับสู่เมนูหลัก" เมื่อต้องการกลับไปยังเมนูหลัก
8. คลิกปุ่ม "ออกจากโปรแกรม" เมื่อต้องการหยุดทำงาน

<u>รูปภาคผนวกที่ 1</u> จอภาพแสดงการแนะนำโปรแกรม

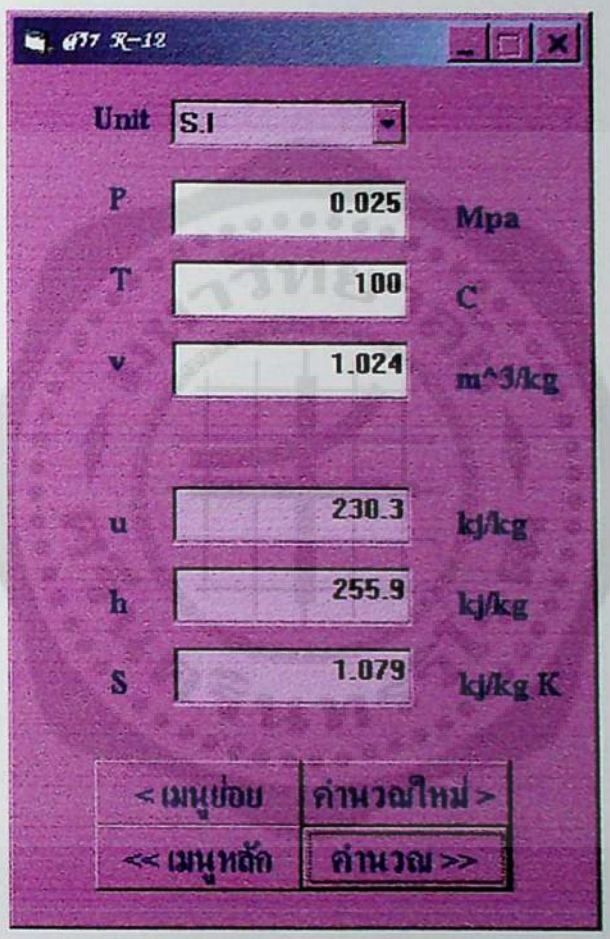


<u>รูปภาคผนวกที่ 2</u> จอภาพแสดงเมนูหลัก

<u>รูปภาคผนวกที่ 3</u> จอภาพแสดงเมนูย่อย



<u>รูปภาคผนวกที่ 4</u> จอภาพแสดงผลการคำนวณที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว



<u>รูปภาคผนวกที่ 5</u> จอภาพแสดงผลการคำนวณที่สภาวะไอดง

ภาคผนวก ช

ตารางคุณสมบัติของสารทำความเย็น

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว (Saturate State)

TABLE B.5 SI *Thermodynamic Properties of R-134a*
TABLE B.5.1 SI *Saturated R-134a*

Temp.	Press.	SpecificVolume, m^3/kg			Internal Energy, kJ/kg		
C T	kPa P	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Evap. u_{fg}	Sat. Vapor u_g
-70	8.3	0.000675	1.97207	1.97274	119.46	218.74	338.20
-65	11.7	0.000679	1.42915	1.42983	123.18	217.76	340.94
-60	16.3	0.000684	1.05199	1.05268	127.52	216.19	343.71
-55	22.2	0.000689	0.78609	0.78678	132.36	214.14	346.50
-50	29.9	0.000695	0.59587	0.59657	137.60	211.71	349.31
-45	39.6	0.000701	0.45783	0.45853	143.15	208.99	352.15
-40	51.8	0.000708	0.35625	0.35696	148.95	206.05	355.00
-35	66.8	0.000715	0.28051	0.28122	154.93	202.93	357.86
-30	85.1	0.000722	0.22330	0.22402	161.06	199.67	360.73
-26.3	101.3	0.000728	0.18947	0.19020	165.73	197.16	362.89
-25	107.2	0.000730	0.17957	0.18030	167.30	196.31	363.61
-20	133.7	0.000738	0.14576	0.14649	173.65	192.85	366.50
-15	165.0	0.000746	0.11932	0.12007	180.07	189.32	369.39
-10	201.7	0.000755	0.09845	0.09921	186.57	185.70	372.27
-5	244.5	0.000764	0.08181	0.08257	193.14	182.01	375.15
0	294.0	0.000773	0.06842	0.06919	199.77	178.24	378.01
5	350.9	0.000783	0.05755	0.05833	206.48	174.38	380.85
10	415.8	0.000794	0.04866	0.04945	213.25	170.42	383.67
15	489.5	0.000805	0.04133	0.04213	220.10	166.35	386.45
20	572.8	0.000817	0.03524	0.03606	227.03	162.16	389.19
25	666.3	0.000829	0.03015	0.03098	234.04	157.83	391.87
30	771.0	0.000843	0.02587	0.02671	241.14	153.34	394.48
35	887.6	0.000857	0.02224	0.02310	248.34	148.68	397.02
40	1017.0	0.000873	0.01915	0.02002	255.65	143.81	399.46
45	1160.2	0.000890	0.01650	0.01739	263.08	138.71	401.79
50	1318.1	0.000908	0.01422	0.01512	270.63	133.35	403.98
55	1491.6	0.000928	0.01224	0.01316	278.33	127.68	406.01
60	1681.8	0.000951	0.01051	0.01146	286.19	121.66	407.85
65	1889.9	0.000976	0.00899	0.00997	294.24	115.22	409.46
70	2117.0	0.001005	0.00765	0.00866	302.51	108.27	410.78
75	2364.4	0.001038	0.00645	0.00749	311.06	100.68	411.74
80	2633.6	0.001078	0.00537	0.00645	319.96	92.26	412.22
85	2926.2	0.001128	0.00437	0.00550	329.35	82.67	412.01
90	3244.5	0.001195	0.00341	0.00461	339.51	71.24	410.75
95	3591.5	0.001297	0.00243	0.00373	351.17	56.25	407.42
100	3973.2	0.001557	0.00108	0.00264	368.55	28.19	396.74
101.2	4064.0	0.001969	0	0.00197	382.97	0	382.97

<u>ตารางภาคผนวกที่ 1</u> (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว และไออิ่มตัว (Saturate State)

TABLE B.5.1 SI (Continued) *Saturated R-134s*

Temp.	Press.	Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg K		
C T	kPa P	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
-70	8.3	119.47	235.15	354.62	0.6645	1.1575	1.8220
-65	11.7	123.18	234.55	357.73	0.6825	1.1268	1.8094
-60	16.3	127.53	233.33	360.86	0.7031	1.0947	1.7978
-55	22.2	132.37	231.63	364.00	0.7256	1.0618	1.7874
-50	29.9	137.62	229.54	367.16	0.7493	1.0286	1.7780
-45	39.6	143.18	227.14	370.32	0.7740	0.9956	1.7695
-40	51.8	148.98	224.50	373.48	0.7991	0.9629	1.7620
-35	66.8	154.98	221.67	376.64	0.8245	0.9308	1.7553
-30	85.1	161.12	218.68	379.80	0.8499	0.8994	1.7493
-26.3	101.3	165.80	216.36	382.16	0.8690	0.8763	1.7453
-25	107.2	167.38	215.57	382.95	0.8754	0.8687	1.7441
-20	133.7	173.74	212.34	386.08	0.9007	0.8388	1.7395
-15	165.0	180.19	209.00	389.20	0.9258	0.8096	1.7354
-10	201.7	186.72	205.56	392.28	0.9507	0.7812	1.7319
-5	244.5	193.32	202.02	395.34	0.9755	0.7534	1.7288
0	294.0	200.00	198.36	398.36	1.0000	0.7262	1.7262
5	350.9	206.75	194.57	401.32	1.0243	0.6995	1.7239
10	415.8	213.58	190.65	404.23	1.0485	0.6733	1.7218
15	489.5	220.49	186.58	407.07	1.0725	0.6475	1.7200
20	572.8	227.49	182.35	409.84	1.0963	0.6220	1.7183
25	666.3	234.59	177.92	412.51	1.1201	0.5967	1.7168
30	771.0	241.79	173.29	415.08	1.1437	0.5716	1.7153
35	887.6	249.10	168.42	417.52	1.1673	0.5465	1.7139
40	1017.0	256.54	163.28	419.82	1.1909	0.5214	1.7123
45	1160.2	264.11	157.85	421.96	1.2145	0.4962	1.7106
50	1318.1	271.83	152.08	423.91	1.2381	0.4706	1.7088
55	1491.6	279.72	145.93	425.65	1.2619	0.4447	1.7066
60	1681.8	287.79	139.33	427.13	1.2857	0.4182	1.7040
65	1889.9	296.09	132.21	428.30	1.3099	0.3910	1.7008
70	2117.0	304.64	124.47	429.11	1.3343	0.3627	1.6970
75	2364.4	313.51	115.94	429.45	1.3592	0.3330	1.6923
80	2633.6	322.79	106.40	429.19	1.3849	0.3013	1.6862
85	2926.2	332.65	95.45	428.10	1.4117	0.2665	1.6782
90	3244.5	343.38	82.31	425.70	1.4404	0.2267	1.6671
95	3591.5	355.83	64.98	420.81	1.4733	0.1765	1.6498
100	3973.2	374.74	32.47	407.21	1.5228	0.0870	1.6098
101.2	4064.0	390.98	0	390.98	1.5658	0	1.5658

<u>ตารางภาคผนวกที่ 2</u> แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12 ที่สภาวะไอดง (Superheat State)

TABLE B.5.2 SI *Superheated R-134a*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	50 kPa (-40.67)			100 kPa (-26.54)			150 kPa (-17.29)		
Sat.	0.36889	373.06	1.7629	0.19257	381.98	1.7456	0.13139	387.77	1.7372
-20	0.40507	388.82	1.8279	0.19860	387.22	1.7665	—	—	—
-10	0.42222	396.64	1.8582	0.20765	395.27	1.7978	0.13602	393.84	1.7606
0	0.43921	404.59	1.8878	0.21652	403.41	1.8281	0.14222	402.19	1.7917
10	0.45608	412.70	1.9170	0.22527	411.67	1.8578	0.14828	410.60	1.8220
20	0.47287	420.96	1.9456	0.23392	420.05	1.8869	0.15424	419.11	1.8515
30	0.48958	429.38	1.9739	0.24250	428.56	1.9155	0.16011	427.73	1.8804
40	0.50623	437.96	2.0017	0.25101	437.22	1.9436	0.16592	436.47	1.9088
50	0.52284	446.70	2.0292	0.25948	446.03	1.9712	0.17168	445.35	1.9367
60	0.53941	455.60	2.0563	0.26791	454.99	1.9985	0.17740	454.37	1.9642
70	0.55595	464.66	2.0831	0.27631	464.10	2.0255	0.18308	463.53	1.9913
80	0.57247	473.88	2.1096	0.28468	473.36	2.0521	0.18874	472.83	2.0180
90	0.58896	483.26	2.1358	0.29302	482.78	2.0784	0.19437	482.28	2.0444
100	0.60544	492.81	2.1617	0.30135	492.35	2.1044	0.19999	491.89	2.0705
110	0.62190	502.50	2.1874	0.30967	502.07	2.1301	0.20559	501.64	2.0963
120	0.63835	512.36	2.2128	0.31797	511.95	2.1555	0.21117	511.54	2.1218
130	0.65479	522.37	2.2379	0.32626	521.98	2.1807	0.21675	521.60	2.1470
	200 kPa (-10.22)			300 kPa (0.56)			400 kPa (8.84)		
Sat.	0.10002	392.15	1.7320	0.06787	398.69	1.7259	0.05136	403.56	1.7223
0	0.10501	400.91	1.7647	—	—	—	—	—	—
10	0.10974	409.50	1.7956	0.07111	407.17	1.7564	0.05168	404.65	1.7261
20	0.11436	418.15	1.8256	0.07441	416.12	1.7874	0.05436	413.97	1.7584
30	0.11889	426.87	1.8549	0.07762	425.10	1.8175	0.05693	423.22	1.7895
40	0.12335	435.71	1.8836	0.08075	434.12	1.8468	0.05940	432.46	1.8195
50	0.12776	444.66	1.9117	0.08382	443.23	1.8755	0.06181	441.75	1.8487
60	0.13213	453.74	1.9394	0.08684	452.44	1.9035	0.06417	451.10	1.8772
70	0.13646	462.95	1.9666	0.08982	461.76	1.9311	0.06648	460.55	1.9051
80	0.14076	472.30	1.9935	0.09277	471.21	1.9582	0.06877	470.09	1.9325
90	0.14504	481.79	2.0200	0.09570	480.78	1.9850	0.07102	479.75	1.9595
100	0.14930	491.42	2.0461	0.09861	490.48	2.0113	0.07325	489.52	1.9860
110	0.15355	501.21	2.0720	0.10150	500.32	2.0373	0.07547	499.43	2.0122
120	0.15777	511.13	2.0976	0.10437	510.30	2.0631	0.07767	509.46	2.0381
130	0.16199	521.21	2.1229	0.10723	520.43	2.0885	0.07985	519.63	2.0636
140	0.16620	531.43	2.1479	0.11008	530.69	2.1136	0.08202	529.94	2.0889
150	0.17039	541.80	2.1727	0.11292	541.09	2.1385	0.08418	540.38	2.1139

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-12ที่สภาวะไอดง

(Superheat State)

TABLE B.5.2 SI (Continued) *Superheated R-134a*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	500 kPa (15.66)			600 kPa (21.52)			700 kPa (26.67)		
Sat.	0.04126	407.45	1.7198	0.03442	410.66	1.7179	0.02947	413.38	1.7163
20	0.04226	411.65	1.7342	—	—	—	—	—	—
30	0.04446	421.22	1.7663	0.03609	419.09	1.7461	0.03007	416.81	1.7277
40	0.04656	430.72	1.7971	0.03796	428.88	1.7779	0.03178	426.93	1.7606
50	0.04858	440.20	1.8270	0.03974	438.59	1.8084	0.03339	436.89	1.7919
60	0.05055	449.72	1.8560	0.04145	448.28	1.8379	0.03493	446.78	1.8220
70	0.05247	459.29	1.8843	0.04311	457.99	1.8666	0.03641	456.66	1.8512
80	0.05435	468.94	1.9120	0.04473	467.76	1.8947	0.03785	466.55	1.8796
90	0.05620	478.69	1.9392	0.04632	477.61	1.9222	0.03925	476.51	1.9074
100	0.05804	488.55	1.9660	0.04788	487.55	1.9492	0.04063	486.53	1.9347
110	0.05985	498.52	1.9924	0.04943	497.59	1.9758	0.04198	496.65	1.9614
120	0.06164	508.61	2.0184	0.05095	507.75	2.0019	0.04331	506.88	1.9878
130	0.06342	518.83	2.0440	0.05246	518.03	2.0277	0.04463	517.21	2.0137
140	0.06518	529.19	2.0694	0.05396	528.43	2.0532	0.04594	527.66	2.0393
150	0.06694	539.67	2.0945	0.05544	538.95	2.0784	0.04723	538.23	2.0646
160	0.06869	550.29	2.1193	0.05692	549.61	2.1033	0.04851	548.92	2.0896
170	0.07043	561.04	2.1438	0.05839	560.40	2.1279	0.04979	559.75	2.1143
	800 kPa (31.30)			900 kPa (35.50)			1000 kPa (39.37)		
Sat.	0.02571	415.72	1.7150	0.02276	417.76	1.7137	0.02038	419.54	1.7125
40	0.02711	424.86	1.7446	0.02345	422.64	1.7294	0.02047	420.25	1.7148
50	0.02861	435.11	1.7768	0.02487	433.23	1.7627	0.02185	431.24	1.7494
60	0.03002	445.22	1.8076	0.02619	443.60	1.7943	0.02311	441.89	1.7818
70	0.03137	455.27	1.8373	0.02745	453.83	1.8246	0.02429	452.34	1.8127
80	0.03268	465.31	1.8662	0.02865	464.03	1.8539	0.02542	462.70	1.8425
90	0.03394	475.38	1.8943	0.02981	474.22	1.8823	0.02650	473.03	1.8713
100	0.03518	485.50	1.9218	0.03094	484.44	1.9101	0.02754	483.36	1.8994
110	0.03639	495.70	1.9487	0.03204	494.73	1.9373	0.02856	493.74	1.9268
120	0.03758	505.99	1.9753	0.03313	505.09	1.9640	0.02956	504.17	1.9537
130	0.03876	516.38	2.0014	0.03419	515.54	1.9902	0.03053	514.69	1.9801
140	0.03992	526.88	2.0271	0.03524	526.10	2.0161	0.03150	525.30	2.0061
150	0.04107	537.50	2.0525	0.03628	536.76	2.0416	0.03244	536.02	2.0318
160	0.04221	548.23	2.0775	0.03731	547.54	2.0668	0.03338	546.84	2.0570
170	0.04334	559.09	2.1023	0.03832	558.44	2.0917	0.03431	557.77	2.0820
180	0.04446	570.08	2.1268	0.03933	569.45	2.1162	0.03523	568.83	2.1067

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว และไออิ่มตัว (Saturate State)

TABLE B.5.2 SI (Continued) *Superheated R-134a*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	1200 kPa (46.31)			1400 kPa (52.42)			1600 kPa (57.90)		
Sat.	0.01676	422.49	1.7102	0.01414	424.78	1.7077	0.01215	426.54	1.7051
50	0.01724	426.84	1.7237	—	—	—	—	—	—
60	0.01844	438.21	1.7584	0.01503	434.08	1.7360	0.01239	429.32	1.7135
70	0.01953	449.18	1.7908	0.01608	445.72	1.7704	0.01345	441.89	1.7507
80	0.02055	459.92	1.8217	0.01704	456.94	1.8026	0.01438	453.72	1.7847
90	0.02151	470.55	1.8514	0.01793	467.93	1.8333	0.01522	465.15	1.8166
100	0.02244	481.13	1.8801	0.01878	478.79	1.8628	0.01601	476.33	1.8469
110	0.02333	491.70	1.9081	0.01958	489.59	1.8914	0.01676	487.39	1.8762
120	0.02420	502.31	1.9354	0.02036	500.38	1.9192	0.01748	498.39	1.9045
130	0.02504	512.97	1.9621	0.02112	511.19	1.9463	0.01817	509.37	1.9321
140	0.02587	523.70	1.9884	0.02186	522.05	1.9730	0.01884	520.38	1.9591
150	0.02669	534.51	2.0143	0.02258	532.98	1.9991	0.01949	531.43	1.9855
160	0.02750	545.43	2.0398	0.02329	543.99	2.0248	0.02013	542.54	2.0115
170	0.02829	556.44	2.0649	0.02399	555.10	2.0502	0.02076	553.73	2.0370
180	0.02907	567.57	2.0898	0.02468	566.30	2.0752	0.02138	565.02	2.0622
	1800 kPa (62.89)			2000 kPa (67.48)			2500 kPa (77.57)		
Sat.	0.01057	427.85	1.7022	0.00930	428.75	1.6991	0.00694	429.41	1.6893
70	0.01134	437.56	1.7309	0.00958	432.53	1.7101	—	—	—
80	0.01227	450.20	1.7672	0.01055	446.30	1.7497	0.00722	433.80	1.7018
90	0.01310	462.16	1.8006	0.01137	458.95	1.7850	0.00816	449.50	1.7457
100	0.01385	473.74	1.8320	0.01211	471.00	1.8177	0.00891	463.28	1.7831
110	0.01456	485.09	1.8620	0.01279	482.69	1.8487	0.00956	476.13	1.8171
120	0.01523	496.32	1.8910	0.01342	494.19	1.8783	0.01015	488.46	1.8489
130	0.01587	507.50	1.9190	0.01403	505.57	1.9069	0.01069	500.47	1.8790
140	0.01649	518.66	1.9464	0.01461	516.90	1.9346	0.01121	512.31	1.9080
150	0.01709	529.84	1.9731	0.01517	528.22	1.9617	0.01170	524.04	1.9361
160	0.01768	541.07	1.9994	0.01571	539.57	1.9882	0.01217	535.72	1.9634
170	0.01825	552.36	2.0251	0.01624	550.96	2.0142	0.01262	547.40	1.9900
180	0.01881	563.72	2.0505	0.01676	562.42	2.0398	0.01307	559.10	2.0161

<u>ตารางภาคผนวกที่ 3</u> (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว และไออิ่มตัว (Saturate State)

TABLE B.5.2 SI (Continued) *Superheated R-134a*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	3000 kPa (86.20)			3500 kPa (93.72)			4000 kPa (100.33)		
Sat.	0.00528	427.67	1.6759	0.00396	422.43	1.6552	0.00252	404.94	1.6036
90	0.00575	436.19	1.6995	—	—	—	—	—	—
100	0.00665	453.73	1.7472	0.00484	440.43	1.7039	—	—	—
110	0.00734	468.50	1.7862	0.00567	459.21	1.7535	0.00428	446.84	1.7148
120	0.00792	482.04	1.8211	0.00629	474.70	1.7935	0.00500	465.99	1.7642
130	0.00845	494.91	1.8535	0.00681	488.77	1.8288	0.00556	481.87	1.8040
140	0.00893	507.39	1.8840	0.00728	502.08	1.8614	0.00603	496.29	1.8394
150	0.00937	519.62	1.9133	0.00771	514.93	1.8922	0.00644	509.92	1.8720
160	0.00980	531.70	1.9415	0.00810	527.50	1.9215	0.00683	523.07	1.9027
170	0.01021	543.71	1.9689	0.00848	539.89	1.9498	0.00718	535.92	1.9320
180	0.01060	555.69	1.9956	0.00884	552.18	1.9772	0.00752	548.57	1.9603
	5000 kPa			6000 kPa			7000 kPa		
90	0.001089	336.61	1.4163	0.001059	334.70	1.4081	0.001037	333.29	1.4013
100	0.001216	357.68	1.4735	0.001150	353.61	1.4595	0.001110	351.10	1.4497
110	0.001659	392.10	1.5644	0.001307	375.90	1.5184	0.001215	370.68	1.5015
120	0.002969	440.47	1.6892	0.001698	406.78	1.5979	0.001393	393.45	1.5601
130	0.003705	464.63	1.7499	0.002396	441.18	1.6843	0.001720	420.73	1.6286
140	0.004226	482.86	1.7946	0.002985	466.25	1.7458	0.002169	448.28	1.6961
150	0.004652	498.77	1.8327	0.003439	485.82	1.7926	0.002599	471.55	1.7518
160	0.005023	513.48	1.8670	0.003814	502.77	1.8322	0.002968	491.16	1.7976
170	0.005357	527.47	1.8990	0.004141	518.30	1.8676	0.003287	508.52	1.8373
180	0.005665	541.00	1.9292	0.004435	532.96	1.9004	0.003569	524.51	1.8729
	8000 kPa			10000 kPa			20000 kPa		
90	0.001019	332.20	1.3955	0.000991	330.62	1.3856	0.000912	327.89	1.3520
100	0.001081	349.30	1.4420	0.001040	346.85	1.4297	0.000939	342.49	1.3917
110	0.001163	367.57	1.4903	0.001100	363.73	1.4744	0.000969	357.33	1.4309
120	0.001282	387.56	1.5417	0.001175	381.44	1.5200	0.001002	372.38	1.4697
130	0.001465	409.98	1.5981	0.001272	400.16	1.5670	0.001037	387.65	1.5081
140	0.001736	434.40	1.6579	0.001400	419.98	1.6155	0.001076	403.13	1.5460
150	0.002061	458.21	1.7148	0.001564	440.63	1.6649	0.001118	418.83	1.5836
160	0.002384	479.59	1.7648	0.001758	461.34	1.7133	0.001164	434.72	1.6207
170	0.002680	498.61	1.8082	0.001965	481.30	1.7589	0.001214	450.80	1.6574
180	0.002946	515.93	1.8469	0.002172	500.12	1.8009	0.001268	467.03	1.6936

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะไอดง (Superheat State)

TABLE B.3 SI *Thermodynamic Properties of R-12*
TABLE B.3.1 SI *Saturated R-12*

Temp.	Press.	SpecificVolume, m³/kg			Internal Energy, kJ/kg		
C T	kPa P	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Evap. u_{fg}	Sat. Vapor u_g
-90	2.8	0.000608	4.41494	4.41555	-43.29	177.20	133.91
-80	6.2	0.000617	2.13773	2.13835	-34.73	172.54	137.82
-70	12.3	0.000627	1.12665	1.12728	-26.14	167.94	141.81
-60	22.6	0.000637	0.63727	0.63791	-17.50	163.36	145.86
-50	39.1	0.000648	0.38246	0.38310	-8.80	158.76	149.95
-45	50.4	0.000654	0.30203	0.30268	-4.43	156.44	152.01
-40	64.2	0.000659	0.24125	0.24191	-0.04	154.11	154.07
-35	80.7	0.000666	0.19473	0.19540	4.37	151.77	156.13
-30	100.4	0.000672	0.15870	0.15937	8.79	149.40	158.19
-29.8	101.3	0.000672	0.15736	0.15803	8.98	149.30	158.28
-25	123.7	0.000679	0.13049	0.13117	13.24	147.01	160.25
-20	150.9	0.000685	0.10816	0.10885	17.71	144.59	162.31
-15	182.6	0.000693	0.09033	0.09102	22.20	142.15	164.35
-10	219.1	0.000700	0.07595	0.07665	26.72	139.67	166.39
-5	261.0	0.000708	0.06426	0.06496	31.26	137.16	168.42
0	308.6	0.000716	0.05467	0.05539	35.83	134.61	170.44
5	362.6	0.000724	0.04676	0.04749	40.43	132.01	172.44
10	423.3	0.000733	0.04018	0.04091	45.06	129.36	174.42
15	491.4	0.000743	0.03467	0.03541	49.73	126.65	176.38
20	567.3	0.000752	0.03003	0.03078	54.45	123.87	178.32
25	651.6	0.000763	0.02609	0.02685	59.21	121.03	180.23
30	744.9	0.000774	0.02273	0.02351	64.02	118.09	182.11
35	847.7	0.000786	0.01986	0.02064	68.88	115.06	183.95
40	960.7	0.000798	0.01737	0.01817	73.82	111.92	185.74
45	1084.3	0.000811	0.01522	0.01603	78.83	108.66	187.49
50	1219.3	0.000826	0.01334	0.01417	83.93	105.24	189.17
55	1366.3	0.000841	0.01170	0.01254	89.12	101.66	190.78
60	1525.9	0.000858	0.01025	0.01111	94.43	97.88	192.31
65	1698.8	0.000877	0.00897	0.00985	99.87	93.86	193.73
70	1885.8	0.000897	0.00783	0.00873	105.46	89.56	195.03
75	2087.5	0.000920	0.00680	0.00772	111.23	84.94	196.17
80	2304.6	0.000946	0.00588	0.00682	117.21	79.90	197.11
85	2538.0	0.000976	0.00503	0.00600	123.45	74.34	197.80
90	2788.5	0.001012	0.00425	0.00526	130.02	68.12	198.14
95	3056.9	0.001056	0.00351	0.00456	137.01	60.98	197.99
100	3344.1	0.001113	0.00279	0.00390	144.59	52.48	197.07
105	3650.9	0.001197	0.00205	0.00324	153.15	41.58	194.73
110	3978.5	0.001364	0.00110	0.00246	164.12	24.08	188.20
112.0	4116.8	0.001792	0	0.00179	176.06	0	176.06

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะไอดง (Superheat)

TABLE B.3.1 SI (Continued) *Saturated R-12*

Temp.	Press.	Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg K		
C T	kPa P	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
-90	2.8	-43.28	189.75	146.46	-0.2086	1.0359	0.8273
-80	6.2	-34.72	185.74	151.02	-0.1631	0.9616	0.7984
-70	12.3	-26.13	181.76	155.64	-0.1198	0.8947	0.7749
-60	22.6	-17.49	177.77	160.29	-0.0783	0.8340	0.7557
-50	39.1	-8.78	173.73	164.95	-0.0384	0.7785	0.7401
-45	50.4	-4.40	171.68	167.28	-0.0190	0.7524	0.7334
-40	64.2	0	169.59	169.59	0	0.7274	0.7274
-35	80.7	4.42	167.48	171.90	0.0187	0.7032	0.7219
-30	100.4	8.86	165.34	174.20	0.0371	0.6799	0.7170
-29.8	101.3	9.05	165.24	174.29	0.0379	0.6790	0.7168
-25	123.7	13.33	163.15	176.48	0.0552	0.6574	0.7126
-20	150.9	17.82	160.92	178.74	0.0731	0.6356	0.7087
-15	182.6	22.33	158.64	180.97	0.0906	0.6145	0.7051
-10	219.1	26.87	156.31	183.19	0.1080	0.5940	0.7019
-5	261.0	31.45	153.93	185.37	0.1251	0.5740	0.6991
0	308.6	36.05	151.48	187.53	0.1420	0.5545	0.6965
5	362.6	40.69	148.96	189.65	0.1587	0.5355	0.6942
10	423.3	45.37	146.37	191.74	0.1752	0.5169	0.6921
15	491.4	50.10	143.68	193.78	0.1915	0.4986	0.6902
20	567.3	54.87	140.91	195.78	0.2078	0.4806	0.6884
25	651.6	59.70	138.03	197.73	0.2239	0.4629	0.6868
30	744.9	64.59	135.03	199.62	0.2399	0.4454	0.6853
35	847.7	69.55	131.90	201.45	0.2559	0.4280	0.6839
40	960.7	74.59	128.61	203.20	0.2718	0.4107	0.6825
45	1084.3	79.71	125.16	204.87	0.2877	0.3934	0.6811
50	1219.3	84.94	121.51	206.45	0.3037	0.3760	0.6797
55	1366.3	90.27	117.65	207.92	0.3197	0.3585	0.6782
60	1525.9	95.74	113.52	209.26	0.3358	0.3407	0.6765
65	1698.8	101.36	109.10	210.46	0.3521	0.3226	0.6747
70	1885.8	107.15	104.33	211.48	0.3686	0.3040	0.6726
75	2087.5	113.15	99.14	212.29	0.3854	0.2847	0.6702
80	2304.6	119.39	93.44	212.83	0.4027	0.2646	0.6672
85	2538.0	125.93	87.11	213.04	0.4204	0.2432	0.6636
90	2788.5	132.84	79.96	212.80	0.4389	0.2202	0.6590
95	3056.9	140.23	71.71	211.94	0.4583	0.1948	0.6531
100	3344.1	148.31	61.81	210.12	0.4793	0.1656	0.6449
105	3650.9	157.52	49.05	206.57	0.5028	0.1297	0.6325
110	3978.5	169.55	28.44	197.99	0.5333	0.0742	0.6076
112.0	4116.8	183.43	0	183.43	0.5689	0	0.5689

ตารางภาคผนวกที่ 4 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะไอดง

(Superheat State)

TABLE B.3.2 SI *Superheated R-12*

Temp. *C*	*v* m³/kg	*h* kJ/kg	*s* kJ/kg K	*v* m³/kg	*h* kJ/kg	*s* kJ/kg K	*v* m³/kg	*h* kJ/kg	*s* kJ/kg K
	25 kPa (-58.26)			50 kPa (-45.18)			100 kPa (-30.10)		
Sat.	0.58130	161.10	0.7527	0.30515	167.19	0.7336	0.15999	174.15	0.7171
-30	0.66179	176.19	0.8187	0.32738	175.55	0.7691	0.16006	174.21	0.7174
-20	0.69001	181.74	0.8410	0.34186	181.17	0.7917	0.16770	179.99	0.7406
-10	0.71811	187.40	0.8630	0.35623	186.89	0.8139	0.17522	185.84	0.7633
0	0.74613	193.17	0.8844	0.37051	192.70	0.8356	0.18265	191.77	0.7854
10	0.77409	199.03	0.9055	0.38472	198.61	0.8568	0.18999	197.77	0.8070
20	0.80198	204.99	0.9262	0.39886	204.62	0.8776	0.19728	203.85	0.8281
30	0.82982	211.05	0.9465	0.41296	210.71	0.8981	0.20451	210.02	0.8488
40	0.85762	217.20	0.9665	0.42701	216.89	0.9181	0.21169	216.26	0.8691
50	0.88538	223.45	0.9861	0.44103	223.16	0.9378	0.21884	222.58	0.8889
60	0.91312	229.77	1.0054	0.45502	229.51	0.9572	0.22596	228.98	0.9084
70	0.94083	236.19	1.0244	0.46898	235.95	0.9762	0.23305	235.46	0.9276
80	0.96852	242.68	1.0430	0.48292	242.46	0.9949	0.24011	242.01	0.9464
90	0.99618	249.26	1.0614	0.49684	249.05	1.0133	0.24716	248.63	0.9649
100	1.02384	255.91	1.0795	0.51074	255.71	1.0314	0.25419	255.32	0.9831
110	1.05148	262.63	1.0972	0.52463	262.45	1.0493	0.26121	262.08	1.0009
120	1.07910	269.43	1.1148	0.53851	269.26	1.0668	0.26821	268.91	1.0185
	200 kPa (-12.53)			300 kPa (-0.86)			400 kPa (8.15)		
Sat.	0.08354	182.07	0.7035	0.05690	187.16	0.6969	0.04321	190.97	0.6928
0	0.08861	189.80	0.7325	0.05715	187.72	0.6989	—	—	—
10	0.09255	196.02	0.7548	0.05998	194.17	0.7222	0.04363	192.21	0.6972
20	0.09642	202.28	0.7766	0.06273	200.64	0.7446	0.04584	198.91	0.7204
30	0.10023	208.60	0.7978	0.06542	207.12	0.7663	0.04797	205.58	0.7428
40	0.10399	214.97	0.8184	0.06805	213.64	0.7875	0.05005	212.25	0.7645
50	0.10771	221.41	0.8387	0.07064	220.19	0.8081	0.05207	218.94	0.7855
60	0.11140	227.90	0.8585	0.07319	226.79	0.8282	0.05406	225.65	0.8060
70	0.11506	234.46	0.8779	0.07571	233.44	0.8479	0.05601	232.40	0.8259
80	0.11869	241.09	0.8969	0.07820	240.15	0.8671	0.05794	239.19	0.8454
90	0.12230	247.77	0.9156	0.08067	246.90	0.8860	0.05985	246.02	0.8645
100	0.12590	254.53	0.9339	0.08313	253.72	0.9045	0.06173	252.89	0.8831
110	0.12948	261.34	0.9519	0.08557	260.58	0.9226	0.06360	259.81	0.9015
120	0.13305	268.21	0.9696	0.08799	267.50	0.9405	0.06546	266.79	0.9194
130	0.13661	275.15	0.9870	0.09041	274.48	0.9580	0.06730	273.81	0.9370
140	0.14016	282.14	1.0042	0.09281	281.51	0.9752	0.06913	280.88	0.9544
150	0.14370	289.19	1.0210	0.09520	288.59	0.9922	0.07095	287.99	0.9714

<u>ตารางภาคผนวกที่ 4</u> (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-22 ที่สภาวะไอดง

(Superheat State)

TABLE B.3.2 SI (Continued) *Superheated R-12*

Temp. °C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	500 kPa (15.60)			750 kPa (30.26)			1000 kPa (41.64)		
Sat.	0.03482	194.03	0.6899	0.02335	199.72	0.6852	0.01744	203.76	0.6820
30	0.03746	203.96	0.7235	—	—	—	—	—	—
40	0.03921	210.81	0.7457	0.02467	206.91	0.7086	—	—	—
50	0.04091	217.64	0.7672	0.02595	214.18	0.7314	0.01837	210.32	0.7026
60	0.04257	224.48	0.7881	0.02718	221.37	0.7533	0.01941	217.97	0.7259
70	0.04418	231.33	0.8083	0.02837	228.52	0.7745	0.02040	225.49	0.7481
80	0.04577	238.21	0.8281	0.02952	235.65	0.7949	0.02134	232.91	0.7695
90	0.04734	245.11	0.8473	0.03064	242.76	0.8148	0.02225	240.28	0.7900
100	0.04889	252.05	0.8662	0.03174	249.89	0.8342	0.02313	247.61	0.8100
110	0.05041	259.03	0.8847	0.03282	257.03	0.8530	0.02399	254.93	0.8293
120	0.05193	266.06	0.9028	0.03388	264.19	0.8715	0.02483	262.25	0.8482
130	0.05343	273.12	0.9205	0.03493	271.38	0.8895	0.02566	269.57	0.8665
140	0.05492	280.23	0.9379	0.03596	278.59	0.9072	0.02647	276.90	0.8845
150	0.05640	287.39	0.9550	0.03699	285.84	0.9246	0.02728	284.26	0.9021
160	0.05788	294.59	0.9718	0.03801	293.13	0.9416	0.02807	291.63	0.9193
170	0.05934	301.83	0.9884	0.03902	300.45	0.9583	0.02885	299.04	0.9362
180	0.06080	309.12	1.0046	0.04002	307.81	0.9747	0.02963	306.47	0.9528
	1500 kPa (59.22)			2000 kPa (72.88)			4000 kPa (110.32)		
Sat.	0.01132	209.06	0.6768	0.00813	211.97	0.6713	0.00239	196.90	0.6046
80	0.01305	226.73	0.7284	0.00870	219.02	0.6914	—	—	—
90	0.01377	234.77	0.7508	0.00941	228.23	0.7171	—	—	—
100	0.01446	242.65	0.7722	0.01003	236.94	0.7408	—	—	—
110	0.01512	250.41	0.7928	0.01061	245.34	0.7630	—	—	—
120	0.01575	258.10	0.8126	0.01116	253.53	0.7841	0.00374	225.18	0.6777
130	0.01636	265.74	0.8318	0.01168	261.58	0.8043	0.00433	238.69	0.7116
140	0.01696	273.35	0.8504	0.01217	269.53	0.8238	0.00478	249.93	0.7392
150	0.01754	280.94	0.8686	0.01265	277.41	0.8426	0.00517	260.12	0.7636
160	0.01811	288.52	0.8863	0.01312	285.24	0.8609	0.00552	269.71	0.7860
170	0.01867	296.11	0.9036	0.01357	293.04	0.8787	0.00585	278.90	0.8069
180	0.01922	303.70	0.9205	0.01401	300.82	0.8961	0.00615	287.82	0.8269
190	0.01977	311.31	0.9371	0.01445	308.59	0.9131	0.00643	296.55	0.8459
200	0.02031	318.93	0.9534	0.01488	316.36	0.9297	0.00671	305.14	0.8642
210	0.02084	326.58	0.9694	0.01530	324.14	0.9459	0.00697	313.61	0.8820
220	0.02137	334.24	0.9851	0.01572	331.92	0.9619	0.00723	322.01	0.8992

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัวและไออิ่มตัว (Saturate State)

TABLE B.4 SI *Thermodynamic Properties of R-22*
TABLE B.4.1 SI *Saturated R-22*

Temp.	Press.	SpecificVolume, m³/kg			Internal Energy, kJ/kg		
C T	kPa P	Sat. Liquid v_f	Evap. v_{fg}	Sat. Vapor v_g	Sat. Liquid u_f	Evap. u_{fg}	Sat. Vapor u_g
-70	20.5	0.000670	0.94027	0.94094	-30.62	230.13	199.51
-65	28.0	0.000676	0.70480	0.70547	-25.68	227.21	201.54
-60	37.5	0.000682	0.53647	0.53715	-20.68	224.25	203.57
-55	49.5	0.000689	0.41414	0.41483	-15.62	221.21	205.59
-50	64.4	0.000695	0.32386	0.32456	-10.50	218.11	207.61
-45	82.7	0.000702	0.25629	0.25699	-5.32	214.94	209.62
-40.8	101.3	0.000708	0.21191	0.21261	-0.87	212.18	211.31
-40	104.9	0.000709	0.20504	0.20575	-0.07	211.68	211.60
-35	131.7	0.000717	0.16568	0.16640	5.23	208.34	213.57
-30	163.5	0.000725	0.13512	0.13584	10.61	204.91	215.52
-25	201.0	0.000733	0.11113	0.11186	16.04	201.39	217.44
-20	244.8	0.000741	0.09210	0.09284	21.55	197.78	219.32
-15	295.7	0.000750	0.07688	0.07763	27.11	194.07	221.18
-10	354.3	0.000759	0.06458	0.06534	32.74	190.25	222.99
-5	421.3	0.000768	0.05457	0.05534	38.44	186.33	224.77
0	497.6	0.000778	0.04636	0.04714	44.20	182.30	226.50
5	583.8	0.000789	0.03957	0.04036	50.03	178.15	228.17
10	680.7	0.000800	0.03391	0.03471	55.92	173.87	229.79
15	789.1	0.000812	0.02918	0.02999	61.88	169.47	231.35
20	909.9	0.000824	0.02518	0.02600	67.92	164.92	232.85
25	1043.9	0.000838	0.02179	0.02262	74.04	160.22	234.26
30	1191.9	0.000852	0.01889	0.01974	80.23	155.35	235.59
35	1354.8	0.000867	0.01640	0.01727	86.53	150.30	236.82
40	1533.5	0.000884	0.01425	0.01514	92.92	145.02	237.94
45	1729.0	0.000902	0.01238	0.01328	99.42	139.50	238.93
50	1942.3	0.000922	0.01075	0.01167	106.06	133.70	239.76
55	2174.4	0.000944	0.00931	0.01025	112.85	127.56	240.41
60	2426.6	0.000969	0.00803	0.00900	119.83	121.01	240.84
65	2699.9	0.000997	0.00689	0.00789	127.04	113.94	240.98
70	2995.9	0.001030	0.00586	0.00689	134.54	106.22	240.76
75	3316.1	0.001069	0.00491	0.00598	142.44	97.61	240.05
80	3662.3	0.001118	0.00403	0.00515	150.92	87.71	238.63
85	4036.8	0.001183	0.00317	0.00436	160.32	75.78	236.10
90	4442.5	0.001282	0.00228	0.00356	171.51	59.90	231.41
95	4883.5	0.001521	0.00103	0.00255	188.93	29.89	218.83
96.0	4969.0	0.001906	0	0.00191	203.07	0	203.07

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะของเหลวอิ่มตัว และไออิ่มตัว (Saturate State)

TABLE B.4.1 SI (Continued) *Saturated R-22*

Temp.	Press.	Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg K		
C T	kPa P	Sat. Liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. Vapor h_g	Sat. Liquid s_f	Evap. s_{fg}	Sat. Vapor s_g
-70	20.5	-30.61	249.43	218.82	-0.1401	1.2277	1.0876
-65	28.0	-25.66	246.93	221.27	-0.1161	1.1862	1.0701
-60	37.5	-20.65	244.35	223.70	-0.0924	1.1463	1.0540
-55	49.5	-15.59	241.70	226.12	-0.0689	1.1079	1.0390
-50	64.4	-10.46	238.96	228.51	-0.0457	1.0708	1.0251
-45	82.7	-5.26	236.13	230.87	-0.0227	1.0349	1.0122
-40.8	101.3	-0.80	233.65	232.85	-0.0034	1.0053	1.0019
-40	104.9	0	233.20	233.20	0	1.0002	1.0002
-35	131.7	5.33	230.16	235.48	0.0225	0.9664	0.9889
-30	163.5	10.73	227.00	237.73	0.0449	0.9335	0.9784
-25	201.0	16.19	223.73	239.92	0.0670	0.9015	0.9685
-20	244.8	21.73	220.33	242.06	0.0890	0.8703	0.9593
-15	295.7	27.33	216.80	244.13	0.1107	0.8398	0.9505
-10	354.3	33.01	213.13	246.14	0.1324	0.8099	0.9422
-5	421.3	38.76	209.32	248.09	0.1538	0.7806	0.9344
0	497.6	44.59	205.36	249.95	0.1751	0.7518	0.9269
5	583.8	50.49	201.25	251.73	0.1963	0.7235	0.9197
10	680.7	56.46	196.96	253.42	0.2173	0.6956	0.9129
15	789.1	62.52	192.49	255.02	0.2382	0.6680	0.9062
20	909.9	68.67	187.84	256.51	0.2590	0.6407	0.8997
25	1043.9	74.91	182.97	257.88	0.2797	0.6137	0.8934
30	1191.9	81.25	177.87	259.12	0.3004	0.5867	0.8871
35	1354.8	87.70	172.52	260.22	0.3210	0.5598	0.8809
40	1533.5	94.27	166.88	261.15	0.3417	0.5329	0.8746
45	1729.0	100.98	160.91	261.90	0.3624	0.5058	0.8682
50	1942.3	107.85	154.58	262.43	0.3832	0.4783	0.8615
55	2174.4	114.91	147.80	262.71	0.4042	0.4504	0.8546
60	2426.6	122.18	140.50	262.68	0.4255	0.4217	0.8472
65	2699.9	129.73	132.55	262.28	0.4472	0.3920	0.8391
70	2995.9	137.63	123.77	261.40	0.4695	0.3607	0.8302
75	3316.1	145.99	113.90	259.89	0.4927	0.3272	0.8198
80	3662.3	155.01	102.47	257.49	0.5173	0.2902	0.8075
85	4036.8	165.09	88.60	253.69	0.5445	0.2474	0.7918
90	4442.5	177.20	70.04	247.24	0.5767	0.1929	0.7695
95	4883.5	196.36	34.93	231.28	0.6273	0.0949	0.7222
96.0	4969.0	212.54	0	212.54	0.6708	0	0.6708

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะไอดง(Superheat State)

TABLE B.4.2 SI *Superheated R-22*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	50 kPa (-54.80)			100 kPa (-41.03)			150 kPa (-32.02)		
Sat.	0.41077	226.21	1.0384	0.21525	232.72	1.0026	0.14727	236.83	0.9826
-40	0.44063	234.72	1.0762	0.21633	233.34	1.0052	—	—	—
-30	0.46064	240.60	1.1008	0.22675	239.36	1.0305	0.14872	238.08	0.9877
-20	0.48054	246.59	1.1250	0.23706	245.47	1.0551	0.15585	244.32	1.0129
-10	0.50036	252.68	1.1485	0.24728	251.67	1.0791	0.16288	250.63	1.0373
0	0.52010	258.87	1.1717	0.25742	257.96	1.1026	0.16982	257.02	1.0612
10	0.53977	265.18	1.1943	0.26749	264.35	1.1256	0.17670	263.50	1.0844
20	0.55939	271.59	1.2166	0.27750	270.83	1.1481	0.18352	270.06	1.1072
30	0.57897	278.12	1.2385	0.28747	277.42	1.1702	0.19028	276.71	1.1295
40	0.59851	284.74	1.2600	0.29739	284.10	1.1919	0.19701	283.45	1.1514
50	0.61801	291.48	1.2811	0.30729	290.89	1.2132	0.20370	290.29	1.1729
60	0.63749	298.32	1.3020	0.31715	297.77	1.2342	0.21036	297.22	1.1940
70	0.65694	305.26	1.3225	0.32699	304.76	1.2548	0.21700	304.25	1.2148
80	0.67636	312.31	1.3428	0.33680	311.84	1.2752	0.22361	311.37	1.2353
90	0.69577	319.47	1.3627	0.34660	319.03	1.2952	0.23020	318.58	1.2554
100	0.71516	326.72	1.3824	0.35637	326.31	1.3150	0.23678	325.90	1.2753
110	0.73454	334.07	1.4019	0.36614	333.69	1.3345	0.24333	333.30	1.2948
	200 kPa (-25.12)			250 kPa (-19.46)			300 kPa (-14.61)		
Sat.	0.11237	239.87	0.9688	0.09102	242.28	0.9583	0.07657	244.29	0.9499
-20	0.11520	243.14	0.9818	—	—	—	—	—	—
-10	0.12065	249.57	1.0068	0.09528	248.49	0.9823	0.07834	247.38	0.9617
0	0.12600	256.07	1.0310	0.09969	255.10	1.0069	0.08213	254.10	0.9868
10	0.13129	262.63	1.0546	0.10402	261.76	1.0309	0.08583	260.86	1.0111
20	0.13651	269.27	1.0776	0.10829	268.48	1.0542	0.08947	267.67	1.0347
30	0.14168	275.99	1.1002	0.11251	275.27	1.0770	0.09305	274.53	1.0577
40	0.14681	282.80	1.1222	0.11668	282.13	1.0993	0.09659	281.46	1.0802
50	0.15190	289.69	1.1439	0.12082	289.08	1.1211	0.10009	288.46	1.1022
60	0.15696	296.66	1.1652	0.12492	296.10	1.1425	0.10355	295.54	1.1238
70	0.16200	303.73	1.1861	0.12899	303.21	1.1635	0.10699	302.69	1.1449
80	0.16701	310.89	1.2066	0.13304	310.41	1.1842	0.11040	309.92	1.1657
90	0.17200	318.14	1.2269	0.13708	317.69	1.2045	0.11379	317.24	1.1861
100	0.17697	325.48	1.2468	0.14109	325.06	1.2246	0.11716	324.64	1.2062
110	0.18193	332.91	1.2665	0.14509	332.52	1.2443	0.12052	332.13	1.2260
120	0.18688	340.44	1.2858	0.14907	340.07	1.2637	0.12387	339.70	1.2455
130	0.19181	348.05	1.3050	0.15304	347.70	1.2829	0.12720	347.36	1.2648

ตารางภาคผนวกที่ 6 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะไอดง

(Superheat State)

TABLE B.4.2 SI (Continued) *Superheated R-22*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	400 kPa (-6.52)			500 kPa (0.15)			600 kPa (5.88)		
Sat.	0.05817	247.50	0.9367	0.04692	250.00	0.9267	0.03929	252.04	0.9185
0	0.06013	252.05	0.9536	—	—	—	—	—	—
10	0.06306	259.02	0.9787	0.04936	257.11	0.9522	0.04018	255.11	0.9295
20	0.06591	266.01	1.0029	0.05175	264.30	0.9772	0.04228	262.52	0.9552
30	0.06871	273.03	1.0265	0.05408	271.48	1.0013	0.04431	269.89	0.9799
40	0.07146	280.09	1.0494	0.05636	278.69	1.0247	0.04628	277.25	1.0038
50	0.07416	287.21	1.0717	0.05859	285.93	1.0474	0.04820	284.62	1.0270
60	0.07683	294.39	1.0936	0.06079	293.22	1.0696	0.05008	292.02	1.0495
70	0.07947	301.63	1.1150	0.06295	300.55	1.0913	0.05193	299.46	1.0715
80	0.08209	308.94	1.1361	0.06509	307.95	1.1126	0.05375	306.94	1.0930
90	0.08468	316.33	1.1567	0.06721	315.41	1.1334	0.05555	314.48	1.1140
100	0.08725	323.80	1.1770	0.06930	322.94	1.1539	0.05733	322.07	1.1347
110	0.08981	331.34	1.1969	0.07138	330.54	1.1740	0.05909	329.73	1.1549
120	0.09236	338.96	1.2165	0.07345	338.21	1.1937	0.06084	337.46	1.1748
130	0.09489	346.66	1.2359	0.07550	345.96	1.2132	0.06258	345.26	1.1944
140	0.09741	354.45	1.2550	0.07755	353.79	1.2324	0.06430	353.12	1.2137
150	0.09992	362.31	1.2738	0.07958	361.69	1.2513	0.06601	361.07	1.2327
	700 kPa (10.93)			800 kPa (15.47)			900 kPa (19.61)		
Sat.	0.03377	253.73	0.9116	0.02958	255.16	0.9056	0.02629	256.39	0.9002
20	0.03549	260.67	0.9357	0.03037	258.74	0.9179	0.02636	256.71	0.9013
30	0.03731	268.24	0.9611	0.03203	266.53	0.9440	0.02792	264.76	0.9283
40	0.03906	275.77	0.9855	0.03363	274.24	0.9690	0.02940	272.67	0.9540
50	0.04076	283.28	1.0091	0.03518	281.91	0.9931	0.03082	280.50	0.9786
60	0.04242	290.80	1.0320	0.03667	289.55	1.0164	0.03219	288.28	1.0023
70	0.04405	298.34	1.0543	0.03814	297.20	1.0391	0.03353	296.04	1.0253
80	0.04565	305.91	1.0761	0.03957	304.87	1.0611	0.03483	303.81	1.0476
90	0.04722	313.53	1.0973	0.04097	312.57	1.0826	0.03611	311.59	1.0693
100	0.04878	321.19	1.1181	0.04236	320.30	1.1036	0.03736	319.40	1.0905
110	0.05031	328.91	1.1386	0.04373	328.09	1.1242	0.03860	327.25	1.1113
120	0.05183	336.70	1.1586	0.04508	335.93	1.1444	0.03982	335.15	1.1316
130	0.05334	344.54	1.1783	0.04641	343.82	1.1642	0.04102	343.09	1.1516
140	0.05484	352.45	1.1977	0.04774	351.78	1.1837	0.04222	351.10	1.1712
150	0.05632	360.44	1.2168	0.04905	359.80	1.2029	0.04340	359.16	1.1905
160	0.05780	368.49	1.2356	0.05036	367.89	1.2218	0.04457	367.28	1.2094
170	0.05927	376.61	1.2541	0.05166	376.04	1.2404	0.04574	375.47	1.2281

ตารางภาคผนวกที่ 6 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะไอดง

(Superheat State)

TABLE B.4.2 SI (Continued) *Superheated R-22*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	1000 kPa (23.42)			1200 kPa (30.26)			1400 kPa (36.31)		
Sat.	0.02364	257.46	0.8954	0.01960	259.18	0.8868	0.01668	260.48	0.8792
30	0.02460	262.91	0.9136	—	—	—	—	—	—
40	0.02599	271.04	0.9400	0.02085	267.60	0.9141	0.01712	263.86	0.8901
50	0.02732	279.05	0.9651	0.02205	276.01	0.9405	0.01825	272.77	0.9181
60	0.02860	286.97	0.9893	0.02319	284.26	0.9657	0.01930	281.40	0.9444
70	0.02984	294.86	1.0126	0.02428	292.42	0.9898	0.02029	289.86	0.9694
80	0.03104	302.73	1.0352	0.02534	300.51	1.0131	0.02125	298.20	0.9934
90	0.03221	310.60	1.0572	0.02636	308.57	1.0356	0.02217	306.47	1.0165
100	0.03336	318.49	1.0786	0.02736	316.62	1.0574	0.02306	314.70	1.0388
110	0.03449	326.41	1.0996	0.02833	324.68	1.0788	0.02393	322.92	1.0606
120	0.03561	334.36	1.1200	0.02929	332.76	1.0996	0.02477	331.13	1.0817
130	0.03671	342.36	1.1401	0.03024	340.87	1.1199	0.02561	339.35	1.1024
140	0.03780	350.41	1.1599	0.03117	349.02	1.1399	0.02643	347.60	1.1226
150	0.03887	358.51	1.1792	0.03208	357.21	1.1595	0.02723	355.89	1.1424
160	0.03994	366.68	1.1983	0.03299	365.45	1.1787	0.02803	364.21	1.1618
170	0.04100	374.90	1.2171	0.03389	373.74	1.1977	0.02882	372.57	1.1809
180	0.04205	383.19	1.2356	0.03479	382.09	1.2163	0.02960	380.99	1.1997
	1600 kPa (41.75)			1800 kPa (46.71)			2000 kPa (51.28)		
Sat.	0.01446	261.43	0.8724	0.01271	262.10	0.8659	0.01129	262.53	0.8598
50	0.01535	269.26	0.8969	0.01305	265.42	0.8763	—	—	—
60	0.01635	278.36	0.9246	0.01403	275.10	0.9057	0.01213	271.56	0.8873
70	0.01728	287.17	0.9507	0.01492	284.33	0.9330	0.01301	281.31	0.9161
80	0.01817	295.80	0.9755	0.01576	293.28	0.9588	0.01381	290.64	0.9429
90	0.01901	304.30	0.9992	0.01655	302.05	0.9832	0.01456	299.70	0.9682
100	0.01983	312.73	1.0221	0.01730	310.68	1.0067	0.01528	308.57	0.9923
110	0.02061	321.10	1.0442	0.01803	319.24	1.0293	0.01596	317.32	1.0155
120	0.02138	329.46	1.0658	0.01874	327.75	1.0512	0.01662	325.99	1.0378
130	0.02213	337.81	1.0867	0.01943	336.22	1.0725	0.01726	334.61	1.0594
140	0.02287	346.16	1.1072	0.02010	344.70	1.0933	0.01788	343.20	1.0805
150	0.02359	354.54	1.1272	0.02076	353.17	1.1136	0.01849	351.78	1.1010
160	0.02430	362.95	1.1469	0.02141	361.67	1.1334	0.01909	360.37	1.1211
170	0.02501	371.39	1.1661	0.02204	370.19	1.1528	0.01967	368.97	1.1407
180	0.02570	379.87	1.1851	0.02267	378.74	1.1719	0.02025	377.60	1.1600
190	0.02639	388.40	1.2037	0.02330	387.33	1.1907	0.02082	386.25	1.1788
200	0.02707	396.97	1.2220	0.02391	395.96	1.2091	0.02138	394.94	1.1974

ตารางภาคผนวกที่ 6 (ต่อ) แสดงคุณสมบัติของสารทำความเย็น R-134a ที่สภาวะไอดง

(Superheat State)

TABLE B.4.2 SI (Continued) *Superheated R-22*

Temp. C	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K	v m³/kg	h kJ/kg	s kJ/kg K
	2500 kPa (61.38)			3000 kPa (70.07)			3500 kPa (77.70)		
Sat.	0.00868	262.61	0.8450	0.00688	261.38	0.8300	0.00552	258.72	0.8135
70	0.00946	272.68	0.8748	—	—	—	—	—	—
80	0.01024	283.33	0.9054	0.00775	274.53	0.8678	0.00576	262.74	0.8249
90	0.01095	293.34	0.9333	0.00847	286.04	0.9000	0.00660	277.27	0.8655
100	0.01160	302.94	0.9594	0.00910	296.66	0.9288	0.00726	289.50	0.8987
110	0.01221	312.26	0.9841	0.00967	306.74	0.9555	0.00783	300.64	0.9282
120	0.01279	321.40	1.0076	0.01021	316.47	0.9805	0.00835	311.13	0.9552
130	0.01334	330.41	1.0302	0.01072	325.96	1.0044	0.00883	321.20	0.9805
140	0.01388	339.34	1.0521	0.01120	335.27	1.0272	0.00928	330.98	1.0045
150	0.01440	348.21	1.0733	0.01166	344.47	1.0492	0.00970	340.55	1.0274
160	0.01491	357.04	1.0939	0.01211	353.58	1.0705	0.01011	349.99	1.0494
170	0.01540	365.86	1.1141	0.01255	362.65	1.0912	0.01051	359.32	1.0707
180	0.01589	374.68	1.1338	0.01298	371.68	1.1113	0.01089	368.59	1.0914
190	0.01636	383.51	1.1530	0.01339	380.70	1.1310	0.01127	377.81	1.1115
200	0.01683	392.35	1.1719	0.01380	389.71	1.1502	0.01163	387.00	1.1311
210	0.01730	401.23	1.1905	0.01420	398.73	1.1691	0.01199	396.19	1.1503
220	0.01776	410.13	1.2087	0.01460	407.77	1.1876	0.01234	405.37	1.1692
	4000 kPa (84.53)			5000 kPa			6000 kPa		
Sat.	0.00443	254.13	0.7935	—	—	—	—	—	—
110	0.00641	293.75	0.9009	0.00425	275.92	0.8406	0.00243	243.28	0.7467
120	0.00692	305.27	0.9306	0.00485	291.36	0.8804	0.00333	272.39	0.8218
130	0.00739	316.08	0.9578	0.00533	304.47	0.9134	0.00390	290.25	0.8668
140	0.00782	326.42	0.9831	0.00576	316.38	0.9426	0.00435	304.76	0.9023
150	0.00823	336.45	1.0071	0.00614	327.56	0.9693	0.00473	317.63	0.9331
160	0.00861	346.25	1.0300	0.00649	338.27	0.9943	0.00507	329.55	0.9609
170	0.00898	355.89	1.0520	0.00683	348.63	1.0180	0.00539	340.85	0.9867
180	0.00933	365.41	1.0732	0.00714	358.76	1.0406	0.00568	351.72	1.0110
190	0.00968	374.85	1.0939	0.00744	368.71	1.0623	0.00596	362.27	1.0340
200	0.01001	384.24	1.1139	0.00774	378.54	1.0833	0.00622	372.60	1.0561
210	0.01033	393.59	1.1335	0.00802	388.27	1.1036	0.00648	382.76	1.0773
220	0.01065	402.93	1.1526	0.00829	397.93	1.1234	0.00672	392.80	1.0979
230	0.01097	412.25	1.1713	0.00856	407.55	1.1427	0.00696	402.75	1.1179
240	0.01127	421.58	1.1897	0.00882	417.14	1.1616	0.00719	412.62	1.1373
250	0.01158	430.91	1.2077	0.00908	426.71	1.1801	0.00742	422.45	1.1563
260	0.01188	440.27	1.2254	0.00933	436.28	1.1982	0.00764	432.25	1.1748

ภาคผนวก ค

โปรแกรมคอมพิวเตอร์

```
Attribute VB_Name = "Module1"
Function YNow(XMin, XNow, XMax, YMin, YMax As Variant) As Variant
Dim Y As Variant
Y = YMin + (((XNow - XMin) * (YMax - YMin) / (XMax - XMin)))
YNow = Y
End Function
Function CToF(C As Variant) As Variant
Dim F As Variant
' {(C*(9/5))+32} = F
F = (C * (9 / 5)) + 32
CToF = F
End Function
Function FtoC(F As Variant) As Variant
Dim C As Variant
 '{(F-32)*(5/9)} = C
 C = ((F - 32) * (5 / 9))
 FtoC = C
End Function
Function PsiToMpa(Psi As Variant) As Variant
Dim Mpa As Variant
'{psi*0.006894757} =Mpa
Mpa = (Psi * 0.006894757)
PsiToMpa = Mpa
End Function

Function MpaToPsi(Mpa As Variant) As Variant
Dim Psi As Variant
'{Mpa*145.0377} = Psi
Psi = (Mpa * 145.0377)
MpaToPsi = Psi
End Function
Function Ft3LbmToM3kg(Ft3Lbm As Variant) As Variant
Dim M3kg As Variant
'{(vf,vg)*0.06242796} = m^3/kg
M3kg = (Ft3Lbm * 0.06242796)
Ft3LbmToM3kg = M3kg
End Function

Function M3kgToFt3Lbm(M3kg As Variant) As Variant
Dim Ft3Lbm As Variant
'{(vf,vg)*16.018462} = ft^3/lbm
Ft3Lbm = (M3kg * 16.018462)
M3kgToFt3Lbm = Ft3Lbm
End Function

Function BtuLbmToKjkg(BtuLmb As Variant) As Variant
Dim Kjkg As Variant
'{(uf,ug,hf,hg)*2.326000171} = kj/kg
Kjkg = (BtuLmb * 2.326000171)
BtuLbmToKjkg = Kjkg
End Function

Function KjkgToBtuLbm(Kjkg As Variant) As Variant
Dim BtuLbm As Variant
'{(uf,ug,hf,hg)*0.42992248} = Btu/lbm
BtuLbm = (Kjkg * 0.42992248)
KjkgToBtuLbm = BtuLbm
```

```
End Function

Function BtuLbmRToKjkgK(BtuLmbR As Variant) As Variant
Dim KjkgK As Variant
'{(sf,sg)*4.1868} = kj/kg.K
KjkgK = (BtuLmbR * 4.1868)
BtuLbmRToKjkgK = KjkgK
End Function
Function KjkgKToBtuLbmR(KjkgK As Variant) As Variant
Dim BtuLbmR As Variant
'{(sf,sg)*0.2388459} = Btu/lbm.R
BtuLbmR = (KjkgK * 0.2388459)
KjkgKToBtuLbmR = BtuLbmR
End Function
Function ChanFormat(Value As Variant) As String
Dim ValueFor As String
ValueFor = Format(Value, "#,##0.######")
ChanFormat = ValueFor
End Function
Attribute VB_Name ="FrmInto"
Attribute VB_GlobalNameSpace =False
Attribute VB_Creatable =False
Attribute VB_PredeclaredId =True
Attribute VB_Exposed =False
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
FrmMainMenu.Show
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim FileNum As Integer
Dim DataFile, FilePath As String
TextDisplay.Text =""
FileNum =FreeFile
FilePath =App.Path +"\Readme.txt"
Open FilePath For Input As #FileNum
Do While Not EOF(FileNum)
    Line Input #FileNum, DataFile
    TextDisplay.Text =TextDisplay.Text & DataFile & Chr(13)& Chr(10)
Loop
Close #FileNum
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Me
Unload FrmMainMenu
Unload FrmMenuSub
Unload FrmSelect1
Unload FrmTran
End Sub

Attribute VB_Name ="FrmLogo"
```

```
Attribute VB_GlobalNameSpace =False
Attribute VB_Creatable =False
Attribute VB_PredeclaredId =True
Attribute VB_Exposed =False

Private Sub Form_Load()
Image1.Picture =LoadPicture(App.Path +"\logo.bmp")
Timer1.Enabled =True
End Sub

Private Sub Image1_Click()
Timer1.Enabled =False
Unload Me
FrmMainMenu.Show
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
If Timer1.Interval >=30 Then
    Timer1.Enabled =False
    Unload Me
    FrmMainMenu.Show
End If
End Sub
Attribute VB_Name ="FrmMainMenu"
Attribute VB_GlobalNameSpace =False
Attribute VB_Creatable =False
Attribute VB_PredeclaredId =True
Attribute VB_Exposed =False
Private Sub Command1_Click()
If Option1.Value =True Then
    Unload Me
    FrmInto.Show
End If
If Option2.Value =True Then
    Unload Me
    FrmTran.Show
End If
If Option3.Value =True Then
    Unload Me
    FrmMenuSub.Show
End If
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Unload Me
Unload FrmInto
Unload FrmMenuSub
Unload FrmSelect1
```

```
Unload FrmTran
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Me
Unload FrmInto
Unload FrmMenuSub
Unload FrmSelect1
Unload FrmTran
End Sub
Attribute VB_Name = "FrmMenuSub"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
FrmMainMenu.Show
End Sub

Private Sub Command2_Click()
If Option1.Value = True And Option4.Value = True Then
    Unload Me
    FrmSelect1.Show
    FrmSelect1.Text9.Text = "R-12"
End If
If Option2.Value = True And Option4.Value = True Then
    Unload Me
    FrmSelect1.Show
    FrmSelect1.Text9.Text = "R-22"
End If
If Option3.Value = True And Option4.Value = True Then
    Unload Me
    FrmSelect1.Show
    FrmSelect1.Text9.Text = "R-134a"
End If
If Option1.Value = True And Option5.Value = True Then
    Unload Me
    FrmSelect2.Show
    FrmSelect2.Text6.Text = "R-12"
End If
If Option2.Value = True And Option5.Value = True Then
    Unload Me
    FrmSelect2.Show
    FrmSelect2.Text6.Text = "R-22"
End If
If Option3.Value = True And Option5.Value = True Then
    Unload Me
```

```
    FrmSelect2.Show
    FrmSelect2.Text6.Text = "R-134a"
End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
Option1.Value = True
Option4.Value = True
End Sub


Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Me
Unload FrmInto
Unload FrmMainMenu
Unload FrmSelect1
Unload FrmTran
End Sub

Attribute VB_Name = "FrmSelect1"
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Dim Unit As Boolean
Private Sub Combo1_Click()
If Combo1 = "S.I" Then
    If Text3 <> "" And Unit <> True Then
        Text1.Text = ChanFormat(FtoC(Text1))
        Text2.Text = ChanFormat(PsiToMpa(Text2))
        Text3.Text = ChanFormat(Ft3LbmToM3kg(Text3))
        Text4.Text = ChanFormat(Ft3LbmToM3kg(Text4))
        Text5.Text = ChanFormat(BtuLbmToKjkg(Text5))
        Text6.Text = ChanFormat(BtuLbmToKjkg(Text6))
        Text7.Text = ChanFormat(BtuLbmRToKjkgK(Text7))
        Text8.Text = ChanFormat(BtuLbmRToKjkgK(Text8))
        Text10.Text = ChanFormat(BtuLbmToKjkg(Text10))
        Text11.Text = ChanFormat(BtuLbmToKjkg(Text11))
    End If
    Label9 = "C"
    Label10 = "Mpa"
    Label11 = "m^3/kg"
    Label12 = "m^3/kg"
    Label13 = "kj/kg"
    Label14 = "kj/kg"
```

```
    Label15 = "kj/kg K"
    Label16 = "kj/kg K"
    Label18 = "kj/kg"
    Label19 = "kj/kg"
    Unit = True
Else
    If Text3 <> "" And Unit <> False Then
        Text1.Text = ChanFormat(CToF(Text1))
        Text2.Text = ChanFormat(MpaToPsi(Text2))
        Text3.Text = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Text3))
        Text4.Text = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Text4))

        Text5.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Text5))
        Text6.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Text6))
        Text7.Text = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Text7))
        Text8.Text = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Text8))
        Text10.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Text10))
        Text11.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Text11))
    End If
    Label9 = "F"
    Label10 = "psi "
    Label11 = "ft^3/lbm "
    Label12 = "ft^3/lbm "
    Label13 = "Btu/lbm"
    Label14 = "Btu/lbm"
    Label15 = "Btu/lbm.R"
    Label16 = "Btu/lbm.R"
    Label18 = "Btu/lbm"
    Label19 = "Btu/lbm"
    Unit = False
End If
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Unload Me
FrmMainMenu.Show
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Unload Me
FrmMenuSub.Show
End Sub

Private Sub Command3_Click()
If Text1.Text <> "" Then
```

```
    FindData "temp", Text1.Text
Else
    If Text2 <> "" Then
        FindData "P", Text2.Text
    End If
End If
End Sub

Private Sub Command4_Click()
Form_Load
Form_Activate
End Sub

Private Sub Form_Activate()
Dim TypeSel, SQLStr As String
TypeSel = Text9.Text

Me.Caption = "ตาร" & TypeSel
Data1.DatabaseName = App.Path + "\databass.mdb"
If TypeSel = "R-12" Then
    SQLStr = "Select * From R12 ORDER BY P,Temp ASC"
End If
If TypeSel = "R-22" Then
    SQLStr = "Select * From R22 ORDER BY P,Temp ASC"
End If
If TypeSel = "R-134a" Then
    SQLStr = "Select * From R134a ORDER BY P,Temp ASC"
End If
Data1.RecordSource = SQLStr
Data1.Refresh
End Sub
Private Sub Form_Load()
Dim SQLStr As String
Command4.Enabled = False
Text1.Text = ""
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
Text7.Text = ""
Text8.Text = ""
Text10.Text = ""
Text11.Text = ""
Unit = True
Combo1.Text = "S.I"
```

```
'Data1.DatabaseName = App.Path + "\databass.mdb"
'SQLStr = "Select * From R12"
'Data1.RecordSource = SQLStr
'Data1.Refresh
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Me
Unload FrmInto
Unload FrmMenuSub
Unload FrmMainMenu
Unload FrmTran
End Sub

Private Sub Text1_Change()
If Text1.Text <> "" Then
    Text2.Locked = True
    Command4.Enabled = True

Else
  Text2.Locked = False
    Command4.Enabled = False
End If
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    If Text1.Text = "" Then
        Text2.SetFocus
    Else
        Command3.SetFocus
    End If
End If
End Sub
Private Sub Text2_Change()
If Text2.Text <> "" Then
    Text1.Locked = True
    Command4.Enabled = True
Else
    Text1.Locked = False
    Command4.Enabled = False
End If
End Sub
Sub FindData(Field, Data As String)
Dim MinF, MaxF As Boolean
Dim TempMax, TempMin, PMax, PMin, vfMax, vfMin, vgMax, vgMin, hfMax,
hfMin, hgMax, hgMin As Variant
Dim sfMax, sfMin, sgMax, sgMin, ufMin, ufMax, ugMin, ugMax, TempData,
PData As Variant
```

```
Dim MsgError, ValueError, UnitError, ValueError2, UnitError2 As
String
MsgError =""
ValueError =""
ValueError2 =""
MinF =False
MaxF =False
TempMax =0
PMax =0
vfMax =0
vgMax =0
ufMin =0
ufMax =0
ugMin =0
ugMax =0
hfMax =0
hgMax =0
sfMax =0

sgMax =0
TempMin =0
PMin =0
vfMin =0
vgMin =0
hfMin =0
hgMin =0
sfMin =0
sgMin =0
If Data1.Recordset.BOF =False Then
    If Data1.Recordset.EOF =False Then
        Data1.Recordset.MoveFirst
    End If
    Else
        MsgBox "ไม่ได้บรรทึกข้อมูลลงในตาราง.", vbOKOnly, "ไม่พบข้อมูล"
        Exit Sub
End If
Do
If Combo1 ="S.I" Then
    TempData =Data1.Recordset!Temp
    PData =Data1.Recordset!P
Else
    TempData =CToF(Data1.Recordset!Temp)
    PData =MpaToPsi(Data1.Recordset!P)
End If
If UCase(Field)=UCase("temp") Then
```

```
    If Val(Data)> TempData Then
        TempMin =Data1.Recordset!Temp
        PMin =Data1.Recordset!P
        vfMin =Data1.Recordset!vf
        vgMin =Data1.Recordset!vg
        ufMin =Data1.Recordset!uf
        ugMin =Data1.Recordset!ug
        hfMin =Data1.Recordset!hf
        hgMin =Data1.Recordset!hg
        sfMin =Data1.Recordset!sf
        sgMin =Data1.Recordset!sg
        MinF =True
    End If
    If Val(Data)< TempData Then
        If MinF =False Then
     ValueError =TempData
            Data =10000000
            'GoTo ErrorMin
            MinF =True
        End If
        If ValueError =""Then

        TempMax =Data1.Recordset!Temp
        PMax =Data1.Recordset!P
        vfMax =Data1.Recordset!vf
        vgMax =Data1.Recordset!vg
        ufMax =Data1.Recordset!uf
        ugMax =Data1.Recordset!ug
        hfMax =Data1.Recordset!hf
        hgMax =Data1.Recordset!hg
        sfMax =Data1.Recordset!sf
        sgMax =Data1.Recordset!sg
        If Combo1="S.I"Then
            Text2.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
PMin, PMax))
            Text3.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
vfMin, vfMax))
            Text4.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
vgMin, vgMax))
            Text10.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
ufMin, ufMax))
            Text11.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
ugMin, ugMax))
```

```
            Text5.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
hfMin, hfMax))
            Text6.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
hgMin, hgMax))
            Text7.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
sfMin, sfMax))
            Text8.Text =ChanFormat(YNow(TempMin, Val(Data), TempMax,
sgMin, sgMax))
            Exit Sub
        Else
            Text2.Text =ChanFormat(MpaToPsi(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, PMin, PMax)))
            Text3.Text =ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, vfMin, vfMax)))
            Text4.Text =ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, vgMin, vgMax)))
            Text10.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, ufMin, ufMax)))
            Text11.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, ugMin, ugMax)))
            Text5.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, hfMin, hfMax)))

            Text6.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TempMin, Val(Data),
TempMax, hgMin, hgMax)))
            Text7.Text =ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(TempMin,
Val(Data), TempMax, sfMin, sfMax)))
            Text8.Text =ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(TempMin,
Val(Data), TempMax, sgMin, sgMax)))
            Exit Sub
        End If
        End If
    End If
    If Val(Data)=TempData Then
        If Combo1="S.I" Then
            Text2.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!P)
            Text3.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!vf)
            Text4.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!vg)
            Text10.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!uf)
            Text11.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!ug)
            Text5.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!hf)
            Text6.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!hg)
            Text7.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!sf)
            Text8.Text =ChanFormat(Data1.Recordset!sg)
```

```
            Exit Sub
        Else
            Text2.Text = ChanFormat(MpaToPsi(Data1.Recordset!P))
            Text3.Text = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Data1.Recordset!vf))
            Text4.Text = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Data1.Recordset!vg))
            Text10.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!uf))
            Text11.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!ug))
            Text5.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!hf))
            Text6.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!hg))
            Text7.Text = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Data1.Recordset!sf))
            Text8.Text = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Data1.Recordset!sg))
          Exit Sub
        End If
    End If
End If
If UCase(Field) = UCase("P") Then
    If Format(Val(Data), "#,##0.####") > Format(PData, "#,##0.####") Then
        PMin = Data1.Recordset!P
        TempMin = Data1.Recordset!Temp
        vfMin = Data1.Recordset!vf
        vgMin = Data1.Recordset!vg
        ufMin = Data1.Recordset!uf
        ugMin = Data1.Recordset!ug
        hfMin = Data1.Recordset!hf
        hgMin = Data1.Recordset!hg

        sfMin = Data1.Recordset!sf
        sgMin = Data1.Recordset!sg
        MinF = True
    End If
    If Format(Val(Data), "#,##0.####") < Format(PData, "#,##0.####") Then
        If MinF = False Then
            ValueError = PData
            PData = 100000
            'GoTo ErrorMin
             MinF = True
        End If
          If ValueError = "" Then
        PMax = Data1.Recordset!P
        TempMax = Data1.Recordset!Temp
        vfMax = Data1.Recordset!vf
        vgMax = Data1.Recordset!vg
        ufMax = Data1.Recordset!uf
        ugMax = Data1.Recordset!ug
        hfMax = Data1.Recordset!hf
```

```
        hgMax = Data1.Recordset!hg
        sfMax = Data1.Recordset!sf
        sgMax = Data1.Recordset!sg
        If Combo1 = "S.I" Then
            Text1.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, TempMin,
TempMax))
            Text3.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, vfMin,
vfMax))
            Text4.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, vgMin,
vgMax))
            Text10.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, ufMin,
ufMax))
            Text11.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, ugMin,
ugMax))
            Text5.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, hfMin,
hfMax))
            Text6.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, hgMin,
hgMax))
            Text7.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, sfMin,
sfMax))
            Text8.Text = ChanFormat(YNow(PMin, Val(Data), PMax, sgMin,
sgMax))
            Exit Sub
        Else

            Text1.Text = ChanFormat(CToF(YNow(PMin, Val(Data), PMax,
TempMin, TempMax)))
            Text3.Text = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, vfMin, vfMax)))
            Text4.Text = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, vgMin, vgMax)))
            Text10.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, ufMin, ufMax)))
            Text11.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, ugMin, ugMax)))
            Text5.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, hfMin, hfMax)))
    Text6.Text = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PMin, Val(Data), PMax,
hgMin, hgMax)))
            Text7.Text = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, sfMin, sfMax)))
            Text8.Text = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(PMin, Val(Data),
PMax, sgMin, sgMax)))
```

```
            Exit Sub
        End If
        End If
    End If
    If Format(Val(Data), "#,##0.####")=Format(PData, "#,##0.####")Then
        If Combo1="S.I"Then
            Text1.Text =Data1.Recordset!Temp
            Text3.Text =Data1.Recordset!vf
            Text4.Text =Data1.Recordset!vg
            Text10.Text =Data1.Recordset!uf
            Text11.Text =Data1.Recordset!ug
            Text5.Text =Data1.Recordset!hf
            Text6.Text =Data1.Recordset!hg
            Text7.Text =Data1.Recordset!sf
            Text8.Text =Data1.Recordset!sg
            Exit Sub
        Else
            Text1.Text =ChanFormat(CToF(Data1.Recordset!Temp))
            Text3.Text =ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Data1.Recordset!vf))
            Text4.Text =ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Data1.Recordset!vg))
            Text10.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!uf))
            Text11.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!ug))
            Text5.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!hf))
            Text6.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!hg))
            Text7.Text =ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Data1.Recordset!sf))
            Text8.Text =ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Data1.Recordset!sg))
        Exit Sub
        End If
    End If
End If

    Data1.Recordset.MoveNext
    Loop While Data1.Recordset.EOF =False
    If UCase(Field)="P"Then
        ValueError2=PData
    Else
        ValueError2=TempData
    End If
If UCase(Field)=UCase("p")And Combo1 <> "S.I"Then
    ValueError2=ChanFormat(ValueError2)
    UnitError2="psi"
End If
If UCase(Field)=UCase("p")And Combo1="S.I"Then
    ValueError2=ChanFormat(ValueError2)
    UnitError2="Mpa"
End If
```

```
If UCase(Field)=UCase("Temp")And Combo1 <> "S.I"Then
    ValueError2=ChanFormat(ValueError2)
    UnitError2="F"
End If
If UCase(Field)=UCase("Temp")And Combo1="S.I"Then
    ValueError2=ChanFormat(ValueError2)
    UnitError2="C"
End If
If UCase(Field)=UCase("p")And Combo1 <> "S.I"Then
    ValueError =ChanFormat(ValueError)
    UnitError ="psi"
End If
If UCase(Field)=UCase("p")And Combo1="S.I"Then
    ValueError =ChanFormat(ValueError)
    UnitError ="Mpa"
End If
If UCase(Field)=UCase("Temp")And Combo1 <> "S.I"Then
    ValueError =ChanFormat(ValueError)
    UnitError ="F"
End If
If UCase(Field)=UCase("Temp")And Combo1="S.I"Then
    ValueError =ChanFormat(ValueError)
    UnitError ="C"
End If
MsgError ="ค่าที่ป้อนเข้ามามากกว่าค่าที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูล" & Chr(13) & _
"กรุณาป้อนค่าใหม่ ค่าที่สามารถป้อนเข้ามาได้" & Chr(13) & "จะต้องอยู่ในช่วง" & ValueError & " " &
UnitError & _
"ถึง" & ValueError2 & " " & UnitError2
MsgBox MsgError, vbOKOnly + vbExclamation, "ไม่สามารถคำนวนได้"
Form_Load
Form_Activate
End Sub


Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii =13 Then
    If Text2.Text ="" Then
        Text1.SetFocus
    Else
        Command3.SetFocus
    End If
End If
End Sub
Attribute VB_Name ="FrmSelect2"
```

```
Attribute VB_GlobalNameSpace =False
Attribute VB_Creatable =False
Attribute VB_PredeclaredId =True
Attribute VB_Exposed =False
Dim Unit As Boolean
Dim TypeSel  As String
Private Sub Combo1_Click()
If Combo1="S.I"Then
   If Text5 <> ""And Unit <> True Then
        Text2.Text =ChanFormat(FtoC(Text2))
        Text1.Text =ChanFormat(PsiToMpa(Text1))
        Text3.Text =ChanFormat(Ft3LbmToM3kg(Text3))
        Text4.Text =ChanFormat(BtuLbmToKjkg(Text4))
        Text5.Text =ChanFormat(BtuLbmRToKjkgK(Text5))
        Text7.Text =ChanFormat(BtuLbmToKjkg(Text7))
    End If
    Label6="C"
    Label7="Mpa"
    Label8="m^3/kg"
    Label9="kj/kg"
    Label10="kj/kg K"
     Label13="kj/kg"
    Unit =True
    Else
     If Text5 <> ""And Unit <> False Then
        Text2.Text =ChanFormat(CToF(Text2))
        Text1.Text =ChanFormat(MpaToPsi(Text1))
        Text3.Text =ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(Text3))
        Text4.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Text4))
        Text5.Text =ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Text5))
        Text7.Text =ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Text7))
    End If
    Label6="F"
    Label7="psi"

    Label8="ft^3/lbm"
    Label9=" Btu/lbm "
    Label13=" Btu/lbm "
    Label10=" Btu/lbm R"
    Unit =False
End If
End Sub

Private Sub Command1_Click()
Unload Me
```

```
FrmMainMenu.Show
End Sub
Private Sub Command2_Click()
Unload Me
FrmMenuSub.Show
End Sub

Private Sub Command3_Click()
If Text1 <> ""And Text2 <> ""Then
FindByPT Val(Text1), Val(Text2)
Exit Sub
End If
If Text1 <> ""And Text3 <> ""Then
FindByPv Val(Text1), Val(Text3)
Exit Sub
End If
If Text2 <> ""And Text3 <> ""Then
FindByTv Val(Text2), Val(Text3)
End If
End Sub

Private Sub Command4_Click()
Form_Load
Form_Activate
End Sub
Private Sub Form_Activate()
Dim SQLStr As String
TypeSel =Text6.Text
Me.Caption ="ตาร"& TypeSel
Data1.DatabaseName =App.Path +"\databass.mdb"
If TypeSel ="R-12"Then
    SQLStr ="Select *From SR12  ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-22"Then
    SQLStr ="Select *From SR22 ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-134a"Then
    SQLStr ="Select *From SR134a ORDER BY P,T ASC"

End If
Data1.RecordSource =SQLStr
Data1.Refresh
Text1.SetFocus
End Sub
Private Sub Form_Load()
Dim TypeSel, SQLStr As String
Text1.Text =""
Text2.Text =""
```

```
Text3.Text =""
Text4.Text =""
Text5.Text =""
Text7.Text =""
Command3.Enabled =False
Combo1 ="S.I"
Unit =True
'Data1.DatabaseName =App.Path +"\databass.mdb"
'SQLStr ="Select *From SR12  ORDER BY P,T ASC"
'Data1.RecordSource =SQLStr
'Data1.Refresh
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Me
Unload FrmInto
Unload FrmMenuSub
Unload FrmMainMenu
Unload FrmTran
End Sub
Private Sub Text1_Change()
If Text1 <> ""And Text2 <> ""Then
    Text3.Locked =True
End If
If Text1 <> ""And Text3 <> ""Then
    Text2.Locked =True
End If
If Text1 =""And Text2 =""Then
    Text1.Locked =False
    Text2.Locked =False
    Text3.Locked =False
End If
If Text1 =""And Text3 =""Then
    Text1.Locked =False
    Text2.Locked =False
    Text3.Locked =False
End If
If Text1 <> ""And Text2 <> ""Then

Command3.Enabled =True
End If
If Text1 <> ""And Text3 <> ""Then
Command3.Enabled =True
End If
If Text2 <> ""And Text3 <> ""Then
Command3.Enabled =True
```

```
End If
If Text1 = "" And Text2 = "" Then
Command3.Enabled = False
End If
If Text1 = "" And Text3 = "" Then
Command3.Enabled = False
End If
If Text2 = "" And Text3 = "" Then
Command3.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub Text2_Change()
If Text1 <> "" And Text2 <> "" Then
    Text3.Locked = True
End If
If Text2 <> "" And Text3 <> "" Then
        Text1.Locked = True
End If
If Text1 = "" And Text2 = "" Then
    Text1.Locked = False
    Text2.Locked = False
    Text3.Locked = False
End If
If Text2 = "" And Text3 = "" Then
    Text1.Locked = False
    Text2.Locked = False
    Text3.Locked = False
End If
If Text1 <> "" And Text2 <> "" Then
Command3.Enabled = True
End If
If Text1 <> "" And Text3 <> "" Then
Command3.Enabled = True
End If
If Text2 <> "" And Text3 <> "" Then
Command3.Enabled = True
End If
If Text1 = "" And Text2 = "" Then
Command3.Enabled = False
End If
If Text1 = "" And Text3 = "" Then
Command3.Enabled = False

End If
If Text2 = "" And Text3 = "" Then
Command3.Enabled = False
```

```
End If
End Sub

Private Sub Text3_Change()
If Text3 <> ""And Text2 <> ""Then
    Text1.Locked =True
End If
If Text1 <> ""And Text3 <> ""Then
    Text2.Locked =True
End If
If Text3 =""And Text2 =""Then
    Text1.Locked =False
    Text2.Locked =False
    Text3.Locked =False
End If
If Text1 =""And Text3 =""Then
    Text1.Locked =False
    Text2.Locked =False
    Text3.Locked =False
End If
If Text1 <> ""And Text2 <> ""Then
    Command3.Enabled =True
End If
If Text1 <> ""And Text3 <> ""Then
    Command3.Enabled =True
End If
If Text2 <> ""And Text3 <> ""Then
    Command3.Enabled =True
End If
If Text1 =""And Text2 =""Then
    Command3.Enabled =False
End If
If Text1 =""And Text3 =""Then
    Command3.Enabled =False
End If
If Text2 =""And Text3 =""Then
    Command3.Enabled =False
End If
End Sub
Sub FindByPT(P, T As Variant)
Dim PTPMin, PTPMax, PTvMin, PTvMax, PTuMax, PTuMin, PThMin, PThMax,
PTsMin, PTsMax, TMin, TMax, PMin, PMax, uMax, uMin, vMin, vMax, hMin,
hMax, sMin, sMax, TData, PData As Variant
Dim PTMinChack, PTMaxChack, PChack, TChack As Boolean
Dim ErrorPmsg, ErrorTmsg, PUnit, SQLStr, TUnit As String

If TypeSel ="R-12"Then
    SQLStr ="Select *From SR12  ORDER BY P,T ASC"
```

```
End If
If TypeSel ="R-22" Then
    SQLStr ="Select *From SR22 ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-134a" Then
    SQLStr ="Select *From SR134a ORDER BY P,T ASC"
End If
Data1.RecordSource =SQLStr
Data1.Refresh
ErrorPmsg =""
ErrorTmsg =""
PTPMin =0
PTPMax =0
TMin =0
PMin =0
vMin =0
hMin =0
sMin =0
TMax =0
PMax =0
vMax =0
hMax =0
sMax =0
PTMinChack =False
PTMaxChack =False
PTChack =False
PChack =False
TChack =False
If Data1.Recordset.BOF =False Then
    If Data1.Recordset.EOF =False Then
        Data1.Recordset.MoveFirst
    Else
        MsgBox "ไม่พบข้อมูล", vbOKOnly, "ไม่ได้บรรทึกข้อมูลลงในตาราง."
       Exit Sub
    End If
End If
If Combo1="S.I" Then
    T =Val(T)
    P =Val(P)
    TUnit ="C"
    PUnit ="MPa"
Else
    T =Val(FtoC(T))
    P =Val(Format(PsiToMpa(P), "0.####"))
```

```
    TUnit ="F"

    PUnit ="psi"
End If
Do
 PData =Val(Data1.Recordset!P)
TData =Val(Data1.Recordset!T)
' ค่า P เท่ากับค่าในตาราง
If P =PData Then
    ' ค่า T เท่ากับค่าในตาราง ให้เอามาแสดง
    If T =TData Then
        Text7=Data1.Recordset!u
        Text3=Data1.Recordset!V
        Text4=Data1.Recordset!h
        Text5=Data1.Recordset!s
        Exit Sub
    End If
    ' ค่า T มากกว่าค่าในตาราง ให้เอาค่าในตารางมา เก็บไว้ที่ ตำแหน่งค่าน้อย
    If T > TData Then
        TMin =Data1.Recordset!T
        uMin =Data1.Recordset!u
        vMin =Data1.Recordset!V
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
        TChack =True
    End I
    ' ค่า T มากกว่าค่าในตาราง ให้เอาค่าในตารางมา เก็บไว้ที่ ตำแหน่งค่าสูง
    If T < TData Then
        ' ถ้าไม่มีค่าในตำแหน่ง ค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ป้อนเข้ามาน้อยกว่าค่าในตาราง
        If TChack =True Then
            TMax =Data1.Recordset!T
            uMax =Data1.Recordset!u
            vMax =Data1.Recordset!V
            hMax =Data1.Recordset!h
            sMax =Data1.Recordset!s
           ' เลือกคำนวน และแสดง ในหน่วยที่กำหนดไว้
            If Combo1="S.I" Then
                Text3=ChanFormat(YNow(TMin, T, TMax, vMin, vMax))
                Text7=ChanFormat(YNow(TMin, T, TMax, uMin, uMax))
             Text4=ChanFormat(YNow(TMin, T, TMax, hMin, hMax))
                Text5=ChanFormat(YNow(TMin, T, TMax, sMin, sMax))
            Else
                Text3=ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(TMin, T, TMax, vMin,
vMax)))
```

```
                Text7=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TMin, T, TMax,
uMin, uMax)))
                Text4=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TMin, T, TMax,
hMin, hMax)))
                Text5=ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(TMin, T, TMax,
sMin, sMax)))
            End If
        Exit Sub
        Else
       If Combo1="S.I" Then
            T =T
            P =P
            TUnit ="C"
            PUnit ="MPa"
        Else
            T =CToF(T)
            P =MpaToPsi(P)
            TUnit ="F"
            PUnit ="psi"
        End If
MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง"+_
ErrorTmsg, vbExclamation +vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
        Command4_Click
        Exit Sub
        End If
    End If
End If
'ค่าที่ป้อนเข้ามามากกว่าค่าในตาราง
If P > PData Then
    If T =TData Then
        PTPMin =PData
        PTuMin =Data1.Recordset!u
        PTvMin =Data1.Recordset!V
        PThMin =Data1.Recordset!h
        PTsMin =Data1.Recordset!s
    End If
    If T > TData Then
        TMin =Data1.Recordset!T
        uMin =Data1.Recordset!u
        vMin =Data1.Recordset!V
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
        TChack =True
    End If
    If T < TData Then
        ' ถ้าไม่มีค่าในตำแหน่ง ค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ป้อนเข้ามาน้อยกว่าค่าในตาราง
```

```
        If TChack =True Then
            TMax =Data1.Recordset!T
            uMax =Data1.Recordset!u
            vMax =Data1.Recordset!V
            hMax =Data1.Recordset!h

            sMax =Data1.Recordset!s
            PTPMin =PData
            PTvMin =YNow(TMin, T, TMax, vMin, vMax)
            PTuMin =YNow(TMin, T, TMax, uMin, uMax)
            PThMin =YNow(TMin, T, TMax, hMin, hMax)
      PTsMin =YNow(TMin, T, TMax, sMin, sMax)
            PTMinChack =True
            TChack =False
            End If
    End If
End If
If P < PData Then
    If T =TData Then
        PTPMax =PData
        PTuMax =Data1.Recordset!u
        PTvMax =Data1.Recordset!V
        PThMax =Data1.Recordset!h
        PTsMax =Data1.Recordset!s
    End If
    If T > TData Then
        TMin =Data1.Recordset!T
        uMin =Data1.Recordset!u
        vMin =Data1.Recordset!V
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
        TChack =True
    End If
    If T < TData Then
        ' ถ้าไม่มีค่าในตำแหน่ง ค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ป้อนเข้ามาน้อยกว่าค่าในตาราง
        If TChack =True Then
            TMax =Data1.Recordset!T
            vMax =Data1.Recordset!V
            uMax =Data1.Recordset!u
            hMax =Data1.Recordset!h
            sMax =Data1.Recordset!s
            PTPMax =PData
            PTvMax =YNow(TMin, T, TMax, vMin, vMax)
            PTuMax =YNow(TMin, T, TMax, uMin, uMax)
            PThMax =YNow(TMin, T, TMax, hMin, hMax)
```

```
            PTsMax = YNow(TMin, T, TMax, sMin, sMax)
            PTMaxChack = True
        End If
    End If
End If
If PTMinChack = True And PTMaxChack = True Then
    If Combo1 = "S.I" Then
        Text3 = ChanFormat(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PTvMin, PTvMax))
        Text7 = ChanFormat(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PTuMin, PTuMax))
        Text4 = ChanFormat(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PThMin, PThMax))
        Text5 = ChanFormat(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PTsMin, PTsMax))
    Else
        Text3 = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PTvMin,
PTvMax)))
        Text7 = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PTuMin,
PTuMax)))
        Text4 = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PTPMin, P, PTPMax, PThMin,
PThMax)))
        Text5 = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(PTPMin, P, PTPMax,
PTsMin, PTsMax)))
    End If
    Exit Sub
End If
If PTMinChack = False And PTMaxChack = True Then
    MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง" + _
    ErrorTmsg, vbExclamation + vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
    Command4_Click
    Exit Sub
End If
Data1.Recordset.MoveNext
If Data1.Recordset.EOF <> True Then
    If PData <> Data1.Recordset!P Then
        TChack = False
    End If
End If
Loop While Data1.Recordset.EOF = False
MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง" + _
ErrorTmsg, vbExclamation + vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
Command4_Click
End Sub
Sub FindByPv(P, V As Variant)
Dim PVPMin, PVPMax, PVTMax, PVTMin, PVvMin, PVvMax, PVuMax, PVuMin,
PVhMin, PVhMax, PVsMin, PVsMax, TMin, TMax, PMin, PMax, vMin, vMax,
uMax, uMin, hMin, hMax, sMin, sMax, TData, PData As Variant
Dim PVMinChack, PVMaxChack, PChack, TChack, VChack  As Boolean
Dim ErrorPmsg, ErrorVmsg, PUnit, VUnit, SQLStr As String
If TypeSel = "R-12" Then
```

```
    SQLStr ="Select *From SR12  ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-22" Then
    SQLStr ="Select *From SR22 ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-134a" Then
    SQLStr ="Select *From SR134a ORDER BY P,T ASC"
End If
Data1.RecordSource =SQLStr

Data1.Refresh
ErrorPmsg =""
ErrorVmsg =""
PVPMin =0
PVPMax =0
TMin =0
uMax =0
uMin =0
PMin =0
vMin =0
hMin =0
sMin =0
TMax =0
PMax =0
vMax =0
hMax =0
sMax =0
PVMinChack =False
PVMaxChack =False
PvChack =False
PChack =False
VChack =False
TChack =False
If Data1.Recordset.BOF =False Then
    If Data1.Recordset.EOF =False Then
        Data1.Recordset.MoveFirst
    Else
        MsgBox "ไม่พบข้อมูล", vbOKOnly, "ไม่ได้บรรทึกข้อมูลลงในตาราง."
        Exit Sub
    End If
End If
If Combo1 ="S.I" Then
    V =Val(V)
    P =Val(P)
```

```
    VUnit ="M^3/kg"
    PUnit ="MPa"
Else
    V =Val(Ft3LbmToM3kg(V))
    P =Val(PsiToMpa(P))
    TUnit ="Ft3Lbm"
    PUnit ="psi"
End If
Do
 PData =Val(Data1.Recordset!P)
VData =Val(Data1.Recordset!V)

' ค่า P เท่ากับค่าในตาราง
If P =PData Then
    ' ค่า T เท่ากับค่าในตาราง ให้เอามาแสดง
    If V =VData Then
        Text2=Data1.Recordset!T
        Text7=Data1.Recordset!u
        Text4=Data1.Recordset!h
        Text5=Data1.Recordset!s
        Exit Sub
    End If
    ' ค่า T มากกว่าค่าในตาราง ให้เอาค่าในตารางมา เก็บไว้ที่ ตำแหน่งค่าน้อย
    If V > VData Then
        TMin =Data1.Recordset!T
        vMin =Data1.Recordset!V
        uMin =Data1.Recordset!u
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
   VChack =True
    End If
    ' ค่า T มากกว่าค่าในตาราง ให้เอาค่าในตารางมา เก็บไว้ที่ ตำแหน่งค่าสูง
    If V < VData Then
        ' ถ้าไม่มีค่าในตำแหน่ง ค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ป้อนเข้ามาน้อยกว่าค่าในตาราง
        If VChack =True Then
            TMax =Data1.Recordset!T
            vMax =Data1.Recordset!V
            uMax =Data1.Recordset!u
            hMax =Data1.Recordset!h
            sMax =Data1.Recordset!s
            ' เลือกคำนวน และแสดง ในหน่วยที่กำหนดไว้
            If Combo1="S.I" Then
                Text2=ChanFormat(YNow(vMin, V, vMax, TMin, TMax))
                Text7=ChanFormat(YNow(vMin, V, vMax, uMin, uMax))
                Text4=ChanFormat(YNow(vMin, V, vMax, hMin, hMax))
```

```
                Text5=ChanFormat(YNow(vMin, V, vMax, sMin, sMax))
            Else
                Text2=ChanFormat(CToF(YNow(vMin, V, vMax, TMin, TMax))
                Text7=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(vMin, V, vMax,
uMin, uMax)))
                Text4=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(vMin, V, vMax,
hMin, hMax)))
                Text5=ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(vMin, V, vMax,
sMin, sMax)))
            End If
            Exit Sub
        Else
        If Combo1="S.I" Then
            V =V
            P =P
            VUnit ="m^3/kg"
            PUnit ="MPa"
        Else
            V =M3kgToFt3Lbm(V)
            P =MpaToPsi(P)
            VUnit ="Ft3Lbm"
            PUnit ="psi"
        End If
MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง"+_
ErrorTmsg, vbExclamation +vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
        Command4_Click
        Exit Sub
        End If
    End If
End If
'ค่าที่ป้อมเข้ามามากกว่าค่าในตาราง
If P > PData Then
    If V =VData Then
        PVPMin =PData
        PVTMin =Data1.Recordset!T
        PVuMin =Data1.Recordset!u
        PVhMin =Data1.Recordset!h
        PVsMin =Data1.Recordset!s
    End If
    If V > VData Then
        TMin =Data1.Recordset!T
        uMin =Data1.Recordset!u
        vMin =Data1.Recordset!V
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
        VChack =True
```

```
    End If
    If V < VData Then
        ' ถ้าไม่มีค่าในตำแหน่ง ค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ป้อนเข้ามาน้อยกว่าค่าในตาราง
        If VChack =True Then
            TMax =Data1.Recordset!T
            vMax =Data1.Recordset!V
            uMax =Data1.Recordset!u
            hMax =Data1.Recordset!h
            sMax =Data1.Recordset!s
            PVPMin =PData
        PVTMin =YNow(vMin, V, vMax, TMin, TMax)
            PVuMin =YNow(vMin, V, vMax, uMin, uMax)
            PVhMin =YNow(vMin, V, vMax, hMin, hMax)
            PVsMin =YNow(vMin, V, vMax, sMin, sMax)
            PVMinChack =True

            VChack =False
        End If
    End If
End If
'มากกว่า
If P < PData Then
    If V =VData Then
        PVPMax =PData
        PVTMax =Data1.Recordset!T
        PVuMax =Data1.Recordset!u
        PVhMax =Data1.Recordset!h
        PVsMax =Data1.Recordset!s
    End If
    If V > VData Then
        TMin =Data1.Recordset!T
        vMin =Data1.Recordset!V
        uMin =Data1.Recordset!u
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
        VChack =True
    End If
    If V < VData Then
        ' ถ้าไม่มีค่าในตำแหน่ง ค่าน้อย แสดงว่าค่าที่ป้อนเข้ามาน้อยกว่าค่าในตาราง
        If VChack =True Then
            TMax =Data1.Recordset!T
            vMax =Data1.Recordset!V
            uMax =Data1.Recordset!u
            hMax =Data1.Recordset!h
            sMax =Data1.Recordset!s
```

```
            PVPMax = PData
            PVTMax = YNow(vMin, V, vMax, TMin, TMax)
            PVuMax = YNow(vMin, V, vMax, uMin, uMax)
            PVhMax = YNow(vMin, V, vMax, hMin, hMax)
            PVsMax = YNow(vMin, V, vMax, sMin, sMax)
            PVMaxChack = True
        End If
    End If
End If
If PVMinChack = True And PVMaxChack = True Then
    If Combo1 = "S.I" Then
        Text2 = ChanFormat(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVTMin, PVTMax))
        Text7 = ChanFormat(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVuMin, PVuMax))
        Text4 = ChanFormat(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVhMin, PVhMax))
        Text5 = ChanFormat(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVsMin, PVsMax))
    Else
        Text2 = ChanFormat(M3kgToFt3Lbm(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVTMin,
PVTMax)))

        Text7 = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVuMin,
PVuMax)))
        Text4 = ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(PVPMin, P, PVPMax, PVhMin,
PVhMax)))
        Text5 = ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(PVPMin, P, PVPMax,
PVsMin, PVsMax)))
    End If
    Exit Sub
End If
If PVMinChack = False And PVMaxChack = True Then
    MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง" + _
    ErrorTmsg, vbExclamation + vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
    Command4_Click
    Exit Sub
End If
Data1.Recordset.MoveNext
If Data1.Recordset.EOF <> True Then
    If PData <> Data1.Recordset!P Then
        VChack = False
    End If
End If
Loop While Data1.Recordset.EOF = False
MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง" + _
ErrorTmsg, vbExclamation + vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
Command4_Click
End Sub
Sub FindByTv(T, V As Variant)
```

```
Dim TVPMin, TVPMax, TVvMin, TVvMax, TVuMin, TVuMax, TVhMin, TVhMax,
TVsMin, TVsMax, TMin, TMax, PMin, PMax, vMin, vMax, uMin, uMax, hMin,
hMax, sMin, sMax, PData, TData, VData As Variant
Dim TVMinChack, PChack, TVMaxChack, VChack, TChack, TVChack As
Boolean
Dim ErrorTmsg, ErrorVmsg, TUnit, VUnit, SQLStr As String
Dim TVPNow, TVPOld, TVTNow, TVTOld, TVvold, TVVNow, TVhNow, TVhOld,
TVsNow, TVsOld, TVuNow, TVuOld As Variant
If TypeSel ="R-12" Then
    SQLStr ="Select * From SR12  ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-22" Then
    SQLStr ="Select * From SR22 ORDER BY P,T ASC"
End If
If TypeSel ="R-134a" Then
    SQLStr ="Select * From SR134a ORDER BY P,v ASC"
End If
Data1.RecordSource =SQLStr
Data1.Refresh
ErrorTmsg =""
ErrorVmsg =""

TVPNow =0
TVPOld =0
TVTNow =0
TVTOld =0
TVvold =0
TVVNow =100000000
TVhNow =0
TVhOld =0
TVsNow =0
TVsOld =0
TVuNow =0
TVuOld =0
TVPMin =0
TVPMax =0
TMin =0
PMin =0
vMin =0
uMin =0
uMax =0
hMin =0
sMin =0
TMax =0
PMax =0
```

```
vMax =0
hMax =0
sMax =0
TVMinChack =False
TVMaxChack =False
TVChack =False
PChack =False
VChack =False
TChack =False
If Data1.Recordset.BOF =False Then
    If Data1.Recordset.EOF =False Then
        Data1.Recordset.MoveFirst
    Else
        MsgBox "ไม่พบข้อมูล", vbOKOnly, "ไม่ได้บรรทึกข้อมูลลงในตาราง."
        Exit Sub
    End If
End If
If Combo1="S.I" Then
    V =Val(V)
    T =Val(T)
    VUnit ="M^3/kg"
    TUnit ="C"

Else
    V =Val(Ft3LbmToM3kg(V))
    T =Val(FtoC(T))
    VUnit ="Ft3Lbm"
    TUnit ="F"
End If
Do
 TData =Val(Data1.Recordset!T)
VData =Val(Data1.Recordset!V)
PData =Val(Data1.Recordset!P)
If PChack =False Then
' ค่า P เท่ากับค่าในตาราง
    If T =TData Then
        ' ค่า T เท่ากับค่าในตาราง ให้เอามาแสดง
        If V =VData Then
            If Combo1="S.I" Then
            Text1=Data1.Recordset!P
            Text7=Data1.Recordset!u
            Text4=Data1.Recordset!h
            Text5=Data1.Recordset!s
            Else
            Text1=Format(M3kgToFt3Lbm(Data1.Recordset!P), "0.00####")
```

```
            Text7=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!u))
            Text4=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(Data1.Recordset!h))
            Text5=ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(Data1.Recordset!s))
            End If
            Exit Sub
        Else
            TVPNow =Data1.Recordset!P
            TVVNow =Data1.Recordset!V
            TVuNow =Data1.Recordset!u
            TVhNow =Data1.Recordset!h
            TVsNow =Data1.Recordset!s
            PChack =True
        End If
    End If
If T > TData Then
        PMin =Data1.Recordset!P
        TMin =TData
        vMin =Data1.Recordset!V
        uMin =Data1.Recordset!u
        hMin =Data1.Recordset!h
        sMin =Data1.Recordset!s
End If
If T < TData Then
        TMax =TData
        PMax =Data1.Recordset!P
        vMax =Data1.Recordset!V

        uMax =Data1.Recordset!u
        hMax =Data1.Recordset!h
        sMax =Data1.Recordset!s
        TVVNow =YNow(TMin, T, TMax, vMin, vMax)
        TVPNow =Data1.Recordset!P
        TVuNow =YNow(TMin, T, TMax, uMin, uMax)
        TVhNow =YNow(TMin, T, TMax, hMin, hMax)
        TVsNow =YNow(TMin, T, TMax, sMin, sMax)
        PChack =True
End If
If TVVNow =V Then
    If Combo1="S.I" Then
    Text1=Format(TVPNow, "0.00####")
    Text7=ChanFormat(TVuNow)
    Text4=ChanFormat(TVhNow)
    Text5=ChanFormat(TVsNow)
    Else
    Text1=Format(M3kgToFt3Lbm(TVPNow), "0.00#####")
```

```
    Text7=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(TVuNow))
    Text4=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(TVhNow))
    Text5=ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(TVsNow))
    End If
    Exit Sub
End If
If TVVNow < V Then
    If Combo1="S.I" Then
    Text1=Format(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVPOld, TVPNow), "0.00####")
    Text7=ChanFormat(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVuOld, TVuNow))
    Text4=ChanFormat(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVhOld, TVhNow))
    Text5=ChanFormat(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVsOld, TVsNow))
    Else
    Text1=Format(M3kgToFt3Lbm(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVPOld, TVPNow)),
"0.00#####")
    Text7=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVuOld,
TVuNow)))
    Text4=ChanFormat(KjkgToBtuLbm(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVhOld,
TVhNow)))
    Text5=ChanFormat(KjkgKToBtuLbmR(YNow(TVvold, V, TVVNow, TVsOld,
TVsNow)))
    End If
    Exit Sub
Else
    TVPOld =TVPNow
    TVvold =TVVNow
    TVuOld =TVuNow
    TVsOld =TVsNow

    TVhOld =TVhNow
End If
End If
Data1.Recordset.MoveNext
If Data1.Recordset.EOF <> True Then
    If TVPNow <> Data1.Recordset!P Then
        PChack =False
    End If
End If
Loop While Data1.Recordset.EOF =False
MsgBox "ค่าที่ป้อนเข้ามาเกิดการผิดพลาดในการคำนวณ ค่าอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่า ค่าที่บันทึกไว้ในตาราง" + _
ErrorTmsg, vbExclamation +vbOKOnly, "เกิดการผิดพลาด"
Command4_Click
End Sub
Attribute VB_Name ="FrmTran"
Attribute VB_GlobalNameSpace =False
Attribute VB_Creatable =False
```

```
Attribute VB_PredeclaredId =True
Attribute VB_Exposed =False
Private Sub Command1_Click()
Unload Me
FrmMainMenu.Show
End Sub
Private Sub Form_Load()
Dim FileNum As Integer
Dim DataFile, FilePath As String
TextDisplay.Text =""
FileNum =FreeFile
FilePath =App.Path +"\Traning.txt"
Open FilePath For Input As #FileNum
Do While Not EOF(FileNum)
    Line Input #FileNum, DataFile
    TextDisplay.Text =TextDisplay.Text & DataFile & Chr(13) & Chr(10)
Loop
Close #FileNum
End Sub
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
Unload Me
Unload FrmInto
Unload FrmMenuSub
Unload FrmSelect1
Unload FrmMainMenu
End Sub
```

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ	นายสงวนศักดิ์ ศรีชาติ
ประวัติ	ที่อยู่ 82 หมู่ที่ 13 ตำบลบ้านนา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ สงขลา สาขาเครื่องกลเรือ

ชื่อ	นายอนุชา บุญเลิศ
ประวัติ	ที่อยู่ 70 หมู่ที่ 3 ตำบลควนกาหลง อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล
ประวัติการศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ สงขลา สาขาเครื่องกลเรือ