ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเครื่องปรับอากาศ แบบอินเวอร์เตอร์

Mathematical simulation of inverter split type air conditioner

นายเจษฎาภรณ์ คำจ้อน

นายพิชิต สังข์การ

นายสมบัติ สุขราช

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 14 ก.ค. 2553
เลขทะเบียน i 5070508 e.2
เลขเรียกหนังสือ ปร
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมเครื่องกล

หัวข้อโครงงาน : การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์
Mathematical Simulation of Inverter Split type Air Conditioner

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายเจษฎาภรณ์ คำจ้อน รหัส 49360303
นายพิชิต สังข์การ รหัส 49361324
นายสมบัติ สุขราช รหัส 49362147

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน : อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์

สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ นินนาท ราชประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ
(อาจารย์ สุรัตน์ ปัญญาแก้ว)

หัวข้อโครงงาน	การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์			
ดำเนินโครงงาน	: นายเจษฎาภรณ์	คำจ้อน	รหัส	49360303
	นายพิชิต	สังข์การ	รหัส	49361324
	นายสมบัติ	สุขราช	รหัส	49362147
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์นินนาท	ราชประดิษฐ์		
สาขาวิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล			
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร			
ปีการศึกษา	: 2552			

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ โดยจะมุ่งเน้นวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติต่างๆของเครื่องปรับอากาศที่มีผลต่อการปรับอากาศจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และนำไปเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทดลองจริง

สำหรับเป้าหมายหลักของโครงงานนี้จะวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนค่าความถี่ที่เครื่องคอมเพรสเซอร์เป็นหลัก ที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ(COP)และค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยตัวแปรที่จะทำการศึกษาหลักมีทั้งสิ้น 5 ตัว ดังนี้ ความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ อัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องระเหย อุณหภูมิของห้องปรับอากาศ, อุณหภูมิของอากาศภายนอกและค่าความชื้นของห้องปรับอากาศในส่วนของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นได้นำแบบจำลองของ อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ มาทำการวิเคราะห์ โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นใช้โปรแกรม MATLAB ในการออกแบบและคำนวณ

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่า COP และ SHR ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลองจริงแล้วมีความคาดเคลื่อน อยู่ 10% ซึ่งสำหรับความคาดเคลื่อนนี้เป็นที่ยอมรับได้สำหรับโครงงานนี้

Project Title : Mathematical Simulation of Inverter Split type Air Conditioner

Name : Mr. Jesdaporn Kamjon code 49360303

: Mr. Pichit Sangkarn code 49361324

: Mr. Sombat Sukhrach code 49362147

Project Advisor : Mr. Ninnart Ratchapradit

Department : Mechanical Engineering

Academic Year : 2009

Abstract

This project aim to study mathematical simulation of inverter to be used with split type air conditioner . The project emphasize to on an effect air conditioning property that influences air conditioning by means of mathematical simulation. Then result was compared experimental.

The project analyzes to electric frequency convert that has an effect on coefficient of performance for air conditioning and sensible heat ratio. The main variable were electric frequency, air flow rate, room temperature, ambient temperature and room relative humidity. The mathematical simulation was used Mr.Ninnart Ratchapradit. The mathematical simulation design from MATLAB program

For analyze fine that coefficient of preferment and sensible heat ratio from get mathematical simulation compare with experimentation result look that both result dislocation 10% and this dislocation have acceptable for this project

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณคณะบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาให้โครงงานประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

1.อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

2.อาจารย์อนันต์ชัย อยู่แก้ว

3.อาจารย์สุรัตน์ ปัญญาแก้ว

4.คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ

5.มหาวิทยาลัยนเรศวร

6.สมาชิกในกลุ่มและเพื่อนทุกๆคน

รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกๆท่านที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

เจษฎาภรณ์ คำจ้อน

พิชิต สังข์การ

สมบัติ สุขราช

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญกราฟ	ฌ
รายการสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	2
1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน	3
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน	3
1.8 งบประมาณที่ใช้	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบวัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น	4
2.1.1 วัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น	4
2.1.2 กระบวนการของวัฏจักรการทำความเย็น	5
2.1.3 สัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น (Coefficient of Performance; COP)	6
2.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	6
2.3 ทฤษฎีและสมการที่เกี่ยวข้อง	7
2.3.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)	7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser) และ เครื่องระเหย (Evaporator)	7
2.3.3 วาล์วลดความดัน (Expansion valve)	10
บทที่ 3 ขั้นตอนของการออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	11
3.1 การวิเคราะห์ทฤษฎีและสมการ	11
3.2 ขั้นตอนการคำนวณ	22
3.3 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	25
บทที่ 4 การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	27
4.1 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย	28
4.2 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า	37
4.3 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า	45
4.4 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง	53
ตารางเปรียบเทียบค่าตัวแปรต่างๆในแต่ละกรณี	61
สรุปผลการเปรียบเทียบ	62
บทที่ 5 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองจริง	65
5.1 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (COP)	65
5.2 การเปรียบเทียบค่า Sensible heat ratio (SHR)	66
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	67
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 กิจกรรมการดำเนินงาน	2
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าตัวแปรในแต่ละกรณี	61
ตารางที่ ก 1.1 ปรับอัตราการไหล 50 %จากอัตราการไหลสูงสุดและปรับความถี่ทางไฟฟ้า	69
ตารางที่ ก 1.2 ปรับอัตราการไหล 75%จากอัตราการไหลสูงสุดและปรับความถี่ทางไฟฟ้า	70
ตารางที่ ก 1.3 ปรับอัตราการไหล 100%จากอัตราการไหลสูงสุดและปรับความถี่ทางไฟฟ้า	71
ตารางที่ ก 2.1 ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 23 $^{\circ}C$ และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	72
ตารางที่ ก 2.2 ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 25 $^{\circ}C$ และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	73
ตารางที่ ก 2.3 ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 27 $^{\circ}C$ และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	74
ตารางที่ ก 3.1 ปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 30 $^{\circ}C$ และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	75
ตารางที่ ก 3.2 ปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 32 $^{\circ}C$ และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	76
ตารางที่ ก 3.3 ปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 34 $^{\circ}C$ และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	77
ตารางที่ ก 4.1 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเท่ากับ 50% และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	78
ตารางที่ ก 4.2 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเท่ากับ 55% และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	79
ตารางที่ ก 4.3 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเท่ากับ 60% และปรับความถี่ทางไฟฟ้า	80

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น 4
รูปที่ 2.2 P-h diagram ของวัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น 5
รูปที่ 3.1 แสดงการแบ่งอุปกรณ์การทำความเย็น 12
รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 25
รูปที่ 4.1 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ 28
รูปที่ 4.2 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการ ปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย 29
รูปที่ 4.3 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการ ปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า 37
รูปที่ 4.4 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการ ปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางข้า 45
รูปที่ 4.5 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการ ปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง 53
รูปที่ ข 1 แสดงการเรียก GUI 81
รูปที่ ข 2 แสดง GUI Quick start 81
รูปที่ ข 3 แสดง Untitled .fig 82
รูปที่ ข 4 แสดงการสร้าง Push Button 82
รูปที่ ข 5 แสดงการเปลี่ยนคุณสมบัติต่างของ Push Button 83
รูปที่ ข 6 แสดงการสร้าง Edit Text 84
รูปที่ ข 7 แสดงการสร้างหน้าต่าง Edit Text 84
รูปที่ ข 8 แสดงการสร้าง Static Text 85
รูปที่ ข 9 แสดงการสร้างหน้าต่าง Static Text 85
รูปที่ ข 10 แสดงการสร้าง Pop-up Menu 86

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ข 11 แสดงการสร้างหน้าต่าง Pop-up Menu	86
รูปที่ ข 12 แสดงการสร้าง List box	87
รูปที่ ข 13 แสดงการสร้างหน้าต่าง List box	87
รูปที่ ข 14 แสดงการวางส่วนต่างๆลองบนพื้นที่ของ GUI	88
รูปที่ ข 15 แสดงการเขียนคำสั่งของ Edit Text	89
รูปที่ ข 16 แสดงการเขียนคำสั่งของ Pop-up Menu	90
รูปที่ ข 17 แสดงการเปลี่ยนคำสั่งของ Pop-up Menu	90
รูปที่ ข 18 แสดงการเขียนคำสั่งในส่วนของการแสดงผล	91
รูปที่ ข 19 แสดงการเขียนคำสั่งของปุ่ม Reset	91
รูปที่ ข 20 แสดงการเปิด m-file	92
รูปที่ ข 21 แสดงการเลือก file	93
รูปที่ ข 22 แสดงหน้าต่างของ m-file	93
รูปที่ ข 23 แสดงการ RUN m-file	94
รูปที่ ข 24 แสดงหน้าต่าง GUI	94
รูปที่ ข 25 แสดงถึงส่วน Input	95
รูปที่ ข 26 แสดงในส่วนที่ตัวเลือกในการเปลี่ยนค่า	96
รูปที่ ข 27 แสดงในส่วน Output	96
รูปที่ ข 28 แสดงในส่วน Output อื่นๆ	97
รูปที่ ข 29 แสดงถึงส่วนของปุ่มคำสั่ง Simulation และ Reset	98

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 4.1.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) 30

กราฟที่ 4.1.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s) 31

กราฟที่ 4.1.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l) 32

กราฟที่ 4.1.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) 33

กราฟที่ 4.1.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$ 34

กราฟที่ 4.1.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f)และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิสมรรถนะการทำความเย็น (COP) 35

กราฟที่ 4.1.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR) 36

กราฟที่ 4.2.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f)และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิการถ่ายเทความร้อนรวม (U) 38

กราฟที่ 4.2.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s) 39

กราฟที่ 4.2.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f)และ อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l) 40

กราฟที่ 4.2.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) 41

กราฟที่ 4.2.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$ 42

กราฟที่ 4.2.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f)และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) 43

กราฟที่ 4.2.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR) 44

สารบัญกราฟ (ต่อ)

หน้า

กราฟที่ 4.3.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) 46

กราฟที่ 4.3.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s) 47

กราฟที่ 4.3.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l) 48

กราฟที่ 4.3.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e) 49

กราฟที่ 4.3.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ($Power$) 50

กราฟที่ 4.3.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) 51

กราฟที่ 4.3.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR) 51

กราฟที่ 4.4.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U) 54

กราฟที่ 4.4.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s) 55

กราฟที่ 4.4.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l) 56

กราฟที่ 4.4.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e) 57

กราฟที่ 4.4.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ($Power$) 58

กราฟที่ 4.4.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP) 59

สารบัญกราฟ (ต่อ)

หน้า

กราฟที่ 4.4.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{air}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio(SHR) 60

กราฟที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่ได้จากการทดลองจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 65

กราฟที่ 5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า Sensible heat ratio ที่ได้จากการการทดลองจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 66

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
A_c	พื้นที่ผิวภายนอกของคอนเดนเซอร์	m^2
A_{pic}	พื้นที่ผิวภายในท่อของคอนเดนเซอร์	m^2
A_{poc}	พื้นที่ผิวภายนอกท่อของคอนเดนเซอร์	m^2
A_{fc}	พื้นที่ผิวครีบของคอนเดนเซอร์	m^2
A_e	พื้นที่ผิวภายนอกของเครื่องระเหย	m^2
A_{pie}	พื้นที่ผิวภายในท่อของเครื่องระเหย	m^2
A_{poe}	พื้นที่ผิวภายนอกท่อของเครื่องระเหย	m^2
A_{fe}	พื้นที่ผิวครีบของเครื่องระเหย	m^2
A_{pe}	พื้นที่ผิวท่อของเครื่องระเหย	m^2
b	อัตราส่วนของ การเปลี่ยนแปลงของเอนทัลปีที่สภาวะอิ่มตัว ของอากาศต่อค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	$W/kg \bullet K$
c_{pr}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของสารทำความเย็น	$kJ/kg \bullet K$
c_{pa}	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ	$kJ/kg \bullet K$
DSH	Degree of superheat, $^\circ C$ ซึ่งค่าของ (DSH) ใช้ค่าประมาณค่าเท่ากับ 1.8 $^\circ C$	
f	ความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องคอมเพรสเซอร์	Hz
f_0	ความถี่ฐานของเครื่องคอมเพรสเซอร์	Hz
f_{tp}	อัตราส่วนพื้นที่ในส่วน tp	
f_{sh}	อัตราส่วนพื้นที่ในส่วน sh	
f_{dtp}	อัตราส่วนพื้นที่ในส่วน dtp	
f_{dsh}	อัตราส่วนพื้นที่ในส่วน dsh	
f_{wtp}	อัตราส่วนพื้นที่ในส่วน wtp	
h_{ish}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อ ของคอนเดนเซอร์ในส่วน sh	$W/m^2 \bullet K$
h_{osh}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกคอนเดนเซอร์ในส่วน sh	$W/m^2 \bullet K$
h_{itp}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในคอนเดนเซอร์ในส่วน tp	$W/m^2 \bullet K$
h_{otp}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในคอนเดนเซอร์ในส่วน tp	$W/m^2 \bullet K$
h_{idtp}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อในส่วน dtp	$W/m^2 \bullet K$

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
h_{odtp}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกของเครื่องระเหยในส่วน dtp	$W/m^2 \bullet K$
h_{odsh}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกของเครื่องระเหยใส่วน dsh	$W/m^2 \bullet K$
h_{idsh}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในของเครื่องระเหยในส่วน dsh	$W/m^2 \bullet K$
h_{iwtp}	ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อในส่วน	$W/m^2 \bullet K$
h_{owtp}	สัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกของเครื่องระเหยในส่วนเปียก	$W/m^2 \bullet K$
h_w	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านนอกของเครื่องระเหยในส่วนผิวเปียก โดยรวมชั้นของน้ำที่กลั่นตัวด้วย	$W/m^2 \bullet K$
h_{gi}	เอนทัลปีของน้ำในสภาวะไออิ่มตัวที่อุณหภูมิทางเข้า	kJ/kg
i_{rie}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางเข้าหลอดรูเล็กที่เครื่องระเหย	kJ/kg
i_{roe}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกหลอดรูเล็กที่เครื่องระเหย	kJ/kg
i_{rish}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางเข้าในส่วน sh	kJ/kg
i_{ritp}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางเข้าในส่วน tp	kJ/kg
i_{ric}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางเข้าหลอดรูเล็กที่คอนเดนเซอร์,	kJ/kg
i_{roc}	เอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกหลอดรูเล็กที่คอนเดนเซอร์,	kJ/kg
i_{fgc}	เอนทัลปีของของผสมที่คอนเดนเซอร์	kJ/kg
i_{sp}	เอนทัลปีของน้ำที่อิ่มตัวที่ผิวท่อ	kJ/kg
i_{se}	เอนทัลปีของน้ำที่อิ่มตัวที่เครื่องระเหย	kJ/kg
i_{am}	ความแตกต่างเฉลี่ยของเอนทัลปี	kJ/kg
i_{swm}	เอนทัลปีเฉลี่ยของน้ำที่กลั่นตัวที่ผิวท่อ	kJ/kg
i_{aidsh}	เอนทัลปีของอากาศที่ทางเข้าในส่วน dsh	kJ/kg
i_{aiwtp}	เอนทัลปีของอากาศที่ทางเข้าในส่วน wtp	kJ/kg
i_{ai}	เอนทัลปีของอากาศที่ทางเข้า	kJ/kg
k_w	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของน้ำ	$W/m^2 \bullet K$
Le	Lewis number ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ค่าเท่ากับ 0.9	
m_r	อัตราการไหลของสารทำความเย็น	kg/s
m_{ro}	อัตราการไหลของสารทำความเย็นที่ความถี่ฐาน	kg/s
m_{ac}	อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์	kg/s
m_{ae}	อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย	kg/s

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
N_{sh}	Nusselt number ในส่วน *sh*	
N_{tp}	Nusselt number ในส่วน *tp*	
N_{dtp}	Nusselt number ในส่วน *dtp*	
N_{dsh}	Nusselt number ในส่วน *dsh*	
P	กำลังทางไฟฟ้าที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์	kW
P_0	กำลังทางไฟฟ้าขั้นตอนที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์	kW
Q_{tp}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในส่วน *tp*	kW
Q_{sh}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในส่วน *sh*	kW
Q_{dsh}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในส่วน *dsh*	kW
Q_{dtp}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในส่วน *dtp*	kW
Q_{wtp}	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในส่วน *wtp*	kW
Q_e	อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย	kW
t_c	อุณหภูมิของเครื่องคอนเดนเซอร์	$^{\circ}C$
t_e	อุณหภูมิของเครื่องคอนเดนเซอร์	$^{\circ}C$
t_{ritp}	อุณหภูมิของสารทำความเย็นทางด้านเข้าในส่วน *tp*	$^{\circ}C$
t_{ric}	อุณหภูมิของสารทำความเย็นทางด้านข้าวของคอนเดนเซอร์ *tp*	$^{\circ}C$
t_{aic}	อุณหภูมิของอากาศทางด้านข้าคอนเดนเซอร์	$^{\circ}C$
t_{aitp}	อุณหภูมิของอากาศทางด้านข้าในส่วน *tp*	$^{\circ}C$
t_{aiwtp}	อุณหภูมิของอากาศทางด้านข้าในส่วน *wtp*	$^{\circ}C$
t_{aiedw}	อุณหภูมิของอากาศที่ควบแน่นที่ทางเข้าเครื่องระเหย	$^{\circ}C$
t_{aie}	อุณหภูมิของอากาศทางด้านข้าเครื่องระเหย	$^{\circ}C$
t_{aidsh}	อุณหภูมิของอากาศทางด้านข้าในส่วน *dsh*	$^{\circ}C$
t_p	อุณหภูมิของผิวท่อ	$^{\circ}C$
t_{wm}	อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่กลั่นตัวที่ผิวท่อ	$^{\circ}C$
U_{tp}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในส่วน *tp*	$W/m^2 \bullet K$
U_{sh}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในส่วน *sh*	$W/m^2 \bullet K$
U_{dtp}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในส่วน *dtp*	$W/m^2 \bullet K$

รายการสัญลักษณ์(ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
U_{dsh}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในส่วน *dsh*	$W/m^2 \bullet K$
U_{wtp}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในส่วน *wtp*	$W/m^2 \bullet K$
U_{ew}	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหย	$W/m^2 \bullet K$
v_f	ความเร็วของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย	m/s
W	ค่าความชื้นจำเพาะของอากาศ	kJ/kg_{dryair}
W_{ai}	ความชื้นจำเพาะของอากาศด้านทางเข้า	kJ/kg_{dryair}
W_{sum}	ความชื้นจำเพาะเฉลี่ยอิ่มตัวที่ผิวท่อ	kJ/kg_{dryair}
W_{aidsh}	ความชื้นจำเพาะของอากาศด้านทางเข้าในส่วน *dsh*	kJ/kg_{dryair}
W_{aiwtp}	ความชื้นจำเพาะของอากาศด้านทางเข้าในส่วน *wtp*	kJ/kg_{dryair}
Y_w	ความหนาของน้ำที่กลั่นตัว	m
η_m	Effectiveness ทางเครื่องจักร	
η_e	Effectiveness ทางไฟฟ้า	
η_{fsh}	Fin effectiveness ของเครื่องระเหยในส่วน *sh*	
η_{ftp}	Fin effectiveness ของเครื่องระเหยในส่วน *tp*	
η_{fdtp}	Fin effectiveness ของเครื่องระเหยในส่วน *dtp*	
η_{fdsh}	Fin effectiveness ของเครื่องระเหยในส่วน *dsh*	
η_{fwtp}	Fin effectiveness ของเครื่องระเหยในส่วน *wtp*	
ε_{tp}	ประสิทธิผลในส่วน *tp*	
ε_{sh}	ประสิทธิผลในส่วน *sh*	
ε_{dsh}	ประสิทธิผลในส่วน *dsh*	

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการใช้เครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่ละดับครัวเรือน องค์กรขนาดเล็กไปจนถึงองค์กรขนาดใหญ่ ทำให้เทคโนโลยีนี้เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของคนไทยมาขึ้น ประกอบกับประเทศไทยนั้นมีสภาวะอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทำให้การเลือกใช้งานเครื่องปรับอากาศนั้นจะต้องมีความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ และส่วนใหญ่เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เป็นที่นิยมของกลุ่มผู้บริโภค จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสม และมีความคุ้มค่ามากที่สุด แต่ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยนั้นมีความหลากหลายในส่วนของยี่ห้อ เช่น มิตซูบิชิอิเล็คทริค ไดกิ้น แคเรียร์ พานาโซนิค โตชิบ้า เทรน และอื่นๆ สำหรับขนาดของการทำความเย็นส่วนใหญ่เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์จะอยู่ที่ 9,000-24,000 *Btu* ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป สาเหตุที่เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์มีขนาดที่แตกต่างกันนั้น มีปัจจัยอยู่หลายอย่าง เช่น พื้นที่ในการปรับอากาศ ลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันไป เป็นต้นด้วยปัจจัยที่หลากหลายของการปรับอากาศจึงก่อให้เกิดปัญหาในหลายด้านดังนี้

1. การเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดการทำความเย็นที่ใหญ่เกินการใช้งาน ทำให้เสียพลังงาน

โดยไม่จำเป็น

2. ความล้าช้าในการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะหาแนวทางที่ใช้ในการเลือกพิจารณาเลือกเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้บริโภค โดยการหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาเป็นตัวช่วยในการพิจารณาเลือกลักษณะของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสม ดังนั้นจึงได้มีการจัดทำโครงงานแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เพื่อดูความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ภายในเครื่องปรับอากาศในแต่ละส่วน เพื่อที่จะได้เลือกเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสม และสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อวิเคราะห์จำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์
- เพื่อศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ และค่า Sensible heat ratio

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาระบบและหลักการทำงานของเครื่องปรับแบบอินเวอร์เตอร์รวมทั้งสมการที่เกี่ยวข้อง

1.3.2 ทำการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

1.3.3 ศึกษาการทดลองเครื่องอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 9,000 Btu

1.3.4 เปรียบเทียบกับการทดลองจริง

1.3.5 วิเคราะห์ผลกระทบจากตัวแปรต่างๆกับสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ และสรุปผล

1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 กิจกรรมการดำเนินงาน

การดำเนินการ	2552					2553		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1.ศึกษารวบรวมข้อมูล	■							
2.วางแผนการดำเนินงาน		■	■					
3.ดำเนินการและวิเคราะห์ข้อมูล			■	■	■	■		
4.ดำเนินการออกแบบ						■	■	
5.แก้ไข วิเคราะห์และสรุปผล							■	■

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.5.1 ได้รูปแบบของแบบจำลองที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์

1.5.2 ทราบถึงผลกระทบของอากาศภายนอกที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

1.6 สถานที่ปฏิบัติงาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการ

เครื่องคอมพิวเตอร์

1.8 งบประมาณที่ใช้

1.8.1 กระดาษสำหรับพิมพ์งาน	1, 500 บาท
1.8.2 ถ่ายเอกสาร	1, 500 บาท
รวมทั้งหมด	3, 000 บาท

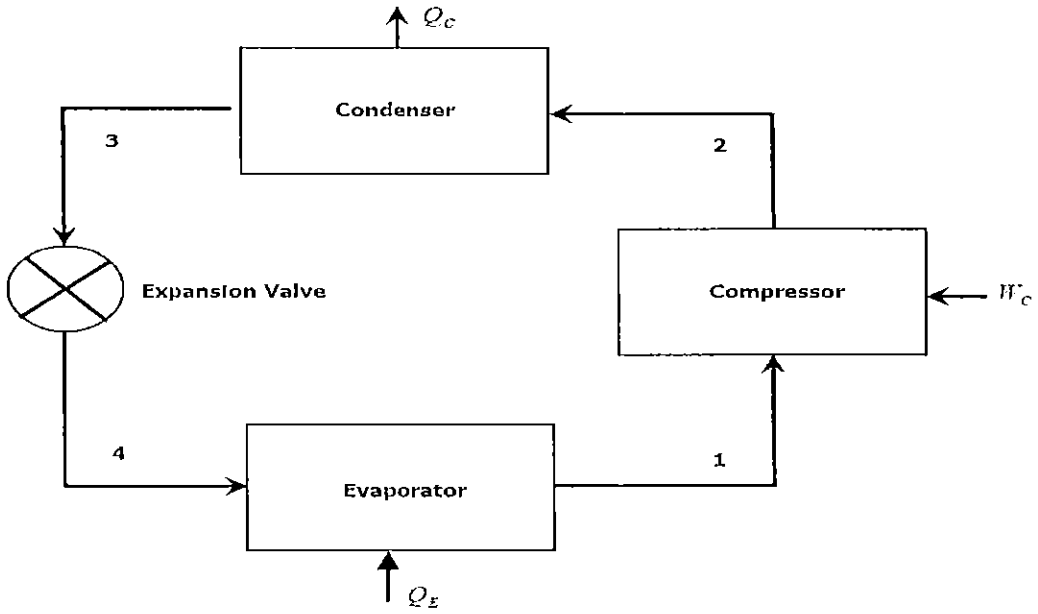
บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

การปรับอากาศ คือ การปรับสภาวะของอากาศให้เหมาะสมกับสถานที่ต่างๆตามต้องการ เช่นการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การเคลื่อนที่ออกของอากาศรวมถึงการทำความสะอาดของอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศอาศัยหลักการพื้นฐานของวัฏจักรการทำความเย็น

2.1 ระบบวัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น

เป็นกระบวนการนำความร้อนออกจากวัตถุที่ต้องการทำความเย็น เพื่อให้วัตถุนั้นมีอุณหภูมิลดลงโดยให้ สารทำความเย็นเป็นตัวรับความร้อนจากวัตถุนั้น สารทำความเย็นเมื่อได้รับความร้อนก็จะมีพลังงานเพิ่มขึ้น และนำพลังงานความร้อนออกไประบายทิ้งสู่บรรยากาศภายนอก ดังนั้นการทำความเย็นก็คือ วิธีการขจัดความร้อนนั้นเอง



รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น

2.1.1 วัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น

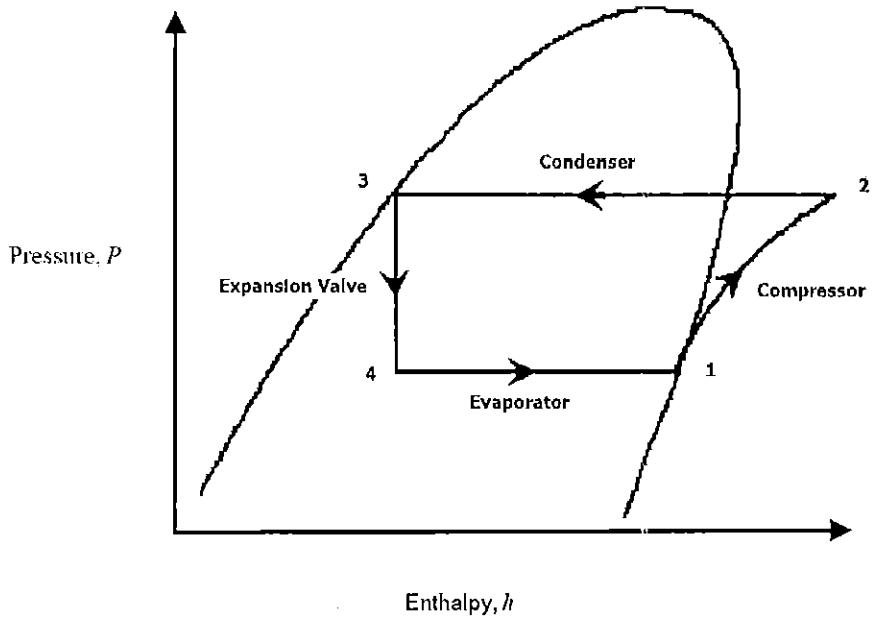
วัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้นประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 อุปกรณ์หลักคือ

1. คอนเดนเซอร์ (Condenser) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น โดยสารทำความเย็นจะควบแน่นเป็นของเหลวที่ความดันสูง

2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อัดสารทำความเย็นขณะที่มีสถานะเป็นไอที่ความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ ให้เป็นสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นไอที่ความดันและอุณหภูมิสูง

3. เครื่องระเหย (Evaporator) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยนำความร้อนที่ได้จากภายในพื้นที่ทำความเย็นมาถ่ายเทให้กับสารทำความเย็น สารทำความเย็นจะได้รับความร้อนและเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไออิ่มตัวที่สภาวะความดันต่ำ

4.วาล์วลดความดัน (Expansion valve) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลดความดันของสารทำความเย็นจากสถานที่มีความดันสูงให้มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ



รูปที่ 2.2 P-h diagram ของวัฏจักรการทำความเย็นเบื้องต้น

2.1.2 กระบวนการของวัฏจักรการทำความเย็น

กระบวนการ 1-2 คือการที่สารทำความเย็นถูกอัดโดยกระบวนการไอเซนโทรปิก (Isentropic Process) ด้วยคอมเพรสเซอร์ ทำให้ไอสารทำความเย็นมีอุณหภูมิและความดันสูง โดย $(s_1 = s_2)$

กระบวนการ 2-3 คือกระบวนการที่ไอของสารทำความเย็นกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวและความร้อนออกมา ในสภาวะที่ความดันคงที่ (Isobaric Process) โดยกระบวนการนี้เกิดขึ้นในคอนเดนเซอร์ โดย $(P_2 = P_3)$

กระบวนการ 3-4 คือกระบวนการที่สารทำความเย็นมีสถานะเป็นของเหลว ซึ่งถูกลดความดันด้วยอุปกรณ์ลดความดันเป็นกระบวนการที่มีค่าเอนทัลปีคงที่ (Constant Enthalpy) โดย $(h_3 = h_4)$

กระบวนการ 4-1 คือกระบวนการที่สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอโดยดึงความร้อนจากสิ่งแวดล้อมในสภาวะที่ความดันคงที่ (Isobaric Process) กระบวนการนี้เกิดในเครื่องระเหย โดย $(P_4 = P_1)$

2.1.3 สัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น (Coefficient of Performance; COP)

ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศวิเคราะห์จากการทำงานของสารทำความเย็นโดย COP คือ ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศต่อพลังงานที่ใช้ขับ Compressor

$$COP = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1} \quad (2.1)$$

โดยจากสมการสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น

COP คือ สัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น

i_1 คือ เอนทัลปีที่ทางออก เครื่องระเหย , kJ/kg

i_2 คือ เอนทัลปีที่ทางออก คอมเพรสเซอร์, kJ/kg

i_3 คือ เอนทัลปีที่ทางออก คอนเดนเซอร์, kJ/kg

i_4 คือ เอนทัลปีที่ทางออก วาล์วลดความดัน, kJ/kg

โดยค่า COP ของเครื่องปรับอากาศยิ่งสูงก็จะประหยัดพลังงานมากขึ้นด้วย

2.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ซึ่งสามารถที่จะแปรค่าความเร็วรอบของมอเตอร์ได้อย่างต่อเนื่องโดยหลักการการทำงานนั้นอินเวอร์เตอร์จะเป็นตัวสร้างความถี่และแรงดันในขนาดต่างๆเพื่อที่จะส่งไปขับมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบที่ระดับต่างๆดังนั้นอินเวอร์เตอร์จะเป็นอุปกรณ์ที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และแรงดันขนาดต่างๆแล้วแปลงเป็นกระแสตรงและจากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับอีกรอบโดยที่จะมีการปรับเปลี่ยนความถี่และขนาดของแรงดันแล้วส่งกระแสไฟฟ้าไปยังมอเตอร์โดยที่มอเตอร์จะมีความเร็วรอบตามกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปซึ่งมอเตอร์จะเป็นตัวขับคอมเพรสเซอร์ในการทำงาน

2.3 ทฤษฎีและสมการที่เกี่ยวข้อง

สำหรับทฤษฎีและสมการที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำความเย็นนั้น สามารถแสดงได้ดังนี้

2.3.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้อัดสารทำความเย็นโดยกระบวนการไอเซนโทรปิกสำหรับงานที่ใช้ในการอัดตัวโดยจะมีสมการที่เกี่ยวข้องดังนี้

$$m_r = a_1 t_c^2 + a_2 t_c + a_3 t_c t_e + a_4 t_e^2 + a_5 t_e + a_6 \quad (2.2)$$

$$P_o = b_1 t_c + b_2 t_c^2 + b_3 t_c t_e + b_4 t_e + b_5 t_e^2 + b_6 \quad (2.3)$$

$$W = m_r (i_0 - i_i) \quad (2.4)$$

โดย P_o คือ กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ , kW

t_c คือ อุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ , $°C$

t_e คือ อุณหภูมิของเครื่องระเหย , $°C$

W คือ งานที่ต้องให้แก่คอมเพรสเซอร์ , kW

m_r คือ อัตราการไหลโดยมวลของสารทำความเย็น, kg/s

a, b คือ ค่าคงที่

i_i คือ เอนทัลปีที่ทางเข้า คอมเพรสเซอร์ , kJ/kg

i_o คือ เอนทัลปีที่ทางออก คอมเพรสเซอร์ , kJ/kg

2.3.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser) และ เครื่องระเหย (Evaporator)

อุปกรณ์คอนเดนเซอร์และเครื่องระเหยจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนของสารทำความเย็นกับอากาศโดยจะพิจารณาเป็นการแลกเปลี่ยนกันระหว่างของไหลร้อนกับของไหลเย็นในอุปกรณ์นั้น โดยสมการที่เกี่ยวข้องจะเป็นสมการของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchangers)

โดยสมการอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ถ่ายเทความร้อนแล้วมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแต่ไม่มีการเปลี่ยนสถานะ สมการอัตราการถ่ายเทความร้อนของของไหลร้อนสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = m_h C_{ph} (t_{hi} - t_{ho}) \quad (2.5)$$

โดย Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ, kW

C_{ph} คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ, $kJ/kg \bullet K$

t_{ho} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางออก, $°C$

t_{hi} คือ อุณหภูมิของของไหลร้อนที่ทางเข้า, $°C$

m_h คือ อัตราการไหลโดยมวลของของไหลร้อน , kg/s

สมการอัตราการถ่ายเทความร้อนของของไหลเย็น สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = m_c C_{pc}(t_{co} - t_{ci}) \quad (2.6)$$

โดย Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ, kW

C_{pc} คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะ, $kJ/kg \bullet K$

t_{co} คือ อุณหภูมิของของไหลเย็นที่ทางออก, $°C$

t_{ci} คือ อุณหภูมิของของไหลเย็นที่ทางเข้า, $°C$

m_c คือ อัตราการไหลโดยมวลของของไหลเย็น , kg/s

โดยที่ส่วนของคอนเดนเซอร์ ของไหลร้อนก็คือสารทำความเย็นจะถ่ายเทความร้อนให้กับของไหลเย็นก็คืออากาศ แต่ที่เครื่องระเหยของไหลร้อนก็คืออากาศจะถ่ายเทความร้อนให้กับของไหลเย็นก็คือสารทำความเย็น สำหรับสมการการอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ถ่ายเทความร้อน แล้วมีการเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = mi_{fg} \quad (2.7)$$

โดย Q คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนช่วงที่เปลี่ยนแปลงสถานะ , kW

m คือ อัตราการไหลโดยมวลของของไหลที่เปลี่ยนสถานะ , kg/s

i_{fg} คือ ความแตกต่างของเอนทัลปีของของไหลที่เปลี่ยนสถานะที่ทางเข้าและทางออกของอุปกรณ์นั้น, kJ/kg

สำหรับของไหลร้อนและของไหลเย็นที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างกันที่คอนเดนเซอร์และเครื่องระเหย จะมีอัตราการถ่ายเทความร้อน สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$Q = UA\Delta t_m \quad (2.8)$$

โดย A คือพื้นที่ผิวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2

U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Overall heat-transfer coefficient), $W/m^2 \bullet k$

Δt_m คือ อุณหภูมิแตกต่างเชิงล็อก , $°C$ ซึ่ง Δt_m สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln(\Delta t_2 / \Delta t_1)} \quad (2.9)$$

โดย $\Delta t_1 = t_{hi} - t_{co}$ และ $\Delta t_2 = t_{ho} - t_{ci}$

ในกรณีที่เราไม่ทราบอุณหภูมิทางออกของของไหลทั้ง 2 ด้าน เราสามารถคำนวณได้จากวิธีการของ NTU Method โดยสามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$NTU = \frac{UA}{C_{\min}} \quad (2.10)$$

โดย A คือพื้นที่ผิวของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2

$C_{\min}$ คือ $m_h c_{ph}$ หรือ $m_c c_{pc}$

U คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(Overall heat-transfer coefficient), $W/m^2 \bullet K$

สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$U = \frac{1}{\frac{A}{A_{pi}h_i} + \frac{1-\eta_f}{h_o(\frac{A_{po}}{A}+\eta_f)} + \frac{1}{h_o}} \qquad (2.11)$$

โดยที่ h_o คือสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกท่อของคอนเดนเซอร์, $W/m^2 \bullet K$

h_i คือสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในท่อของคอนเดนเซอร์, $W/m^2 \bullet K$

A คือ พื้นที่ผิวภายนอกของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2

A_{pi} คือ พื้นที่ผิวภายในท่อของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2

A_{po} คือ พื้นที่ผิวภายนอกท่อของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2

A_f คือ พื้นที่ผิวครีบของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน, m^2

η_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของครีบ , $W/m^2 \bullet K$

สำหรับการหาประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\varepsilon = \frac{Q}{Q_{\max}} \qquad (2.12)$$

โดยที่ $Q_{\max} = C_{\min}(t_{hi} - t_{ci})$

โดยสามารถนำหลัก NTU Method มาใช้หาประสิทธิภาพของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี

1.การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแต่มีการไม่เปลี่ยนแปลงสถานะสามารถหาได้จากสมการ

$$\varepsilon = 1 - \exp\left(\frac{NTU^{0.22}}{C}\left(\exp\left(-(C)NTU^{0.78}\right)-1\right)\right) \qquad (2.13)$$

2.มีการเปลี่ยนแปลงสถานะแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สามารถหาได้จากสมการ

$$\varepsilon = 1 - e^{(-NTU)} \qquad (2.14)$$

2.3.3 วาล์วลดความดัน (Expansion valve)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลดความดันของสารทำความเย็นจากสถานที่มีความดันสูงให้มีความดันต่ำ และอุณหภูมิต่ำกระบวนการที่เกิดในวาล์วลดความดันเป็นกระบวนการที่มีค่าเอนทัลปีคงที่ โดยจะมีสมการที่เกี่ยวข้องดังนี้

$$i_i = i_o \qquad (2.15)$$

โดย i_i คือ เอนทัลปีที่ทางเข้าวาล์วลดความดัน , kJ/kg

i_o คือ เอนทัลปีที่ทางออกวาล์วลดความดัน , kJ/kg

บทที่ 3

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

3.1 การวิเคราะห์ทฤษฎีและสมการ

สำหรับการวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโครงงานนี้ได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จาก อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ ซึ่งใช้ในการแสดงผลของค่า *COP* และค่า *SHR* เป็นหลัก โดยจะวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนค่าความถี่ที่เครื่องคอมเพรสเซอร์เป็นหลัก สำหรับสมการของคอมเพรสเซอร์เพื่อหาค่าของอัตราการไหลของสารทำความเย็นและกำลังงานที่ใช้หาได้จากสมการ

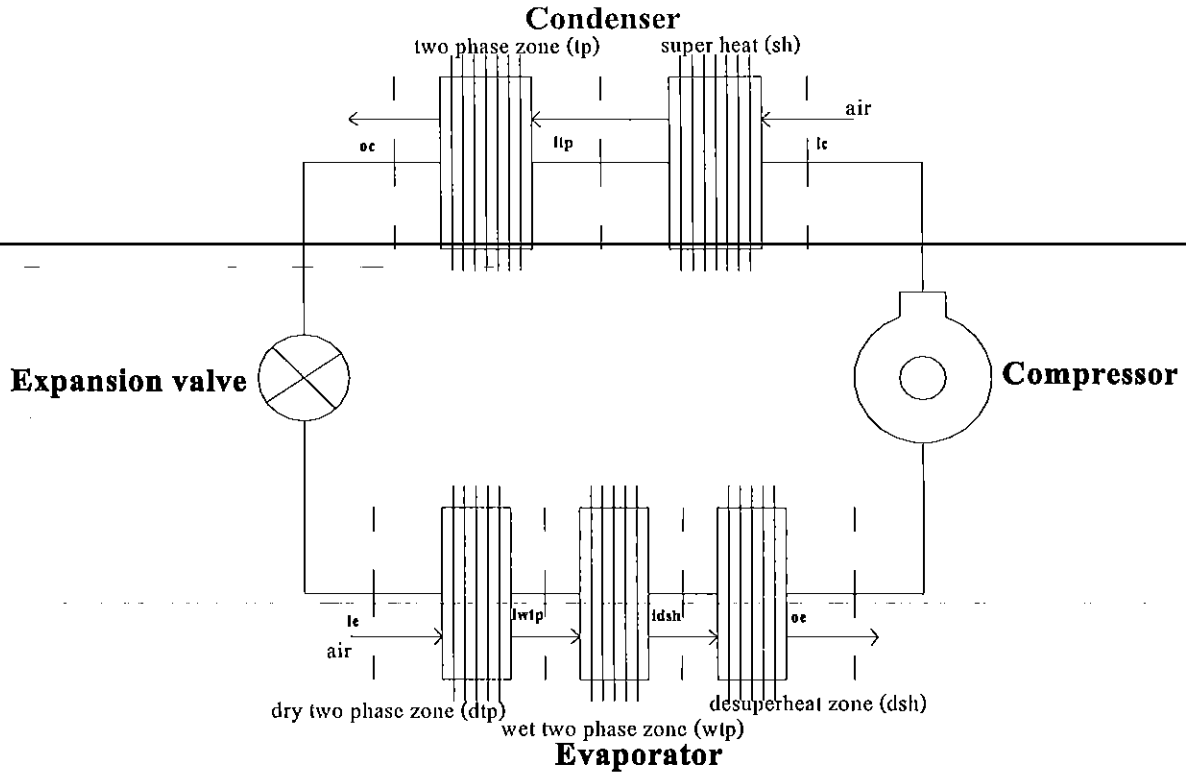
$$m_{ro} = a_1 t_c^2 + a_2 t_c + a_3 t_c t_e + a_4 t_e^2 + a_5 t_e + a_6 \quad (3.1)$$

$$P_o = b_1 t_c + b_2 t_c^2 + b_3 t_c t_e + b_4 t_e + b_5 t_e^2 + b_6 \quad (3.2)$$

$$k_m = \frac{m_r}{m_{ro}} = c_1 (f - f_o)^2 + c_2 (f - f_o) + c_3 \quad (3.3)$$

$$k_P = \frac{P}{P_o} = d_1 (f - f_o)^2 + d_2 (f - f_o) + d_3 \quad (3.4)$$

สำหรับ คอนเดนเซอร์และเครื่องระเหย สามารถพิจารณาได้เป็นทั้งแบบ สภาวะคงตัวและไม่คงตัว แต่ส่วนใหญ่จะกำหนดการพิจารณาเป็นสภาวะคงตัว ซึ่งจะแบ่งเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยแบ่งคอนเดนเซอร์เป็น 3 ส่วนตามสถานะของสารทำความเย็นและเครื่องระเหย เป็น 3 ส่วน ตามสถานะของสารทำความเย็นและการกลั่นตัวของไอน้ำในอากาศ สำหรับในโครงงานนี้ ในส่วนของ คอนเดนเซอร์ การวิเคราะห์จะพิจารณาแบ่งคอนเดนเซอร์เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะไอร้อนยิ่งยวด (Superheat surface zone) ส่วนอีกช่วงคือสารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสม (Two-phase surface zone) สำหรับ เครื่องระเหยจะแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ในสองส่วนแรกเป็นช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสม ซึ่งแบ่ง เครื่องระเหยช่วงนี้เป็นส่วนแห้ง (Dry two phase; dtp) และ ส่วนเปียก (Wet two phase zone) และส่วนที่ 3 คือ ช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะไอ (Desuper heat zone)



รูปที่ 3.1 แสดงการแบ่งอุปกรณ์การทำความเย็น

โดยที่สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งตามรูปและจะใช้สำหรับเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงห้อยท้ายของค่าตัวแปร ซึ่งมีความหมายดังนี้

ic คือ ตำแหน่งทางเข้าคอนเดนเซอร์

itp คือ ตำแหน่งทางเข้าส่วนสารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสมของคอนเดนเซอร์

oc คือ ตำแหน่งทางออกคอนเดนเซอร์

ie คือ ตำแหน่งทางเข้าเครื่องระเหย

iwtp คือ ตำแหน่งทางเข้าส่วนผิวเปียกของเครื่องระเหย

idsh คือ ตำแหน่งทางเข้าส่วนช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะไอของเครื่องระเหย

oe คือ ตำแหน่งทางออกเครื่องระเหย

อัตราการถ่ายเทความร้อน และพื้นที่ของคอนเดนเซอร์ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$Q_c = Q_{sh} + Q_{tp} \tag{3.5}$$

และ $$A_c = A_{sh} + A_{tp} \tag{3.6}$$

ซึ่งสามารถหาอัตราส่วนของพื้นที่ในแต่ละส่วน ได้ดังนี้

ซึ่งสามารถหาอัตราส่วนของพื้นที่ในแต่ละส่วน ได้ดังนี้

$$f_{sh} = \frac{A_{sh}}{A_c} \tag{3.7}$$

$$f_{tp} = \frac{A_{tp}}{A_c} \tag{3.8}$$

$$1 = f_{sh} + f_{tp} \tag{3.9}$$

โดยที่ f คือ อัตราส่วนของพื้นที่

ในช่วงคอนเดนเซอร์ช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะไอ (Superheat surface zone) ขอบเขตของส่วน *sh* จะเริ่มจากจุดที่สารทำความเย็นออกจากคอมเพรสเซอร์ จนถึงจุดที่สารทำความเย็นมีสถานะไออิ่มตัว ดังนั้นสมการที่หาค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนได้แก่

$$Q_{sh} = m_r\left(i_{ric} - i_{ritp}\right) \tag{3.10}$$

หรือ $$Q_{sh} = C_r\left(t_{ric} - t_{ritp}\right) \tag{3.11}$$

$$i_{ric} - i_{roe} = \frac{\eta_m \eta_e P}{m_r} \tag{3.12}$$

ซึ่ง $$C_r = m_r c_{pr} \tag{3.13}$$

อากาศจากภายนอกที่ผ่านคอนเดนเซอร์ในส่วน *sh* จะระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ ดังนั้นสามารถหาค่าของอุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของส่วน *sh* หรือทางเข้าส่วน *tp* ได้จากสมการ

$$t_{aitp} = t_{aic} + \frac{Q_{sh}}{C_{ac}} \tag{3.14}$$

ซึ่ง $$C_{ac} = m_{ac} c_{pa} \tag{3.15}$$

$$C_{\min} = mc_p(C_a, C_r) \tag{3.16}$$

$$C = \frac{c_{\min}}{c_{\max}} \tag{3.17}$$

สำหรับพื้นที่ของคอนเดนเซอร์ในส่วนนี้สามารถประยุกต์สมการของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งจะได้

$$f_{sh} = \frac{N_{sh} C_{\min}}{U_{sh} A_c} \tag{3.18}$$

โดยที่ค่าของ N_{sh} สามารหาได้จาก สมการของค่าประสิทธิผลของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนนั่น คือ

$$\varepsilon_{sh} = \frac{Q_{sh}}{C_{\min}\left(t_{ric} - t_{aic}\right)} = 1 - \exp\left(\frac{N_{sh}^{0.22}}{C}\left(\exp\left(-CN_{sh}^{0.78}\right) - 1\right)\right) \tag{3.19}$$

และค่าของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของคอนเดนเซอร์ในส่วนนี้หาได้จากสมการ

$$U_{sh} = \frac{1}{\frac{A_c}{A_{pic} h_{ish}} + \frac{1 - \eta_{fsh}}{h_{osh}\left(\frac{A_{poc}}{A_{fc}} + \eta_{fsh}\right)} + \frac{1}{h_{osh}}} \tag{3.20}$$

สำหรับคอนเดนเซอร์ช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสม (Two-phase surface zone) ขอบเขตของส่วน tp จะเริ่มจากจุดที่สารทำความเย็นมีสถานะไออิ่มตัว จนถึงจุดที่สารทำความเย็นออกจากเครื่องคอนเดนเซอร์ที่สถานะของเหลวอิ่มตัว ดังนั้นสมการที่หาค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนในช่วงนี้ คือ

$$Q_{tp} = m_r i_{fgc} \tag{3.21}$$

และสมการประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ในส่วนนี้ได้แก่

$$\varepsilon_{tp} = \frac{Q_{tp}}{C_{ac}\left(t_{aitp} - t_c\right)} = 1 - e^{\left(-N_{tp}\right)} \tag{3.22}$$

โดยที่

$$U_{tp} = \frac{1}{\frac{A_c}{A_{pic} h_{itp}} + \frac{1 - \eta_{ftp}}{h_{otp}\left(\frac{A_{po}}{A_{fc}} + \eta_{ftp}\right)} + \frac{1}{h_{otp}}} \tag{3.23}$$

และ

$$N_{tp} = \frac{U_{tp} f_{tp} A_c}{C_{ac}} \tag{3.24}$$

สำหรับหลอดรูเล็กตามกระบวนการเอนทัลปีคงที่ (Constant Enthalpy) ดังนั้นจะได้สมการ

$$i_{ri} = i_{ro} \tag{3.25}$$

สำหรับเครื่องระเหย ในโครงงานนี้จะพิจารณาแบ่งเครื่องระเหยเป็น 3 ส่วน โดยที่อากาศเข้าเครื่องระเหยที่จุด *ie* และเริ่มมีการกลั่นตัวที่จุด *iwtp* จากนั้นที่จุด *idsh* อากาศจะเข้าสู่ช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะไอ และออกจากเครื่องระเหยที่จุด *oe* ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สารทำความเย็นจะเข้า คอมเพรสเซอร์ ดังนั้นสมการของอัตราการถ่ายเทความร้อนและพื้นที่การถ่ายเทความร้อนมีดังนี้

$$Q_e = Q_{dtp} + Q_{wtp} + Q_{dsh} \tag{3.26}$$

และ $$Q_e = m_r\left(i_{roe} - i_{rie}\right) \tag{3.27}$$

และ $$A_e = A_{dtp} + A_{wtp} + A_{dsh} \tag{3.28}$$

ซึ่งสามารถหาอัตราส่วนของพื้นที่ในแต่ละส่วน ได้ดังนี้

$$f_{dtp} = \frac{A_{dtp}}{A_e} \tag{3.29}$$

$$f_{wtp} = \frac{A_{wtp}}{A_e} \tag{3.30}$$

$$f_{dsh} = \frac{A_{dsh}}{A_e} \tag{3.31}$$

$$1 = f_{dtp} + f_{wtp} + f_{dsh} \tag{3.32}$$

โดยที่ f คือ อัตราส่วนของพื้นที่

สำหรับสมการและวิธีการหาค่าต่าง ๆ ในแต่ละส่วนจะใช้สมการที่ได้ประยุกต์จากสมการพื้นฐานของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เมื่อเครื่องระเหยในช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสมส่วนผิวแห้ง (Dry two-phase surface section) ในส่วนผิวแห้ง อากาศที่จุด *ie* จะถูกทำให้เย็นลงจนถึงจุดที่ *iwtp* ซึ่งเป็นจุดที่ผิวของเครื่องระเหยมีอุณหภูมิเท่ากับจุดกลั่นตัวของอากาศ สมการที่หาค่าของอุณหภูมิของอากาศที่ทางออกของส่วนผิวแห้ง *iwtp* ได้จากสมการ

$$t_{aiwtp} = \frac{t_{aiedew} - \eta_{fdtp}(1 - \frac{U_{dtp} \cdot A_e}{h_{ietp} \cdot A_{pie}})t_e}{1 - \eta_{fdtp}(1 - \frac{U_{dtp} \cdot A_e}{h_{ietp} \cdot A_{pie}})} \quad (3.33)$$

โดยค่าของสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องระเหยในส่วนแห้ง หาได้ จากสมการ

$$U_{dtp} = \frac{1}{\frac{A_e}{A_{pie} h_{idtp}} + \frac{1 - \eta_{fdtp}}{h_{odtp}(\frac{A_{poe}}{A_{fe}} + \eta_{fdtp})} + \frac{1}{h_{odtp}}} \quad (3.34)$$

และจากสมการประสิทธิผลของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน สามารถประยุกต์สำหรับ เครื่องระเหยในส่วนแห้งได้เป็น

$$\varepsilon_{dtp} = \frac{Q_{dtp}}{C_a(t_{aie} - t_e)} == 1 - e^{(-N_{dtp})} \quad (3.35)$$

อัตราการถ่ายเทความร้อนของเครื่องระเหยในส่วนแห้งสามารถหาได้จากสมการ

$$Q_{dtp} = C_a(t_{aie} - t_{aiwtp}) \quad (3.36)$$

$$\frac{(t_{aie} - t_{aiwtp})}{(t_{aie} - t_e)} == 1 - e^{(-N_{dtp})} \quad (3.37)$$

โดยที่ $$N_{dtp} = \frac{U_{dtp} f_{dtp} A_e}{m_{ae} c_{pa}} \quad (3.38)$$

ส่วนช่วงที่เครื่องระเหยช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในส่วนผิวเปียก (Wet two-phase surface section) กระบวนการที่อากาศไหลผ่านเครื่องระเหยในส่วนนี้เป็นกระบวนการทำความเย็นและลดความชื้น นั่นคืออุณหภูมิและความชื้นจำเพาะของอากาศจะลดลง ซึ่งจะมีทั้งการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวล โดยที่อัตราการถ่ายเทความร้อนสามารถหาค่าได้จาก

$$Q_{wtp} = m_{ae}(i_{aiwtp} - i_{aidsh}) = U_{ewtp} A_{wtp} \Delta i_{am} \quad (3.39)$$

โดยที่ Δi_{am} คือ Mean enthalpy difference สามารถหาได้ดังนี้

$$\Delta i_{am} = \frac{i_{aiwtp} - i_{aidsh}}{ln\left(\frac{i_{aiwtp} - i_{se}}{i_{aidsh} - i_{se}}\right)} \tag{3.40}$$

ดังนั้นเอนทัลปีของอากาศที่ทางออกของส่วนผิวเปียกหรือเข้าส่วนไอ *idsh* สามารถหาได้จากสมการ

$$i_{aidsh} = i_{se} + \left(i_{aiwtp} - i_{se}\right)e^{\left(\frac{-U_{ew} f_{wtp} A_e}{m_{ae}}\right)} \tag{3.41}$$

โดยที่สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องระเหยในส่วนผิวเปียก ได้ใช้ค่าของ h_w ซึ่งหมายถึงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านนอกของเครื่องระเหยในส่วนผิวเปียก โดยรวมชั้นของน้ำที่กลั่นตัว ในสมการสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมแทนที่จะเป็น h_{owtp} คือ

$$U_{wtp} = \frac{1}{\frac{b_R \cdot A_e}{A_{pie} \cdot h_{iwtp}} + \frac{b_{wm}(1-\eta_{fwtp})}{h_w(\frac{A_{pe}}{A_{fe}} + \eta_{fwtp})} + \frac{b_{wm}}{h_w}} \tag{3.42}$$

ซึ่งค่าของ b_R หาได้จากสมการ

$$b_R = \frac{i_{sp} - i_{se}}{t_p - t_e} \tag{3.43}$$

ส่วนค่าของ ค่าสัมประสิทธ์การถ่ายเทความร้อนด้านนอก h_w ได้ศึกษาครีบแบบ Louver และแสดงให้เห็นว่าค่าของสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของครีบผิวเปียกจะมีค่าน้อยกว่าครีบผิวแห้ง เมื่อมีความเร็วของอากาศ 1 m/s แต่จะมีค่าสูงขึ้นเป็น 2 m/s ค่าของสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของครีบผิวเปียกจะมีค่ามากกว่าครีบผิวแห้ง และสำหรับการคำนวณค่าของค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านนอก ของครีบผิวเปียกสามารถหาได้จากสมการ

$$h_w = \frac{1}{\frac{c_{pa}}{b_{wm} \cdot h_{owtp}} + \frac{y_w}{k_w}} \tag{3.44}$$

และ η_{fwtp} สามารถหาได้จากสมการ

$$\eta_{fwtp} = \frac{tanhM_w L}{M_w L} \tag{3.45}$$

ซึ่ง $$M_w = \sqrt{\frac{2h_w}{ky}} \tag{3.46}$$

โดยค่าของ b_{wm} สามารถหาได้จากสมการ

$$b_{wm} = 0.0026(t_{wm} + 10)^{1.93463} + 1.48609 \tag{3.47}$$

ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกของเครื่องระเหยในส่วนผิวเปียก (h_{owtp}) มีความสัมพันธ์กับส่วนผิวแห้งคือ

$$\frac{h_{owtp}}{h_{odtp}} = 1.0673 v_f^{\,0.101} \tag{3.48}$$

วิธีการหาค่าของ U_{wtp} จำเป็นต้องสมมุติค่าของ อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่กลั่นตัวที่ผิวท่อ (t_{wm}) และอุณหภูมิของท่อ (t_p) ทำให้สามารถคำนวณค่าของ b_{wm} และ b_R เริ่มต้นได้ หลังจากนั้นจึงคำนวณค่า U_{wtp} ซึ่งจาก ค่าที่ได้ นำมาคำนวณค่า h_{aish} จากนั้น t_{wm} และ t_p ใหม่ จะคำนวณได้จาก

$$t_p = t_e + \frac{U_{wtp} A_e (i_{am} - i_{se})}{h_{iwtp} A_{pie}} \tag{3.49}$$

$$i_{swm} = i_{am} - \frac{c_{pa} h_{owtp} \eta_{fwtp}}{b_{wm} h_w} \left(1 - \frac{b_R U_{wtp} A_e}{h_{iewtp} A_{pie}}\right)(i_{am} - i_{se}) \tag{3.50}$$

โดยที่ $$i_{am} = i_{se} + \Delta i_{am} \tag{3.51}$$

ซึ่งค่าของ t_{wm} สามารถหาจากความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิ กับ เอนทัลปี ที่จุดอิ่มตัวของอากาศ (Saturated air) จากนั้นตรวจสอบกับค่าเดิม หากยังมีความแตกต่างกันมากให้ทำซ้ำขั้นตอนเดิม โดยใช้ค่า t_{wm} และ t_p ใหม่จนได้ค่าที่ถูกต้อง

สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงเอนทัลปีกับการเปลี่ยนแปลงความชื้นจำเพาะของอากาศ ที่เครื่องระเหยในส่วนเปียก คือ

$$\frac{di_a}{dW_a} = Le\left(\frac{i_{ai} - i_{swm}}{W_{ai} - W_{swni}}\right) + \left(h_{gi} - 2501Le\right) \tag{3.52}$$

ดังนั้นค่าของความชื้นจำเพาะของอากาศที่ทางออกของเครื่องระเหยในส่วนเปียกสามารถหาได้จาก สมการ

$$W_{aidsh} = W_{aiwtp} - \left(i_{aiwtp} - i_{aidsh}\right)\left(\frac{dW_a}{di_a}\right) \tag{3.53}$$

เมื่อทราบค่าของ เอนทัลปี และ ความชื้นจำเพาะ ดังนั้นสามารถหาค่าอุณหภูมิของอากาศทางออกของเครื่องระเหยในส่วนเปียกได้จากสมการ

$$t_{aidshnew} = \frac{\left(i_{aidsh} - 2501W_{aidsh}\right)}{\left(1 + 1.805W_{aidsh}\right)} \tag{3.54}$$

ในช่วงที่เครื่องระเหยที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะไอ (Superheat surface section) สำหรับกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนในช่วงนี้ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนด้านในที่ต่ำกว่าช่วงกระบวนการเปลี่ยนสถานะที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสม อีกทั้งอุณหภูมิของสารทำความเย็นจะสูงขึ้น ส่วนผิวของเครื่องระเหย มีสมมุติว่าเป็นผิวแห้ง และมีอัตราส่วนไม่มากเมื่อเทียบกับช่วงที่สารทำความเย็นอยู่ในสถานะของผสม หากพิจารณาที่สารทำความเย็น

สมการที่ใช้สำหรับหาค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนคือ

$$Q_{dsh} = m_r c_{pa}\left(DSH\right) \tag{3.55}$$

โดยที่ $\left(DSH\right)$ คือ Degree of superheat, $^{\circ}C$ ซึ่งค่าของ $\left(DSH\right)$ ใช้ค่าประมาณค่าเท่ากับ 1.8 $^{\circ}C$ จากค่าของ Q_{dsh} ทำให้ทราบค่าของเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ทางออกเครื่องระเหยได้จาก

$$i_{roe} = i_{rish} + Q_{dsh} \tag{3.56}$$

ดังนั้นค่าของอุณหภูมิอากาศที่ทางออกของเครื่องระเหย สามารถหาค่าได้จากสมการ

$$t_{aoe} = t_{aidsh} - \frac{Q_{dsh}}{m_r c_{pa}} \tag{3.57}$$

สมการที่แสดงค่าประสิทธิผลของเครื่องระเหยในส่วนนี้ ได้แก่

$$\varepsilon_{dsh} = \frac{Q_{dsh}}{C_{\min}\left(t_{aidsh} - t_e\right)} = 1 - \exp\left(\frac{N_{dsh}^{0.22}}{C}\left(\exp\left(-CN_{dsh}^{0.78}\right) - 1\right)\right) \qquad (3.58)$$

สำหรับสัดส่วนของพื้นที่ในส่วนนี้สามารถหาได้จากสมการ

$$f_{dsh} = \frac{N_{dsh} C_{\min}}{U_{dsh} A_e} \qquad (3.59)$$

โดยสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของเครื่องระเหยในส่วนนี้หาได้จากสมการ

$$U_{dsh} = \frac{1}{\frac{A_e}{A_{pi} h_{idsh}} + \frac{1 - \eta_{fdsh}}{h_{odsh}\left(\frac{A_{po}}{A_f} + \eta_{fdsh}\right)} + \frac{1}{h_{odsh}}} \qquad (3.60)$$

สำหรับสมการที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายนอกในส่วน Superheat surface zone หาได้จากสมการ

$$\frac{\bar{h}_{ish} D_c}{k_l} = 0.023 \,\mathrm{Re}_D^{\frac{4}{5}} \,\mathrm{Pr}^n \qquad (3.61)$$

โดยที่ค่า n จะมีค่าเท่ากับ 0.3

และสำหรับสมการที่ใช้หาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายในในส่วน Superheat surface zone หาได้จากสมการ

$$\frac{\bar{h}_{osh} D_c}{k_v} = C \,\mathrm{Re}_D^{\ m} \ \ \mathrm{Pr}_v^{\ n} \left(\frac{\mathrm{Pr}_v}{\mathrm{Pr}_s}\right)^{\frac{1}{4}} \qquad (3.62)$$

สำหรับสมการที่ใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนภายนอกและภายในของส่วน Two phase zone หาได้จากสมการ

$$\frac{\bar{h}_{itp} D_c}{k_l} = 13.8\left(\mathrm{Pr}\right)_l^{1/3} \left[\frac{D_c G_v}{\mu_l}\left(\frac{\rho_l}{\rho_v}\right)^{1/2}\right]^{0.2} \qquad (3.63)$$

สมการการคำนวณ h_{gi} ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์ในสมการที่ 3.49

$$h_{gi} = 2501 + 1.805W_{swm} \tag{3.64}$$

สำหรับการคำนวณค่าของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP) ของเครื่องปรับอากาศหาได้จากสมการ

$$COP = \left(\frac{(Qs + Ql)}{P} \right) \tag{3.65}$$

และค่า Sensible Heat Ratio (SHR) สามารถหาได้จาก

$$SHR = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l} \tag{3.66}$$

สำหรับการคำนวณค่าความร้อนสัมผัส (Sensible Heat, Q_s) สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$Q_s = m_{ae} c_{pe} (t_{aie} - t_{aoe}) \tag{3.67}$$

และในส่วนของการคำนวณหาความร้อนแฝง (Latten Heat, Q_l) สามารถหาได้จากสมการ

$$Q_l = m_{ae} (2546)(W_{ie} - W_{oe}) \tag{3.68}$$

3.2 ขั้นตอนการคำนวณ

1. เริ่มต้นด้วยการป้อนค่าของ ค่าคงที่ในสมการของคอมเพรสเซอร์, ความถี่เบส, ความถี่ไฟฟ้าที่ป้อนคอมเพรสเซอร์, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยและคอนเดนเซอร์, ปริมาณและคุณสมบัติของอากาศภายนอก และภายในห้อง, คุณสมบัติทางกายภาพของเครื่องระเหยและคอนเดนเซอร์

2. สมมุติค่าอุณหภูมิของเครื่องระเหย (t_e) และอุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ (t_c) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วอุณหภูมิของเครื่องระเหยนั้นจะอยู่ในช่วง ประมาณ 0- 30 $^{\circ}C$ และในส่วนของคอนเดนเซอร์นั้นอุณหภูมิจะอยู่ในช่วง ประมาณ 60-80 $^{\circ}C$

3. ทำการหาค่าของ P ได้จากสมการที่ 3.1 และหาค่าของ m_r ได้จากสมการที่ 3.2 เนื่องจากการที่ทราบค่าของ m_{ro} และ P_o และนำไปแทนในสมการที่ 3.3 และสมการที่ 3.4 ทำให้ทราบค่าของ P และ m_r ที่ความถี่ไฟฟ้าที่ป้อนคอมเพรสเซอร์ และค่า k_m และ k_p ตามลำดับ

4. หาค่าของ i_{roe} ซึ่งเป็นเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยและเข้าคอมเพรส เซอร์ซึ่งจะพิจารณาหาค่า Q_{dsh} ได้จากสมการที่ 3.55 และนำค่า Q_{dsh} ที่ได้ไปพิจารณาหาค่า i_{roe} ได้จากสมการที่ 3.56 หลังจากนั้นทำการคำนวณหาค่าของ i_{ric} จากสาการที่ 3.12

5. พิจารณาในส่วนคอนเดนเซอร์ จากที่ทราบ i_{ric} จากสามารถที่จะหาค่าของ Q_{sh} ได้ต่อจากนั้นนำค่าของ Q_{sh} ประกอบกับค่า C_r จากสมการที่ 3.13 นำมาหาค่า t_{ric} ได้ในสมการที่ 3.11 ได้จากนั้นทำการหาอัตราส่วนของพื้นที่ f_{sh} ได้จากสมการที่ 3.18 ในส่วนของการพิจารณาที่สารทำความเย็นมีสถานะเป็น Superheat นั้นเริ่มทำการคำนวณจากวิธีการของ Newton raphson เพื่อหาค่าของ N_{sh} จากสมการที่ 3.19 และหาค่าของ U_{sh} จากสมการที่ 3.20 สำหรับสมการการหา h_{ish} สามารถหาได้จากสมการที่ 3.61 และการหาค่า h_{osh} สามารถหาได้จากสมการที่ 3.62

6. พิจารณาในส่วนของคอนเดนเซอร์ในส่วนของ Two phase เพื่อที่จะหาอัตราส่วนของพื้นที่ของ f_{tp} โดยใช้สมการที่ 3.9 หลังจากนั้นจะสามารถหาค่า Q_{tp} ได้จากสมการที่ 3.21 จากนั้นหาค่า U_{tp} ได้จากสมการที่ 3.34 และสำหรับสมการการหา h_{itp} สามารถหาได้จากสมการ 3.63และการหาค่า h_{otp} จะพิจารณาเช่นเดียวกับการหา h_{osh} โดยใช้สมการที่ 3.62 และสามารถหาค่า NTU_{tp} ได้จากสมการที่ 3.24

7. ทำการพิจารณาหาค่า t_c ค่าใหม่ได้จากสมการที่ 3.22 นำมาพิจารณากับค่า t_c เริ่มต้นถ้ามีความแตกต่างกันมากให้เริ่มขั้นตอนที่ 2 ซ้ำโดยใช้ t_c ค่าใหม่ คำนวณซ้ำจนกว่าจะได้ค่าที่เหมาะสม

8. สำหรับการเริ่มต้นในการในส่วนของเครื่องระเหยนั้น จากการที่แบ่งเครื่องระเหยออกเป็น 3 ส่วน เริ่มต้นจะทำการพิจารณาในส่วนของ Dry two-phase โดยจะกำหนดให้อากาศที่ทางเข้าเครื่องระเหยนั้น มีอุณหภูมิที่สูงกว่า t_e สำหรับจุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือหาค่า t_{aiwtp} ก่อนอื่นจะทำการหาค่า U_{dtp} ได้จากสมการที่ 3.34 สำหรับสมการการหา h_{idtp} และ h_{odtp} จะใช้วิธีคือเหมือนกับการพิจารณาเครื่องคอนเดนเซอร์ จากนั้นสามารถหาค่า t_{aiwtp} ได้จากสมการที่ 3.33

9. ทำการสมมุติค่าอุณหภูมิที่ทางออกของส่วนผสม t_{aidsh} และทำการเปรียบเทียบนำค่าที่สมมติไปเปรียบเทียบกับอุณหภูมิทางออกของผิวแห้ง t_{aiwtp} ถ้า $t_{aiwtp} \rangle t_{aidsh}$ แสดงว่าเครื่องระเหยจะทำการแบ่งพิจารณาออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งนั้นหมายความว่ามีการกลั่นตัวที่เครื่องระเหย แต่ถ้า $t_{aiwtp} \leq t_{aidsh}$ แสดงถึงว่าไม่มีการกลั่นตัวที่เครื่องระเหย และในการพิจารณาจะพิจารณา 2 ส่วน ตัดส่วน Wet two phase ออก

10. ในกรณีที่ $t_{aiwtp} \rangle t_{aidsh}$ เริ่มต้นด้วยการหาค่าของ f_{dtp} ซึ่งการหาค่า f_{dtp} จะต้องทราบค่า N_{dtp} ก่อนโดยจะใช้วิธีการของ Newton raphson ในการหาค่าของ N_{dtp} ได้จากสมการที่ 3.37 จากนั้นหาค่า f_{dtp} ได้จากสมการที่ 3.38

11. จากนั้นจะพิจารณาในส่วนของเครื่องระเหยที่เป็นส่วนของ Desuperheat surface โดยจุดประสงค์ของขั้นตอนนี้คือการหาค่า f_{dsh} ก่อนอื่นจะต้องทราบค่า N_{dsh} ซึ่งในส่วนนี้จะใช้วิธีการของ Newton raphson โดยสมการที่ใช้หาค่า N_{dsh} คือสมการที่ 3.58 จากนั้นทำการหาค่า U_{dsh} ได้จาก สมการที่ 3.60 จากนั้นสามารถพิจารณาหาค่า f_{dsh} ได้จากสมการที่ 3.59

12. จากนั้นเป็นพิจารณาในส่วนของเครื่องระเหยที่เป็นส่วนของ Wet two-phase โดยเริ่มต้นจากการสมมุติค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำที่กลั่นตัวของผิวท่อ t_{wm} และอุณหภูมิของท่อ t_p เพื่อที่จะนำไปพิจารณาหาค่า b_{wm} และ b_R โดยค่าของ b_{wm} นั้นสามารถหาได้จากสมการที่ 3.47 และหาค่าของ b_R ได้จากสมการที่ 3.43 จากนั้นหาค่า h_{odtp} ได้จากสมการ 3.63 ต่อมาทำการหาค่า h_{owtp} จากสมการที่ 3.48 และได้ค่า h_w จากสมการที่ 3.44 จากนั้นจะสามารถหาค่า U_{wtp} ได้จากสมการที่ 3.42 จากนั้นนำค่าที่ได้มาพิจารณาหาค่า i_{aidsh} ได้จากสมการที่ 3.41 จากนั้นทำการพิจารณาหาค่า Δi_{am} จากสมการที่ 3.40 และหลังจากนั้นนำค่า Δi_{am} ที่ได้มานำมาพิจารณาหาค่า i_{am} ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ 3.51 จากนั้นทำการตรวจสอบค่า t_p ได้จากสมการที่ 3.49 และทำการตรวจสอบค่า t_{wm} ได้จากสมการที่ 3.50 ซึ่งการหาค่าของ t_{wm} สามารถที่จะหาได้จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเอนทัลปี ที่จุดอิ่มตัวของอากาศ (Saturated air) จากนั้นทำการตรวจสอบค่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่สมมุติขึ้นหากค่าที่ได้กับค่าที่สมมุติขึ้นนั้นมีความแตกต่างกันมากก็ทำการคำนวณซ้ำขั้นตอนเดิมโดยใช้ค่า t_{wm} และค่า t_p ใหม่จนได้ค่าU_{wtp}, t_{wm} และ t_p ที่ถูกต้อง

13. เนื่องจากเริ่มต้นเราได้ทำการสมมุติค่า t_{aidsh} ดังนั้นต้องทำการหาค่าใหม่เพื่อที่จะนำได้ตรวจสอบกับค่าเริ่มต้น โดยก่อนอื่นจะหาค่าของ $\frac{di_a}{dW_a}$ จากสมการที่ 3.49 ซึ่งจากสมการข้างต้นค่าที่เราไม่ทราบคือ Le W_{swm} และ h_{gi} ซึ่งค่า Le ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าเท่า 0.9สำหรับค่า W_{swm} สามารถที่จะหาได้จาก Fit Curve ในสภาวะ Saturated air และค่า h_{gi} หาได้จากสมการ 3.64 จากนั้นนำค่าของ $\frac{di_a}{dW_a}$ มาพิจารณาหาค่า W_{aidsh} ได้จากสมการที่ 3.53 ดังนั้นสามารถที่จะหาค่า t_{aidsh} ค่าใหม่ได้จากสมการที่ 3.54

14. ในกรณีที่ค่า $t_{aiwtp} \le t_{aidsh}$ ให้ทำการกำหนดค่าของ t_{awtp} ใหม่ให้เท่ากับ t_{aidsh} หาค่าของ f_{dsh} เช่นเดียวกับกรณี $t_{aiwtp} \rangle t_{aidsh}$ ซึ่งจะได้ค่า f_{dtp} ได้จากสมการที่ 3.32 โดยค่า $f_{wtp} = 0$ จากนั้นทำการหาค่าของ N_{dtp} จากสมการที่ 3.38 จากนั้นสามารถหาค่า t_{aidsh} ได้จากสมการที่ 3.37

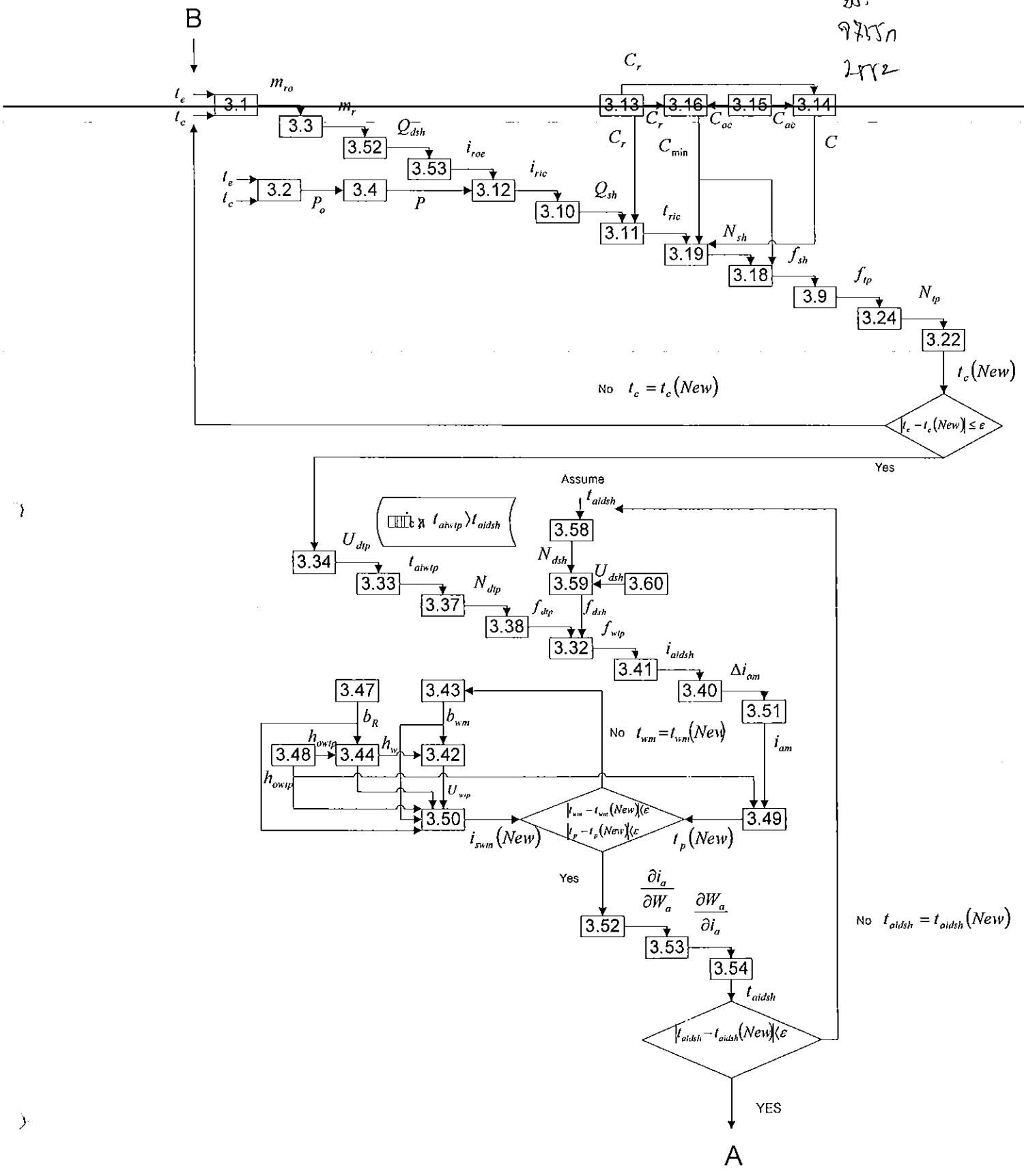
15. ตรวจสอบค่า t_{aidsh} ค่าใหม่ที่ได้กับค่าเดิมที่สมมุติ หากยังมีความแตกต่างกันมากให้ทำซ้ำขั้นตอนเดิมโดยใช้ t_{aidsh} ค่าใหม่ จนได้ค่าที่ใกล้เคียงกันมากขึ้น

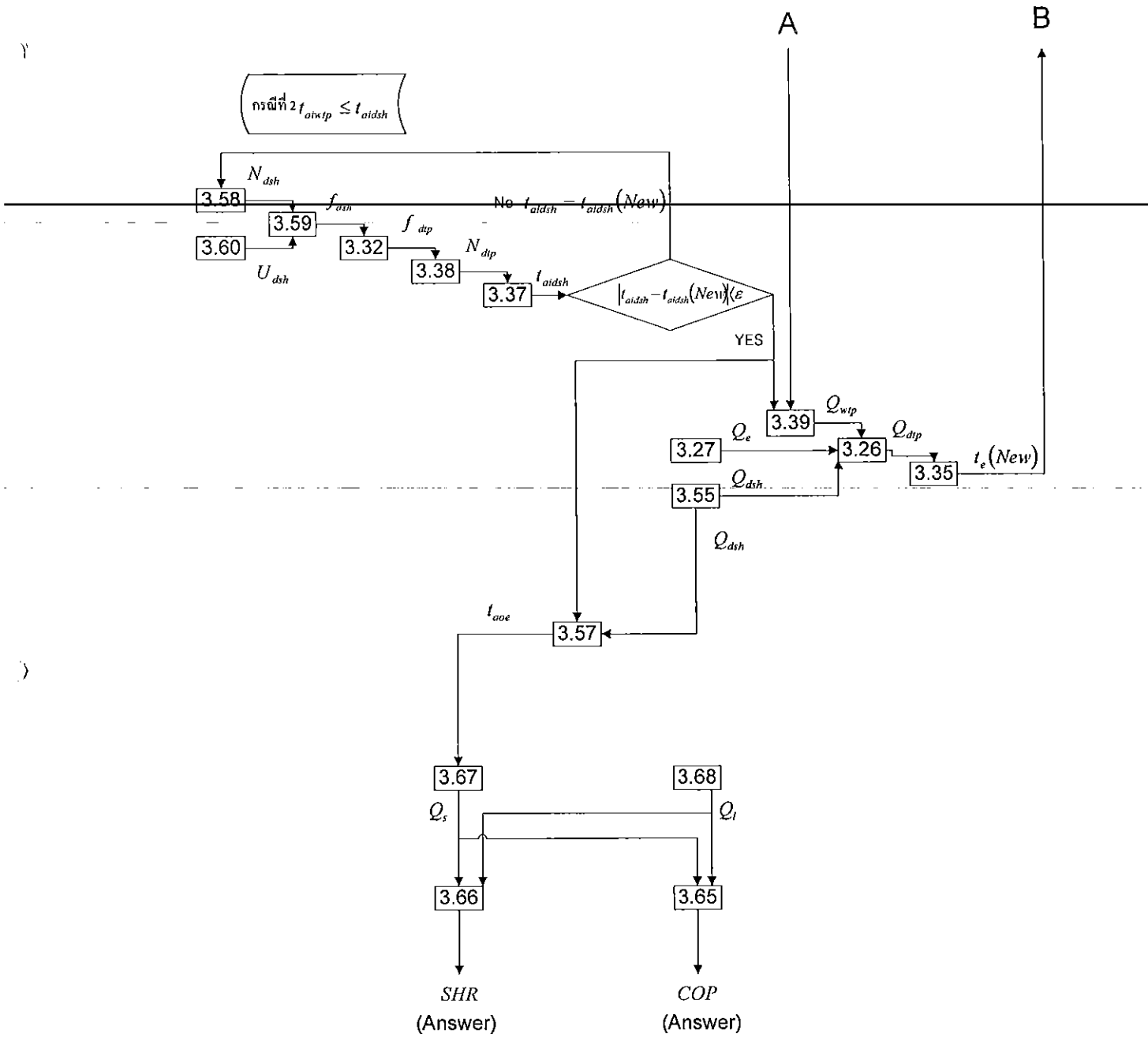
16. ในการเช็คค่าของ t_e ที่ได้สมมุติในตอนแรก ทำได้โดยหาค่า Q_e ได้จากสมการที่ 3.27 และหาค่าของ Q_{dsh} ได้จากสมการที่ 3.55 ซึ่งค่า DSH ในงานวิจัยนี้ใช้ค่าประมาณ 1.8 $^{\circ}C$ และหาค่าของ Q_{wtp} ได้จากสมการที่ 3.39 จากข้างต้นทำให้ทราบค่า Q_e, Q_{dsh} และค่า Q_{wtp} ทำให้สามารถหาค่าของ Q_{dtp} ได้จากสมการที่ 3.26 ทำให้สามารถหาค่า t_e ค่าใหม่ได้จากสมการที่ 3.35 แล้วนำมาพิจารณากับค่า t_e เริ่มต้นถ้ามีความแตกต่างกันมาก ให้เริ่มขั้นตอนที่ 2 ตั้งแต่ต้นซ้ำอีกโดยใช้ t_e ค่าใหม่ คำนวณซ้ำจนกว่าจะได้ค่าที่เหมาะสม

17. ในการหาค่าของ SHR สามารถที่จะคำนวณได้จากสมการที่ 3.66 และการคำนวณหาค่า COP นั้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.65 ซึ่งก่อนจะคำนวณได้นั้นจำเป็นที่ต้องหาค่าของ Q_s และ Q_l ซึ่งสามารถที่จะคำนวณได้จากสมการที่ 3.67 และ 3.68 ตามลำดับ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.3 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์





รูปที่ 3.2 ไดอะแกรมของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

บทที่ 4

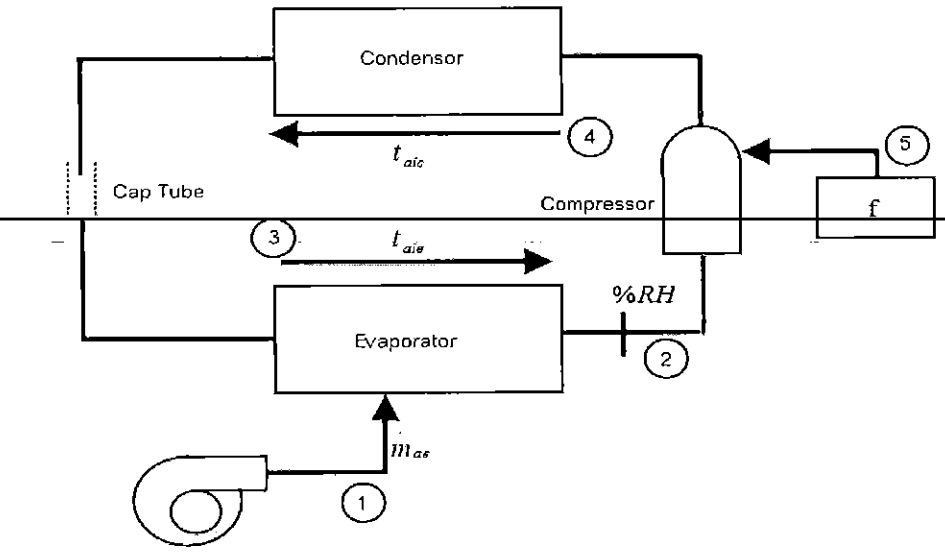
การวิเคราะห์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในโครงงานนี้ต้องการทราบสมรรถนะในการทำความเย็นและลดความชื้น ดังนั้นจึงใช้ค่าของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR) จากการทำงานในสภาวะต่างๆของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เป็นค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยเราจะมีการปรับเปลี่ยนค่าต่างๆ ด้วยกัน 5 ค่า คือ

1. ความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์, f (Hz)
2. อัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องระเหย, m_{ae} (kg/s)
3. อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, t_{aie} $(°C)$
4. อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่ทางเข้า, t_{aic} $(°C)$
5. ค่าความชื้นสัมพันธ์ของห้องปรับอากาศ, % RH_{aie}

เพื่อนำผลของแบบจำลองมาวิเคราะห์ผลต่อการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยจะมาพิจารณาว่าทั้ง 5 ค่านี้มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)และค่า Sensible heat ratio (SHR)อย่างไรบ้าง

เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เท่ากับอัตราส่วนระหว่างสมรรถนะในการทำความเย็น (Q_e)ต่อพลังงานที่ใช้ขับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$ และสมมรรถนะในการทำความเย็นยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Latent Heat (Q_l)กับ Sensible Heat (Q_s) โดยค่า Latent Heat และ Sensible Heat นี้มีผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ของเครื่องระเหยซึ่งมีผลมาจากค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านใน (h_i) และค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอก (h_o)และอุณหภูมิของเครื่องระเหย (t_e)ยังมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกอีกดังนั้นจึงวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.1กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

4.1 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย

ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศทำงานในแต่ละความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่ค่าต่างๆโดยจะกำหนดค่าตัวแปรที่เหลือต่างๆคงที่ดังนี้

1.อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) เท่ากับ $25\,^{\circ}C$ เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนของประเทศไทย

2.อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) เท่ากับ $32\,^{\circ}C$ เพราะเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอกในประเทศไทย

3.ค่าความชื้นสัมพันธ์ของห้องปรับอากาศ $(\%RH_{aie})$ เท่ากับ 55 % เพราะเป็นค่าความชื้นสัมพันธ์มาตรฐานในประเทศไทย

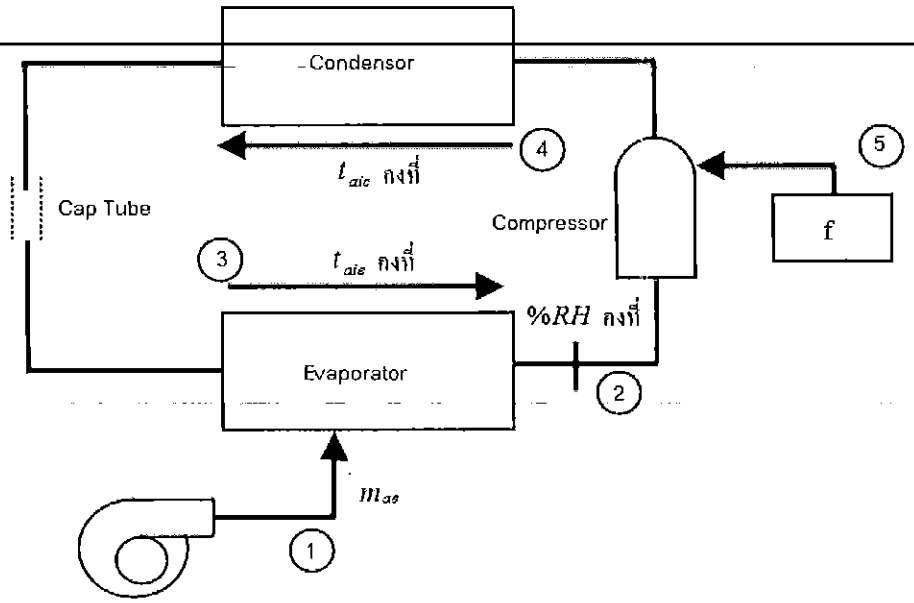
โดยการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 Hz และในส่วนของการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยจะปรับจนถึงอัตราการไหลสูงสุดที่ 100 % โดยพิจารณาอัตราการไหลของอากาศดังนี้

$m_{ae} = 0.15699\ kg/s$ เป็นค่าอัตราการไหลของอากาศสูงที่สุดของเครื่องปรับอากาศตัวนั้นโดยจะให้ $(m_{ae} = 100\,\%)$

$m_{ae} = 0.11774\ kg/s$ เป็นค่าอัตราการไหลของอากาศค่ากลางของเครื่องปรับอากาศตัวนั้นโดยจะให้ $(m_{ae} = 75\,\%)$

$m_{ae} = 0.078493\ kg/s$ เป็นค่าอัตราการไหลของอากาศต่ำที่สุดของเครื่องปรับอากาศตัวนั้นโดยจะให้ $(m_{ae} = 50\,\%)$

ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR) จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.2 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)

จากสมการ 1. $COP = \dfrac{Qe}{Power}$

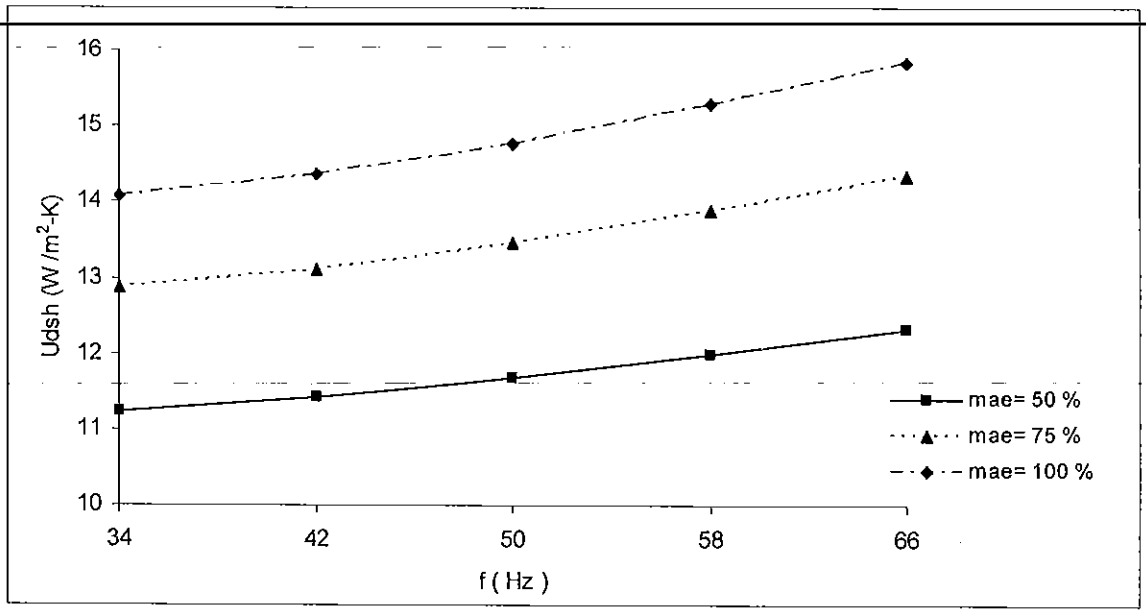
จากสมการ 2. $Qe = UA\Delta T_m$ โดย $U \propto h_i, h_o$ และ $Qe \propto U$

จากสมการ 3. $Qe = m_{ae} C_p \Delta T$ โดย $Qe \propto m_{ae}$

และสมการ 4. $Qe = Q_s + Q_l$

จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.1.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

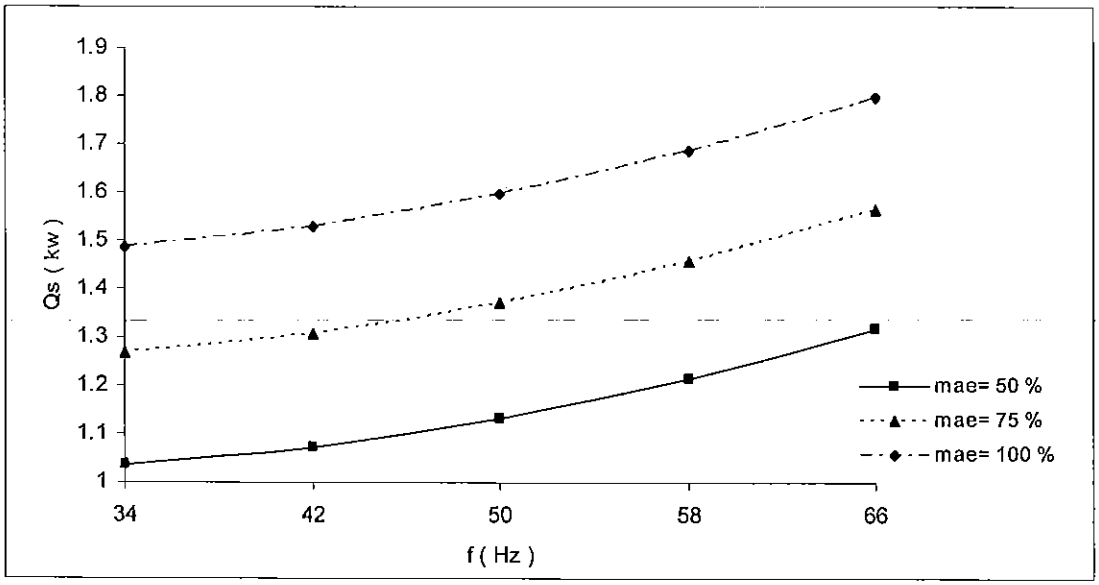


กราฟที่ 4.1.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25 °C , 55% RH และ 32 °C ตามลำดับ)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.1.1 โดยค่าความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมก็จะเพิ่มขึ้นด้วยโดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกด้วย

4.1.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)



กราฟที่ 4.1.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)

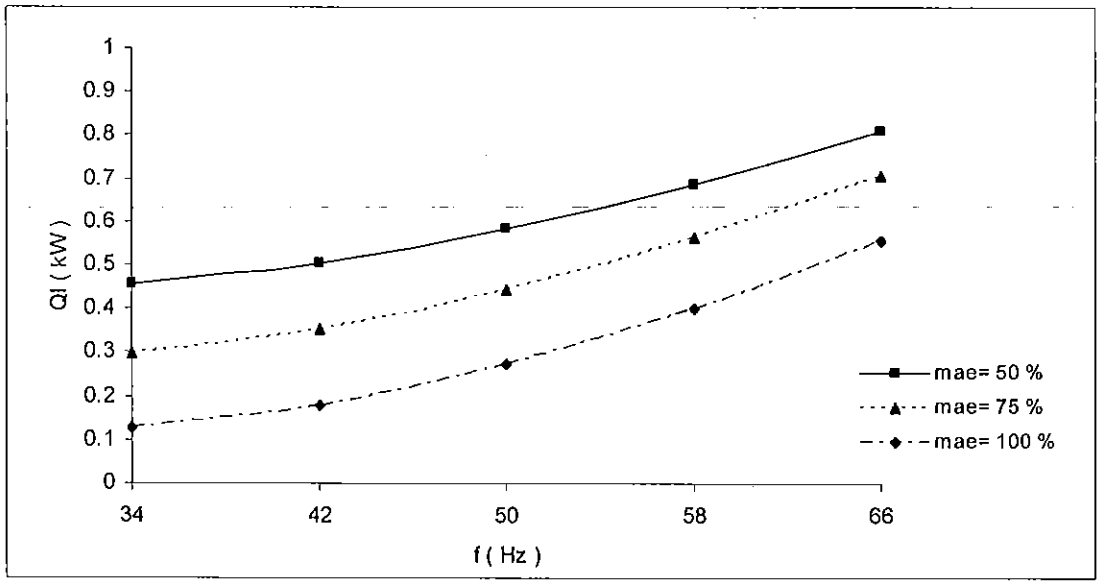
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25 $^{\circ}C$, 55% RH และ 32 $^{\circ}C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนสัมผัส (Sensible heat(Q_s)) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f)และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})จะเห็นได้ว่าการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยมีผลต่อค่า Sensible heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.1.2

โดยที่การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยจะทำให้ค่า Sensible heat เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยลดลงจึงส่งผลทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยมากขึ้นตามไปด้วยก็จะส่งผลต่อค่า Sensible heat เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นจึงส่งผลทำให้ค่า

ความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยลดลงแต่การลดลงยังน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจึงมีผลทำให้ Sensible heat เพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆที่เพิ่มขึ้น

4.1.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l)



กราฟที่ 4.1.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l)

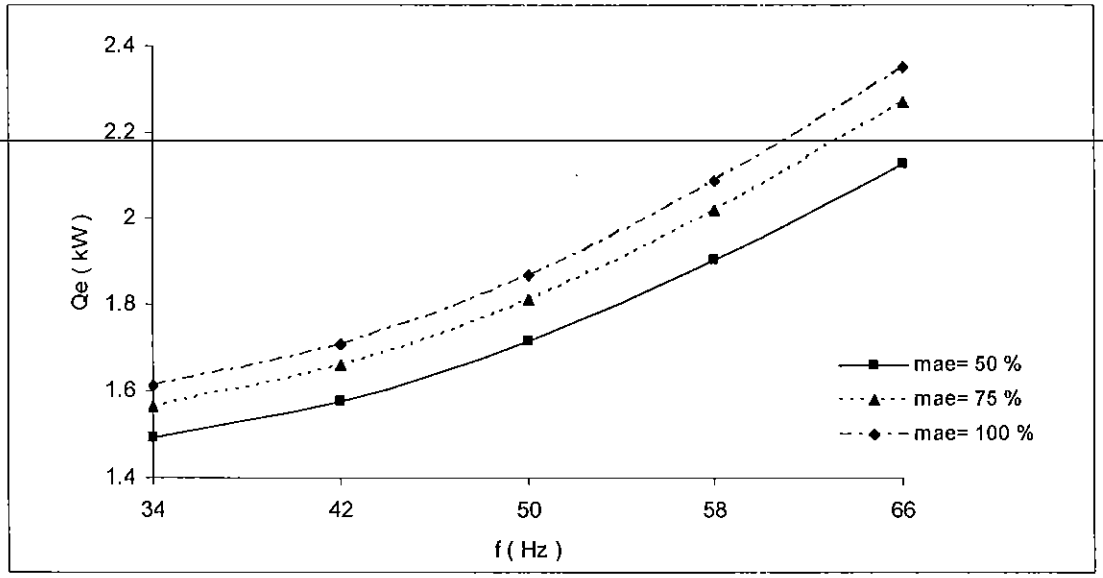
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25 $^{\circ}C$, 55% RH และ 32 $^{\circ}C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนแฝง (Latent heat (Q_l))ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f)และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae})ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของ Latent heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยมีผลต่อค่า Latent heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.1.3

โดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาจะทำให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่า Latent heat ลดลงทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มค่าความถี่ทางไฟฟ้าจะไปทำให้ค่าความชื้นของอากาศที่เข้าห้องปรับอากาศในส่วนของ

Super heat ลดลงโดยจะไปมีผลต่อทำให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้นจากกราฟที่ 4.1.3 แต่การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะไปเป็นการไปเพิ่มค่าความชื้นของอากาศที่เข้าห้องปรับอากาศในส่วนของ Super heat จึงมีผลทำให้ค่า Latent heat ลดลงจากกราฟที่ 4.1.3

4.1.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)



กราฟที่ 4.1.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)

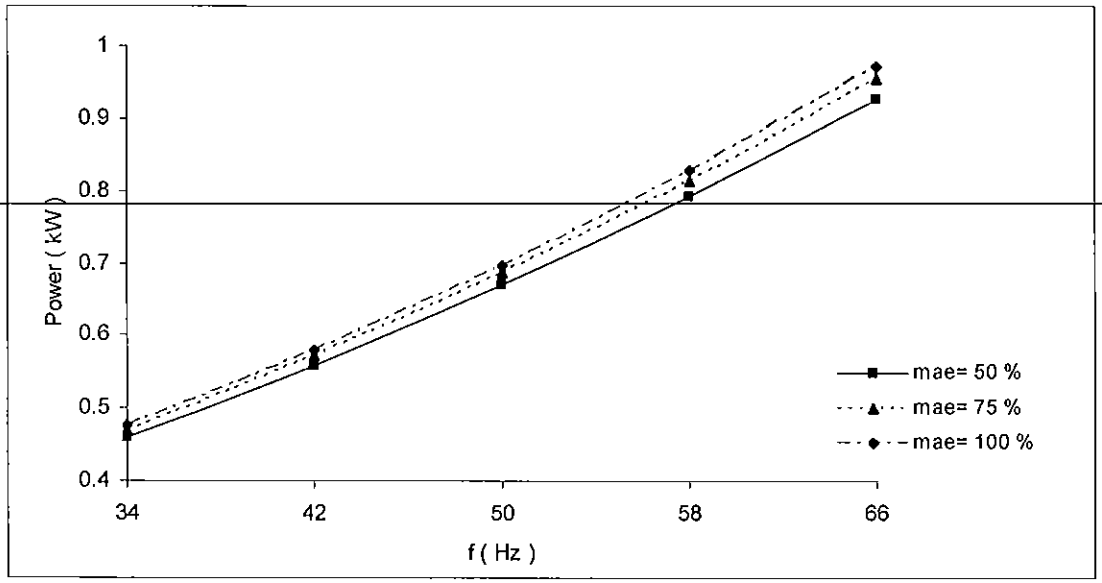
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25 °C , 55% RH และ 32 °C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP)และค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae})ที่ค่าต่างๆ

จะเห็นได้ว่าค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)จากกราฟที่ 4.1.4 การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะไปเป็นการไปเพิ่มค่าSensible heat จากกราฟที่4.1.2

และในส่วนของค่า Latent heat จากกราฟที่ 4.1.3 การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้ามีผลทำให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอัตราการไหลที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะมีผลทำให้ค่า Latent heat ลดลงตามกราฟที่ 4.1.3

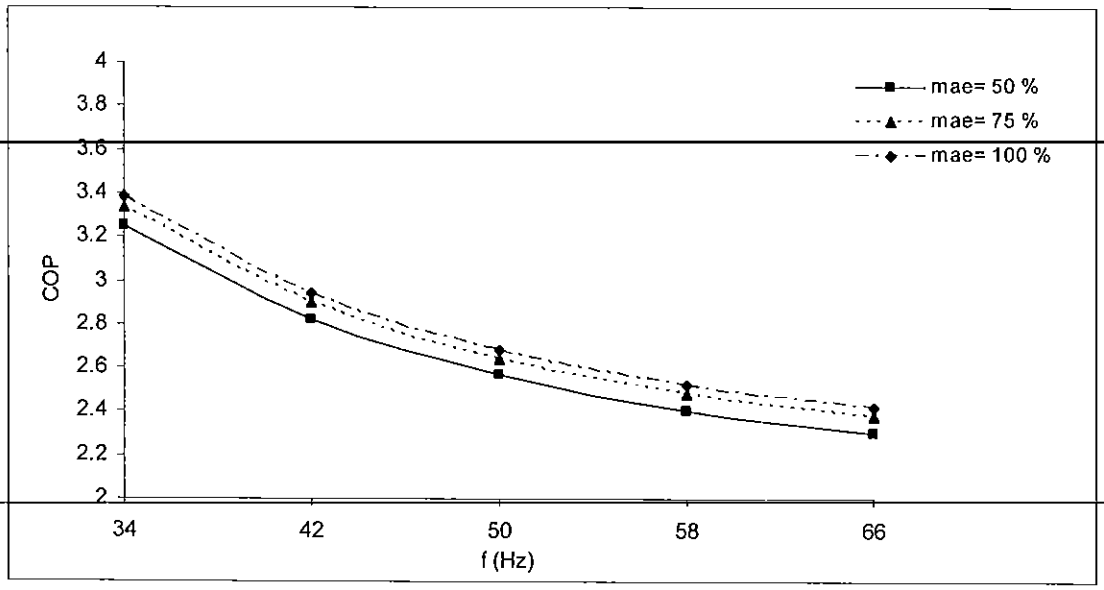
4.1.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ($Power$)



กราฟที่ 4.1.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ($Power$)
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25 °C , 55% RH และ 32 °C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ($Power$) ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ($Power$) จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามามากขึ้นแต่อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะไม่มีผลต่อกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์มากนักโดยสังเกตได้จากกราฟที่ 4.1.5

4.1.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น



กราฟที่ 4.1.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย(m_{ae})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP)
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ25 $^{\circ}C$,55% RH และ32 $^{\circ}C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae})ที่ค่าต่างๆจะเห็นว่าการเพิ่มค่าความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ลดลงแต่การเพิ่มอัตราการไหลอากาศผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เพิ่มขึ้นตามกราฟที่ 4.1.6

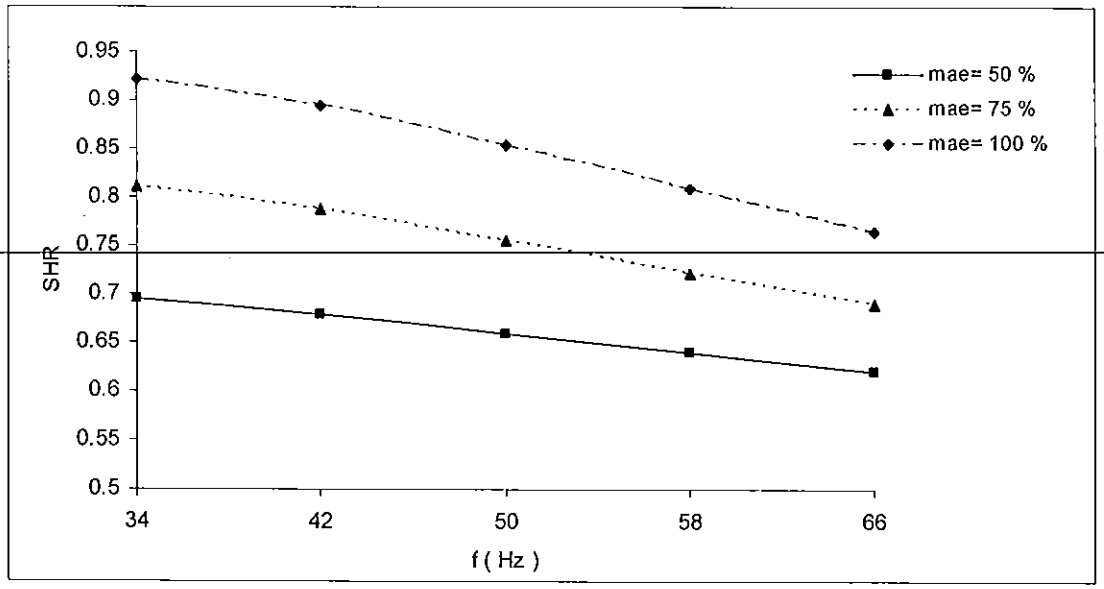
ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆและการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)เพิ่มขึ้นตามกราฟที่ 4.1.4 นอกจากนั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (Power) เพิ่มขึ้นด้วยโดยอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยมีผลไม่มากนักตามกราฟที่ 4.1.5 จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ลดลงตามความถี่ทางไฟฟ้าเพราะว่าค่า Power เพิ่มขึ้นมากกว่าค่า Q_e แต่ค่า COP จะเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้นๆ เพราะว่าค่าQ_eเพิ่มขึ้นมากกว่าค่า Power จึงส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เพิ่มขึ้น

พิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR)

จากสมการ 1. $SHR = \frac{Qs}{Qe}$

และสมการ 2. $Qe = Q_s + Q_l$

4.1.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR)



กราฟที่ 4.1.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR)

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25 °C , 55% RH และ 32 °C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าSensible heat ratio(SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลทำให้ค่า SHR มีค่าลดลงแต่การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่า SHR มีค่าเพิ่มขึ้น

ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะไปเพิ่มค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e) มากกว่าการไปเพิ่มค่า Sensible heat (Q_s) จึงมีผลต่อค่า SHR ลดลงตามความถี่ที่ป้อนเข้ามาตามกราฟที่ 4.1.7 แต่การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นมีผลทำให้ค่า Sensible heat (Q_s) เพิ่มขึ้นมากกว่าการเพิ่มของค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่อง

ระเหย (Q_e) จึงมีผลทำให้ค่า SHR เพิ่มตามอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้นๆตามกราฟที่ 4.1.7

4.2 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า

ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศทำงานในแต่ละความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่ค่าต่างๆ โดยจะกำหนดค่าตัวแปรที่เหลือต่างๆคงที่ดังนี้

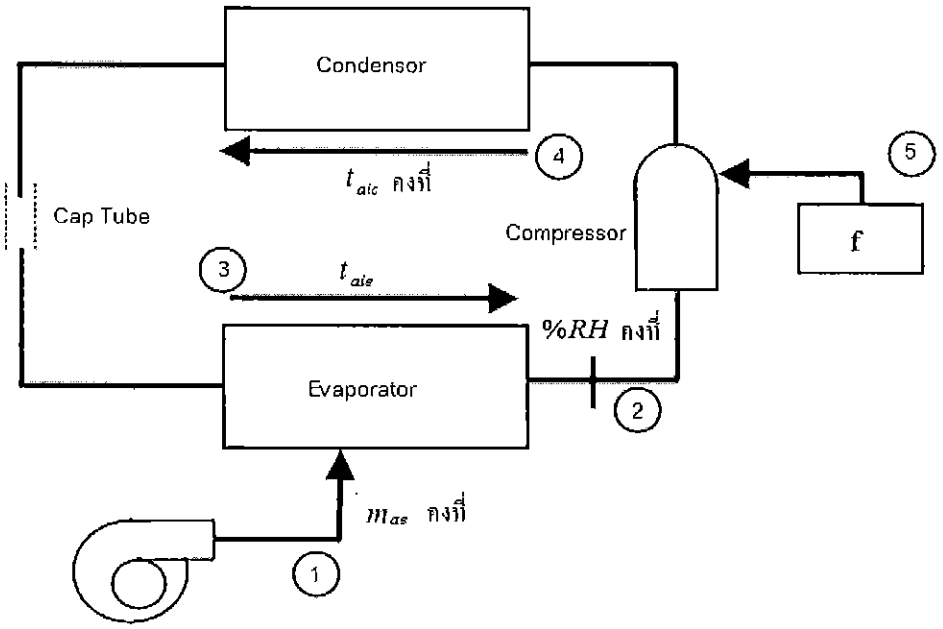
1.อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) เท่ากับ $32\,^{\circ}C$ เพราะเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอกในประเทศไทย

2.ค่าความชื้นสัมพันธ์ของห้องปรับอากาศ $(\%RH_{aie})$ เท่ากับ 55 % เพราะเป็นค่าความชื้นสัมพันธ์มาตรฐานในประเทศไทย

3.ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) เท่ากับ 0.11774 kg/s หรือเท่ากับ 75% ของอัตราการไหลสูงสุด เพราะเป็นค่าอัตราการไหลที่ค่ากลางของเครื่องปรับอากาศนั้น

โดยการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 Hz และในส่วนของการปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าจะเพิ่มขึ้นทีละ $2\,^{\circ}C$

ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR) จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.3 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางข้าที่ผ่านเครื่องระเหย

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)

จากสมการ 1. $COP = \frac{Qe}{Power}$

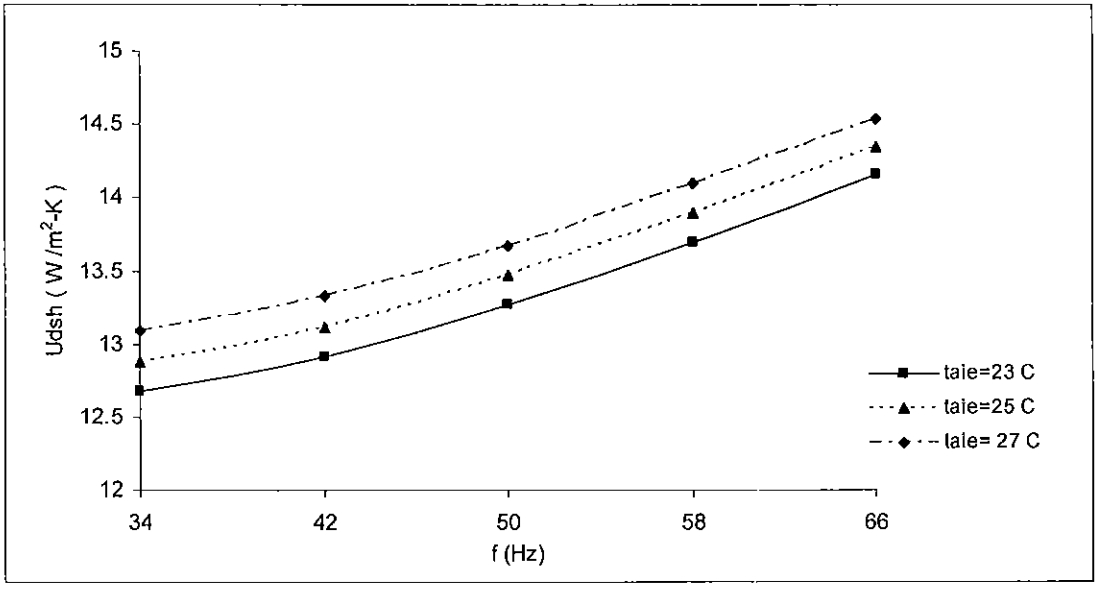
จากสมการ 2. $Qe = UA\Delta T_m$ โดย $U \propto h_i, h_o$ และ $Qe \propto U$

จากสมการ 3. $Qe = m_{ae} C_p \Delta T$ โดย $Qe \propto t_{aie}$

และสมการ 4. $Qe = Q_s + Q_l$

จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.2.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)



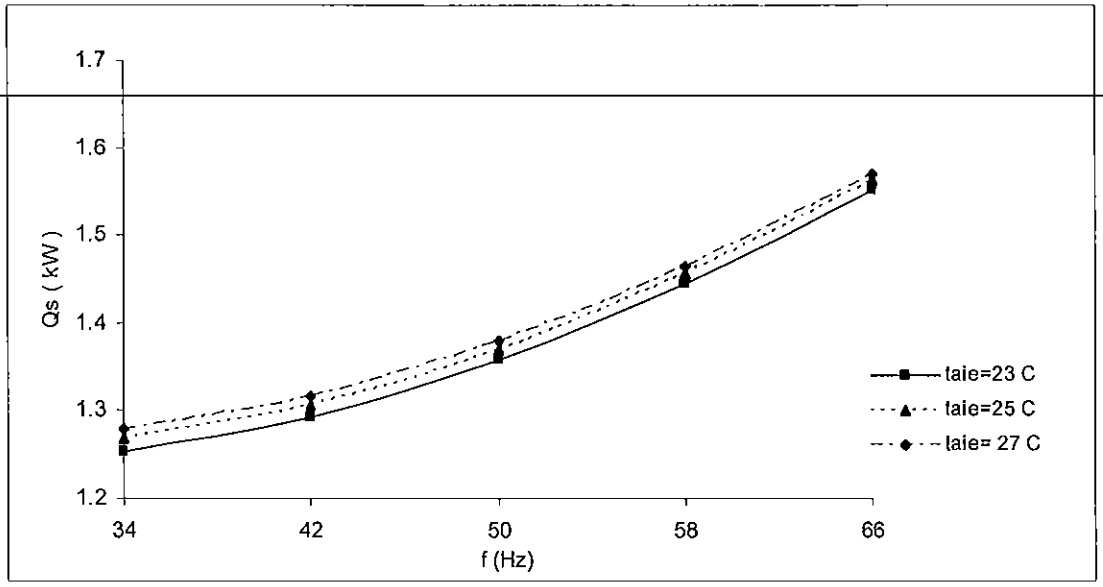
กราฟที่ 4.2.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s ,55% RHและ32°C ตามลำดับ)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวม(U)ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่า

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมนั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวมทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.2.1 โดยค่าความถี่ทางไฟฟ้าและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมก็จะเพิ่มขึ้นด้วย โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกด้วย

4.2.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)



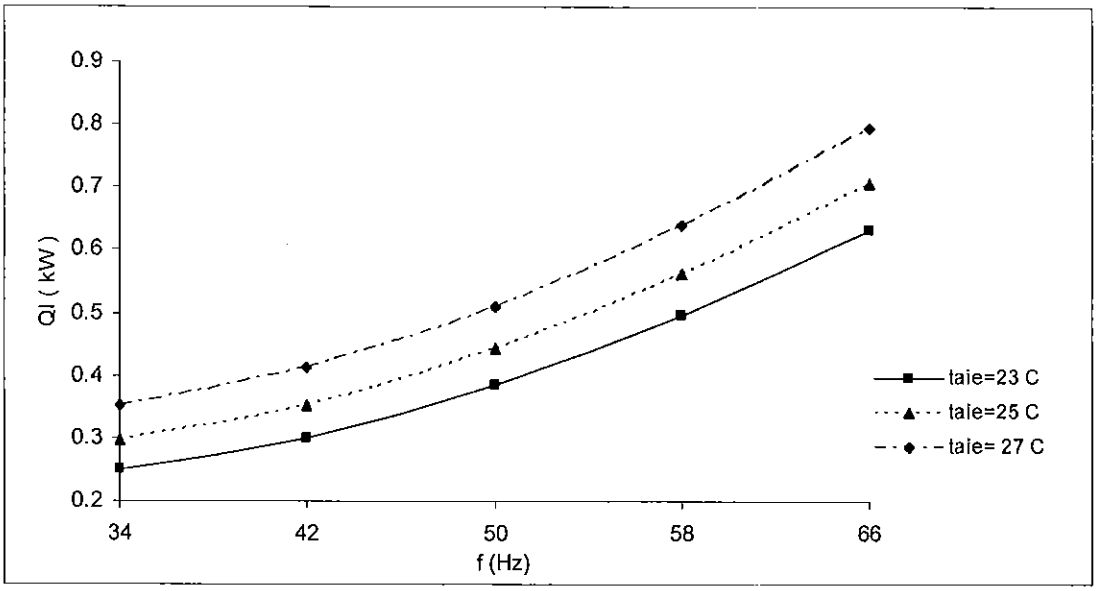
กราฟที่ 4.2.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ 32 °C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนสัมผัส (Sensible heat (Q_s))ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของ Sensible heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลต่อค่า Sensible heat ทั้งนั้นแต่ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลเล็กน้อยเท่านั้นตามกราฟที่ 4.2.2

โดยที่การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าจะทำให้ค่า Sensible heat เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยลดลงจึงส่งผลทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยมากขึ้นตามไปด้วยก็จะส่งผลต่อค่า Sensible heat เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ จะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มนั้นไม่ส่งผลทำให้ค่า Sensible heat ลดลงแต่อย่างใดเนื่องจากการปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลมากกว่าค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยที่ลดลงจึงส่งผลทำให้ Sensible heat เพิ่มขึ้นแต่ไม่มากนักตามกราฟที่ 4.2.2

4.2.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และ อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า(t_{aie}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l)



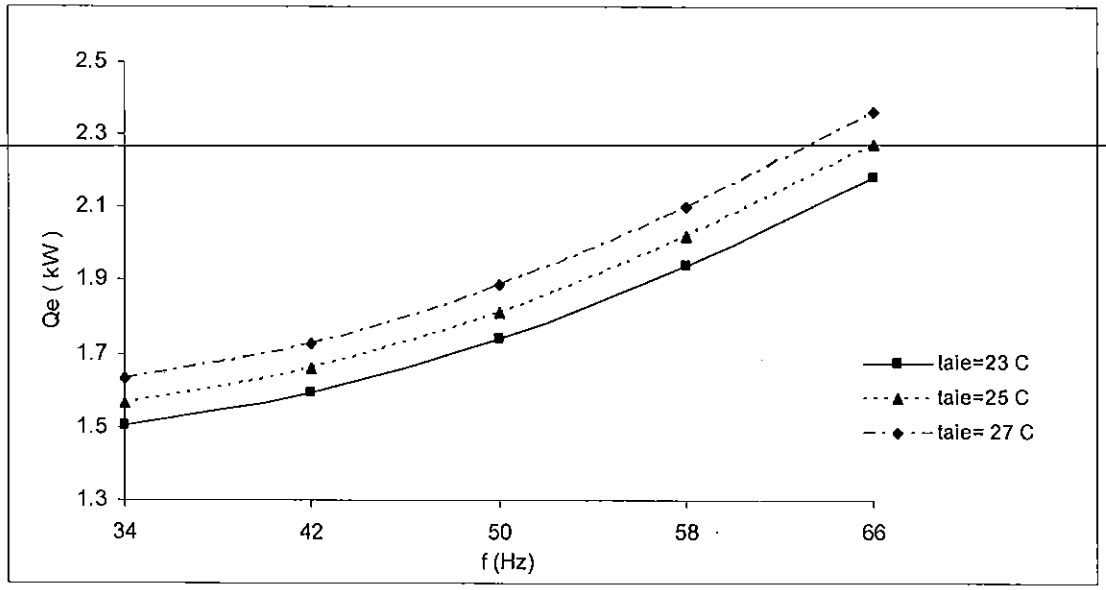
กราฟที่ 4.2.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และ อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า(t_{aie}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s, 55% RH และ 32 °C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนแฝง (Latent heat(Q_l)) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie})

ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของ Latent heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลต่อค่า Latent heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.2.3โดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาและเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ จะทำให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้น

4.2.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)



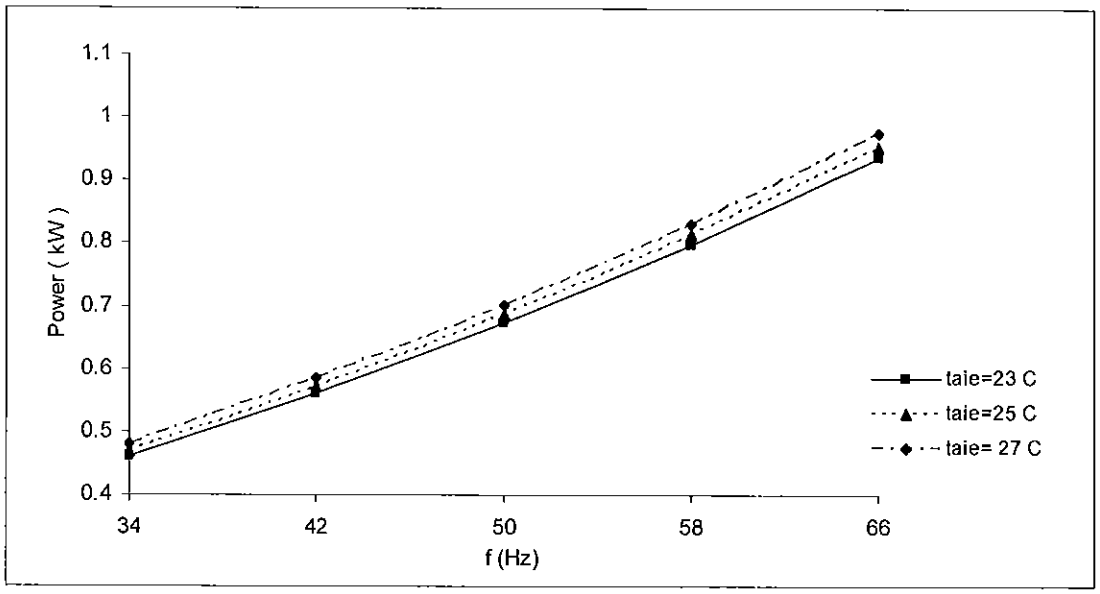
กราฟที่ 4.2.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s, 55% RH และ32°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e) ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie})ที่ค่าต่างๆ จะเห็นได้ว่าค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e) จากกราฟที่ 4.2.4การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้น

เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้านั้นจะไปเป็นการไปเพิ่มค่า Sensible heat จากกราฟที่ 4.2.2 แต่การเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆมีผลต่อค่า Sensible heat เล็กน้อยเท่านั้นและในส่วนของค่า Latent heat จากกราฟที่ 4.2.3 นั้นก็เหมือนกับในส่วนของ Sensible heat จึงมีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆโดยดูได้จากกราฟที่ 4.2.4 นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวม (U) ที่เพิ่มขึ้นจากกราฟที่ 4.2.1 ก็จะส่งผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) เพิ่มขึ้นด้วยโดยพิจาณาจากสมการที่ 2, 3 และ 4 ด้วย

4.2.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$



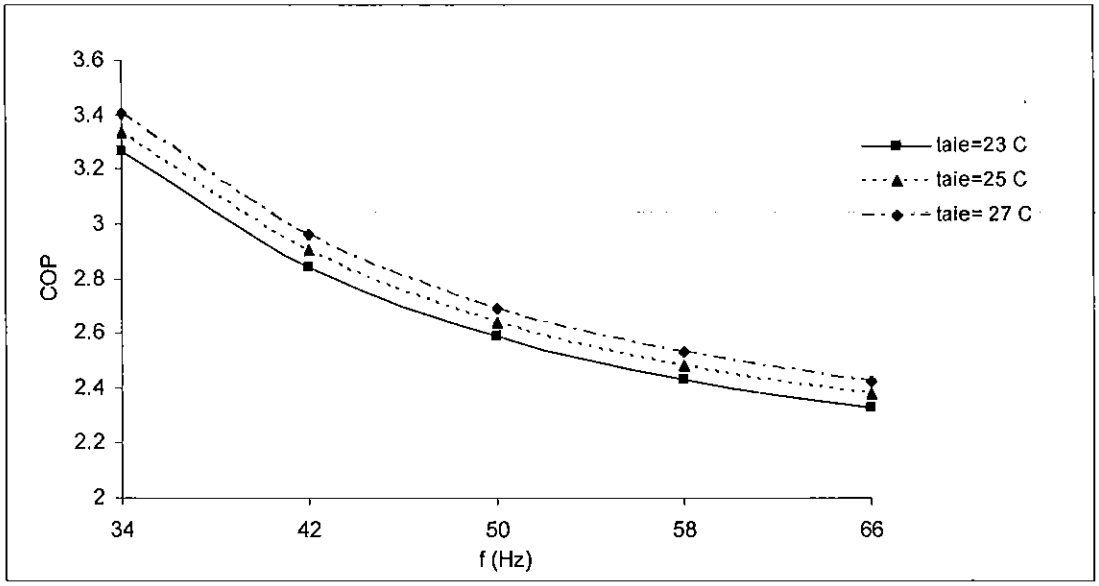
กราฟที่ 4.2.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ32°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$ ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของกำลังที่

ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามามากขึ้นและการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าก็จะมีผลต่อกำลังที่ป้อนให้กับความเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นเหมือนกันแต่ไม่มากนักโดยสังเกตได้จากกราฟที่ 4.2.5

4.2.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP)



กราฟที่ 4.2.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ32°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่ค่าต่างๆ จะเห็นว่าการเพิ่มค่าความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่า COP ลดลงแต่การเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ จะทำให้ค่า COP เพิ่มขึ้นแต่ไม่มากนักโดยดูจากกราฟที่ 4.2.6

ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าและเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้เพิ่มค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยตามกราฟที่ 4.2.4 นอกจากนั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่า Power เพิ่มขึ้นด้วยตามกราฟที่ 4.2.5โดยอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลไม่มากนักจึงทำให้ค่าของ COP ลดลงตามความถี่ทางไฟฟ้าเพราะว่าค่า Power เพิ่มขึ้น

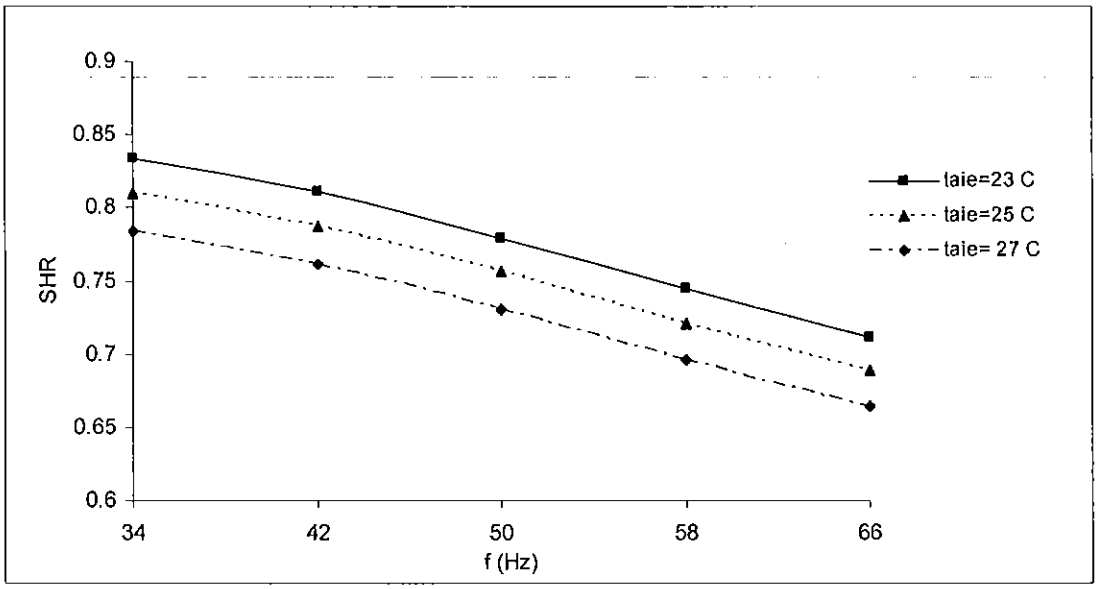
มากกว่าค่า Q_e แต่ค่า COP จะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้นๆเพราะว่าค่า Q_e เพิ่มขึ้นมากกว่าค่า Power ตามกราฟที่ 4.2.6

พิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR)

จากสมการ 1. $SHR = \frac{Qs}{Qe}$

และสมการ 2. $Qe = Q_s + Q_l$ โดย $Q_l \propto t_e$.

4.2.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio(SHR)



กราฟที่ 4.2.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s, 55% RH และ 32°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) ที่ค่าต่างๆ จะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ จะมีผลทำให้ค่า SHR มีค่าลดลง

ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะไปเพิ่มค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) มากกว่าการไปเพิ่มค่า Sensible heat (Q_s) จึงมีผลต่อค่า SHR ลดลงตามความถี่ที่

ป้อนเข้ามา และการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ ก็เหมือนกับในส่วนของความถี่ทางไฟฟ้าที่จะไปเพิ่มค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) มากกว่าการไปเพิ่มค่า Sensible heat (Q_s) จึงมีผลทำให้ค่า SHR ลดลงตามอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ ตามกราฟที่ 4.2.7

4.3 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า

ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศทำงานในแต่ละความถี่ทางไฟฟ้า (f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่ค่าต่างๆ โดยจะกำหนดค่าตัวแปรที่เหลือต่างๆคงที่ดังนี้

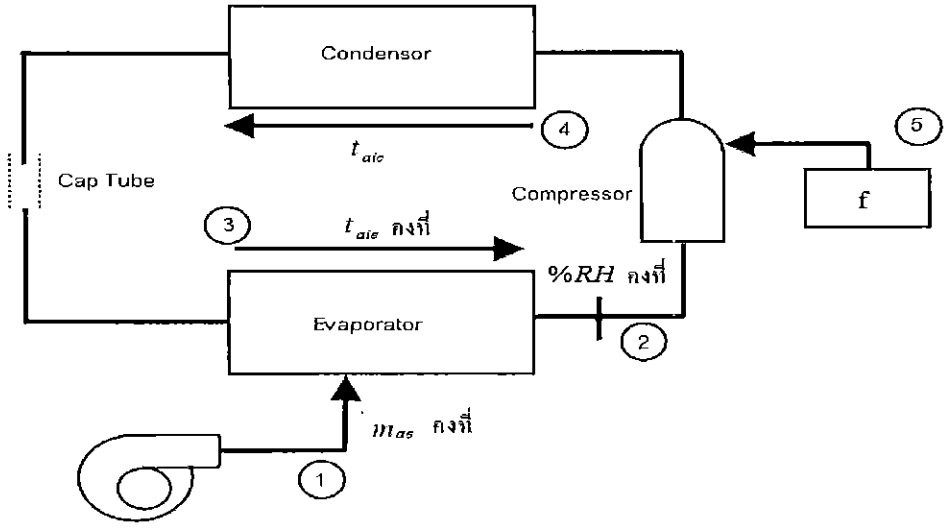
1.อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) เท่ากับ 25 $^{\circ}C$ เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนของประเทศไทย

2.ค่าความชื้นสัมพันธ์ของห้องปรับอากาศ $(\%RH_{aie})$ เท่ากับ 55 % เพราะเป็นค่าความชื้นสัมพันธ์มาตรฐานในประเทศไทย

3.ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) เท่ากับ 0.11774 kg/s หรือเท่ากับ 75% ของอัตราการไหลสูงสุด เพราะเป็นค่าอัตราการไหลที่ค่ากลางของเครื่องปรับอากาศนั้น

โดยการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 Hz และในส่วนของการปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าจะเพิ่มขึ้นทีละ 2 $^{\circ}C$

ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR) จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.4 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)

จากสมการ 1. $COP = \dfrac{Qe}{Power}$

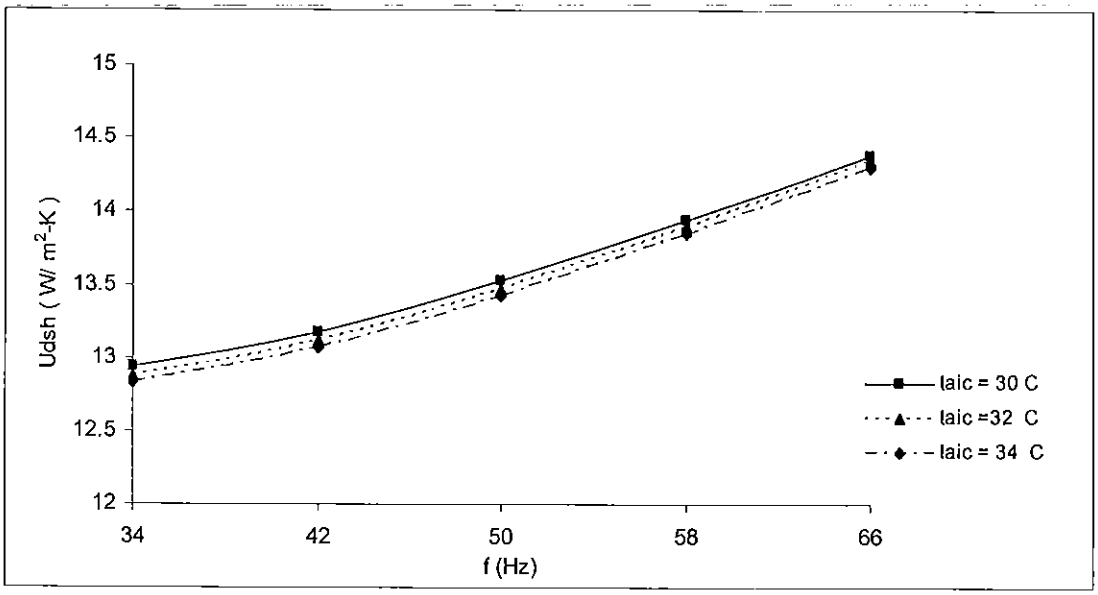
จากสมการ 2. $Qe = UA\Delta T_m$ โดย $U \propto h_i, h_o$ และ $Qe \propto U$

จากสมการ 3. $Qe = m_{ae} C_p \Delta T$ โดย $Qe \propto t_{aie}$

และสมการ 4. $Qe = Q_s + Q_l$

จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.3.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)



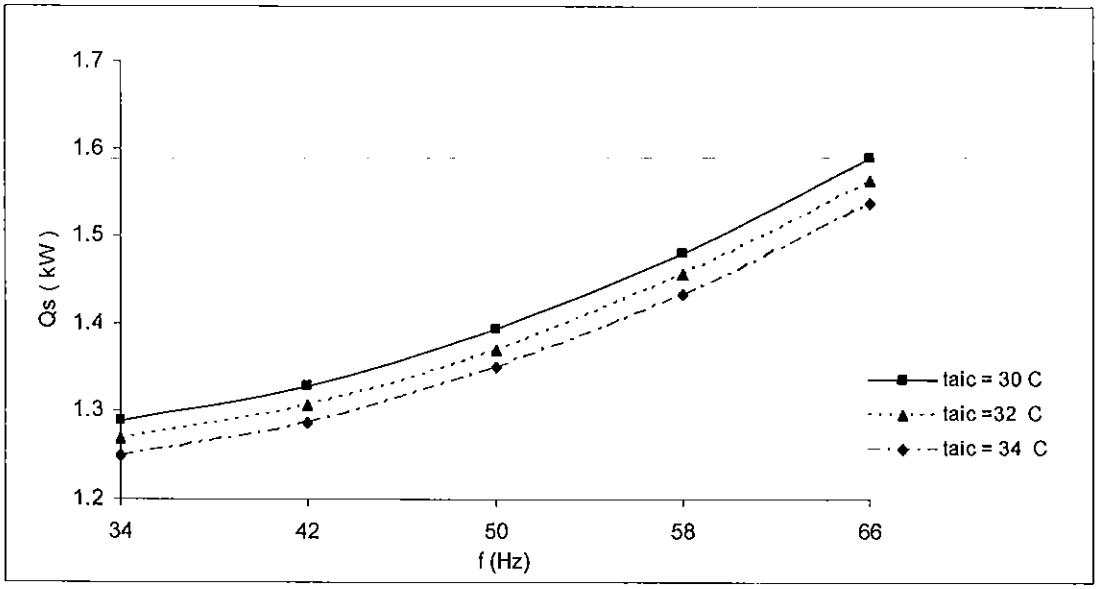
กราฟที่ 4.3.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s, 55% RH และ 25°C ตามลำดับ)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวม (U) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมนั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้ามีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวมทั้งนั้นตามกราฟที่1จะเห็นว่าค่าความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจะ

มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมลดลงแต่ไม่มากนักดูได้จากกราฟที่ 4.3.1 โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกด้วย

4.3.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)



กราฟที่ 4.3.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่า sensible heat (Q_s)

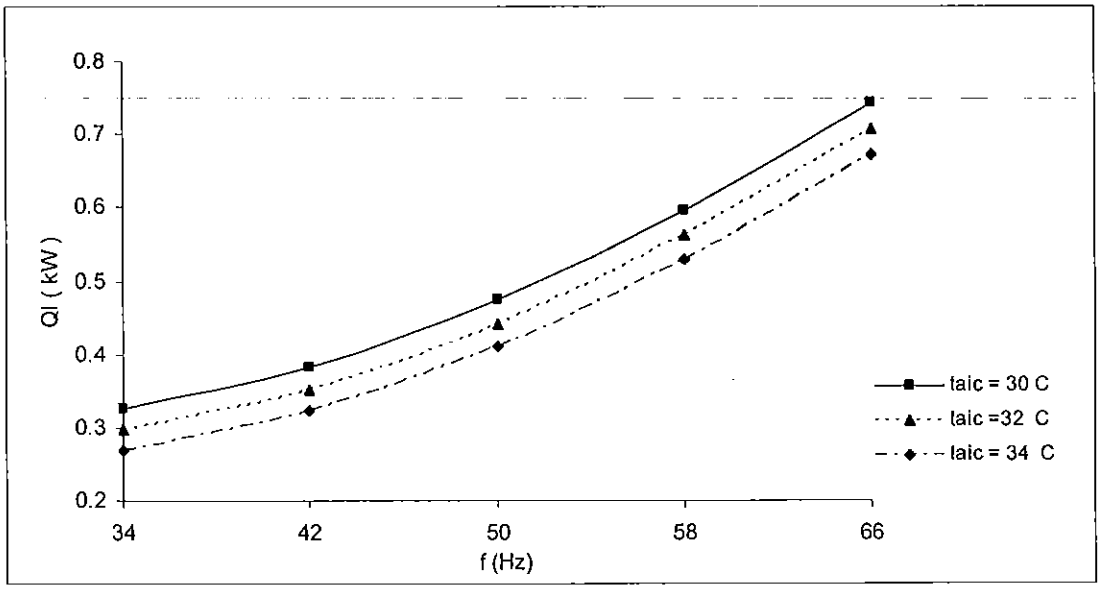
(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้อง และอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s, 55% RH และ 25°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนสัมผัส(Sensible heat(Q_s)) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f)และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของ Sensible heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้ามีผลต่อค่า Sensible heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.3.2

โดยที่การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะส่งผลทำให้ค่าSensible heat เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะส่งผลทำให้ค่า Sensible heat ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่ม

ความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยลดลงจึงส่งผลทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยมากขึ้นตามไปด้วยจึงส่งผลต่อค่า Sensible heat เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นจึงส่งผลทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยลดลงจึงส่งผลทำให้ค่า Sensible heat ลดลงตามอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ปรับสูงขึ้น

4.3.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Latent heat(Q_l)



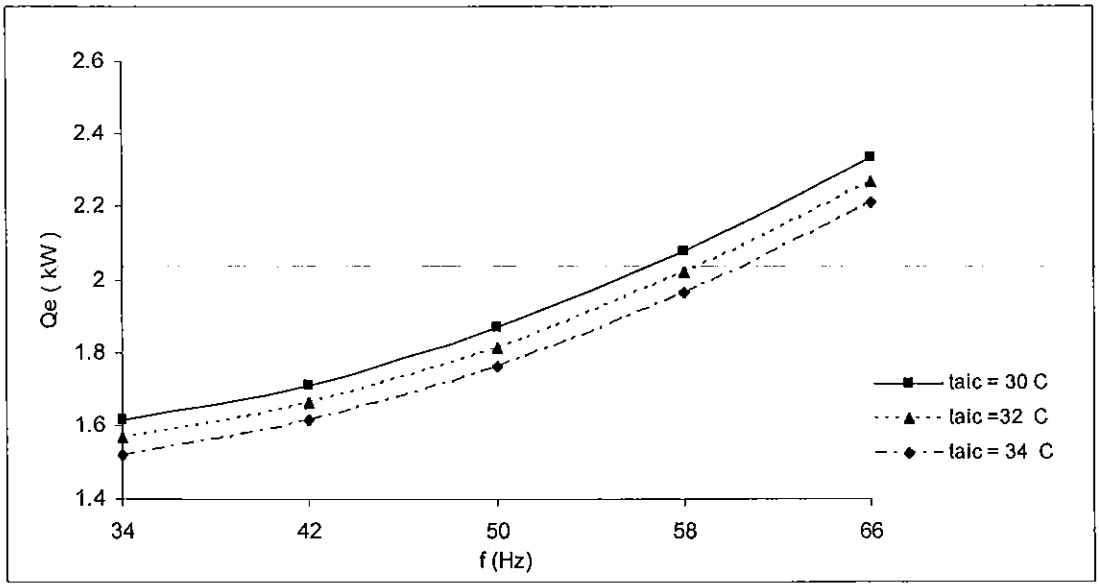
กราฟที่ 4.3.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Latent heat(Q_l)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิอากาศห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ 25$^{\circ}C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนแฝง (Latent heat(Q_l)) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของ Latent heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้ามีผลต่อค่า Latent heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.3.3โดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาจะทำ

ให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่า Latent heat ลดลง

4.3.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)



กราฟที่ 4.3.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)

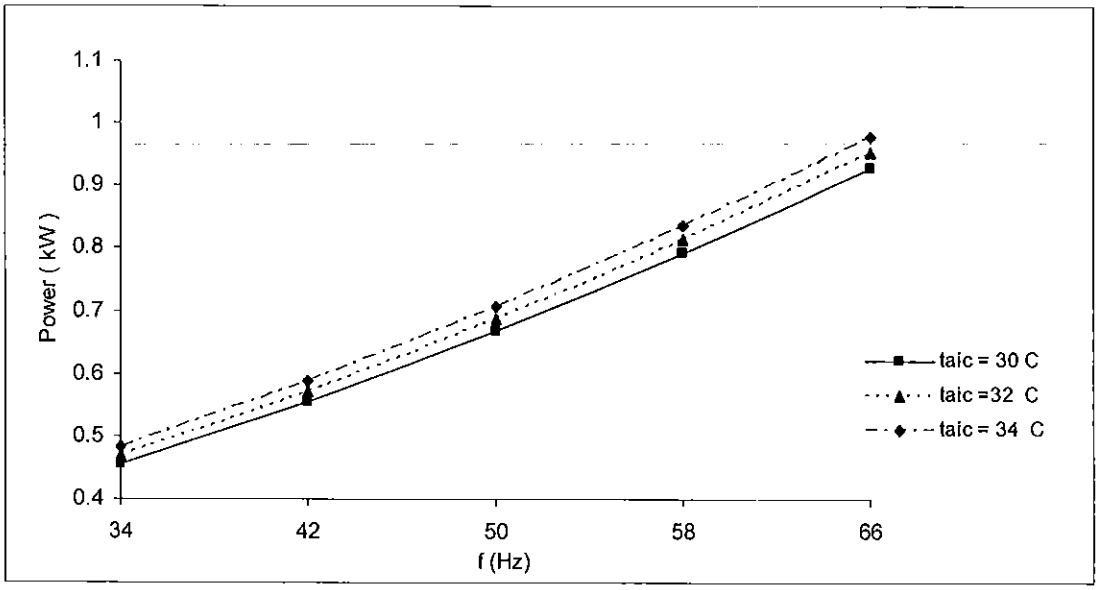
(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ 25°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)จากกราฟที่ 4.3.4 นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้ามีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าจะมีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยลดลง

เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นจะไปเป็นการไปเพิ่มค่า Sensible heat จากกราฟที่ 4.3.2 แต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆมีผลทำให้ค่า Sensible heat ลดลงและในส่วนของค่า Latent heat จากกราฟที่ 4.3.3 นั้นก็เหมือนกับในส่วนของ Sensible heat จึงมีผล

ทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาแต่จะมีค่าลดลงตามอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้นๆ โดยดูได้จากกราฟที่ 4.3.4 นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวม (U) ที่เพิ่มขึ้นจากกราฟที่ 4.3.1ก็จะส่งผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) เพิ่มขึ้นด้วยโดยพิจาณาจากสมการที่ 2,3 และ 4 ด้วย

4.3.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์$(Power)$

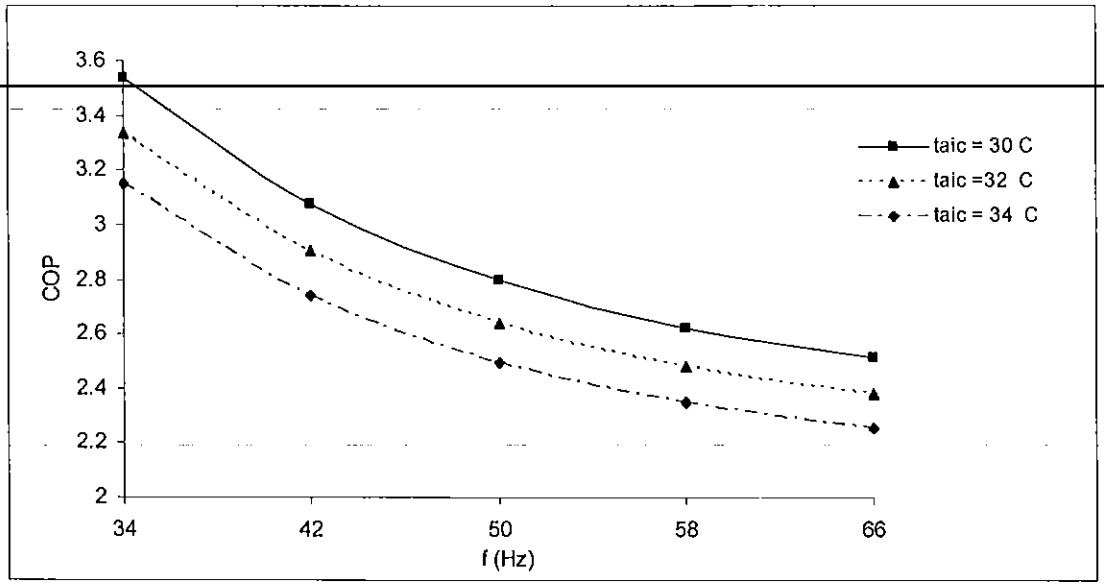


กราฟที่ 4.3.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์$(Power)$

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ 25°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$ ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f)และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้ามีผลต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.3.5โดยค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามามากขึ้นและการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าก็จะมีผลต่อกำลังที่ป้อนให้กับความเพรสเซอร์เพิ่มขึ้นเหมือนกันแต่ไม่มากนักโดยสังเกตได้จากกราฟที่ 4.3.5

4.3.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น(COP)



กราฟที่ 4.3.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s , 55% RH และ 25°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นว่าการเพิ่มค่าความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะทำให้ค่า COP ลดลงโดยดูจากกราฟที่ 4.3.6

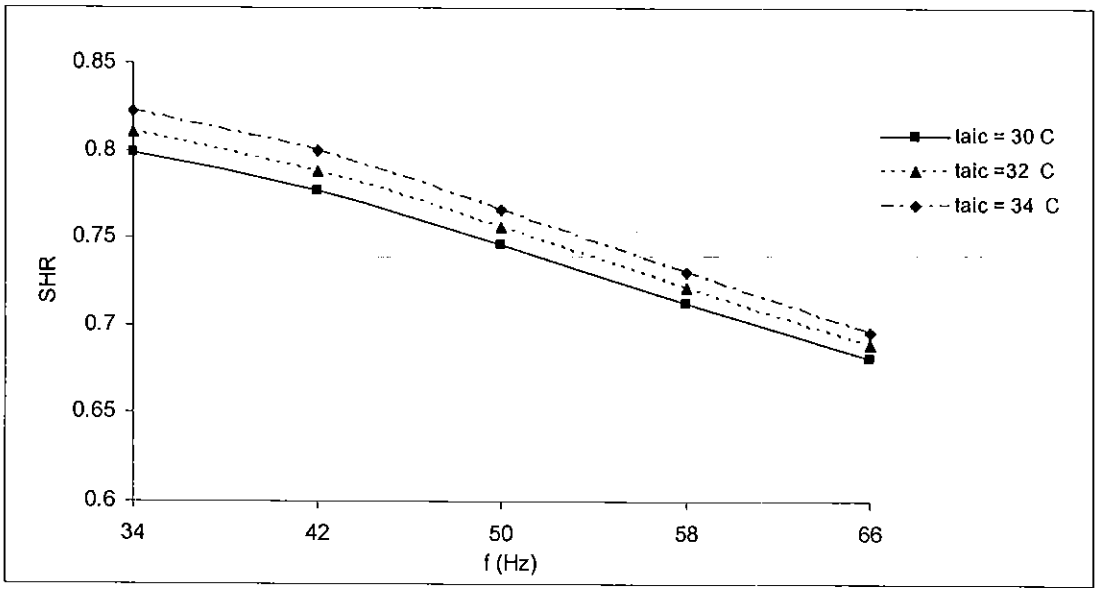
ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะมีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยลดลงนอกจากนั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าจะทำให้ค่า Power เพิ่มขึ้นด้วยตามกราฟที่ 4.3.5โดยอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้ามีผลไม่มากนัก จึงทำให้ค่าของ COP ลดลงตามความถี่ทางไฟฟ้าเพราะว่าค่า Power เพิ่มขึ้นมากกว่าค่า Q_e และค่า COP จะลดลงตามอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้นๆด้วยเพราะว่าเพราะว่าค่า Power เพิ่มขึ้นมากกว่าค่า Q_e ตามกราฟที่ 4.3.6

พิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR)

จากสมการ 1. $SHR = \frac{Qs}{Qe}$

และสมการ 2. $Qe = Q_s + Q_l$ โดย $Q_l \propto t_e$

4.3.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า(t_{aic})ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio(SHR)



กราฟที่ 4.3.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR)

(ในกรณีที่กำหนดอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย, ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 0.11774 kg/s, 55% RH และ 25°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f)และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic})ที่ค่าต่างๆจะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลทำให้ค่า SHR มีค่าลดลงแต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ จะมีผลทำให้ค่า SHR มีค่าเพิ่มขึ้น

ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะไปเพิ่มค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)มากกว่าการไปเพิ่มค่า Sensible heat (Q_s)จึงมีผลต่อค่า SHR ลดลงตามความถี่ที่ป้อนเข้ามา แต่การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆจะไปเป็นการเพิ่มค่าของ Sensible heat (Q_s)มากกว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)จึงมีผลทำให้ค่า SHR เพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าที่ความถี่นั้นๆ ตามกราฟที่ 4.3.7

4.4 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง

ในกรณีที่เครื่องปรับอากาศทำงานในแต่ละความถี่ทางไฟฟ้า (f) และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง (RH_{aie}) ที่ค่าต่างๆ โดยจะกำหนดค่าตัวแปรที่เหลือต่างๆคงที่ดังนี้

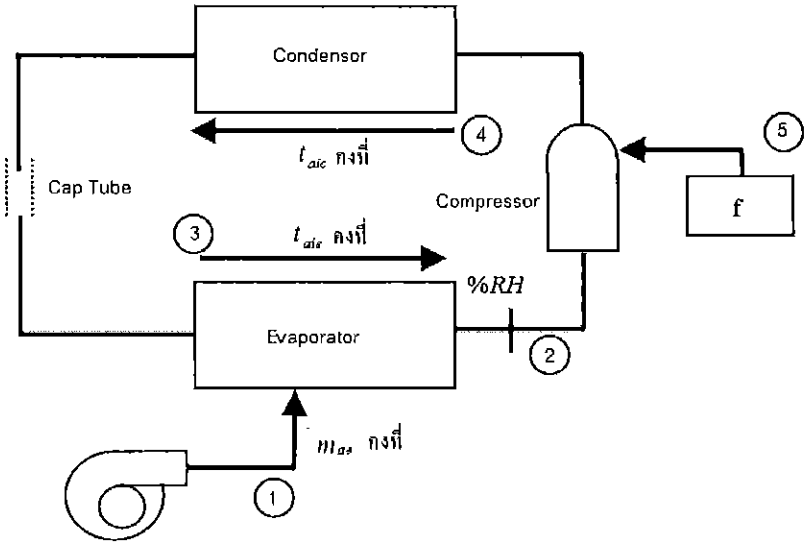
1.อุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า (t_{aie}) เท่ากับ $25°C$ เพราะเป็นค่าอุณหภูมิความสบายเชิงความร้อนของประเทศไทย

2.อุณหภูมิของอากาศภายนอกที่ทางเข้า (t_{aic}) เท่ากับ $32°C$ เพราะเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิภายนอกในประเทศไทย

3.ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย (m_{ae}) เท่ากับ 0.11774 kg/s หรือเท่ากับ 75% ของอัตราการไหลสูงสุด เพราะเป็นค่าอัตราการไหลที่ค่ากลางของเครื่องปรับอากาศนั้น

โดยการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 Hz และในส่วนของการปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเพิ่มขึ้นทีละ 5 %

ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR) จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.5 กระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง

พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)

จากสมการ 1. $COP = \dfrac{Qe}{Power}$

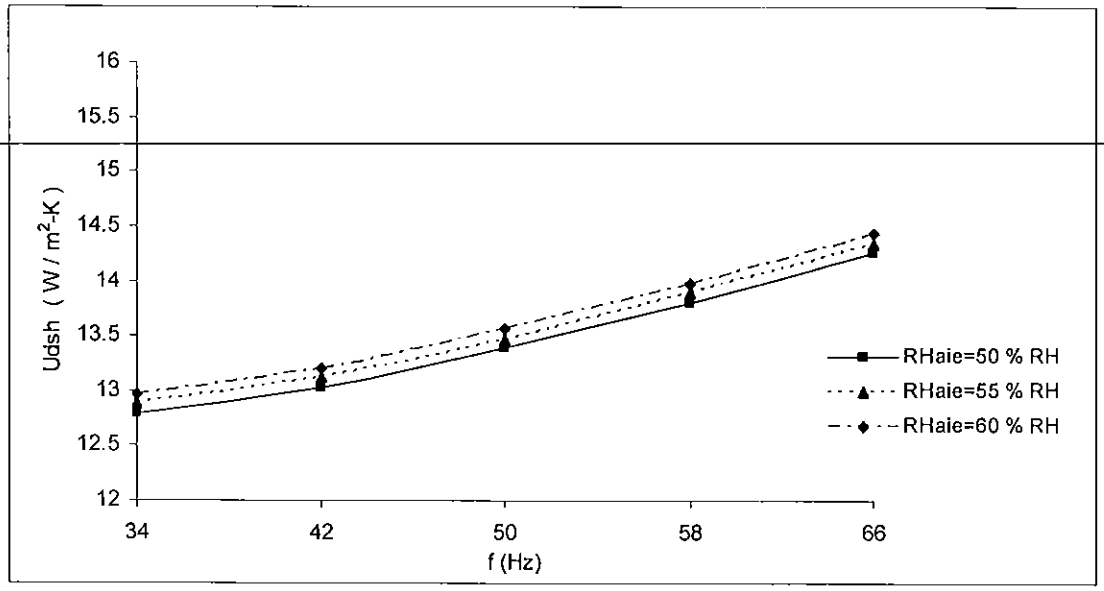
จากสมการ 2. $Qe = UA\Delta T_m$ โดย $U \propto h_i, h_o$ และ $Qe \propto U$

จากสมการ 3. $Qe = m_{ae} C_p \Delta T$

และสมการ 4. $Qe = Q_s + Q_l$

จึงทำการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

4.4.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U)



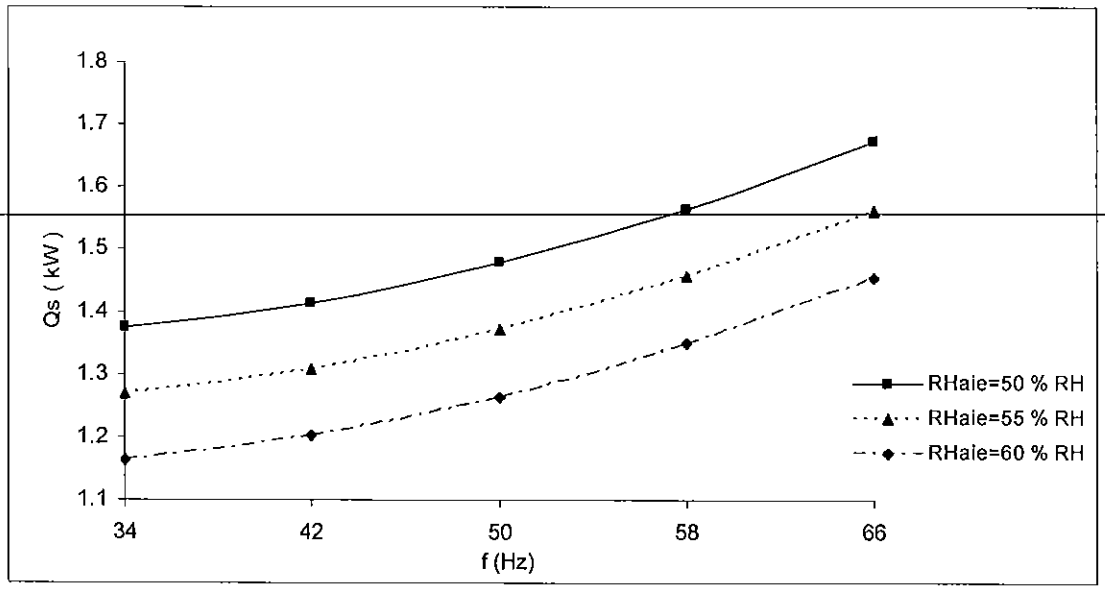
กราฟที่ 4.4.1 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U)

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย และอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25°C , 0.11774 kg/s และ 32°C ตามลำดับ)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวม(U)ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่ค่าต่างๆ จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมนั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวมทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.4.1แต่การปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องมีผลเล็กน้อยเท่านั้น

โดยค่าความถี่ทางไฟฟ้าและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมก็จะเพิ่มขึ้นด้วยโดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านในและสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านนอกด้วย

4.4.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง (RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)



กราฟที่ 4.4.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า (f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง (RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat (Q_s)

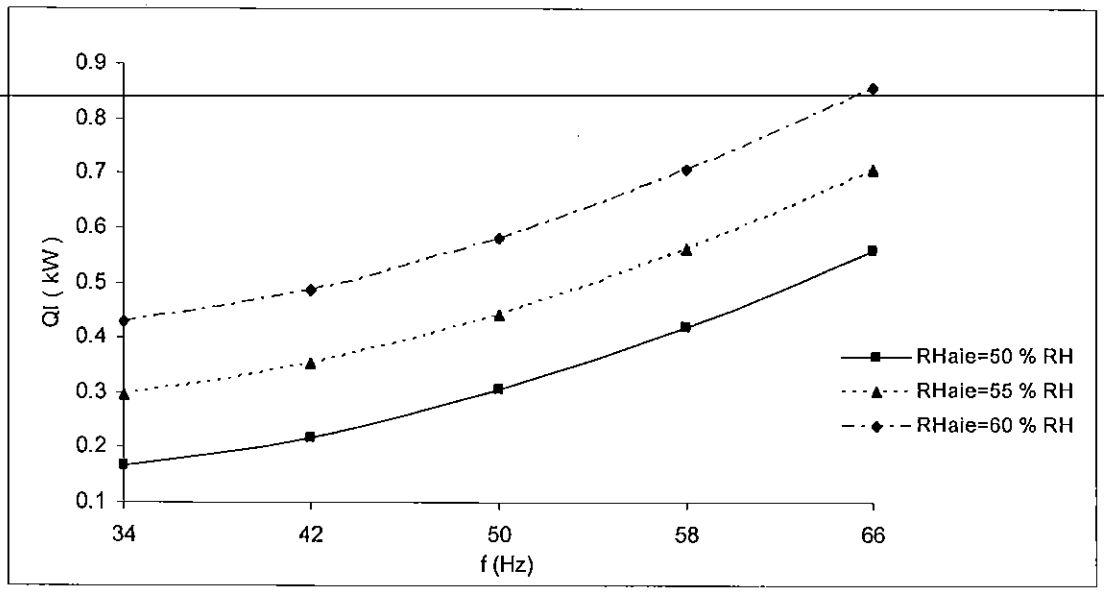
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ $25°C$, 0.11774 kg/s และ $32°C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนสัมผัส (Sensible heat (Q_s))ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า (f)และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง (RH_{aie})จะเห็นได้ว่าค่า Sensible heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องมีผลต่อค่า Sensible heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.4.2

โดยที่การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่า Sensible heat เพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆจะมีผลทำให้ค่า Sensible heat ลดลงทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยลดลงจึงส่งผลทำให้ค่าความ

แตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยมากขึ้นตามไปด้วยก็จะส่งผลต่อค่า Sensible heat เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆ จะทำให้ค่าอุณหภูมิทางออกที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นจึงส่งผลทำให้ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิทางเข้าและทางออกที่เครื่องระเหยลดลงจึงส่งผลทำให้ค่าSensible heat ลดลงตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ปรับสูงขึ้นที่ความถี่นั้นๆ

4.4.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l)



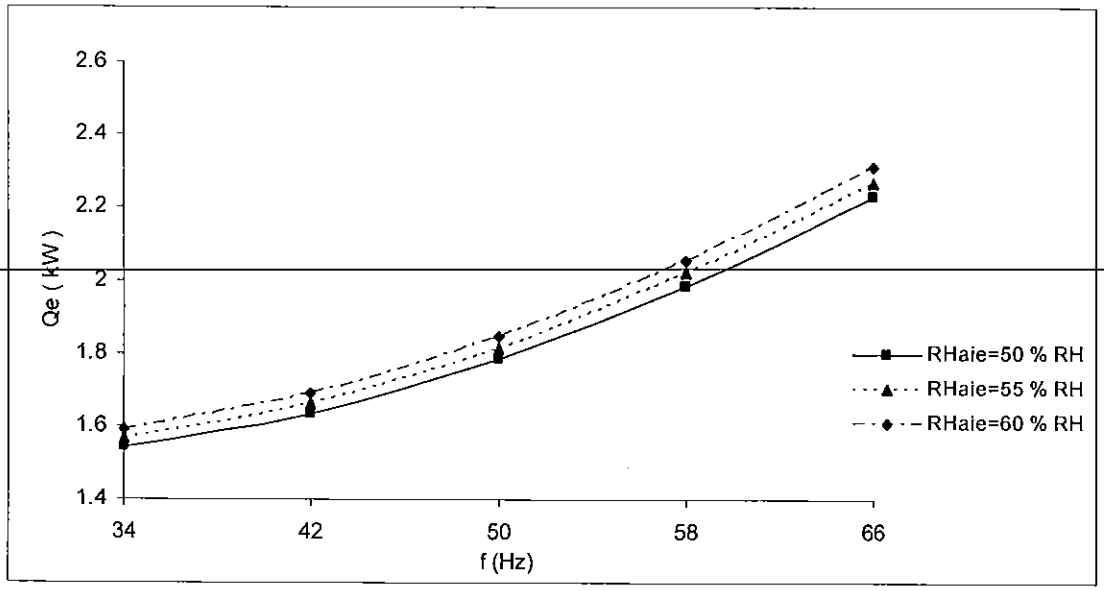
กราฟที่ 4.4.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Latent heat (Q_l)

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25°C , 0.11774 kg/s และ 32°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าความร้อนแฝง (Latent heat(Q_l)) ที่ไปมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e)และค่า Sensible heat ratio (SHR)โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าของ Latent heat นั้นการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องมีผลต่อค่า Latent heat ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.4.3

โดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาและการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะมีผลทำให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้น

4.4.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)



กราฟที่ 4.4.4 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)

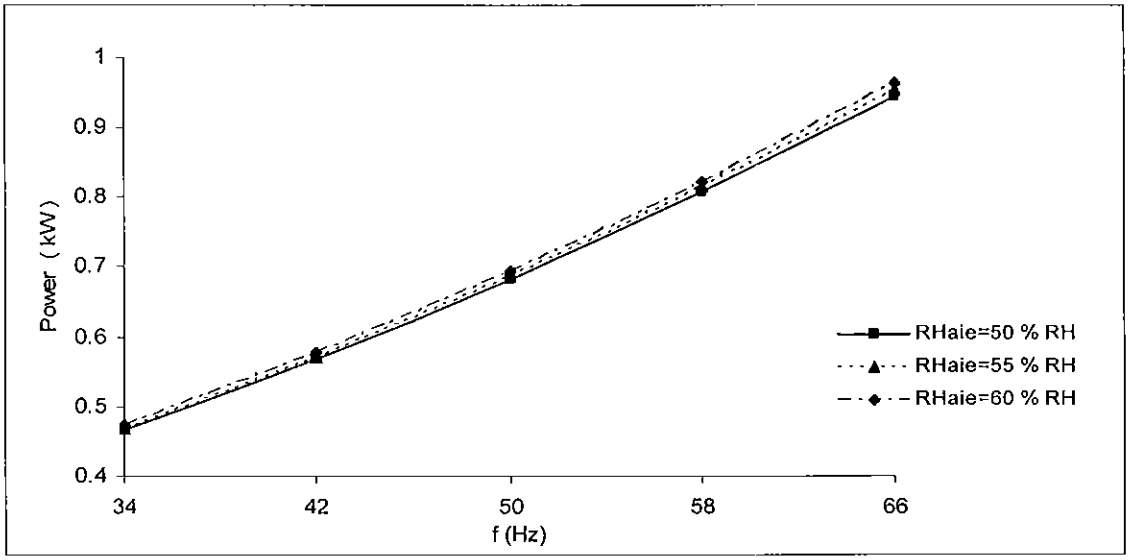
(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย และอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 25°C , 0.11774 kg/s และ 32°C ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e) ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)และค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย(Q_e)จากกราฟที่ 4.4.4 การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นแต่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะมีผลต่อค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเล็กน้อยเท่านั้น

เนื่องจากการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้านั้นจะไปเป็นการไปเพิ่มค่า Sensible heat จากกราฟที่ 4.4.2 แต่การเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆ มีผลทำให้ค่า

Sensible heatลดลงและในส่วนของค่า Latent heat จากกราฟที่ 4.4.3นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆจะมีผลทำให้ค่า Latent heat เพิ่มขึ้นโดยในส่วนของการเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆมีผลต่อการเพิ่มค่า Latent heat มากกว่าการลดลงที่ค่า Sensible heat จึงมีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นตามความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามาและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้นๆ โดยดูได้จากกราฟที่ 4.4.4 นอกจากนั้นค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนรวม (U) ที่เพิ่มขึ้นจากกราฟที่4.4.1ก็จะส่งผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) เพิ่มขึ้นด้วยโดยพิจาณาจากสมการที่ 2, 3 และ 4 ด้วย

4.4.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$



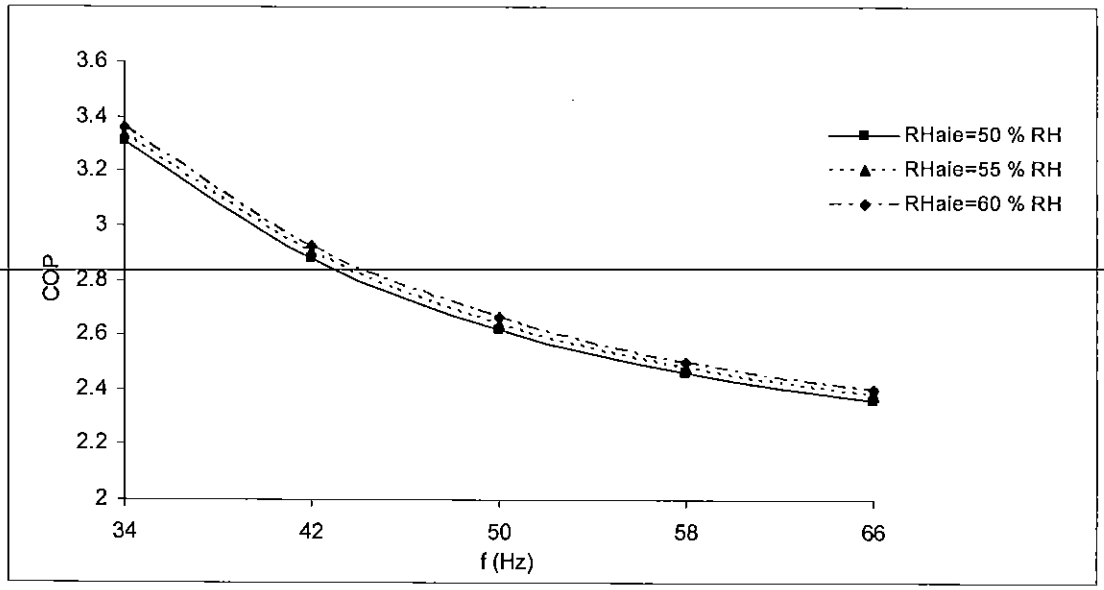
กราฟที่ 4.4.5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่มีต่อค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ $(Power)$

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ $25°C$, 0.11774 kg/s และ $32°C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ที่ไปมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f)และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง (RH_{aie}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นได้ว่าการปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องมีผลค่ากำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ทั้งนั้นตามกราฟที่ 4.4.5 โดยค่าของกำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์จะมีค่าเพิ่มขึ้น

ตามความถี่ทางไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามามากขึ้นแต่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะไม่มีผลต่อกำลังที่ป้อนให้กับความเพรสเซอร์มากนักโดยสังเกตจากกราฟที่ 4.4.5

4.4.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น(COP)



กราฟที่ 4.4.6 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f)และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (COP)

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยและอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ $25°C$, 0.11774 kg/s และ $32°C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie})ที่ค่าต่างๆ จะเห็นว่าการเพิ่มค่าความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่า COP ลดลงแต่การเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะทำให้ค่า COP เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

ทั้งนี้เนื่องจากค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยตามกราฟที่ 4.4.4 การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆจะมีผลทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นนอกจากนั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะทำให้ค่า Power เพิ่มขึ้นด้วยตามกราฟที่ 4.4.5โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องมีผลไม่มากนักจึงทำให้ค่าของ COP ลดลงตามความถี่ทางไฟฟ้าเพราะว่าค่า Power เพิ่มขึ้นมากกว่าค่าQ_eแต่ค่า

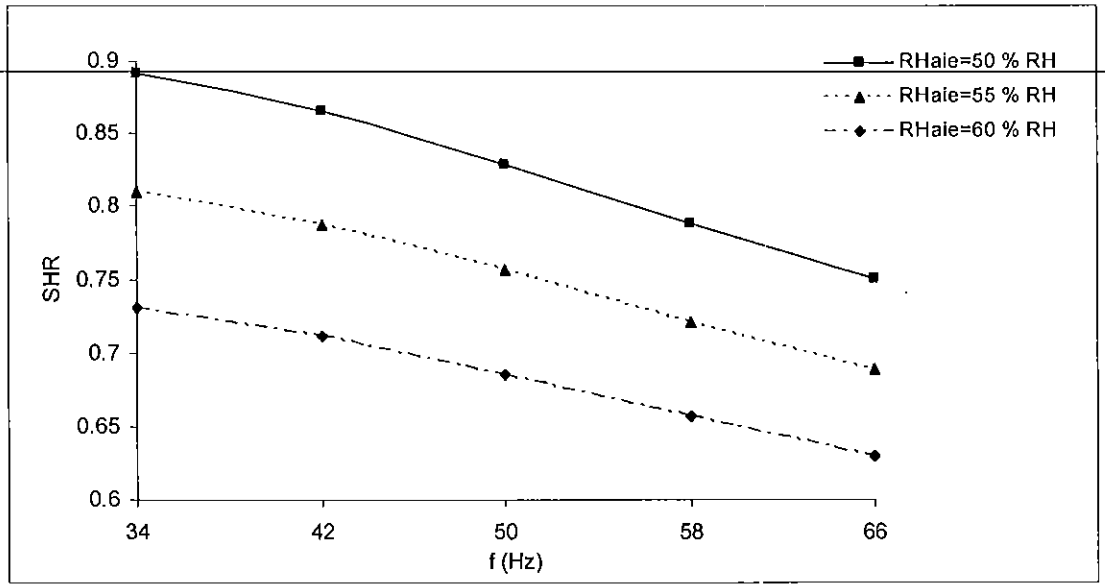
COP จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่เพิ่มขึ้นที่ความถี่นั้น เพราะว่าค่า Q_e เพิ่มขึ้นมากกว่าค่า Power

พิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR)

จากสมการ 1. $SHR = \frac{Qs}{Qe}$

และสมการ 2. $Qe = Q_s + Q_l$

4.4.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio(SHR)



กราฟที่ 4.4.7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงความถี่ทางไฟฟ้า(f) และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่มีต่อค่า Sensible heat ratio (SHR)

(ในกรณีที่กำหนดอุณหภูมิห้องปรับอากาศที่ทางเข้า, อัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย และอุณหภูมิอากาศภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ $25°C$, 0.11774 kg/s และ $32°C$ ตามลำดับ)

จากกราฟความสัมพันธ์เป็นการพิจารณาค่า Sensible heat ratio (SHR) โดยในกรณีนี้เราจะปรับเปลี่ยนความถี่ทางไฟฟ้า(f) และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง(RH_{aie}) ที่ค่าต่างๆจะเห็นว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าและการเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง จะมีผลทำให้ค่า SHR มีค่าลดลง

โดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะไปเพิ่มค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) มากกว่าการไปเพิ่มค่า Sensible heat (Q_s) จึงมีผลต่อค่า SHR ลดลงตามความถี่ที่ป้อนเข้ามาและการเพิ่มค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆจะไปเพิ่มค่าของอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย (Q_e) มากกว่าการไปเพิ่มค่า Sensible heat (Q_s) เหมือนกัน จึงมีผลทำให้ค่า SHR ลดลงตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องที่ความถี่นั้นๆตามกราฟที่ 4.4.7

ตารางการเปรียบเทียบค่าตัวแปรต่างๆ ในแต่ละกรณี

เพื่อเป็นการเปรียบเทียบค่าตัวแปรต่างๆในกรณีนั้นๆว่าค่าตัวแปรไหนมีผลต่อค่าที่เราต้องการมากกว่ากัน เพื่อจะนำผลการเปรียบเทียบนั้นมาวิเคราะห์ถึงผลต่อการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์แสดงได้ดังตาราง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าตัวแปรในแต่ละกรณี

การเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆในแต่ละกรณี	ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าที่ต้องการในแต่ละกรณี		
	Q_e (kW)	COP	SHR
กรณีที่ 1			
ปรับค่า f (Hz)	0.175	-0.246	-0.0187
ปรับค่า m_{ae} (kg/s)	0.061	0.066	0.114
กรณีที่ 2			
ปรับค่า f (Hz)	0.173	-0.245	-0.0189
ปรับค่า t_{aie} $(°C)$	0.064	0.067	-0.025
กรณีที่ 3			
ปรับค่า f (Hz)	0.174	-0.25	-0.022
ปรับค่า t_{aic} $(°C)$	-0.047	-0.195	0.012
กรณีที่ 4			
ปรับค่า f (Hz)	0.175	-0.25	-0.024
ปรับค่า % RH_{aie} $(\%RH_{aie})$	0.025	0.0258	-0.0805

สรุปผลการเปรียบเทียบ

กรณีที่ 1

เป็นการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 *Hz* และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเพิ่มขึ้นทีละ 25 % จากอัตราการไหลต่ำที่สุดจนถึงอัตราการไหลสูงที่สุด วิเคราะห์ผลที่ได้จากตารางว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยได้มากกว่าการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย จึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าดีกว่าการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย

ในส่วนของค่า COP นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลมากกว่าการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 *Hz* จะทำให้ค่า COP ลดลงทีละ 0.246 แต่ในการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยทีละ25 % จากอัตราการไหลต่ำที่สุดจะทำให้ค่า COP เพิ่มขึ้นทีละ 0.066 จึงสรุปได้ว่าการที่จะเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (*COP*) ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยดีกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้า

และในส่วนของค่า SHR การเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยมีผลมากกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ 8 *Hz* จะทำให้ค่า SHR ลดลงทีละ 0.0187แต่ในการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยทีละ 25 % จากอัตราการไหลต่ำที่สุดจะทำให้ค่าSHR เพิ่มขึ้นทีละ 0.114 จึงสรุปได้ว่าการจะลดค่าความชื้นของห้องปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าดีกว่าการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย

แต่ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่ทางไฟฟ้าและอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยเพื่อการประหยัดพลังงานก็ควรรักษาระดับของอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยให้สูงๆและควรเลือกเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ต่ำๆก็จะเป็นการประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น

กรณีที่ 2

เป็นการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 *Hz* และปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเพิ่มขึ้นทีละ 2 $^{\circ}C$ วิเคราะห์ผลที่ได้จากตารางว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยได้มากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า

จึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าดีกว่าการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า

ในส่วนของค่า COP นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 Hz จะทำให้ค่า COP ลดลงทีละ 0.245 แต่ในการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเพิ่มขึ้นทีละ 2°C จะทำให้ค่า COP เพิ่มขึ้นทีละ 0.067 จึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าดีกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้า

และในส่วนของค่า SHR การเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้ามีผลมากกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 Hz จะทำให้ค่า SHR ลดลงทีละ 0.0189 แต่ในการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเพิ่มขึ้นทีละ 2°C จะทำให้ค่า SHR ลดลงทีละ 0.025 จึงสรุปได้ว่าการจะลดค่าความชื้นของห้องปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าดีกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้า

แต่ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่ทางไฟฟ้าและอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเพื่อการประหยัดพลังงานก็ควรรักษาระดับของอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าให้สูงๆและควรเลือกเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ต่ำๆก็จะเป็นการประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น

กรณีที่ 3

เป็นการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 Hz และปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเพิ่มขึ้นทีละ 2°C วิเคราะห์ผลที่ได้จากตารางว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยได้มากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าจึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าดีกว่าการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า

ในส่วนของค่า COP นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกทางเข้าโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 Hz จะทำให้ค่า COP ลดลงทีละ 0.25 แต่ในการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกทางเข้าเพิ่มขึ้นทีละ 2°C จะทำให้ค่า COP ลดลงทีละ 0.195 จึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์การเพิ่มอุณหภูมิภายนอกทางเข้าดีกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้า

และในส่วนของค่า SHR การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้ามีผลมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกทางเข้าโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 Hz จะทำให้ค่า SHR ลดลงทีละ 0.022 แต่ในการเพิ่มอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเพิ่มขึ้นทีละ 2°C จะทำให้ค่า SHR เพิ่มขึ้นทีละ 0.012 จึงสรุปได้ว่าการ

จะลดค่าความชื้นของห้องปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าดีกว่าการเพิ่มอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า

แต่ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่ทางไฟฟ้าและอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเพื่อการประหยัดพลังงานก็ควรรักษาระดับของอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าให้ต่ำๆและควรเลือกเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ต่ำๆก็จะเป็นการประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น

กรณีที่ 4

เป็นการปรับความถี่ทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทีละ 8 *Hz* และปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเพิ่มขึ้นทีละ 5 % วิเคราะห์ผลที่ได้จากตารางว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะสามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยได้มากกว่าการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องทีละ 5% จึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหยของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าดีกว่าการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง

และในส่วนของค่า COP การเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าจะมีผลมากกว่าการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 *Hz* จะทำให้ค่า COP ลดลงทีละ 0.25แต่ในการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะทำให้ค่า COP เพิ่มขึ้นทีละ 0.0258 จึงสรุปได้ว่าการจะเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (*COP*)ของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องดีกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้า

และในส่วนของค่า SHR การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องจะมีผลมากกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าโดยการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้าทีละ8 *Hz* จะทำให้ค่า SHR ลดลงทีละ 0.024แต่ในการเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง จะทำให้ค่า SHR ลดลงทีละ 0.0805 จึงสรุปได้ว่าการจะลดค่าความชื้นของห้องปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องดีกว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้า

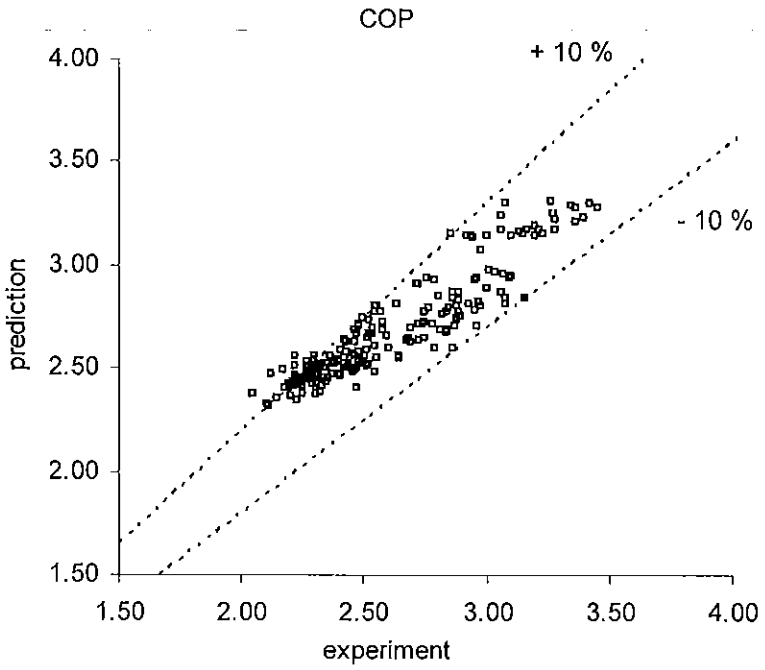
แต่ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงทั้งความถี่ทางไฟฟ้าและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเพื่อการประหยัดพลังงานก็ควรรักษาระดับของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องให้สูงๆและควรเลือกเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ทำงานที่ความถี่ต่ำๆก็จะเป็นการประหยัดพลังงานมากยิ่งขึ้น

บทที่ 5

การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับการทดลองจริง

5.1 การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (*COP*)

การวิเคราะห์ค่า COP โดยเปรียบเทียบผลการทดลองจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

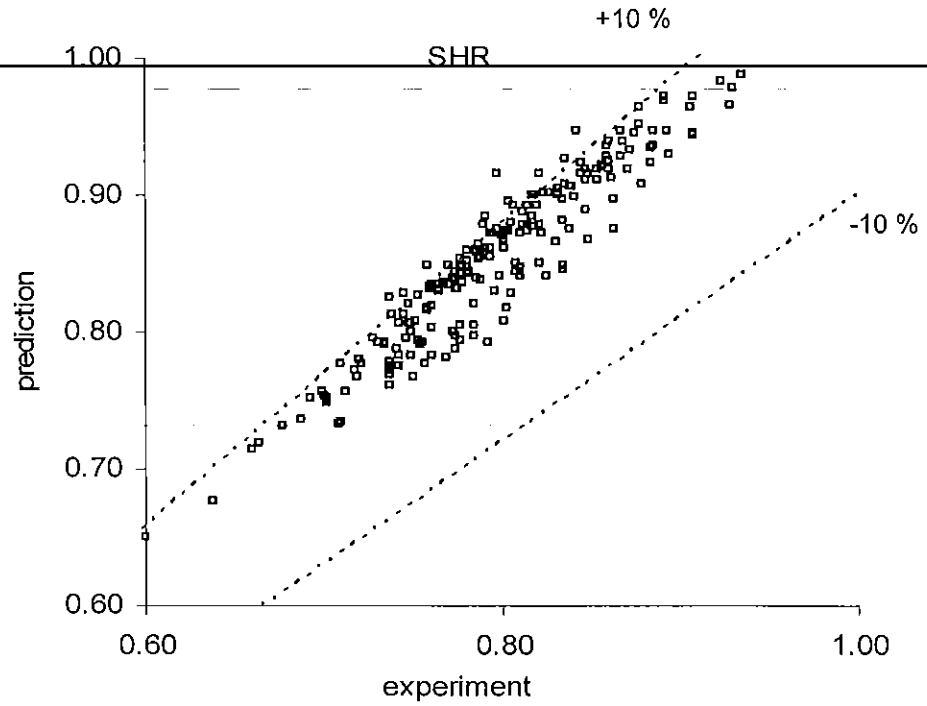


กราฟที่ 5.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่ได้จากการการทดลองจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากกราฟที่ 5.1 จะแสดงให้เห็นว่าในแกน Y เป็นค่าที่ทำนายได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของแกน X เป็นค่าที่ได้จากการทดลองจริง ซึ่งนำมาแสดงเป็นกราฟแล้วจะเห็นว่าค่า (*COP*) มีความคาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 10 % ซึ่งเป็นช่วงที่ยอมรับได้สำหรับโครงงานนี้

5.2 การเปรียบเทียบค่า Sensible heat ratio (*SHR*)

การวิเคราะห์ค่า SHR โดยเปรียบเทียบผลการทดลองจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์



กราฟที่ 5.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า Sensible heat ratio ที่ได้จากการการทดลองจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

จากกราฟที่ 5.2. จะแสดงให้เห็นว่าในแกน Y เป็นค่าที่ทำนายได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในส่วนของแกน X เป็นค่าที่ได้จากการทดลองจริง ซึ่งนำมาแสดงเป็นกราฟแล้วจะเห็นว่าค่า SHR มีความคาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 10 % ซึ่งเป็นช่วงที่ยอมรับได้สำหรับโครงงานนี้

บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ต้องการทราบสมรรถนะในการทำความเย็นและลดความชื้นของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่า Sensible heat ratio (SHR)จากการทำงานในสภาวะต่างๆของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์เป็นค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยเราจะมีการปรับเปลี่ยนค่าต่างๆด้วยกัน 5 ค่าเพื่อนำผลของแบบจำลองมาวิเคราะห์ผลต่อการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์โดยจะมาพิจารณาว่าทั้ง 5 ค่านี้มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)และค่า Sensible heat ratio (SHR)อย่างไรบ้าง

โดยจากการวิเคราะห์จะพบว่าการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้ามากขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP)มีค่าลดลงทุกกรณีโดยการลดลงจะไปมีผลทำให้การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นประหยัดพลังงานน้อยลงและการเพิ่มความถี่ทางไฟฟ้ามากขึ้นจะส่งผลทำให้ค่า Sensible heat ratio ลดลงทุกกรณีเหมือนกันโดยการลดลงจะไปมีผลทำให้การลดความชื้นของห้องปรับอากาศดีขึ้น จึงสรุปได้ว่าการจะออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์นั้นเราควรจะปรับความถี่ทางไฟฟ้าที่ต่ำๆเพื่อการประหยัดพลังงาน แต่ถ้าเราต้องการที่จะลดความชื้นของห้องปรับอากาศมากๆก็ควรที่จะปรับความถี่ทางไฟฟ้าที่สูงๆ

ในส่วนของค่าอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยนั้นเราควรออกแบบให้มีอัตราการไหลที่สูงๆเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ และถ้าเราต้องการที่จะลดความชื้นของห้องปรับอากาศมากๆก็ควรปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหยต่ำๆ

ในส่วนของค่าอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้านั้นเราควรออกแบบให้มีอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่สูงๆเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ และถ้าเราต้องการที่จะลดความชื้นของห้องปรับอากาศมากๆก็ควรปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่สูงๆ

ในส่วนของค่าอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้านั้นเราควรออกแบบให้มีอุณหภูมิภายนอกที่ต่ำๆเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ และถ้าเราต้องการที่จะลดความชื้นของห้องปรับอากาศมากๆก็ควรปรับอุณเหภูมิภายนอกที่ต่ำๆ

และในส่วนของค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องนั้นเราควรออกแบบให้มีความชื้นสัมพัทธ์สูงๆเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ และถ้าเราต้องการที่จะลดความชื้นของห้องปรับอากาศมากๆก็ควรปรับความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ

ข้อเสนอแนะ

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เราจะพบว่าการวิเคราะห์แบบจำลองกับการทดลองจริงยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการทำนายผลสภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ให้กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จะต้องนำไปทดสอบกับเครื่องอื่นๆ เพิ่มเติม เพื่อเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีความน่าเชื่อถือ และมีความแม่นยำมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Faye C. Mcquiston., and Jerald D. Parker, Heating, Ventilating and Conditioning Analysis and design. Fourth edition.
2. Frank P. Incropera., David P. Dewitt., Theodore L. Bergman., and Adrienne S. Lavine, Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Sixth Edition, John Wiley & Sons.2007.
3. สัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ และ คณะ , การใช้งานโปรแกรม Matlab เบื้องต้น, กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2551.
4. มนัส สังวรศิลป์ , คู่มือการใช้งาน Matlab ฉบับสมบูรณ์ , กรุงเทพฯ ธนธัชการพิมพ์ , 2553

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางบันทึกผลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

กรณีที่ 1 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย

ตาราง ก.1.1 ปรับอัตราการไหล 50 % จากอัตราการไหลสูงสุดและปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.078493	0.078493	0.078493	0.078493	0.078493
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	12.08	11.62	10.859	9.8243	8.5433
RH_{aoe}	0.98248	0.98437	0.98718	0.9905	0.99384
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	33.96	34.13	34.366	34.66	35.002
m_r	0.009169	0.009728	0.010643	0.011873	0.013372
t_e	8.9987	8.4835	7.6355	6.487	5.0854
t_{ric}	68.858	74.241	78.182	80.793	82.401
t_{roc}	38.319	38.59	39.01	39.559	40.212
t_c	38.319	38.59	39.01	39.559	40.212
h_{idsh}	442.23	462.48	494.93	537.18	586.83
h_{odsh}	23.983	23.983	23.983	23.983	23.983
U_{dsh}	11.237	11.418	11.687	12.003	12.335
power	0.45866	0.55821	0.66929	0.79158	0.92491
t_{aoe}	12.08	11.62	10.859	9.8243	8.5433
Q_s	1.0344	1.0712	1.1322	1.215	1.3176
w_{aidsh}	0.00863	0.008384	0.007988	0.007473	0.00687
Q_l	0.45658	0.50578	0.58494	0.68801	0.80857
Q_e	1.491	1.577	1.7171	1.903	2.1261
COP	3.2507	2.8251	2.5656	2.4041	2.2988
SHR	0.69377	0.67928	0.65935	0.63847	0.6197

ตารางที่ ก.1.2 ปรับอัตราการไหล 75 % จากอัตราการไหลสูงสุดและปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
RH_{aoe}	0.96651	0.96882	0.97218	0.97609	0.98018
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.051	34.231	34.486	34.807	35.184
m_r	0.009617	0.010224	0.011226	0.012586	0.014256
t_e	11.022	10.609	9.9459	9.0652	7.9974
t_{ric}	68.756	74.004	77.838	80.371	81.934
t_{roc}	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
t_c	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
h_{idsh}	464.16	486.42	522.46	569.97	626.39
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.88	13.116	13.472	13.897	14.344
power	0.46945	0.57193	0.68696	0.81449	0.95439
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
Q_s	1.2687	1.3073	1.3708	1.4569	1.5628
w_{aldsh}	0.009924	0.00974	0.009438	0.009036	0.008556
Q_l	0.29675	0.35206	0.4425	0.56297	0.70718
Q_e	1.5655	1.6594	1.8133	2.0198	2.27
COP	3.3346	2.9013	2.6396	2.4799	2.3785
SHR	0.81044	0.78784	0.75597	0.72128	0.68847

ตารางที่ ก.1.3 ปรับอัตราการไหล 100 % และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.15699	0.15699	0.15699	0.15699	0.15699
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	15.717	15.454	15.031	14.467	13.783
RH_{aoe}	0.94943	0.95334	0.95836	0.96352	0.96847
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.108	34.293	34.557	34.891	35.287
m_r	0.009897	0.010525	0.011569	0.012995	0.014762
t_e	12.219	11.828	11.22	10.442	9.5283
t_{ric}	68.717	73.893	77.678	80.18	81.729
t_{roc}	38.639	38.939	39.412	40.039	40.797
t_c	38.639	38.939	39.412	40.039	40.797
h_{idsh}	477.9	500.99	538.67	588.82	649.04
h_{odsh}	37.161	37.161	37.161	37.161	37.161
U_{dsh}	14.08	14.357	14.778	15.286	15.828
power	0.47635	0.58045	0.6976	0.82801	0.97182
t_{ace}	15.717	15.454	15.031	14.467	13.783
Q_s	1.4864	1.5285	1.5963	1.6865	1.7962
w_{aidsh}	0.0106	0.010463	0.010231	0.009913	0.009525
Q_l	0.12547	0.18022	0.27281	0.39989	0.55521
Q_e	1.6119	1.7088	1.8692	2.0864	2.3514
COP	3.3838	2.9439	2.6794	2.5198	2.4196
SHR	0.92216	0.89453	0.85405	0.80834	0.76388

กรณีที่ 2 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้า

ตารางที่ ก.2.1 ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 23 °C และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	23	23	23	23	23
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	12.56	12.235	11.699	10.972	10.074
RH_{aoe}	0.97318	0.97527	0.97816	0.98138	0.98463
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	33.973	34.148	34.395	34.706	35.071
m_r	0.009235	0.009819	0.010784	0.012095	0.013707
t_e	9.3053	8.8871	8.2132	7.3182	6.2314
t_{ric}	68.84	74.192	78.09	80.648	82.206
t_{roc}	38.348	38.63	39.072	39.654	40.354
t_c	38.348	38.63	39.072	39.654	40.354
h_{idsh}	445.45	466.88	501.59	547.39	601.85
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.67	12.909	13.27	13.701	14.157
power	0.46023	0.56071	0.67352	0.79863	0.93594
t_{aoe}	12.56	12.235	11.699	10.972	10.074
Q_s	1.2537	1.2928	1.3572	1.4445	1.5523
w_{aidsh}	0.008826	0.008655	0.008375	0.008001	0.007555
Q_l	0.24923	0.30053	0.38454	0.49645	0.63031
Q_e	1.503	1.5934	1.7418	1.941	2.1826
COP	3.2657	2.8417	2.5861	2.4304	2.332
SHR	0.83417	0.81139	0.77922	0.74422	0.71121

ตารางที่ ก.2.2 ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 25 °C และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
RH_{aoe}	0.96651	0.96882	0.97218	0.97609	0.98018
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.051	34.231	34.486	34.807	35.184
m_r	0.009617	0.010224	0.011226	0.012586	0.014256
t_e	11.022	10.609	9.9459	9.0652	7.9974
t_{nic}	68.756	74.004	77.838	80.371	81.934
t_{roc}	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
t_c	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
h_{idsh}	464.16	486.42	522.46	569.97	626.39
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.88	13.116	13.472	13.897	14.344
power	0.46945	0.57193	0.68696	0.81449	0.95439
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
Q_s	1.2687	1.3073	1.3708	1.4569	1.5628
w_{aidsh}	0.009924	0.00974	0.009438	0.009036	0.008556
Q_l	0.29675	0.35206	0.4425	0.56297	0.70718
Q_e	1.5655	1.6594	1.8133	2.0198	2.27
COP	3.3346	2.9013	2.6396	2.4799	2.3785
SHR	0.81044	0.78784	0.75597	0.72128	0.68847

ตารางที่ ก.2.3 ปรับอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ทางเข้าเท่ากับ 27 °C และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	27	27	27	27	27
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	16.356	16.038	15.513	14.803	13.931
RH_{aoe}	0.95676	0.95937	0.96333	0.96814	0.97334
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.133	34.32	34.583	34.915	35.304
m_r	0.010023	0.010655	0.011697	0.01311	0.014844
t_e	12.744	12.339	11.684	10.817	9.7677
t_{nic}	68.704	73.851	77.624	80.133	81.7
t_{roc}	38.694	38.996	39.467	40.088	40.831
t_c	38.694	38.996	39.467	40.088	40.831
h_{idsh}	484.11	507.29	544.76	594.13	652.7
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	13.092	13.326	13.677	14.095	14.535
power	0.47949	0.58416	0.70163	0.83185	0.97466
t_{aoe}	16.356	16.038	15.513	14.803	13.931
Q_s	1.2783	1.3165	1.3795	1.4648	1.5695
w_{aidsh}	0.011136	0.010939	0.010615	0.010184	0.009668
Q_l	0.35319	0.41246	0.50951	0.6388	0.79356
Q_e	1.6315	1.729	1.889	2.1036	2.363
COP	3.4026	2.9597	2.6923	2.5288	2.4245
SHR	0.78352	0.76144	0.73027	0.69632	0.66417

กรณีที่ 3 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้า

ตาราง ก.3.1 ปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 30 °C และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	14.272	13.943	13.4	12.666	11.762
RH_{aoe}	0.96761	0.96985	0.97312	0.97695	0.98095
t_{aic}	30	30	30	30	30
t_{aoc}	32.092	32.273	32.529	32.852	33.232
m_r	0.00977	0.010383	0.011394	0.012763	0.014441
t_e	10.779	10.36	9.6832	8.7832	7.6913
t_{ric}	66.126	71.263	75.045	77.579	79.184
t_{roc}	36.687	36.985	37.449	38.061	38.792
t_c	36.687	36.985	37.449	38.061	38.792
h_{idsh}	469.49	491.87	528.01	575.58	631.94
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.938	13.172	13.524	13.944	14.386
power	0.4562	0.55595	0.66807	0.79255	0.92931
t_{aoe}	14.272	13.943	13.4	12.666	11.762
Q_s	1.2884	1.3279	1.393	1.4813	1.5898
w_{aidsh}	0.009829	0.00964	0.009332	0.008923	0.008435
Q_l	0.32534	0.38185	0.47423	0.59703	0.74346
Q_e	1.6138	1.7098	1.8673	2.0783	2.3332
COP	3.5374	3.0754	2.795	2.6223	2.5107
SHR	0.7984	0.77667	0.74603	0.71273	0.68136

ตารางที่ ก.3.2 ปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 32 °C และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
RH_{aoe}	0.96651	0.96882	0.97218	0.97609	0.98018
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.051	34.231	34.486	34.807	35.184
m_r	0.009617	0.010224	0.011226	0.012586	0.014256
t_e	11.022	10.609	9.9459	9.0652	7.9974
t_{ric}	68.756	74.004	77.838	80.371	81.934
t_{roc}	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
t_c	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
h_{idsh}	464.16	486.42	522.46	569.97	626.39
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.88	13.116	13.472	13.897	14.344
power	0.46945	0.57193	0.68696	0.81449	0.95439
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
Q_s	1.2687	1.3073	1.3708	1.4569	1.5628
w_{aldsh}	0.009924	0.00974	0.009438	0.009036	0.008556
Q_l	0.29675	0.35206	0.4425	0.56297	0.70718
Q_e	1.5655	1.6594	1.8133	2.0198	2.27
COP	3.3346	2.9013	2.6396	2.4799	2.3785
SHR	0.81044	0.78784	0.75597	0.72128	0.68847

ตารางที่ ก.3.3 ปรับอุณหภูมิภายนอกที่ทางเข้าเท่ากับ 34 °C และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoe}	14.592	14.279	13.762	13.063	12.2
RH_{aoe}	0.96539	0.96778	0.97123	0.97523	0.97941
t_{aic}	34	34	34	34	34
t_{aoc}	36.012	36.192	36.445	36.764	37.138
m_r	0.009474	0.010075	0.01107	0.012422	0.014085
t_e	11.257	10.851	10.199	9.3357	8.2904
t_{ric}	71.356	76.703	80.581	83.106	84.623
t_{roc}	40.35	40.635	41.083	41.673	42.383
t_c	40.35	40.635	41.083	41.673	42.383
h_{idsh}	459.2	481.37	517.31	564.78	621.28
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.825	13.064	13.423	13.853	14.306
power	0.48265	0.58784	0.70577	0.83634	0.97939
t_{aoe}	14.592	14.279	13.762	13.063	12.2
Q_s	1.2499	1.2876	1.3496	1.4336	1.5372
w_{aidsh}	0.010015	0.009835	0.00954	0.009145	0.008672
Q_l	0.26946	0.32348	0.41201	0.53033	0.67235
Q_e	1.5194	1.6111	1.7616	1.964	2.2096
COP	3.148	2.7407	2.496	2.3483	2.2561
SHR	0.82265	0.79922	0.76612	0.72997	0.69571

กรณีที่ 4 การปรับความถี่ทางไฟฟ้าและปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้อง

ตารางที่ ก.4.1 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเท่ากับ 50 % และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
t_{aoe}	13.558	13.227	12.687	11.961	11.069
RH_{aoe}	0.96488	0.96807	0.97223	0.97654	0.9807
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.02	34.197	34.447	34.762	35.132
m_r	0.009465	0.010057	0.011036	0.012366	0.014003
t_e	10.353	9.913	9.2129	8.2982	7.2007
t_{ric}	68.785	74.076	77.94	80.488	82.052
t_{roc}	38.45	38.734	39.181	39.77	40.479
t_c	38.45	38.734	39.181	39.77	40.479
h_{idsh}	456.74	478.37	513.47	559.87	615.11
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.798	13.032	13.386	13.81	14.259
power	0.46577	0.56728	0.68113	0.80735	0.94585
t_{ace}	13.558	13.227	12.687	11.961	11.069
Q_s	1.3742	1.4139	1.4787	1.566	1.673
w_{aidsh}	0.009349	0.009177	0.008892	0.008509	0.008048
Q_l	0.16696	0.21853	0.30408	0.41896	0.55703
Q_e	1.5411	1.6324	1.7828	1.9849	2.2301
COP	3.3088	2.8776	2.6174	2.4586	2.3577
SHR	0.89166	0.86613	0.82944	0.78893	0.75022

ตารางที่ ก.4.2 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเท่ากับ 55 %และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aic}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
t_{aoc}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
RH_{aoc}	0.96651	0.96882	0.97218	0.97609	0.98018
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.051	34.231	34.486	34.807	35.184
m_r	0.009617	0.010224	0.011226	0.012586	0.014256
t_e	11.022	10.609	9.9459	9.0652	7.9974
t_{ric}	68.756	74.004	77.838	80.371	81.934
t_{roc}	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
t_c	38.516	38.807	39.264	39.864	40.585
h_{idsh}	464.16	486.42	522.46	569.97	626.39
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.88	13.116	13.472	13.897	14.344
power	0.46945	0.57193	0.68696	0.81449	0.95439
t_{aoe}	14.436	14.114	13.585	12.869	11.987
Q_s	1.2687	1.3073	1.3708	1.4569	1.5628
w_{aidsh}	0.009924	0.00974	0.009438	0.009036	0.008556
Q_l	0.29675	0.35206	0.4425	0.56297	0.70718
Q_e	1.5655	1.6594	1.8133	2.0198	2.27
COP	3.3346	2.9013	2.6396	2.4799	2.3785
SHR	0.81044	0.78784	0.75597	0.72128	0.68847

ตารางที่ ก.4.3 ปรับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ไหลเข้าห้องเท่ากับ 60 %และปรับความถี่ทางไฟฟ้าตามลำดับ

f	34	42	50	58	66
m_{ae}	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774	0.11774
m_{ac}	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223	0.9223
t_{aie}	25	25	25	25	25
RH_{aie}	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
t_{aoe}	15.316	14.998	14.473	13.761	12.885
RH_{aoe}	0.96471	0.96686	0.97016	0.9742	0.97856
t_{aic}	32	32	32	32	32
t_{aoc}	34.084	34.268	34.527	34.854	35.237
m_r	0.00978	0.010401	0.011426	0.012813	0.014516
t_e	11.728	11.334	10.695	9.838	8.7942
t_{ric}	68.731	73.935	77.741	80.261	81.824
t_{roc}	38.588	38.885	39.35	39.961	40.694
t_c	38.588	38.885	39.35	39.961	40.694
h_{idsh}	472.2	495.02	531.9	580.44	638.02
h_{odsh}	30.964	30.964	30.964	30.964	30.964
U_{dsh}	12.967	13.204	13.56	13.984	14.43
power	0.47347	0.57694	0.69314	0.82197	0.96329
t_{aoe}	15.316	14.998	14.473	13.761	12.885
Q_s	1.163	1.2012	1.2642	1.3497	1.4549
w_{aidsh}	0.010494	0.010301	0.009987	0.009569	0.00907
Q_l	0.42898	0.48682	0.58117	0.70663	0.85632
Q_e	1.592	1.688	1.8454	2.0564	2.3112
COP	3.3624	2.9258	2.6623	2.5018	2.3993
SHR	0.73054	0.7116	0.68506	0.65637	0.62949

ภาคผนวก ข

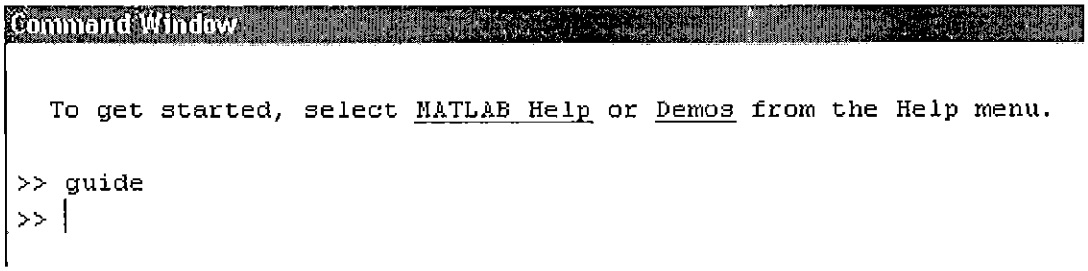
วิธีการสร้าง Graphical User Interface (GUI)

วิธีการสร้าง Graphical User Interface (GUI)

Graphical User Interface หรือ GUI เป็น user interface ที่สร้างขึ้นด้วย graphical object แบบต่าง ๆ เช่น ปุ่มเมนู slider โดยทั่วไป objects เหล่านี้ ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่เข้าใจถึงความหมายและวิธีการใช้ object เหล่านี้เป็นอย่างดีอยู่แล้ว สิ่งสำคัญที่เราจะกล่าวถึงคือหลังจากผู้ใช้ได้มีการกดปุ่มเมาส์ เลื่อน slider หรือเลือกเมนู เราจะมีวิธีการกำหนดให้เกิดขั้นตอนต่อ ๆ ไป ตามที่เราต้องการได้อย่างไร Application ต่าง ๆ ที่ออกแบบมาเป็น GUI จะพบว่าสามารถทำให้ผู้ใช้เข้าใจการใช้ application นั้นได้อย่างรวดเร็ว เพราะแทบจะไม่มีชุดคำสั่งใดให้จดจำ การทำงานของ application จะเกิดขึ้นทันทีที่ได้ input จากผู้ใช้

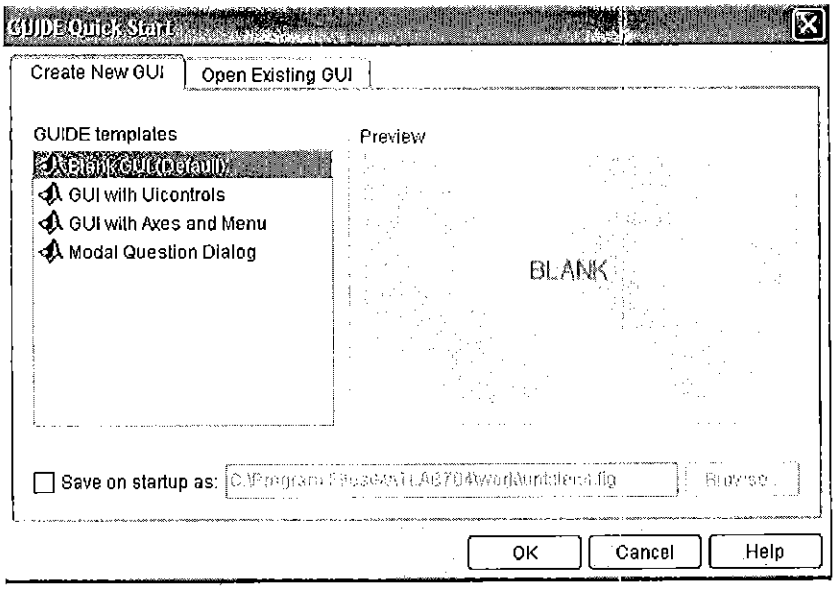
ขั้นตอนในการสร้าง GUI มีดังต่อไปนี้

1.ให้ใช้คำสั่ง Guide ใน command window



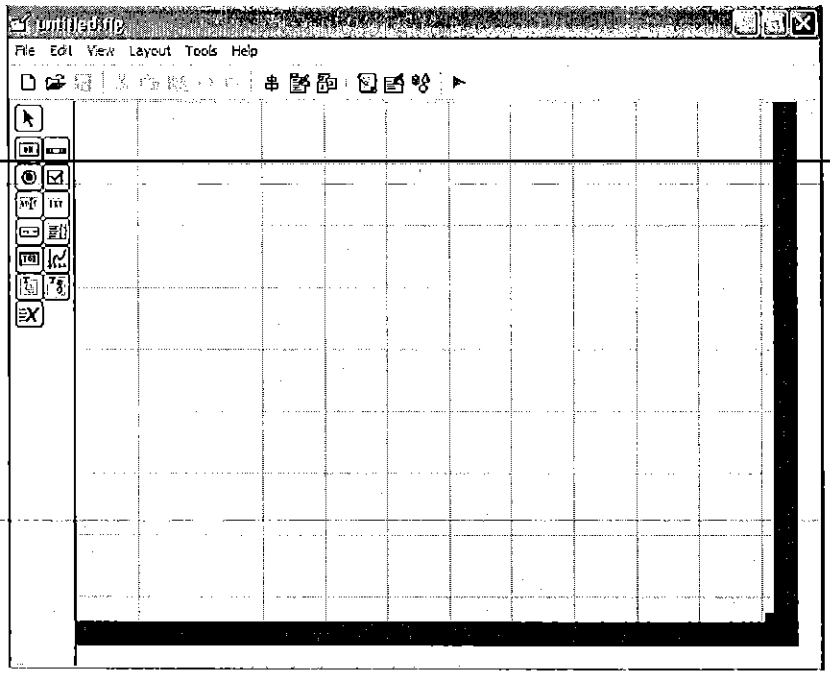
รูปที่ ข.1 แสดงการเรียก GUI

จะปรากฏหน้าต่างของ GUIDE Quick Start ขึ้นมา ให้เลือกที่ Blank GUI ดังรูป แล้วคลิก OK



รูปที่ ข.2 แสดง GUI Quick Start

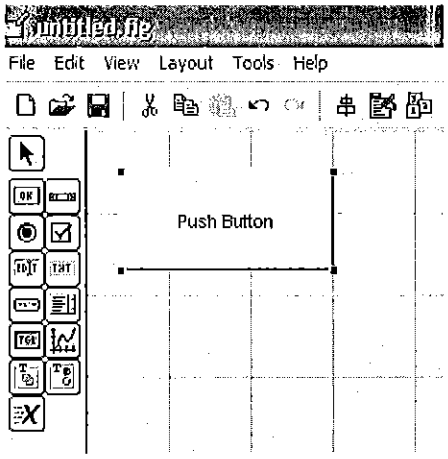
2.เมื่อกด OK แล้วจะปรากฏหน้าต่าง untitled.fig ดังรูป



รูปที่ ข.3 แสดง untitled.fig

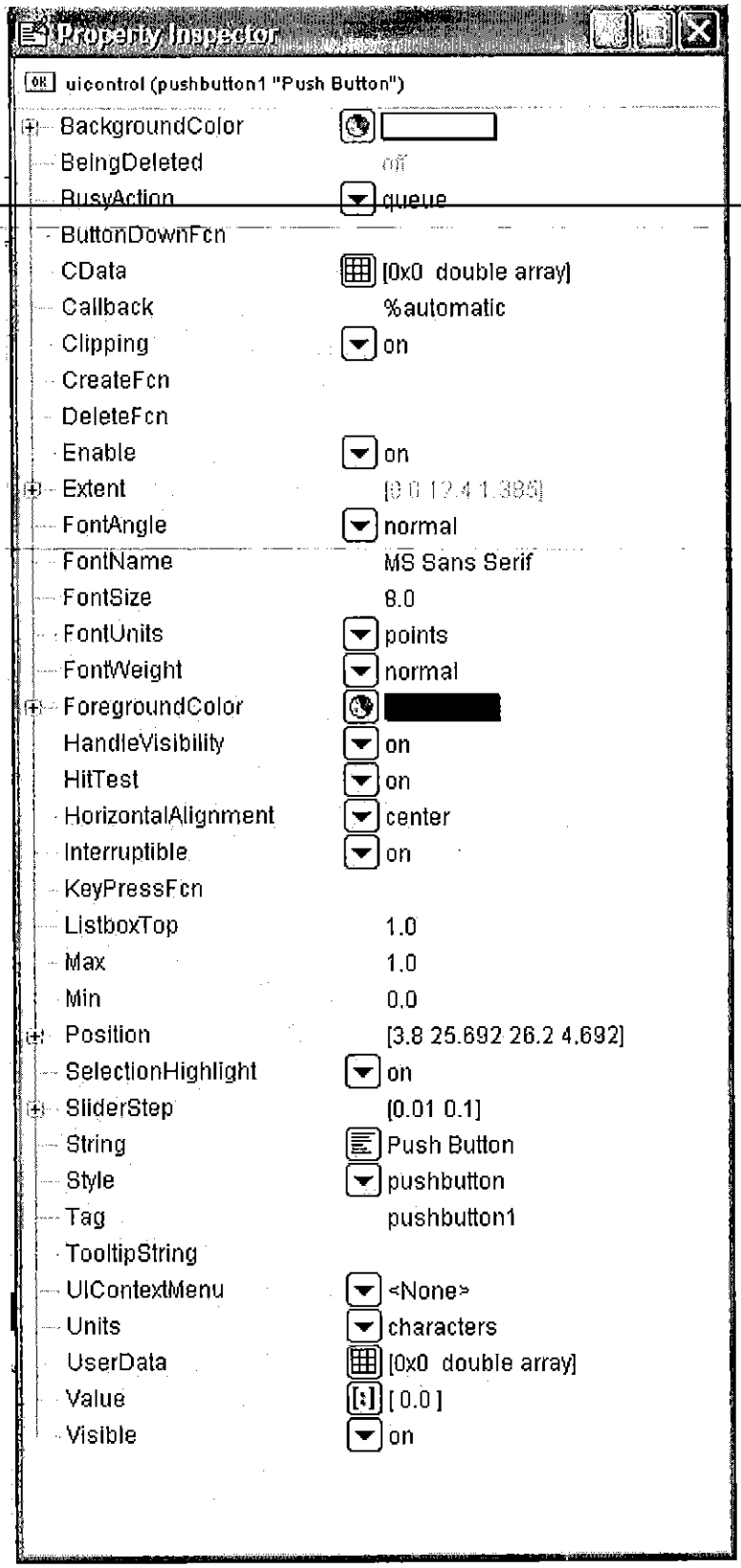
3.เครื่องมือต่างๆ ในหน้าต่าง Untitled. fig มีดังนี้

3.1 Push button สำหรับสร้างสร้างปุ่มคลิกเลือกการทำงานในโครงงานนี้ มีการใช้ push button 2จุดคือ สร้างปุ่ม Simulation เพื่อให้โปรแกรมคำนวณผลลัพธ์ต่างๆออกมาและสร้างปุ่ม Reset เพื่อให้สำหรับรีเซทค่าต่างๆที่โปรแกรมได้คำนวณออกมา ซึ่งมีการสร้าดังรูป



รูปที่ ข.4 แสดงการสร้าง Push Button

เมื่อได้ปุ่มออกมาดังรูปข้างต้นให้ดับเบิ้ลคลิดที่ปุ่มที่สร้างจะได้หน้าต่าง



รูปที่ ข.5 แสดงการเปลี่ยนคุณสมบัติต่างๆของ Push Button

ซึ่งมีไว้สำหรับแก้ไขปุ่มที่เราสร้างขึ้นมา สามารถอธิบายส่วนต่างๆที่สำคัญดังนี้

-Background Color สำหรับเปลี่ยนสีพื้นหลัง

-Front size สำหรับเปลี่ยนขนาดตัวอักษร

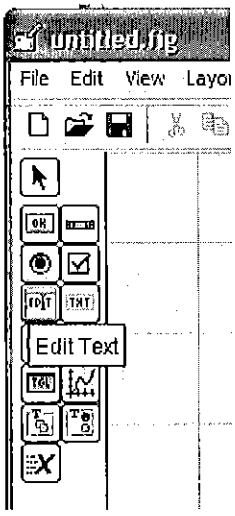
-Foreground Color สำหรับเปลี่ยนสีตัวอักษร

-Position สำหรับปรับเปลี่ยนตำแหน่งของ ปุ่มกด

-String สำหรับเปลี่ยนชื่อปุ่มกด

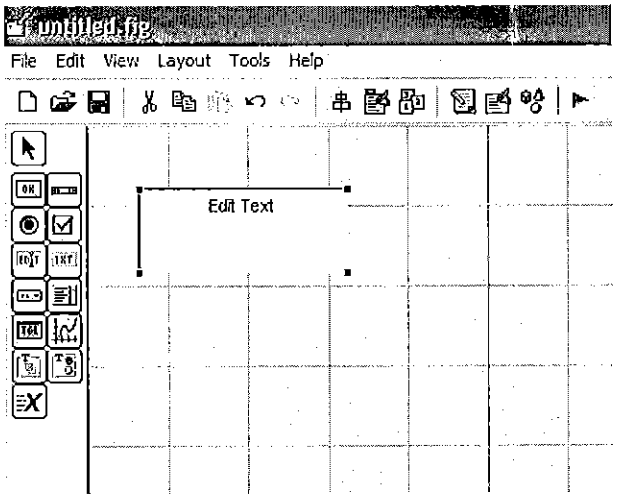
-Style สำหรับเปลี่ยนรูปแบบของปุ่ม

3.2 Edit Text สำหรับสร้างช่องที่เราต้องการป้อนค่าเข้าไปในโปรแกรม โดยการคลิกที่ Edit Text



รูปที่ ข.6 แสดงการสร้าง Edit Text

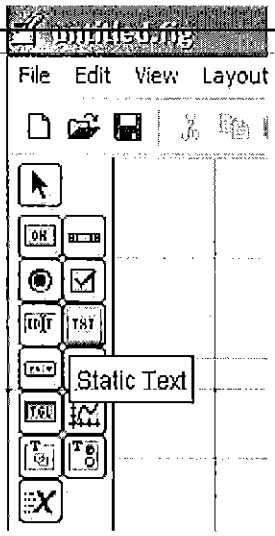
แล้วก็นำมาวางในส่วนที่ต้องการ



รูปที่ ข.7 แสดงการสร้างหน้าต่าง Edit Text

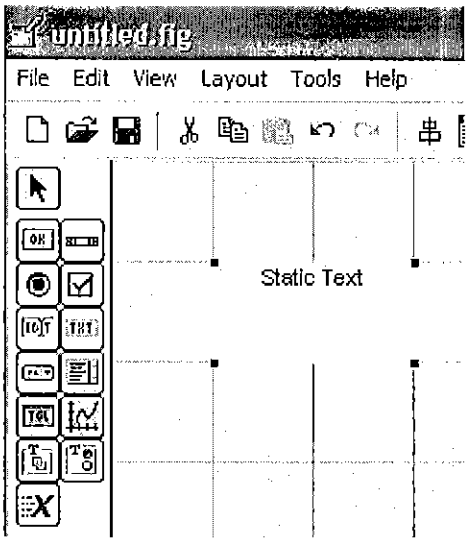
ส่วนการเปลี่ยนชื่อ เปลี่ยนสี เปลี่ยนขนาดและตำแหน่งก็ปรับเปลี่ยนเหมือนกับ Pushbutton

3.3 Static Text สำหรับการสร้างเพื่อใช้เป็นการบอกว่าเป็นส่วนไหน โดยเราไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อเรารันโปรแกรม โดยการคลิกที่ Static Text



รูปที่ ข.8 แสดงการสร้าง Static Text

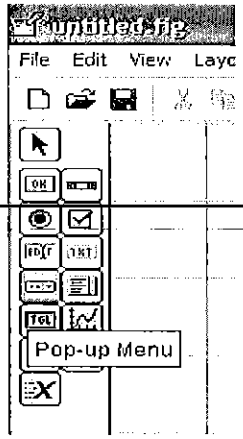
แล้วก็นำไปวางในส่วนที่ต้องการ



รูปที่ ข.9 แสดงการสร้างหน้าต่าง Static Text

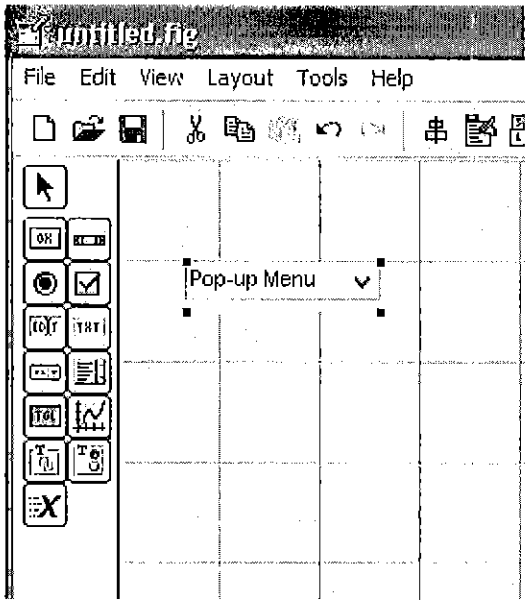
ส่วนการเปลี่ยนคุณสมบัติต่างๆสามารถเปลี่ยนได้เหมือนกับ Push Button

3.4 Pop-up Menu สำหรับการที่เราต้องการจะเปลี่ยนข้อมูลที่เรามีมากมาย โดยเราสามารเลือกเพียงหนึ่งชุดหรือหนึ่งตัวจากทั้งหมดที่เรามี โดยเราคลิกที่ Pop-up Menu



รูปที่ ข.10 แสดงการสร้าง Pop-up Menu

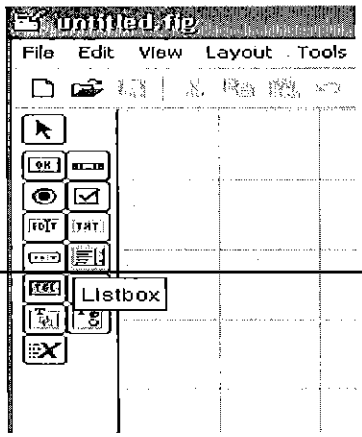
แล้วนำไปวางในส่วนที่เราต้องการ



รูปที่ ข.11 แสดงการสร้างหน้าต่าง Pop-up Menu

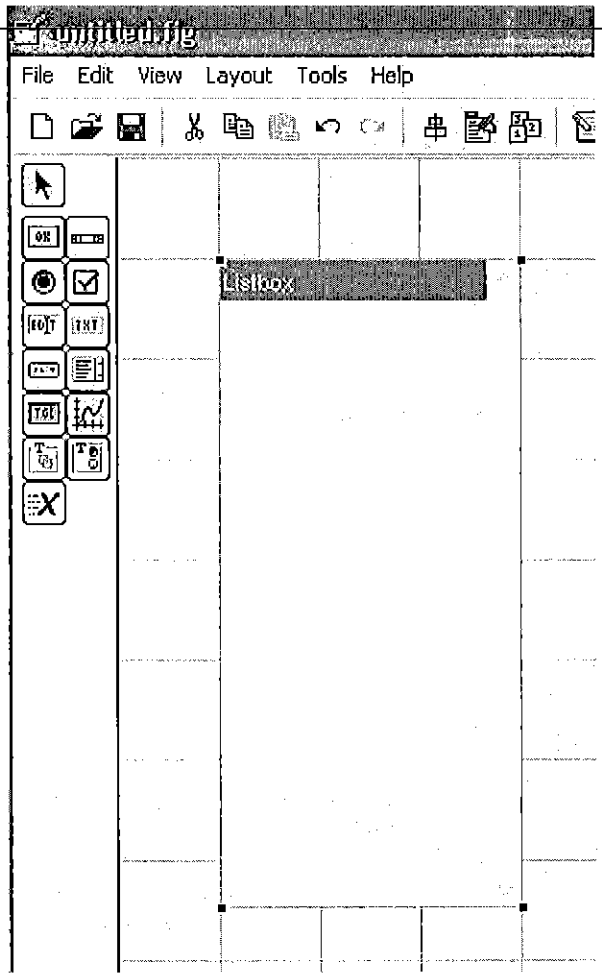
ส่วนการเปลี่ยนคุณสมบัติต่างเนาสามารถเปลี่ยนได้เหมือนกับ Push Button มีเพียงการตั้งชื่อเท่านั้น ที่เราต้องใส่ชื่อข้อมูลทั้งหมดลงไป โดยเรียงตามลำดับตามต้องการ โดยมีวิธีการดังนี้ เลือกที่ String เลือก Pop-up Menu แล้วเราก้อใส่ชื่อชุดข้อมูลทั้งหมดลงไป

3.5 List box สำหรับการแสดงข้อมูลหลายชุด หรือให้ข้อมูลทั้งหมดแสดงใน List box โดยการสร้าง List box มีดังต่อไปนี้ โดยเราคลิกที่ List box



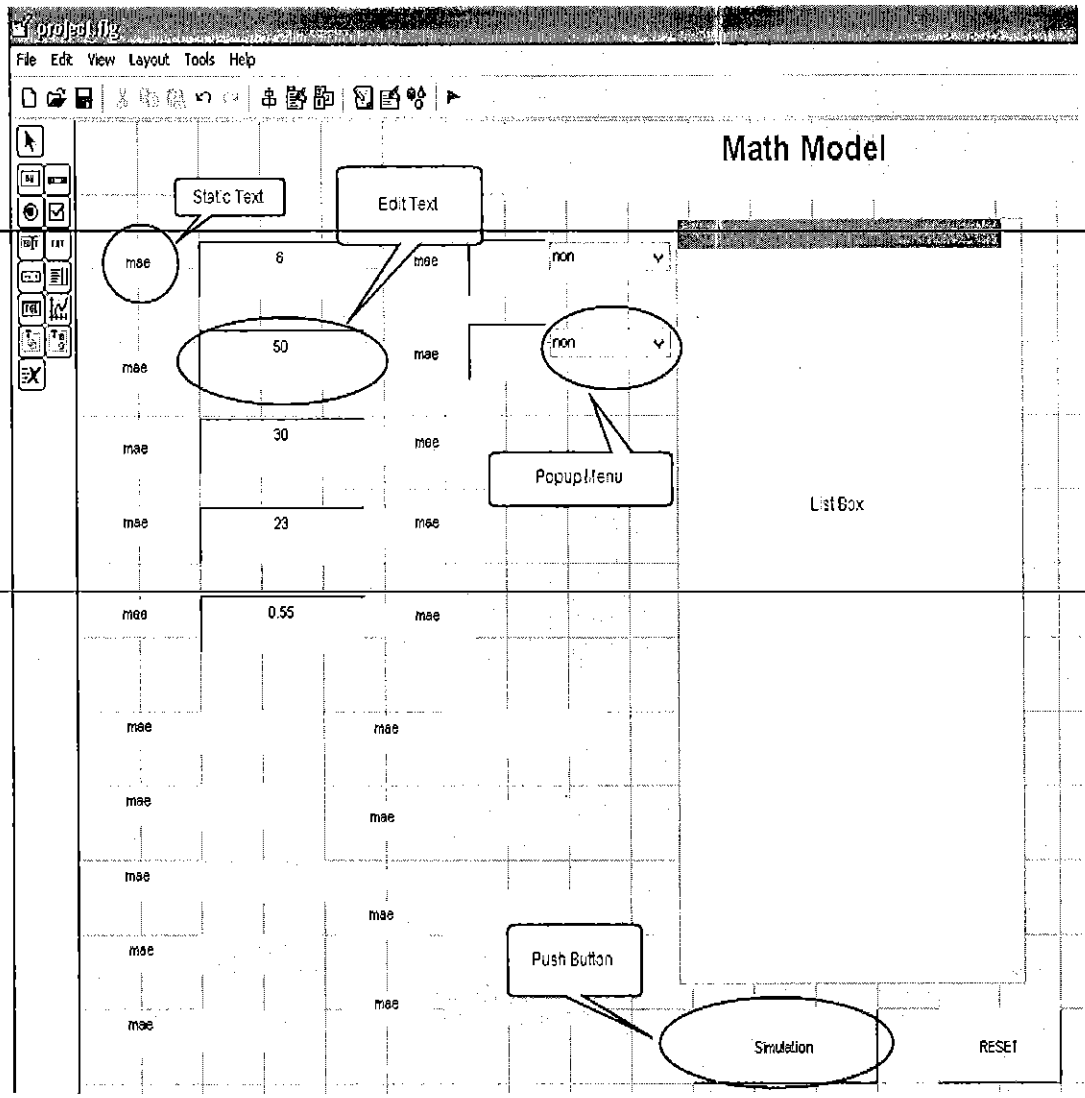
รูปที่ ข.12 แสดงการสร้าง List box

แล้วก็นำไปวางไว้ในส่วนที่ต้องการ



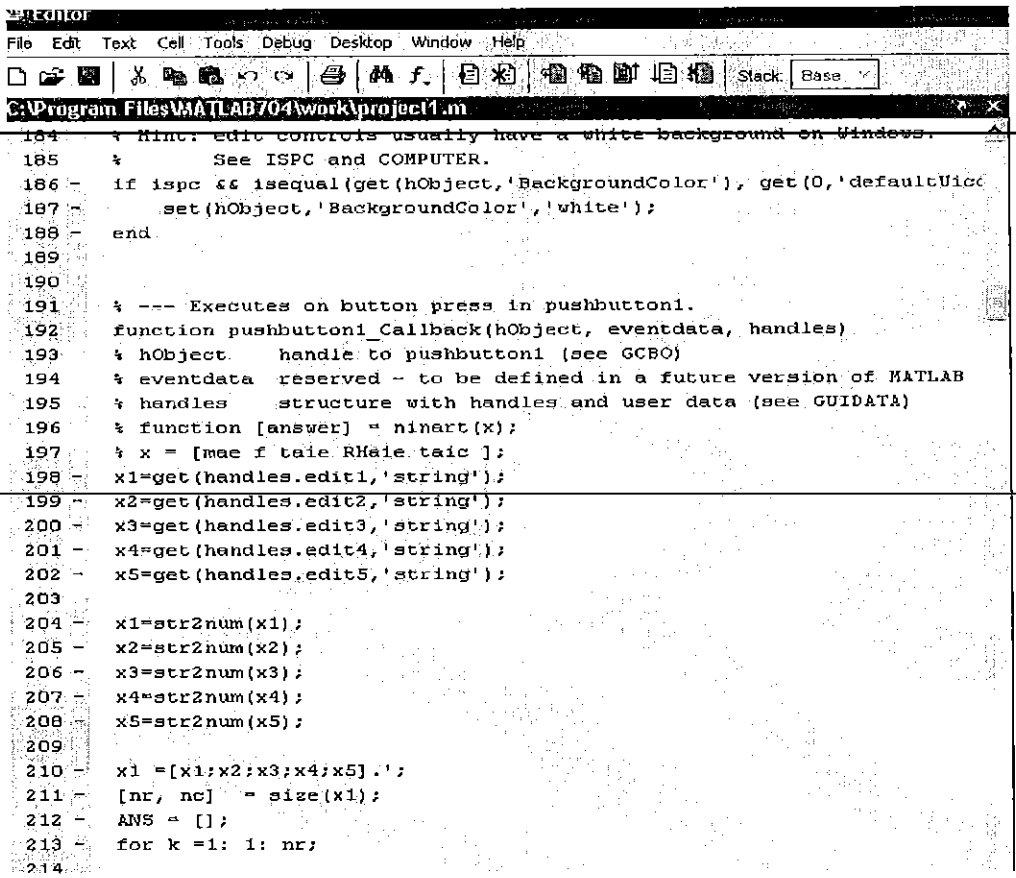
รูปที่ ข.13 แสดงการสร้างหน้าต่าง List box

ส่วนการปรับค่าคุณสมบัติต่างๆของ List box สามารถทำได้เหมือนกับการปรับค่าคุณสมบัติของ push button โดยที่เราได้วางส่วนต่างๆของ GUI ได้ดังนี้



รูปที่ ข .14 แสดงการวางส่วนต่างๆลงบนพื้นที่ของ GUI

เมื่อเราสร้าง GUI ได้ตามที่ต้องการแล้ว ก้อกด save จากนั้นเราก้อมาทำการเขียนโค้ดใน M-File โดยเราสามารถเปิด M-File โดยมีชื่อเดียวกับที่เรา Save GUI ไว้นั้นเองแต่มีนามสกุลเป็น .m เมื่อเราเปิด M-File ขึ้นมา จากนั้นเราก็มาสร้างคำสั่งในส่วนต่างๆของ GUI โดยเริ่มจากการสั่งให้ GUI รับค่าจากผู้ใช้ในช่อง Push Button



รูปที่ ข.15 แสดงการเขียนคำสั่งของ Edit Text

จากรูปจะเห็นว่า มีการใช้คำสั่งเพื่อให้มีการรับค่าจากผู้ใช้โดยตอนแรกเรามีการใส่ค่าทั้งหมด 5 ค่าคือ mae, f , taic , taie , RH จากนั้นเราก้อนำคำสั่งคำนวณทั้งหมดไปใส่ต่อจากคำสั่งข้างต้นโดยเราสั่งคำนวณทั้งหมดเราได้ทำการเขียนขึ้นมาก่อนแล้ว หลังจากนั้นคำสั่งนี้ยังโยงถึงปุ่ม Simulation ด้วย เพื่อให้เกิดการคำนวณขึ้นนั้นเอง

ต่อมาก้อเป็นการใช้คำสั่งเพื่อให้ Pop-up Menu เราค่าที่ต้องการเปลี่ยนโดยเราต้องรู้ว่าค่าที่เราอาจจะต้องการเปลี่ยนมีทั้งหมดเท่าไร และต้องการเปลี่ยนกี่ตัว ในที่นี้เราให้มีตัวแปรที่อาจจะต้องเปลี่ยนทั้งหมด 46 ตัว และอาจจะเปลี่ยนเพียงแค่ 2 ตัวเท่านั้น โดยเราใช้คำสั่ง if และ elseif ดังรูป

```
279 -   index1=get(handles.popupmenu1,'value');
280 -   con1=get(handles.edit6,'string');
281 -   con1=str2num(con1);
282 -   if index1==2
283 -       dc=con1;
284 -   elseif index1==3
285 -       Acrossc =con1;
286 -       elseif index1==4
287 -       Apc =con1;
288 -       elseif index1==5
289 -       Aoc =con1;
290 -       elseif index1==6
291 -       Afc =con1;
292
293 -       elseif index1==7
294 -       gapratioc    =con1;
295 -       elseif index1==8
296 -       Lc   =con1;
297 -       elseif index1==9
298 -      kfc   =con1;
```

รูปที่ ข.16 แสดงการเขียนคำสั่งของ Pop-up Menu

โดยจะเห็นว่าเราเริ่ม Index ตั้งแต่ 2 เพราะว่าตัวที่หนึ่งเป็นของ none ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนค่าของตัวแปรใดๆ ถ้าเรามี Pop-up Menu มากกว่า 1 ตัว ก็ให้เปลี่ยนที่คำสั่งในตรงส่วนของ con และตัวเลขที่ต่อท้ายคือ Po-pup Menu ตัวต่อไป ดังรูป

```
279 -   index1=get(handles.popupmenu1,'value');
280 -   con1=get(handles.edit6,'string');
281 -   con1=str2num(con1);
282 -   if index1==2
283 -       dc=con1;
284 -   elseif index1==3
285 -       Acrossc con1;
286 -       elseif index1==4
287 -       Apc =con1;
288 -       elseif index1==5
289 -       Aoc =con1;
```

รูปที่ ข.17 แสดงการเปลี่ยนคำสั่งของ Pop-up Menu

ในส่วนของการแสดงผล 5ตัวคือ COP, SHR, Qe, Qs, QI และ POWER และในส่วนของ List Box มีคำสั่งดังรูป

```
ANS=[ANS answer];
end
    set(handles.text12,'string',COP)
    set(handles.text14,'string',SHR)
    set(handles.text16,'string',Qe)
    set(handles.text18,'string',Qs)
    set(handles.text20,'string',Ql)
    set(handles.text22,'string',power)
    namec={'f' 'mae' 'mac' 'taie' 'RHaie' 'taoe' 'RHaoe' 'taic' 'taoc

    sans=[];
    for i=1:length(namec)

        ss1=[namec(i) '=' num2str(ANS(i))];

      sans=char(sans,ss1);
    end
```

รูปที่ ข.18 แสดงการเขียนคำสั่งในส่วนของการแสดงผล

จะเห็นว่า มีการใช้คำสั่งเพื่อให้ค่าทั้ง 5 ตัวและ List Box แสดงผลในส่วนที่เราตั้งไว้ใน GUI ต่อมาเป็นคำสั่งสำหรับ ปุ่ม Reset ซึ่งมีสำหรับ Reset ค่า Output ต่างๆ โดยมีคำสั่งดังต่อไปรูปนี้

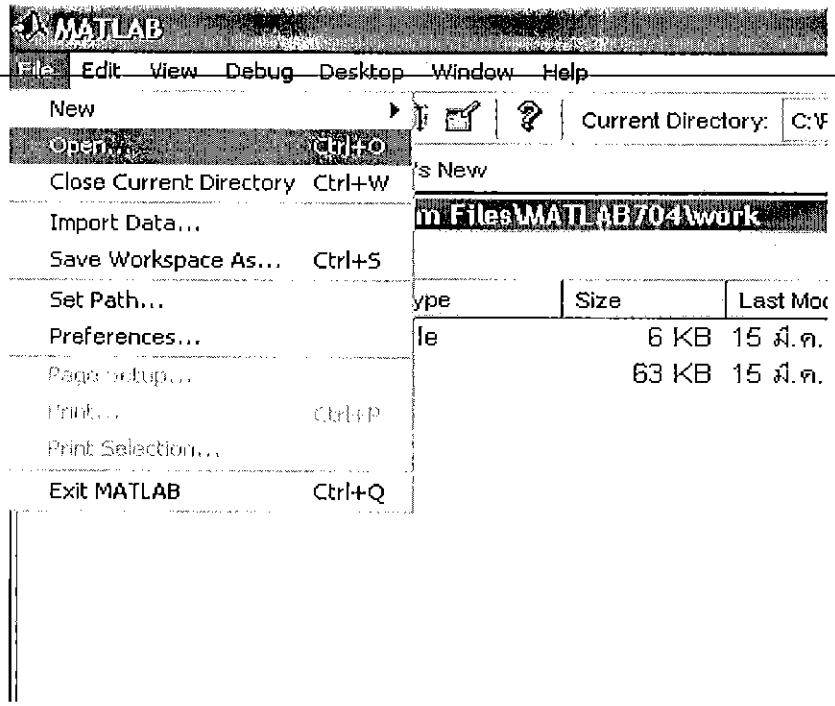
```
% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

    set(handles.text12,'string','')
    set(handles.text14,'string','')
    set(handles.text16,'string','')
    set(handles.text18,'string','')
    set(handles.text20,'string','')
    set(handles.text22,'string','')
      set(handles.listbox1,'string','')
      set(handles.edit6,'string','');
      set(handles.edit7,'string','');

%       set(handles.popupmemu1,'value',1)
%       set(handles.popupmemu2,'value',1)
```

รูปที่ ข.19 แสดงการเขียนคำสั่งของปุ่ม Reset

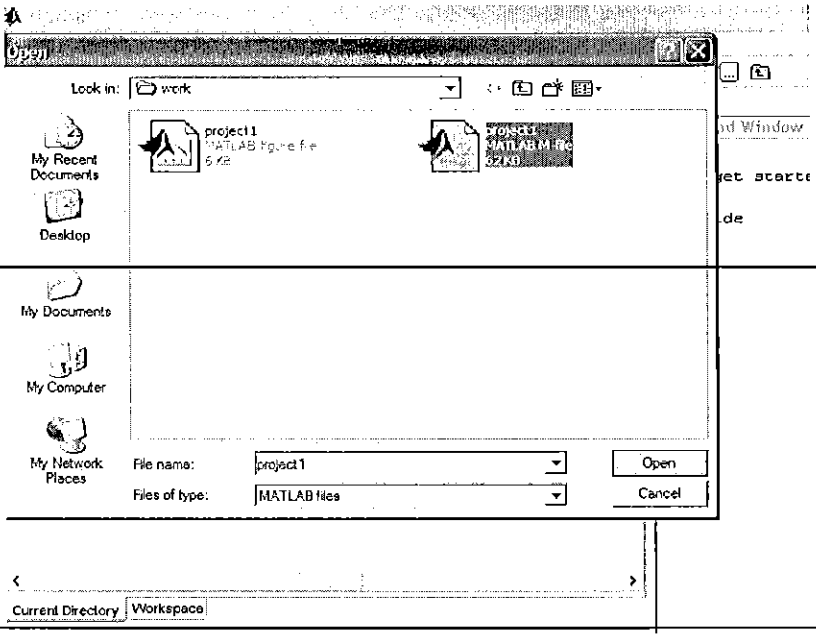
เราก็จะได้ GUI ที่สมบูรณ์พร้อมการใช้งาน ส่วนการเรียกใช้งาน GUI นั้นให้เราเปิดโปรแกรม MATLAB ขึ้นมาแล้ว Open file เลือก ที่เราทำการ Save GUI ไว้ว่าชื่ออะไร โดยเปิดในส่วนของ M-File เมื่อเราเปิด M-File ตัวที่ต้องการแล้วให้กด Ctrl+A แล้วกด F5จำให้ได้ GUI ที่พร้อมใช้งาน

การเรียกการใช้งาน GUI

1. เมื่อเปิดโปรแกรม MATLAB ขึ้นมา ให้ไปเลือกที่ File->Open->ชื่อไฟล์ที่เราบันทึกไว้ .m ในโครงงานนี้ได้บันทึกชื่อเป็นชื่อ project 1.m ดังรูป

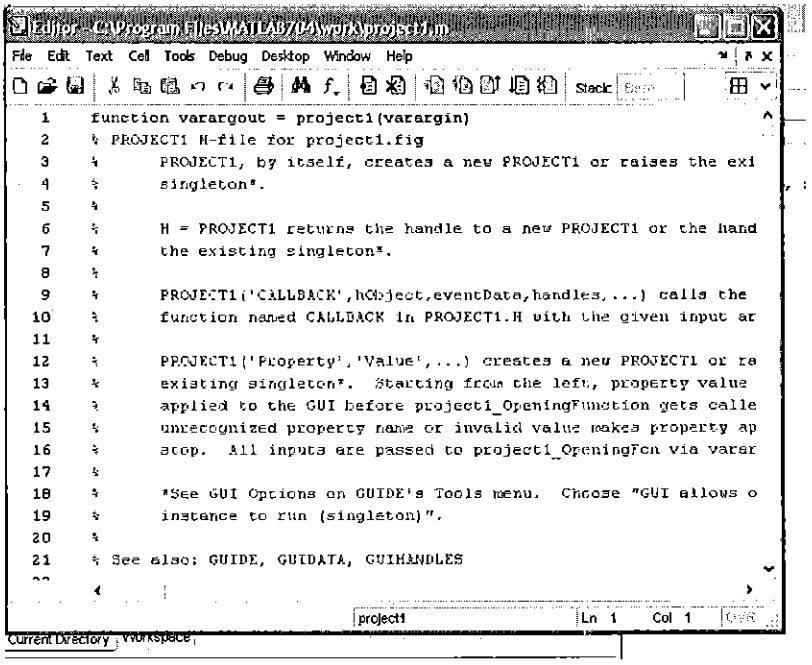


รูปที่ ข.20 แสดงการเปิด m-file



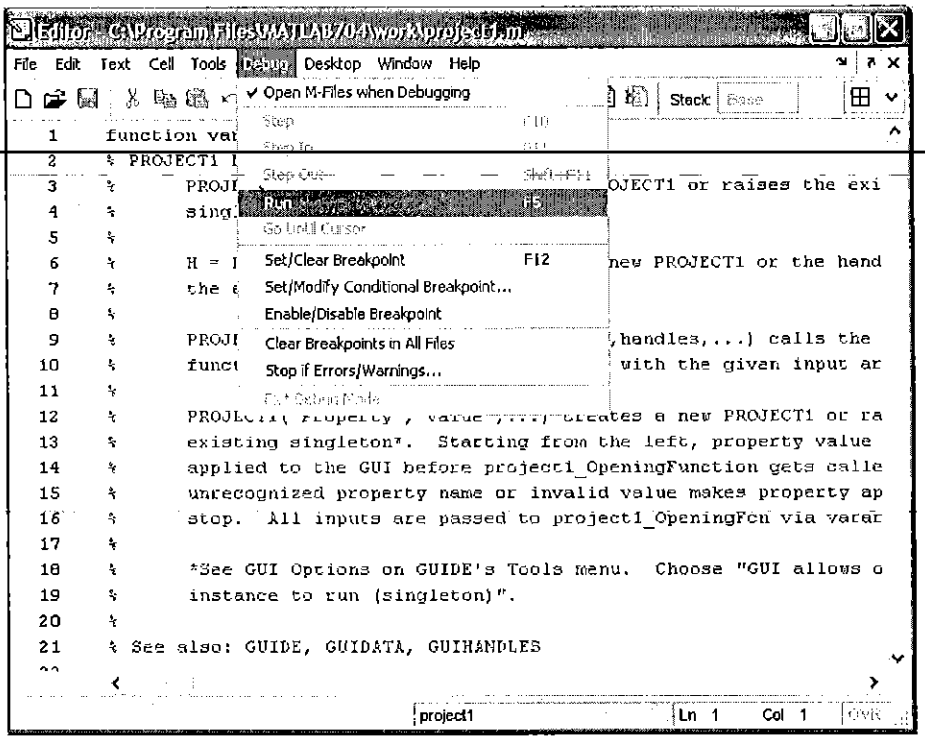
รูปที่ ข.21 แสดงการเลือก file

เมื่อเปิด m-file ขึ้นมาแล้วจะปรากฏหน้าต่าง Editor ดังรูป



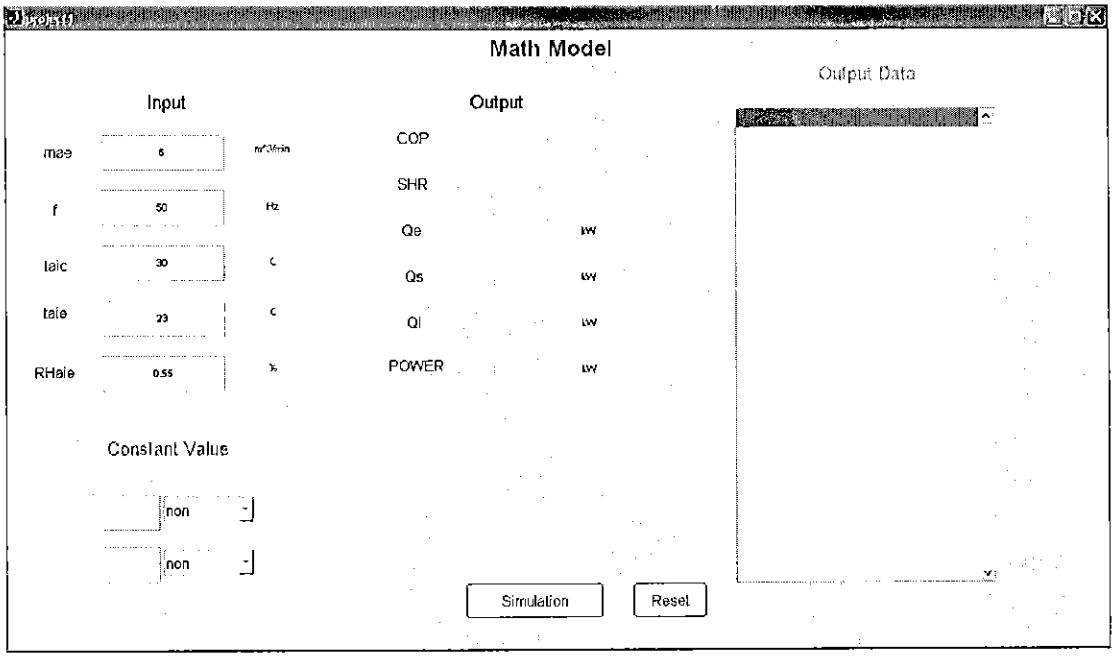
รูปที่ ข.22 แสดงหน้าต่างของ m-file

ขั้นตอนต่อมาให้ กด Ctrl+A แล้วกด F5 หรือ กด Crtl+A แล้วคลิกที่ Debug->Run ดังรูป



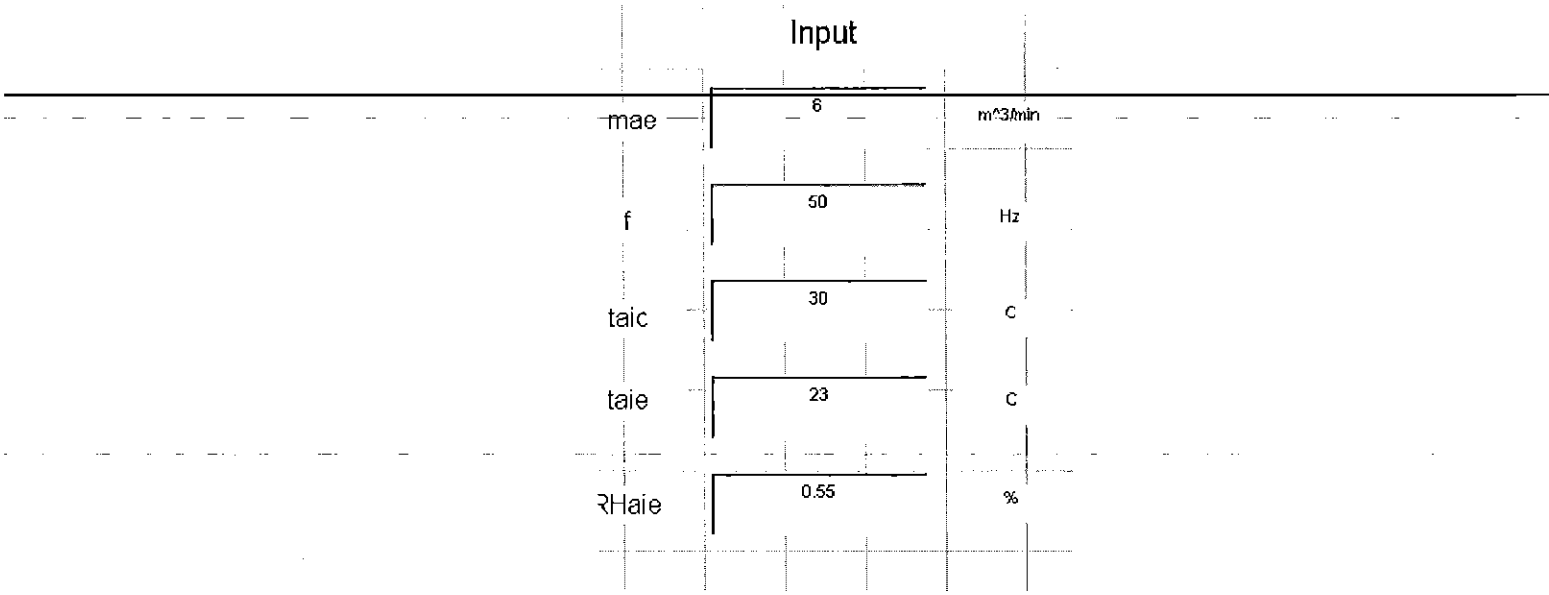
รูปที่ ข.23 แสดงการ RUN m-file

จากนั้นจะปรากฏเป็นหน้าต่าง GUI ขึ้นมาดังรูป



รูปที่ ข.24 แสดงหน้าต่าง GUI

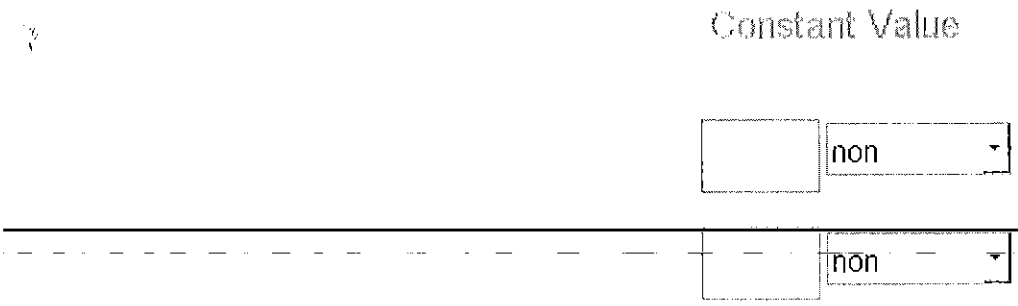
โดยในส่วนต่างๆของหน้าต่างนั้นสามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ ข.25 แสดงถึงส่วน Input

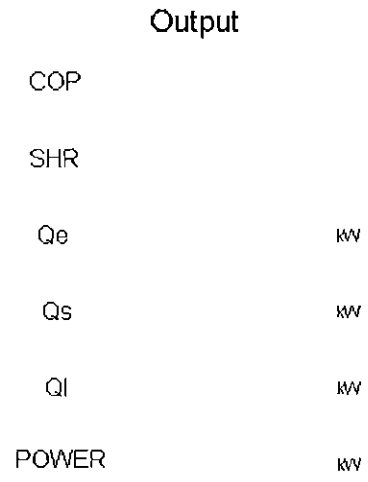
ในส่วน Input จะมีทั้งหมด 5 ค่าดังต่อไปนี้

1. mae คืออัตราการไหล มีหน่วยเป็น m^3 / min ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 3-9 m^3 / min
2. f คือความถี่ที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ มีหน่ายเป็น Hz ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 33-77 Hz
3. taic คืออุณหภูมิของเครื่องคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 29-37 $^{\circ}C$
4. taie คืออุณเหภูมิของเครื่องระเหยหรือมีหน่วยเป็น $^{\circ}C$ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 22-28 $^{\circ}C$
5. RHaie คือเปอร์เซ็นความชื้นของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 47-71 %



รูปที่ ข.26 แสดงในส่วนที่ตัวเลือกในการเปลี่ยนค่า

จากรูปที่ ข. 26 ในส่วนนี้จะมีค่าให้เปลี่ยนอยู่ทั้งหมด 47 ค่า โดยเราสามารถเลือกเปลี่ยนค่า ได้ จาก 2 ใน 47 ตัวส่วนตัวเลขในวงเล็บต่อท้ายคือค่าเริ่มต้นของตัวแปรต่างๆ

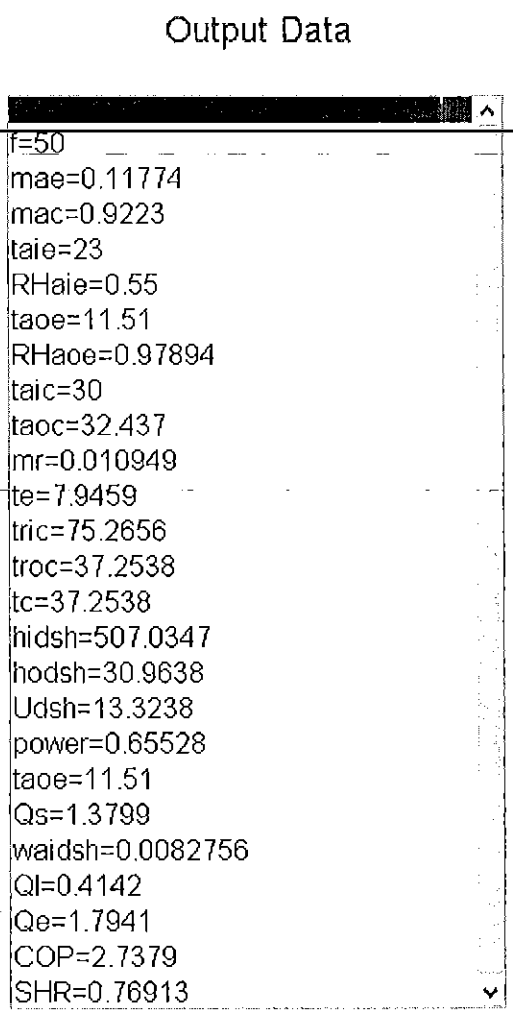


รูปที่ ข.27 แสดงในส่วน Output

จากรูปที่ ข.27 แสดงถึงส่วนแสดงผลหลักๆที่ต้องการ จะมีทั้งหมด 6 ตัวด้วยกัน สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. COP คือค่า สัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ
2. SHR คือค่า Sensible Heat Ratio ของเครื่องปรับอากาศ
3. Qe คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่เครื่องระเหย มีหน่วยเป็น kW
4. Qs คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง มีหน่วยเป็น kW
5. QI คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส มีหน่วยเป็น kW
6. POWER คือค่ากำลังของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น kW

ในส่วนของการแสดงค่าอื่นๆสามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ ข.28 แสดงในส่วน Output อื่นๆ

จากรูปที่ ข.28 สามารถอธิบายค่าต่างๆได้ดังนี้

1. f คือค่าความถี่ มีหน่วยเป็น Hz
2. mae คืออัตราการไหลจองอากาศที่ผ่านเครื่องระเหย มีหน่วยเป็น CFM
3. mac คืออัตราการไหลของอากาศผ่านคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น CFM
4. taie คืออุณหภูมิของอากาศขาเข้าเครื่องระเหย มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
5. RHaie คือเปอร์เซ็นต์ความชื้นภายในห้องปรับอากาศ
6. taoe คืออุณหภูมิของอากาศขาออกเครื่องระเหย มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
7. RHaoe คือเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอากาศภายนอกเครื่องระเหย

8. Taic คืออุณหภูมิของอากาศขาเข้าคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
9. Taoc คืออุณหภูมิของอากาศขาออกคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
10. mr คืออัตราการไหลของสารทำความเย็น มีหน่วยเป็น CFM
11. te คืออุณหภูมิของเครื่องระเหย มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
12. tric คืออุณหภูมิของสารทำความเย็นขาเข้าคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
13. troc คืออุณหภูมิของสารทำความเย็นขาออกคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
14. tc คืออุณหภูมิของคอนเดนเซอร์ มีหน่วยเป็น $^{\circ}C$
15. hidsh คือค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนขาเข้าส่วน dsh มีหน่วยเป็น $W/m^2 \bullet K$
16. hodsh คือค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนขาออกส่วน dsh มีหน่วยเป็น $W/m^2 \bullet K$
17. Udsh คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในส่วน, dsh มีหน่วยเป็น $W/m^2 \bullet K$
18. power คือค่ากำลังของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น kW
19. Qs คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนแฝง มีหน่วยเป็น kW
20. waidsh คือค่าความชื้นจำเพาะของอากาศขาเข้า dsh มีหน่วยเป็น kJ/kg_{dryair}
21. QI คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนสัมผัส มีหน่วยเป็น kW
22. Qe คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อน ที่เครื่องระเหย มีหน่วยเป็น kW
23. COP คือค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ
24. SHR คือค่า Sensible Heat Ratio ของเครื่องปรับอากาศ

ต่อมาเป็นปุ่มคำสั่งซึ่งแสดงได้ดังรูป

รูปที่ ข.29 แสดงถึงส่วนของปุ่มคำสั่ง Simulation และ Reset

โดยปุ่ม Simulation คือปุ่มที่รับคำสั่งให้โปรแกรมคำนวณค่าต่างๆแล้วแสดงออกมาเป็น Output ส่วนปุ่ม Reset คือปุ่มที่รับคำสั่งให้โปรแกรมย้อนกลับไปหน้าเริ่มต้นที่ยังไม่มีการคำนวณ หรือล้างค่าที่คำนวณเพื่อที่จะได้คำนวณค่าใหม่

ในการใช้งาน GUI อาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเล็กน้อย เมื่อเกิดความผิดพลาด ให้ปิด GUI แล้วทำการเปิดใหม่