



เครื่องล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



นายสมจินต์ พ่วงเจริญชัย

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
ปีการศึกษา 2550

เครื่องล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



นายสมจินต์ พ่วงเจริญชัย

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
ปีการศึกษา 2550

ชื่อ : นายสมจินต์ พ่วงเจริญชัย  
เรื่อง : เครื่องล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์  
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกล  
ปีการศึกษา : 2550

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่จะใช้ระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยใช้แผงคอนเดนเซอร์ในการระบายความร้อน จากการศึกษาพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองดังกล่าวจะเกาะแน่นบริเวณครีบบระบายความร้อน ทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนของแผงคอนเดนเซอร์ลดน้อยลง ทำให้สิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น จึงได้ออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ โดยใช้มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ ติดตั้งเข้ากับตัวชุดเกลียวหมุนเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของชุดแผงหัวฉีดและใช้โซลินอยด์ วาล์วมาเป็นตัวควบคุมการจ่ายน้ำในการทำความสะอาด เพื่อใช้ในการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ จากการทดสอบการทำงานของเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์พบว่าเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี โดยก่อนการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ มีความสามารถในการทำความเย็นเฉลี่ยเท่ากับ 34,179 Btu/hr สัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.62 และประสิทธิภาพการให้ความเย็นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8.9 Btu/hr.Watt และหลังจากการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์เครื่องปรับอากาศมีความสามารถในการทำความเย็นเฉลี่ยเท่ากับ 39,766 Btu/hr สัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.12 และประสิทธิภาพการให้ความเย็นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 10.7 Btu/hr.Watt และเมื่อเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการล้างและหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ จะพบว่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 16.35 % และประสิทธิภาพการให้ความเย็นเพิ่มขึ้น 19.19 % ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์นั้น จะทำให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งความสามารถในการระบายความร้อนของแผงคอนเดนเซอร์นั้นขึ้นอยู่กับความสะอาดของแผงคอนเดนเซอร์นั่นเอง

Name : Mr.Somjin Puangcharoenchai  
Thesis Title : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine  
Department : Mechanical Engineering.  
Academic Year : 2007

### Abstract

Now a day the mostly air condition are use the air for reducing the temperature at the condenser unit. Moreover, many dusts are adhering in area of fin coil. From this reason, the heat reduction efficiency is decreased and increasing the energy consumption. Thus, the aim of this research is to design the finned-tube condenser unit cleaner machine for increasing the heat reduction efficiency. From the results of experiment, it found that the finned-tube condenser cleaner machine is desirable when comparing with the performance before used. By the original performance, the refrigeration effect, coefficient of performance (C.O.P) and energy efficiency ratio (EER) is 34,179 Btu/hr, 2.62 and 8.9 Btu/hr.Watt. On the other hand, the refrigeration effect, (C.O.P) and (EER) is 39,766 Btu/hr, 3.12 and 10.7 Btu/hr.Watt respectively when the condenser unit cleaner machine is used. Based on this condition, the value of the refrigeration effect and (EER) are increase to 16.35% and 19.19% respectively. Thus, the heat reduction in condensing unit can be aided the performance and prolong the life time of air condition by depending on the cleaning of condensing unit.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในการจัดทำโครงการ ทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอกราบขอบพระคุณท่าน อาจารย์พีรสิทธิ์ ชฎาธร อาจารย์อรรถนันท เต็มเปี่ยม อาจารย์ประกอบ ชาติภูกต์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ วิโรจน์ชิวน์ ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดในการทำโครงการจนโครงการประสบผลสำเร็จด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์วัลลภ ภูผา คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้ให้ความสะดวกต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำโครงการ

ประโยชน์และคุณค่าอันพึงมีจากโครงการนี้ ทางผู้จัดทำขอขอบเพื่อทดแทนคุณแต่ บิดามารดา ครูบาอาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายสมจินต์ พ่วงเจริญชัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	2
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 วัฏจักรการทำความเย็น	3
2.2 ขนาดของเครื่องทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการทำความเย็น	6
2.2.1 ขนาดของเครื่องทำความเย็น	6
2.2.2 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ	6
2.2.3 ประสิทธิภาพการทำความเย็น	6
2.3 คอนเดนเซอร์	7
2.4 ภาระของคอนเดนเซอร์	7
2.5 ความสามารถในการทำงานของคอนเดนเซอร์	8
2.6 ปริมาณของสารหล่อเย็นที่ใช้ในคอนเดนเซอร์	8
2.7 กระบวนการปรับอากาศ	9
2.8 กระบวนการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้น	10

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. การออกแบบและคำนวณ	
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน	11
3.2 การออกแบบและติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	11
3.2.1 การหาขนาดของเครื่องปรับอากาศ	11
3.2.1.1 การหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง	11
3.2.1.2 การหาปริมาณความร้อนจากอากาศร้อนเข้ามาในห้อง	14
3.2.1.3 การหาปริมาณความร้อนจากหลอดไฟแสงสว่าง	15
3.2.1.4 การหาปริมาณความร้อนจากคน	15
3.2.1.5 ปริมาณความร้อนรวมทั้งหมด	15
3.3 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	16
3.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	18
3.5 การออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	19
3.5.1 การออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	19
3.5.2 การสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	19
4. ผลการทดสอบ	
4.1 การทดสอบ	20
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ	20
4.3 ขั้นตอนเตรียมการทดสอบ	21
4.4 วิธีการทดสอบ	21
4.5 บันทึกผลการทดสอบ	21
4.5.1 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	21
4.5.1.1 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์กับการใช้แรงงานคน	21
4.5.1.2 การเปรียบเทียบความสะอาดระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์กับการใช้แรงงานคน	22

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการทดสอบ (ต่อ)	
4.5.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (เปรียบเทียบกับก่อนการล้างและหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์)	23
4.5.2.1 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างที่ ความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	23
4.5.2.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างที่ ความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	27
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดสอบ	32
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	34

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	7
3.1 แสดงการวิเคราะห์การทำงานของระบบการทำความเย็น	18
4.1 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	21
4.2 แสดงผลการทดสอบการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์โดยใช้เครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	22
4.3 แสดงผลการทดสอบการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์โดยใช้แรงงานคน	22
4.4 แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	23
4.5 แสดงผลของภาวะความร้อนสัมผัส ภาวะความร้อนแฝง และภาวะความร้อนรวมของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	24
4.6 แสดงความสามารถในการทำความเย็น กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	24
4.7 แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	25
4.8 แสดงผลของภาวะความร้อนสัมผัส ภาวะความร้อนแฝง และภาวะความร้อนรวมของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	26
4.9 แสดงความสามารถในการทำความเย็น กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	26

## สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

2.1	แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ	3
2.2	แสดงแผนภาพ $T - s$ ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ	3
2.3	แสดงแผนภาพ $P - h$ ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ	4
2.4	แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางปฏิบัติ	5
2.5	แสดงกระบวนการปรับอากาศ	9
2.6	แสดงการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้น	10
2.7	แสดงกระบวนการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้นบนแผนภูมิไซโครเมตริก	10
3.1	แสดงพื้นที่ที่ทึบเนื้อทั้งหมด	12
3.2	แสดงพื้นที่ที่ทึบได้ทั้งหมด	12
3.3	แสดงพื้นที่ด้านทิศตะวันออกทั้งหมด	13
3.4	แสดงพื้นที่เพดานทั้งหมด	14
3.5	แสดงแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit)	16
3.6	แสดงคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit)	17
3.7	แสดงเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	18
3.11	แสดงแสดงมอเตอร์และชุดเกลิยวหมุน	18
3.12	แสดงชุดหัวฉีดพร้อมระบบท่อน้ำ	19
3.13	แสดงระบบไฟฟ้าควบคุม	19
4.1	แสดงห้องทดสอบของเครื่องปรับอากาศ	20
4.2	แสดงวัฏจักรทำความเย็นบนแผนภาพมอลเลียร์ (R-22) ของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	25
4.3	แสดงความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	25
4.4	แสดงสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	26

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 แสดงประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	26
4.6 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์กับความสามารถในการทำความเย็น ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	27
4.7 แสดงวัฏจักรทำความเย็นบนแผนภาพอลเลียร์ (R-22) ของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	29
4.8 แสดงความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	29
4.9 แสดงสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	30
4.10 แสดงประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	30
4.11 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์กับความสามารถในการทำความเย็น หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์	31

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

จากปัญหาของสภาวะโลกร้อนพบว่าอุณหภูมิบรรยากาศโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อสำหรับการใช้งานในสถานที่ต่างๆ จึงมีแนวโน้มสูงขึ้น ขณะเดียวกันผู้ผลิตส่วนใหญ่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพการให้ความเย็นที่สูงขึ้น (EER) แต่อย่างไรก็ตามเครื่องปรับอากาศยังเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังงานไฟฟ้าสูงอยู่เมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ซึ่งปกติแล้วการระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่มักจะใช้แผงคอนเดนเซอร์ในการระบายความร้อน จากการศึกษาพบว่าเมื่อเวลาผ่านไปสิ่งสกปรกหรือฝุ่นละอองดังกล่าวจะเกาะแน่นบริเวณครีบบระบายความร้อน ทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนของแผงคอนเดนเซอร์ลดน้อยลง เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความสิ้นเปลืองการใช้พลังงานไฟฟ้าดังกล่าว จึงได้ออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์เพื่อช่วยในการบำรุงรักษาแผงคอนเดนเซอร์ให้สามารถทำงานได้ตามปกติ ทำให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพนั่นเอง

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 ศึกษาหลักการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ
- 1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์
- 1.2.3 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลข้อมูลจากการทดสอบ

#### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 สามารถใช้กับแผงคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเท่านั้น
- 1.3.2 สามารถทำงานได้ทั้งแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ
- 1.3.3 สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ได้
- 1.4.2 ช่วยให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- 1.4.3 ช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

#### 1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 1.5.2 ออกแบบและติดตั้งเครื่องปรับอากาศ
- 1.5.3 ออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์
- 1.5.4 ทดสอบการทำงานของเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์
- 1.5.5 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลข้อมูลจากการทดสอบ
- 1.5.6 สรุปผลข้อมูลจากการทดสอบ

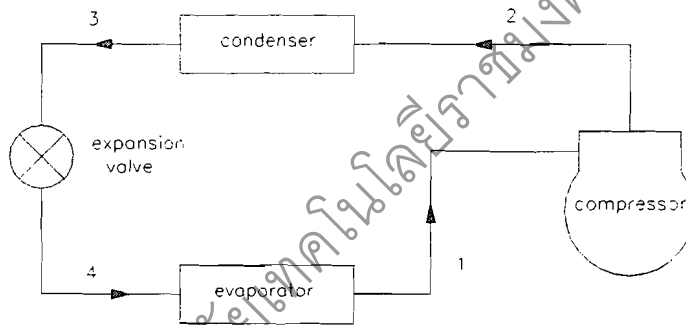
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

## บทที่ 2

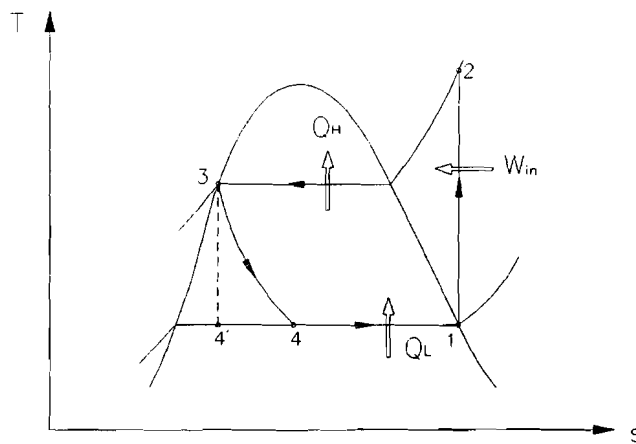
### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 วัฏจักรการทำความเย็น (The Refrigeration Cycle)

วัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติเป็นวัฏจักรการทำความเย็นที่ได้รับการพัฒนามาจากวัฏจักรคาร์โนต์แบบย้อนกลับทาง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ (compressor) คอนเดนเซอร์ (condenser) วาล์วลดความดัน (expansion valve) และอีวาपोเรเตอร์ (evaporator)

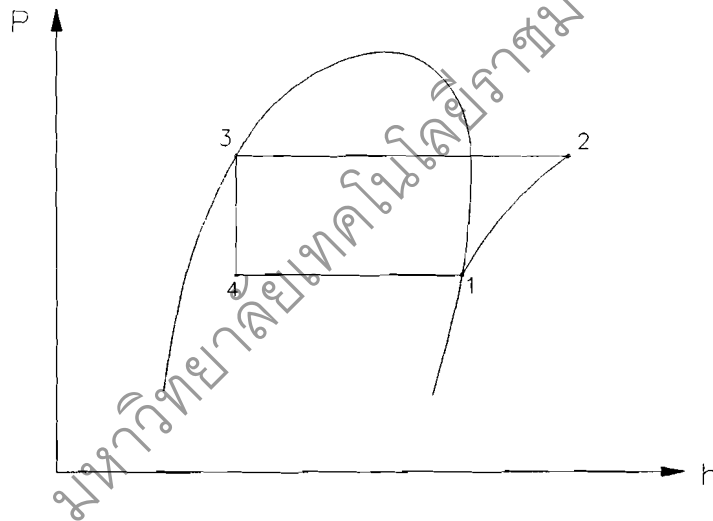


รูปที่ 2.1 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพ  $T - s$  ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ

สำหรับการทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ เริ่มจากสารทำความเย็นที่สภาวะ 1 (ไออิ่มตัว) ถูกอัดตัวผ่านคอมเพรสเซอร์ด้วยกระบวนการไอเซนทรอปิก จนกระทั่งมีสภาพเป็นไอร้อนยวดยิ่งที่สภาวะ 2 จากนั้นสารทำความเย็นที่สภาวะ 2 จะไหลผ่านเข้าสู่คอนเดนเซอร์ควบแน่น (คายความร้อนออก) เป็นของเหลวอิ่มตัวที่สภาวะ 3 ด้วยกระบวนการความดันคงที่ จากนั้นสารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ขยายตัวผ่านวาล์วลดความดัน เปลี่ยนเป็นของผสมความดันต่ำที่สภาวะ 4 ด้วยกระบวนการเอนทาลปีคงที่ และไหลผ่านเข้าอีวาपोเรเตอร์ระเหยตัว (รับความร้อนเข้า) กลายเป็นไออิ่มตัวด้วยกระบวนการความดันคงที่ ก่อนจะไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ต่อไป สำหรับการคำนวณวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอ ส่วนมากมักจะนิยมใช้แผนภาพ  $P - h$  ของสารทำความเย็นในการคำนวณ เนื่องจากมีความสะดวกและเข้าใจง่ายกว่า



รูปที่ 2.3 แสดงแผนภาพ  $P - h$  ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ

จากกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ สำหรับกระบวนการสภาวะคงตัว-การไหลคงตัว (กระบวนการ SSSF) พิจารณาการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์และพลังงานศักย์มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณความร้อนและงานในวัฏจักร โดยพิจารณาเป็นพลังงานต่อหน่วยมวล (kJ/kg) ดังนั้นจะได้

$$q - w = \Delta h$$

2.1

กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบไอเซนทรอปิก (คอมเพรสเซอร์)

$$w_c = h_2 - h_1 \quad 2.2$$

กระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการคายความร้อนภายใต้ความดันคงที่ (คอนเดนเซอร์)

$$q_H = h_2 - h_3 \quad 2.3$$

กระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการขยายตัวแบบเอนทาลปีคงที่ (วาล์วลดความดัน)

$$h_3 = h_4 \quad 2.4$$

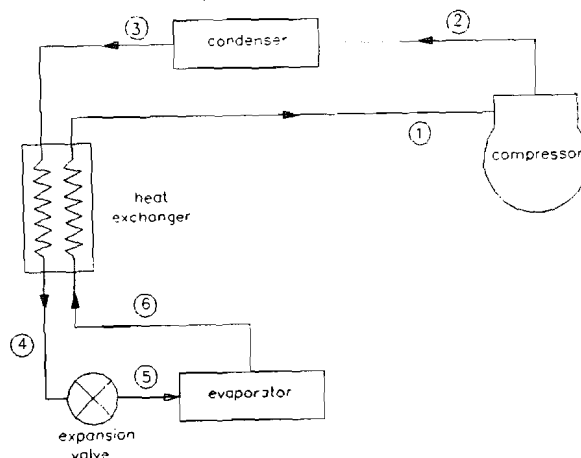
กระบวนการ 4-1 เป็นกระบวนการรับความร้อนภายใต้ความดันคงที่ (อีวาพอเรเตอร์)

$$q_L = h_1 - h_4 \quad 2.5$$

สำหรับสัมประสิทธิ์สมรรถนะของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางอุดมคติ สามารถหาได้จากสมการ

$$COP = \frac{q_L}{w_{net}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad 2.6$$

นอกจากนี้ในทางปฏิบัติการใช้ liquid to suction heat exchanger เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างท่อของเหลว (high pressure) ที่มีอุณหภูมิสูงกับท่อดูด (low pressure) ที่มีอุณหภูมิต่ำ จะมีผลทำให้ผลของการทำความเย็น (Refrigeration Effect) ของวัฏจักรสูงขึ้นนั่นเอง



รูปที่ 2.4 แสดงวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางปฏิบัติ



สำหรับสัมประสิทธิ์สมรรถนะของวัฏจักรการทำความเย็นแบบการอัดไอทางปฏิบัติ สามารถหาได้จากสมการ

$$COP = \frac{q_L}{w_{net}} = \frac{h_6 - h_5}{h_2 - h_1} \quad 2.7$$

## 2.2 ขนาดของเครื่องทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการทำความเย็น

### 2.2.1 ขนาดของเครื่องทำความเย็น (Capacity of Refrigeration)

1 ตันความเย็นมีค่า 12,000 Btu/hr หรือ 3.5167 kW หมายความว่า 1 ตันความเย็น เป็นความเย็นที่ได้จากการเสียความร้อนไปใช้ในการหลอมละลายน้ำแข็งหนัก 1 ตัน ที่อุณหภูมิ 0 °C หมดยภายใน 24 ชั่วโมง

### 2.2.2 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance)

สัมประสิทธิ์สมรรถนะเป็นค่าที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของการทำความเย็น

$$COP_R = \frac{Q_{in}}{W_{in}} \quad 2.8$$

### 2.2.3 ประสิทธิภาพการทำความเย็น (Energy Efficiency ratio)

เป็นค่าแสดงอัตราส่วนประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ เพื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองในการใช้พลังงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ ปัจจุบันในประเทศไทยโดยศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ศท.) สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) กระทรวงอุตสาหกรรม มีการทดสอบเพื่อรับรองมาตรฐานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ จากค่า EER มีหน่วยเป็น บีทียู/ชั่วโมง.วัตต์ (ในหน่วยอังกฤษ) หรือ วัตต์/วัตต์ (ในหน่วย SI) โดยแบ่งระดับการใช้พลังงานออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

## ตารางที่ 2.1 แสดงระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ระดับ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า EER (บีทียู/ชั่วโมง.วัตต์)	ค่ากิโลวัตต์/ตัน
1	ต่ำ	$\geq 6.6$	$\leq 1.82$
2	พอใช้	$\geq 7.6$	$\leq 1.58$
3	ปานกลาง	$\geq 8.6$	$\leq 1.40$
4	ดี	$\geq 9.6$	$\leq 1.25$
5	ดีมาก	$\geq 10.6$	$\leq 1.13$

### 2.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

คอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นจากสภาพไอเป็นของเหลว การจำแนกคอนเดนเซอร์ตามวิธีการระบายความร้อนสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ ดังนี้

1. การระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Condenser)
2. การระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Condenser)
2. การระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (Evaporative Condenser)

### 2.4 ภาระของคอนเดนเซอร์ (Condenser Load)

ภาระของคอนเดนเซอร์ เป็นค่าความร้อนรวมทั้งหมดที่สารทำความเย็นได้รับตั้งแต่ออกจากลิ้นถดความดันจนกระทั่งถึงช่วงที่ออกจากคอมเพรสเซอร์ ได้แก่ ภาระรวมที่เกิดจากภาระจากการทำงานของเครื่องระเหย ภาระจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ และภาระที่เกิดขึ้นในท่อสารทำความเย็นดูด (Suction Line)

สำหรับคอมเพรสเซอร์แบบหุ้มเปิด

$$\begin{aligned} \text{ภาระของคอนเดนเซอร์} &= \text{ขนาดของเครื่องทำความเย็น [บีทียู/ชั่วโมง]} \\ &+ (\text{BHP} \times 2545) \text{ [บีทียู/ชั่วโมง]} \end{aligned} \quad 2.9$$

สำหรับคอมเพรสเซอร์แบบหุ้มปิด

$$\begin{aligned} \text{ภาระของคอนเดนเซอร์} &= \text{ขนาดของเครื่องทำความเย็น [บีทียู/ชั่วโมง]} \\ &+ (\text{kW} \times 3413) \text{ [บีทียู/ชั่วโมง]} \end{aligned} \quad 2.10$$

## 2.5 ความสามารถในการทำงานของคอนเดนเซอร์ (Condenser Capacity)

ความสามารถในการทำงานของคอนเดนเซอร์จึงขึ้นอยู่กับค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของสารทำความเย็นและอุณหภูมิของสารตัวกลางที่ใช้ในการระบายความร้อน สามารถหาได้ดังนี้

$$Q = UA\Delta T \quad 2.11$$

โดยที่  $U$  = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม ( $\text{Btu/h}^\circ\text{Fft}^2$ )

$A$  = พื้นที่ในการระบายความร้อน ( $\text{ft}^2$ )

$\Delta T$  = ผลต่างของอุณหภูมิ ( $^\circ\text{F}$ )

## 2.6 ปริมาณของสารหล่อเย็นที่ใช้ในคอนเดนเซอร์

ในการระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ต้องคำนึงถึงปริมาณของสารหล่อเย็นที่ต้องส่งผ่านคอนเดนเซอร์ เพื่อให้สามารถระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ได้ตามที่ต้องการ โดยจะต้องเลือกขนาดของปั๊มน้ำในการสร้างอัตราการไหลของสารหล่อเย็นผ่านคอนเดนเซอร์ได้ตามต้องการ สามารถหาได้ดังนี้

$$m = \frac{Q_c}{c\Delta T} \quad 2.12$$

เนื่องจากในทางปฏิบัติทั่วไปสำหรับคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนโดยใช้อากาศจะกำหนดปริมาณอากาศที่ผ่านคอนเดนเซอร์เป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที (CFM) และคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนโดยใช้น้ำจะกำหนดปริมาณน้ำที่ผ่านคอนเดนเซอร์เป็นแกลลอนต่อนาที (GPM) สำหรับการระบายความร้อนด้วยอากาศ

$$CFM = \frac{Q_c}{1.08\Delta T} \quad 2.13$$

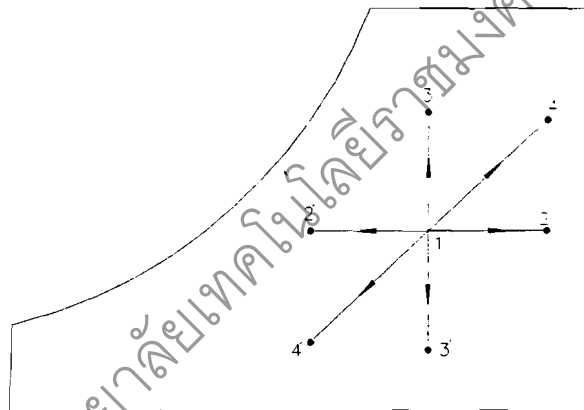
สำหรับการระบายความร้อนด้วยน้ำ

$$GPM = \frac{Q_c}{500\Delta T} \quad 2.14$$

## 2.7 กระบวนการปรับอากาศ

กระบวนการปรับอากาศ เป็นการควบคุมสถานะของอากาศให้เหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ ตามต้องการ โดยสามารถแบ่งประเภทของกระบวนการปรับอากาศได้ดังนี้

1. กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการให้ความร้อน
2. กระบวนการ 1-2' เป็นกระบวนการทำความเย็น
3. กระบวนการ 1-3 เป็นกระบวนการเพิ่มความชื้น
4. กระบวนการ 1-3' เป็นกระบวนการลดความชื้น
5. กระบวนการ 1-4 เป็นกระบวนการให้ความร้อนพร้อมด้วยการเพิ่มความชื้น
6. กระบวนการ 1-4' เป็นกระบวนการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้น



รูปที่ 2.5 แสดงกระบวนการปรับอากาศ

การพิจารณากระบวนการต่างๆ ของการปรับอากาศจะพิจารณาเป็นแบบกระบวนการสถานะคงตัว-การไหลคงตัว ดังนั้นจากกฎอนุรักษ์มวลสารและกฎอนุรักษ์พลังงาน จะได้

มวลของอากาศแห้ง

$$\Sigma \dot{m}_{a,i} = \Sigma \dot{m}_{a,e} \quad 2.15$$

มวลของไอน้ำ

$$\Sigma \dot{m}_{w,i} = \Sigma \dot{m}_{w,e} \quad 2.16$$

หรือ

$$\Sigma \dot{m}_{a,i} \omega_i = \Sigma \dot{m}_{a,e} \omega_e \quad 2.17$$

พลังงาน

$$\dot{Q} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_e h_e - \Sigma \dot{m}_i h_i \quad 2.18$$

## 2.8 กระบวนการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้น

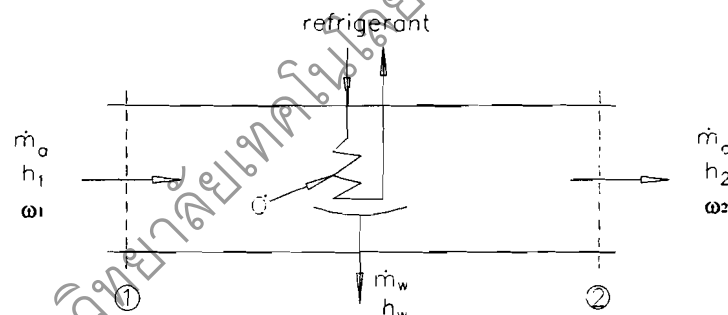
พิจารณาจากรูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7 กระบวนการดังกล่าว จะทำให้อากาศมีอุณหภูมิ กระเปาะแห้งลดลง ( $T_{db2} < T_{db1}$ ) และอัตราส่วนความชื้นลดลงด้วย ( $\omega_2 < \omega_1$ ) นั่นคือจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณความร้อนสัมผัสปริมาณความร้อนแฝง (อุณหภูมิและความชื้นลดลง) จากกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ สำหรับกระบวนการสภาวะคงตัว-การไหลคงตัว (กระบวนการ SSSF) ดังนั้นจะได้

$$\dot{Q}_l = \dot{Q}_s + \dot{Q}_l \quad 2.19$$

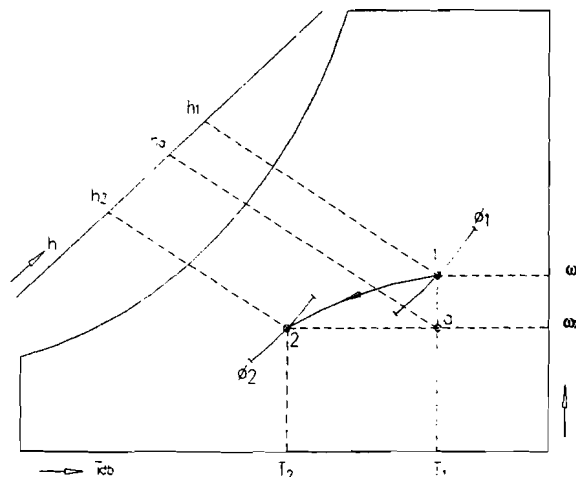
โดยที่

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_a C_p (T_1 - T_2) = \dot{m}_a (h_a - h_2)$$

$$\dot{Q}_l = \dot{m}_a (\omega_1 - \omega_2) h_{g@0^\circ\text{C}} = \dot{m}_a (h_1 - h_a)$$



รูปที่ 2.6 แสดงการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้น



รูปที่ 2.7 แสดงกระบวนการทำความเย็นพร้อมด้วยการลดความชื้นบนแผนภูมิไซโครเมตริก

### บทที่ 3

#### การออกแบบและคำนวณ

##### 3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ก่อนการจัดสร้างจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ขั้นตอนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์โดยวิธีปกติทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องทำความสะอาของแผงคอนเดนเซอร์ ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับเครื่องทำความสะอาของแผงคอนเดนเซอร์ ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าควบคุมที่ใช้สำหรับเครื่องทำความสะอาของแผงคอนเดนเซอร์ เป็นต้น จากนั้นทำการติดตั้งและทดสอบการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดแล้วนำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์การทำงาน โดยแบ่งการดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

##### 3.2 การออกแบบและติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

3.2.1 การหาขนาดของเครื่องปรับอากาศ หลังจากที่ได้ศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการหาขนาดของเครื่องปรับอากาศ โดยหาจากภาระความร้อนรวมทั้งหมด จากนั้นกำหนดตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสม

###### 3.2.1.1 การหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนัง

$$\text{ค่า } U \text{ ของอลูมิเนียม} = 0.56 \text{ Btu/hr. ft}^2 \text{ } ^\circ F$$

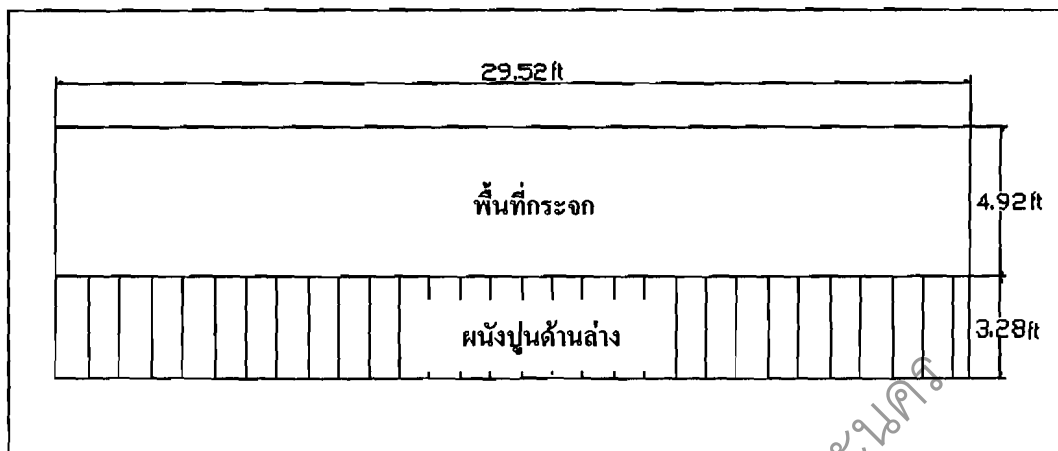
$$\text{ค่า } U \text{ ของกระจก} = 1.06 \text{ Btu/hr. ft}^2 \text{ } ^\circ F$$

$$\text{ค่า } U \text{ ของยิปซัม} = 1.02 \text{ Btu/hr. ft}^2 \text{ } ^\circ F$$

$$\text{ค่า } U \text{ ของปูน} = 1.27 \text{ Btu/hr. ft}^2 \text{ } ^\circ F$$

$$\text{ค่าอุณหภูมิอากาศภายนอก} = 93 \text{ } ^\circ F$$

$$\text{ค่าอุณหภูมิอากาศออกแบบภายใน} = 72 \text{ } ^\circ F$$



รูปที่ 3.1 แสดงพื้นที่ที่คิดเหนือทั้งหมด

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศเหนือ

- ผนังทำด้วยกระจกด้านทิศเหนือ

$$\text{พื้นที่ของผนังกระจกด้านบน} (4.92 \times 29.52) = 145.24 \text{ ft}^2$$

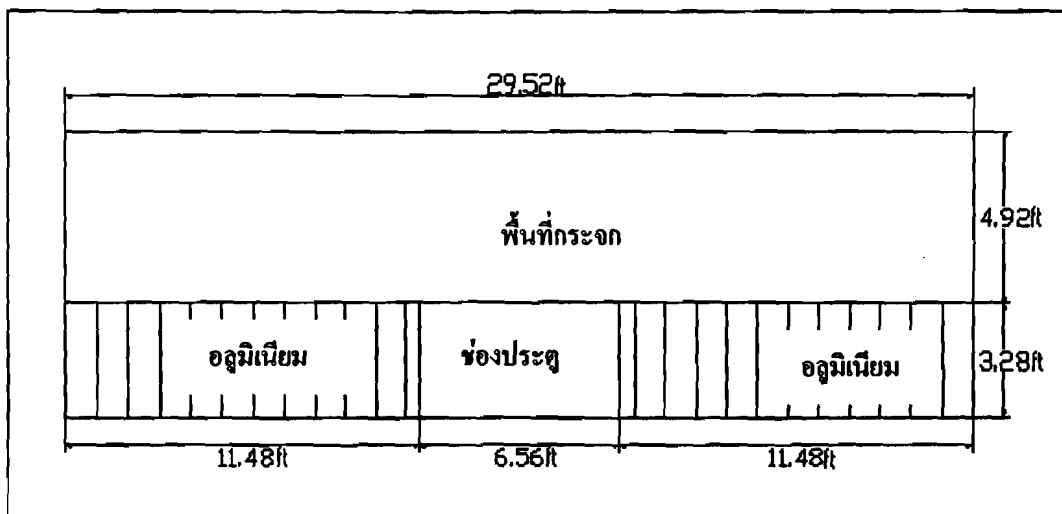
$$\text{ปริมาณความร้อน} (145.24 \times 1.06) \times 21 = 3232.99 \text{ Btu/hr}$$

- ผนังปูนด้านทิศเหนือ

$$\text{พื้นที่ของผนังปูนด้านล่าง} = (3.28 \times 29.52) = 96.83 \text{ ft}^2$$

$$\text{ปริมาณความร้อน} (96.83 \times 1.27) \times 21 = 2582.35 \text{ Btu/hr}$$

ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศเหนือ รวม 5,815.34 Btu/hr



รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ที่คิดได้ทั้งหมด

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศใต้

- ผนังทำด้วยกระจกด้านทิศใต้

$$\text{พื้นที่ของผนังกระจกด้านบน} (4.92 \times 29.52) = 145.24 \text{ ft}^2$$

$$\text{พื้นที่ช่องประตู} (3.28 \times 6.56) = 21.32 \text{ ft}^2$$

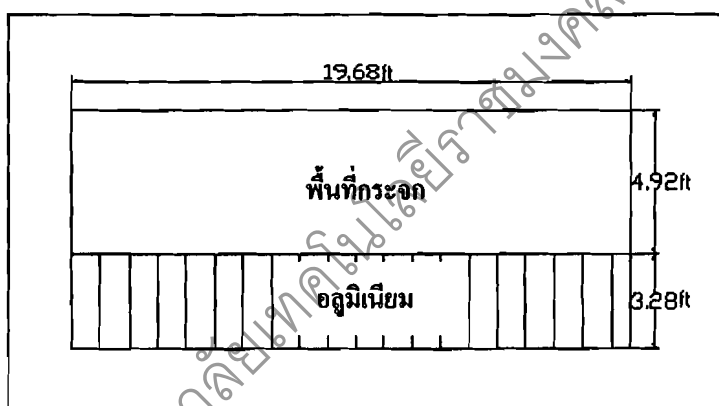
$$\text{ปริมาณความร้อน} (166.56 \times 1.06) \times 21 = 3728.61 \text{ Btu/hr}$$

- ผนังทำด้วยอลูมิเนียมเนียบด้านทิศใต้

$$\text{พื้นที่ของผนังอลูมิเนียมเนียบด้านล่าง} (3.28 \times 22.96) = 75.31 \text{ ft}^2$$

$$\text{ปริมาณความร้อน} (75.31 \times 0.56) \times 21 = 885.65 \text{ Btu/hr}$$

ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศใต้ รวม 4614.26 Btu/hr



รูปที่ 3.3 แสดงพื้นที่ด้านทิศตะวันออกทั้งหมด

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศตะวันออก

- ผนังทำด้วยกระจกด้านทิศตะวันออก

$$\text{พื้นที่ของผนังกระจกด้านบน} (4.92 \times 19.68) = 96.83 \text{ ft}^2$$

$$\text{ปริมาณความร้อน} (96.83 \times 1.06) \times 21 = 2,155.35 \text{ Btu/hr}$$

- ผนังทำด้วยอลูมิเนียมเนียบด้านทิศตะวันออก

$$\text{พื้นที่ของผนังอลูมิเนียมเนียบด้านล่าง} (3.28 \times 19.68) = 64.55 \text{ ft}^2$$

$$\text{ปริมาณความร้อน} (64.55 \times 0.56) \times 21 = 752.33 \text{ Btu/hr}$$

ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศตะวันออก รวม 2,907.67 Btu/hr



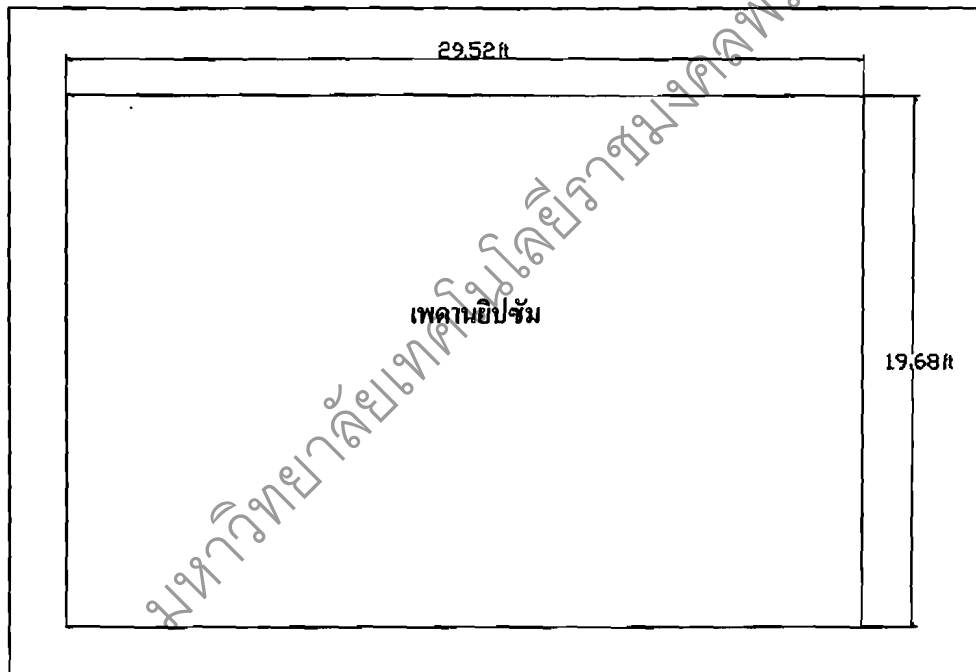
ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านทิศตะวันตก  
สำหรับด้านทิศตะวันตกติดกับห้องด้านข้างที่มีการปรับอากาศภายในห้อง  
จึงไม่จำเป็นที่จะต้องคิดภาระโหลดสำหรับด้านนี้

ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านบน (เพดาน)

$$\text{พื้นที่ผนังด้านบน (เพดาน)} (29.52 \times 19.68) = 580.95 \text{ ft}^2$$

$$\text{ปริมาณความร้อน} (580.95 \times 1.02) \times 21 = 12,444.04 \text{ Btu/hr}$$

ดังนั้นความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังด้านบน (เพดาน) รวม 12,444.04 Btu/hr



รูปที่ 3.4 แสดงพื้นที่เพดานทั้งหมด

3.2.1.2 การหาปริมาณความร้อนจากอากาศร้อนเข้ามาในห้อง

$$\text{พื้นที่บานประตู} 2(3.15 \times 7.84) = 49.39 \text{ ft}^2$$

$$\text{ปริมาณอากาศที่รั่วเข้าห้อง} (0.5 \text{ cfm/ft}^2) (49.39 \text{ ft}^2) = 24.69 \text{ cfm}$$

$$\text{จากสมการ} \quad Q_r = 1.1 \times 24.69 \times 21$$

$$= 570.478 \text{ Btu/hr}$$

จากไซโครเมตริกชาร์ท ที่  $93^\circ\text{F db}$ ,  $72^\circ\text{F wb}$  ได้  $W_o = 84 \text{ grw/lba}$

จากไซโครเมตริกชาร์ท ที่  $72^\circ\text{F db}$ ,  $50^\circ\text{F rh}$  ได้  $W_i = 58 \text{ grw/lba}$

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ} \quad Q_L &= 0.68 \times 24.69 \times (84 - 58) \\ &= 436.625 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้นปริมาณความร้อนจากอากาศร้อนเข้ามาในห้อง} \\ Q_T &= (570.478 + 436.625) \\ &= 1007.103 \text{ Btu/hr} \end{aligned}$$

### 3.2.1.3 การหาปริมาณความร้อนจากหลอดไฟแสงสว่าง

สำหรับหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ประกอบด้วยบาลาสต์ ซึ่งจะทำให้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ให้ความร้อนออกมามากกว่าหลอดไฟธรรมดาอีก 20 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปริมาณความร้อนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มีค่าเท่ากับ  $(18 \times 40) \times 3.4 \times 0.85 \times 1.2 = 2,496.96 \text{ Btu/hr}$

### 3.2.1.4 การหาปริมาณความร้อนจากคน

$$\text{ความร้อนสัมผัสที่ได้รับ} = 230 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{ความร้อนแฝงที่ได้รับ} = 190 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{แฟคเตอร์โหลดความเย็นสำหรับคน} = 0.15$$

จำนวนคน 30 คน

$$\text{จากสมการ } Q_s = 230 \times 30 \times 0.15 = 1,035 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{จากสมการ } Q_L = 190 \times 30 = 5,700 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{ดังนั้นปริมาณความร้อนจากคน} = (1,035 + 5,700) = 6,735 \text{ Btu/hr}$$

### 3.2.1.5 ปริมาณความร้อนรวมทั้งหมด

$$\text{ดังนั้นปริมาณความร้อนทั้งหมด} = 36,020.373 \text{ Btu/hr}$$

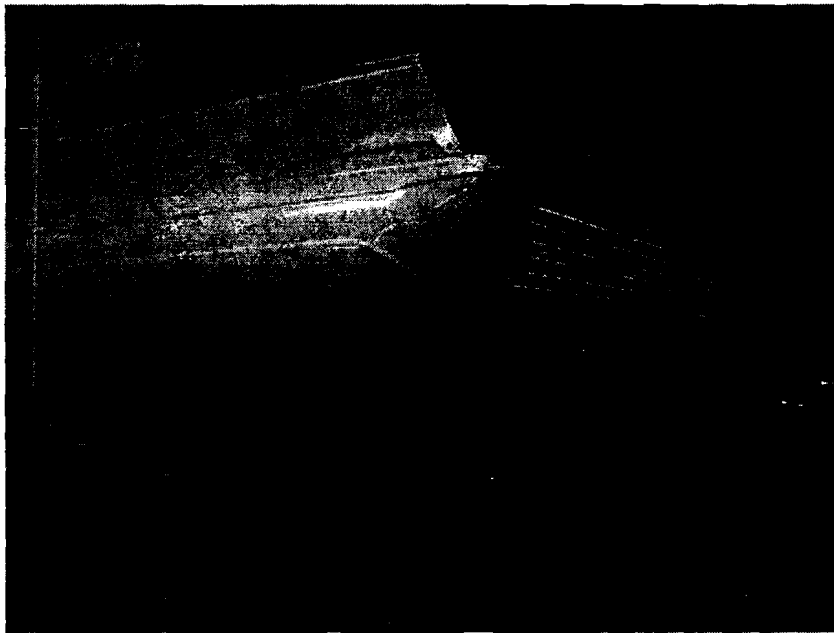
คิดเพิ่มอีก 20 % ดังนั้นปริมาณความร้อนรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ

$$(36,020.373 + 7,204.074) = 43,224.447 \text{ Btu/hr}$$

$$\frac{43,224.447}{12,000} = 3.60 \text{ ton}$$

### 3.3 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

การดำเนินการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เริ่มจากติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ตามแบบที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการเดินท่อสารทำความเย็น ระบบไฟฟ้าควบคุม ตรวจสอบการรั่วซึมของระบบ จากนั้นจึงทำการเดินสารทำความเย็นเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำเครื่องไปทดสอบการทำงาน



รูปที่ 3.5 แสดงแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit)



รูปที่ 3.6 แสดงคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit)

### 3.4 การทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

หลังจากทำติดตั้งเครื่องปรับอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการดำเนินการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานและการวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของระบบ

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์การทำงานของระบบการทำความเย็น

ด้านส่ง (Liquid Line)	ความดัน (Psig)	300
	อุณหภูมิอิ่มตัว (°F)	131
	ซับคูล (°F)	7
ด้านดูด (Suction Line)	ความดัน (Psig)	70
	อุณหภูมิอิ่มตัว (°F)	41
	ซูเปอร์ฮีต (°F)	10
กำลังไฟฟ้า	กิโลวัตต์ (kW)	3.82

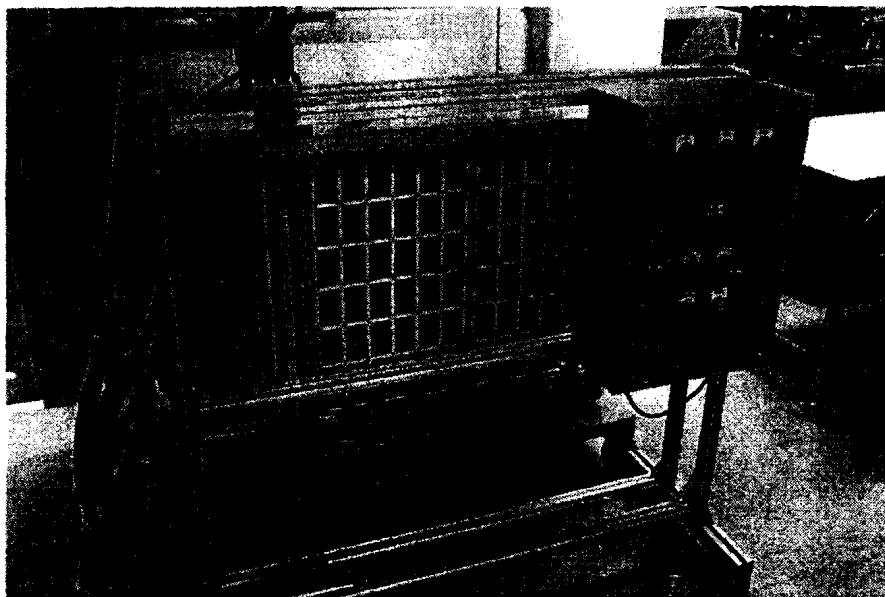
### 3.5 การออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแฉกคอนเดนเซอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

#### 3.5.1 การออกแบบเครื่องทำความเย็นแฉกคอนเดนเซอร์

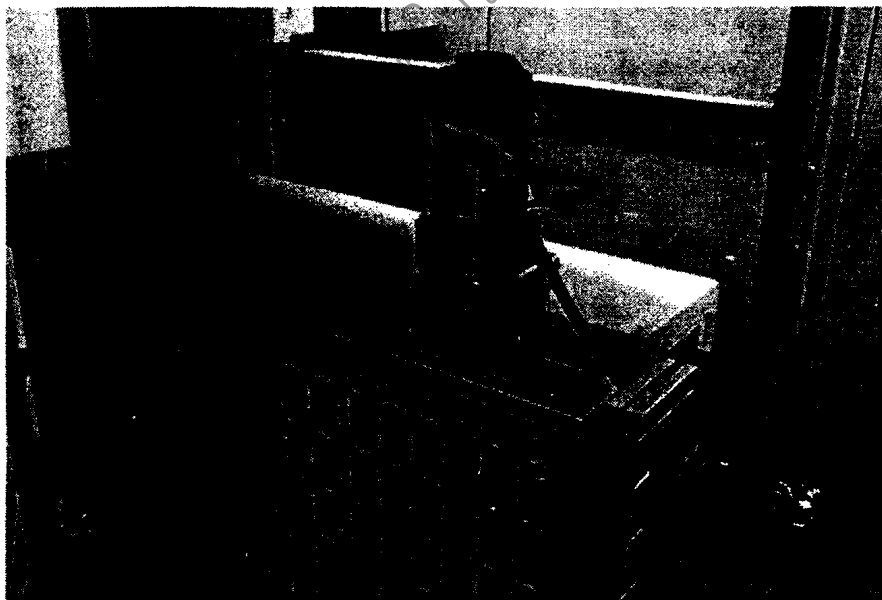
สำหรับการออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแฉกคอนเดนเซอร์นั้นได้ออกแบบโดยใช้มอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ติดตั้งเข้ากับตัวชุดเกลิยวหมุนเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของชุดแผงหัวฉีดและใช้โซลินอยด์วาล์วมาเป็นตัวควบคุมการจ่ายน้ำในการทำความเย็น

#### 3.5.2 การสร้างเครื่องทำความเย็นแฉกคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ

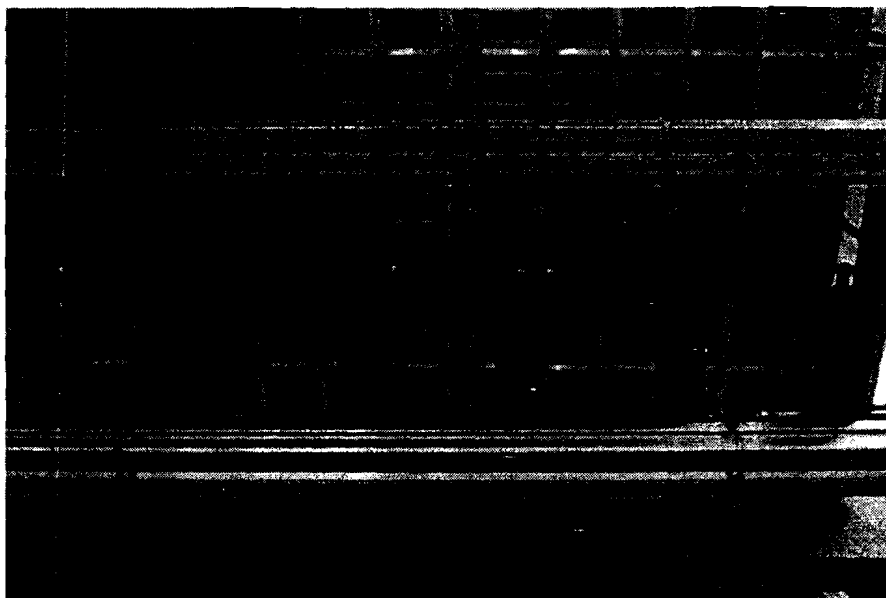
การดำเนินการสร้างเครื่องทำความเย็นแฉกคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเริ่มจากการสร้างโครงสร้าง จากนั้นติดตั้งมอเตอร์และชุดเกลิยวหมุน หัวฉีดพร้อมระบบท่อน้ำพร้อมตรวจสอบการรั่วไหล จากนั้นติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ และติดตั้งระบบไฟฟ้าที่สามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนนำเครื่องไปทดสอบ



รูปที่ 3.7 แสดงเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



รูปที่ 3.8 แสดงมอเตอร์และชุดเกิลียวหมุน



รูปที่ 3.9 แสดงชุดหัวฉีดพร้อมระบบท่อน้ำ



รูปที่ 3.10 แสดงระบบไฟฟ้าควบคุม

## บทที่ 4

### ผลการทดสอบ

#### 4.1 การทดสอบ

การทดสอบการทำงานของเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ แบ่งการทดสอบออกเป็นดังนี้ แบบที่ 1 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ แบบที่ 2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (เปรียบเทียบก่อนการล้างและหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์)



รูปที่ 4.1 แสดงห้องทดสอบของเครื่องปรับอากาศ

#### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

- 4.2.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ
- 4.2.2 เครื่องมีควัดทางไฟฟ้า
- 4.2.3 เครื่องมือวัดความเร็วลม
- 4.2.4 นาฬิกาจับเวลา

#### 4.3 ขั้นตอนเตรียมการทดสอบ

4.3.1 ตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องทดสอบ เพื่อป้องกันปริมาณความร้อนจากภายนอกเข้ามาในห้องทดสอบ

4.3.2 ตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความสะอาดผงคอนเดนเซอร์

#### 4.4 วิธีการทดสอบ

4.4.1 ให้เครื่องปรับอากาศทำงานเต็มที่โดยควบคุมอุณหภูมิภายในห้องทดสอบไว้ที่ 25 °C จากนั้นให้ทำการทดสอบการทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนด

4.4.2 วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียก ที่ช่องทางเข้าของแฟนคอยล์ยูนิตแต่ละช่องแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.4.3 วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิกระเปาะเปียก ที่ช่องทางออกของแฟนคอยล์ยูนิตแต่ละช่องแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.4.4 วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้งบริเวณภายนอกห้องทดสอบ

4.4.5 วัดความเร็วลมที่ช่องทางออกของแฟนคอยล์ยูนิตแต่ละช่องแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

4.5.6 อ่านค่าความดันด้านความดันสูงและค่าความดันด้านความดันต่ำของสารทำความเย็น โดยอ่านจากเกจวัดความดัน

4.4.7 นำผลการทดสอบที่ได้ไปคำนวณหาค่าอื่นๆ เช่น ความสามารถในการทำความเย็นสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการทำความเย็น เป็นต้น

#### 4.5 บันทึกผลการทดสอบ

4.5.1 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องทำความสะอาดผงคอนเดนเซอร์

เป็นการเปรียบเทียบความสะอาดและเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดของผงคอนเดนเซอร์ระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาดผงคอนเดนเซอร์กับการใช้แรงงานคน

4.5.1.1 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาดผงคอนเดนเซอร์กับการใช้แรงงานคน


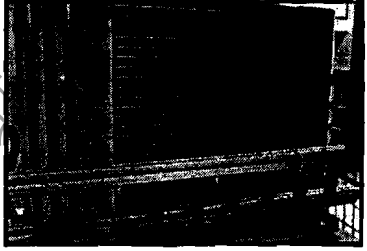
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดผงคอนเดนเซอร์

วิธีที่ใช้ในการทำความสะอาด	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาด (นาที)
1. การใช้เครื่องทำความสะอาดผงคอนเดนเซอร์	6
2. การใช้แรงงานคน	10


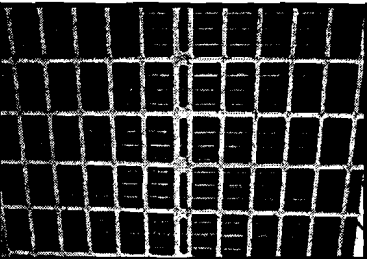


4.5.1.2 การเปรียบเทียบความสะอาดระหว่างการใช้เครื่องทำความสะอาด  
แผงคอนเดนเซอร์กับการใช้แรงงานคน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์โดยใช้เครื่องทำ  
ความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

การทดสอบ	ผลการทดสอบ
ก่อนทำความสะอาด	
หลังทำความสะอาด	

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์โดยใช้แรงงานคน

การทดสอบ	ผลการทดสอบ
ก่อนทำความสะอาด	
หลังทำความสะอาด	

4.5.2 การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (เปรียบเทียบก่อนการล้างและหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์)

เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการให้ความเย็น (เปรียบเทียบก่อนการล้างและหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์)

4.5.2.1 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

ตารางที่ 4.4 แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

เวลาที่ใช้ ในการทดสอบ (h)	อากาศที่ทางเข้า คอยล์เย็น		อากาศที่ทางออก คอยล์เย็น		อุณหภูมิอากาศ โดยรอบ	
	DB (°F)	WB (°F)	DB (°F)	WB (°F)	DB (°F)	WB (°F)
9.00	76.1	64.4	61.3	58.1	85.6	74.5
10.00	75.2	63.5	61.7	57.2	87.1	77.7
11.00	75.2	63.5	62.6	58.1	88.3	78.1
12.00	76.1	64.4	60.8	57.2	89.6	79.3
13.00	75.2	63.5	61.7	57.6	90.5	79.4
14.00	75.2	63.5	62.6	58.1	90.7	79.6
15.00	76.1	64.4	60.8	57.2	90.7	79.6
16.00	75.2	63.5	62.6	58.1	91.0	79.9

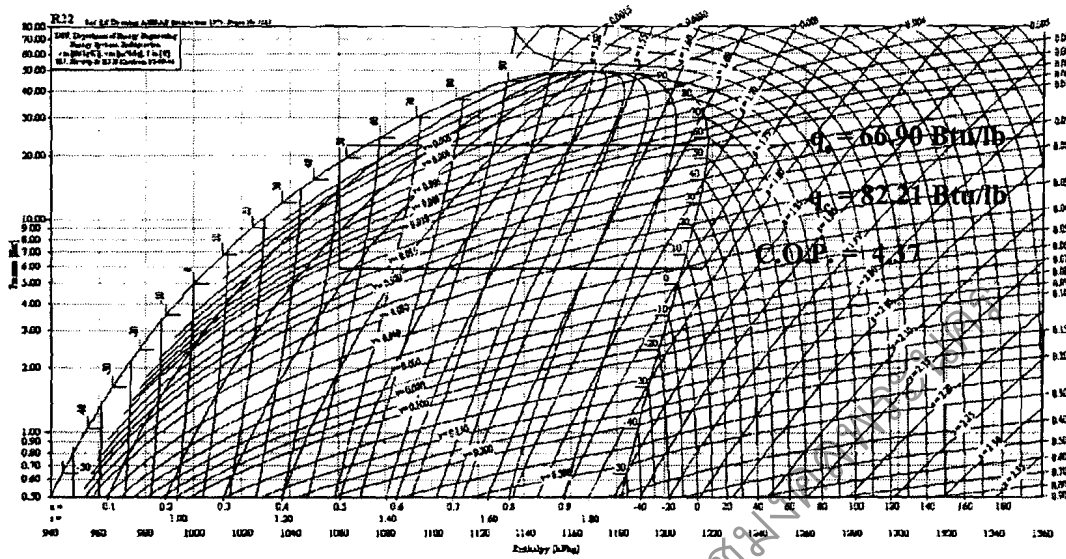
ตารางที่ 4.5 แสดงผลของภาระความร้อนสัมผัส ภาระความร้อนแฝง และภาระความร้อนรวมของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

เวลาที่ใช้ ในการทดสอบ (h)	ภาระความร้อนแฝง ( <i>Btu/hr</i> )	ภาระความร้อนสัมผัส ( <i>Btu/hr</i> )	ภาระความร้อนรวม ( <i>Btu/hr</i> )
9.00	29,144	6,081	35,379
10.00	26,700	8,055	34,791
11.00	24,976	5,109	30,084
12.00	30,294	8,732	35,478
13.00	26,760	5,954	32,760
14.00	24,934	6,246	34,730
15.00	30,311	8,737	35,498
16.00	24,920	6,243	34,710

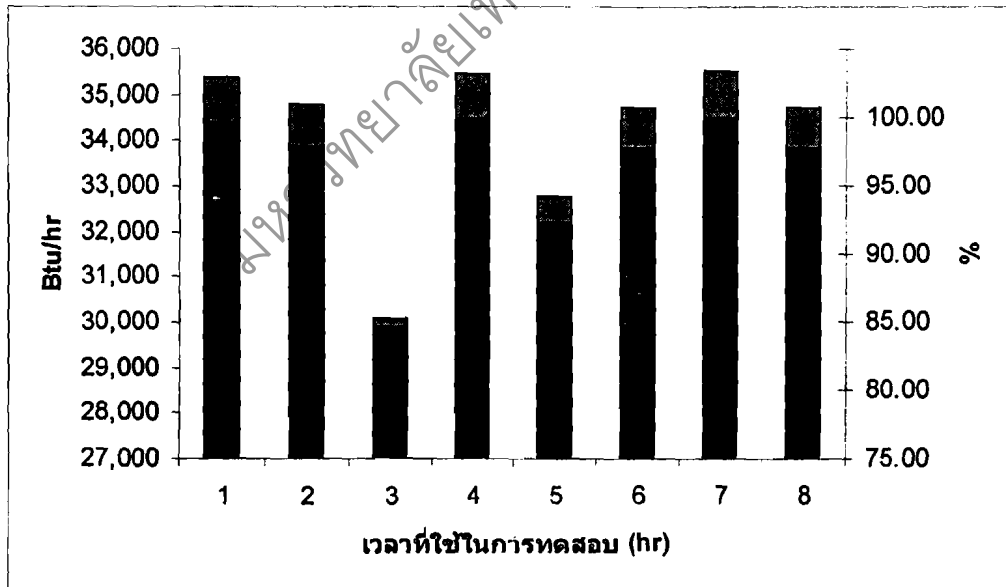
ตารางที่ 4.6 แสดงความสามารถในการทำความเย็น กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการให้ความร้อนของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

เวลาที่ใช้ ในการทดสอบ (h)	ความสามารถใน การทำความเย็น ( <i>Btu/hr</i> )	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ( <i>kW</i> )	สัมประสิทธิ์ สมรรถนะ ( <i>COP</i> )	ประสิทธิภาพ การทำความเย็น ( <i>Btu/hr.Watt</i> )
9.00	35,379	3.88	2.67	9.1
10.00	34,791	3.75	2.72	9.3
11.00	30,084	3.80	2.32	7.9
12.00	35,478	3.83	2.71	9.3
13.00	32,760	3.75	2.56	8.7
14.00	34,730	3.88	2.62	9.0
15.00	35,498	3.83	2.72	9.3
16.00	34,710	3.86	2.64	9.0

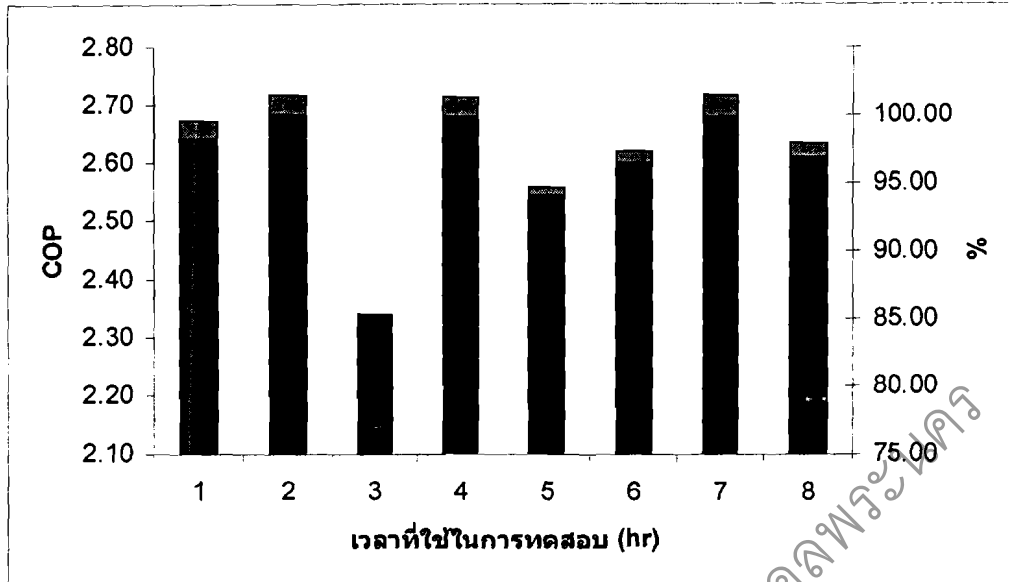
การวิเคราะห์การทำงานของวัฏจักรทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



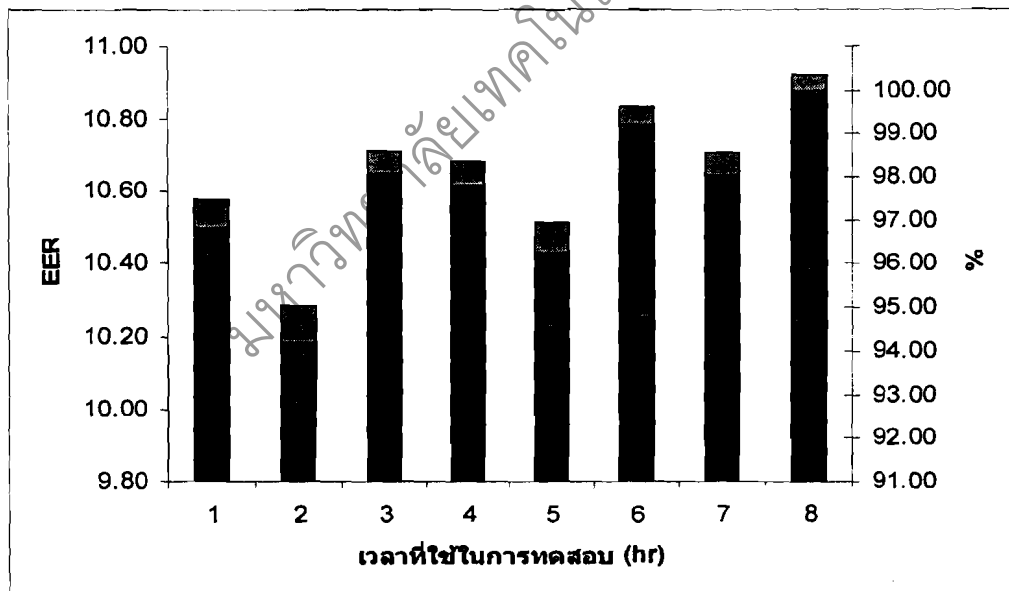
รูปที่ 4.2 แสดงวัฏจักรทำความเย็นบนแผนภาพมอลเลียร์ (R-22) ของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



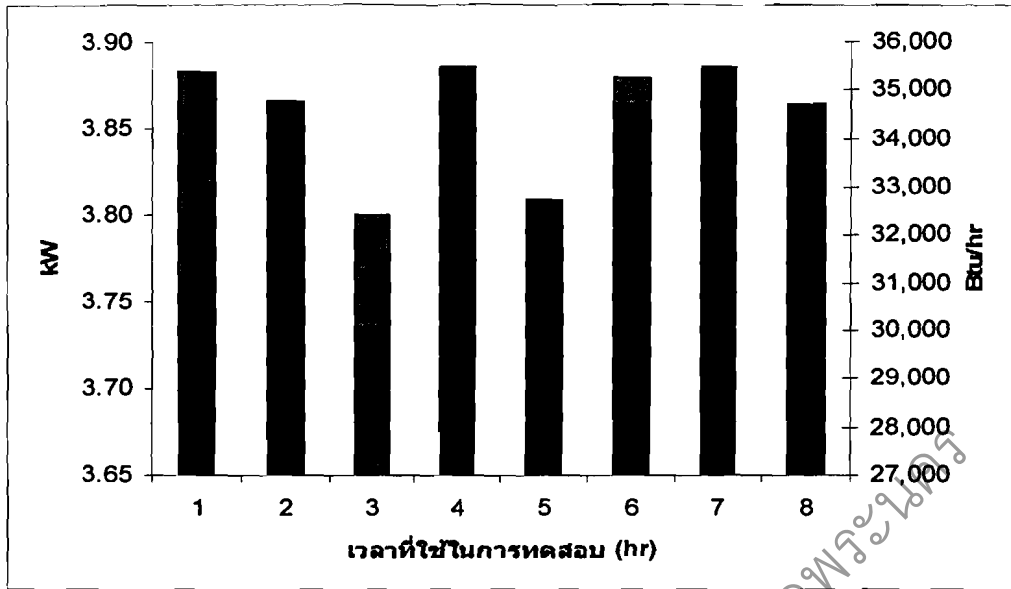
รูปที่ 4.3 แสดงความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



รูปที่ 4.4 แสดงสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ  
ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



รูปที่ 4.5 แสดงประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ  
ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



รูปที่ 4.6 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์กับความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ก่อนการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

4.2.2.2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

ตารางที่ 4.7 แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศ หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ (h)	อากาศที่ทางเข้าคอยล์เย็น		อากาศที่ทางออกคอยล์เย็น		อุณหภูมิอากาศโดยรอบ	
	DB (°F)	WB (°F)	DB (°F)	WB (°F)	DB (°F)	WB (°F)
9.00	76.1	64.4	59.9	57.2	58.1	56.3
10.00	75.2	63.5	59.0	56.3	58.1	56.3
11.00	76.1	64.4	59.9	57.2	59.0	57.2
12.00	75.2	63.5	58.1	56.3	57.2	55.4
13.00	75.2	63.5	59.0	56.3	58.1	56.3
14.00	76.1	64.4	59.0	57.2	59.0	57.2
15.00	75.2	63.5	58.1	56.3	57.2	55.4
16.00	76.1	64.4	59.9	57.2	59.0	56.3

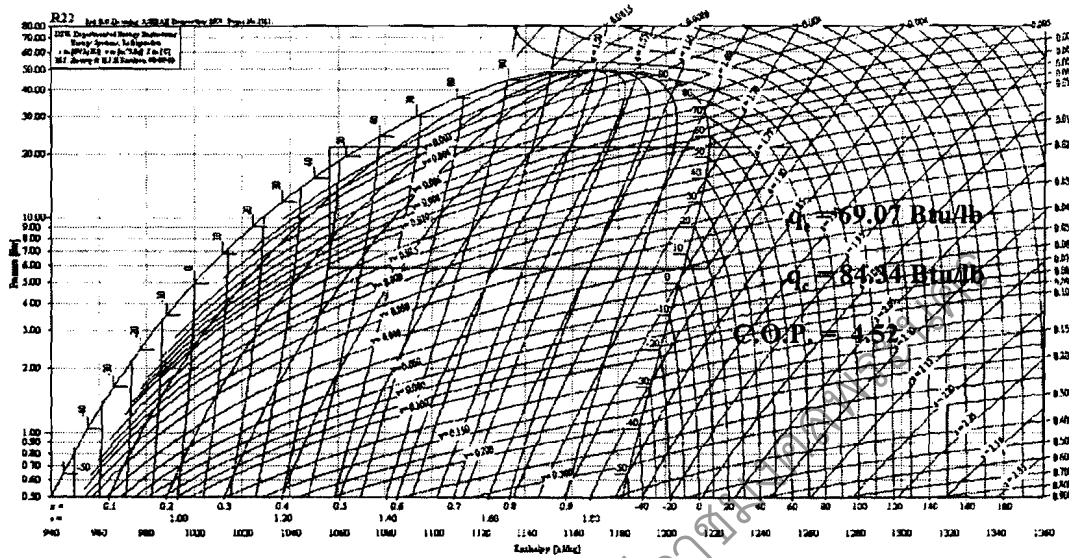
ตารางที่ 4.8 แสดงผลของภาระความร้อนสัมผัส ภาระความร้อนแฝง และภาระความร้อนรวม  
ของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

เวลาที่ใช้ ในการทดสอบ (h)	ภาระความร้อนแฝง ( <i>Btu/hr</i> )	ภาระความร้อนสัมผัส ( <i>Btu/hr</i> )	ภาระความร้อนรวม ( <i>Btu/hr</i> )
9.00	32,094	8,056	40,198
10.00	32,023	7,296	39,300
11.00	32,076	8,051	40,176
12.00	33,820	5,475	39,322
13.00	32,129	7,320	39,432
14.00	33,858	6,224	40,095
15.00	33,896	5,487	39,410
16.00	32,094	8,056	40,198

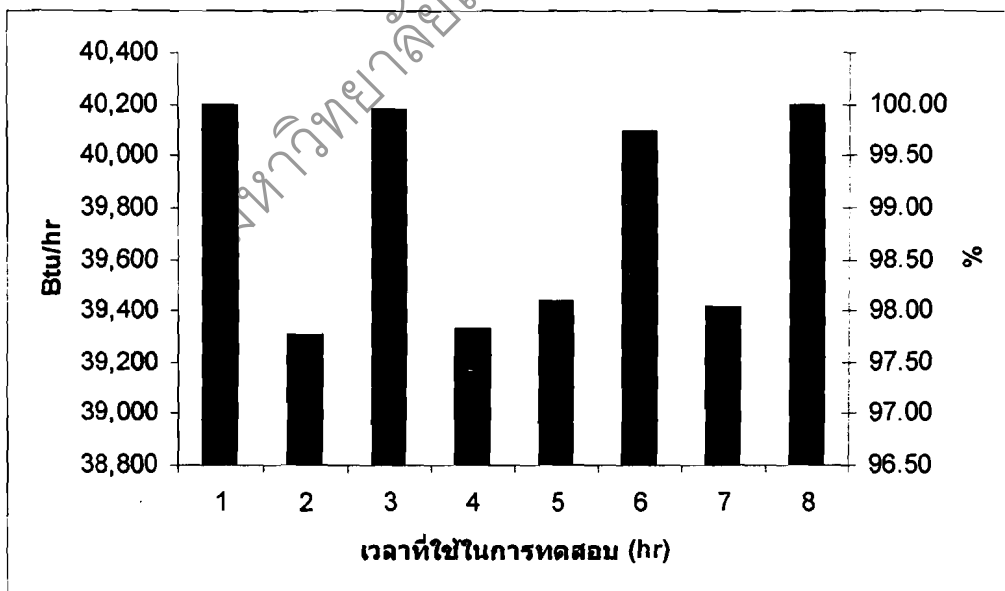
ตารางที่ 4.9 แสดงความสามารถในการทำความเย็น กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์  
สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และประสิทธิภาพการให้ความร้อนของเครื่องปรับอากาศ  
หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

เวลาที่ใช้ ในการทดสอบ (h)	ความสามารถใน การทำความเย็น ( <i>Btu/hr</i> )	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ ( <i>kW</i> )	สัมประสิทธิ์ สมรรถนะ ( <i>COP</i> )	ประสิทธิภาพ การให้ความเย็น ( <i>Btu/hr.Watt</i> )
9.00	40,198	3.80	3.10	10.6
10.00	39,300	3.82	3.02	10.3
11.00	40,176	3.75	3.14	10.7
12.00	39,322	3.68	3.13	10.7
13.00	39,432	3.75	3.08	10.5
14.00	40,095	3.70	3.18	10.8
15.00	39,410	3.68	3.14	10.7
16.00	40,198	3.68	3.20	10.9

การวิเคราะห์การทำงานของวัฏจักรทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

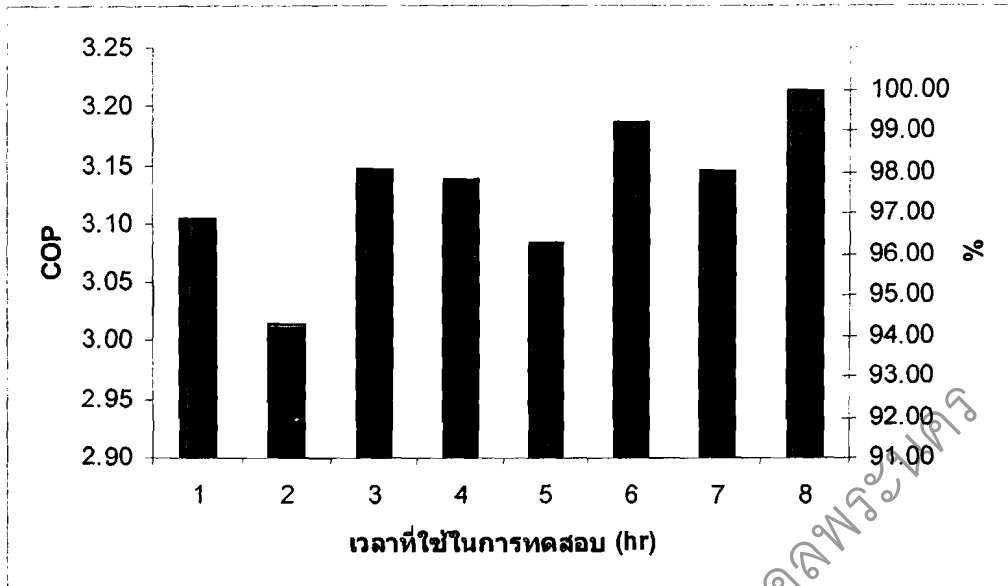


รูปที่ 4.7 แสดงวัฏจักรทำความเย็นบนแผนภาพมอลเลอร์ (R-22) ของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

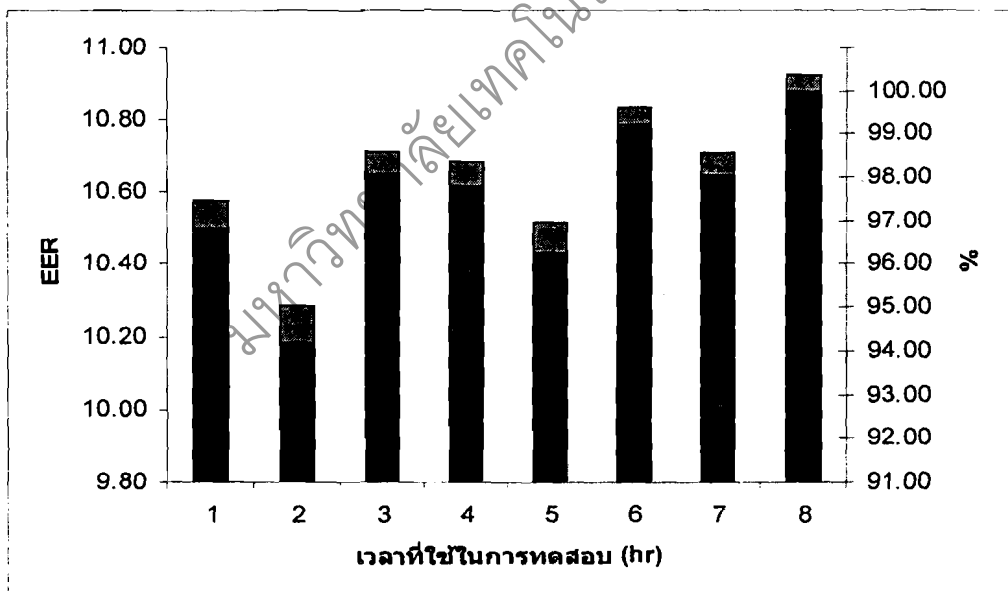


รูปที่ 4.8 แสดงวัฏจักรทำความเย็นบนแผนภาพมอลเลอร์ (R-22) ของเครื่องปรับอากาศหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

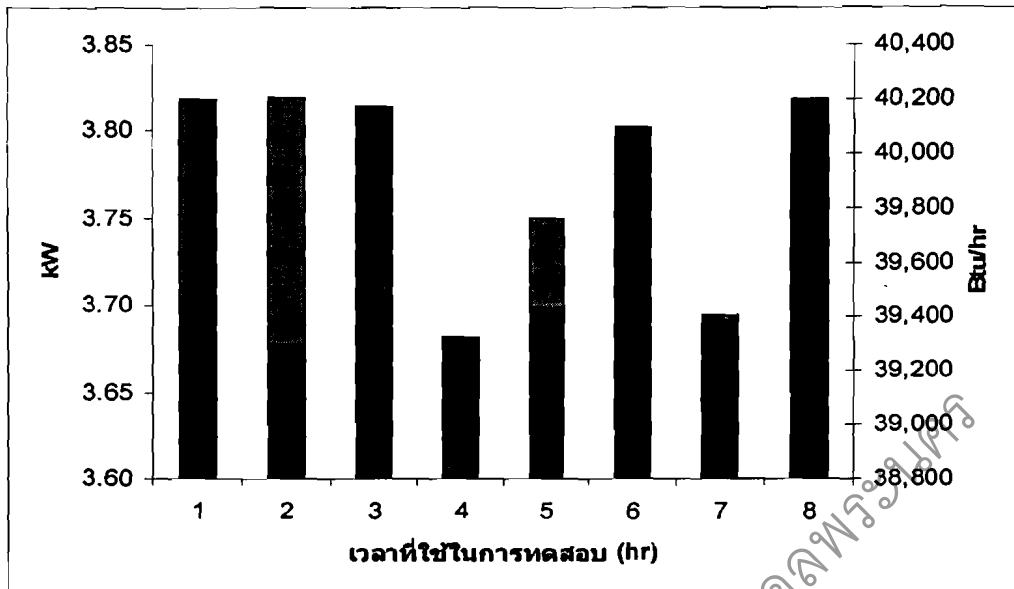




รูปที่ 4.9 แสดงสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ  
หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



รูปที่ 4.10 แสดงประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ  
หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์



รูปที่ 4.11 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์กับความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ หลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์พบว่าเครื่องทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์สามารถทำงานได้เป็นอย่างดี โดยก่อนการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศมีความสามารถในการทำความเย็นเฉลี่ยเท่ากับ 34,179 Btu/hr สัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.62 และประสิทธิภาพการให้ความเย็นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 8.9 Btu/hr.Watt และหลังจากการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์เครื่องปรับอากาศมีความสามารถในการทำความเย็นเฉลี่ยเท่ากับ 39,766 Btu/hr สัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 3.12 และประสิทธิภาพการให้ความเย็นเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 10.7 Btu/hr.Watt และเมื่อเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องปรับอากาศก่อนการล้างและหลังการล้างทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ จะพบว่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 16.35 % และประสิทธิภาพการให้ความเย็นเพิ่มขึ้น 19.19 % ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์นั้นจะทำให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งความสามารถในการระบายความร้อนของแผงคอนเดนเซอร์นั้นขึ้นอยู่กับความสะอาดของแผงคอนเดนเซอร์นั่นเอง

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทำความสะอาดแผงคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ จะต้องควบคุมเวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดให้เหมาะสม เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงเปลืองของการใช้น้ำในการทำความสะอาด

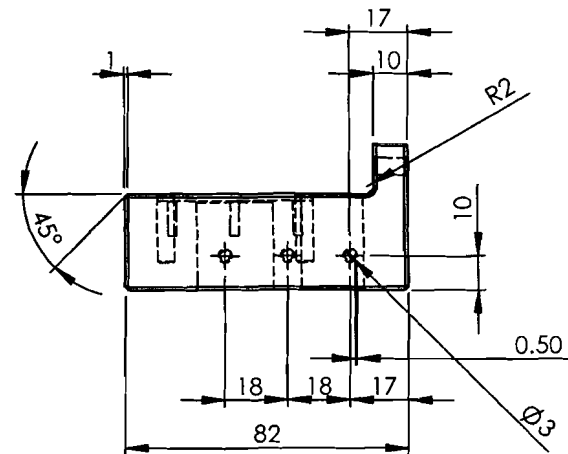
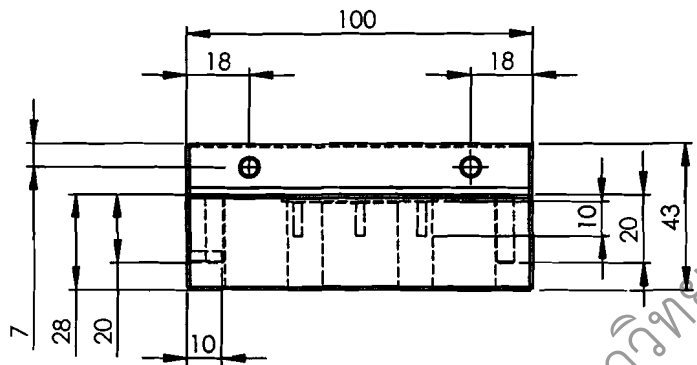
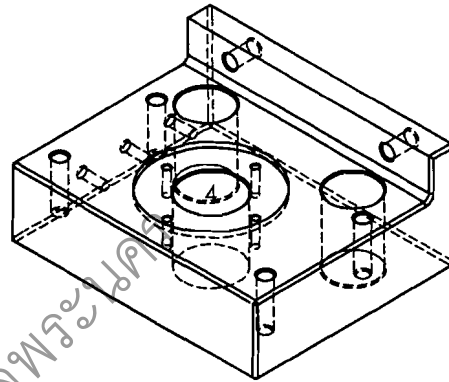
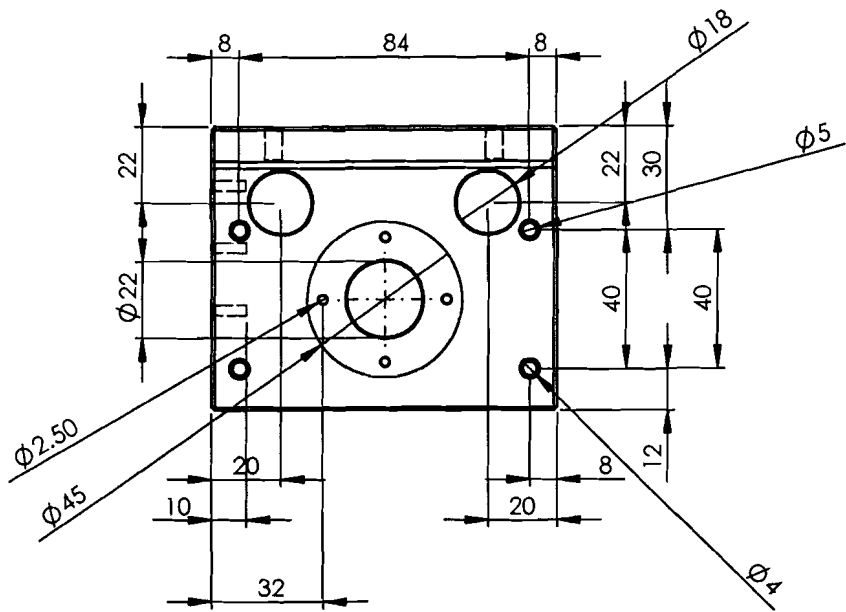
5.2.2 ในการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะต้องควบคุมสภาวะต่างๆ ของอากาศให้คงที่ หากสภาวะต่างๆ ไม่คงที่ จะทำให้ผลการทดสอบผิดพลาดได้

## บรรณานุกรม


1. ชูชัย ต.ศิริวัฒนา. การทำความเย็นและปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2550.
2. ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง. การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์, 2547.
3. พิชิต ฤกษ์นันท์ ; และสพรั่ง สุวภิรมย์โชติ. การทำความเย็น. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี, ม.ม.ป.
4. มนตรี พิรุณเกษศร. การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2545.
5. มนตรี พิรุณเกษศร. อุณหพลศาสตร์ 2. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2540.
6. สมชัย อัครทิวา ; และขวัญจิต วงษ์ขาริ. เทอร์โมไดนามิกส์. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์, 2546.
7. สมศักดิ์ สุโมตยกุล. เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2542.
8. สุนันท์ ศรีณชนิดย์. การถ่ายเทความร้อน. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.
9. Cengel Yunus A. ; and Boles Michael A. Thermodynamics. Forth Edition. Singapore : McGraw-Hill, 2002.
10. Cengel Yunus A. Heat Transfer. Second Edition. Singapore : McGraw-Hill, 2003.
11. Dossat Roy J. Principles of Refrigeration. Fourth Edition. America : Prentice-Hall, 1997.
12. Holman J.P. Heat Transfer. Ninth Edition. Singapore : McGraw-Hill, 2002.
13. Incropera Frank P. ; and De Witt David P. Introduction to Heat Transfer. Forth Edition. America : McGraw-Hill, 2002.
14. McQuiston Faye C. ; and Parker Jerald D. Heating Ventilating and Air Conditioning. Forth Edition. Singapore : John Wiley & Sons, 1994.
15. Sonntag Richard E. ; Borgnakke Claus ; and Van Wylen Gordon J. Fundamentals of Thermodynamics. Sixth Edition. Singapore : McGraw-Hill, 2003.
16. Stoecker Wilbert F. ; and Jones Jerold W. Refrigeration and Air Conditioning. Second Edition. Singapore : McGraw-Hill, 1958.

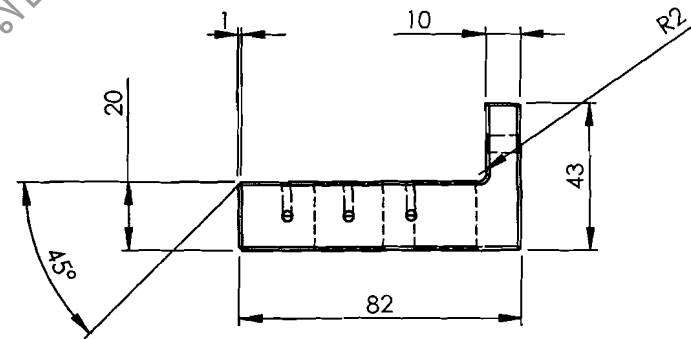
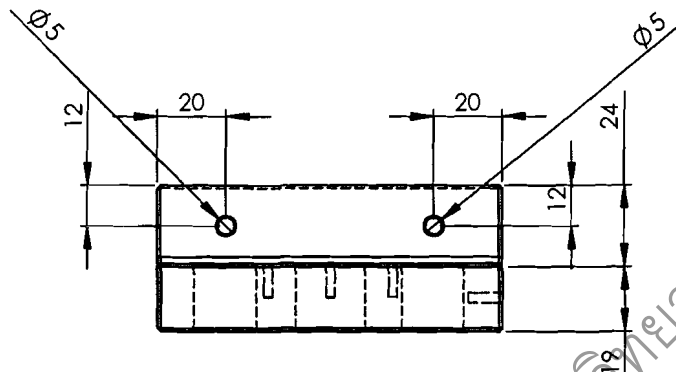
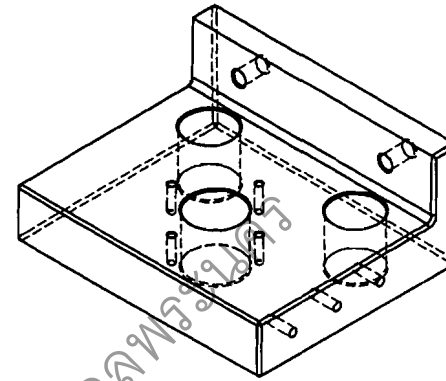
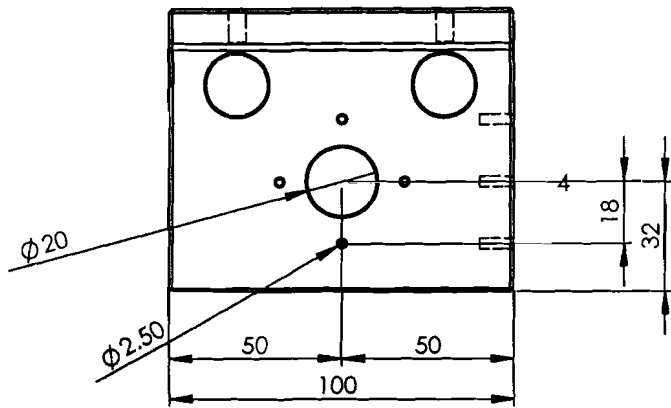
ภาคผนวก  
แบบ โครงสร้างต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร




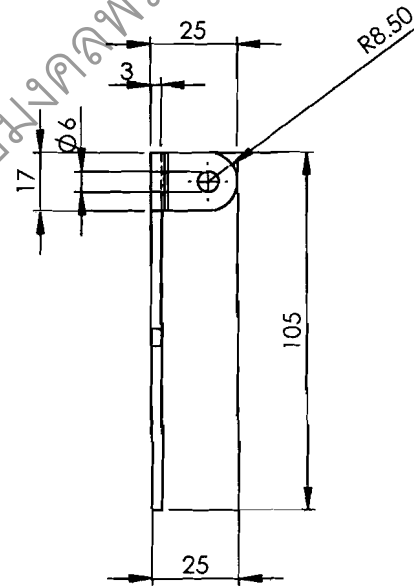
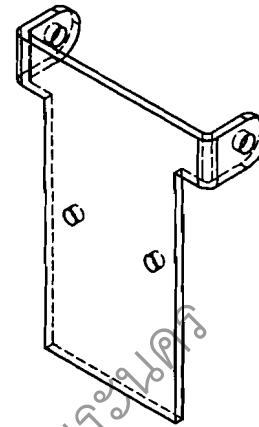
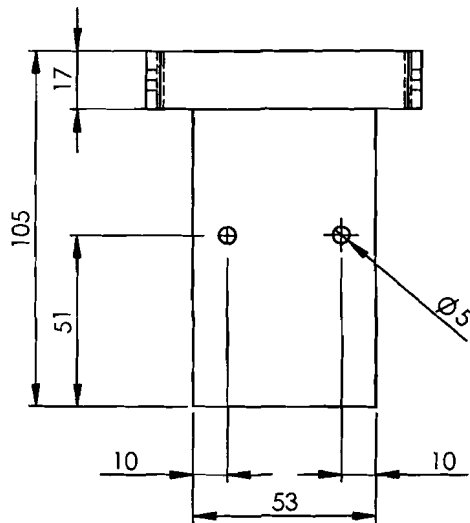
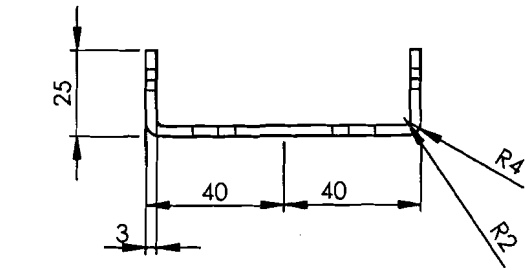
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : base head screw	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser	 Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE		Cleaner Machine	
			SHEET : 3 OF 29		




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : base bottom screw	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	 SCALE : 1:2 SHEET : 4 OF 29
DIMENSION : mm	NAME	DATE			

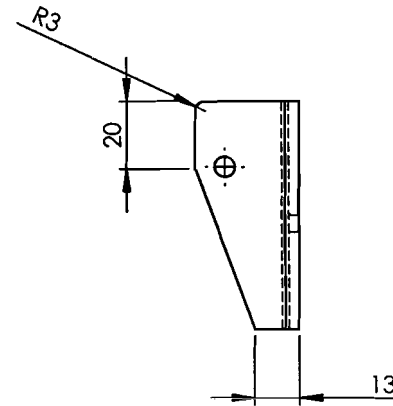
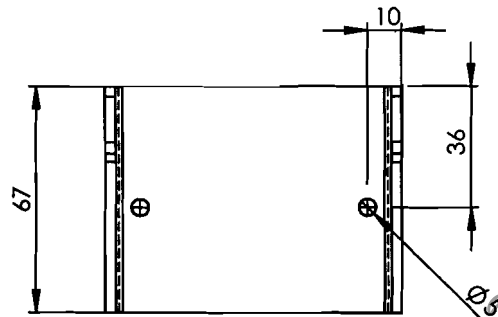
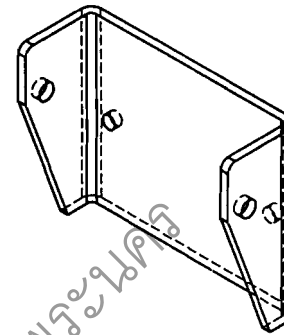
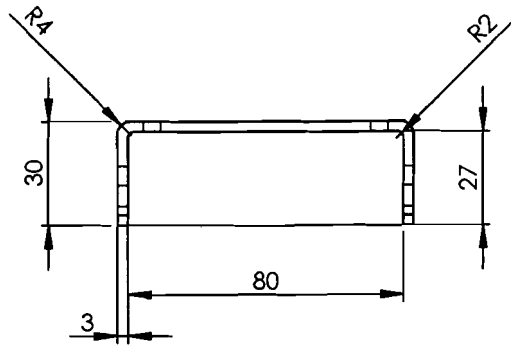


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร


DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008
DIMENSION : mm	NAME	DATE

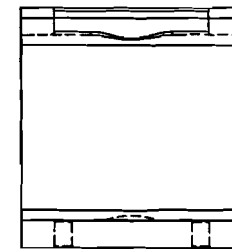
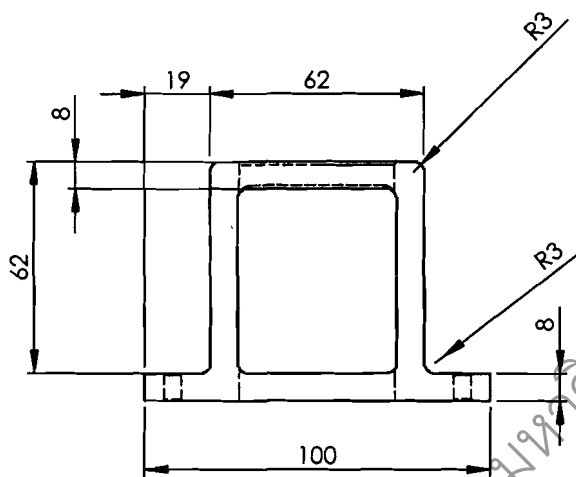
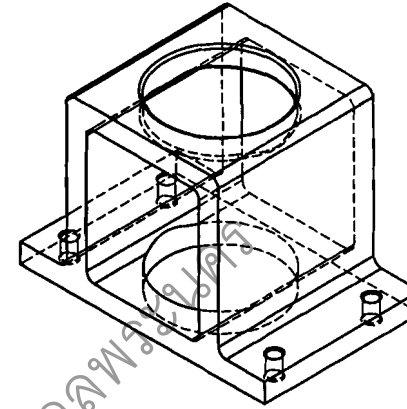
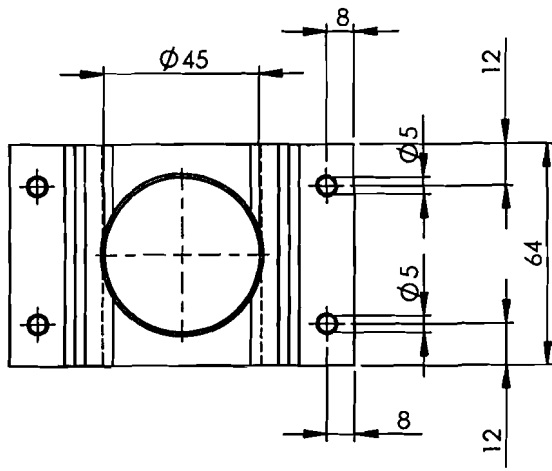
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		 Third Angle Projection	SCALE : 1:2 SHEET : 5 OF 29
TITLE : base motor 1	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine		




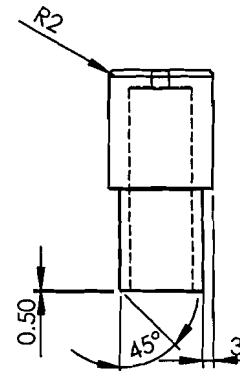
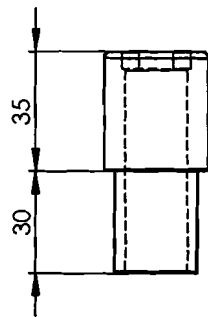
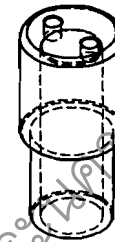
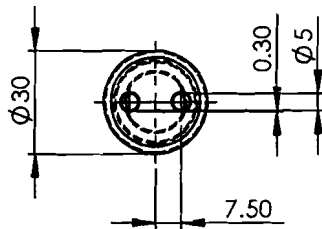


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร


DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		 Third Angle Projection	SCALE : 1:2
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	TITLE : base motor 2	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine		SHEET : 6 OF 29
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008				
DIMENSION : mm	NAME	DATE				

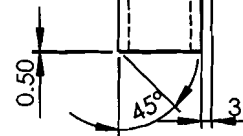
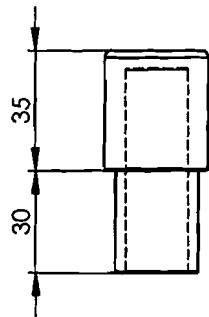
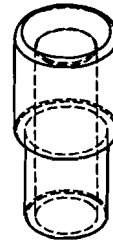
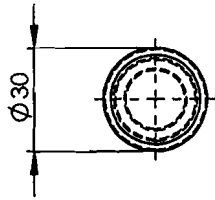


DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : base motor 3	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE	 SCALE : 1:2 SHEET : 7 OF 29	

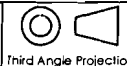


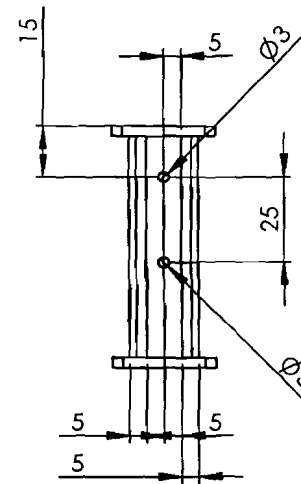
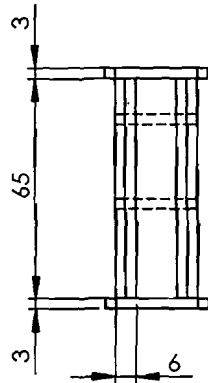
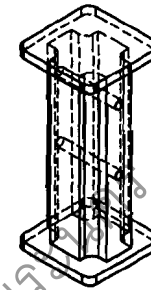
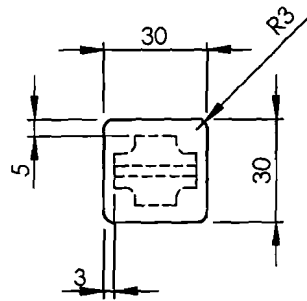
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : base nozzle	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE	 SCALE : 1:1 SHEET : 8 OF 29	



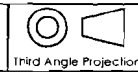
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

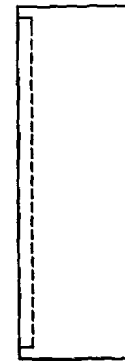
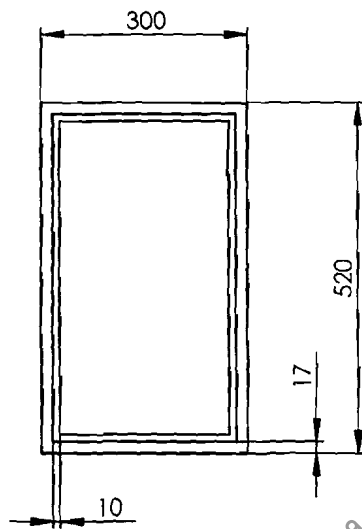
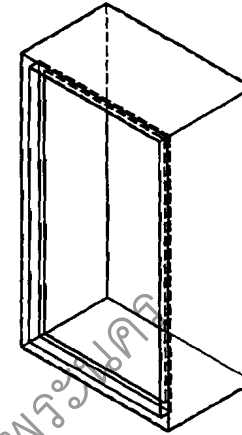
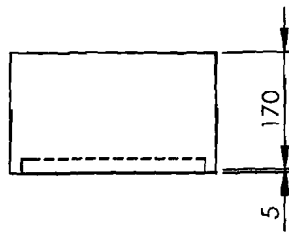
DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : closer 1	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 SCALE : 1:1 SHEET : 9 OF 29



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Base Sensor	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	SCALE : 1:1
DIMENSION : mm	NAME	DATE			SHEET : 10 OF 29

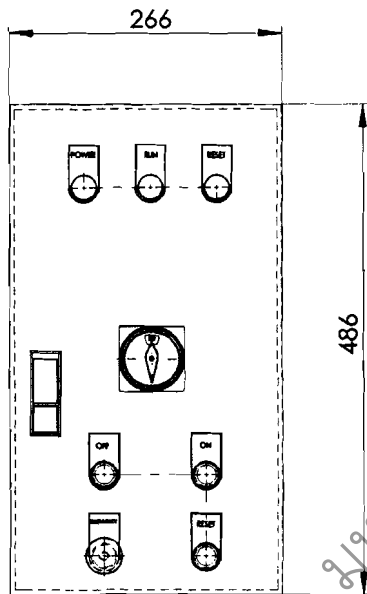
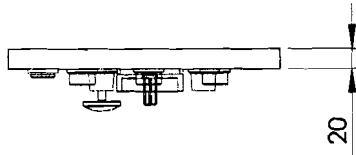




มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : control box	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	SCALE : 1:10
DIMENSION : mm	NAME	DATE			SHEET : 11 OF 29





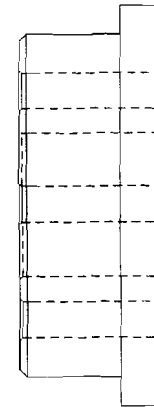
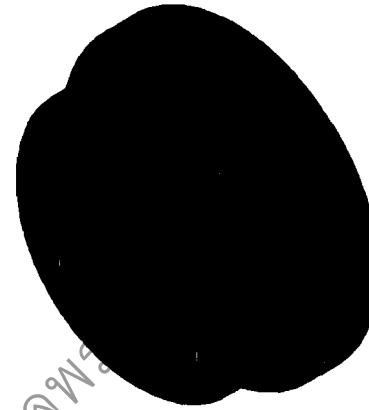
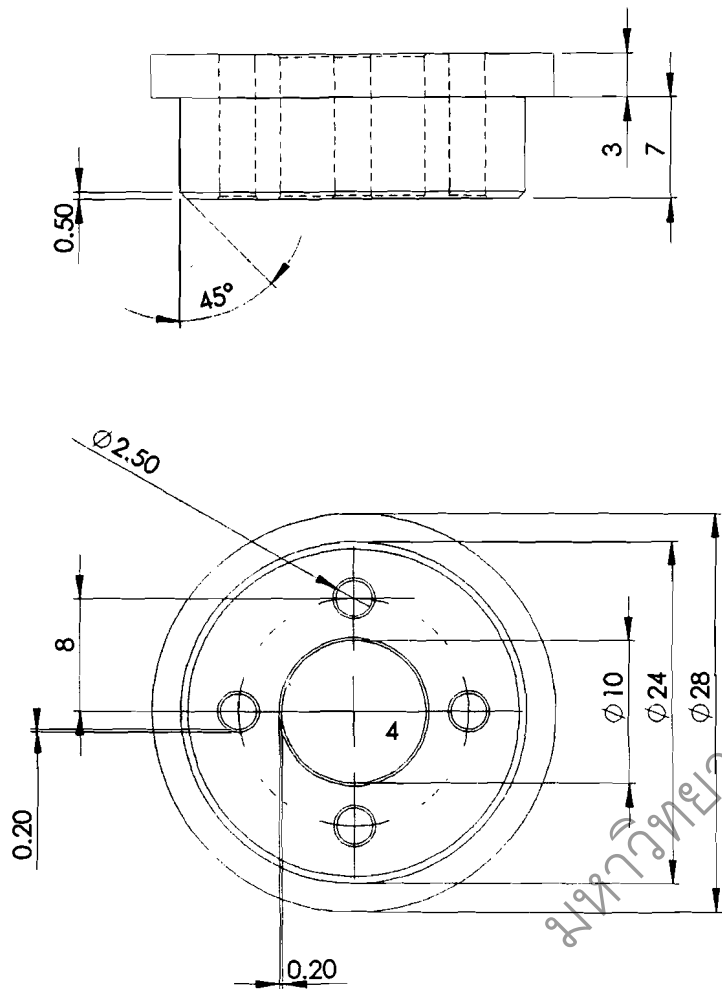
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร




DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : cover control box	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE		

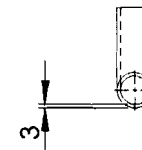
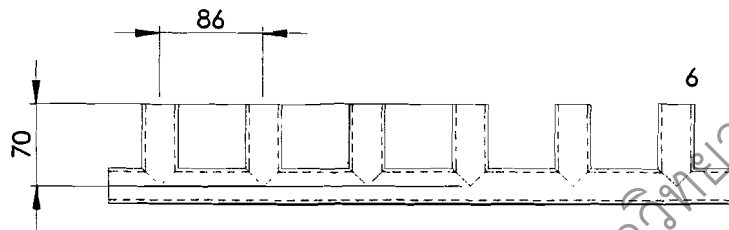
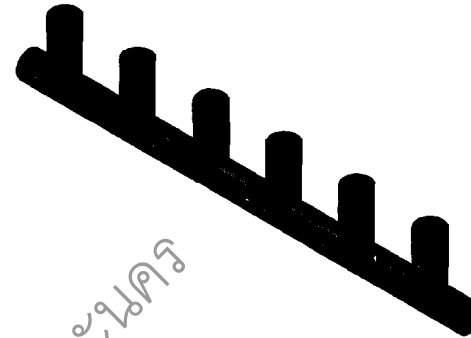
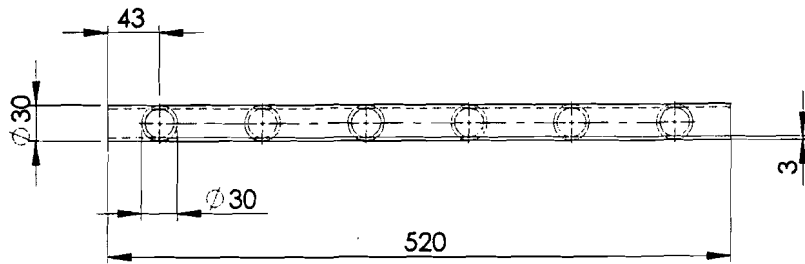


SCALE : 1:10  
SHEET : 12 OF 29




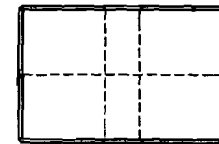
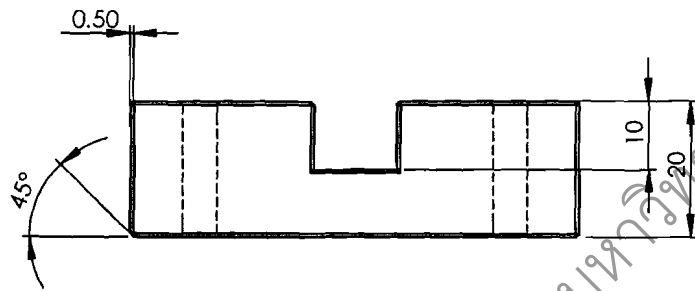
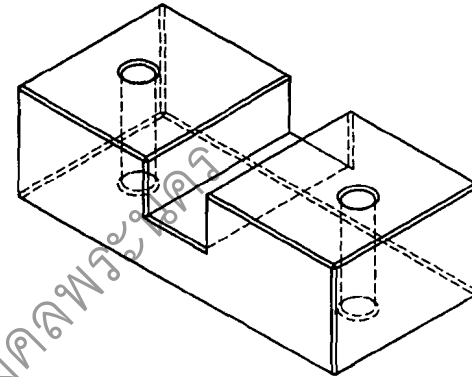
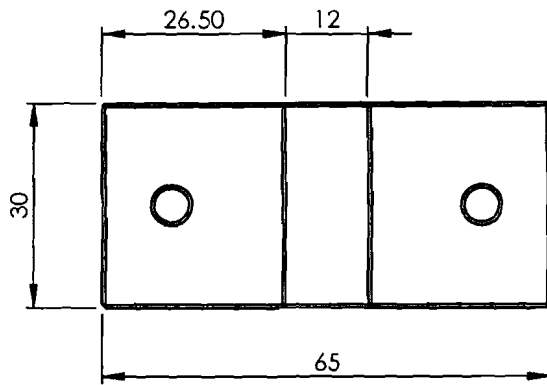
DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING			
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON			
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : cover_top_screw	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine		
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 Third Angle Projection <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>SCALE : 2:1</td> </tr> <tr> <td>SHEET : 13 OF 29</td> </tr> </table>	SCALE : 2:1	SHEET : 13 OF 29
SCALE : 2:1						
SHEET : 13 OF 29						





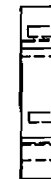
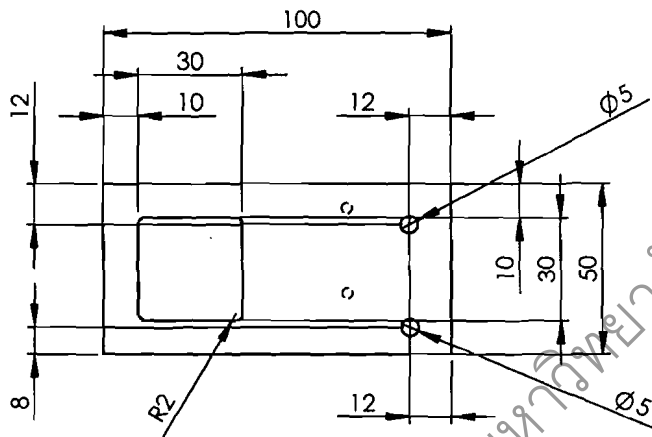
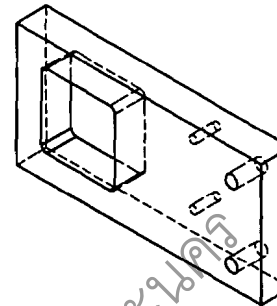
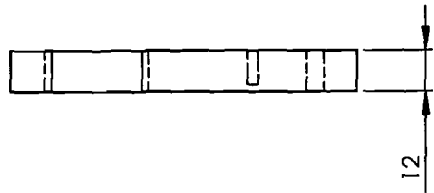
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Distributed	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 Third Angle Projection
				SCALE : 1:6 SHEET : 14 OF 29




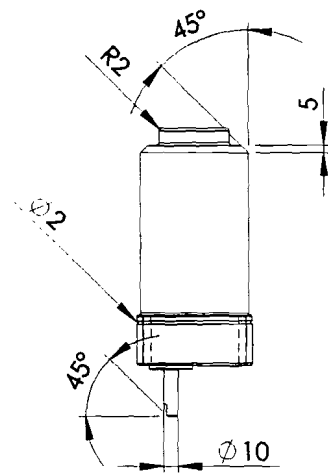
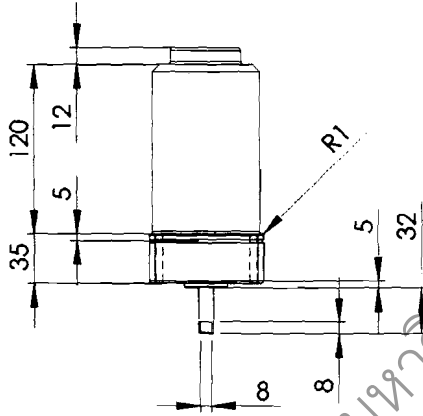
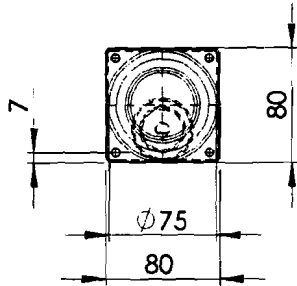
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : fastening 1	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE			SCALE : 1:1 SHEET : 15 OF 29




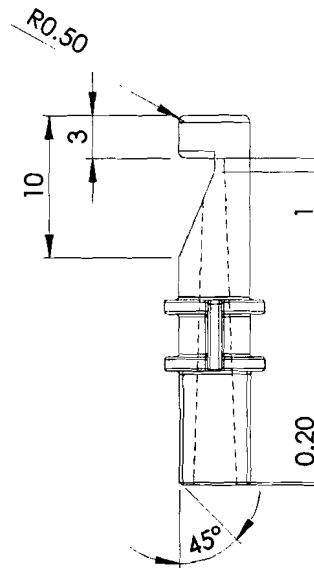
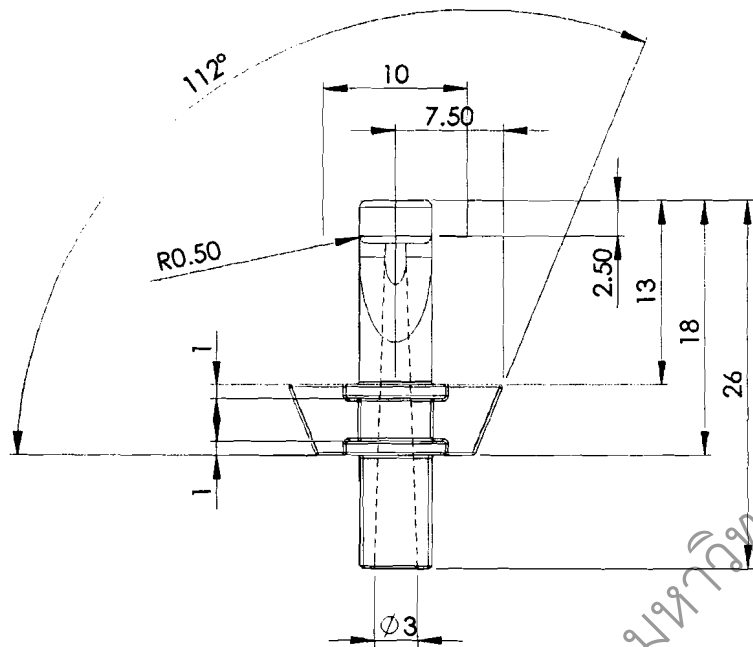
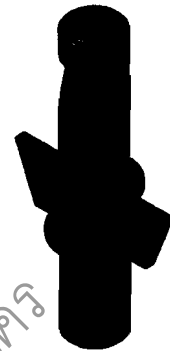
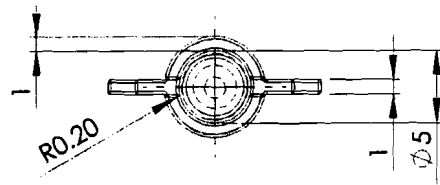
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : fastening 2	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE	 Third Angle Projection	




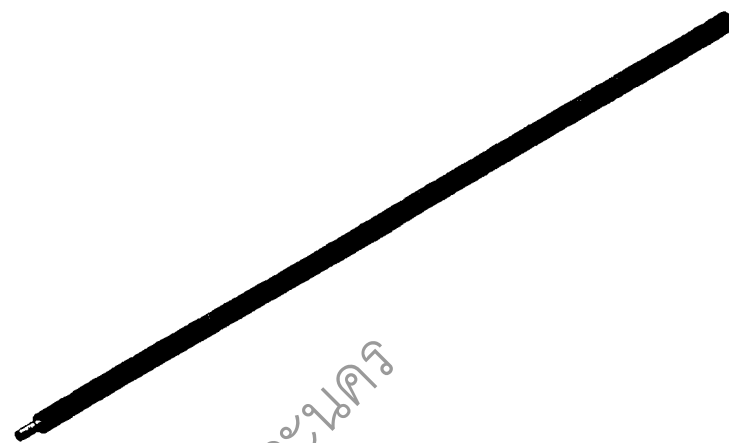
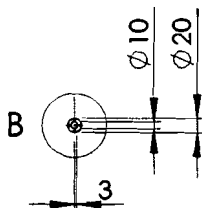
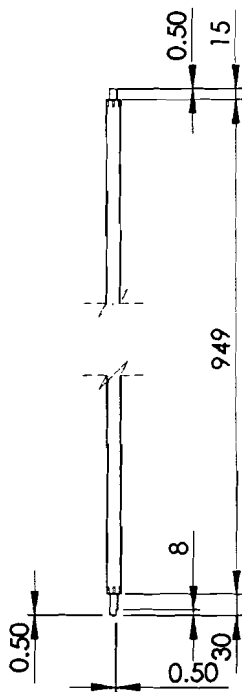
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008			
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Motor	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	 Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE			

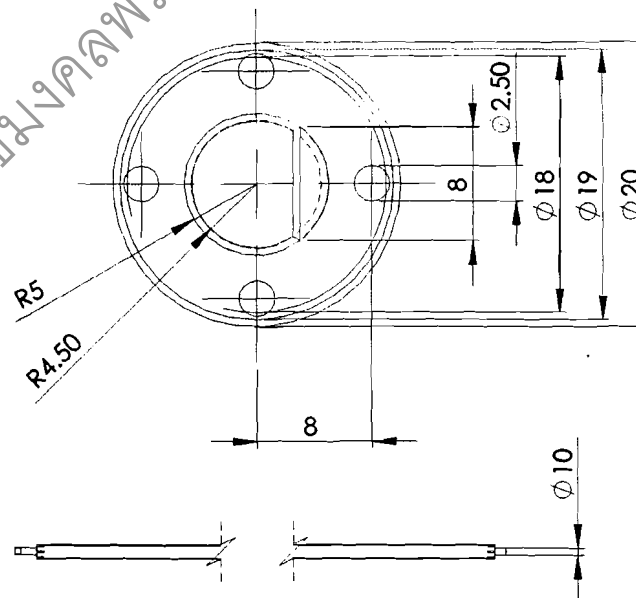


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร


DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING			
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON			
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Nozzle	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine		
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 Third Angle Projection <table border="0" style="float: right;"> <tr> <td>SCALE : 5:1</td> </tr> <tr> <td>SHEET : 18 OF 29</td> </tr> </table>	SCALE : 5:1	SHEET : 18 OF 29
SCALE : 5:1						
SHEET : 18 OF 29						

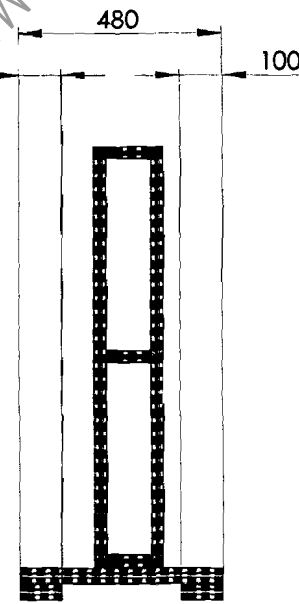
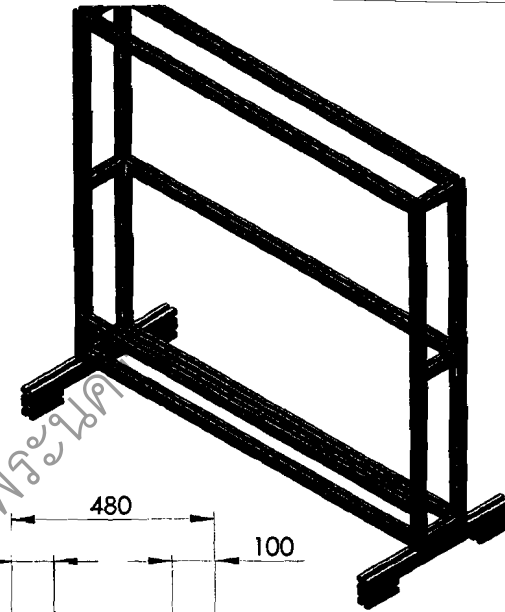
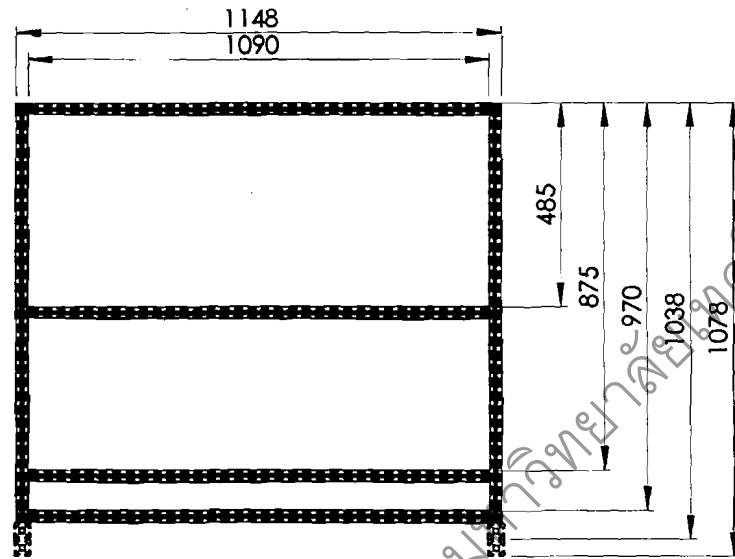
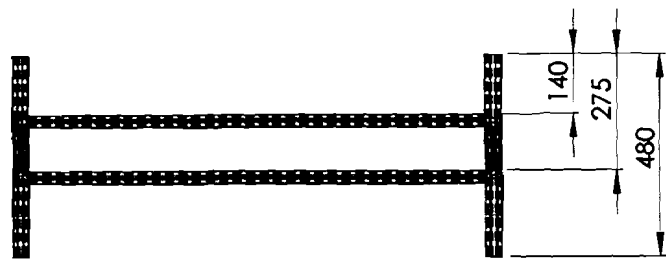



DETAIL: B

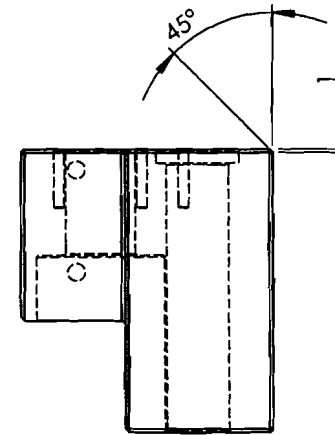
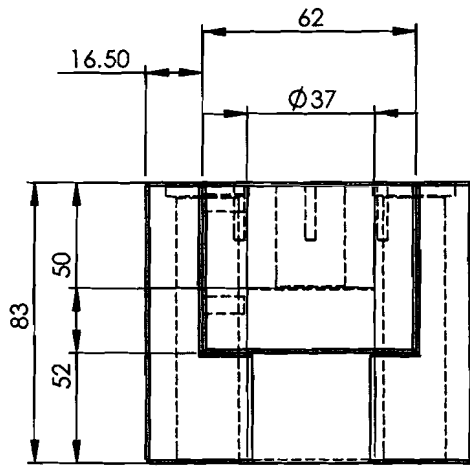
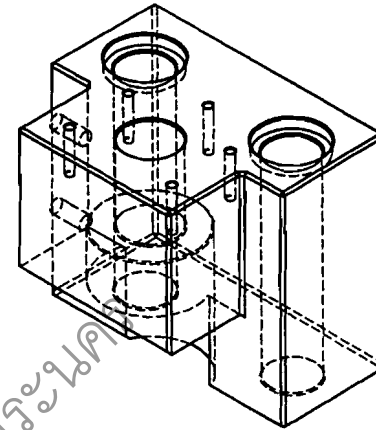
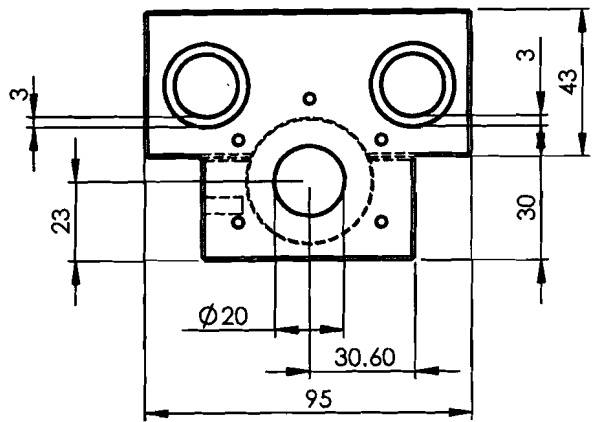


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร


DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : spiral rod1	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE	 SCALE : 1:10 SHEET : 19 OF 29	



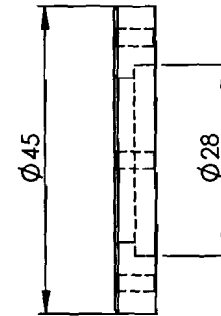
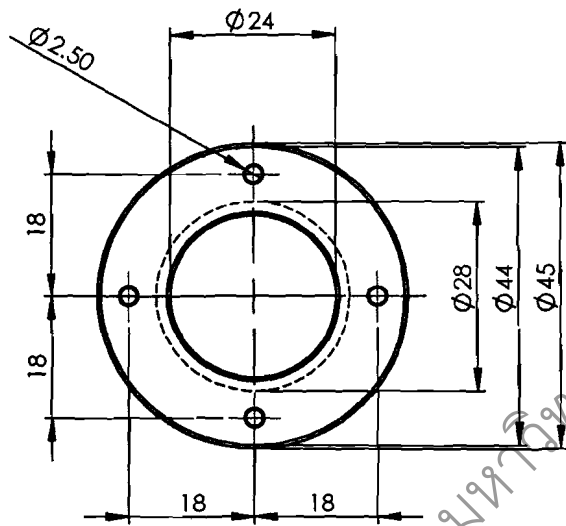
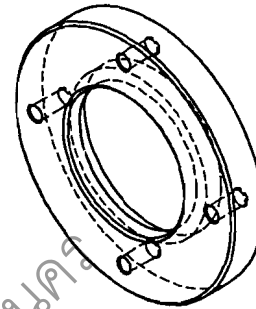
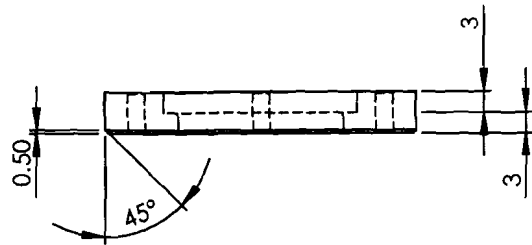
DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Structure	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser	 Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE		Cleaner Machine	
					SHEET : 20 OF 29



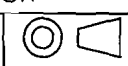
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

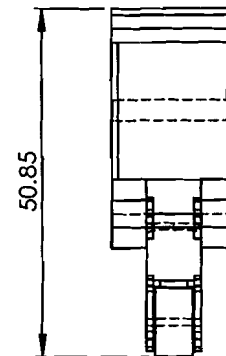
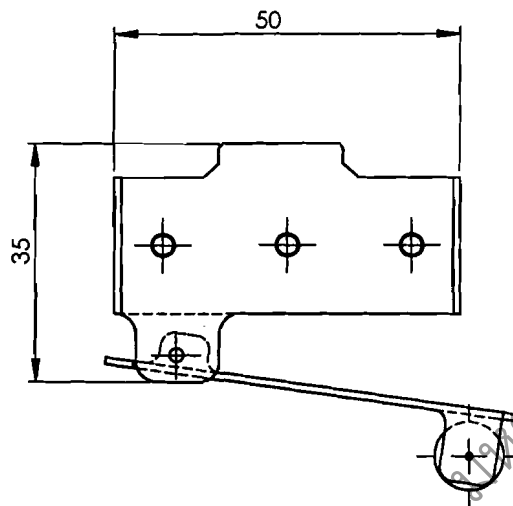
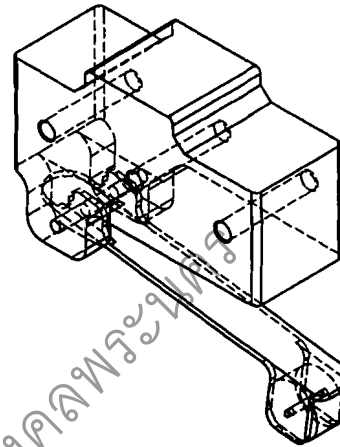
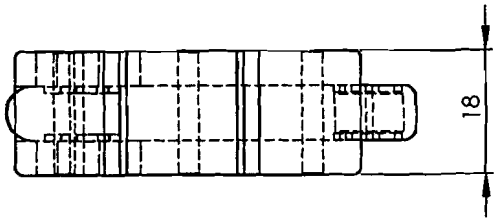
DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON			
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008				
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Slider Block	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	 Third Angle Projection	SCALE : 1:2
DIMENSION : mm	NAME	DATE				SHEET : 21 OF 29






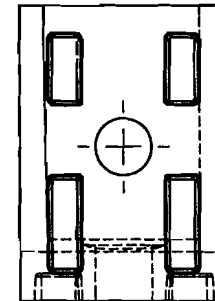
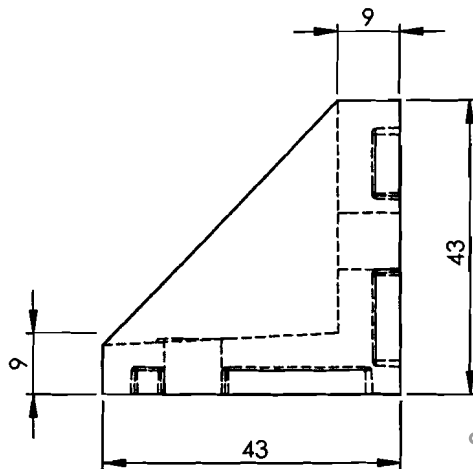
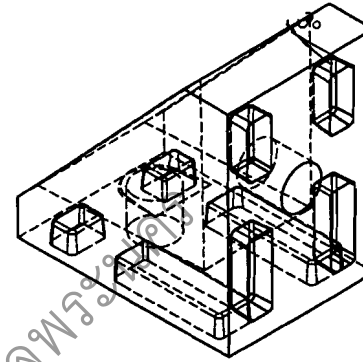
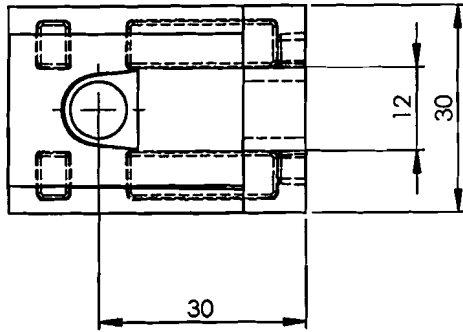
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		 Third Angle Projection	SCALE : 1:1
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008				
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : cover base top screw 2	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	SHEET : 22 OF 29	
DIMENSION : mm	NAME	DATE				



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Sensor	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 SCALE : 1:1 SHEET : 23 OF 29

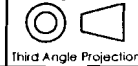


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

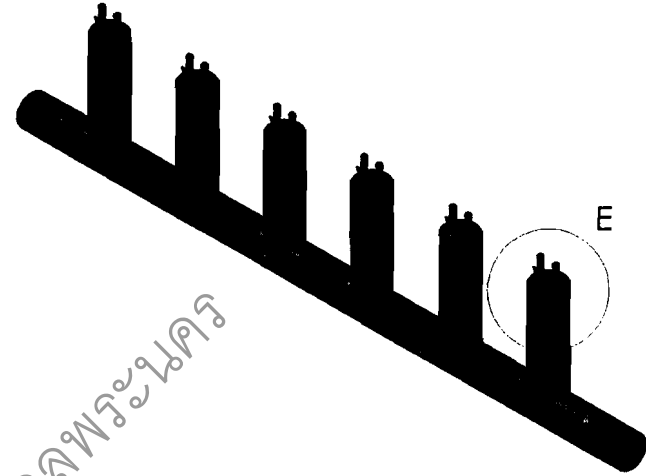
DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008
DIMENSION : mm	NAME	DATE

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING  
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON

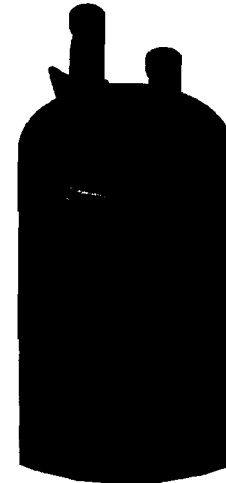
TITLE : Misumi-HBLFSN8-45\_HBLFSNK551 new ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser  
Cleaner Machine




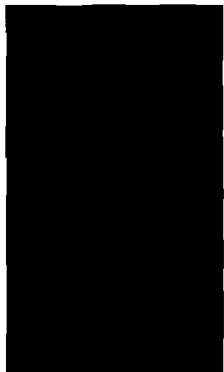
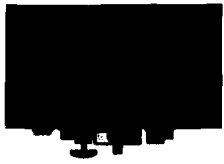
SCALE : 1:20  
SHEET : 24 OF 29



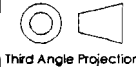
DETAIL E  
SCALE 1 : 1

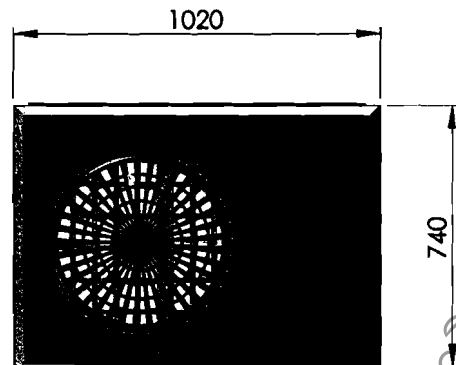
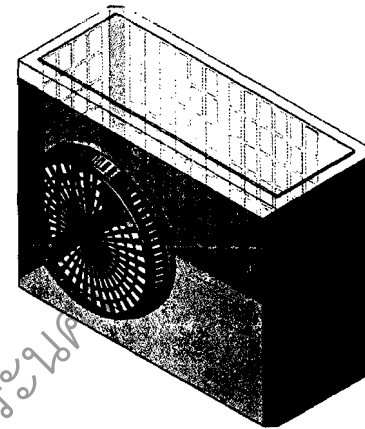


DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON	
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Nozzle Assembly	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 Third Angle Projection
				SCALE : 1:5 SHEET : 25 OF 29

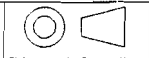


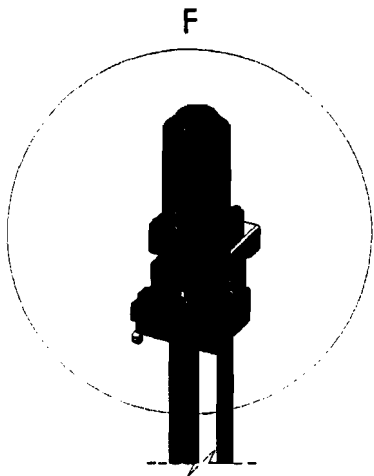
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008			
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Control Box Assembly	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	SCALE : 1:10
DIMENSION : mm	NAME	DATE		 Third Angle Projection	SHEET : 26 OF 29

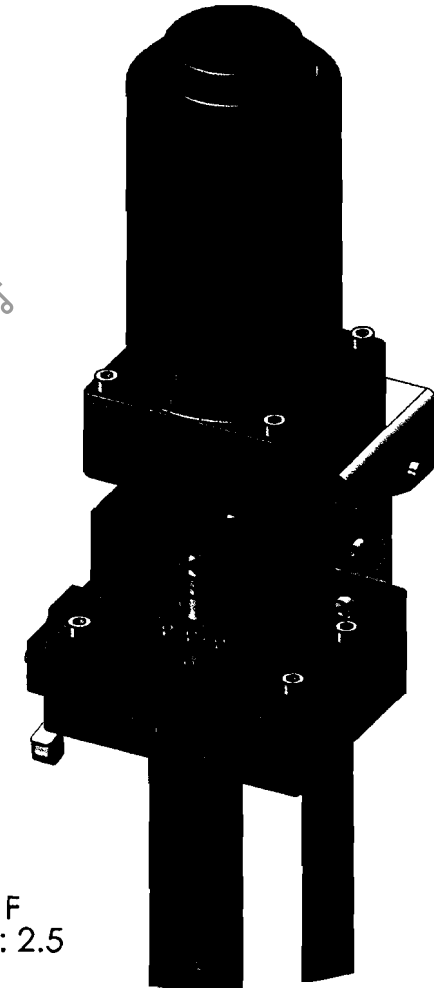
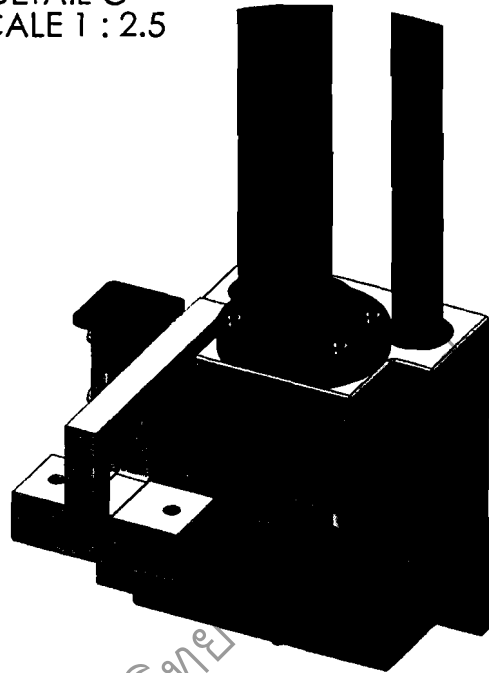


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

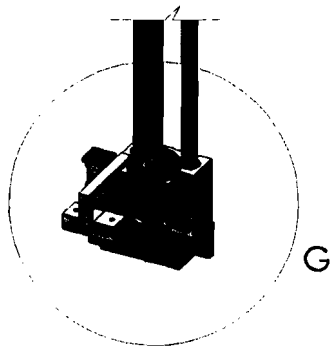
DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008			
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Condensing Unit	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser Cleaner Machine	 Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE			SCALE : 1:20 SHEET : 27 OF 29




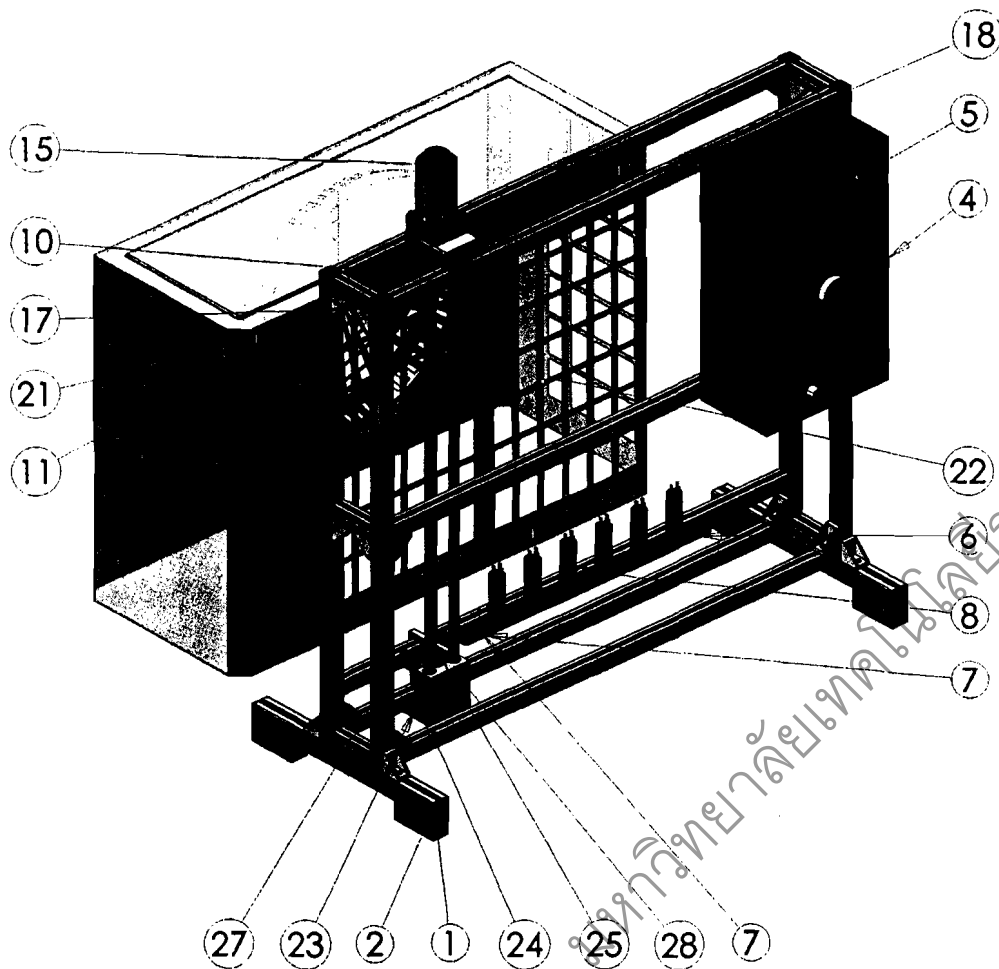
DETAIL G  
SCALE 1 : 2.5




DETAIL F  
SCALE 1 : 2.5



DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Finned-Tube Condenser	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser	 Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE	Cleaner Machine	Cleaner Machine	



ITEM NO.	PART NUMBER	manual explode/QTY.
1	Structure	1
2	cover aluminum profile 40x40	12
3	cover aluminum profile 30x30	4
4	control box	1
5	cover control box	1
6	Distributed	1
7	closer 1	2
8	base nozzle	6
9	Nozzle	12
10	base head screw	1
11	base motor 3	1
12	spiral rod 1	1
13	cover_top_screw	2
14	cover base top screw 2	2
15	motor	1
16	sensor	2
17	base motor 1	1
18	base motor 2	1
19	coupling	2
20	coupling female	1
21	Misumi-HBLFSN8-45_HBLFSNK551 new	22
22	Condensing Unit	1
23	base bottom screw	1
24	Slider Block	1
25	cover base bottom screw	1
26	rod	2
27	fastening 2	1
28	Base Sensor	1
29	fastening 1	1
30	ISO 4762 M5 x 16 --- 16N	8
31	ISO 4762 M5 x 30 --- 22N	4
32	ISO 4762 M6 x 10 --- 10N	2
33	ISO 4762 M5 x 10 --- 10N	4
34	ISO 4762 M2.5 x 10 --- 10N	2
35	ISO 4762 M2.5 x 16 --- 16N	11
36	ISO 4762 M3 x 25 --- 18N	8
37	ISO 4762 M5 x 20 --- 20N	2
38	ISO 4762 M3 x 20 --- 20N	5
39	ISO 4762 M2.5 x 20 --- 20N	9

DRAW	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	7 July 2008	DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING IN FACULTY OF ENGINEERING		
DESIGNER	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	15 February 2008	RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PHRA-NAKHON		
APPROVED	SOMJIN PUANGCHAROENCHAI	30 March 2008	TITLE : Finned-Tube Condenser	ASSEMBLY : Finned-Tube Condenser	 Third Angle Projection
DIMENSION : mm	NAME	DATE	Cleaner Machine	Cleaner Machine	
					SHEET : 29 OF 29