

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการวิจัย	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
สารบัญกราฟ	ฎ
ลำดับสัญลักษณ์	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างของโครงการ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 งบประมาณที่ใช้	3
1.7 กิจกรรมดำเนินงาน	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	4
2.2 การทำความเย็นแบบระเหย	9
2.3 คุณสมบัติของอากาศ	11
2.4 แนวคิดในการทำโครงการ	13
2.5 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การออกแบบและสร้างชุดทดลอง	20
3.2 วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล	24
3.6 วิธีการวิเคราะห์ผลการทดลอง	29
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	
4.1 ผลของอุณหภูมิอากาศทางเข้าคอนเดนเซอร์ที่มีต่อเครื่องปรับอากาศ	33
4.2 การทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative Cooling Condensing Unit : ECCU )	36
4.3 เปรียบเทียบผลการทำงานของเครื่อง ECCU ที่ติด Splash bar และ ไม่ติด Splash bar	41
4.4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	48

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปโครงการและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงการ	49
5.2 ข้อเสนอแนะ	50
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบของเครื่อง ECCU	53
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการคำนวณ	59
ภาคผนวก ค ตัวอย่างตารางตารางบันทึกผลการทดลอง	61
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์และราคาอุปกรณ์	65
ภาคผนวก จ ตัวอย่างผลการทดลอง	67

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1.1 กิจกรรมดำเนินการ	3
ตาราง 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	27
ตาราง ค.1 ตารางบันทึกผลการทดลองเวลาที่เครื่องวัดปริมาณไฟฟ้าหมุนครบ 10 รอบ	62
ตาราง ค.2 ตารางบันทึกผลการทดลองอุณหภูมิของอากาศ	63
ตาราง ค.3 ตารางบันทึกผลการทดลองอัตราการใช้ของอากาศ	64
ตาราง ง.1 รายการอุปกรณ์และราคาอุปกรณ์	66



## สารบัญรูปภาพ

	<b>หน้า</b>
รูป 2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	5
รูป 2.2 ไดอะแกรมความดันกับเอนทัลปี	7
รูป 2.3 ไดอะแกรมอุณหภูมิกับเอนโทรปี	8
รูป 2.4 แสดงน้ำหยดใส่ Splash bar	10
รูป 2.5 แสดงน้ำหยดใส่ Cellular film	10
รูป 2.6 กลจักรความเย็นตามวัฏจักรคาร์โนต์	13
รูป 2.7 แสดงผลของการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	16
รูป 3.1 หลักการทำงานของคอนเดนเซอร์ที่ติดตั้งชุดทดลอง	20
รูป 3.2 โครงสร้างหลักของชุดทดลอง	21
รูป 3.3 ถาดรองน้ำด้านบนในระบบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	22
รูป 3.4 ถาดรองน้ำด้านล่างในระบบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	22
รูป 3.5 แบบท่อน้ำในเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	23
รูป 3.6 แสดงตำแหน่งการวัดและเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศ	26
รูป 3.7 เครื่องปรับอากาศใช้ในการทดลอง	28
รูป 3.8 เครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Data logger)	28
รูป 3.9 เครื่องวัดความเร็วลม	28
รูป 3.10 เครื่องมือวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Watt-hours meter)	29
รูป 3.11 ปืนน้ำ	29
รูป 3.12 เครื่อง ECCU ด้านหน้า	30
รูป 3.13 เครื่อง ECCU ด้านข้าง	30
รูป 3.14 เครื่องปรับอากาศที่ติดเครื่อง ECCU	31
รูป 3.15 เครื่องปรับอากาศที่ติดเครื่อง ECCU	31

## สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 2.1 แสดงค่า COP กับอุณหภูมิคอนเดนเซอร์	15
กราฟที่ 2.2 แสดงค่า EER กับอุณหภูมิคอนเดนเซอร์	15
กราฟที่ 4.1 แสดงเส้นแนวโน้มอัตราการดึงความร้อนจากพื้นที่ปรับอากาศ กับ อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	33
กราฟที่ 4.2 แสดงเส้นแนวโน้มการใช้พลังงาน (kW) กับ อุณหภูมิกระเปาะแห้งก่อนเข้า คอนเดนเซอร์	34
กราฟที่ 4.3 แสดงเส้นแนวโน้มสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) กับ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	35
กราฟที่ 4.4 แสดงผลต่างอุณหภูมิกระเปาะแห้งเมื่อ เปิด-ปิด เครื่อง ECCU	36
กราฟที่ 4.5 แสดงอัตราการดึงความร้อนจากบริเวณพื้นที่ปรับอากาศ โดย เปิด-ปิด เครื่อง ECCU	37
กราฟที่ 4.6 แสดงอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อปิด-ปิดเครื่อง ECCU	38
กราฟที่ 4.7 แสดงการใช้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้า	39
กราฟที่ 4.8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ โดย เปิด-ปิด เครื่อง ECCU	40
กราฟที่ 4.9 แสดงผลอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	41

## สารบัญกราฟ(ต่อ)

	หน้า
กราฟที่ 4.10 แสดงผลการลดอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ย ของอากาศเฉลี่ยก่อนเข้าคอนเดนเซอร์	42
กราฟที่ 4.11 แสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ฮีวปไปเรเตอร์	43
กราฟที่ 4.12 แสดงการใช้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์กับเวลา	44
กราฟที่ 4.13 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่ติดเครื่อง ECCU ที่ติด Splash bar และไม่ติด Splash bar	45
กราฟที่ 4.14 เปรียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศติดเครื่อง ECCUที่ติด Splash bar และไม่ติด Splash bar	46
กราฟที่ 4.15 เปรียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยของระบบของเครื่องปรับอากาศ ติดเครื่อง ECCUที่ติด Splash bar และ ไม่ติด Splash bar	47

## ลำดับสัญลักษณ์

$COP$	= ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	
$EER$	= ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	(BTU/kW)
$Q_L$	= อัตราความร้อนที่ดูดจากจากฮีวโปเรเตอร์	(kW)
$Q_c$	= อัตราความร้อนที่ปล่อยออกของคอนเดนเซอร์	(kW)
$h_1$	= เอนทาลปีจำเพาะของสารทำความเย็นก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์	(kJ/kg)
$h_2$	= เอนทาลปีจำเพาะของสารทำความเย็นออกคอมเพรสเซอร์	(kJ/kg)
$h_3$	= เอนทาลปีจำเพาะของสารทำความเย็นออกคอนเดนเซอร์	(kJ/kg)
$h_4$	= เอนทาลปีจำเพาะของสารทำความเย็นออกจากแฟนชั่นวาล์ว	(kJ/kg)
$\dot{m}$	= อัตราการไหลเชิงมวลของสารทำงาน	(kg/s)
$W_c$	= กำลังที่ให้คอมเพรสเซอร์	(kW)
$T_e$	= อุณหภูมิฮีวโปเรเตอร์	(°C)
$T_c$	= อุณหภูมิคอนเดนเซอร์	(°C)
$T_L$	= แหล่งความร้อนอุณหภูมิต่ำ	(°C)
$T_H$	= แหล่งความร้อนอุณหภูมิสูง	(°C)
$T_{db1}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งสิ่งแวดล้อม	(°C)
$T_{wb1}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกสิ่งแวดล้อม	(°C)
$T_{db2}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งออกเครื่อง ECCU	(°C)



### ลำดับสัญลักษณ์ (ต่อ)

$T_{wb2}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกออกเครื่อง ECCU	(°C)
$T_{db3}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งออกคอนเดนเซอร์	(°C)
$T_{wb3}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกออกคอนเดนเซอร์	(°C)
$T_{db4}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งออกจากเครื่องปรับอากาศ	(°C)
$T_{wb4}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกออกจากเครื่องปรับอากาศ	(°C)
$T_{db5}$	= อุณหภูมิกระเปาะแห้งของห้อง	(°C)
$T_{wb5}$	= อุณหภูมิกระเปาะเปียกของห้อง	(°C)
$\eta_{sat}$	= ประสิทธิภาพอิมตัว	
$P$	= ความดันรวม	(kPa)
$P_a$	= ความดันย่อยอากาศแห้งในอากาศ	(kPa)
$P_v$	= ความดันย่อยของไอน้ำในอากาศ	(kPa)
$\omega$	= อัตราส่วนความชื้น	(kg/kg dry air)
$\phi$	= ความชื้นสัมพัทธ์	
$P_{sat}$	= ความดันอิมตัวในอากาศ	(kPa)