

บทที่ 5

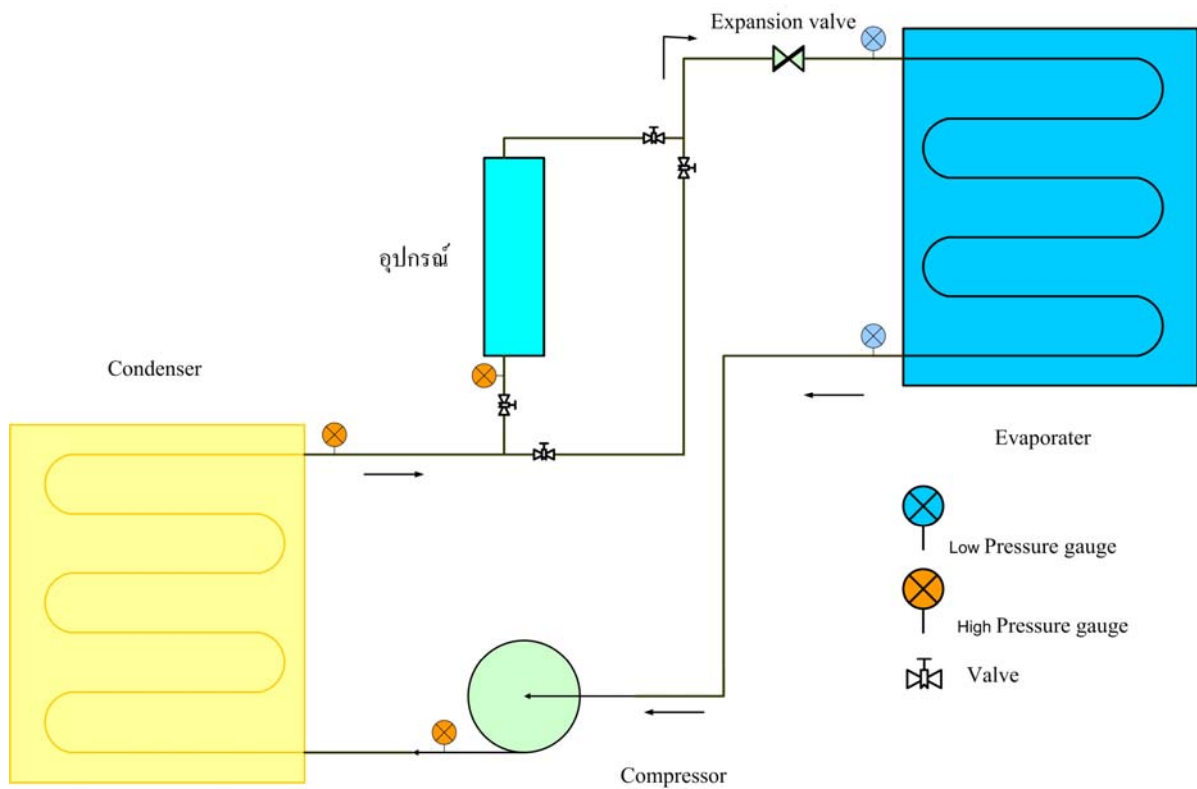
การทดลองและการตรวจวัด

5.1 การทดลอง

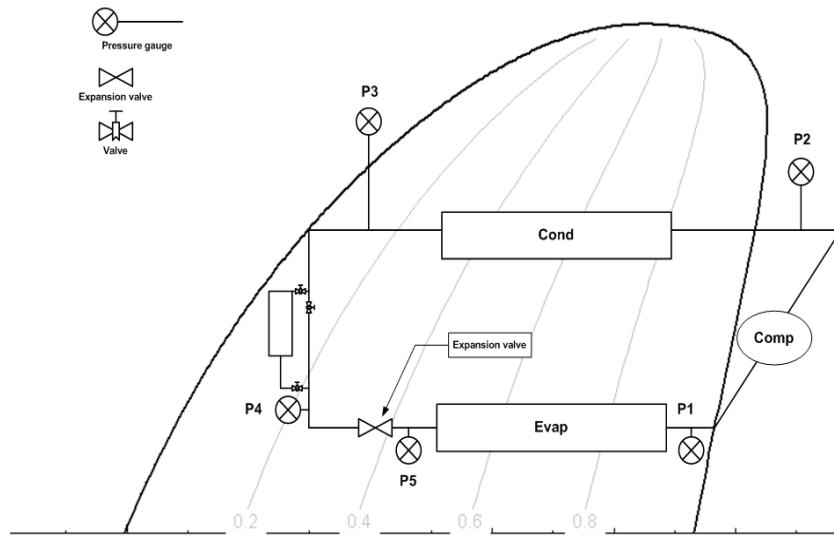
5.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับระบบดังรูปที่ 5 แล้วขั้นตอนการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. เก็บค่าการใช้ไฟฟ้ารวมของระบบในขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานและคอมเพรสเซอร์ไม่ทำงาน พร้อมทั้งทำการจับเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์
2. ทำการเก็บค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่องปรับอากาศในขณะที่ทำงาน
3. เก็บค่าความดันที่จุดต่าง ๆ ตามรูปที่ 5 และรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับระบบปรับอากาศ



รูปที่ 5.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์และ Pressure gauge



รูปที่ 5.3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับระบบเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 5.4 แสดงตำแหน่งติดตั้ง Pressure gauge



รูปที่ 5.5 แสดงเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดลอง

5.1.2 การทดลอง

เมื่อนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาติดตั้งเข้ากับระบบแล้ว การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

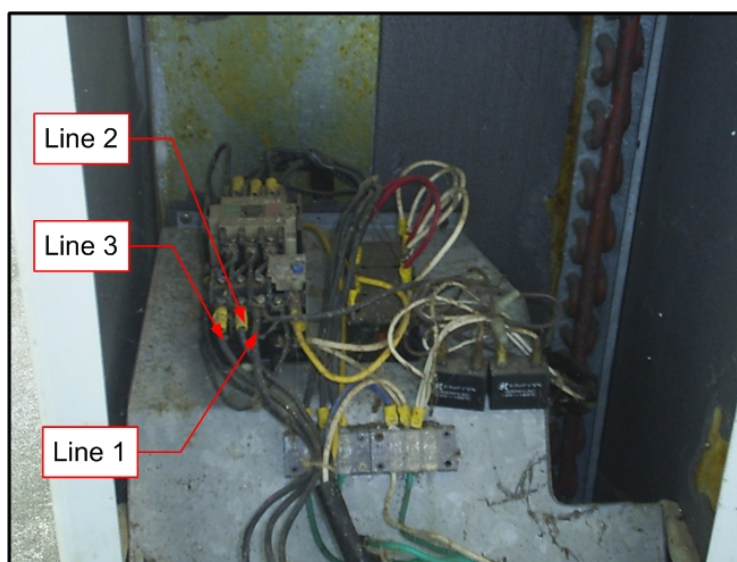
1. การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบการปรับอากาศเพื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างระบบปรับอากาศที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์และติดตั้งอุปกรณ์

2. เปรียบเทียบค่า EER ของระบบที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์

การตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของระบบ ทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า ทำการตรวจวัดที่คอมเพรสเซอร์ ซึ่งระบบที่ใช้ในการทดลอง ระบบไฟฟ้าของระบบเป็นแบบ 3 เฟสซึ่งการตรวจเป็นดังรูป



รูปที่ 5.6 แสดงการตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 5.7 แสดงการกำหนดเฟสในการทดลอง

5.2 การตรวจวัด

5.2.1 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้

สำหรับเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการตรวจวัดและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีดังนี้

1. เครื่องมือวัดความเร็วลม (Anemometer)
2. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Hygrometer)
3. เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)
4. ตลับเมตร
5. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermo Meter)
6. แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychometric Chart)



รูปที่ 5.8 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Hygrometer)



รูปที่ 5.9 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)

5.2.2 การเตรียมการวัด

ขั้นตอนการเตรียมการวัดมีดังนี้

1. ปรับตั้งระดับความแรงของพัดลมที่ตำแหน่งสูงสุด (High speed)
2. ปรับตั้งอุณหภูมิของเทอร์โมสตัทไว้ที่ 24-26 C°
3. ตรวจสอบไม่ให้เกิดการกีดขวางทางลมทางด้านขงลมกลับ (Return Air Grill)

5.2.3 ขั้นตอนการตรวจวัดค่า EER

1. วัดขนาดความกว้างและความยาวของช่องลมกลับด้วยตลับเมตร เพื่อใช้ในการคำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัด(A)

2. วัดอุณหภูมิ (C°) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านลมจ่าย และลมกลับ โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

3. วัดความเร็วลมที่ลมจ่ายและลมกลับ โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม และควรวัดหลาย ๆ จุดบนหน้าตัดของหน้ากากเครื่องปรับอากาศและช่องลมกลับ อย่างน้อย 3 ค่า เพื่อเอามาเฉลี่ย และในการคำนวณจะเอาค่าความเร็วลมของช่องลมกลับมาคำนวณ เหตุผลที่เอาความเร็วลมกลับมาคำนวณแทนที่จะเป็นลมจ่าย ประกอบด้วย

- ด้านลมกลับมีขนาดพื้นที่หน้าตัดใหญ่กว่าด้านลมจ่าย ทำให้การไหลของอากาศมีลักษณะราบเรียบ (Laminar flow) และค่าความเร็วที่วัดได้จะมีค่าที่แน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเมื่อเทียบกับด้านลมจ่ายที่เป็นการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow)

- ทิศทางลมกลับมีทิศทางที่แน่นอนคือตั้งฉากกับพื้นที่หน้าตัด ซึ่งต่างจากด้านลมจ่ายที่ทิศไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับว่าผู้ใช้งานจะปรับให้อยู่ในทิศใด ทำให้ค่าที่วัดมีความผิดพลาดได้ค่อนข้างมาก

4. วัดกำลังไฟฟ้ารวมที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศในช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน(ส่วนของคอมเพรสเซอร์ทำงานร่วมกับพัดลม) โดยเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

5.2.4 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะ

สำหรับสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทั่วไปนิยมเรียกกันสองแบบคือ

1. ค่า **EER** หรือ Energy Efficiency Ratio เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็น(Btu/hr)และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า EER นี้จะมีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt ซึ่งสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 จากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะต้องมีค่า EER ไม่น้อยกว่า 10.6 Btu/hr/Watt
2. ค่า **kW/TR** เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น(kW)และความสามารถในการทำความเย็น(TR หรือตันทำความเย็น)เมื่อ

เทียบกับค่า EER ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ได้รับฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 แล้วจะมีค่าไม่เกิน 1.13 kW/TR

จากคำจำกัดความของทั้งสองค่าในข้างต้น เราจะเห็นได้ว่าคุณนิยามของ EER และ kW/TR เป็นส่วนกลับของกันและกัน โดยค่า EER มีค่าที่สูงเท่าไร ก็หมายความว่าเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพที่ดี ในขณะที่ค่า kW/TR ยิ่งมีค่าต่ำเท่าไร เครื่องปรับอากาศนั้นก็จะมีสมรรถนะดีเท่านั้นด้วย ทั้งนี้ความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ระหว่างค่า EER และ kW/TR สามารถเขียนนำได้ดังนี้

$$kW/TR = \frac{12}{EER}$$

จากข้อมูลที่เราได้จากการตรวจวัดทั้งหมดในหัวข้อข้างต้น เราสามารถนำมาใช้ในการคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศตามขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาปริมาตรลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ(CMM) จากสมการ

$$CMM = 60 \times V \times A$$

โดย

V = ความเร็วลมเฉลี่ยด้านความเร็วลมด้านกลับ

A = พื้นที่ของช่องลมกลับหน่วยเป็น m^2

2. เปิดแผนภูมิไซโครเมตริก เพื่อหาค่าเอนทาลปี(Enthalpy) ของอากาศด้านลมจ่ายและลมกลับ จากค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ตรวจวัดมาได้ โดยในที่นี้จะกำหนดค่าตัวแปรของเอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่ายและลมกลับให้เป็น H_s และ H_r ตามลำดับและมีหน่วยเป็น kJ/kg dry air

3. คำนวณหาความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(TR) จากสมการ

$$TR = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (H_r - H_s)$$

เมื่อ

CMM = ปริมาตรลมเย็นที่หมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ หน่วยเป็น m^3 / min

H_s = เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย หน่วยเป็น kJ/kg dry air

H_r = เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ หน่วยเป็น kJ/kg dry air

4. คำนวณหาสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (EER หรือ kW/TR) ตามนิยามข้างต้น

5.2.5 ตัวอย่างการคำนวณ EER

ตัวอย่างข้อมูล

Time	ความเร็วลม จ่าย	ความเร็วลม กลับ	T ลมจ่าย	T ลมกลับ	%RH จ่าย	%RH กลับ
20	2.09	0.22	18	28	80.8	56.5

T _{db}	T _{wb}	Hr	Hs	A	kW total
27.5	18	63	45	0.18	2.484

จากสมการ

$$kW / TR = \frac{12}{EER} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$CMM = 60 \times V \times A \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$TR = 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (Hr - Hs) \quad \dots\dots\dots (3)$$

จาก 3 สมการข้างต้นค่าที่เรายังไม่ได้คือ ค่า Hr และ Hs ซึ่งค่าทั้งสองค่านี้หาได้จาก Psychometric chart

Hr ที่ 56.6 %RH, 28 C° h = 63

Hs ที่ 80.8 %RH, 18 C° h = 45

หาค่า CMM จากสมการ (2)

$$\begin{aligned} CMM &= 60 \times V \times A \\ \text{แทนค่า } CMM &= 60 \times 0.22 \times 0.18 \\ &= 2.38 \end{aligned}$$

แทนค่า CMM ลงใน (3) เพื่อหาค่า TR

$$\begin{aligned} TR &= 5.707 \times 10^{-3} \times CMM \times (Hr - Hs) \\ &= (5.707 \times 10^{-3} \times 2.38 \times (63 - 45)) \\ &= 0.26 \end{aligned}$$

แทนค่า TR ลงใน (1) เพื่อหาค่า EER

$$kW/TR = \frac{12}{EER}$$
$$\frac{2.484}{0.26} = \frac{12}{EER}$$
$$EER = \frac{12}{2.484/0.26}$$
$$EER = 1.245$$

ดังนั้นค่า EER ที่เราคำนวณออกมาจากข้อมูลเบื้องต้นมีค่าเท่ากับ 1.245

บทที่ 6

ผลการทดลองและสรุปการผลทดลอง

6.1 ผลการทดลอง

ตารางที่ 6.1 แสดงผลการเก็บค่าการใช้กำลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดลองเมื่อไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์

Electric use in system

Data test	date	25/02/2005		เวลาทดสอบเริ่มที่	09.00 น										
													3	2	1
													3-1	2-3	1-2
Time	V-1	V-2	Vt-3	I-1	I-2	I-3	P-1	P-2	P-3	pf-1	pf-2	pf-3	Remark		
0	389	388	387	5.4	6.13	6.5	2.12	2.22	2.21	0.99	0.99	1	09.00 น		
20	392	389	390	5.33	5.7	5.5	2.06	2.2	2.14	1	1	1			
40	390	390	390	5.3	5.76	5.48	2.1	2.19	2.14	0.99	0.99	0.99			
60	392	389	390	5.31	5.76	5.49	2.09	2.21	2.14	0.99	0.99	1	10.00 น		
80	390	390	390	5.35	5.78	5.49	2.11	2.2	2.14	1	0.99	1			
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
120	391	389	389	5.44	5.5	5.77	2.13	2.22	2.15	0.99	0.99	0.99	11.00 น		
140	391	389	390	5.34	5.83	5.59	2.07	2.22	2.18	0.99	0.99	1			
160	391	389	391	5.35	5.75	5.58	2.08	2.21	2.12	1	0.99	1			
180	391	389	391	5.44	5.74	5.5	2.1	2.2	2.16	0.99	0.99	1	12.00 น		
200	390	387	388	5.38	5.66	5.57	2.1	2.19	2.13	0.99	0.99	1			
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
240	390	387	388	5.46	5.72	5.37	2.11	2.2	2.1	0.99	0.99	1	13.00 น		
260	390	389	389	5.45	5.8	5.58	2.13	2.2	2.14	0.99	0.99	1			
280	391	390	391	5.35	5.77	5.5	2.09	2.19	2.15	0.99	1	1			
300	390	387	390	5.4	5.76	5.44	2.08	2.22	2.14	0.99	0.99	1	14.00 น		
320	390	389	390	5.45	5.83	5.47	2.1	2.21	2.16	0.99	0.99	1			
340	391	388	388	5.6	5.77	5.48	2.11	2.19	2.14	0.99	0.99	0.99			
360	391	388	389	5.67	5.45	5.44	2.09	2.19	2.14	1	0.99	1	15.00 น		
380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
400	391	389	389	5.84	6.15	6.45	2.1	2.22	2.14	0.99	0.99	1			
420	390	388	390	5.83	6.05	6.05	2.11	2.19	2.14	0.99	0.99	1	16.00 น		
440	390	388	390	5.77	5.83	5.87	2.09	2.19	2.22	1	0.99	1			
460	388	390	389	5.76	5.77	5.5	2.1	2.1	2.14	0.99	0.99	1			
480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.00 น		
500	390	391	391	6.05	5.89	5.92	2.12	2.22	2.22	0.99	0.99	1			
520	391	390	390	5.96	5.77	5.78	2.1	2.19	2.14	0.99	0.99	1			
540	390	389	390	5.56	5.46	5.94	2.1	2.19	2.14	0.99	1	0.99	18.00 น		
560	390	388	388	5.76	5.5	5.44	2.09	2.19	2.16	0.99	0.99	1			
580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

* V-1: แรงดัน line 1, I-2: แรงดัน line 2, I-3: แรงดัน line 3 (โวลต์), I-1: กระแส line 1, I-2: กระแส line 2, I-3: กระแส line 3 (แอมป์),

Pf: power factor line 1, Pf: power factor line 2, Pf: power factor line 3

ตารางที่ 6.3 แสดงผลการเก็บค่าที่ได้จากการทดลองเมื่อไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ที่คอลล์เย็น

Evaporator unit

Time	ความเร็วลมจ่าย	ความเร็วลมกลับ	T ลมจ่าย	T ลมกลับ	%RH จ่าย	%RH กลับ	Tdb	Twb
0	0	0	0	0	0	0	28	20
20	2	0.32	19	28	80.8	56.5	27.5	18
40	2.65	0.84	15	27	78.7	50	27.3	17
60	2.58	0.79	11.5	26	80	46	26.7	17
80	2.66	0.84	8	26	78	48	26.6	16
100	2.5	0.65	6	25	79	45	26.4	16
120	2.32	1.04	7.7	25.5	86	44	25.3	14
140	2.09	1.06	7.4	25.3	79	46	25.3	13
160	2.65	0.94	7.1	25.2	63	48	25.1	13
180	2.58	0.99	7	25	85	42	25.1	12
200	2.55	1.23	6	24	84	45	24	12
220	2.33	1.13	6.5	24	87	43	24	13
240	2.14	0.86	8.6	26.8	78	41	26.1	15
260	2.35	0.97	8.2	26.5	68	45	25.8	14
280	2.64	1.11	8	26.2	75	43	25.6	14
300	2.35	0.98	7.7	25.9	69	48	25.4	13
320	2.63	1.03	7.6	25.5	73	47	25.3	13
340	2.32	0.86	7.4	25.3	69	51	25.1	12
360	2.15	0.78	7.1	25	74	49	24.9	12
380	2.47	1.13	6.7	25	78	51	23.7	12
400	2.64	1.11	8	26.2	75	43	25.6	14
420	2.35	0.98	7.7	25.9	69	48	25.4	13
440	2.63	1.03	7.6	25.5	73	47	25.3	13
460	2.32	0.86	7.4	25.3	69	51	25.1	12
480	2.15	0.78	6.8	25	74	49	24.9	12
500	2.11	0.87	7.6	26	82	53	25.6	15
520	2.85	0.97	7.3	25.5	81	51	25.3	14
540	2.45	1.02	7	25	76	52	25.1	12
560	2.75	0.98	6.7	25	78	48	25	12

* Vลมจ่าย, Vลมกลับ: ความเร็วลมด้านจ่ายและด้านกลับ, (m/s)

Tลมจ่าย, Tลมกลับ: อุณหภูมิลมด้านจ่ายและด้านกลับ, (C)

Tdb, Twb: อุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งด้านกลับ, (C)

%RH: ความชื้นสัมพัทธ์ %RH

ตารางที่ 6.4 แสดงผลการเก็บค่าที่ได้จากการทดลองเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่คอลล์เย็น

Evaporator unit

Time	ความเร็วลมจ่าย	ความเร็วลมกลับ	T ลมจ่าย	T ลมกลับ	%RH จ่าย	%RH กลับ	Tdb	Twb
0	0	0	0	0	0	0	27.8	19
20	2.09	0.22	18	28	80.8	56.5	27.5	18
40	2.65	0.84	14.2	27	78.7	50	27	17
60	2.58	0.79	11.5	26	76.7	49	26.3	16
80	2.69	0.84	9.7	26	77	46	26.1	16
100	2.33	0.65	8.8	25.5	79	45	25.7	15
120	2.44	0.75	7.5	25	84	41	25.5	15
140	2.42	0.32	7.1	25	76	42	25.1	14
160	2.35	0.98	9.6	27	69	44	26	17
180	2.89	0.86	8.1	26	87	47	25.7	16
200	2.11	0.87	7.6	26	82	53	25.6	16
220	2.85	0.97	7.3	25.5	81	51	25.3	15
240	2.45	1.02	7	25	76	52	25.1	15
260	2.75	0.98	6.7	25	78	48	25	14
280	2.56	0.89	8.9	26.9	76	47	26.5	16
300	2.35	0.86	8.6	26.5	79	46	26.3	16
320	2.68	0.97	8.4	26	69	43	26	15
340	2.21	0.86	7.9	25.7	72	48	25.8	14
360	2.32	1.04	7.7	25.5	86	44	25.3	14
380	2.09	1.06	7.4	25.3	79	46	25.3	13
400	2.65	0.94	7.1	25.2	63	48	25.1	13
420	2.58	0.99	7	25	85	42	25.1	12
440	2.44	0.96	6.9	25	81	46	24.9	12
460	2.51	0.87	9.3	27.3	83	45	26.5	16
480	2.36	0.79	8.9	27	87	42	26.3	16
500	2.14	0.86	8.6	26.8	78	41	26.1	15
520	2.35	0.97	8.2	26.5	68	45	25.8	14
540	2.64	1.11	8	26.2	75	43	25.6	14

* Vลมจ่าย, Vลมกลับ: ความเร็วลมด้านจ่ายและด้านกลับ, (m/s)

Tลมจ่าย, Tลมกลับ: อุณหภูมิลมด้านจ่ายและด้านกลับ, (C)

Tdb, Twb: อุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งด้านกลับ, (C)

%RH: ความชื้นสัมพัทธ์ %RH

ตารางที่ 6.5 แสดงผลการเก็บค่าความดันที่จุดต่าง ๆ ในระบบเมื่อไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์

ตารางบันทึกค่าความดันที่จุดต่าง ๆ

อุณหภูมิในห้อง		28.5		C°		area หน้ากากด้านลมจ่าย		0.18		m ²	
อุณหภูมินอกห้อง		30		C°		area หน้ากากด้านลมกลับ		0.18		m ²	
time	P1	P2	P3	P4	P5	time	P1	P2	P3	P4	P5
0	118	235	220	220	58	360	120	240	225	20	58
20	118	235	220	220	58	380	0	0	0	0	0
40	120	235	225	220	58	400	118	235	220	220	58
60	120	235	220	220	58	420	118	235	220	220	58
80	150	245	225	220	58	440	118	235	220	220	58
100	0	0	0	0	0	460	120	240	225	220	58
120	118	235	220	220	58	480	0	0	0	0	0
140	118	235	220	220	58	500	118	235	220	220	58
160	120	235	220	220	58	520	118	235	220	220	58
180	120	240	220	220	58	540	118	235	220	220	58
200	120	240	225	220	58	560	120	240	225	220	58
220	0	0	0	0	0	580	0	0	0	0	0
240	118	235	220	220	58						
260	118	235	220	220	58						
280	118	235	220	220	58						
300	120	240	220	220	58						
320	120	240	225	220	58						
340	120	240	225	220	58						

* P: ความดันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการติดตั้ง Pressure gauge, (psia)

ตารางที่ 6.6 แสดงผลการเก็บค่าความดันที่จุดต่าง ๆ ในระบบเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์

ตารางบันทึกค่าความดันที่จุดต่าง ๆ

อุณหภูมิในห้อง	28.1	C°
อุณหภูมิกว๊ากนอกห้อง	30	C°

area หน้ากากด้านลมจ่าย	0.18	m ²
area หน้ากากด้านลมกลับ	0.18	m ²

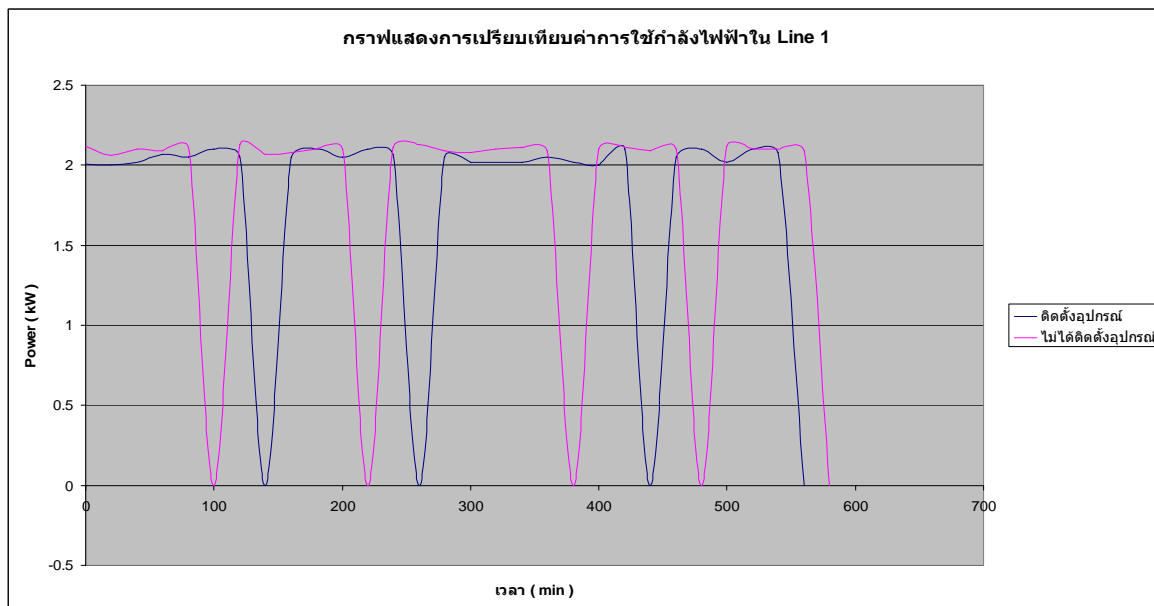
time	P1	P2	P3	P4	P5
0	119	225	215	220	56
20	119	230	215	220	56
40	119	230	215	220	56
60	120	235	220	220	56
80	120	240	220	220	56
100	120	230	215	220	56
120	120	230	215	220	56
140	0	0	0	0	0
160	119	225	215	220	56
180	119	225	215	220	56
200	119	230	220	220	56
220	120	230	220	220	56
240	120	230	220	220	56
260	0	0	0	0	0
280	119	225	215	220	56
300	119	225	215	220	56
320	119	225	215	220	56
340	120	225	220	220	56

time	P1	P2	P3	P4	P5
360	120	230	220	220	56
380	120	230	220	220	56
400	0	0	0	0	0
420	119	225	215	220	56
440	119	225	215	220	56
460	119	225	215	220	56
480	119	225	220	220	56
500	120	230	220	220	56
520	120	230	220	220	56
540	120	230	220	220	56
560	0	0	0	0	0

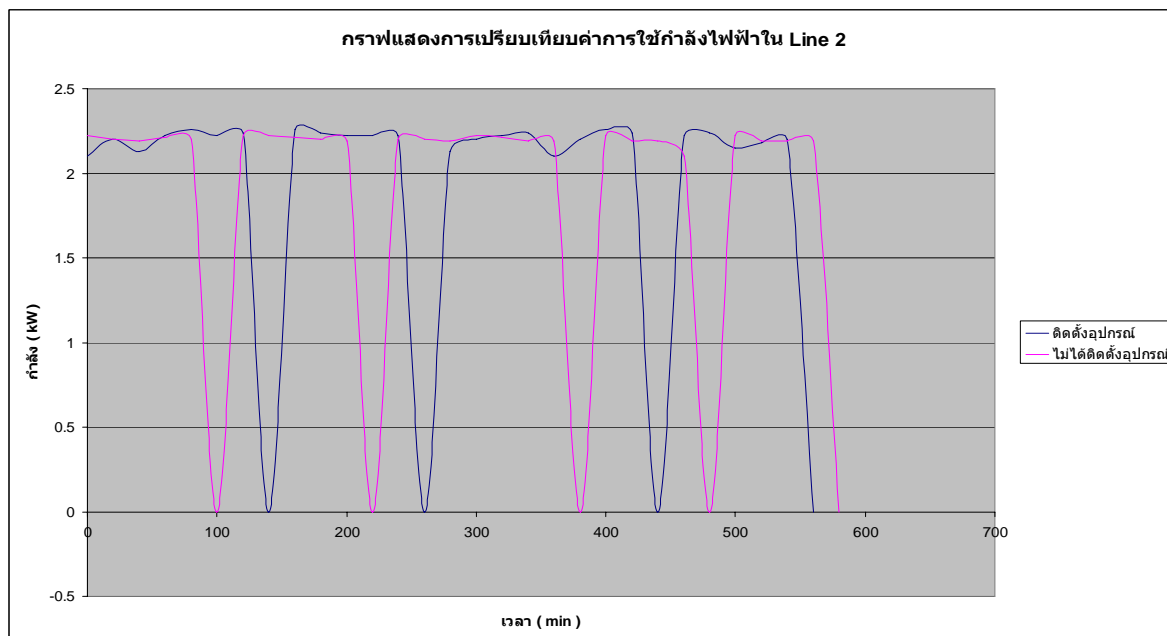
* P: ความดันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการติดตั้ง Pressure gauge, (psia)

6.2 กราฟที่ได้จากผลการทดลอง

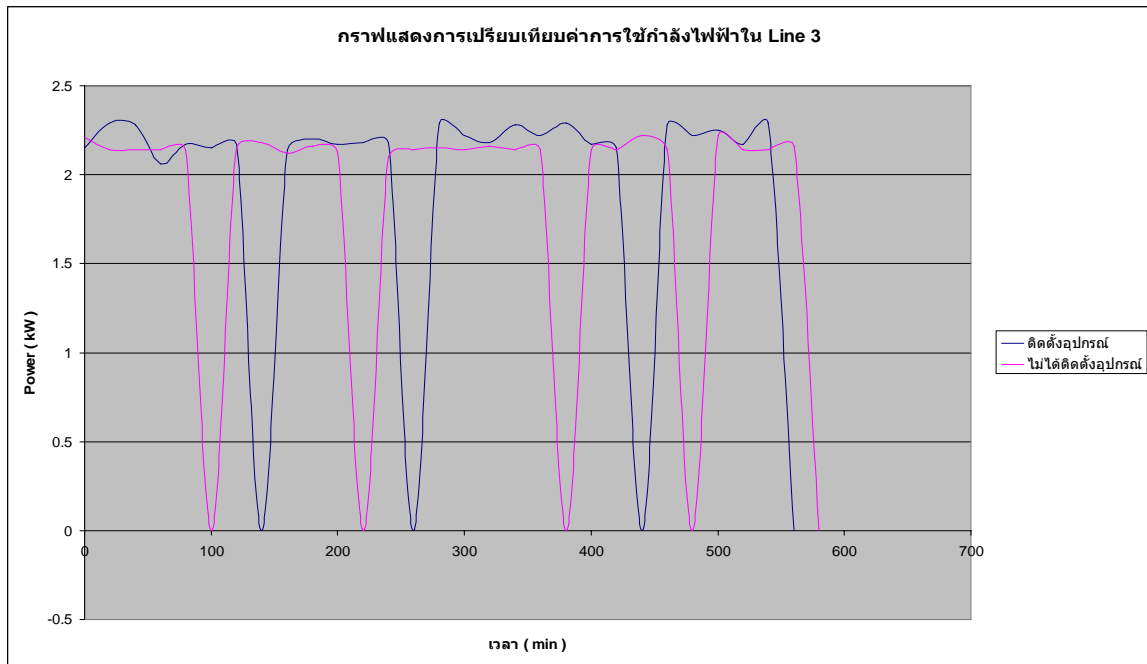
6.2.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์



กราฟที่ 1 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ใน Line 1

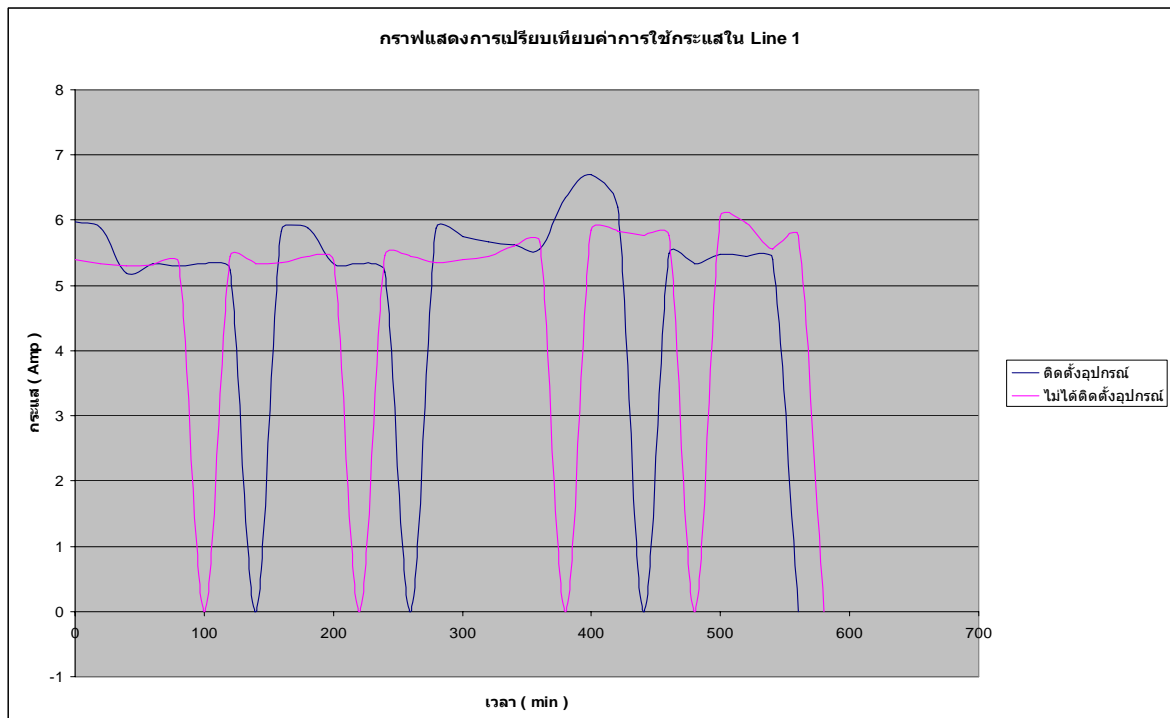


กราฟที่ 2 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ใน Line 2

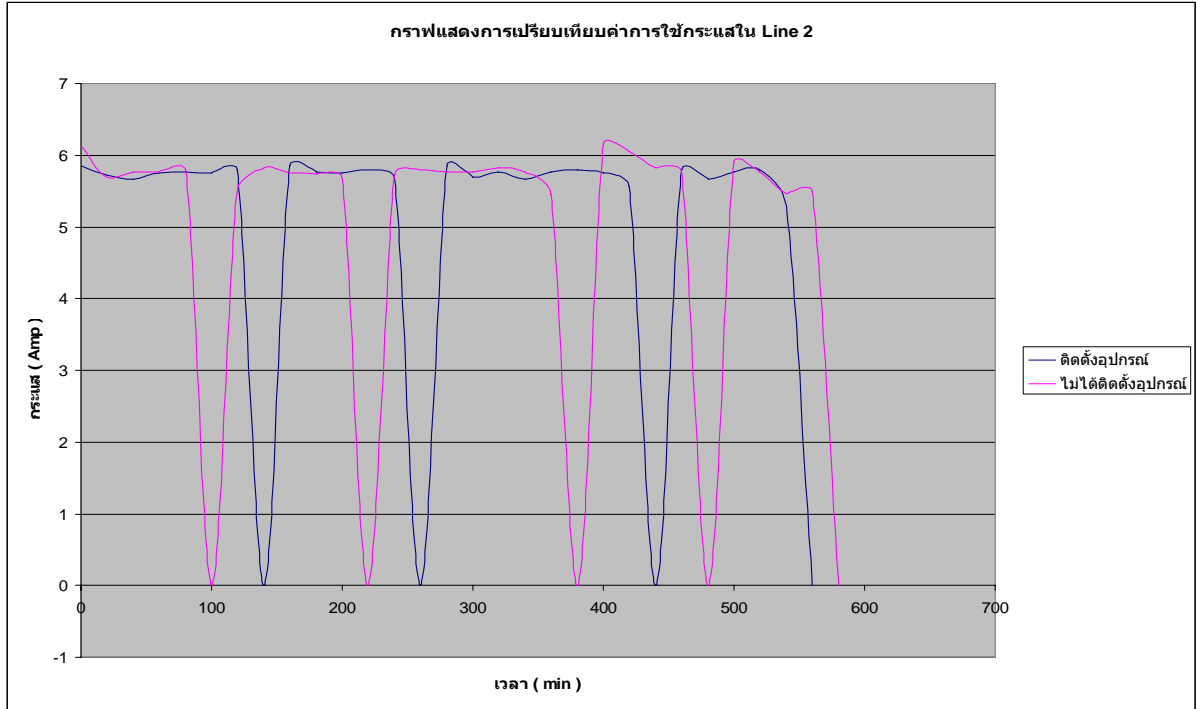


กราฟที่ 3 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการใช้กำลังไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ใน Line 3

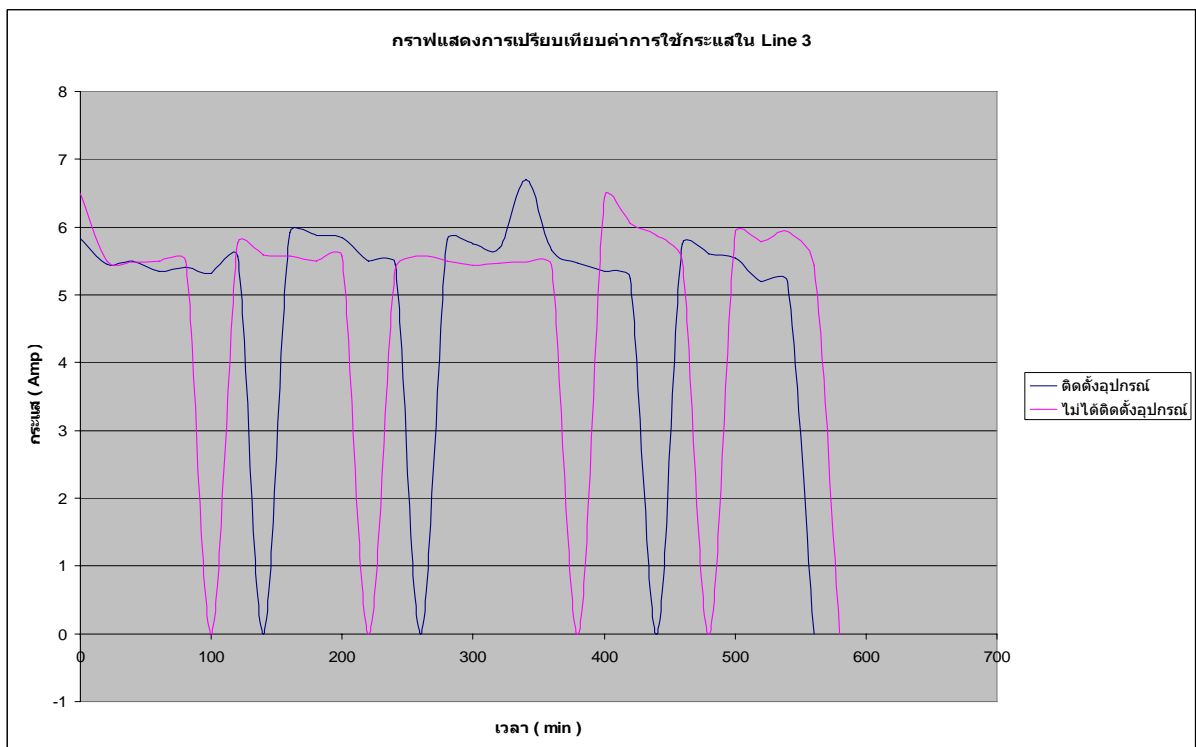
6.2.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์



กราฟที่ 4 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ใน Line 1



กราฟที่ 5 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ ใน Line 2



กราฟที่ 6 แสดงกราฟการเปรียบเทียบการใช้กระแสไฟฟ้าเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ ใน Line 3

ตารางที่ 6.7 แสดงค่า EER ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อติดตั้งอุปกรณ์

Evaporator unit(ติดตั้งอุปกรณ์)

Time	Vลมจ่าย	Vลมกลับ	Tลมจ่าย	Tลมกลับ	%RHจ่าย	%RHกลับ	Tdb	Twb	Hr
0	0	0	0	0	0	0	27.8	19	0
20	2.09	0.22	18	28	80.8	56.5	27.5	18	62
40	2.65	0.84	14.2	27	78.7	50	27	17	56
60	2.58	0.79	11.5	26	76.7	49	26.3	16	58
80	2.69	0.84	9.7	26	77	46	26.1	16	56
100	2.33	0.65	8.8	25.5	79	45	25.7	15	49
120	2.44	0.75	7.5	25	84	41	25.5	15	46
140	2.42	0.32	7.1	25	76	42	25.1	14	49
160	2.35	0.98	9.6	27	69	44	26	17	52
180	2.89	0.86	8.1	26	87	47	25.7	16	52
200	2.11	0.87	7.6	26	82	53	25.6	16	57
220	2.85	0.97	7.3	25.5	81	51	25.3	15	52
240	2.45	1.02	7	25	76	52	25.1	15	52
260	2.75	0.98	6.7	25	78	48	25	14	50
280	2.56	0.89	8.9	26.9	76	47	26.5	16	54
300	2.35	0.86	8.6	26.5	79	46	26.3	16	52
320	2.68	0.97	8.4	26	69	43	26	15	50
340	2.21	0.86	7.9	25.7	72	48	25.8	14	54
360	2.32	1.04	7.7	25.5	86	44	25.3	14	50
380	2.09	1.06	7.4	25.3	79	46	25.3	13	51
400	2.65	0.94	7.1	25.2	63	48	25.1	13	53
420	2.58	0.99	7	25	85	42	25.1	12	48
440	2.44	0.96	6.9	25	81	46	24.9	12	49
460	2.51	0.87	9.3	27.3	83	45	26.5	16	55
480	2.36	0.79	8.9	27	87	42	26.3	16	52
500	2.14	0.86	8.6	26.8	78	41	26.1	15	50
520	2.35	0.97	8.2	26.5	68	45	25.8	14	52
540	2.64	1.11	8	26.2	75	43	25.6	14	51
Ave	2.37	0.83	8.43	25.07	75.22	44.66	25.87	15.11	50.43

ตารางที่ 6.7 แสดงค่า EER ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อติดตั้งอุปกรณ์(ต่อ)

Evaporator unit(ติดตั้งอุปกรณ์)ต่อ

Time	Hs	A	CMM	TR	kW	kW fe	kW fc	kW total	EER
0	0	0.18	0	0	2.01	0.242	0	2.252	0
20	43	0.18	2.38	0.26	2	0.242	0.242	2.484	1.245
40	34.5	0.18	9.07	1.11	2.02	0.242	0.242	2.504	5.335
60	28	0.18	8.53	1.46	2.07	0.242	0.242	2.554	6.863
80	25	0.18	9.07	1.6	2.05	0.242	0.242	2.534	7.601
100	23	0.18	7.02	1.04	2.1	0.242	0.242	2.584	4.837
120	21	0.18	8.1	1.16	2.05	0.242	0.242	2.534	5.473
140	19.5	0.18	3.46	0.58	0	0.242	0	0.242	0
160	22.5	0.18	10.58	1.78	2.05	0.242	0.242	2.534	8.438
180	22.5	0.18	9.29	1.56	2.1	0.242	0.242	2.584	7.262
200	21	0.18	9.4	1.93	2.05	0.242	0.242	2.534	9.142
220	20.5	0.18	10.48	1.88	2.1	0.242	0.242	2.584	8.746
240	19	0.18	11.02	2.07	2.07	0.242	0.242	2.554	9.748
260	19	0.18	10.58	1.87	0	0.242	0	0.242	0
280	22	0.18	9.61	1.76	2.05	0.242	0.242	2.534	8.313
300	21	0.18	9.29	1.64	2.02	0.242	0.242	2.504	7.875
320	20.5	0.18	10.48	1.76	2.02	0.242	0.242	2.504	8.452
340	20	0.18	9.29	1.8	2.02	0.242	0.242	2.504	8.637
360	21.5	0.18	11.23	1.83	2.05	0.242	0.242	2.534	8.651
380	20.5	0.18	11.45	1.99	2.02	0.242	0.242	2.504	9.55
400	17.5	0.18	10.15	2.06	2	0.242	0.242	2.484	9.936
420	20.5	0.18	10.69	1.68	2.1	0.242	0.242	2.584	7.793
440	20	0.18	10.37	1.72	0	0.242	0	0.242	0
460	24.5	0.18	9.4	1.64	2.05	0.242	0.242	2.534	7.745
480	25	0.18	8.53	1.31	2.1	0.242	0.242	2.584	6.105
500	22.5	0.18	9.29	1.46	2.02	0.242	0.242	2.504	6.986
520	20	0.18	10.48	1.91	2.1	0.242	0.242	2.584	8.885
540	20.3	0.18	11.99	2.1	2.08	0.242	0.242	2.564	9.83
Ave	21.94	0.18	8.97	1.53	1.83	0.242	0.207	2.282	8.046

ตารางที่ 6.8 แสดงค่า EER ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์

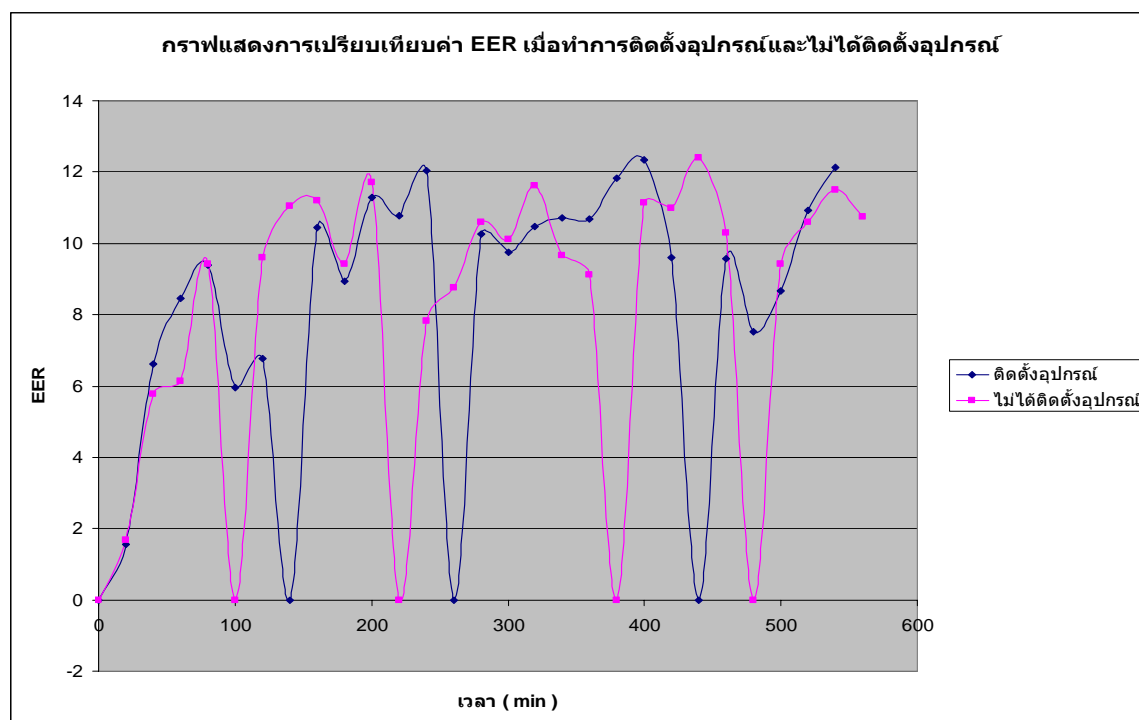
Evaporator unit(ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์)

Time	Vลมจ่าย	Vลมกลับ	T ลมจ่าย	T ลมกลับ	%RH จ่าย	%RH กลับ	Tdb	Twb	Hr
0	0	0	0	0	0	0	28	20	0
20	2	0.32	19	28	80.8	56.5	27.5	18	62
40	2.65	0.84	15	27	78.7	50	27.3	17	56
60	2.58	0.79	11.5	26	80	46	26.7	17	51
80	2.66	0.84	8	26	78	48	26.6	16	53
100	2.5	0.65	6	25	79	45	26.4	16	51
120	2.32	1.04	7.7	25.5	86	44	25.3	14	48.1
140	2.09	1.06	7.4	25.3	79	46	25.3	13	49.7
160	2.65	0.94	7.1	25.2	63	48	25.1	13	50.5
180	2.58	0.99	7	25	85	42	25.1	12	47.5
200	2.55	1.23	6	24	84	45	24	12	46
220	2.33	1.13	6.5	24	87	43	24	13	45
240	2.14	0.86	8.6	26.8	78	41	26.1	15	49
260	2.35	0.97	8.2	26.5	68	45	25.8	14	46
280	2.64	1.11	8	26.2	75	43	25.6	14	48
300	2.35	0.98	7.7	25.9	69	48	25.4	13	49
320	2.63	1.03	7.6	25.5	73	47	25.3	13	51
340	2.32	0.86	7.4	25.3	69	51	25.1	12	51
360	2.15	0.78	7.1	25	74	49	24.9	12	51
380	2.47	1.13	6.7	25	78	51	23.7	12	48
400	2.64	1.11	8	26.2	75	43	25.6	14	48.5
420	2.35	0.98	7.7	25.9	69	48	25.4	13	51
440	2.63	1.03	7.6	25.5	73	47	25.3	13	54
460	2.32	0.86	7.4	25.3	69	51	25.1	12	52
480	2.15	0.78	6.8	25	74	49	24.9	12	50
500	2.11	0.87	7.6	26	82	53	25.6	15	53
520	2.85	0.97	7.3	25.5	81	51	25.3	14	52
540	2.45	1.02	7	25	76	52	25.1	12	52
560	2.75	0.98	6.7	25	78	48	25	12	49
Ave	2.35	0.9	7.88	24.71	73.84	45.88	25.53	13.9	48.77

ตารางที่ 6.8 แสดงค่า EER ที่เวลาต่าง ๆ เมื่อไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์(ต่อ)

Evaporator unit(ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์)

Time	Hs	A	CMM	TR	kW	kW fe	kW fc	kW total	EER
0	0	0.18	0	0	2.12	0.242	0.242	2.604	0
20	47.5	0.18	3.46	0.29	2.06	0.242	0.242	2.544	1.349
40	36.5	0.18	9.07	1.01	2.1	0.242	0.242	2.584	4.689
60	29	0.18	8.53	1.07	2.09	0.242	0.242	2.574	4.994
80	21	0.18	9.07	1.66	2.11	0.242	0.242	2.594	7.664
100	17.5	0.18	7.02	1.34	0	0.242	0	0.242	0
120	21.5	0.18	11.23	1.71	2.13	0.242	0.242	2.614	7.827
140	20.5	0.18	11.45	1.91	2.07	0.242	0.242	2.554	8.964
160	17	0.18	10.15	1.94	2.08	0.242	0.242	2.564	9.084
180	20.5	0.18	10.69	1.65	2.1	0.242	0.242	2.584	7.651
200	19	0.18	13.28	2.05	2.1	0.242	0.242	2.584	9.506
220	19.5	0.18	12.2	1.78	0	0.242	0	0.242	0
240	23	0.18	9.29	1.38	2.11	0.242	0.242	2.594	6.376
260	20	0.18	10.48	1.55	2.13	0.242	0.242	2.614	7.136
280	21	0.18	11.99	1.85	2.09	0.242	0.242	2.574	8.612
300	20	0.18	10.58	1.75	2.08	0.242	0.242	2.564	8.198
320	19	0.18	11.12	2.03	2.1	0.242	0.242	2.584	9.434
340	19	0.18	9.29	1.7	2.11	0.242	0.242	2.594	7.847
360	18	0.18	8.42	1.59	2.09	0.242	0.242	2.574	7.396
380	18	0.18	12.2	2.09	0	0.242	0	0.242	0
400	20	0.18	11.99	1.95	2.1	0.242	0.242	2.584	9.055
420	19	0.18	10.58	1.93	2.11	0.242	0.242	2.594	8.942
440	20	0.18	11.12	2.16	2.09	0.242	0.242	2.574	10.063
460	18	0.18	9.29	1.8	2.1	0.242	0.242	2.584	8.369
480	18	0.18	8.42	1.54	0	0.242	0	0.242	0
500	22	0.18	9.4	1.66	2.12	0.242	0.242	2.604	7.66
520	21	0.18	10.48	1.85	2.1	0.242	0.242	2.584	8.607
540	20	0.18	11.02	2.01	2.1	0.242	0.242	2.584	9.343
560	18	0.18	10.58	1.87	2.09	0.242	0.242	2.574	8.73
Ave	20.81	0.18	9.74	1.62	1.81	0.242	0.209	2.26	8.602



กราฟที่ 7 แสดงกราฟการเปรียบเทียบค่า EER ระหว่างติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์

ตารางที่ 6.9 ตารางแสดงค่าเปรียบเทียบสรุปค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้า

	V-1	V-2	Vt-3	I-1	I-2	I-3	P-1	P-2	P-3	pf-1	pf-2	pf-3
ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์	325.33	324.00	324.60	4.62	4.80	4.72	1.75	1.83	1.79	0.83	0.83	0.83
ติดตั้งอุปกรณ์	335.83	335.76	335.31	4.94	4.94	4.83	1.77	1.90	1.90	0.85	0.85	0.85

* V-1: แรงดัน line 1, I-2: แรงดัน line 2, I-3: แรงดัน line 3 (โวลต์), I-1: กระแส line 1, I-2: กระแส line 2, I-3: กระแส line 3 (แอมแปร์),

Pf: power factor line 1, Pf: power factor line 2, Pf: power factor line 3

ตารางที่ 6.10 ตารางแสดงค่าเปรียบเทียบสรุปค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ที่ คอลด์ยเย็น

	Vลม จ่าย	Vลม กลับ	T ลม จ่าย	T ลม กลับ	%RH จ่าย	%RH กลับ	Tdb	Twb	Hr	Hs	A	CMM	TR	kW Total	ERR
ไม่ได้ติดตั้ง อุปกรณ์	2.35	0.90	7.88	24.71	73.84	45.88	25.53	13.90	48.77	20.81	0.18	9.74	1.62	2.260	8.602
ติดตั้งอุปกรณ์	2.37	0.83	8.43	25.07	75.22	44.66	25.87	15.11	50.43	21.94	0.18	8.97	1.53	2.282	8.046

* Vลมจ่าย, Vลมกลับ : ความเร็วลมด้านจ่ายและด้านกลับ ,(m/s)

Tลมจ่าย, Tลมกลับ : อุณหภูมิลมด้านจ่ายและด้านกลับ ,(C)

Tdb, Twb : อุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งด้านกลับ ,(C)

Hr : เอนทาลปีด้านลมกลับ ,(kJ/kg dry air)

Hs : เอนทาลปีด้านลมจ่าย ,(kJ/kg dry air)

A : พื้นที่หน้าตัดช่องลมกลับ ,(m²)

%RH : ความชื้นสัมพัทธ์ %RH

CMM: ปริมาณลมเย็นที่หมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ, (m³/min)

TR: ความสามารถในการทำความเย็นหรือตันความเย็น, (Btu/hr)

EER: ค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt), (Btu/hr/Watt)

ตารางที่ 6.11 ตารางแสดงค่าเปรียบเทียบสรุปค่าเฉลี่ยความดันที่จุดต่าง ๆ

	P1	P2	P3	P4	P5
ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์	103.00	196.90	187.41	189.66	48.28
ติดตั้งอุปกรณ์	100.13	197.50	184.67	176.67	48.33

* P: ความดันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำการติดตั้ง Pressure gauge, (psia)

6.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองที่ผ่านมามีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนการไหลแบบราบเรียบไปเป็นการไหลแบบปั่นป่วนระหว่างอุปกรณ์ลดความดันและคอนเดนเซอร์นั้น ไม่สามารถที่จะลดพลังงานการใช้ไฟฟ้าได้จริง ซึ่งดูได้จากค่า EER: (Energy Efficient Ratio)

จากกราฟที่ 7 ซึ่งแสดงค่าการเปรียบเทียบค่า EER ของระบบที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์และไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ จะเห็นได้ว่า ค่า EER เฉลี่ยของระบบที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์มีค่าใกล้เคียงกันกับค่า EER ของระบบที่ไม่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์จนแยกไม่ออกและจากตารางแสดงค่าเปรียบเทียบสรุปค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ที่ คอลัมน์ ค่า EER เฉลี่ยของระบบที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ มีค่าเท่ากับ 8.046 และ ค่า EER ของระบบที่ไม่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ มีค่าเท่ากับ 8.602 ซึ่งค่า EER ของระบบปรับอากาศแบบเดิมที่ไม่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์มีค่ามากกว่า ซึ่งทำให้ระบบปรับอากาศที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า

6.4 ข้อเสนอแนะ

ในการดัดแปลงระบบการทำความเย็นเพื่อให้ระบบการทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กประหยัดพลังงานไฟฟ้า ได้มีผู้เสนอวิธีการต่าง ๆ หลายวิธีตามเอกสารต่าง ๆ หรือ ตามเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปรับอากาศและการทำความเย็น เช่น วิธีการควบคุมปริมาณการไหลของสารทำความเย็นให้เหมาะสมกับปริมาณภาระของการทำความเย็น การควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์เหมาะสม การปรับปรุงอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น ถ้าหัวข้อที่กล่าวมาข้างต้นเป็นวิธีการที่สามารถปรับปรุงให้ระบบทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดเล็กได้จริง ก็เป็นการที่จะเอาวิธีการเหล่านั้นมาทดสอบและทำการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่จะมีแนวโน้มการใช้งานในที่พักอาศัยเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี