# การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยใช้ลมเย็นจากพัดลมระบายอากาศ
# Enhanced Performance of Split-Type Air Conditioner by Using Cool Air of Ventilation Fan

**นิกร เนื่องอุตม์[1] ปิยากร จันทะนะ[2] สมนึก เครือสอน[3*] และ ณรงค์ฤทธิ์ พิมพ์คำวงศ์[4]**

[1,2]นักศึกษา [3,4]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก 63000

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยใช้ลมจากพัดลมระบายอากาศในห้องปรับอากาศมาช่วยระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น โดยสร้างห้องจำลอง 2 ห้องที่มีขนาด 120x120x200 เซนติเมตร ห้องแรกติดตั้งชุดทำระเหยและห้องที่สองติดตั้งชุดควบแน่น จากนั้นติดตั้งพัดลมระบายอากาศบริเวณส่วนล่างของห้องปรับอากาศเพื่อส่งลมเย็นมาช่วยระบายความร้อนให้กับเครื่องควบแน่น แล้วทำการทดสอบและนำผลการทดสอบระหว่างการ ปิด-เปิด พัดลมระบายอากาศ มาเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานและปริมาณไฟฟ้าที่ลดลง จากการทดสอบ พบว่า หลังจากการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีที่นำเสนอโดยสังเกตจากการทดสอบที่สภาวะโหลดต่าง ๆ คือร้อยละ 0 ร้อยละ 30 ร้อยละ 60 และร้อยละ 100 ที่อุณหภูมิโดยรอบตัวควบแน่น 30°C 40°C และ 50°C พบว่า ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นระหว่างร้อยละ 2.94 ถึงร้อยละ 5.92 และปริมาณไฟฟ้ามีปริมาณลดลงอยู่ระหว่างร้อยละ 4.56 ถึงร้อยละ 12.5 จากการพิจารณาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่เพิ่มขึ้นและค่าไฟฟ้าที่ลดลง เป็นสิ่งที่ยืนยันถึงความเป็นไปได้ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยการใช้ลมจากพัดลมระบายอากาศในห้องปรับอากาศมาช่วยระบายความร้อนที่เครื่องควบแน่น

## Abstract

This research aimed to find the possibility of increasing the efficiency of the split type air conditioner by using the cool air from a ventilation fan in the air conditioning room for cooling the condenser. Two simulation rooms size 120x120x200 centimeters were constructed. The first room was installed the evaporator and the second room was installed the condenser and a ventilation fan in the lower part of the air conditioning room to deliver the cool air for cooling the condenser. Then the system was tested and compared the energy efficiency ratio and the reduced power consumption between turning on and turning off a ventilation fan. The results of the proposed air conditioner system observed from the various load conditions at 0%, 30%, 60% and 100% The surrounding temperature of the condenser ranged in 30°C, 40°C and 50°C I was found that the energy efficiency ratios increased in the range of 2.94% to 5.92% and the power consumptions decreased in the range of 4.56% to 12.5% The possibility of increasing the efficiency of the air conditioner system by using the cool air from ventilation fan in the air conditioning room for cooling the condenser was verified by the increased energy efficiency ratios and the reduced power consumptions.

**คำสำคัญ** : การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน พัดลมระบายอากาศ ลมเย็น

**Keywords** : Enhanced Performance of Split-Type Air Conditioner; Ventilation Fan; Cool Air

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ naynuk2013@gmail.com โทร. 08 0432 5588*

## 1. บทนำ

เมื่อกล่าวถึงการอนุรักษ์พลังงาน หนึ่งในประเด็นที่น่าสนใจ คือ การใช้พลังงานลดลงในขณะที่ได้งานเท่าเดิมหรือใช้พลังงานเท่าเดิมในขณะที่งานเพิ่มขึ้นอาจจะเกิดจากการปรับวิธีการทำงาน เพิ่มหรือลดขั้นตอนการทำงาน เพิ่มอุปกรณ์ช่วย เป็นต้น ซึ่งผลของการกระทำดังกล่าวจะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ เครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายและมีจำนวนมาก ผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศได้นำเสนอเครื่องปรับอากาศรุ่นใหม่ที่ประหยัดพลังงานออกสู่ตลาดจำนวนมาก เช่น เครื่องปรับอากาศระบบระบายความร้อนด้วยวัสดุอุ้มน้ำหุ้มท่อตัวควบแน่น เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ เป็นต้น แต่ในความเป็นจริง พบว่า มีเครื่องปรับอากาศเก่าอีกจำนวนไม่น้อยที่อยู่ในมือผู้บริโภค โดยที่ไม่สามารถเปลี่ยนหรือจัดซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ได้ ดังนั้น จึงได้มีบริษัทและผู้วิจัยจำนวนมากให้ความสำคัญกับเครื่องปรับอากาศเก่าโดยหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเหล่านี้ เช่น (ธนวรา, 2547) ทำการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยการเพิ่มชุดฉีดละอองน้ำที่ตัวควบแน่น เพื่อทำให้อุณหภูมิที่ตัวควบแน่นลดลง โดยการทดสอบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 15,000 บีทียูต่อชั่วโมง และ 48,000 บีทียูต่อชั่วโมง เป็นผลทำให้ลดค่าพลังงานไฟฟ้าลงได้ 15% และ 16% ตามลำดับ (พูนพงศ์ และคณะ, 2548) ได้นำน้ำจากการควบแน่นในตัวทำระเหย ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 15 องศาเซลเซียส มาลดอุณหภูมิให้กับลมด้านเข้าตัวควบแน่นซึ่งปกติลมดังกล่าวจะมีอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส โดยมีท่อความร้อน (Heat Pipe) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางการในแลกเปลี่ยนความร้อนเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 10% (พูนพงศ์ และคณะ, 2549) ได้นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนลิขวิดอินเตอร์คูลเลอร์ (Liquid Inter Cooler) โดยใช้สารทำความเย็นส่วนหนึ่งมาลดอุณหภูมิสารทำความเย็นก่อนเข้าตัวทำระเหยจากผลการวิจัยดังกล่าวมีผลทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 22% (ธนพัฒน์ และคณะ, 2556) ได้ทำการปรับปรุงระบบการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยควบคุมการฉีดละอองน้ำให้กับตัวควบแน่นเฉพาะช่วงเวลาที่ตัวควบแน่นทำงาน เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการฉีดละอองน้ำตลอดเวลาทำให้สิ้นเปลืองน้ำและติดตั้งใยบวบเพื่อให้เฉพาะอากาศเย็นผ่านเข้าไปในตัวควบแน่นเท่านั้นเพื่อลดปัญหาละอองน้ำที่ฉีด ให้ตัวควบแน่นระเหยไม่หมดแล้วก่อให้เกิดปัญหาตระกรันจับที่ครีบตัวควบแน่น (อนุมัติ, 2557) ได้ปรับปรุงเครื่องปรับอากาศโดยการติดตั้งท่อความร้อนแบบสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ เพื่อลดอุณหภูมิสารทำความเย็นขณะออกจากคอมเพรสเซอร์ เมื่อนำไปทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 13,000 บีทียูต่อชั่วโมง โดยใช้สารทำความเย็น R134a เป็นสารทำงาน พบว่า เครื่องปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้าลดลง 5.6% เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นต้น

จากงานวิจัยข้างต้น พบว่า การลดอุณหภูมิที่ตัวควบแน่นทั้งการฉีดละอองน้ำและลดอุณหภูมิลมก่อนเข้าตัวควบแน่นล้วนมีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีการระบายความร้อนให้กับตัวควบแน่นเช่นเดียวกับวิธีการข้างต้น โดยมุ่งเน้นไป

ที่ใช้วัสดุ อุปกรณ์ให้น้อยชิ้น ราคาถูก วิธีการไม่ซับซ้อนเพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถสร้างเองได้ จากจุดมุ่งหมายของงานวิจัย พบว่า ในห้องปรับอากาศโดยทั่วไปต้องระบายอากาศภายในห้องปรับอากาศออกไปยังบรรยากาศภายนอก เพื่อหมุนเวียนอากาศภายในห้องปรับอากาศให้สดชื่นอยู่เสมอ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะนำอากาศต้องระบายไปยังบรรยากาศนี้ไปใช้สำหรับช่วยลดอุณหภูมิให้กับตัวควบแน่น โดยต่อท่อลมเย็นจากพัดลมระบายอากาศมายังตัวควบแน่น

**เกณฑ์ระดับสลากประหยัดไฟ**

ตัวแปรที่ใช้กำหนดค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบความเร็วตัวควบแน่นคงที่เพื่อกำหนดสลากประหยัดไฟของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER) หรืออัตราส่วนความเย็นที่ทำได้ต่อพลังงานที่ใช้ทั้งหมด ดังแสดงเกณฑ์ในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** เกณฑ์ระดับสลากประหยัดไฟ กับอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ

| ระดับ | ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน, EER (Btu/hr.)/ W |
|---|---|
| เบอร์ 5 | มากกว่าหรือเท่ากับ 11.60 |
| เบอร์ 4 | อยู่ระหว่าง 11.00- 11.59 |
| เบอร์ 3 | อยู่ระหว่าง 10.60- 10.99 |

(สำหรับเครื่องขนาดต่ำกว่า 8,000 วัตต์ หรือ น้อยกว่า 27,296 บีทียูต่อชั่วโมง ปี พ.ศ. 2554

จากตารางที่ 1 จะพบว่า เครื่องปรับอากาศที่มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานยิ่งสูงจะมีระดับสลากประหยัดไฟสูงหรือมีประสิทธิภาพสูงนั่นเอง สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยพิจารณาที่ผลของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานนี้เป็นสำคัญ การคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานสามารถคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP) ซึ่งเป็นสมการที่ปรากฏอยู่ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ของ (นินนาท, 2556) ดังนี้

$$EER = 3.41 \text{ x } COP \quad (1)$$

$$COP = \frac{h_C - h_B}{h_D - h_C} = \frac{h_C - h_A}{h_D - h_C} \quad (2)$$

เมื่อ

EER คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

COP คือ สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ

$h_A$ คือ เอนธัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่น (กิโลจูลต่อกิโลกรัม, KJ/kg)

$h_B$ คือ เอนธัลปีของสารทำความเย็นขณะเข้าเครื่องทำระเหย (กิโลจูลต่อกิโลกรัม, KJ/kg)

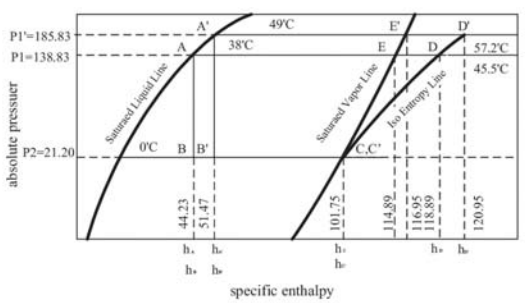
$h_C$ คือ เอนธัลปีของสารทำความเย็นขณะออกจากเครื่องทำระเหย (กิโลจูลต่อกิโลกรัม, KJ/kg)

$h_D$ คือ เอนธัลปีของสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องอัดไอ (กิโลจูลต่อกิโลกรัม, KJ/kg)

## 1.1 ผลของอุณหภูมิควบแน่นต่อประสิทธิภาพของวัฏจักรทำความเย็น

พิจารณาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานตามสมการที่ (1) จะแปรผันตรงกับค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของผลต่างค่าเอนทัลปี ดังสมการที่ (2) โดยค่าเอนทัลปีเหล่านี้

จะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนที่ไหลเข้าหรือไหลออกจากสารทำความเย็น พิจารณาจากสมการที่ (2) หากเพิ่มค่า $h_C$ หรือลดค่า $h_B$ และ $h_D$ จะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นด้วย (ชูชัย, 2547) ได้อธิบายการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นในเครื่องควบแน่นจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของวัฏจักรการทำความเย็นไว้ดังนี้ จากรูปที่ 1 ในวัฏจักรที่ 1 ประกอบด้วยจุด A' B' C' D' และ E' มีอุณหภูมิสารทำความเย็นที่เครื่องควบแน่นและเครื่องทำระเหย 49 และ 0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนวัฏจักรที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยจุด A B C D และ E มีอุณหภูมิสารทำความเย็นที่เครื่องควบแน่นและเครื่องทำระเหย 38 และ 0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ




**รูปที่ 1** วัฏจักรทำความเย็นที่อุณหภูมิควบแน่น 38 และ 49 องศาเซลเซียส ของสารทำความเย็น R134a

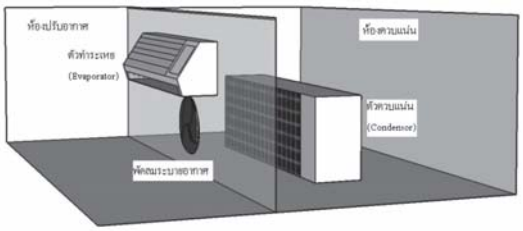
เมื่อนำค่า $h_B$,$h_C$, $h_D$, $h_B$, $h_D$ และ $h_D$ ในรูปที่ 1 มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ เพื่อใช้สำหรับคำนวณหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน เมื่ออุณหภูมิสารทำความเย็นที่เครื่องควบแน่นในวัฏจักรที่ 2 ต่ำกว่าในวัฏจักรที่ 1 ซึ่งจะสังเกตได้จากความดันสารทำความเย็น โดยปกติความดันของสารทำความเย็นนี้จะแปรผันตามอุณหภูมิของสารทำความเย็น เมื่อ ความดันสารทำความเย็น P1 ในวัฏจักรที่ 2 ต่ำกว่าความดันสารทำความเย็น P1' ในวัฏจักรที่ 1 จะส่งผลให้เครื่องอัด (Compressor) ของวัฏจักรที่ 2 ทำงานน้อยกว่าเครื่องอัดของวัฏจักรที่ 1 โดยพิจารณาจากผลต่างระหว่าง $h_D$ กับ $h_C$ น้อยกว่าผลต่างระหว่าง $h_{D'}$ กับ $h_{C'}$ ในขณะที่ความสามารถในการทำความเย็นมากขึ้นเมื่อพิจารณาจากผลต่างระหว่าง $h_C$ กับ $h_B$ มากกว่า ผลต่างระหว่าง $h_C$ กับ $h_B$ จากผลดังกล่าว จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของวัฏจักรที่ 2 สูงกว่าของวัฏจักรที่ 1 และส่งผลให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของวัฏจักรที่ 2 สูงกว่าของวัฏจักรที่ 1 ตามไปด้วย นั่นหมายถึงเครื่องปรับอากาศในวัฏจักรที่ 2 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องปรับอากาศในวัฏจักรที่ 1 ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าการลดอุณหภูมิที่เครื่องควบแน่นจะส่งผลทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั่นเอง

## 2. วิธีการทดลอง

### 2.1 วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานที่นำเสนอ

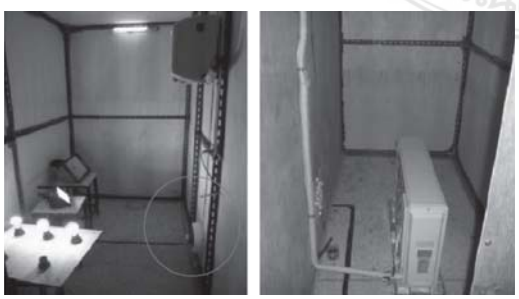
สำหรับห้องปรับอากาศโดยทั่วไปจะติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อหมุนเวียนอากาศภายนอกเข้ามาเปลี่ยนอากาศภายในห้องปรับอากาศ อีกนัยหนึ่ง คือ จะดูดอากาศภายในห้องปรับอากาศไปทิ้งหรือระบายนอกห้องปรับอากาศ โดยอากาศที่ดูดไปทิ้งนี้ปกติจะต่ำกว่าอุณหภูมิในบรรยากาศ ซึ่งสามารถนำมาระบายความร้อนให้ตัวควบแน่นเพื่อลดอุณหภูมิของตัวควบแน่นได้ โดยต่อท่อจาก

พัดลมระบายอากาศมายังตัวควบแน่นโดยตรง สำหรับในงานวิจัยนี้จะติดตั้งพัดลมระบายอากาศในตำแหน่งให้ตรงกับตัวควบแน่นเพื่อลดงานท่อที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2




**รูปที่ 2** โครงสร้างห้องทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยใช้ลมจากพัดลมระบายอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้มีขนาด 9,000 บีทียูต่อชั่วโมง พิกัดกำลังไฟฟ้า 2,668 วัตต์ 220 โวลต์ สำหรับการสร้างห้องควบคุมสภาวะการทำงานทั้งในส่วนของตัวระเหยและตัวควบแน่นจะถูกสร้างไว้ในห้องปรับอากาศอีกชั้นหนึ่ง โดยแต่ละห้องมีขนาดเป็น 120x120x200 เซนติเมตร ใช้พัดลมระบายอากาศขนาด 8 นิ้ว พิกัดกำลังไฟฟ้าขนาด 27 วัตต์ เมื่อประกอบส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้ออกแบบไว้จะได้ห้องทดสอบการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยใช้ลมเย็นจากพัดลมระบายอากาศดังแสดงในรูปที่ 3

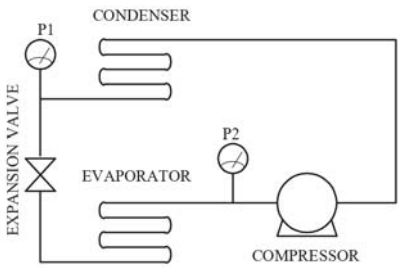


a) **ห้องปรับอากาศ** b) **ห้องควบแน่น**

**รูปที่ 3** ห้องทดสอบการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

## 2.2 การคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

การคำนวณค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานในงานวิจัยนี้พยายามลดขั้นตอนความซับซ้อนในการทดลองเพื่อเป็นแนวทางให้บุคคลทั่วไปนำไปใช้งานได้ ดังนั้น จะจำกัดเครื่องวัดให้น้อยที่สุด โดยจะเน้นที่ผลของการลดอุณหภูมิที่เครื่องควบแน่นเป็นหลัก โดยจะหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานดังสมการที่ (1) สำหรับการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะในสมการที่ (2) จะหาค่าเอนทัลปีที่ได้จากการวัดความดันสารทำความเย็น ด้านความดันสูงที่จุดทางออกของตัวควบแน่น (P1) และด้านความดันต่ำที่จุดทางเข้าของตัวอัด (P2) ดังแสดงในรูปที่ 4 ส่วนพารามิเตอร์ตัวอื่น ๆ จะสมมติให้มีค่าในอุดมคติ

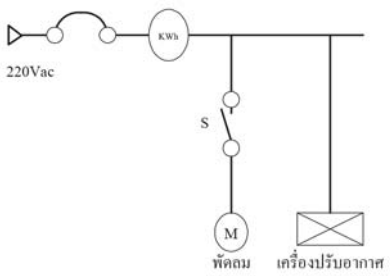



**รูปที่ 4** ตำแหน่งการติดตั้งเกจวัดความดันสารทำความเย็น

## 2.3 การหาค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า

สำหรับการหาค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะทำการวัด โดยใช้กิโลวัตต์ฮาล์วมิเตอร์ ดังรูปที่ 5 ทั้งก่อนและหลัง ในการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานครั้งละ 1 ชั่วโมง เพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง การทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่สภาวะก่อนเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ทำได้โดยเปิดสวิตช์ S แล้ว

ปิดกันช่องลมระหว่างห้องปรับอากาศกับห้องควบแน่น ส่วนการทดสอบที่สภาวะการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ทำได้โดยปิดสวิตช์ S แล้วเปิดช่องลมระหว่างห้องปรับอากาศกับห้องควบแน่น




**รูปที่ 5** วงจรวัดพลังงานไฟฟ้า

สำหรับการคำนวณค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงหลังจากทำการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\Delta W = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \text{ x } 100 \qquad (3)$$

เมื่อ

$\Delta W$ คือ ร้อยละของพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลง

$W_1$ คือ พลังงานไฟฟ้าก่อนเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

$W_2$ คือ พลังงานไฟฟ้าหลังเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

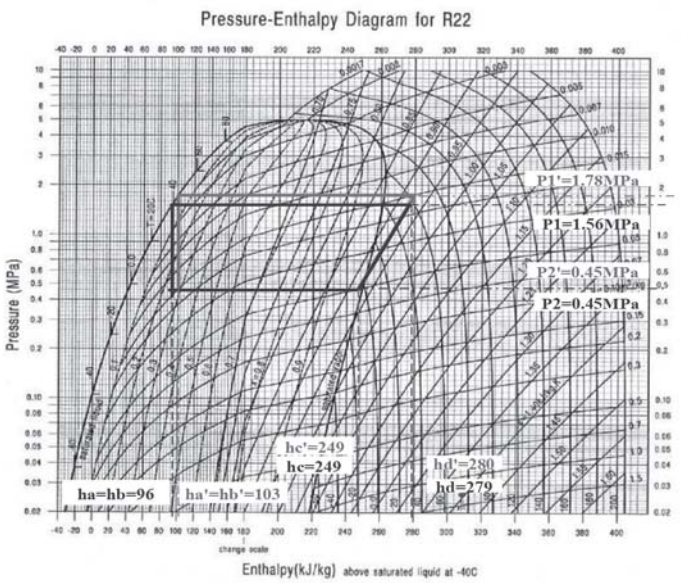
## 3. ผลการทดสอบและวิจารณ์ผล

### 3.1 ผลการทดสอบ

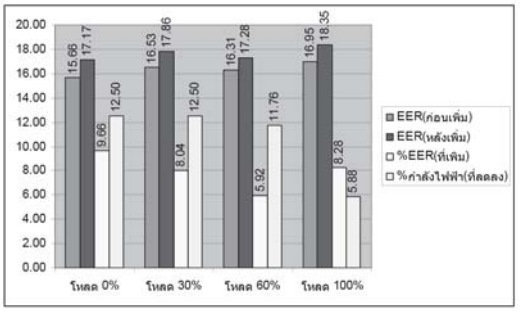
สำหรับการทดสอบการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน จะทำการทดสอบที่สภาวะโหลดต่าง ๆ คือ ร้อยละ 0, 30, 60 และ 100 ที่อุณหภูมิโดยรอบชุดเครื่องควบแน่น 30, 40 และ 50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิโดยรอบชุดเครื่องควบแน่นนี้เมื่อเริ่มทดสอบจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนเกินค่าที่กำหนดจะเปิดห้องควบแน่นเพื่อให้อากาศภายในห้องควบแน่นไหลออกข้างนอกซึ่งเป็นห้องปรับอากาศมีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิในห้องควบแน่นลดลงอยู่ในช่วงที่กำหนดแล้วจะปิดห้องควบแน่น การปิด/เปิดห้องควบแน่นจะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่กำหนด สำหรับการสร้างโหลดความร้อนจะใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent lamp) ร่วมกับหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten halogen lamp) ซึ่งจะให้ความร้อน 90% และ 80% ของกำลังวัตต์ของหลอดไฟ ตามลำดับ โหลดความร้อน 30% หรือ 800.4 วัตต์ จะใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ 100 วัตต์ 4 หลอด หลอดอินแคนเดสเซนต์ 60 วัตต์ 1 หลอด หลอดทังสเตนฮาโลเจน 500 วัตต์ 1 หลอด รวมโหลดความร้อนทั้งหมดได้ 813 วัตต์ สำหรับโหลดความร้อน 60% หรือ 1600.8 วัตต์ จะใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจน 500 และ 1,500 วัตต์ อย่างละ 1 รวมโหลดความร้อนทั้งหมดได้ 1600 วัตต์ สำหรับโหลดความร้อน 100% หรือ 2,668 วัตต์ จะใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ 100 วัตต์ 3 หลอด และหลอดทังสเตนฮาโลเจน 1,500 วัตต์ 2 หลอด รวมโหลดความร้อนทั้งหมดได้ 2,670 วัตต์

ในส่วนของการหาค่าเอนทัลปี จะแสดงเฉพาะการทดสอบในสภาวะอุณหภูมิโดยรอบชุดเครื่องควบแน่น 40 องศาเซลเซียส ที่พิกัดโหลดขนาด 30% ดังแสดงในรูปที่ 6 กำหนดให้ $h_{A'}$, $h_{B'}$, $h_{C'}$, $h_{D'}$, P1' และ P2'เป็นพารามิเตอร์ก่อนการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน $h_A$ $h_B$ $h_C$ $h_D$ โดยตัวแปร P1 และ P2 เป็นพารามิเตอร์หลังจากการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน การหา

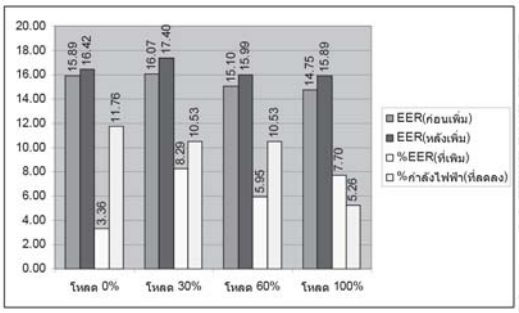
ค่า $h_{A'}$ และ $h_{B'}$ ซึ่งจะเท่ากันตามกระบวนการทรอตลิ่ง (Throttling process) โดยนำค่า P1' ความดันสารทำความเย็นที่ออกจากตัวควบแน่นในรูปที่ 4 ก่อนการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งวัดได้ 18.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ($kg/cm^2$) หรือ 1.78 เมกกะปาสคาล (MPa) โดย 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเท่ากับ 0.098 เมกกะปาสคาล ตัดกับเส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturation liquid line) จากนั้นลากลงมาหาแกนเอนธัลปีในแกนนอนจะได้ค่า $h_{A'}$ และ $h_{B'}$ เท่ากับ 103 กิโลจูลต่อกิโลกรัม การหาค่า $h_{C'}$ โดยนำค่า P2' ความดันสารทำความเย็นที่ออกจากตัวทำระเหยซึ่งวัดได้ 4.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 0.45 เมกกะปาสคาล ตัดกับเส้นแก๊สอิ่มตัว (Saturation vapor line) จากนั้นลากลงมาหาแกนเอลธัลปีในแกนนอนจะได้ค่า $h_{C'}$ เท่ากับ 249 กิโลจูลต่อกิโลกรัมสำหรับการหาค่า $h_{D'}$ โดยนำค่า P2' ที่จุดตัดกับเส้นแก๊สอิ่มตัว จากนั้นลากขึ้นไปตามเส้นเอลโทปีคงที่ (Iso entropy line) เพื่อไปตัดกับ P1' จากนั้นลากลงมาหาแกนเอลธัลปีในแกนนอนจะได้ค่า $h_{D'}$ เท่ากับ 280 กิโลจูลต่อกิโลกรัมสำหรับการหาค่า $h_A$ $h_B$ $h_C$ และ $h_D$ ซึ่งเป็นค่าเอนทัลปีหลังจากการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน โดยการทำการนำค่า P1 และ P2 ที่วัดได้ 16 และ 4.6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ไปหาค่าเอนทัลปีในทำนองเดียวกัน $h_{A'}$ $h_{B'}$ $h_{C'}$ และ $h_{D'}$ ซึ่งจะได้ค่าเป็น 96, 96, 249 และ 279 กิโลจูลต่อกิโลกรัมตามลำดับ จากนั้นนำค่าเอนทัลปี $h_{B'}$ $h_{C'}$ และ $h_{D'}$ ที่ได้ก่อนการเพิ่มประสิทธิภาพไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิสมรรถะและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะได้ 4.71 และ 16.07 ตามลำดับ หลังจากการเพิ่มประสิทธิภาพแล้วนำค่าเอนทัลปี $h_B$ $h_C$ และ $h_D$ ไปคำนวณหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะได้ 17.40 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นจะได้ 8.29% ส่วนผลการทดสอบที่สภาวะอื่นๆให้ผลการทดสอบทั้งหมดดังกราฟในรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 9 ตามลำดับ



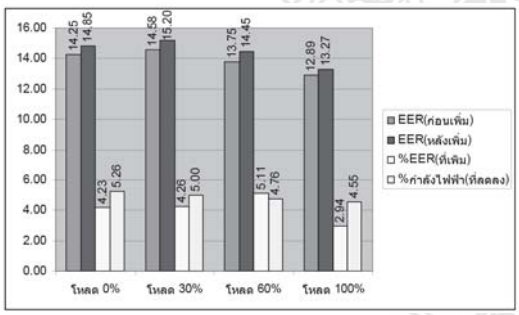

**รูปที่ 6** ค่าเอนทัลปีการทดสอบพิกัดโหลด 30% ที่อุณหภูมิตัวควบแน่น 40 องศาเซลเซียส




**รูปที่ 7** ผลการทดสอบที่อุณหภูมิรอบตัวควบแน่น 30 องศาเซลเซียส




**รูปที่ 8** ผลการทดสอบที่อุณหภูมิโดยรอบชุดเครื่องควบแน่น 40 องศาเซลเซียส




**รูปที่ 9** ผลการทดสอบที่อุณหภูมิรอบตัวควบแน่น 50 องศาเซลเซียส

ผลการทดสอบที่สภาวะอุณหภูมิรอบข้างตัวควบแน่น 30 องศาเซลเซียส จากกราฟในรูปที่ 7 พบว่าค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน เพิ่มขึ้น 5.92-9.66% เมื่อพิจารณาที่ปริมาณไฟฟ้าที่ลดลง 5.88-12.5% สำหรับผลการทดสอบที่สภาวะอุณหภูมิโดยรอบชุดเครื่องควบแน่น 40 องศาเซลเซียส จากกราฟในรูปที่ 8 พบว่า ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน เพิ่มขึ้น 3.36-8.29% เมื่อพิจารณาที่ปริมาณไฟฟ้าที่ลดลง 5.26-11.76% สำหรับผลการทดสอบที่สภาวะอุณหภูมิโดยรอบชุดเครื่องควบแน่น 50 องศาเซลเซียส จากกราฟในรูปที่ 9 พบว่า ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้น 2.94-5.11% เมื่อพิจารณาที่ปริมาณไฟฟ้าที่ลดลง 4.56-5.26%

จากผลการเพิ่มขนาดโหลดให้กับเครื่องปรับอากาศ และเมื่ออุณหภูมิรอบข้างตัวควบแน่นสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ความสามารถในการเพิ่มอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานด้วยวิธีที่นำเสนอลดลง

## 4. สรุป

จากผลการทดสอบพบว่าค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานในกราฟรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 9 มีค่าสูงขึ้นอยู่ระหว่าง 2.94-5.92% และปริมาณไฟฟ้าในกราฟรูปที่ 7 ถึง รูปที่ 9 มีค่าลดลงอยู่ระหว่าง 4.56-12.5% โดยค่าของพารามิเตอร์ทั้งสองเป็นตัวบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศหมายความว่า เมื่อเครื่องปรับอากาศมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้นและปริมาณไฟฟ้าลดลงจะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นด้วย จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้และเหมาะสมที่จะนำลมเย็นที่พัดลมระบายอากาศมาระบายให้กับตัวควบแน่นเพื่อทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

## 5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุน ทุนวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ประจำปี 2557

## 6. เอกสารอ้างอิง

ชูชัย ต.ศิริวัฒนา. 2547. **การทำความเย็นและปรับอากาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ธนวรา ทองล้วน. 2547. **การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการพ่นน้ำ.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นินนาท ราชประดิษฐ์. 2556. **การศึกษาผลกระทบจากการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยและสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทย**. วันที่สืบค้น 9 กันยายน 2558. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://web.eng.nu.ac.th/eng2012/enmis/doc/project/fullpaper/report-ninnat.pdf.

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์ และคณะ 2548. **การเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศโดยใช้น้ำควบแน่นจากอีวาปอเรเตอร์.** การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1. ECB06: 1-5

พูนพงศ์ สวาสดิพันธ์ และคณะ 2549. **การเพิ่มสมรรถนะเครื่องปรับอากาศโดยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนลิขวิดอินเตอร์คลูเลอร์.** การประชุมวิชาการเครือข่ายเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 20. ETM021: 1-5.

ธนพัฒน์ สาแก้ว และคณะ 2556**. การพัฒนาระบบสเปรย์น้ำในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อการประหยัดพลังงาน.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนุมัติ ศิริเจริญพานิชย์ และคณะ 2557. **การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยใช้ท่อความร้อนชนิดสั่นวงรอบที่ติดตั้งวาล์วกันกลับ.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 33 (3): 294-299.