โปรแกรมตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สำหรับการอนุรักษ์พลังงาน

สุรศักดิ์ สวัสดิ์รักษ์กุล[1*] และ ชัยยพล ธงชัยสุรัชต์กูล[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอ โปรแกรมตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 ในการพัฒนาและทดสอบในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง และตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 25°C โดยโปรแกรมวัดค่ากำลังไฟฟ้า, ค่าอุณหภูมิและความชื้น (ด้านลมจ่ายและลมออก), ค่าความเร็วลม แล้วนำมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP (Coefficient of Performance) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER (Energy Efficiency Ratio) ของเครื่องปรับอากาศ แล้วบันทึกและส่งผ่านมายังฐานข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทำความเย็นภายในห้องตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบ และเลือกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีค่า COP สูงสุดให้ทำงานต่อไปตามปกติ ส่วนเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีค่า COP ต่ำกว่าโปรแกรมจะส่งสัญญาณควบคุมการเปิดวงจรและหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ และเมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น มากกว่าอุณหภูมิ 25°C ที่ตั้งไว้ โปรแกรมจะส่งสัญญาณปิดวงจรสั่งให้คอมเพรสเซอร์ทำงานตามปกติ ทำให้ลดการใช้พลังงาน และลดการทำงานในส่วนที่ไม่จำเป็นของระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จากการทดลองพบว่าโปรแกรมตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ช่วยลดพลังงานได้ 14.70 % อีกทั้งโปรแกรมยังสามารถจัดเก็บข้อมูล เพื่อดูค่าตัวแปรต่าง ๆ ย้อนหลังเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ สำหรับวางแผนดำเนินการซ่อมแซมหรือบำรุงรักษาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานแบบยั่งยืนได้ต่อไป

คำสำคัญ: เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ, ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. 09-2282-5148 อีเมล: surasak@mea.or.th

Efficiency Measurement and Control Program of the Spit-type Air-Conditioning for Energy Conservation

Surasak Sawatrukkul[1*] and Chaiyapon Thongchaisuratkrul[2]

Abstract

The efficiency measurement and control program of spit-type air conditioning has been studied in this research. Microsoft Visual Basic 6.0 is used to develop the system and implemented in the studied room which has 2 air-conditioning units and set 25 °C in the room. The electrical power, temperature and humidity for both air supply and air return, and air flow are measured and recorded. This information is used to calculate the COP (Coefficient of Performance) and the EER (Energy Efficiency Ratio) and sent to computer. The program selects the air-conditioning that has higher value of COP to run and stop the air conditioning that has lower value of COP. The experiment result shown that the energy consuming was reduced more than 14.70 % and the data can be used to analyze the performance of the air-conditionings for repairs or maintenance to achieve sustainable energy in the future.

Keywords: Spit-type Air Conditioning, Coefficient of Performance, Energy Efficiency Ratio

[1] Master is Degree Student, Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[2] Assistant Professor, Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

[*] Corresponding AuthorTel. 09-2282-5148 E-mail: surasak@mea.or.th

1. บทนำ

เนื่องจากประเทศไทย มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรม และธุรกิจเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศ รัฐบาลจึงกำหนดนโยบายการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ เช่น การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร และโรงงานเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานรัฐบาลจึงได้ออกพระราชบัญญัติส่งเสริมอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2535 ซึ่งประเทศไทยนั้น ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีอากาศร้อนชื้นเกือบตลอดทั้งปีการใช้ "เครื่องปรับอากาศ" เพื่อทำความเย็นให้เกิดความรู้สึกสบายแก่ผู้อาศัยในบ้านพักที่อยู่ในเมืองใหญ่ ๆ หรือตามชานเมือง จึงได้รับความนิยมมาก แต่เครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องจักรกลที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงผู้ใช้จึงต้องตระหนักถึงค่าไฟฟ้าที่มากขึ้นด้วยดังนั้นการที่จะอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อความสุขสบายของผู้ใช้อีกทั้งยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายเพื่อผลประโยชน์ต่อผู้ใช้เอง และต่อประเทศชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องทราบถึงลักษณะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละชนิด, การเลือกชนิดและขนาดของเครื่องให้เหมาะสมกับห้องตลอดจนต้องทราบถึงการติดตั้ง, การใช้งาน และการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีอีกด้วย [1]

สำหรับสารทำความเย็นเหลวภายในแผงท่อทำความเย็น เมื่อได้รับความร้อนจากอากาศภายในห้องจะระเหยกลายเป็นไอและไหลเข้าสู่คอมเพรสเซอร์ซึ่งไอที่ได้นี้จะถูกส่งต่อไปยังแผงท่อระบายความร้อนซึ่งติดตั้งอยู่นอกอาคารพัดลมระบายความร้อนจะดูดอากาศ ภายนอกมาระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นทำให้ไอสารทำความเย็นกลั่นตัวกลับเป็นของเหลวอีกครั้งหนึ่งและไหลออกจากแผงท่อระบายความร้อนไปสู่อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็นวนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดเวลาจนกว่าอุณหภูมิในห้องจะถึงระดับที่เราตั้งไว้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิจะทำการส่งสัญญาณให้เครื่องคอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานชั่วขณะหนึ่งจึงประหยัดพลังงานไฟฟ้าส่วนที่ป้อนให้คอมเพรสเซอร์ทำงานได้แต่พัดลมยังคงทำงานส่งลมเย็นให้ภายในห้องอยู่ จนกระทั่งอุณหภูมิภายในห้องเริ่มสูงขึ้นเกินค่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ทำให้คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานอีกครั้งโดยการอัดสารทำความเย็นป้อนเข้าไปในแผงท่อทำความเย็นใหม่ในระบบเครื่องปรับอากาศทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยที่ไม่ได้ทราบว่าประสิทธิภาพของระบบของเครื่องปรับอากาศนั้นเป็นเช่นไร ซึ่งความร้อนภายในห้องมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงต้องมีการควบคุมประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับความเย็นภายในห้อง [1-3]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงออกแบบโปรแกรมควบคุมตรวจวัดประสิทธิภายเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งได้ดำเนินการทดสอบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดยผ่านเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการบันทึกข้อมูลและสามารถเรียกดูข้อมูล, ตรวจสอบข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะระบบเครื่องปรับอากาศ, ค่ากำลังไฟฟ้า, ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้นด้านลมจ่าย, ค่าอุณหภูมิ, ค่าความชื้นด้านลมกลับ, ค่าความเร็วลมด้านลมจ่าย เพื่อจะทำการเปรียบเทียบหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนตามมาตรฐาน มอก. 1155-2536 กับการใช้งานจริงซึ่งโปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบ และเลือกเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่มีค่า COP สูงกว่าให้จะยังคงให้ทำงานต่อไป โดยจะส่งสัญญาณผ่านชุดรีเลย์ เพื่อเปิด/ปิดชุดวงจรควบคุมเพื่อหยุดการทำงานขอคอมเพรสเซอร์ต่อมาเมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ 25°C โปรแกรมจะส่งสัญญาณผ่านชุดรีเลย์ เพื่อปิดวงจรให้คอมเพรสเซอร์ทำงานพร้อมกันต่อไปซึ่งนับเป็นการประหยัดพลังงานอีกหนึ่งทางเลือก [4]

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 ศึกษาค่าตัวแปรสำหรับทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.1.2 ศึกษาขั้นตอนในการทดสอบและการควบคุมของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.1.3 พัฒนาโปรแกรมควบคุมประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

1.2 สมมติฐานการวิจัย

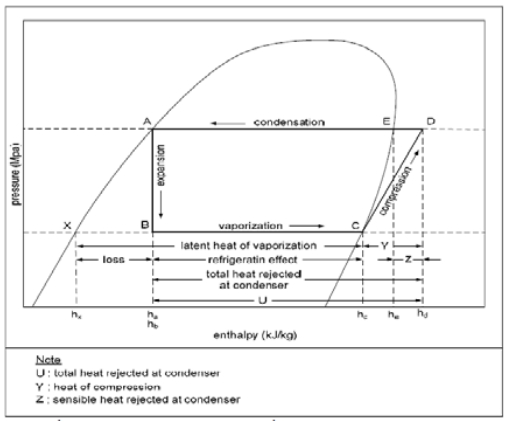
โปรแกรมตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะทำการตรวจวัดค่า COP และ

ค่า EER เพื่อนำมาใช้ควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงสุดทำให้ประหยัดพลังงาน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัฏจักรเครื่องทำความเย็น [3, 6]

วัฏจักรเครื่องทำความเย็นสำหรับการศึกษาระบบความเย็นกำหนดให้สารทำความเย็นที่ไหลผ่านอุปกรณ์หลักในระบบทำความเย็นอยู่ในสถานะภาพอิ่มตัวซึ่งอธิบายได้ตามแผ่นมอลเลียร์ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงวัฏจักรเครื่องทำความเย็น

2.1.1 ช่วงการขยายตัว (Expansion process) ซึ่งเกิดขึ้นจากการทำงานของลิ้นลดความดัน (ช่วง A-B) โดยเริ่มจากสารทำความเย็นที่มีสภาวะเป็นของเหลวอิ่มตัวจากคอนเซอร์ไหลผ่านลิ้นลดความดันเกิดการขยายตัวแบบ adiabatic expansion แต่ผลของการลดความดันจะทำให้ทำความเย็นส่วนหนึ่งเปลี่ยนสภาวะเป็นไอโดยยังไม่เปลี่ยนเป็นความเย็น (พิจารณารูปที่ 1)

2.1.2 ช่วงการกลายเป็นไอ (Vaporizing process) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านคอยล์เย็น (ช่อง B-C) จะมีการดูดความร้อนเข้าระบบทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสภาวะเป็นไอตามขบวนการกลายเป็นไอซึ่งอุณหภูมิและความดันจะคงที่ (Isothermal and Isobaric process) สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำอิ่มตัว (พิจารณารูปที่1)

2.1.3 ช่วงมีการอัดตัว (Compression process) เกิดจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (ช่วง C-D) ซึ่งไออิ่มตัวจากคอยล์เย็นจะถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้นตามกระบวนการไอเซนทรอปิค (Constant entropy) หรือแอเดียบาติกแบบไม่มีความฝืด (FrictionlessAdiabatic Expansion) ผลจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์จะทำให้ความดันของสารทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้นและค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้นเท่ากับปริมาณความร้อนที่เทียบเท่ากับพลังงานกลที่ทำการอัดไอ (พิจารณารูปที่ 1)

2.1.4 ช่วงที่กระบวนการควบแน่น (Condensing process) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีสารทำความเย็นไหลผ่านคอนเดนเซอร์ โดยในช่วงแรกสารทำความเย็นจะระบายความร้อนออกเพื่อลดอุณหภูมิจากสภาวะไอร้อนยิ่งยวดเปลี่ยนเป็นไออิ่มตัวก่อน (ช่วง D-E) เป็นการลดความร้อนแฝง (Latent Heat) ที่จุด E สารทำความเย็นเป็นไออิ่มตัว คอนเดนเซอร์ทำหน้าที่ลดความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ใน (ช่วง E-A) จากนั้นสารทำความเย็นจะทำการควบแน่นจนเป็นของเหลวอิ่มตัวที่จุด A (พิจารณารูปที่ 1)

2.2 คำนวณหาความสามารถทำความเย็น

$$Q = \frac{3.968V}{3.487v}\left(h_r - h_s\right) \qquad (1)$$

โดยกำหนดให้ Q คือความสามารถทำความเย็น (BTU/hr), V คือค่าปริมาตรลมไหลผ่านแฟนคอยล์ (m^3/hr), v คือค่าปริมาตรจำเพาะสำหรับความชื้นอากาศ (m^3/kg), h_r คือค่าเอนทัลปี ของอากาศด้านช่องลมกลับ (kJ/kg), h_s คือค่าเอนทัลปี ของอากาศด้านช่องลมจ่าย (kJ/kg) และค่า $3.968BTU = 4.187kJ$ ซึ่งเป็นค่าคงที่ใช้ในการแปลงหน่วย kJ เป็น BTU

2.3 คำนวณหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ

$$COP = \frac{Q}{3.41266Pe} \qquad (2)$$

โดยกำหนดให้ P_e คือค่าของกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (kW), Q คือความสามารถทำความเย็น (BTU/hr) และค่าคงที่ $3.41266BTU = 1Watt$

2.4 คำนวณหาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

$$EER = \frac{Q}{Pe} \quad (3)$$

โดยกำหนดให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER ใช้อ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบความสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐานมอก.1155-2536 ที่มีการกำหนดระดับแสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศออกเป็น 5 ระดับตามมาตรฐานมอก.1155-2536 แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสิ้นเปลืองของพลังงานของเครื่องทำความเย็นมอก. 1155-2536

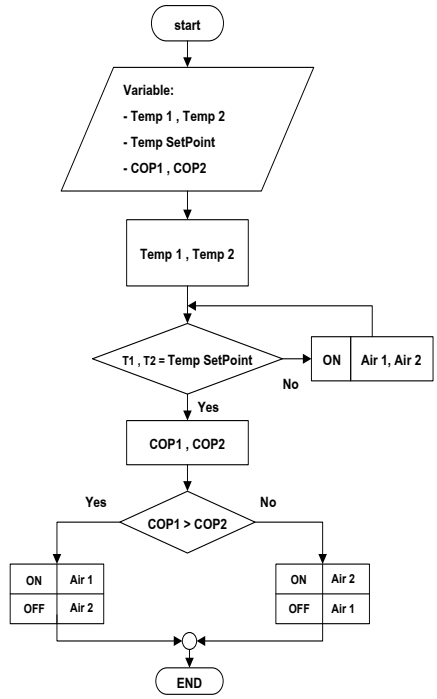
ระดับ (เบอร์)	ระดับประสิทธิภาพ	ค่า EER
1	ต่ำ	< 7.6
2	พอใช้	≥ 7.6 ถึง < 8.6
3	ปานกลาง	≥ 8.6 ถึง < 9.6
4	ดี	≥ 9.6 ถึง < 10.6
5	ดีมาก	≥ 10.6

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

โปรแกรมซึ่งถูกพัฒนาขึ้นด้วย Microsoft Visual Basic6.0 บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ XP โดยที่การพัฒนานั้นจะประกอบด้วยส่วนของการป้อนข้อมูล (Input data) ซึ่งมีอยู่มี 2 วิธีด้วยกัน คือ

(1) การป้อนข้อมูลโดยป้อนข้อมูลผ่านทางกล่องข้อความ (Text box)

(2) การป้อนข้อมูลโดยการต่อผ่านทาง I/O port ประเภท USB Port หรือเชื่อมต่อโดยตรงกับเครื่องวัดฯ เพื่อรับข้อมูลตลอดเวลา



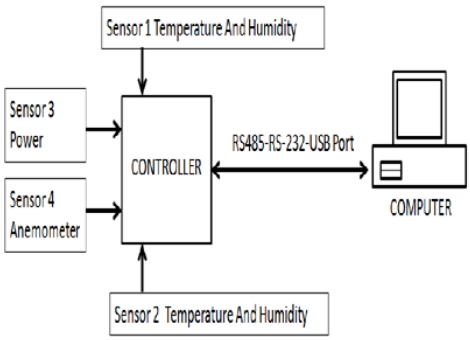
รูปที่ 2 ขั้นตอนการทำงานโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 2 นั้น แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของชุดโปรแกรมควบคุมการวัดเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยที่เริ่มจากการวัด และหาค่าตัวแปรต่าง เช่น ค่ากำลังไฟฟ้า, ค่า EER และค่า COP ต่อจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ เพื่อที่จะเลือกการ เปิด/ปิด ของคอมเพรสเซอร์ เมื่ออุณหภูมิภายในห้องสูงเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ โปรแกรมจะสั่งให้คอมเพรสเซอร์ทำงานตามปกติ

(3) ติดตั้งชุดวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน [5]

ชุดวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนประกอบด้วย แสดงดังรูปที่ 3 ประกอบด้วย ชุดวัดค่ากำลังไฟฟ้า, ชุดวัดค่าอุณหภูมิความชื้นด้านลมจ่าย, ชุดวัดค่าความเร็วลมด้านลมจ่าย, ชุดวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นด้านลมกลับ ซึ่งการเชื่อมต่อของระบบการควบคุมนั้นดังรูปที่ 4 แสดงผังการทำงานระบบชุดวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 3 ชุดวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 4 ผังการทำงานระบบชุดวัดประสิทธิภาพ

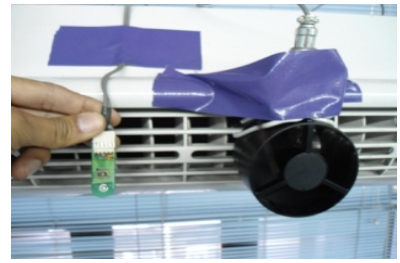
4. ผลของการวิจัย

ดำเนินการติดตั้งชุดวัดค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทำการทดสอบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง ตั้งแต่ช่วงเวลา 07.30 น. - 16.00 น. (เวลาทำงานปกติ) จำนวน 5 วันซึ่งมีรายละเอียดเครื่องปรับอากาศดังนี้

(1) เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ Star Air

(2) เครื่องปรับอากาศ ขนาด 36,000 Btu/hr ระบบ 1 เฟส แรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์

ติดตั้งอยู่ภายในห้องเดียวกันของอาคาร ณ สำนักงานของการไฟฟ้านครหลวง เขตนนทบุรี ดังรูปที่ 5 ถึง 8 การติดตั้งชุดวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, ชุดวัดค่าอุณหภูมิความชื้นด้านลมจ่าย และความเร็วลม, ชุดวัดค่าอุณหภูมิความชื้นด้านลมกลับ, ชุดวัดค่ากำลังไฟฟ้าโดยตั้งอุณหภูมิควบคุมไว้ที่ 25°C

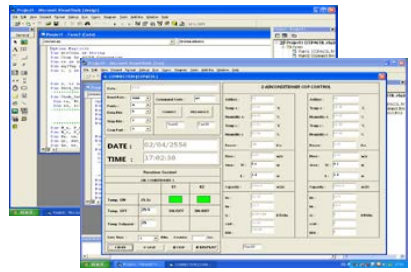


รูปที่ 5 ชุดวัดค่าอุณหภูมิ, ความชื้นและวัดความเร็วลม

และเชื่อมต่อชุดควบคุมกับคอมพิวเตอร์ด้วย RS-232/485 โดยตั้งอุณหภูมิควบคุมไว้ที่ 25°C ดังรูปที่ 7 จากนั้น จึงทำการทดสอบโปรแกรม ดังรูปที่ 8

รูปที่ 6 ติดตั้งชุดวัดค่ากำลังไฟฟ้า

รูปที่ 7 การเชื่อมต่อชุดควบคุมกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 8 ทดสอบโปรแกรมควบคุมตรวจวัดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าของตัวแปรทั้งก่อน /หลังติดตั้งชุดควบคุมตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1

วันที่	พลังงานไฟฟ้า (kWh/วัน)		EER		COP	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	32.57	29.43	13.27	10.78	3.89	3.51
2	31.82	27.00	12.34	11.03	3.63	3.23
3	33.03	29.82	8.78	11.16	2.56	3.27
4	38.46	29.52	11.72	9.69	3.44	2.84
5	35.51	29.47	13.27	12.34	3.89	3.62

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าของตัวแปรทั้งก่อน /หลังติดตั้งชุดควบคุมตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2

วันที่	พลังงานไฟฟ้า (kWh/วัน)		EER		COP	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	31.18	27.51	8.59	8.58	2.52	2.52
2	31.70	27.05	8.59	8.63	2.52	3.53
3	31.34	29.05	5.46	9.85	1.60	2.88
4	34.39	25.14	5.83	6.96	1.70	2.04
5	32.68	29.47	8.97	10.24	2.63	3.00

จากตารางที่ 2 และ 3 แสดงการทดสอบโปรแกรมโดยใช้การทดสอบตั้งแต่ ช่วงเวลา 7.30 น.-16.00 น. (เวลาทำงานตามปกติ) แล้วหาค่าเฉลี่ยของคำตอบแต่ละวินาทีออกมาให้เหลือหนึ่งชั่วโมง และการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมทั้งก่อน / หลัง ดำเนินการติดตั้งชุดวัดค่าหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และผลจากตารางที่ 2 และ 3

5. สรุปและอภิปรายผลของการวิจัย

จากผลการทดลองเครื่องปรับอากาศ เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2 หลังจากดำเนินการติดตั้งชุดควบคุมตรวจวัดค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

สรุปได้ว่า เมื่อติดตั้งชุดตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 2 เครื่อง ทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนทั้งสองเครื่อง รวมลดลงร้อยละ 14.70 พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 333 kwh (พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้ง) ลบด้วย 284 kwh (พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้ง) เท่ากับพลังงานไฟฟ้าลดลง 49 kwh หรือ 9.8 kwh ต่อวันอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 3.50 บาทฉะนั้นจะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 34.30 บาทต่อวัน หรือ 9,055.20 บาทต่อปีซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า โปรแกรมตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้จริงเป็นวิธีการลดการทำงานในส่วนที่ไม่จำเป็นของระบบทำความเย็นลงเป็นผลให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะชุดตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ได้เก็บข้อมูลค่าตัวแปรตรงกลางช่องลมจ่าย และตรงกลางช่องลมกลับ ถ้าเพิ่มจำนวนชุดวัดความเร็วลม, ชุดวัดอุณหภูมิและความชื้นอีกอย่างละชุด โดยวัดทางด้านซ้าย และด้านขวาของช่องจ่ายลม จะทำให้ได้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศที่มีความแม่นยำสูงขึ้น จากการวิจัยในครั้งนี้ยัง พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้ทดสอบนั้นมีอายุการใช้งานมามากกว่า 5 ปี จะมีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ลดลง การบำรุงรักษาซ่อมแซมของเครื่องปรับอากาศตามกำหนดเวลา ก็มีความส่วนสำคัญในการช่วยลดการใช้ค่าพลังงานไฟฟ้า และยืดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วิชาญ วิมานจันทร์. "เทคโนโลยีการทำความเย็นและปรับอากาศ". ศูนย์การพิมพ์แก่นจันทร์จำกัด กรุงเทพมหานคร, 2545.

[2] ชูชัย ศิริวัฒนา. "การทำความเย็นและการปรับอากาศ". : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพ, 2547.

[3] ศิริพรรณ ธงชัยและพิชัย อัษฎมงคล. "การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า". สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

[4] สิทธิโชค แซ่ฟุ้ง. “โปรแกรมหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

[5] ทวิ ว่องธัญกิจ. “ชุดวัดและแสดงผลกำลังไฟฟ้าสำหรับงานอนุรักษ์พลังงาน”. วารสารวิชาการ ปทุมวัน, ปีที่ 2, ฉบับที่ 3, 2555, หน้า 40-45

[6] ชัยยพล ธงชัยสุรัชต์กูล. “การจัดการพลังงานในอาคาร” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.