

ระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ Air Conditioning Health Versifying System

ณัฐนัย สุวรรณโชติ^{1*}, สมหมาย ศรีสุข², ทิฆัมพร เขมวงศ์², ฉัตรชัย แก้วดี³,
วีระยุทธ สุดสมบูรณ์³, วีรพล ปานศรีนวล³ และพงศ์เทพ วีระพงศ์⁴

Natdanai Suwannachot^{1*}, Sommai Srisuk², Thikhamporn Khemwong², Chatchai Kaewdee³,
Weeruyute Sudsomboon³, Weeraphol Pansrinual³, and Pongthap Weerapong⁴

¹ โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: natdanai.coe@hotmail.com

² หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

³ หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

⁴ หลักสูตรเทคโนโลยีอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิต มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วันที่รับบทความ: 4 เมษายน 2567; วันที่ทบทวนบทความ: 26 เมษายน 2567; วันที่ตอบรับบทความ: 27 เมษายน 2567

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 29 เมษายน 2567

บทคัดย่อ: การศึกษาการออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศและจัดเก็บข้อมูลผลการตรวจของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งระบบสามารถตรวจปริมาณฝุ่นในเครื่องปรับอากาศแล้วแจ้งเตือนเป็นรายงานไปยังผู้ใช้งานได้ โดยวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแนวทางการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศ ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการตรวจสอบ ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการซ่อมบำรุง เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ลดปัญหาสุขภาพที่เกิดจากฝุ่น และประเมินผลการใช้งานเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบ และสร้างระบบตรวจสอบสมรรถภาพเครื่องปรับอากาศขึ้นมา โดยได้นำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาผสมผสานและสร้างระบบนี้ขึ้นมา ระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศสามารถตรวจปริมาณฝุ่นแล้วแจ้งเตือนเป็นรายงานไปยังผู้ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายได้ สามารถเก็บบันทึกและตรวจสอบการเข้าใช้งานระบบ และมีระบบรักษาความปลอดภัยก่อนที่จะเข้าสู่ระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งสามารถนำระบบนี้ไปติดตั้งใช้งานภายในที่พักอาศัย สำนักงาน หรือสถานที่อื่น ๆ ตามที่ต้องการได้จากผลการทดสอบปรากฏว่า ระบบสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ เมื่อนำไปติดตั้งใช้งานจริงระบบที่ติดตั้งไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ที่มีอยู่เดิม

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบสมรรถภาพ เครื่องปรับอากาศ เครือข่ายคอมพิวเตอร์

Abstract: Study of air conditioners completeness monitoring equipment design and storage of air conditioner inspection results data. The system can detect the amount of dust in the air conditioners and notify the report to the users. The purpose is to create guidelines for inspection air conditioners, prevent accidents from the inspection, reduce maintenance costs, increase the efficiency of air conditioners, reduce health problems caused by dust and evaluate the use of air conditioners, etc. Therefore, the air conditioning performance monitoring system was designed and created by using various technologies. The air conditioning completeness monitoring system can check the amount of dust and

notify the user through a network system. In addition, such system can record, monitor the accessing system, and provide a security system before using the air conditioning completeness monitoring system. The system can be installed and used in residences, offices, or other places. From the test results, it appears that the system can work as desired and does not affect other existing systems when installed.

Key words: Health check system, Air conditioner, Computer network

1. บทนำ

ปัจจุบันภาวะโลกร้อนที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อชีวิตของมนุษย์ อากาศที่ร้อนผิดปกติอาจทำให้มีผู้เสียชีวิตในบางพื้นที่ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความนิยมทั้งภายในอาคารบริษัทและบ้านพักอาศัย การดูแลรักษาตรวจสอบสมรรถภาพเครื่องปรับอากาศจึงเป็นสิ่งที่ผู้ใช้ควรปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้การทำงานของเครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาวะปกติ ใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมไม่มากเกินไป เนื่องจากการทำงานของเครื่องปรับอากาศ คือ การแลกเปลี่ยนอากาศ โดยการนำอากาศภายในห้อง หรืออากาศที่มีอุณหภูมิสูงออกไปยังภายนอกอาคารและปล่อยอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำหรืออากาศเย็นเข้ามาภายในห้อง ในขณะที่เครื่องปรับอากาศนำอากาศภายในห้องออกไปนั้น สิ่งหนึ่งไปติดไปกับอากาศด้วยคือ ฝุ่นละอองภายในห้อง เมื่อมีการสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เป็นจำนวนมาก แผ่นกรองอากาศของเครื่องปรับอากาศจะเกิดการอุดตัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนถ่ายเทอากาศนั้นก็ลดลง ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงในการทำให้อุณหภูมิภายในห้องเย็นลง ซึ่งส่งผลเสียโดยตรงต่ออายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ และยังเป็นการเพิ่มปัญหาภาวะโลกร้อนอีกด้วย ซึ่งเป็นเหตุจำเป็นที่ต้องล้างเครื่องปรับอากาศ โดยปกติควรจะมีการบำรุงรักษาโดยการทำ ความสะอาดเครื่องปรับอากาศเต็มระบบเป็นประจำอย่างน้อย ปีละ 1-2 ครั้ง ซึ่งการที่จะทราบได้ว่าเครื่องปรับอากาศแต่ละตัวมีฝุ่นละอองสะสมอยู่หรือไม่เป็นเรื่องยาก เพราะเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอยู่บนอาคารนั้นไม่สะดวกแก่การตรวจสอบและเสี่ยงอันตราย เนื่องจากส่วนใหญ่เครื่องปรับอากาศจะติดตั้งบริเวณเพดานหรือผาผนัง ตำแหน่งที่สูง อีกทั้งแต่ละอาคารจะมีเครื่องปรับอากาศ

เป็นจำนวนมากหากจะตรวจสอบแต่ละห้องก็ทำให้เสียเวลามากในการตรวจสอบแต่ละห้องหรือหากจะทำความสะอาดพร้อมกันทั้งอาคารก็ทำให้เสียค่าใช้จ่ายที่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็น ผู้จัดทำได้เล็งเห็นปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น และมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบขึ้นมาเพื่อให้การตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแสดงผลมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้แก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างแนวทางความสะอาดในการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการตรวจสอบ

2.2 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการซ่อมบำรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) โดยทั่วไปนิยมใช้กัน 3 แบบ คือ

3.1.1 สัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็น (Coefficient of Performance: COP) เป็นค่าอัตราส่วนปริมาณความสามารถในการทำความเย็น (Q) เทียบกับพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (W) แสดงดังสมการที่ 1 และค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสำหรับเครื่องขนาดไม่เกิน 8,000 W (<27,296 Btu/hr) แสดงในตารางที่ 1 [1]

$$COP = \frac{Q}{W} \text{ หรือ } COP = \frac{m(\Delta h_{out})}{m(\Delta h_{in})} \dots\dots\dots (1)$$

โดย Q แทน ชีตความสามารถในการทำ
เย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ

W แทน พลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์
(W)

m แทน อัตราการไหลของสารทำความ
เย็น (kJ/kg)

Δh_{out} แทน ผลต่างของเอนทัลปีด้าน
ทำความเย็น h_1-h_4 (kJ/kg)

Δh_{in} แทน ผลต่างของเอนทัลปีด้าน
Compressor h_2-h_1 (kJ/kg)

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ สำหรับเครื่องขนาดไม่เกิน 8,000 W (<27,296 Btu/hr) [2]

ระดับ ประสิทธิภาพ	อัตราส่วนประสิทธิภาพ พลังงาน (EER)
เบอร์ 5	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.60
เบอร์ 4	11.00 – 11.59
เบอร์ 3	10.60 – 10.99

3.1.2 ค่าประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio : EER) เป็นค่าที่ใช้วัดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็น (Btu/hr)/W EER คือ อัตราส่วนของความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้จริง (Output) กับ กำลังไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศนั้นต้องใช้ในการทำความเย็น (Input) โดยเครื่องปรับอากาศที่มีค่า EER มีค่าสูงแสดงถึงเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานที่ดียิ่งขึ้น แสดงดังสมการที่ 2 และค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ สำหรับเครื่องขนาดมากกว่า 8,000 W (>27,296 – 40,944 Btu/hr) แสดงไว้ในตารางที่ 2 [1]

$$EER = \frac{Q}{W} \text{ หรือ } EEP = 3.42 \times COP \dots\dots\dots(2)$$

โดย Q แทน ชีตความสามารถทำ
เย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ (Btu/hr)

W แทน พลังงานใช้ขับเคลื่อน
คอมเพรสเซอร์ (W)

ตารางที่ 2 ค่ามาตรฐานประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ สำหรับเครื่องขนาดมากกว่า 8,000 W (>27,296 – 40,944 Btu/hr)

ระดับ ประสิทธิภาพ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)
เบอร์ 5	มากกว่าหรือเท่ากับ 11.00
เบอร์ 4	10.60 – 10.99
เบอร์ 3	9.60 – 10.59

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2550) [2]

3.1.3 ค่ากำลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็น (CHP) เป็นค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีหน่วยเป็นวัตต์ (W) ต่อขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีหน่วยเป็นตัน (Ton) โดยค่ากำลังไฟฟ้าต่อต้านความเย็นของเครื่องปรับอากาศ แสดงดังสมการที่ 3 [1]

$$CHP = \frac{KW}{TR} \dots\dots\dots(3)$$

โดย KW แทน กำลังไฟฟ้าที่ใช้ใน

เครื่องปรับอากาศ (KW)

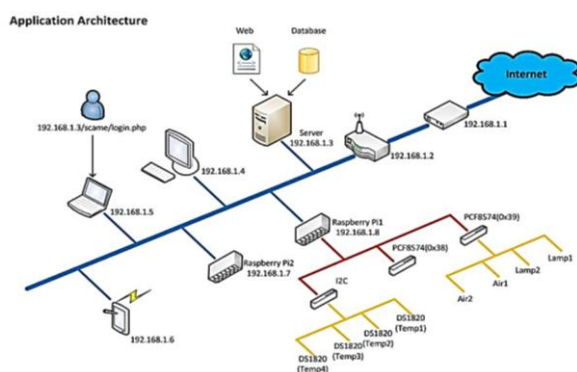
TR แทน ความสามารถทำความเย็นรวม

สุทธิของเครื่องปรับอากาศ

(Ton)

3.2 การออกแบบวงจรส่วนควบคุมไมโคร-คอนโทรลเลอร์ การออกแบบระบบโดยรวมของระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ โดยสั่งการทำงานผ่านโปรแกรมที่คอมพิวเตอร์ลูกข่าย จากนั้นข้อมูลที่ผู้ใช้ได้สั่งการทำงานจะถูกส่งผ่านเครือข่ายไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เมื่อคอมพิวเตอร์แม่ข่ายได้รับข้อมูล

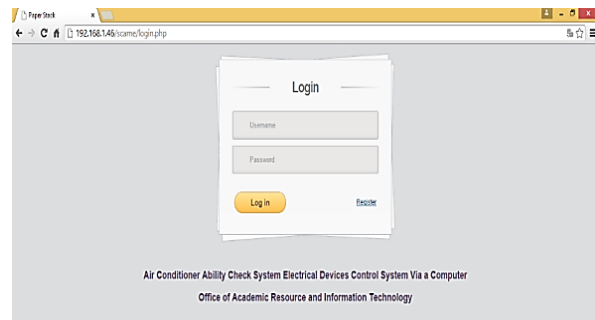
ที่ถูกละทิ้งการทำงานก็จะส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไปยังอุปกรณ์จัดเส้นทางแบบไร้สายของห้องที่ต้องการจะตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งคอมพิวเตอร์ได้มีการเขียนโปรแกรมสั่งการอุปกรณ์จัดเส้นทางแบบไร้สายผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [3] เพื่อให้อุปกรณ์จัดเส้นทางแบบไร้สายส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมของอุปกรณ์จัดเส้นทางแบบไร้สาย เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับคำสั่งและทำการประมวลผลตรวจสอบค่าของตัวตรวจจับ (Sensor) และส่งผลกลับไปยังคอมพิวเตอร์ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ

3.3 การออกแบบโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ในการออกแบบโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้จำเป็นต้องคำนึงถึงการใช้งานที่สะดวกเข้าใจง่าย โดยก่อนที่จะเข้าไปใช้งานระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศนั้น จะต้องผ่านระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ หากผู้ใดต้องการใช้งานระบบต้องสมัครเป็นสมาชิกและต้องได้รับอนุญาต จากผู้ดูแลระบบจึงจะสามารถใช้งานระบบได้ เมื่อผู้ใช้เข้าใช้งานระบบได้ก็จะสามารถตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศได้ โดยที่ผู้ใช้งานจะสั่งการทำงานต่าง ๆ ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ได้ แสดงดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 หน้าจอระบบรักษาความปลอดภัยก่อนเข้าใช้งานระบบ



ภาพที่ 3 หน้าจอหลักของโปรแกรม

3.4 การทดสอบตรวจหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ในการทดสอบตรวจสอบความพร้อมเครื่องปรับอากาศ จะต้องทำการกำหนดค่าความต่างของอุณหภูมิในระดับปกติ เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงในการประเมินผลตรวจสอบความพร้อมเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง โดยการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องปรับอากาศ จะต้องตรวจสอบในขณะที่เครื่องปรับอากาศเปิดเป็นครั้งแรกของวัน และมีอุณหภูมิห้องอยู่ที่ประมาณ 32-37 องศาเซลเซียส หรือไม่มีฝนตกในวันที่ตรวจสอบ โดยจะแบ่งระดับของผลการประเมินเป็น 3 ระดับ แทนด้วยสัญลักษณ์สี 3 สี ดังนี้

สีเขียว หมายถึง สมรรถภาพเครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาพปกติ

สีส้ม หมายถึง สมรรถภาพเครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาพเริ่มมีฝุ่นเกาะ

สีแดง หมายถึง สมรรถภาพเครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาพมีฝุ่นเกาะหนา

โดยการทดสอบตรวจหาประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศมีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

3.4.1 ทดสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศที่อยู่ในสภาพปกติ ทำการทดสอบโดยการล้างแผ่นกรองอากาศที่มีอยู่เดิมเพื่อให้การถ่ายเทอากาศสะดวกขึ้น ทำการทดสอบโดยเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1 และเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 4

3.4.2 ทดสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาพเริ่มมีฝุ่นเกาะ ทำการทดสอบโดยการนำสาลีแบบบางไปติดที่บริเวณแผ่นกรองอากาศ เพื่อให้มีการถ่ายเทของอากาศไม่สะดวก ทำการทดสอบโดยเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2

3.4.3 ทดสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศที่อยู่ในสภาพมีฝุ่นเกาะหนา ทำการทดสอบโดยการนำสาลีแบบหนาติดบริเวณแผ่นกรองอากาศเพื่อให้อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ทำการทดสอบโดยเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4

Device Name	Temp Before	Temp After	Difference	Status
Air4	28.5	20.947	7.552999496459961	
Air3	28.437	26.847	1.5900001525878906	
Air2	28.687	25.187	3.5	
Air1	28.437	22.473	5.964000701904297	

ภาพที่ 4 การทดสอบการเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และแสดงผลการตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ

4. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบการใช้โปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานของระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ โดยการทำงานของระบบจะถูกควบคุมด้วยชุดควบคุมราสเบอร์รี่พาย โดยทำการทดสอบโปรแกรม 5 ครั้ง เพื่อความแม่นยำของโปรแกรม ซึ่งมีผลการทดสอบการใช้โปรแกรมส่วนควบคุมการทำงานของระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ สรุปผลค่าความต่างอุณหภูมิของแต่ละระดับ ดังนี้

หากค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11.60 ระดับเตื่อนจะเท่ากับ 1 (ค่าสีเท่ากับสีเขียว)

หากค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11.00 – น้อยกว่า 11.59 ระดับเตื่อนจะเท่ากับ 2 (ค่าสีเท่ากับสีส้ม)

หากค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่ได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 10.60 – น้อยกว่า 11.00 ระดับเตื่อนจะเท่ากับ 3 (ค่าสีเท่ากับสีแดง)

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบการใช้งานระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ ทั้งการทดสอบระบบรักษาความปลอดภัยก่อนที่เข้าใช้งานระบบ การทดสอบการเก็บข้อมูลระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีผลทดสอบดังที่แสดงไว้แล้วข้างต้น จากผลการทดสอบดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานั้นสามารถควบคุมและอนุญาตผู้ใช้งานผ่านระบบรักษาความปลอดภัยได้ [4] สามารถแสดงสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และสามารถแสดงสถานะการทำความสะอาดของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งผลการทดสอบการทำงานมีความถูกต้อง ไม่มีผลการทดสอบการทำงานที่ผิดพลาดสามารถนำระบบไปติดตั้งใช้งานได้จริง ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่เดิม [5]

6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา ออกแบบสร้างและพัฒนาระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศ เพื่อให้ผู้ใช้งานและผู้ดูแลระบบมีความสะดวก สามารถควบคุม ดูแลวิเคราะห์ระบบและบริหารจัดการตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศได้มากยิ่งขึ้นนั้น จากทดสอบการทำงานและใช้งานระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศซึ่งนำไปใช้งานจริงกับระบบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจากการทดสอบการทำงานและการใช้งานระบบสามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 ระบบสามารถควบคุมและอนุญาตผู้ใช้งานผ่านระบบรักษาความปลอดภัยได้

6.2 ระบบสามารถตรวจสอบการดึงความร้อนภายในเครื่องปรับอากาศพร้อมควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้

6.3 ระบบสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยน/ถ่ายเทความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

6.4 ระบบสามารถรายงานสรุปผลการตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศพร้อมการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

6.5 สามารถทำงานได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศที่มีอยู่เดิม

7. ข้อเสนอแนะ

ระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศสามารถนำแนวคิดนี้ไปสร้างเป็นบริการเพิ่มเติมได้อีกในอนาคต โดยการพัฒนานี้ยังมีได้หลายแนวทาง ไม่ว่าจะเป็นฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ หรือเพิ่มเติมด้านการรักษาความปลอดภัย ตัวอย่างเช่น ทางด้านฮาร์ดแวร์อาจเปลี่ยนอุปกรณ์อื่น ๆ หรืออุปกรณ์ใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีกว่านี้ หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ราคาประหยัดมากกว่านี้มาใช้งานในระบบ และจะต้องมีอุปกรณ์สำรองกรณีที่มีอุปกรณ์ตัวใดชำรุดเสียหายสามารถถอดเปลี่ยนได้ทันที ด้านซอฟต์แวร์อาจจะทำการพัฒนาโปรแกรมส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้มีความสะดวกและเข้าใจง่ายขึ้น ทำให้ระบบนั้นสามารถยืดหยุ่นได้มากยิ่งขึ้น ส่วนในการออกแบบระบบตรวจสอบความสมบูรณ์เครื่องปรับอากาศในแต่ละส่วนของอาคาร ควรจะสำรวจวัตถุประสงค์ของผู้ใช้งานและควรคำนึงถึงการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในสภาวะปกติ (Normal) ที่ใช้งานว่า ส่วนมากแล้วใช้งานในลักษณะใด ก็จะสามารถออกแบบระบบให้มีความประหยัดและลดต้นทุนในการซื้ออุปกรณ์ได้

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะผู้ช่วย นักวิจัยทุกท่าน ที่ได้ช่วยในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการเรียบเรียงรูปเล่มรายงานการวิจัย การจัดงานวิจัยจะสมบูรณ์และถูกต้องไม่ได้หากไม่ได้รับการอนุเคราะห์

จากเจ้าหน้าที่ โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และอาจารย์ประจำหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้คำแนะนำและขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุก ๆ ท่านของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่ช่วยเหลือในการจัดงานวิจัยครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Department of Alternative and Renewable Energy, Ministry of Energy. (2007). *Preparation of Energy Analysis Reports for Government Agencies and Provinces, Vol. 4. (Training Document)*. Bangkok, Thailand. (In Thai)
- [2] Sripha, Y., Charoensuk, N., and Chotisawat, M. (2012). "Increasing the efficiency of split type air conditioners with heat exchange units. Water-cooled, welded plate type," Research report. Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Ayutthaya, Thailand.
- [3] Phechinsukchanachoke, A. (2007). *Energy saving in industrial plants: A case study of JS Footwear Co., Ltd.* (Master's thesis in Industrial Engineering Management). Bangkok, Thailand: Graduate School, King Mongkut Institute of Technology North Bangkok. (In Thai)
- [4] Kofoworola, O.F., & Gheewala, S.H. (2009). Life Cycle Energy Assessment of a Typical Office Building in Thailand. *Journal of Energy and Buildings*, 41(10): pp. 1076-1083.

- [5] Ouyang, J., & Hokao, K. (2009). Energy-Saving Potential by Improving Occupants' Behavior in Urban Residential Sector in Hangzhou City, China. *Journal of Energy and Buildings*, 41(7): pp. 711-720.