



วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

ระบบเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

Working condition monitoring system for split type air conditioner

นารัตน์ พิลาดัง อภินันท์ อูโรโสณ*

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

Nawarat Piladang¹ Apinan Aurasopon^{2*}

Faculty of Engineer, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha sarakham 44150

* Corresponding author.

E-mail: apinan.a@msu.ac.th; Telephone : 043 754316

วันที่รับบทความ 10 มีนาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 15 พฤษภาคม 2563; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 2 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 8 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอระบบเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งประกอบด้วยระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวัดกระแสคอมเพรสเซอร์ และวัดอุณหภูมิทั้งภายในและนอกห้อง ข้อมูลเหล่านี้ถูกใช้ในกระบวนการคัดแยก โดยที่ขณะเครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาวะปกติ กระแสคอมเพรสเซอร์ อุณหภูมิภายในและนอกห้องถูกบันทึกไว้เป็นฐานข้อมูล ซึ่งอุณหภูมิภายในและนอกห้อง ณ เวลาปัจจุบันถูกใช้เป็นข้อมูลเลือกกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์อ้างอิง สำหรับเปรียบเทียบกับกระแสเฉลี่ยคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบัน ผลลัพธ์ที่ได้ของกระบวนการเหล่านี้คือสภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ สำหรับการทดลอง เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 36,000 BTU ถูกใช้การทดลองถูกแบ่งเป็น 3 กรณี คือ กรณีแผงคอยล์ร้อนและคอยล์เย็นสกปรก และกรณีสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าปกติ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบที่นำเสนอสามารถบ่งชี้สภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ

เครื่องปรับอากาศ ระบบเฝ้าสังเกต ระบบสมองกลฝังตัว กระแสคอมเพรสเซอร์

Abstract

This paper proposes a working condition monitoring system for a split type air conditioner that consists of embedded systems for measuring compressor current, indoor and outdoor temperatures. These data were used in a classification process. While the air conditioner is working in normal condition, the compressor current, indoor and outdoor temperatures were recorded as databases. The indoor and outdoor temperatures at the present time were used to select the average reference compressor current for comparing with the average compressor current at the present time. The obtained result of these processes is the working conditioning of the air conditioner. For the experiments, the 36,000 BTU of the split type air conditioner was used. The experiments were set up in three cases; condenser and cooling coil were dirty and refrigerants were lower than normal conditions. The experimental results showed that the presented system could correctly indicate the working conditioning of the split type air conditioner.

Keywords

air conditioner; monitoring system; embedded system; compressor current

1. คำนำ

เครื่องปรับอากาศ (Air conditioner) เป็นเครื่องอำนวยความสะดวกที่จำเป็นทั้งในที่พักอาศัย สถานที่ทำงาน และในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยเฉพาะในเขตเมืองร้อน การใช้เครื่องปรับอากาศในส่วนของที่พักอาศัย หรือสถานที่ทำงานนั้น ทำให้เกิดความสุขสบาย เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ในขณะที่การใช้เครื่องปรับอากาศในงานอุตสาหกรรม ทำให้ผลผลิตมีคุณภาพ ลดการสูญเสียในขบวนการผลิต รวมทั้งใช้ระบายความร้อนของห้องที่มีเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องส่งสัญญาณโทรศัพท์ โทรทัศน์ วิทยุ เป็นต้น ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่า เครื่องปรับอากาศเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในสังคมเมืองเขตร้อน

เนื่องจากเครื่องปรับอากาศ ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ที่ทำหน้าที่ ป้อนการหมุนวนของสารทำความเย็น (Refrigerants) ที่มีความดันสูง จึงทำให้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จากการสำรวจของงานวิจัย [1] พบว่า เครื่องปรับอากาศในสถานที่ต่างๆ ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็น ส่วนมากของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด เช่น ในสำนักงานใช้พลังงานไฟฟ้า 55% ศูนย์การค้า 62% สถานศึกษา 38% โรงแรม 65% และ โรงพยาบาล 55%

โดยทั่วไป เราสามารถลดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้โดย 1) ด้านผู้ใช้ เช่น จัดสรรเวลาการใช้ ปิดเครื่องปรับอากาศในเวลาที่ไม่จำเป็นต้องอุณหภูมิมากกว่า 25 องศา และหมั่นตรวจสอบดูแลรักษาชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ล้างสิ่งสกปรก ฝุ่นละออง ที่แผงคอยล์เย็น (Evaporator), แผ่นกรองอากาศ (Filter), คอยล์ร้อน (Condenser) และ ตรวจสอบสภาพของคอมเพรสเซอร์ เป็นต้น และ 2) ด้านผู้ผลิต เช่น เพิ่มประสิทธิภาพของระบบของเครื่องปรับอากาศ ด้วยการใช้สารทำความเย็น R32 เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ (Inverter air conditioner) รวมทั้งระบบอัตโนมัติ เช่น ใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของคน เพื่อควบคุมการปิดเปิด หรือเพิ่มอุณหภูมิที่ละ 2 องศา ในกรณีไม่มีคน หรือมีระบบการทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศอัตโนมัติ หรือในรูปแบบบ้านอัจฉริยะ (Smart home) ที่เครื่องใช้ไฟฟ้าถูกเชื่อมต่อกับสมาร์ทโฟน (Smart phone) ทำให้สามารถสั่งการทำงานพร้อมทั้งควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ตลอดเวลา [2] โดยทั่วไป เมื่อผู้ใช้พบสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นที่

เครื่องปรับอากาศ เช่น มีน้ำหยดที่แผงคอยล์เย็น อุณหภูมิต่ำหรือสูงผิดปกติ หรือเครื่องไม่ทำงาน ผู้ใช้จะทำการแจ้งช่างเพื่อทำการแก้ไข อย่างไรก็ตาม กรณีที่ผู้ใช้ขาดการสังเกต อาจนำไปสู่ความเสียหายรุนแรงได้ เช่น พัดลมคอยล์ร้อนไม่ทำงาน หรือท่อน้ำยารั่ว ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนัก เกิดความร้อนเกินปกติ (คอมเพรสเซอร์อาจพังได้เพราะความร้อน) เป็นต้น ดังจะเห็นว่าการเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยผู้ใช้ในการดูแลป้องกันก่อนที่จะมีความเสียหายรุนแรง ที่ผ่านมามีงานวิจัยและผลิตภัณฑ์จำนวนมากที่ประยุกต์เทคโนโลยีใช้สำหรับการเฝ้าสังเกตเครื่องปรับอากาศ เช่น สรุศักดิ์และคณะฯ ทำการวัดสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of performance) ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ผลลัพธ์ทำให้สามารถลดพลังงานไฟฟ้าลงได้ [3] งานวิจัย [4-5] นำข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเป็นอินพุตให้การควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy logic control) สำหรับควบคุมความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ขณะที่ผลิตภัณฑ์ [6] สร้างระบบสมองกลฝังตัวสำหรับวัดอุณหภูมิและความดันภายในท่อของสารทำความเย็น และกระแสคอมเพรสเซอร์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกส่งผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับแสดงผลและประมวลผลหาความผิดปกติ อย่างไรก็ตามงานวิจัยเหล่านี้ยังไม่ได้นำเสนอการบ่งชี้สภาวะการทำงานรวมทั้งไม่ได้ใช้ข้อมูลอุณหภูมิภายนอกห้องที่มีผลกระทบต่อการการทำงานของเครื่องปรับอากาศร่วมเป็นตัวแปรในการวิเคราะห์

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอระบบเฝ้าสังเกตการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยการวัดกระแสคอมเพรสเซอร์ พร้อมกับอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอกห้อง ขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานในสภาวะปกติ ข้อมูลเหล่านี้ถูกจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลอ้างอิง เพื่อใช้สำหรับเปรียบเทียบกับกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบัน นี่ทำให้ระบบสามารถบ่งบอกสภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ [7] และจะเป็นการพัฒนาไปสู่การแจ้งเตือนผ่านสมาร์ตโฟนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

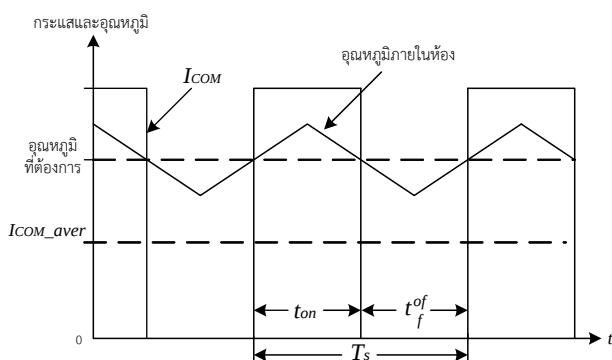
เพื่อสร้างระบบเฝ้าสังเกตสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type air conditioner) และบ่งชี้สถานะการทำงานต่างๆ โดยการพิจารณากระแสคอมเพรสเซอร์

3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้สำหรับทำความเย็นส่วนมากเกิดจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ดังนั้นถ้าหากเครื่องปรับอากาศมีชิ้นส่วนหนึ่งส่วนใดผิดปกติ เช่น เกิดสิ่งสกปรกอุดตันคอยล์เย็น แผ่นกรองอากาศหรือคอยล์ร้อน ท่อน้ำยารั่วซึม หรือพัดลมไม่หมุน เหล่านี้ล้วนส่งผลให้ กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์มีความผิดปกติ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอระบบเฝ้าสังเกตการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ด้วยการสังเกตกระแสคอมเพรสเซอร์ ซึ่งจะได้อธิบายรายละเอียดของระบบที่เสนอดังนี้

3.1 รูปคลื่นในกระบวนการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

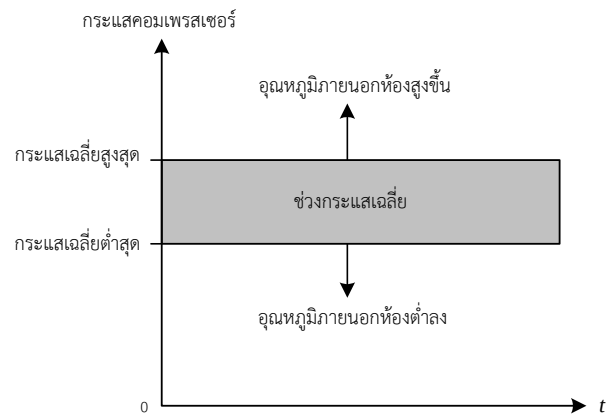
โดยทั่วไปกระบวนการควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้น เป็นลักษณะการควบคุมแบบป้อนกลับ (ON-OFF feedback control) อุณหภูมิภายในห้องถูกวัด สำหรับใช้เป็นข้อมูล เพื่อควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ สมมุติอุณหภูมิที่ต้องการถูกตั้งไว้ที่ค่าๆ หนึ่ง ถ้าอุณหภูมิที่วัดได้ภายในห้องต่ำกว่าหรือสูงกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ระบบควบคุมจะสั่งให้คอมเพรสเซอร์หยุดทำงานและทำงานตามลำดับ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องแกว่งอยู่รอบๆ อุณหภูมิที่ต้องการ



รูปที่ 1 การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ

โดยที่กระแสคอมเพรสเซอร์เป็นรูปสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมตามจังหวะการทำงานของคอมเพรสเซอร์ดังแสดงในรูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยของกระแสคอมเพรสเซอร์หาได้ดังนี้

$$I_{COM_aver} = \frac{1}{T_s} \int_0^{t_{on}} I_{COM} dt = \frac{t_{on}}{T_s} I_{COM} \quad (1)$$



รูปที่ 2 ช่วงกระแสเฉลี่ยคอมเพรสเซอร์เทียบกับอุณหภูมิภายนอกห้อง

โดยที่

I_{COM_aver} คือกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์

I_{COM} คือกระแสของคอมเพรสเซอร์ (ขนาดและช่วงเวลาขึ้นอยู่กับสถานะการทำงานของคอมเพรสเซอร์)

t_{on} คือช่วงเวลาคอมเพรสเซอร์ทำงาน

t_{off} คือช่วงเวลาคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน

T_s คือคาบเวลาหนึ่งรอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์

อย่างไรก็ตาม คาบเวลาหนึ่งรอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (T_s) ในแต่ละรอบอาจมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อความถูกต้อง การคำนวณกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ควรคำนวณหลายรอบการทำงาน โดยที่ช่วงเวลางานและหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิที่ต้องการ ถ้าอุณหภูมิที่ต้องการถูกตั้งไว้ที่ค่าต่ำๆ ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์จะยาวนานขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากถูกตั้งไว้ที่ค่าสูงขึ้น ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง หมายถึงกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ขึ้นกับอุณหภูมิที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยของกระแสคอมเพรสเซอร์ นอกจากขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ต้องการแล้ว ยัง

ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของห้อง สภาวะโหลดหรือจำนวนคน และอุณหภูมิภายนอกห้องด้วย รูปที่ 2 แสดงกระแสเฉลี่ย คอมเพรสเซอร์เทียบกับอุณหภูมิภายนอกห้อง (ช่วงของกระแสเฉลี่ยต่ำสุด และสูงสุดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและสภาวะ โหลด) กรณีอุณหภูมิภายนอกห้องสูง ส่งผลทำให้อุณหภูมิ ภายในห้องสูงตามด้วย

ดังนั้นเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในให้ได้เท่ากับอุณหภูมิที่ต้องการ ระบบควบคุมจะสั่งให้คอมเพรสเซอร์ ทำงานยาวนาน ขึ้นในทางตรงข้ามหากอุณหภูมิภายนอกห้องต่ำ ช่วงเวลาการทำงาน ของคอมเพรสเซอร์จะลดต่ำลง ดังนั้นสมมติว่าถ้าเราทราบอุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายนอกห้องและกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ จะทำให้สามารถทราบสภาวะการทำงาน ของเครื่องปรับอากาศได้

3.2 ระบบเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานของ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รูปที่ 3 แสดงระบบเฝ้าสังเกตสภาวะการทำงานของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่นำเสนอ ประกอบด้วยระบบ สมองกลฝั่งตัวสองชุด

1) ชุดติดตั้งภายนอกห้อง สำหรับวัดอุณหภูมิภายนอกและ กระแสคอมเพรสเซอร์ ประกอบด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิและ กระแส ไมโครคอนโทรลเลอร์ และมอดูลสื่อสารไร้สาย

2) ชุดติดตั้งภายในห้อง สำหรับวัดอุณหภูมิประกอบด้วย เซนเซอร์อุณหภูมิ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และมอดูลสื่อสารไร้สาย ข้อมูลอุณหภูมิทั้งภายในและนอกห้อง และกระแส คอมเพรสเซอร์ถูกเข้ารหัส และส่งผ่านมอดูลสื่อสารไร้สายไปยัง คอมพิวเตอร์ฐาน ซึ่งทำหน้าที่คัดแยกกระแสคอมเพรสเซอร์ และอุณหภูมิ ทั้งภายในและภายนอกห้อง หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้ถูกนำเข้าสู่กระบวนการบ่งชี้สภาวะการทำงานของ เครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งแสดงผลแบบเวลาจริงในหน้าต่าง โปรแกรม Matlab

3.3 ฐานข้อมูลอุณหภูมิภายใน-ภายนอกห้องและกระแส

คอมเพรสเซอร์

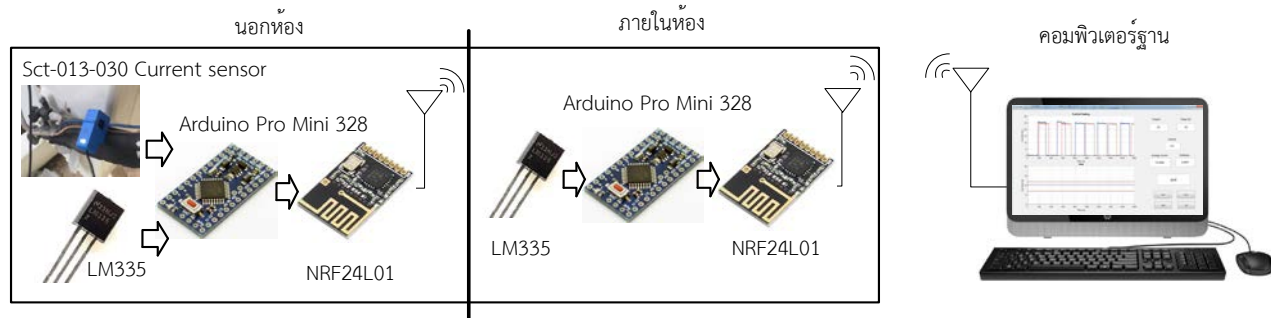
เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายในและนอกห้อง และกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ รวมทั้งโหลด ผู้วิจัยได้ทำ

การทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ระบบไฟฟ้า แบบหนึ่งเฟส ขนาด 36,000 Btu. ที่อยู่ในสภาวะปกติ โดยใช้ ห้องทดลองขนาด กว้าง 4 ยาว 4 และสูง 2.5 เมตร กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ อุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายใน ถูกวัดและบันทึกเป็นฐานข้อมูล โดยที่ทำการทดลองได้ทำซ้ำหลาย ครั้ง และเวลาสำหรับหากระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ มากกว่า 30 นาที ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลการทดลองขณะที่ โหลดถูกกำหนดด้วยจำนวนคน (โหลดต่ำสุดจำนวน 1 คน และ โหลดสูงสุดจำนวน 20 คน) ตัวอย่างเช่น กรณีอุณหภูมิภายใน และนอกห้องวัดได้ 25°C นี้ทำให้คอมเพรสเซอร์บริโภคกระแส เฉลี่ยขณะมีโหลด 1 คน เท่ากับ 3 A และเมื่อโหลดเพิ่มขึ้นเป็น 20 คน กระแสเฉลี่ยวัดได้ 8 A

ตารางที่ 1 กระแสเฉลี่ยคอมเพรสเซอร์เทียบกับอุณหภูมิ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)		ช่วงกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ (A)	
ภายในห้อง	ภายนอกห้อง	ต่ำสุด	สูงสุด
23	$\square \leq 26$	9	14
	$26 < \square < 33$	12	17
	$\square \geq 33$	14	20
24	$\square \leq 26$	4	9
	$26 < \square < 33$	8	13
	$\square \geq 33$	12	18
25	$\square \leq 26$	3	8
	$26 < \square < 33$	7	12
	$\square \geq 33$	11	17
26	$\square \leq 26$	3	7
	$26 < \square < 33$	5	11
	$\square \geq 33$	9	15
27	$\square \leq 26$	3	9
	$26 < \square < 33$	4	10
	$\square \geq 33$	7	11

หมายเหตุ เวลาที่ใช้สำหรับคำนวณค่ากระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ มากกว่า 30 นาที รวมกับเวลาครบจำนวนรอบการทำงานสุดท้าย และอุณหภูมิภายนอกขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ จากการทดลองซ้ำๆ จำนวนหลายครั้ง พบว่า อุณหภูมิภายนอกควรถูกแบ่งออกเป็นสามช่วง คือ $T \leq 26$, $26 < T < 33$ และ $T \geq 33$



รูปที่ 3 ระบบสังเกตสถานะของเครื่องปรับอากาศ

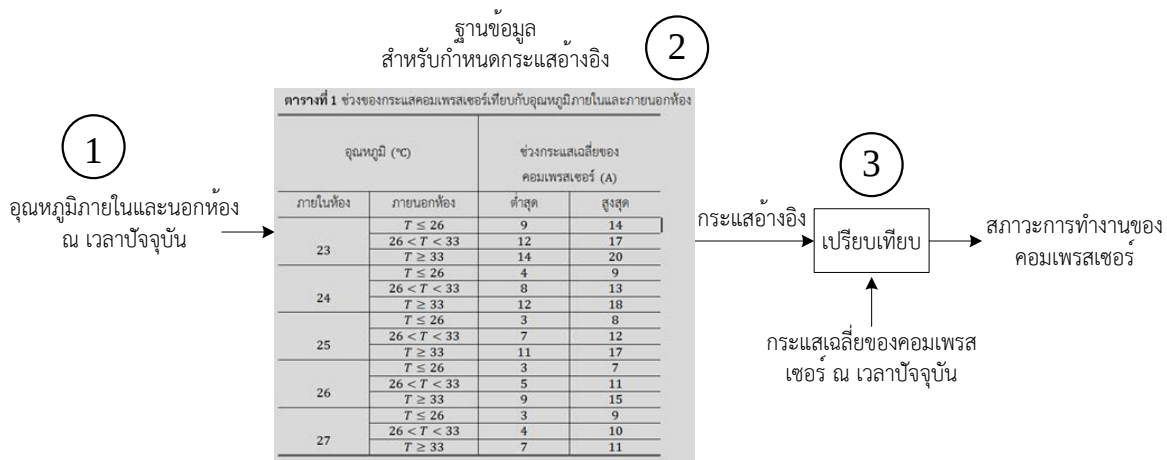
4 กระบวนการจำแนกสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนการจำแนกสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ตัวแปรในการพิจารณา คือ อุณหภูมิภายใน อุณหภูมิภายนอก กระแสคอมเพรสเซอร์ ที่ได้จากการวัด ณ เวลาปัจจุบัน และฐานข้อมูลในตารางที่ 1 โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) วัดอุณหภูมิภายในและนอกห้อง และกระแสคอมเพรสเซอร์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์ฐาน เพื่อใช้ในกระบวนการจำแนก

2) หากกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์อ้างอิง โดยนำเอาข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้องที่วัดได้จากขั้นตอนที่ 1 ค้นหาในตารางที่ 1

3) การเปรียบเทียบ กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์อ้างอิงที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ถูกเปรียบเทียบกับกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ผลลัพธ์ ถ้าหากกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันอยู่ในช่วงของกระแสอ้างอิงหมายถึงเครื่องปรับอากาศอากาศอยู่ในสภาวะการทำงานปกติ แต่ถ้าหากมากกว่าหรือต่ำกว่าช่วงของกระแสอ้างอิง หมายถึงเครื่องปรับอากาศทำงานผิดปกติ



รูปที่ 4 ระบบบ่งชี้สภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

4. ผลการวิจัย

ระบบสมองกลฝังตัวสองชุดประกอบด้วยเซนเซอร์กระแส (Sct-013-030 Non-Invasive AC Current SENSOR) ถูก

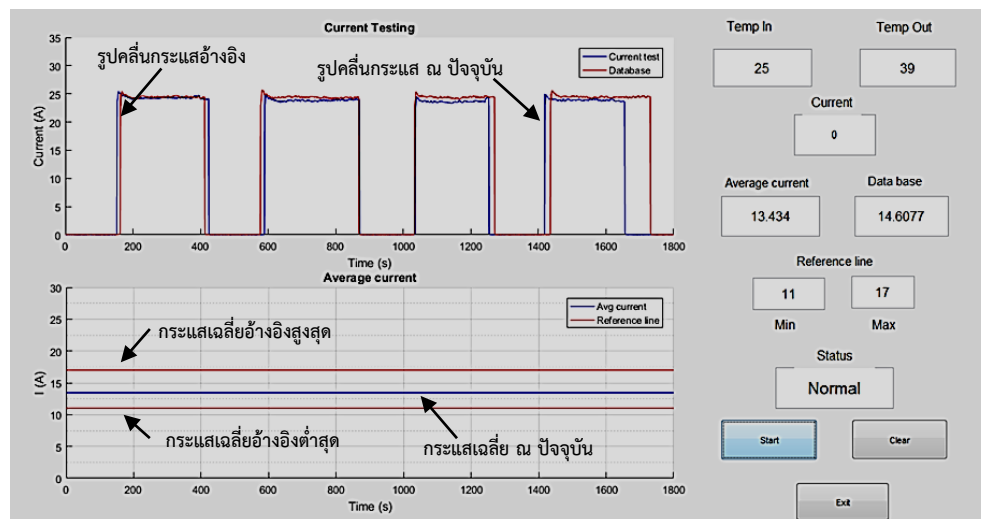
ติดตั้งเข้าที่สายไฟ (Line) ก่อนเข้าคอมเพรสเซอร์, เซนเซอร์อุณหภูมิ (LM335) สองตัวถูกติดตั้งผนังด้านนอกห้อง และช่องลมเข้าของคอยล์เย็น, บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Promini 3.3 V 8 MHz และมอดูลสื่อสาร

NRF24L01 โดยใช้ภาษา C สำหรับ Arduino ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับวัดกระแสและอุณหภูมิ พร้อมเข้ารหัสและส่งข้อมูลผ่านมอดูลสื่อสารไร้สายขนาดของห้องทดลองกว้าง 4 ยาว 4 และสูง 2.5 เมตร ผนังเป็นปูนซีเมนต์ จำนวนโหลด 10 คนเครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu. โปรแกรมแสดงผลและประมวลผลใช้ MATLAB ในเวอร์ชันทดลอง การทดสอบวิธีกาที่เสนอแบ่งเป็นสี่กรณีดังนี้

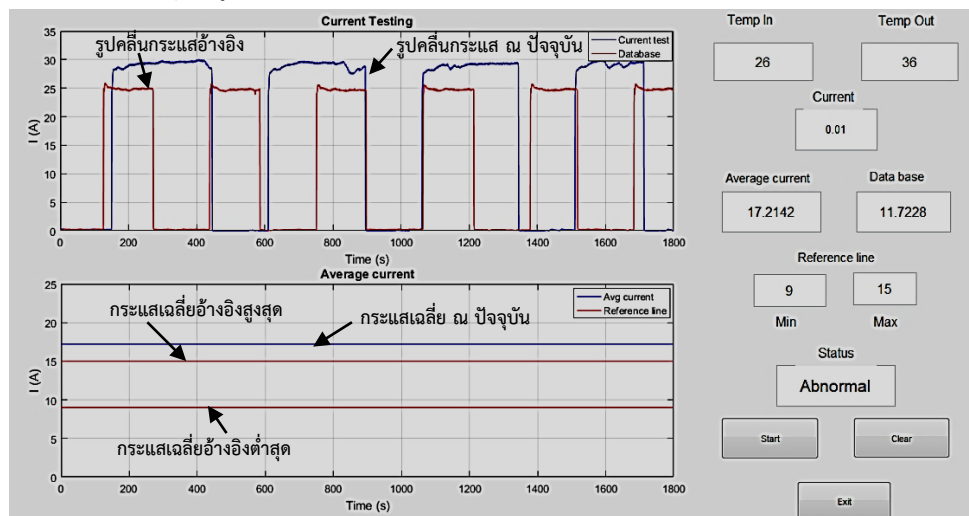
4.1 กรณีเครื่องปรับอากาศปกติ

รูปที่ 5 แสดงผลลัพธ์ของระบบเฝ้าสังเกตสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ บนหน้าต่างของโปรแกรม MATLAB ประกอบด้วยรูปคลื่นกระแส ณ เวลาปัจจุบัน

ในขณะที่เครื่องปรับอากาศกำลังทำงาน (Current testing), รูปคลื่นกระแสในฐานข้อมูล (Data base) และกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันเทียบกับกระแสเฉลี่ยอ้างอิงต่ำสุดและสูงสุดกรณีนี้ถูกทดสอบที่อุณหภูมิภายในห้อง 25°C โดยที่อุณหภูมิภายนอกห้องวัดได้ 39°C ดังนั้นระบบคัดแยกจะนำข้อมูลอุณหภูมิเหล่านี้ทำการค้นหากระแสอ้างอิงในตารางที่ 1 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ที่เครื่องปรับอากาศทำงานในสภาวะปกติอยู่ในช่วง 11-17 A ขณะที่กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบันวัดได้ 13.434 A ซึ่งอยู่ในช่วงของกระแสอ้างอิง ดังนั้นผลลัพธ์ของกระบวนการจำแนกเครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาวะการทำงานปกติ



รูปที่ 5 รูปคลื่นกระบวนการคัดแยก ณ อุณหภูมิภายใน 25°C กรณีสภาวะปกติ



รูปที่ 6 รูปคลื่นกระบวนการคัดแยก ณ อุณหภูมิภายใน 26°C กรณีแผงคอยล์ร้อนสกปรก

4.2 กรณีแผงคอยล์ร้อนสกปรก

เพื่อทดสอบระบบที่นำเสนอ แผ่นกระดาษถูกเจาะรูเล็กๆ จำนวนมาก ถูกนำมาพันแผงคอยล์ร้อน ทำให้ระบบไม่สามารถระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้ได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นคอมเพรสเซอร์ทำงานหนักมากขึ้น รูปที่ 6 แสดงผลลัพธ์ของกระบวนการจำแนก กรณีที่แผงคอยล์ร้อนสกปรก ช่วงเวลาของกระแสคอมเพรสเซอร์จะกว้างขึ้น รวมทั้งกระแสยอดคลื่นสูงขึ้น นี่ทำให้ค่าเฉลี่ยกระแสสูงผิดปกติ กรณีนี้ทดสอบที่อุณหภูมิภายในห้อง 26°C และวัดอุณหภูมิภายนอกห้องเท่ากับ 36°C ดังนั้นกระแสอ้างอิงในตารางที่ 1 ถูกบ่งชี้ว่ากระแสที่ทำงานปกติควรอยู่ในช่วง 9 - 15 A ขณะที่กระแสเฉลี่ย ณ เวลาปัจจุบันเท่ากับ 17.21 A ซึ่งมีค่ามากกว่ากระแสเฉลี่ยอ้างอิงสูงสุด ดังนั้นผลลัพธ์ของกระบวนการจำแนก เครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาวะการทำงานที่ไม่ปกติ

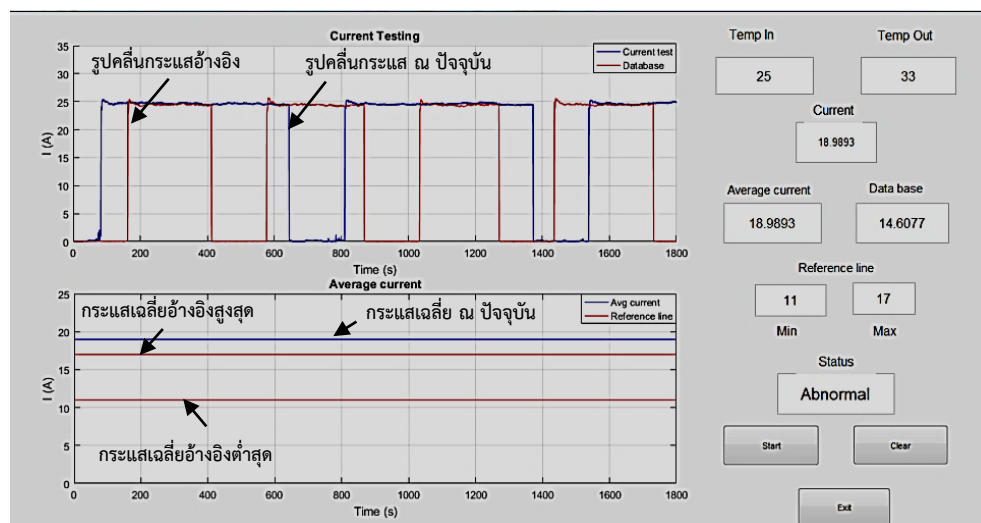
4.3 กรณีแผ่นกรองอากาศของคอยล์เย็นสกปรก

เพื่อทดสอบระบบที่เสนอ แผ่นกรองอากาศของคอยล์เย็นถูกกั้นด้วยแผ่นกระดาษเจาะรูเล็กๆ จำนวนมาก นี่ส่งผล

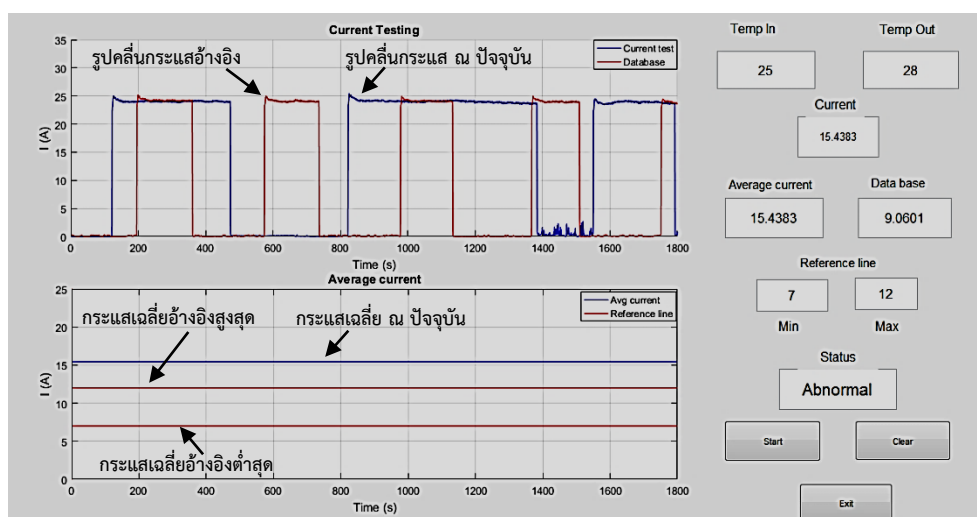
ให้อากาศที่อยู่ภายในห้องไม่สัมผัสกับคอยล์เย็น ทำให้อุณหภูมิภายในห้องสูง ดังนั้นเพื่อรักษาอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ ระบบจึงส่งสัญญาณให้คอมเพรสเซอร์ทำงานมากขึ้น รูปที่ 7 แสดงผลลัพธ์ของกระบวนการจำแนก กรณีแผ่นกรองอากาศสกปรก ส่งผลให้ช่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์มากกว่าปกติ ตัวอย่างกรณีนี้อุณหภูมิภายในห้องวัดได้ 25°C อุณหภูมิภายนอกห้องวัดได้ 33°C ดังนั้นกระแสอ้างอิงอยู่ในช่วง 11-17 A แต่กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ 18.96 A ซึ่งมากกว่ากระแสเฉลี่ยอ้างอิง นี่แสดงว่าเครื่องปรับอากาศทำงานอยู่ในสภาวะไม่ปกติ

4.4 กรณีสารทำความเย็นต่ำกว่าปกติ

การทดสอบกรณีนี้ สารทำความเย็นถูกปล่อยออกจากระบบประมาณ 20% ทำให้ประสิทธิภาพในการนำพาความร้อนออกจากห้องลดต่ำลง แต่เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้องคอมเพรสเซอร์จะทำงานมากขึ้น รูปที่ 8 แสดงผลลัพธ์ของกระบวนการคัดแยกช่วงเวลาทำงานของกระแสคอมเพรสเซอร์จะมากกว่าปกติ นี่ทำให้กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์สูงกว่า



รูปที่ 7 รูปคลื่นกระบวนการคัดแยก ณ อุณหภูมิภายใน 25°C กรณีแผงคอยล์เย็นสกปรก



รูปที่ 8 รูปคลื่นกระบวนกรัดแยก ณ อุณหภูมิภายใน 25°C กรณีสารทำความเย็นต่ำกว่าปกติ

กระแสอ้างอิง ตัวอย่างกรณีนี้อุณหภูมิภายในห้องวัดได้ 25°C อุณหภูมิภายนอกห้องวัดได้ 25°C ดังนั้นกระแสอ้างอิงอยู่ในช่วง 7 – 12 A แต่กระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ 15.43 A ซึ่งมากกว่ากระแสเฉลี่ยอ้างอิง

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เสนอระบบเฝ้าสังเกตสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยที่ระบบประกอบด้วย 1) ชุดวัดกระแสคอมเพรสเซอร์ และอุณหภูมิภายในห้อง และ 2) ชุดวัดอุณหภูมิภายในห้อง ข้อมูลเหล่านี้ถูกส่งผ่านมอดูลสื่อสารไร้สายไปยังคอมพิวเตอร์ฐาน เพื่อแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงด้วยโปรแกรม MATLAB จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบที่เสนอสามารถแสดงผลกระแสคอมเพรสเซอร์และอุณหภูมิได้อย่างถูกต้อง

นอกจากนี้ระบบที่นำเสนอยังได้ทำการพิจารณาสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ด้วยการใช้อัตราเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์อ้างอิง ที่ถูกบันทึกไว้ในขณะเครื่องปรับอากาศทำงานอยู่ในสภาวะปกติ เปรียบเทียบกับกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์ ณ เวลาปัจจุบัน จากผลการทดสอบระบบที่เสนอทั้ง 4 กรณี คือ กรณีปกติ, กรณีแผงคอยล์ร้อนและแผงคอยล์เย็นสกปรก และกรณีสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าปกติ พบว่าระบบสามารถบ่งชี้สภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้อย่างถูกต้อง

อย่างไรก็ตาม ระบบที่นำเสนอยังมีข้อจำกัด 1) ไม่สามารถบ่งชี้อาการบกพร่องของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ 2) การใช้ชุดวัดอุณหภูมิภายในห้อง เพื่อเลือกกระแสเฉลี่ยของคอมเพรสเซอร์อ้างอิง ทำให้เกิดความยุ่งยากในการนำไปใช้งานได้จริง ดังนั้นในอนาคตถ้าหากสามารถดึงข้อมูลอุณหภูมิจากรีโมทคอนโทรลของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแทนการใช้ชุดวัดอุณหภูมิ จะทำให้ง่ายในทางปฏิบัติ และ 3) การจำแนกความผิดปกติที่ใช้ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้อง และกระแสคอมเพรสเซอร์เป็นตัวแปรนั้น ถึงแม้ให้ผลลัพธ์อย่างถูกต้อง แต่ข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้อง และกระแสคอมเพรสเซอร์เป็นข้อมูลเฉพาะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและสภาพแวดล้อมที่ใช้ทดลองเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องปรับอากาศที่มีพิกัด ยี่ห้อ และสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ อย่างไรก็ตามเราสามารถนำวิธีการที่เสนอพัฒนาให้เป็นระบบอัจฉริยะที่สามารถเรียนรู้และจดจำข้อมูลอุณหภูมิภายในและนอกห้อง และกระแสคอมเพรสเซอร์ โดยให้ระบบจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลอ้างอิง เพื่อใช้ในกระบวนการจำแนกสภาวะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ภายใต้โครงการทุนอุดหนุนการวิจัยอาจารย์ทั่วไป งบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2563 ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรี อรรถพร ไชยพอ และจิราวัติ สีทอง สำหรับผลการทดลองและรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิษระ มั่งวิฑิตกุล. กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายพลังงาน สำหรับโรงงานและอุตสาหกรรม. ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย 2547. หน้า 66
- [2] Daily Gizmo. อัปเดตเทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศจากแดนปลาดิบ (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <https://www.dailygizmo.tv> [12 กันยายน 2560]
- [3] สุรศักดิ์ สวัสดิ์รักษ์กุล, ชัยพล ธงชัยสุริยกุล. โปรแกรมตรวจวัดประสิทธิภาพและควบคุม เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับการอนุรักษ์พลังงาน. *วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ* 2558; 6(1) : 122-129.
- [4] Nasution H, Jamaluddin H, Syeriff J M. Energy analysis for air conditioning system using fuzzy logic controller. *Telkomnika* 2011; 9(1) : 139-150.
- [5] Arshdeep K, Amrit K. Comparison of fuzzy logic and neuro fuzzy algorithms for air conditioning system. *International Journal of Soft Computing and Engineering* 2012; 2(1) : 417-420.
- [6] SENTREE, Products, A/C Monitoring System (Online). Available : <https://alertlabs.com> [26 May 2020].
- [7] อรรถพร ไชยพอ, จิราวดี สีสอง. การตัดแยกความผิดปกติของเครื่องปรับอากาศโดยใช้อินพุตเวลาของกระแส [ปริญญาานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2561.