

การพัฒนาระบบระบายความร้อนแบบมีการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแสดงอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ได้

Development of Cooling System with Notification Via LINE and Blynk Applications

ฉัตรมงคล หงษ์อากาศย์¹, ฤทธิชัย แดนประภรณ์², เทอดพงษ์ แดงสี³

^{1,2,3}สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
chatmongkol-h@rmutp.ac.th¹, ridtichai-d@rmutp.ac.th², therdpong.d@rmutp.ac.th³

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบระบายความร้อนสำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ โดยระบบนี้สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแสดงอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ได้ ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ 2 ตัว เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ 2 ตัว และบอร์ด Node MCU ESP 32 1 ตัว และโปรแกรมคำสั่ง เมื่อพัฒนาระบบเสร็จแล้วได้มีการทดสอบการทำงานของระบบ ด้วยการประเมินประสิทธิภาพของพัดลมและเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 30°C, 40°C และ 50°C อุณหภูมิละ 15 ครั้ง (รวม 45 ครั้ง) จากผลการทดสอบพบว่า ระบบเซ็นเซอร์สามารถตรวจวัดอุณหภูมิที่เกิดค่าที่กำหนด แล้วแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด (100%) พร้อมทั้งแสดงผลไปยังแอปพลิเคชันบลิงก์ ในขณะที่การทำงานของพัดลมมีข้อผิดพลาด 4 ครั้ง จากการทดสอบจำนวน 45 ครั้ง คิดเป็นประสิทธิภาพของระบบพัดลม 91%

คำสำคัญ : ระบบระบายความร้อน , การแจ้งเตือนด้วยไลน์ , แอปพลิเคชันบลิงก์

Abstract

This project aims to design and develop a cooling system for solving problems in the server cabinet. This system can notify via LINE application and show temperature values via Blynk. The developed system consists of 2 AC fans, 2 temperature sensors and 1 Node MCU ESP 32 board and programmable commands. When the development of the system is completed, the system has been tested. By evaluating the efficiency of fans and temperature sensors at 30°C, 40°C and 50°C 15 times each (45 times in total) From the test results, it was found that the sensor system can measure the temperature at the specified value. and notify via LINE LINE application without error (100%) and display to application link while the fan operation failed 4 times, out of 45 tests, the efficiency of the fan system was 91%.

Keywords : cooling system, LINE Notification, Blynk Application

1. บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันอาคารกระทรวงยุติธรรม มีการติดตั้งตู้เซิร์ฟเวอร์เป็นจำนวนมากภายในอาคารกระทรวงยุติธรรม โดยตู้เซิร์ฟเวอร์มีระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์และระบบต่าง ๆ ที่คล้ายกับตู้เก็บเอกสารแต่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์โดยประกอบด้วยระบบชุดโปรแกรมการจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่หลัก คือ จัดเก็บไฟล์ข้อมูลต่าง ๆ ที่พนักงานได้ทำไว้ [1] อย่างไรก็ตามปัญหาที่เกิดขึ้นภายในตู้เซิร์ฟเวอร์คือ ภายในห้องมีความร้อนสูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนส่งผลทำให้อุปกรณ์ภายในตู้เกิดความร้อน และอาจทำให้อุปกรณ์ในตู้เสียหาย

ปกติความร้อนภายในตู้มีสาเหตุมาจากการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในตู้ ซึ่งความร้อนส่วนนี้ถ้าไม่ได้รับการระบายออก อุณหภูมิในตู้จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และเมื่ออุณหภูมิภายในตู้สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกจะทำให้ความร้อนภายในตู้จะถ่ายเทลงงานความร้อนส่วนหนึ่งผ่านผนังตู้ หากภายในตู้มีอุณหภูมิสูงเกินไป (ไม่ควรเกิน 40°C) จะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง เช่น แมกเนติกฟิวส์ จากการตรวจวัดอุณหภูมิภายในตู้เซิร์ฟเวอร์พบว่า อุณหภูมิของอากาศภายในตู้มีอยู่ระหว่าง 25-30°C และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามเวลาที่มีการใช้งานอีกซึ่งมีโอกาสที่อุณหภูมิจะสูงเกินกว่า 40°C หากมีการใช้งานเป็นเวลานาน

โครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบระบายความร้อนภายในตู้เซิร์ฟเวอร์แบบมีการแจ้งเตือน โดยแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) [2] และแสดงผลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ (Blynk) [3] ที่สามารถแสดงสถานะของอุณหภูมิภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ได้

1.1 การทบทวนวรรณกรรม

อนุสรณ์ สุขเกษม [4] ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนโดยการพาของครีบบางทรงกระบอกโดยพิจารณาการไหลของอากาศผ่านครีบบที่มีค่าฟลักซ์ความร้อนที่ฐานครีบบางที่ โดยได้มีการพัฒนาระบบในส่วนระบบควบคุมการทำงานของระบบ เป็นการต่ออุปกรณ์ส่วน ควบคุมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ซึ่งมีส่วนประกอบหลักคือด้วย บอร์ด Raspberry Pi เซนเซอร์วัดอุณหภูมิตัวหนึ่งวงเวลา โดยมีการจำลองการจ่ายไฟให้แก่ปลั๊กเพื่อทำการชาร์ตแบตเตอรี่ให้กับโทรศัพท์มือถือ และเมื่อทดสอบพบว่า ระบบสามารถให้

อุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างสภาพแวดล้อมทั่วไปกับอุณหภูมิที่อยู่ใต้ระบบถ่ายเท

วิกกรม จ่านงค์จิตต์ [5] ได้ทำการ ศึกษาประสิทธิภาพการลดการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาด้วยวิธีการระบายอากาศช่องใต้หลังคา พบว่า การระบายอากาศช่องใต้หลังคามีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนไม่มากนัก โดยสามารถลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องเฉลี่ยได้ประมาณ 0.1-0.2 °C นอกจากนี้ยังมีการหาแนวทางในการออกแบบปรับปรุงเพื่อลดปริมาณความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนจากหลังคา ซึ่งพบว่า การใช้ฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ปูบนฝ้าเพดาน การใช้แผ่นอลูมิเนียมพอยล์ชนิดด้านเดียวติดแปะใต้หลังคา และการใช้ทั้งฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ปูบนฝ้าเพดานร่วมกับแผ่นอลูมิเนียมพอยล์ชนิดด้านเดียวติดใต้แปะหลังคา จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนลงมาในอาคารได้ดีกว่าการระบายอากาศในช่องใต้หลังคา

ณรงค์ วัชรเสถียร [6] ได้ทำการการพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ โดยนำแผนภูมิความสะดวกของการถ่ายเทอากาศสำหรับประเทศไทยมาประยุกต์ใช้ในการวิจัย จากแผนภูมิดังกล่าว ทำให้สามารถทำนายความเร็วลมที่ต้องการสำหรับเงื่อนไขสภาวะแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27 ถึง 37 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 50 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ พัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ปรับความเร็วลมตั้งแต่ 0.3 ถึง 3 เมตรต่อวินาที เซ็นเซอร์รับสภาวะแวดล้อมมีทั้งแบบมีสายและแบบไร้สาย ทำงานได้ 2 ระบบคือ ระบบอัตโนมัติและระบบบังคับด้วยมือ ระบบอัตโนมัติความเร็วลมถูกปรับทุก 15 วินาที ส่วนระบบบังคับด้วยมือสามารถปรับความเร็วได้ 6 ระดับ

เอกชัย ดีศิริ และคณะ [7] ได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศอัตโนมัติสำหรับห้องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงานโดยใช้การตรวจวัดออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งชุดควบคุมพัฒนาระบายอากาศประกอบไปด้วย ชุดตรวจวัดออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ชุดตรวจนับจำนวนคน ชุดตรวจวัดความเคลื่อนไหว และชุดปรับความเร็วพัดลม ในการทำงานระบบ จะเริ่มเมื่อมีคนเข้ามาในห้องโดยจะมีชุดตรวจวัดความเคลื่อนไหวด้วยอินฟราเรด เพื่อตรวจวัดจำนวนคนที่เข้าออก

ห้อง และตรวจวัดอุณหภูมิร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยส่งผลไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งให้วงจรควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์พัดลมระบายอากาศทำงาน ซึ่งสามารถปรับอัตราการระบายอากาศได้ 4 ระดับ ที่สอดคล้องกับค่ามาตรฐาน และจำนวนคนในห้อง จากการทดลองพบว่าในแต่ละระดับการระบายอากาศสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 15%

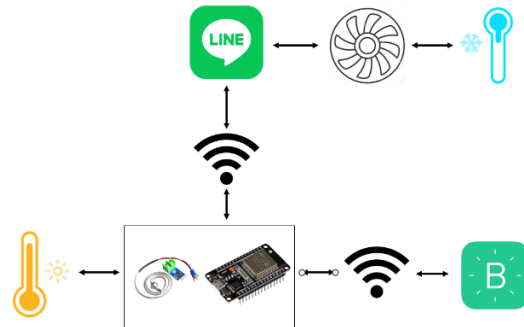
อัมรินทร์ ชูคำ และสิทธิเดช สิทธิวงศ์ [8] ได้ทำการการพัฒนาระบบระบายความร้อนภายในตู้ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบมีแฉงเตอน เพื่อทำการระบายความร้อนในตู้ MDB ด้วยพัดลม ที่นำมาติดตั้งร่วมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้เทอร์โมสตัดตรวจวัดอุณหภูมิภายในตู้ MDB ถ้าอุณหภูมิเกินที่กำหนดไว้ พัดลมจะทำงานอัตโนมัติเพื่อระบายความร้อนสะสมภายในตู้ MDB และแฉงเตอนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ไปยังเจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลระบบ โดยระบบนี้ ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิเพื่อลดการระความร้อนที่สะสมอยู่ภายใต้หลังคา ซึ่งมีจำนวน 3 ตัว เพื่อวัดอุณหภูมิภายนอกห้อง อุณหภูมิภายในห้อง และอุณหภูมิพื้นที่ใต้หลังคา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่ายังไม่มีมีการพัฒนาระบบระบายความร้อนที่สามารถตรวจสอบหรือแสดงผลอุณหภูมิได้แบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน รวมถึงยังไม่มีมีการประยุกต์ใช้ร่วมกับการส่งการแฉงเตอนอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) และบลิงก์ (Blynk) คณะผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการพัฒนาระบบระบายความร้อนขึ้น

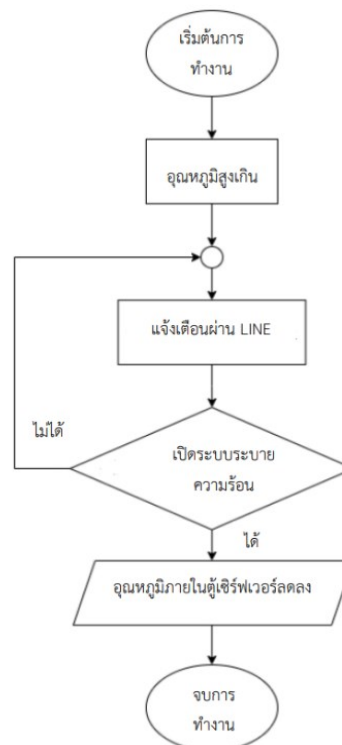
2.วิธีการวิจัย (Methodology)

งานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นด้วยอุปกรณ์หลักที่สำคัญคือ Node MCU ESP32 [9] ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ MAX6675 [10] โดยประยุกต์ใช้ระบบแฉงเตอนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ส่งข้อมูลเมื่อมีความร้อนหรืออุณหภูมิเกินค่าที่ตั้งไว้ และสามารถดูอุณหภูมิได้ตลอดเวลาผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ โดยผ่านคำสั่งโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ของระบบ ส่วนพัดลมที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้เป็นพัดลมที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ [11] สำหรับภาพรวมและหลักการทำงานของระบบ แสดงไว้ในภาพที่ 2.1 และ 2.2

เมื่อมีอุณหภูมิสูงเกินกว่าค่าที่กำหนด เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิก็จะส่งการแฉงเตอนไปที่แอปพลิเคชันไลน์โดยใช้ Node MCU ESP32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์และใช้ WIFI เป็นตัวกลางในการแฉงเตอนและแสดงผลอุณหภูมิไปยังแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อพัดลมทำงานจนอุณหภูมิภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้พัดลมก็จะหยุดทำงานดังแสดงในภาพที่ 2.1 และ 2.2



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมของระบบระบายความร้อนภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่สามารถแฉงเตอนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้



ภาพที่ 2.2 แผนผังขั้นตอนการทำงานของระบบระบายความร้อน

3. ผลการวิจัย (Results)

3.1 ผลการดำเนินการการพัฒนากระบวนการพัฒนาระบบระบายความร้อนภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ได้ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบการทำงานของระบบระบายความร้อน สมรรถนะของระบบระบายความร้อนด้วยพัดลมระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ LINE และแสดงผลอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชัน Blynk

3.1.1 ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ MAX6675 ตรวจวัดอุณหภูมิอากาศภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งได้ดำเนินการทดสอบระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ MAX6675 ตรวจวัดอุณหภูมิภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่อุณหภูมิ 30°C, 40°C, และ 50°C อย่างละ 15 ครั้ง รวม 45 ครั้ง ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ การทดลองแสดงในตารางที่ 3.1 - 3.3

3.1.2 ผลการทดสอบการทำงานของพัดลมระบายความร้อนของระบบที่พัฒนาขึ้น จากการทดสอบทั้งหมด 45 ครั้ง แสดงในตารางที่ 3.4 - 3.6 จากผลการทดสอบพบว่า การทำงานของพัดลมเมื่อระบบตรวจวัดอุณหภูมิได้แจ้งเตือนในตารางที่ 3.4 - 3.6 พัดลมจะมีการหน่วงเวลา 1-2 นาที โดยการทดสอบจำนวน 45 ครั้ง มีการหน่วงเวลาของตัวพัดลมระบายความร้อนอยู่จำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นประสิทธิภาพการทำงานของพัดลมได้ 85.0% ซึ่งระยะเวลาในการระบายอุณหภูมิความร้อนออกจากภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่อุณหภูมิ 30°C ใช้เวลาเฉลี่ย 1-2 นาที อุณหภูมิ 40°C ใช้เวลาเฉลี่ย 3-5 นาที อุณหภูมิ 50°C ใช้เวลาเฉลี่ย 5-10 นาที

ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิอากาศภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่อุณหภูมิ 30°C และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์[9] พร้อมแสดงผลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk [2]

ครั้งที่	ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ 30 °C			หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ค่าที่อ่านได้	
1	/		เกิน 31.05 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
2	/		เกิน 32.10 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
3	/		เกิน 31.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
4	/		เกิน 32.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
5	/		เกิน 32.80 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
6	/		เกิน 32.90 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
7	/		เกิน 34.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
8	/		เกิน 33.55 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
9	/		เกิน 34.20 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
10	/		เกิน 33.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
11	/		เกิน 32.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
12	/		เกิน 33.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
13	/		เกิน 32.10 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
14	/		เกิน 32.00 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
15	/		เกิน 35.15 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ

ตารางที่ 3.2 ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิอากาศภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่อุณหภูมิ 40°C และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์[9] พร้อมแสดงผลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk [2]

ครั้งที่	ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์วัดอุณหภูมิที่ 40 °C			หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ค่าที่อ่านได้	
1	/		เกิน 40.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
2	/		เกิน 41.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
3	/		เกิน 42.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
4	/		เกิน 40.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
5	/		เกิน 42.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
6	/		เกิน 43.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
7	/		เกิน 41.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
8	/		เกิน 42.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
9	/		เกิน 43.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
10	/		เกิน 41.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
11	/		เกิน 40.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
12	/		เกิน 40.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
13	/		เกิน 42.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
14	/		เกิน 42.00 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
15	/		เกิน 44.00 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิอากาศภายในเวิร์กโวลท์ที่อุณหภูมิ 50°C และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ [9] พร้อมแสดงผลอุณหภูมิแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน Blynk [2]

ครั้งที่	ผลการทดสอบระบบเซนเซอร์ที่อุณหภูมิ 50 °C			หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ค่าที่ย่านได้	
1	/		เกิน 53.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
2	/		เกิน 53.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
3	/		เกิน 51.00 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
4	/		เกิน 52.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
5	/		เกิน 53.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
6	/		เกิน 52.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
7	/		เกิน 51.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
8	/		เกิน 51.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
9	/		เกิน 53.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
10	/		เกิน 52.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
11	/		เกิน 53.25 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
12	/		เกิน 53.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
13	/		เกิน 51.00 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
14	/		เกิน 52.75 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ
15	/		เกิน 53.50 °C	ระบบแจ้งเตือนปกติ

ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบของพัดลมระบายความร้อนภายในตู้เวิร์กโวลท์ที่อุณหภูมิ 30°C

ครั้งที่	ผลการทดสอบการทำงานของพัดลม		ระยะเวลา (นาที)	หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน		
1	/		0.55	ทำงานปกติ
2	/		1.15	ทำงานปกติ
3	/		1.30	ทำงานปกติ
4	/		1.45	ทำงานปกติ
5	/		1.35	ทำงานปกติ
6		/	3.50*	มีการหน่วงเวลา
7	/		1.20	ทำงานปกติ
8	/		1.30	ทำงานปกติ
9	/		1.25	ทำงานปกติ
10	/		1.20	ทำงานปกติ
11	/		1.35	ทำงานปกติ
12	/		1.40	ทำงานปกติ
13	/		1.30	ทำงานปกติ
14	/		1.30	ทำงานปกติ
15	/		1.20	ทำงานปกติ

หมายเหตุ : อุณหภูมิเพิ่มอย่างรวดเร็วทำให้พัดลมทำงานหน่วงเวลา

*ระยะเวลารวมการหน่วงเวลาของพัดลม

ตารางที่ 3.5 ผลการทดสอบระบบระบายความร้อนภายในตู้เวิร์กโวลท์ที่อุณหภูมิ 40°C

ครั้งที่	ผลการทดสอบการทำงานของพัดลม		ระยะเวลา (นาที)	หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน		
16	/		4.25	ทำงานปกติ
17	/		3.35	ทำงานปกติ
18	/		4.20	ทำงานปกติ
19	/		4.00	ทำงานปกติ
20	/		4.10	ทำงานปกติ
21	/		3.50	ทำงานปกติ
22		/	5.30*	มีการหน่วงเวลา
23	/		4.40	ทำงานปกติ
24	/		4.25	ทำงานปกติ
25	/		4.25	ทำงานปกติ
26	/		4.30	ทำงานปกติ
27	/		4.35	ทำงานปกติ
28	/		4.20	ทำงานปกติ
29	/		4.10	ทำงานปกติ
30	/		4.10	ทำงานปกติ

หมายเหตุ : อุณหภูมิเพิ่มอย่างรวดเร็วทำให้พัดลมทำงานหน่วงเวลา

*ระยะเวลารวมการหน่วงเวลาของพัดลม

ตารางที่ 3.6 ผลการทดสอบระบบระบายความร้อนภายในตู้เวิร์กโวลท์ที่อุณหภูมิ 50°C

ครั้งที่	ผลการทดสอบการทำงานของพัดลม		ระยะเวลา (นาที)	หมายเหตุ
	ผ่าน	ไม่ผ่าน		
31	/		7.20	ทำงานปกติ
32	/		6.55	ทำงานปกติ
33	/		7.30	ทำงานปกติ
34		/	8.50*	มีการหน่วงเวลา
35	/		7.40	ทำงานปกติ
36	/		8.25	ทำงานปกติ
37	/		8.55	ทำงานปกติ
38	/		7.20	ทำงานปกติ
39	/		6.55	ทำงานปกติ
40		/	9.35*	มีการหน่วงเวลา
41	/		7.05	ทำงานปกติ
42	/		8.30	ทำงานปกติ
43	/		7.55	ทำงานปกติ
44	/		8.50	ทำงานปกติ
45	/		8.20	ทำงานปกติ

หมายเหตุ : อุณหภูมิเพิ่มอย่างรวดเร็วทำให้พัดลมทำงานหน่วงเวลา

*ระยะเวลารวมการหน่วงเวลาของพัดลม

4. การอภิปราย

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับงานวิจัยและพัฒนาระบบระบายความร้อนที่เคยมีการดำเนินการก่อนหน้านี้ พบว่างานวิจัยนี้มีความใกล้เคียงกับการพัฒนาระบบระบายความร้อนภายในตู้ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบมีการแจ้งเตือน ของ อัมรินทร์ ชูคำ และสิทธิเดช สิทธิวงศ์ [8] มากที่สุด อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่นี้ มีจุดเด่นที่แตกต่างจากการพัฒนาระบบดังกล่าวคือ นอกจากผลการทดสอบการทำงานของระบบเซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ MAX6675 ที่มีแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์จะสามารถทำงานได้ถูกต้อง 100% แล้ว ยังสามารถแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้แบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ได้ด้วย

อย่างไรก็ตาม จากผลการทดสอบการทำงานของพัดลมพบว่า สามารถทำงานและระบายความร้อนได้โดยไม่มี การหน่วยเวลาคิดเป็น 85% ซึ่งในอนาคตจำเป็นต้องแก้ไขให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

5. สรุปผล

โครงการนี้สามารถสรุปได้ดังนี้การพัฒนาระบบระบายความร้อนภายในตู้เซิร์ฟเวอร์ที่สามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์และแสดงอุณหภูมิผ่านแอปพลิเคชันบลิงก์ได้สามารถแจ้งเตือนค่าที่วัดได้ด้วยเซนเซอร์วัดอุณหภูมิได้อย่างมีประสิทธิภาพ (100 %) อย่างไรก็ตามพบว่าการทำงานของพัดลมยังมีการหน่วงเวลา จึงควรมีการการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุน

7. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] Net way. 2564 Server คืออะไร เข้าถึงได้จาก : Server คืออะไรและทำไมองค์กรสมัยใหม่จึงต้องเลือกตำแหน่งที่อยู่ของ Server ให้ปลอดภัยที่สุด (netway.co.th)

[2] LINE. 2554. รับการแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสทาง LINE. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <https://notify-bot.LINE.me/th>, 12 กันยายน 2564

[3] เริ่มต้น IoT App ด้วย Blynk เข้าถึงได้จาก : เริ่มต้น IoT App ด้วย Blynk – ThaiEasyElec's Blog

[4] อนุสรณ์ สุขเกษม การศึกษาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนโดยการพาของครีบทรงทรงกระบอก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Mech_Eng/Anusorn_S.pdf

[5] วิกรม จำนงค์จิตต์ ประสิทธิภาพของการออกแบบการระบายอากาศช่องใต้หลังคาเพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากหลังคา. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/12187>

[6] ณรงค์ วัชรเสถียร การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : https://kukrdb.lib.ku.ac.th/proceedings/kucon/search_detail/result/7903

[7] เอกชัย ดีศิริ, ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี และ ปราภฤต เหลียงประดิษฐ์ การพัฒนาระบบควบคุมการระบายอากาศอัตโนมัติสำหรับห้องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงานโดยใช้การตรวจวัดออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริญญาณี พันธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

[8] อัมรินทร์ ชูคำ และสิทธิเดช สิทธิวงศ์ การพัฒนาระบบระบายความร้อนภายในตู้ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบมีการแจ้งเตือน ปริญญาณี พันธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมนวัตกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร 2563

[9] ESP32 เบื้องต้น :: บทที่ 1 แนะนำ ESP32. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.artronshop.co.th/article/51/esp32-เบื้องต้น-บทที่-1-แนะนำ-esp32>

[10] AnalogRead <https://www.analogread.com/product/555/temperature-sensor-set-max6675-module-and->

thermocouple-type-k-0-600-c--ซี ต เซน เซอร์ วัต
อุณหภูมิ-เทอร์โม

- [11] Oriental Motor. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :
<https://www.orientalmotor.co.th/om/technical/cooling-fans/cooling-fan-structure-overview.html>