

การออกแบบระบบ IoT สำหรับตรวจวัดและวิเคราะห์อัตราการไหลของอากาศชุด AHU เพื่อการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

Design of an IoT-Based System for Monitoring and Analyzing Airflow Rate in AHU Units for Preventive Maintenance

ธนภัทร พรหมวัฒนภักดี^{1*} และ เกียรติศักดิ์ สกุลพันธ์²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม Thanapat.pr@spu.ac.th*

²สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม Kiattisak.sa@spu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการสร้างและประยุกต์ใช้ระบบตรวจวัดความเร็วลมเพื่อหาอัตราการไหลของอากาศของเครื่องส่งลมเย็นแบบ AHU (Air Handling Unit) โดยใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เชื่อมต่อกับชุดเซนเซอร์วัดความเร็วลม(SSWN01) ที่ให้ค่าเป็นแรงดันไฟฟ้าเพื่อคำนวณค่าความเร็วลมในหน่วยเมตรต่อวินาที (m/s) และแปลงเป็นหน่วยฟุตต่อนาที (FPM) พร้อมแสดงผลผ่านหน้าจอ OLED และส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์เข้าสู่ Google Sheets ด้วย HTTP Protocol ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถประมวลผลและแสดงผลค่าแรงดัน ความเร็วลมและสถานะของอัตราการไหลของอากาศได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีการกำหนดเกณฑ์การแจ้งเตือนเมื่อค่า FPM ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (เช่น ต่ำกว่า 400 FPM) เพื่อใช้เป็นตัวชี้วัดความผิดปกติของการทำงานในระบบ AHU ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำไปวิเคราะห์และแสดงผลผ่าน Dashboard บน Looker Studio เพื่อให้สามารถตรวจสอบค่าแนวโน้มการทำงานของระบบได้อย่างสะดวกและเข้าใจง่าย

จากการทดสอบการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำในการวัดค่าความเร็วลมที่จำลองขึ้นและสามารถนำไปต่อยอดเพื่อประยุกต์ใช้ในระบบจริงสำหรับอาคารสำนักงานหรือโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการตรวจสอบการทำงานและประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ AHU ได้ในอนาคต

คำสำคัญ: อัตราการไหลของอากาศ, เครื่องส่งลมเย็น, ส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์

Abstract

This article aims to present the development and application of a system for monitoring the airflow rate of an Air Handling Unit (AHU) using an ESP32 microcontroller board connected to an air velocity sensor(SSWN01). The system calculates air velocity in meters per second (m/s), converts it to feet per minute (FPM), and displays the results on an OLED screen. It also transmits real-time data to Google Sheets via the HTTP protocol. The developed system can continuously process and display pressure values, air velocity, and airflow status. An alert threshold is set to notify users when the FPM value falls below the standard level (e.g., below 400 FPM), serving as an indicator of potential AHU system malfunctions. All data is analyzed and visualized on a dashboard using Looker Studio, allowing users to conveniently monitor and understand system performance trends.

Testing results indicate that the system operates efficiently, demonstrates accuracy in simulated measurements, and has the potential for real-world application in office buildings or industrial facilities requiring performance monitoring of AHU systems.

Keywords: Air Flow Rate, Air Handling Unit, Transmits real-time data

1. บทนำ

ในการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารขนาดใหญ่ เช่น อาคารสำนักงาน โรงพยาบาล หรือโรงงานอุตสาหกรรม มักเลือกใช้เครื่องส่งลมเย็นแบบ AHU (Air Handling Unit) เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดย AHU ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การกรองฝุ่น และการจ่ายลมเย็นให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการใช้งาน การทำงานของ AHU จะมีประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ หนึ่งในนั้นคือ อัตราการไหลของอากาศ (Air Flow Rate) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการแลกเปลี่ยนความร้อน การกระจายความเย็น และการใช้พลังงาน[1],[4]

อย่างไรก็ตาม ในหลายหน่วยงานกลับขาดระบบตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลอัตราการไหลของอากาศอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หรือประเมินประสิทธิภาพของ AHU ได้อย่างแม่นยำ หากอัตราการไหลของอากาศไม่เหมาะสม เช่น ต่ำกว่าค่าที่ออกแบบไว้ อาจส่งผลให้การระบายความร้อนไม่มีประสิทธิภาพ เกิดปัญหาอากาศไม่เย็นเพียงพอ หรืออาจใช้พลังงานสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น ในระยะยาวอาจกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

ดังนั้นการพัฒนาและติดตั้งระบบสำหรับตรวจวัดและวิเคราะห์อัตราการไหลของอากาศของ AHU อย่างต่อเนื่องจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสามารถเชื่อมต่อกับระบบ IoT หรือ Cloud ได้ ก็จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเฝ้าระวัง ติดตาม และประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การศึกษานี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบวัดอัตราการไหลของอากาศใน AHU ที่สามารถเก็บและส่งข้อมูลเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการประหยัดพลังงาน การซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน และการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการทำงานของเครื่องส่งลมเย็นแบบ AHU และระบบน้ำเย็น (Chilled Water System)

เครื่องส่งลมเย็นแบบ AHU (Air Handling Unit) เป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบปรับอากาศที่ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และคุณภาพ

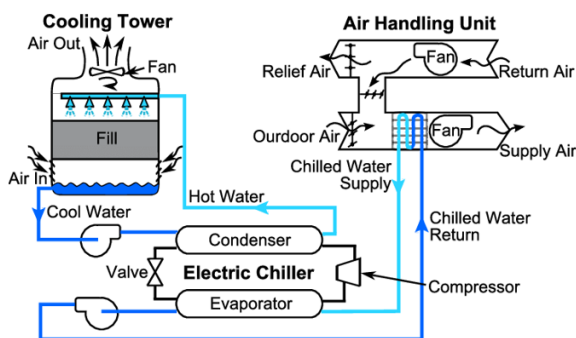
อากาศภายในอาคาร โดยทำงานผ่านการไหลของอากาศจากภายนอกและภายในอาคารผ่านกระบวนการกรอง การทำความเย็น หรือการให้ความร้อน ก่อนส่งอากาศกลับเข้าสู่พื้นที่ใช้งานอีกครั้ง

องค์ประกอบหลักของ AHU ประกอบด้วย พัดลม คอยล์เย็น (Cooling Coil) คอยล์ร้อน (Heating Coil) แผ่นกรองอากาศ (Filter) และระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยเฉพาะส่วนของคอยล์เย็นนั้นมีความสำคัญในการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศกับของเหลวที่เย็น ซึ่งเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิของลมที่จ่ายออกไปยังห้องต่าง ๆ ตามรูปที่ 1 และ 2

ในระบบ AHU ที่ใช้ร่วมกับ ระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) จะมีการเชื่อมต่อกับเครื่องผลิตน้ำเย็นที่เรียกว่า Chiller ซึ่งผลิตน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 6–7°C ส่งผ่านท่อน้ำไปยังคอยล์เย็นของ AHU เพื่อดูดซับความร้อนจากอากาศ ระบบน้ำเย็นนี้จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ เช่น Chiller, ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump), ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Supply/Return), และ Cooling Tower ตามรูปที่

ประสิทธิภาพของการแลกเปลี่ยนความร้อนใน AHU ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของลมผ่านคอยล์เย็น รวมถึงอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ไหลเวียนอยู่ใน ท่อลมที่ไหลผ่านเร็วเกินไป อาจทำให้อากาศไม่เย็นพอ ขณะที่ถ้าลมไหลช้าเกินไป อาจเกิดการสะสมความชื้นและลดประสิทธิภาพของระบบ

ดังนั้น การควบคุมและตรวจสอบ ความเร็วลม (FPM) ที่ผ่านคอยล์เย็นจึงเป็นหัวใจสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของ AHU การออกแบบและติดตั้ง AHU จะพิจารณาตามประเภทของพื้นที่ใช้งาน เช่น อาคารสำนักงาน ห้องประชุม ห้องเรียน หรือฟู้ดคอร์ท โดยเน้นการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และคุณภาพอากาศให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร



รูปที่ 1 แสดง Chilled water system Diagram
ที่มา : American Control Conference, 2012

2.2 เซนเซอร์วัดความเร็วลม

การตรวจวัดความเร็วลมสามารถใช้เซนเซอร์ได้หลายชนิด [7],[8] โดยมีคุณสมบัติแตกต่างกันดังนี้

- FS3000-1015 (Renesas) เซนเซอร์แบบ MEMS ที่ให้สัญญาณดิจิทัลผ่าน I²C มีความแม่นยำสูง และสามารถวัดความเร็วลมในช่วง 0–15 m/s เหมาะสำหรับงานภายในอาคารและใช้งานร่วมกับ ESP32 ได้สะดวก
- RS-FS-N01 เป็น Anemometer แบบถ่วงหมุนที่ใช้การสื่อสารแบบ RS485 (Modbus RTU) เหมาะสำหรับสภาพแวดล้อมภายนอกหรือพื้นที่ที่ต้องการความทนทานสูง
- SSWN01 เป็นชุดเซนเซอร์แบบ Analog วัดความเร็วลมแบบความถี่ที่ใช้เทคนิคในการวัดความเร็วลมที่เรียกว่าเทคนิค “Hot-Wire” Technique

การเลือกเซนเซอร์ควรคำนึงถึงความแม่นยำ ความง่ายในการเชื่อมต่อความเหมาะสมกับพื้นที่ติดตั้ง และความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อม

2.3 ทฤษฎีความเร็วลม (Air Velocity)

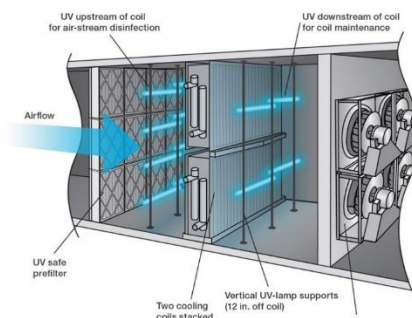
ความเร็วลม (Air Velocity) หมายถึงความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านพื้นที่หนึ่ง ซึ่งมีหน่วยวัดเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) หรือฟุตต่อนาที (Feet per Minute : FPM) โดยสามารถแปลงค่าจาก m/s เป็น FPM ได้โดยใช้สมการที่ 1

$$FPM = m/s \times 196.85 \quad (1)$$

โดยที่

Velocity (m/s) = ความเร็วลมที่วัดได้จากเซนเซอร์ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที

FPM (Feet per Minute) คือหน่วยวัดความเร็วลมที่แสดงเป็นฟุตต่อหนึ่งนาที โดยหน่วยนี้ถือเป็นมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ตามข้อกำหนดของ ASHRAE ซึ่งช่วยให้ประเมินการไหลของอากาศและออกแบบระบบปรับอากาศได้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล



รูปที่ 2 แสดงทิศทางการไหลของลม
ที่มา : AMCA inmotion Magazine, 2020

ความเร็วลมเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของ AHU โดยเฉพาะบริเวณหน้าคอยล์เย็น ซึ่งต้องควบคุมไม่ให้ความเร็วลมสูงหรือต่ำเกินไปจากมาตรฐาน เนื่องจากอาจเกิดปัญหา เช่น ความชื้นสะสม เสี่ยงรบกวน หรือประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนลดลง

2.4 มาตรฐานความเร็วลม (FPM) ตาม ASHRAE

ASHRAE Standard 62.1 และ 90.1 [5],[6] ได้กำหนดค่าความเร็วลมที่เหมาะสมในแต่ละตำแหน่งของระบบ AHU ตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 มาตรฐานความเร็วลม (FPM) ตาม ASHRAE Standard

ตำแหน่งในระบบ AHU	ความเร็วลมที่แนะนำ (FPM)
คอยล์เย็น (Cooling Coil)	400–500
คอยล์ร้อน (Heating Coil)	500–800
ท่อจ่ายลมหลัก (Main Supply Duct)	1,000–1,600
ท่อย่อย (Branch Duct)	600–1,000
ท่อ Return Air	800–1,200
ปากจ่ายลม (Diffuser)	400–700

2.5 ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)

ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller System) คือระบบอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่สามารถประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง (CPU), หน่วยความจำ (RAM/Flash), อินพุต-เอาต์พุต (I/O Ports) [3] และวงจรการสื่อสาร เช่น UART, I2C หรือ SPI ซึ่งสามารถต่อใช้งานกับเซนเซอร์และอุปกรณ์ส่งสัญญาณได้โดยตรง [2]

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้งานด้าน IoT ได้แก่ ESP8266 และ ESP32 ซึ่งมีจุดเด่นที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่าย Wi-Fi ได้ในตัว มีขนาดเล็ก ราคาประหยัด และสามารถเขียนโปรแกรมผ่านแพลตฟอร์ม Arduino IDE ได้อย่างสะดวก

อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) หมายถึงการเชื่อมโยงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถสื่อสารและส่งข้อมูลกันได้อย่างอัตโนมัติ โดยในระบบอัตโนมัติการไหลของลมจะมีการนำข้อมูลจากเซนเซอร์ที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งขึ้นแพลตฟอร์ม Cloud เช่น

- **Thing Speak** บริการ Cloud ฟรีจาก MathWorks ที่สามารถบันทึก แสดงผล และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-Time ผ่าน Dashboard
- **Blynk** แพลตฟอร์ม IoT ที่เหมาะกับผู้เริ่มต้น สามารถสร้างแอปมือถือเพื่อดูค่าจากเซนเซอร์ได้ทันที
- **Firebase / MQTT** ใช้ในระบบที่ต้องการความยืดหยุ่นสูงหรือเชื่อมโยงกับระบบแจ้งเตือนและฐานข้อมูลขนาดใหญ่

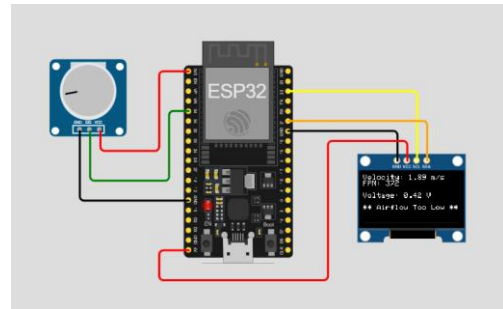
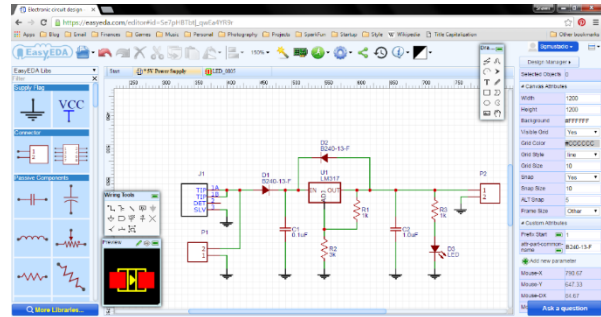
ในบริบทของโครงการนี้ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์และ IoT ช่วยให้สามารถวัดอัตราการไหลของลมจาก AHU แล้วแสดงผลข้อมูลทางไกลได้แบบเรียลไทม์ โดยไม่จำเป็นต้องเข้าถึงหน้าจอโดยตรง สามารถใช้ในการแจ้งเตือนเมื่อค่าที่วัดได้ออกนอกขอบเขตที่กำหนด หรือใช้ในการวางแผนซ่อมบำรุงเชิงป้องกันอย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบและทดสอบ

3.1 ออกแบบระบบวัดความเร็วลมด้วยโปรแกรม Wokwi

ในการออกแบบระบบวัดความเร็วลมครั้งนี้ ได้ใช้ โปรแกรม Wokwi ซึ่งเป็นเครื่องมือจำลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ (Online Circuit Simulator) รูปที่ 3 เพื่อจำลองการทำงานของระบบก่อนนำไปสร้างจริง ช่วยลดเวลาในการทดลอง และลดข้อผิดพลาดจากการต่อวงจรจริง โดยมีขั้นตอนในการทำงานดังนี้

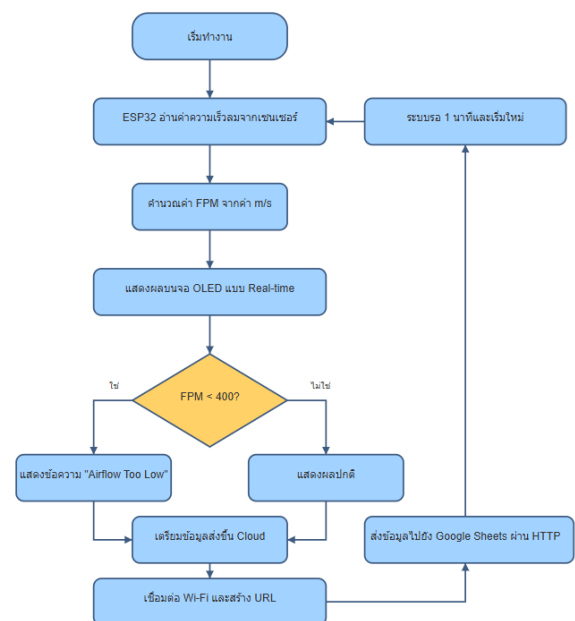
- (1) ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์วัดความเร็วลม(SSWN01) ซึ่งส่งข้อมูลแบบ Digital ผ่านบัส I2C โดยให้ค่าความเร็วลมในหน่วย m/s
- (2) โปรแกรม Wokwi กับเซนเซอร์วัดความเร็วลม(SSWN01) เพื่อแทนสัญญาณความเร็วลม และต่อเข้ากับ ESP32
- (3) เชื่อมต่อวงจรระหว่าง ESP32, เซนเซอร์วัดความเร็วลม(SSWN01) และจอ OLED ผ่านบัส I2C
- (4) เขียนโปรแกรมบน Arduino IDE ใน Wokwi เพื่ออ่านค่า Analog (จำลองความเร็วลม)
- (5) แสดงค่าความเร็วลมบนจอ OLED แบบเรียลไทม์ พร้อมระบบแจ้งเตือนกรณี FPM ต่ำกว่า 400 โดยแสดงข้อความ "Airflow Too Low"
- (6) ทดสอบระบบทั้งหมดผ่าน Wokwi เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องก่อนสร้างต้นแบบจริง



รูปที่ 3 อุปกรณ์และเซนเซอร์ที่ใช้ในการทดลองในโปรแกรมจำลอง Wokwi

3.2 ออกแบบระบบวัดความเร็วลม ด้วยโปรแกรม Wokwi

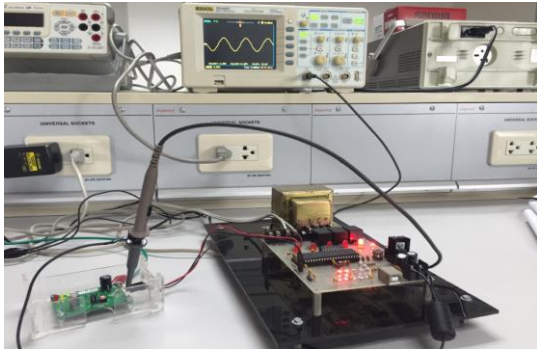
ในงานวิจัยนี้ ได้มีการออกแบบระบบให้สามารถบันทึกค่าความเร็วลมที่ตรวจวัดได้จากเซนเซอร์วัดความเร็วลม (SSWN01) ซึ่งเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่พัฒนาขึ้น และส่งต่อข้อมูลดังกล่าวไปยัง Google Sheets ในรูปแบบเรียลไทม์ ข้อมูลที่ได้รับสามารถนำไปใช้สำหรับการติดตาม วิเคราะห์ และบันทึกประวัติการทำงานของเครื่องส่งลมเย็น (AHU) ได้จากระยะไกลอย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนการทำงาน จึงได้จัดทำแผนผังลำดับขั้นตอน (Flowchart) ตามที่ปรากฏในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนผัง Flowchart ของโปรแกรมที่กำหนดไว้

3.3 การทดสอบและผลการดำเนินงาน

การทดสอบการทำงานของชุดระบบวัดความเร็วลมเพื่อวัดค่าและส่งข้อมูลดังกล่าวไปยัง Google Sheets แบบเรียลไทม์และเพื่อจำลองเหตุการณ์เมื่อมีความเร็วลมของ AHU เพิ่มขึ้นหรือลดลง ตามรูปที่ 5 ก่อนไปติดตั้ง



รูปที่ 5 การทดสอบการทำงานของชุดระบบวัดความเร็วลม

จากผลการทดลองตามตารางที่ 2 จากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันไฟฟ้า (V) ที่ได้จากเซ็นเซอร์วัดความเร็วลม(SSWN01) กับการแปลงค่าความเร็วลมที่ (m/s) และค่าที่แปลงเป็น FPM (Feet per Minute) โดยใช้ ESP32 ซึ่งมีช่วงแรงดัน ADC input 0-3.3V และความละเอียด 12-bit (0-4095) และตารางที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จาก Anemometer แบบมาตรฐานกับเซ็นเซอร์วัดความเร็วลมที่นำมาใช้ วัดความเร็วลมและอุณหภูมิด้วย Sensor วัดความเร็วลมเอาท์พุทแบบอนาล็อก วัดความเร็วลมแบบความร้อนที่ใช้เทคนิคในการวัดความเร็วลมที่เรียกว่าเทคนิค “Hot-Wire” Technique ซึ่งผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกันสามารถนำไปใช้งานได้จริง

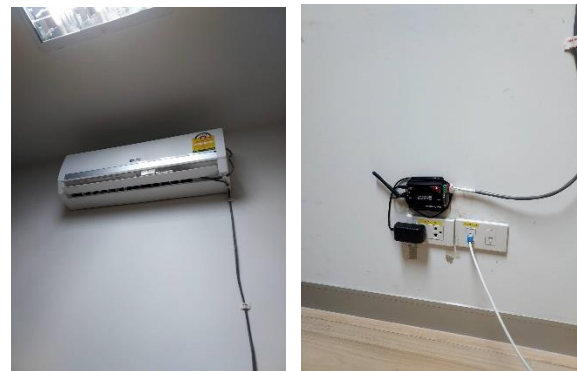
จากนั้นได้ทดลองนำไปติดตั้งจริงกับชุดปรับอากาศแบบ Split Type รูปที่ 6 ที่มีอยู่ในสำนักงานเพื่อทดสอบการทำงานของระบบการที่กล่าวมาและในอนาคตต่อไปจะนำไปติดตั้งใช้งานจริงกับชุด AHU ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการและนำเสนอผลต่อไป

ตารางที่ 2 ตารางความสัมพันธ์ เซ็นเซอร์วัดความเร็วลม → ความเร็วลม (m/s) → FPM

ค่า ADC (0-4095)	แรงดัน (V)	ความเร็วลม (m/s)	ค่า FPM (×196.85)
0	0.00	0.00	0.00
341	0.275	1.25	246
682	0.55	2.50	492
1023	0.825	3.75	738
1365	1.10	5.00	984
2048	1.65	7.50	1,476
2731	2.20	10.0	1,969
3413	2.75	12.5	2,460
4095	3.30	15.0	2,953

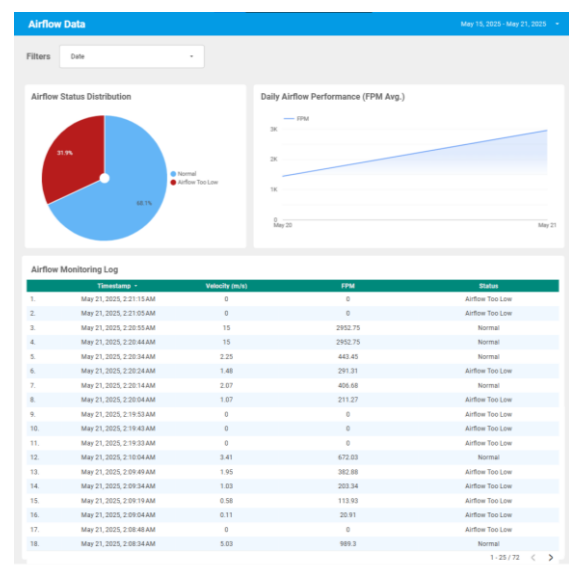
ตารางที่ 3 ค่าที่ได้จาก Anemometer เทียบกับค่าที่ได้จาก เซ็นเซอร์วัดความเร็วลม

ค่าความเร็วลมที่ได้จากเครื่องวัด Anemometer (m/s)	ค่า FPM1	แรงดันที่ได้เซ็นเซอร์ (V)	ความเร็วลมที่เซ็นเซอร์ (m/s)	ค่า FPM2	% Error
3.86	760	0.849	3.78	740	2.63
3.40	669	0.748	3.47	683	2.09
3.32	654	0.731	3.37	663	1.38
2.78	547	0.612	2.92	571	4.34
2.25	442	0.425	2.18	426	3.62

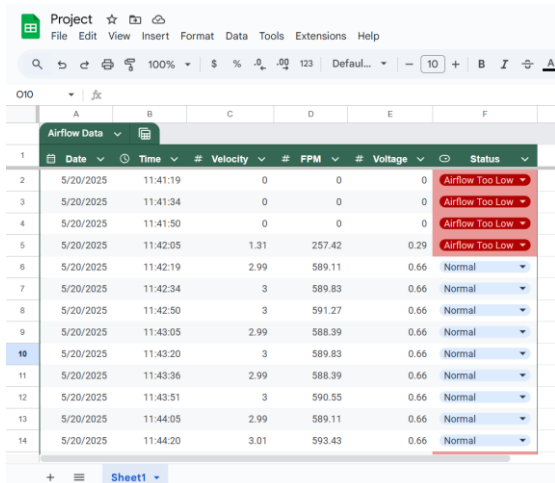


รูปที่ 6 การติดตั้งทดสอบการทำงานของชุดระบบวัดความเร็วลม

การส่งข้อมูลที่เซ็นเซอร์วัดได้ส่งไปยังระบบ cloud เป็นไปตามที่กำหนด โดยส่งข้อมูลไปยัง Google Sheets และได้นำข้อมูลที่ได้นำไปต่อยอดด้วยการทำ Dashboard ใน Looker Studio เพื่อให้ดูข้อมูลได้ง่ายขึ้นตามรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 7 ข้อมูล Dashboard ใน Looker Studio



	Date	Time	Velocity	FPM	Voltage	Status
2	5/20/2025	11:41:19	0	0	0	Airflow Too Low
3	5/20/2025	11:41:34	0	0	0	Airflow Too Low
4	5/20/2025	11:41:50	0	0	0	Airflow Too Low
5	5/20/2025	11:42:05	1.31	257.42	0.29	Airflow Too Low
6	5/20/2025	11:42:19	2.99	589.11	0.66	Normal
7	5/20/2025	11:42:34	3	589.83	0.66	Normal
8	5/20/2025	11:42:50	3	591.27	0.66	Normal
9	5/20/2025	11:43:05	2.99	588.39	0.66	Normal
10	5/20/2025	11:43:20	3	589.83	0.66	Normal
11	5/20/2025	11:43:36	2.99	588.39	0.66	Normal
12	5/20/2025	11:43:51	3	590.55	0.66	Normal
13	5/20/2025	11:44:05	2.99	589.11	0.66	Normal
14	5/20/2025	11:44:20	3.01	593.43	0.66	Normal

รูปที่ 8 ข้อมูลจากการวัดที่ส่งไปยัง Google Sheets

4. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการพัฒนาระบบตรวจวัดความเร็วลมของเครื่องส่งลมเย็น (AHU) โดยประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับเซนเซอร์วัดความเร็วลม SSWN01 ซึ่งสามารถตรวจวัดและส่งค่าข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ โดยมีการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลบน Google Sheets และนำเสนอผลผ่าน Looker Studio เพื่อการวิเคราะห์แนวโน้มการทำงานของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังออกแบบระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติในกรณีที่ค่าความเร็วลมต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 400 FPM เพื่อให้สามารถตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้อย่างทันท่วงที

ผลการทดสอบเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำในการตรวจวัดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน อีกทั้งยังมีศักยภาพในการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง เช่น อาคารสำนักงานหรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะประโยชน์ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ลดโอกาสการเกิดความเสียหายของระบบ และช่วยสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ระบบมีความสมบูรณ์และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างยั่งยืนในทางปฏิบัติ ควรมีการพัฒนาต่อยอดในหลายประเด็น ได้แก่ การพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการแสดงผลและการแจ้งเตือน เพื่อเพิ่มความสะดวกและความคล่องตัวในการติดตามข้อมูล การทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริงและต่อเนื่องในระยะยาวเพื่อประเมินความเสถียรและความทนทาน ตลอดจนการศึกษาความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนและผลตอบแทนด้านการประหยัดพลังงาน ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการนำระบบดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในเชิงอุตสาหกรรมและเชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

5. กิตติกรรมประกาศ

ทีมผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณอาจารย์และบุคลากรจากสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ได้ให้คำแนะนำ ความรู้ และคำปรึกษาอย่างใกล้ชิดตลอดระยะเวลาการดำเนินโครงการ รวมทั้งได้ให้การสนับสนุนด้านทรัพยากร วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือที่จำเป็นต่อการทดลองและการทดสอบระบบ นอกจากนี้ทีมผู้วิจัยยังขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ได้ให้การสนับสนุนทั้งในด้านสถานที่ ห้องปฏิบัติการ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ที่เอื้ออำนวยต่อการดำเนินงานวิจัย อีกทั้งยังสร้างบรรยากาศ

แห่งการเรียนรู้และการวิจัยที่เหมาะสม ส่งผลให้โครงงานวิจัยฉบับนี้สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ผศ.สุรพล พุกพานิช, "หลักการและระบบการปรับอากาศ", พิมพ์ครั้งที่ 2, สถานที่พิมพ์ : หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ , 2529.
- [2] รศ. ยืน ภู่วรวรรณ, "ทฤษฎีและการงานอิเล็กทรอนิกส์ ", เล่มที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 14 สถานที่พิมพ์: บริษัท ซีอีดูเคชั่น จำกัด ,2530.
- [3] ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์" , พิมพ์ครั้งที่ 1 สถานที่พิมพ์: บริษัท ประชาชน จำกัด ,2540.
- [4] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, "มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ" ,พิมพ์ครั้งที่ 2, ตุลาคม 2552.
- [5] ASHRAE, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality", ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019, 2019.
- [6] ASHRAE. "Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers", ASHRAE Handbook,2021.
- [7] Wisse, J. A., 'A Philosophy for Teaching Wind in the Built Environment', Energy and Buildings, 11(1), p. 157–161, 1988.
- [8] Watkins, S, Mousley, P. D. and Hooper, J. D. 'Measurement of fluctuating flows using multi-hole probes', Proceedings of the 9th International Congress of Sound and Vibration, Orlando, Florida, USA, 2002.



ธนภัทร พรหมวัฒน์กักดี สำเร็จการศึกษาปริญญาโท: วิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม



เกียรติศักดิ์ สุกุลพันธ์ สำเร็จการศึกษาปริญญาเอก: วิศวกรรมอุตสาหการและเทคโนโลยีการผลิต, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ปัจจุบันดำรงตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม