ระบบมอนิเตอร์อัจฉริยะและคลังข้อมูลคลาวด์สำหรับการจัดการระบบอากาศ

Monitor and data locker for air management system

คมกริช แสงสุรินทร์[1*], ธนากร วิไล[2], ศราวุธ ยอดมูลดี[3] และ นพรัตน์ งามพ้อง[4]

Komgrit Sangsurin[1*], Thanakorn Wilai[2], Sarawut yodmundee[3] and Nopparat Ngamphong[4]

[1,2,3,4]สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 2 จังหวัดเชียงราย 57000*

[1,2,3,4]Field of Electrical Technology, Chiangrai Technical College, Institute of Vocational education : Northern Region 2, Chiangrai, 57000*

Received : 2026-01-24 Revised : 2026-04-21 Accepted : 2026-04-23

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบ AMS (Air Management System) และตรวจสอบค่าสถานะแรงดันลมผ่านหน้าจอมอนิเตอร์ โดยใช้ IRIV PiControl แทนระบบ SCADA ที่มีต้นทุนสูง วิธีการวิจัยประกอบด้วยการติดตั้ง IRIV PiControl เชื่อมต่อกับระบบ AMS พัฒนาอินเทอร์เฟซผ่าน Node-Red, Influx DB และ Grafana และเก็บข้อมูลแรงดันลม อัตราการไหล อุณหภูมิ และสถานะเครื่องจักรเป็นเวลา 21 วัน ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถบันทึกข้อมูลได้สูงสุด 99.2% ค่าขาดหาย 0.8% จากการรบกวนสัญญาณ ทำงานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง 50 นาทีต่อวัน ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ±0.3% อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ระบบ AMS สามารถลดอัตราการไหลของลมในโหมด Standby ได้อย่างมีนัยสำคัญ ช่วยลดการใช้พลังงาน และสามารถแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์แทนระบบ SCADA ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : AMS (Air Management System), Data logger, IRIV PiControl

Abstract

This research aimed to study the efficiency of an Air Management System (AMS) for monitoring air pressure status via a monitor screen, using IRIV PiControl as a cost-effective alternative to SCADA for real-time data recording and display. IRIV PiControl was installed and connected to the AMS, with a display interface developed using Node-Red, Influx DB, and Grafana. Data on air pressure, flow rate, temperature, and machine status were collected over 21 days. Results showed a maximum data recording efficiency of 99.2%, with 0.8% loss from signal interference, continuous operation of 8 hours 50 minutes per day, and an average error of ±0.3%, within acceptable industrial limits. The AMS significantly reduced airflow in standby mode, lowering energy consumption, and effectively replaced the SCADA system for real-time data display.efficiency of 99.2%, with 0.8% loss from signal interference, continuous operation of 8 hours 50 minutes per day, and an average error of ±0.3%, within acceptable industrial limits. The AMS significantly reduced airflow in standby mode, lowering energy consumption, and effectively replaced the SCADA system for real-time data display.

Keywords : AMS (Air Management System), Data logger, IRIV PiControl

1.บทนำ

AMS (Air Management System) เป็นระบบที่ควบคุมและแยกการจ่ายอากาศอัดไปยังเครื่องจักรโดยอัตโนมัติ โดยสร้างข้อมูลความดัน อัตราการไหล และอุณหภูมิ

*คมกริช แสงสุรินทร์

E-mail address : komgrit.ete@gmail.com

เพื่อกำหนดสภาวะการทำงานปกติและระบุแนวโน้มเปรียบเทียบ

กับระบบต่าง ๆ ภายในโรงงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต [1] ระบบนี้สามารถบูรณาการได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม PLC ใหม่ และรองรับการเชื่อมต่อผ่าน OPC UA และระบบไร้สาย ดังเช่นที่ใช้ในระบบต้นแบบ PLC สำหรับอุตสาหกรรมบ่อเลี้ยงกุ้ง [2] และระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับการปลูกหญ้าขน [3]

เทคโนโลยี IoT ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตช่วยให้สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์และเครื่องจักรเพื่อสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เช่น หุ่นยนต์จ่ายยาอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT [4] [9] อย่างไรก็ตาม ระบบ SCADA ที่นิยมใช้ในโรงงานขนาดใหญ่เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์นั้น มีต้นทุนเริ่มต้นสูงในการจัดหาอุปกรณ์ เช่น PLC, RTU และเซ็นเซอร์ รวมถึงค่าบำรุงรักษาที่ต่อเนื่อง [5] บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด มีความต้องการแสดงข้อมูลการใช้ลมของเครื่องจักรในแผนก Machining ผ่านอุปกรณ์ AMS แต่เนื่องจากระบบ SCADA ของโรงงานมีภาระการใช้งานสูง ผู้วิจัยจึงศึกษาการนำ IRIV PiControl ที่มีราคาประหยัดมาแสดงข้อมูลของอุปกรณ์ AMS แบบเรียลไทม์แทน [6]

2.วัตถุประสงค์

*2.1*เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ AMS

*2.2*เพื่อตรวจสอบค่าสถานะแรงดันลมของอุปกรณ์ AMS ผ่านหน้าจอมอนิเตอร์

3.สมมุติฐานงานวิจัย

*3.1*การใช้ระบบ IRIV PiControl มีความเสถียรในการเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้

*3.2*ระบบ IRIV PiControl สามารถแสดงค่าสถานะต่าง ๆ ของอุปกรณ์ AMS เช่น ความดัน อัตราการไหล และอุณหภูมิบนจอแสดงผลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

4.ขอบเขตการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครอบคลุมการศึกษาการเชื่อมโยงข้อมูลจาก AMS กับ IRIV PI Control ในการดึงข้อมูล ประมวลผล และส่งออกข้อมูลโดยเน้นการพัฒนาระบบที่รองรับการแสดงข้อมูลในรูปแบบกราฟิก เช่น กราฟแท่ง (Bar Graph) กราฟเส้น (Line Graph) หรือสถานะแบบเรียลไทม์(Real-time Status Monitoring) รวมถึงการออกแบบอินเทอร์เฟซที่ตอบสนองความต้องการ

4.2ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือบุคลากรบริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด แผนก Machining ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ AMS และมีส่วนร่วมในการทดสอบระบบ Monitor and Data Logger จำนวน 10 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.3ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ ระบบมอนิเตอร์อัจฉริยะและคลังข้อมูลคลาวด์สำหรับการจัดการระบบอากาศ

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ AMS

4.4เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกได้เป็น ได้แก่ ฮาร์ดแวร์ และ ซอฟต์แวร์

4.4.1ฮาร์ดแวร์

1) AMS (Air Management System) คือ ระบบตรวจวัดและควบคุมการใช้ลม

2) IRIV PiControl คือ อุปกรณ์ประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล

3) Monitor คือ หน้าจอสำหรับแสดงผลข้อมูล

4.4.2ซอฟต์แวร์

1) Node-Red คือ ซอฟต์แวร์จัดการและแสดงผลข้อมูล

2) Influx DB คือ ฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูล

3) Grafana คือ แพลตฟอร์มแสดงผลข้อมูลผ่าน Dashboard

4.4.3แบบบันทึกข้อมูลประสิทธิภาพการทำงานของ Monitor and Data Logger for Air Management System โดยแบบบันทึกข้อมูลมีรายการบันทึกข้อมูลจำนวน 3 รายการ ได้แก่

1) วันที่ทำการทดลอง

2) จำนวนครั้งที่สามารถเก็บข้อมูลได้แต่ละวัน

3) แบบสอบถามรวบรวมความคิดเห็นจากผู้ใช้

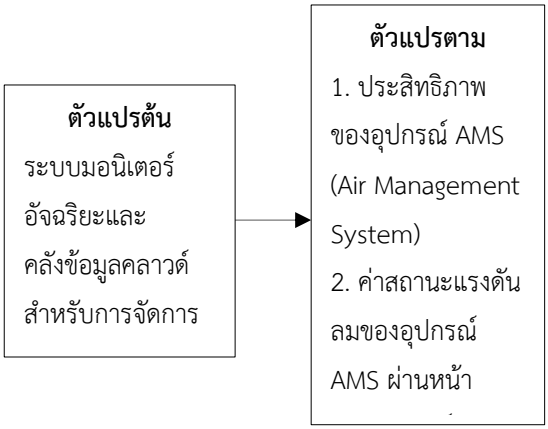
การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่การวิเคราะห์แนวโน้มข้อมูล (Trend Analysis) ข้อมูลที่ได้จะถูกนำเสนอในรูปแบบกราฟ กราฟเส้น

(Line Graph) เพื่อแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา

4.5ด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคการศึกษาที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2566 ในระหว่างเดือนมีนาคม 2566 ถึงเดือน มีนาคม 2567

5.กรอบแนวคิดการวิจัย



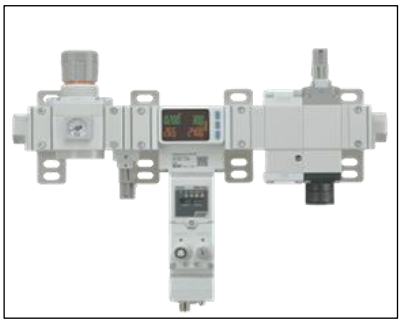
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

6.วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1ศึกษาอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์

1) AMS (Air Management System)

ระบบบริหารจัดการลมอัดอัจฉริยะเพื่อการประหยัดพลังงานระบบจัดการอากาศ (AMS) ดังแสดงในรูปที่ 2 มีความสำคัญอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะในภาคการบินและยานยนต์ ระบบนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้แน่ใจว่ามีการกระจายการควบคุม และการควบคุมการไหลของอากาศภายในระบบต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ระบบ AMS อาจมีหน้าที่ต่าง ๆ เช่นการจัดการอากาศในห้องโดยสาร การควบคุมภาพแวดล้อม หรือระบบอากาศในเครื่องยนต์ ขึ้นอยู่กับบริบท



รูปที่ 2 AMS (Air Management System)
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

ในรูปแบบกราฟิก เช่น กราฟแท่ง (Bar Graph) กราฟเส้น (Line Graph) หรือสถานะแบบเรียลไทม์(Real-time Status

2) IRIV PiControl

IRIV PiControl ดังแสดงในรูปที่ 3 ทำหน้าที่เป็นโซลูชันอเนกประสงค์ผสานรวมเข้ากับการตั้งค่าทางอุตสาหกรรมได้อย่างง่ายดาย โดยจัดการกับฟังก์ชันที่จำเป็น เช่น การควบคุมอุณหภูมิ การจัดการการสั่นสะเทือน และการควบคุมความชื้นผ่านเซ็นเซอร์ภายนอก เซ็นเซอร์เหล่านี้จะคอยเฝ้าดูการทำงานอย่างขยันขันแข็ง แจ้งให้ทราบถึงความผิดปกติใด ๆ ทันที และช่วยให้สามารถดำเนินมาตรการป้องกันได้ สิ่งที่ทำให้ IRIV PiControl แตกต่างคือความสามารถในการตรวจสอบระยะไกลและการเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์ ช่วยให้สามารถควบคุมดูแลการปฏิบัติงานได้จากทุกที่ ตัดสินใจด้วยข้อมูลแบบเรียลไทม์ และรวบรวมข้อมูลอันมีค่า ข้อมูลนี้สามารถส่งข้อมูลไปยังคลาวด์ได้อย่างราบรื่น เพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ความเป็นเลิศของผลิตภัณฑ์ที่ยอดเยี่ยม และการเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกอันมีค่า [8]



รูปที่ 3 IRIV PiControl
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.2ศึกษาอุปกรณ์ทางด้านซอฟต์แวร์

1) Node-Red

Node-Red คือ Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็น Protocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (Machine-to-Machine) คืออุปกรณ์ติดต่อหรือสื่อสารกับอุปกรณ์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถ ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้

เช่น การสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ

2) Influx DB

Influx DB คือฐานข้อมูลอนุกรมเวลาโอเพ่นซอร์ส (TSDB) ที่พัฒนาโดยบริษัท Influx Data ใช้สำหรับจัดเก็บและเรียกค้นข้อมูล อนุกรมเวลาในสาขาต่าง ๆ เช่น การตรวจสอบการทำงาน เมตริกแอปพลิเคชัน ข้อมูลเซนเซอร์ อินเทอร์เน็ตออฟธิงส์และการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ยังรองรับการประมวลผลข้อมูลจาก Graphite อีกด้วย Influx DB เป็นฐานข้อมูลประเภท Time Series Database (TSDB) ที่ออกแบบมาเพื่อจัดการข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาโดยเฉพาะ เช่น ด้วยคุณสมบัติพิเศษที่ออกแบบมาสำหรับจัดการข้อมูลแบบ Time Series โดยเฉพาะ ทำให้ Influx DB มีประสิทธิภาพสูงในการเก็บข้อมูล [10]

3) Grafana

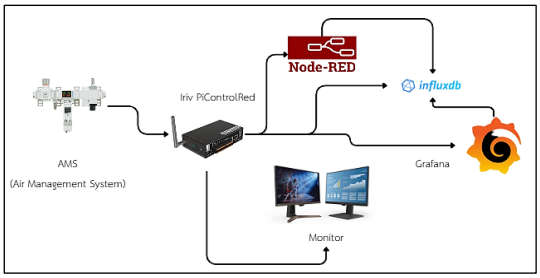
Grafana คือ Dashboard Tools จะแสดงผลออกมาเป็นพวก กราฟข้อมูล Metrix ต่าง ๆ โดยจะดึงข้อมูลออกมาได้ในระดับเรียลไทม์โดยมันสามารถดึงข้อมูลมาจาก data source ที่เป็นที่นิยมได้อย่างมาก เช่น Influx DB, Prometheus, Elastic Search, AWS CloudWatch และ data source ตัวอื่นที่เป็นที่นิยมปัจจุบัน Grafana เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะ Intel, Pay Pal, E Bay, TED ต่างก็ใช้มัน Grafana เป็นเครื่องมือสร้างภาพและวิเคราะห์แบบโอเพ่นซอร์สที่ให้ผู้ใช้สามารถสอบถาม แสดงภาพ รับการแจ้งเตือน และสำรวจเมตริกและเหตุการณ์ของแอปพลิเคชันและระบบจริงที่สำคัญที่สุดGrafana ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแหล่งข้อมูลหลายแหล่ง เช่นฐานข้อมูลลำดับเวลา Influx DB (หรือเรียกย่อ ๆ ว่า TSDB) ให้เป็นกราฟและการแสดงภาพ

4) KEP Server

Kepware ธุรกิจพัฒนาซอฟต์แวร์การเชื่อมต่อระดับอุตสาหกรรมในเครือบริษัท PTC ประกาศเปิดตัวซอฟต์แวร์การเชื่อมต่อ KEP Server EX(R) Version 6.1 ต่อยอดจากซอฟต์แวร์หลักในเวอร์ชั่น 6 เพื่อเสริมฟังชั่นเซิร์ฟเวอร์หลักของแพลตฟอร์มเชื่อมต่อระดับอุตสาหกรรม โดยฟังชั่นเหล่านี้ช่วยสนับสนุนการดำเนินงานอัจฉริยะ การพัฒนาโซลูชั่นการเชื่อมต่อ Industrial Internet of Things (IIoT) ตลอดจนการติดตั้งใช้งานโซลูชั่นดังกล่าวให้มีความรวดเร็ว รายการอัพเดทที่สำคัญในเวอร์ชั่นนี้ ได้แก่ การปรับปรุงไดร์เวอร์ OPC UA Client การขยายขีดความสามารถของ Configuration API และเพิ่มฟีเจอร์ใหม่ ๆในการสร้างแผนที่การเชื่อมต่อ“ KEP Server EX Version 6.1 ถือเป็นการต่อยอดโซลูชั่นการเชื่อมต่อที่รองรับ IoT และพร้อมใช้งานระดับองค์กรใน Version 6.0”

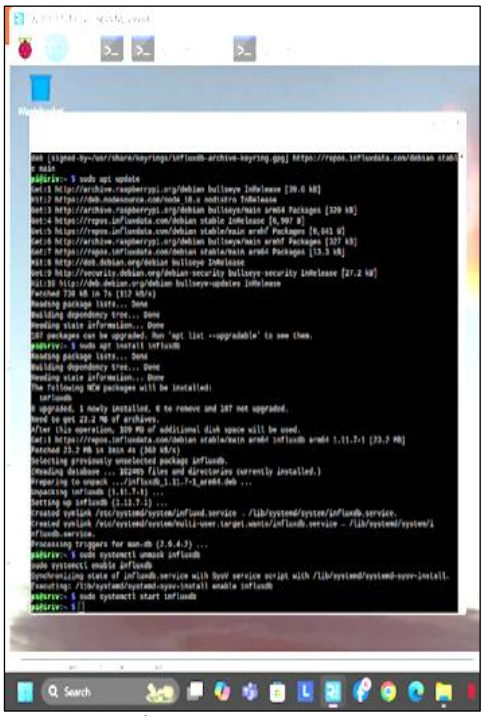
6.3เขียน Node Red เชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เข้าด้วยกัน

การออกแบบวิธีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์เข้าด้วยกันโดยใช้ Node-RED เป็นตัวเชื่อมต่อเพื่อใช้ในการเก็บฐานข้อมูลใน Data Bases ของ Influx db และใช้ Grafana ดังแสดงในรูปที่ 5 ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลของ Influx db มาสร้าง Dashboard จัดรูปแบบต่าง ๆ มาแสดงบนจอ Monitor ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 Workflow Diagrams

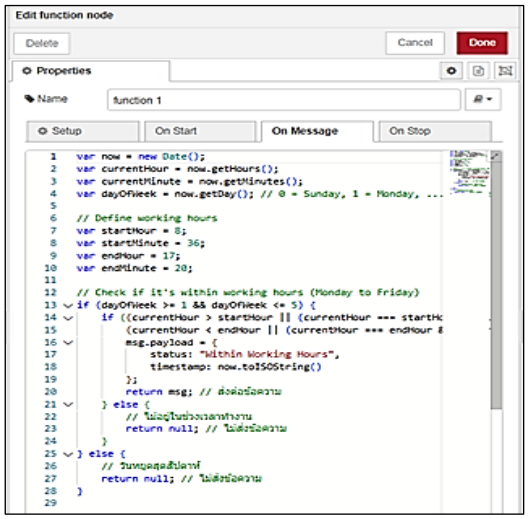
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด



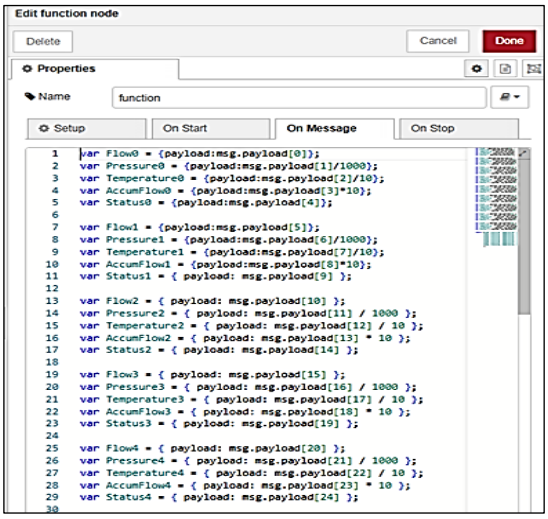
รูปที่ 5 ติดตั้ง Influx db และ Garfana ลงกล่อง Iriv Picontrol

ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.4ออกแบบ Flow เขียน Java Script และออกแบบ Flow-based Development ใน Node-RED ในการเชื่อมโยงซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์เข้าด้วยกัน โดยใช้กล่อง IRIV Picontrol เป็นตัวกลางในการประมวลผลและจัดการข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 6 และ 7

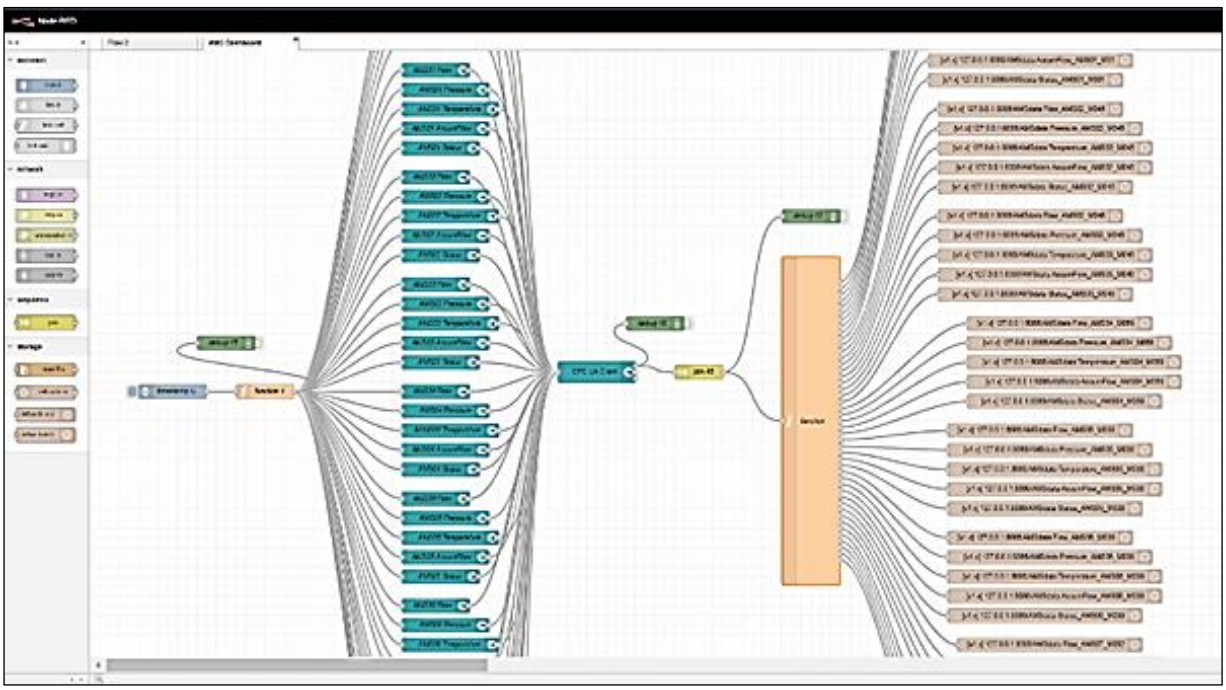


รูปที่ 6 ชุดคำสั่งช่วงเวลาในการเก็บค่า
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด



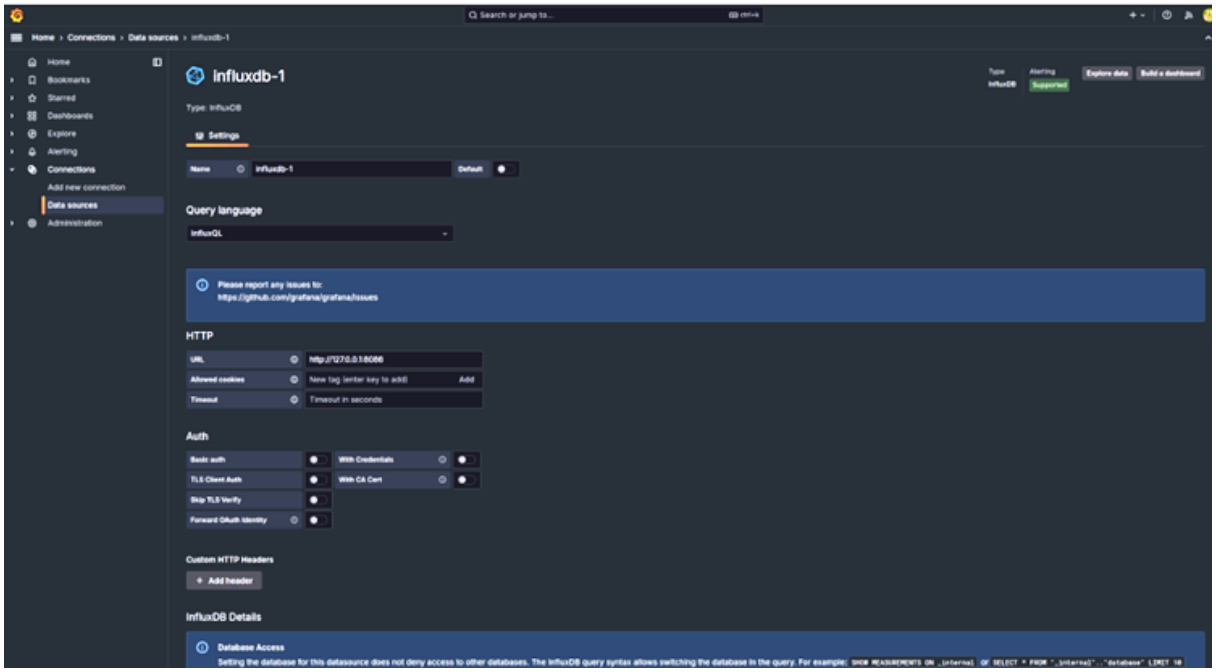
รูปที่ 7 ชุดคำสั่งส่งออกข้อมูล
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.5การออกแบบ (Flow Node-red) ดังแสดงในรูปที่ 8



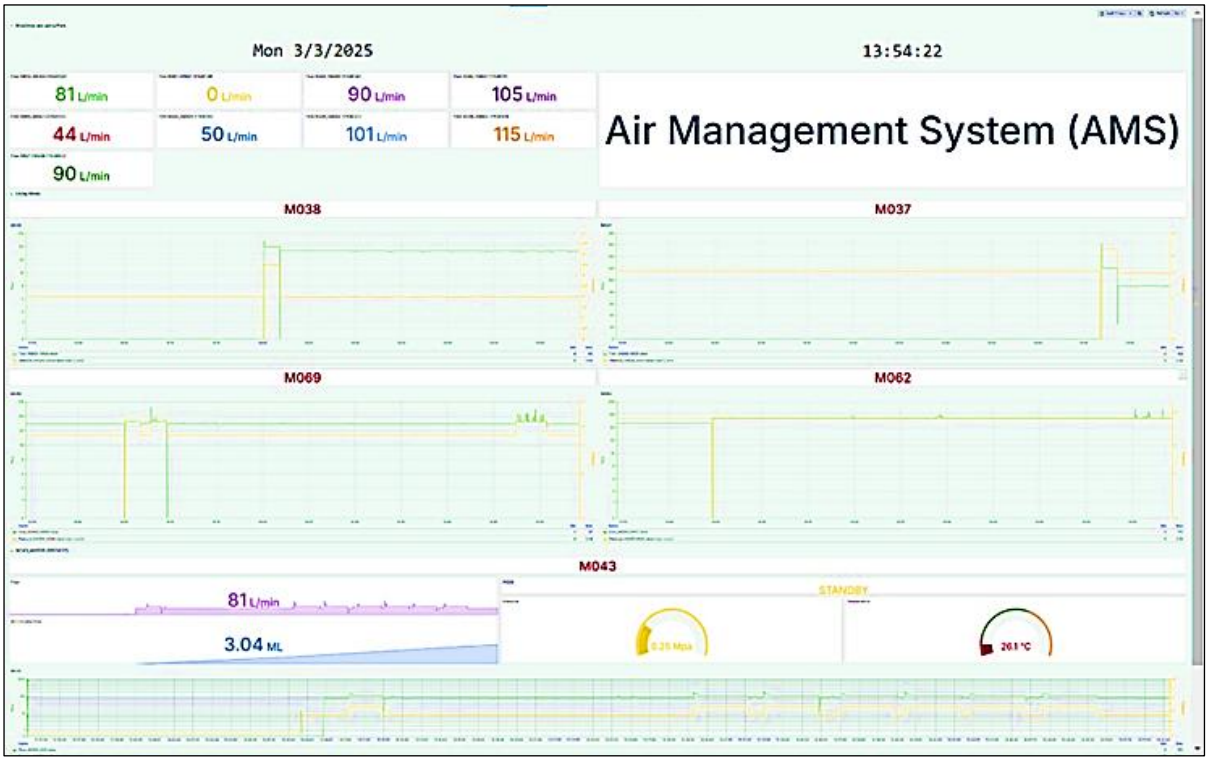
รูปที่ 8 Flow Diagrams Node-Red
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.6เชื่อมต่อ Influx db ใน Garfana เพื่อดึงข้อมูลมาแสดงกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 การเชื่อมต่อ Influx db ใน Garfana
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.7ออกแบบหน้า Dashboard ดังแสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ออกแบบหน้า Dashboard
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.8ติดตั้ง AMS ในพื้นที่ปฏิบัติงานจริง

1) เชื่อมต่อสายสัญญาณต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 11



รูปที่ 11 เชื่อมต่อสายสัญญาณต่าง ๆ
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

2) เชื่อมต่อ HDMI แสดงข้อมูลบนจอ Monitor ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 เชื่อมต่อ HDMI แสดงข้อมูลบนจอ Monitor
ที่มา : บริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด

6.9ทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล

ทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยเริ่มจากการเตรียมอุปกรณ์โดยติดตั้งกล่อง IRIV PiControl และ อุปกรณ์ AMS โดยบันทึกข้อมูลทุก ๆ 3 วินาทีเป็นเวลา 21 วัน ข้อมูลที่ได้ถูกบันทึกแบบเรียลไทม์ในฐานข้อมูล Influx DB และทำการตรวจสอบประสิทธิภาพเก็บค่าดังนี้

1) ค่าแรงดันลม (Pressure)
2) อัตราการไหลของลม (Flow Rate)
3) อุณหภูมิ (Temperature)
4) สถานะเครื่องจักร (Machine Status)
5) อัตราการไหลสะสม (Accumulated)

7.ผลการวิจัย

7.1แสดงผลข้อมูลแบบกราฟ

การเก็บข้อมูลดำเนินการเป็นเวลา 21 วัน (วันจันทร์-วันศุกร์) โดยใช้ Influx DB บันทึกค่าจาก AMS ทุก 3 วินาที โดยแสดงค่าต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 10 ซึ่งเป็นการแสดงค่าดังนี้

1) กราฟเส้น (Line Graph) แสดงแนวโน้มของค่าแรงดัน อัตราการไหล และอุณหภูมิของระบบ AMS
2) กราฟเกจ (Gauge) เปรียบเทียบปริมาณการใช้ลมในช่วงเวลาต่าง ๆ
3) กราฟการกระจาย (Scatter Plot) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและอัตราการไหลของลม

7.2ผลการทดสอบระบบ

1) ความถูกต้องของข้อมูล

จากการเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จริงและค่าที่ระบบ AMS แสดงผล พบว่าระบบสามารถอ่านค่าได้อย่างถูกต้องโดยมีค่าคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±0.3% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม ค่า ±0.3% คำนวณจากข้อมูลการวัดแรงดันลมจำนวน 10 จุดวัด โดยเปรียบเทียบระหว่างค่าที่ระบบ AMS แสดงผลกับค่าที่วัดด้วยเกจวัดแรงดันมาตรฐาน Pressure Gauge รุ่น SMC ZSE30A จำนวน 30 ครั้งการวัด รวมข้อมูลทั้งสิ้น 300 ค่า ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความถูกต้องของการวัดค่าแรงดันลม เปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้จริง (Pressure Gauge มาตรฐาน) และค่าที่ระบบ AMS แสดงผล

ครั้งที่	ค่าแรงดันลมจริง (kPa) (Pressure Gauge)	ค่าแรงดันลม AMS (kPa)	ค่าคลาดเคลื่อน (kPa)	เปอร์เซนต์คลาดเคลื่อน
1	500.00	500.80	+0.80	+0.16%
2	500.00	499.50	-0.50	-0.10%
3	490.00	491.40	+1.40	+0.29%
4	510.00	510.60	+0.60	+0.12%
5	505.00	504.10	-0.90	-0.18%
เฉลี่ย	**501.00**	**501.28**	**+0.28**	**±0.17% (<±0.3%)**

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบความถูกต้องของการวัดค่าแรงดันลมจำนวน 30 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยแรงดันลมที่วัดด้วย Pressure Gauge มาตรฐานอยู่ที่ 501.00 kPa ขณะที่ระบบ AMS แสดงค่าเฉลี่ย 501.28 kPa มีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ±0.17% ซึ่งน้อยกว่าเกณฑ์ยอมรับที่ ±0.3% แสดงให้เห็นว่าระบบ AMS มีความถูกต้องในการวัดค่าแรงดันลมอยู่ในระดับที่ยอมรับได้สำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

2) ประสิทธิภาพของ IRIV PiControl

(1) ระบบสามารถประมวลผลและแสดงข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) มีความหน่วงเวลาในการส่งข้อมูลเฉลี่ย 0.5 วินาที ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้สำหรับการแสดงผลสถานะของเครื่องจักร

3) การประเมิน Node-Red, Influx DB และ Grafana

(1) Node-Red สามารถใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ AMS และเชื่อมต่อ Influx DB และ Grafana เพื่อนำข้อมูลมาแสดงผ่านแดชบอร์ดได้อย่างมีเสถียรภาพ

(2) Influx DB สามารถจัดเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ได้โดยไม่เกิดปัญหาข้อมูลสูญหาย

(3) Grafana สามารถใช้ในการจัดปรับแต่งแดชบอร์ดต่าง ๆ

7.3ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพความเสถียรในการเก็บข้อมูล

ในการทดสอบระบบมอนิเตอร์อัจฉริยะและคลังข้อมูลคลาวด์สำหรับการจัดการระบบอากาศได้ทำการเก็บข้อมูลจาก AMS เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 21 วัน โดยมีการเก็บ

1) มีค่าที่บันทึกถูกต้อง 220,819 ค่า Accuracy = (220,819/222,600) × 100 = 99.2 %

2) มีค่าขาดหายไป 1,781 ค่า Data Loss = (1,781/222,600) × 100 = 0.8 %

3) ระบบสามารถทำงานได้เต็ม 8 ชั่วโมง 50 นาที/วัน

4) ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเมื่อเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน = ±0.3 %

7.3.1อัตราความแม่นยำของการบันทึกข้อมูล

1) ระบบสามารถบันทึกข้อมูลได้ 99.2 %

2) พบค่าผิดพลาดในการบันทึก 0.8 % ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เช่น การรบกวนของสัญญาณ

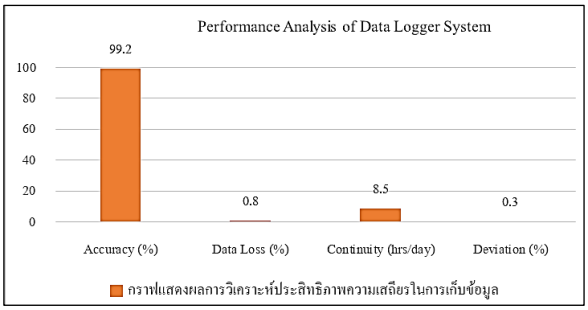
7.3.2ความต่อเนื่องของการเก็บข้อมูล

1) ไม่มีช่วงเวลาขาดหายของข้อมูลเกินกว่า 5 วินาที

2) ระบบสามารถทำงานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง 50 นาที/วัน โดยไม่มีการหยุดชะงัก

7.3.3ความเบี่ยงเบนของข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์มาตรฐาน ค่าความเบี่ยงเบนเฉลี่ยอยู่ที่ ±0.3 % เมื่อเทียบกับเครื่องวัดมาตรฐาน แสดงให้เห็นถึงความเสถียรและความน่าเชื่อถือของระบบ

นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟและวิเคราะห์แนวโน้มเพื่อให้เห็นภาพรวมของประสิทธิภาพของระบบดังแสดงในรูปที่ 13



รูปที่ 13 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพความเสถียรในการเก็บข้อมูล

จากรูปที่ 13 การวิเคราะห์พบว่าระบบมอนิเตอร์อัจฉริยะและคลังข้อมูลคลาวด์สำหรับการจัดการระบบอากาศมีความเสถียรสูงในการเก็บข้อมูล โดยมีอัตราการบันทึกที่แม่นยำ ความต่อเนื่องของข้อมูลดีเยี่ยม และความคลาดเคลื่อนน้อย จึงสามารถนำไปใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของ Air Management System ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ค่าตัวเลขที่ใช้ในการวิเคราะห์มาจากการทดสอบจริงของระบบเก็บข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เปรียบเทียบกับเครื่องวัดมาตรฐาน คำนวณค่าความแม่นยำ ค่าความเสถียร และค่าความผิดพลาดเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ

8.สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

8.1สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง "ระบบมอนิเตอร์อัจฉริยะและคลังข้อมูลคลาวด์สำหรับการจัดการระบบอากาศ" มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์ AMS และ เพื่อตรวจสอบค่าสถานะแรงดันลมของอุปกรณ์ AMS ผ่านหน้าจอมอนิเตอร์ โดยพัฒนาระบบที่ใช้ Node-RED เป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่าง AMS และ IRIV PiControl ซึ่งสอดคล้องกับ[1]ระบบสามารถบันทึกข้อมูลทุก 3 วินาทีและแสดงผลผ่านแคชบอร์ด Grafana แบบเรียลไทม์ ตามแนวทางของ ผลการวิจัย: (1) ประสิทธิภาพของ AMS ระบบบันทึกข้อมูลได้ 99.2% มีข้อมูลขาดหาย 0.8% จากการรบกวนสัญญาณ ทำงานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง 50 นาทีต่อวันโดยไม่หยุดชะงัก และมีค่าความคลาดเคลื่อน ±0.3 % ซึ่งสอดคล้องกับ [2] (2) การตรวจสอบผ่านมอนิเตอร์ แสดงค่าแรงดันลม อัตราการไหล และอุณหภูมิผ่าน Grafana ได้เรียลไทม์โดยไม่ต้องพึ่งพา SCADA ซึ่งสอดคล้องกับ [6], [7] และ [3] ระบบพัฒนา มีประสิทธิภาพสูง สามารถทดแทน SCADA ได้ พร้อมทั้งมีต้นทุนต่ำกว่าและความยืดหยุ่นสูงกว่า เหมาะสำหรับโรงงานที่ต้องการระบบตรวจสอบเรียลไทม์แต่มีงบประมาณจำกัด

8.2การอภิปรายผล

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าค่าแรงดันลมมีความผันผวนน้อยในช่วงเวลาทำงานปกติอัตราการไหลของลมลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเครื่องจักรอยู่ในโหมด Standby ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานอุณหภูมิของระบบมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงที่มีการใช้งานต่อเนื่อง แต่ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ระบบ IRIV PiControl ร่วมกับ Node-RED และ Influx DB สามารถทำงานแทนระบบ SCADA ได้ในด้านการแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ โดยช่วยลดภาระการประมวลผลของระบบ SCADA ทำให้ระบบหลักทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แนวโน้มของข้อมูล จากการวิเคราะห์ข้อมูล 21 วัน พบว่า

1) ค่าแรงดันลมมีความผันผวนน้อยในช่วงเวลาทำงานปกติ โดยค่าแรงดันลมในช่วงทำงานปกติ (Working Mode) อยู่ในช่วง 490–515 kPa ค่าเฉลี่ย 501.00 kPa ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 8.22 kPa แสดงการกระจายตัวต่ำสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูล 21 วัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการบันทึกค่าแรงดันลม (kPa) รายสัปดาห์ตลอดระยะเวลา 21 วัน (วันจันทร์–วันศุกร์)

สัปดาห์ที่	ค่าเฉลี่ยแรงดันลม (kPa)	ค่าสูงสุด (kPa)	ค่าต่ำสุด (kPa)	S.D. (kPa)
สัปดาห์ที่ 1	500.42	514.00	491.00	7.96
สัปดาห์ที่ 2	501.88	513.00	492.00	7.54
สัปดาห์ที่ 3	500.70	512.00	490.00	9.16
รวม 21 วัน	**501.00 (เฉลี่ย)**	**515.00**	**490.00**	**8.22 (S.D.รวม)**

2) อัตราการไหลของลมลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเครื่องจักรอยู่ในโหมด Standby ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงาน

3) อุณหภูมิของระบบมีแนวโน้มสูงขึ้นในช่วงที่มีการใช้งานต่อเนื่อง แต่ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้

4) การเปรียบเทียบกับ SCADA

(1) IRIV PiControl + Node-Red + Influx DB สามารถทำงานแทน SCADA ได้ในด้านการแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์

(2) ลดภาระการประมวลผลของ SCADA ทำให้ระบบหลักทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

8.3ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ศึกษาระบบมอนิเตอร์อัจฉริยะและคลังข้อมูลคลาวด์สำหรับการจัดการระบบอากาศมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) ควรมีการพัฒนาระบบเพื่อเพิ่มความแม่นยำและความเสถียรในการบันทึกข้อมูล โดยอาจใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยขึ้น เช่น การใช้เซ็นเซอร์ที่มีความแม่นยำสูงขึ้น หรือปรับปรุงอัลกอริทึมการประมวลผลข้อมูลด้วยเทคนิคการกรองสัญญาณรบกวน (Noise Filtering) และการใช้ Machine Learning ในการทำนายและตรวจจับความผิดปกติของระบบซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการใช้ AI และ Machine Learning ในระบบอุตสาหกรรมตามที่ [1] และ [7] ได้กล่าวถึง

2) ควรมีการทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันมากขึ้น เช่น ในโรงงานที่มีขนาดแตกต่างกันมีประเภทเครื่องจักรที่หลากหลาย หรือในสภาพอุณหภูมิ และความชื้นที่แตกต่างกัน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกสถานการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ [3] และ [2] ที่ทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันเพื่อยืนยันประสิทธิภาพ

3) ควรพัฒนาระบบการแจ้งเตือนอัตโนมัติเมื่อค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เกินเกณฑ์ที่กำหนด และเพิ่มความ สามารถในการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive Analytics) เพื่อคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นล่วงหน้า ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อการผลิตที่ใช้ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify และ [4] ที่เน้นการตรวจสอบและควบคุมแบบเรียลไทม์

1) ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการบูรณาการระบบที่พัฒนาขึ้นกับระบบอื่น ๆ ในโรงงาน เช่น ระบบ MES (Manufacturing Execution System) ระบบ ERP (Enterprise Resource Planning) หรือระบบจัดการพลังงาน เพื่อสร้างระบบนิเวศ (Ecosystem) ที่สมบูรณ์และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการโรงงานโดยรวม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Industry 4.0 ที่เน้นการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน [1], [9], [10]

5) ควรมีการศึกษาผลตอบแทนจากการลงทุนในระบบที่พัฒนาขึ้น โดยเปรียบเทียบต้นทุนการลงทุนกับผลประโยชน์ที่ได้รับ เช่น การลดการใช้พลังงาน การลดเวลาหยุดเครื่อง (Downtime) และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการนำระบบไปใช้งานจริงในวงกว้าง ซึ่งสอดคล้องกับ [5] ที่เน้นความสำคัญของการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

6) ควรพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะระบบได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งจะเพิ่มความสะดวกและความรวดเร็วในการตอบสนองต่อปัญหาที่อาจเกิดขึ้น สอดคล้องกับ [4] ที่พัฒนาระบบควบคุมผ่าน สมาร์ทโฟน

7) ควรศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นกับระบบอื่น ๆ เช่น ระบบจัดการน้ำ ระบบไฟฟ้า หรือระบบควบคุมคุณภาพ เพื่อขยายขอบเขตการใช้งานและเพิ่มประโยชน์ที่ได้รับ ซึ่งสอดคล้องกับ [2] ที่แสดงให้เห็นถึงความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในบริบทที่หลากหลาย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีต้องขอขอบคุณบริษัท เอส เอ็ม ซี (ประเทศไทย) จำกัด บุคลากรแผนก Machining ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานระบบ AMS ผู้มีส่วนร่วมในการทดสอบระบบ Monitor and Data Logger และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่สนับสนุนทุนวิจัยในการดำเนินการครั้งนี้ คุณประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่าน รวมไปถึงบุคคลที่เกี่ยวข้อง และรวมทั้งที่มิได้กล่าวถึง คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] N. Pairin and M. Plawut, “The Internet of Things changes lives”, *T-VET Journal: Institute of Vocational Education Northern Region3,* vol.6, no.12, pp.201–213, 2022. (in Thai)

[2] K. Thanasin, and et al. "Prototype system of PLC machines in shrimp farming industry", *Advanced Science Journal,* vol.23, no.2, pp.156–174, 2023. (in Thai)

[3] N. Lonkhunthod, and et al. "Development of automatic control system technology for Para grass cultivation in cement pots", *Journal of Industrial Technology Surindra Rajabhat University,* vol.9, no.1, pp.28–39, 2024. (in Thai)

[4] K. Phodong, and et al. "Automated medicine dispenser robot using Internet of Things technology", *The Journal of KMUTNB,* vol. 31, no.1, pp.130–143, 2021. (in Thai)

[5] P. Khemmook, B. Songsasrik, and S. Thongsuk, "A study on preventive maintenance of main distribution boards in an industrial factory", *Journal of Industrial Technology and Innovation,* vol.2, no.1, pp. 1–10, 2023. (in Thai)

[6] P. Charoenphon, and et al. "Wireless network quality monitoring system", *ECTI-CARD Journal,* vol.3, no.3, pp. 11–18, 2023. (in Thai)

[7] P. Thaweewat, "Virtual machine instead of programmable logic controller with limited instruction set", *Journal of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University*, vol. 15, no. 1, pp. 39–51, 2025. (in Thai)

[8] N. Jongsawat and A. Tungkasthan, "Development of Portable Air Quality Monitor Devices and a Real Time Monitoring Cloud-Based System", *Sripatum Review of Science and Technology*, vol. 14, no. 1, pp. 95–110, 2022. (in Thai)

[9] P. Tipaksorn, A. Wiwek, and A. Pairote, "A Cloud-Based AIoT Application in Smart Building", *RMUTL Engineering Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 52–61, 2022. (in Thai)

[10] N. Phunaploy and P. Chatwattana, "THE CONCEPT OF AN INTELLIGENT DATABASE MANAGEMENT SYSTEM ARCHITECTURE ON CLOUD TO SUPPORT THE INVENTORY STORAGE", *Journal of Industrial Education*, vol.19, no. 1, pp. 111–121, 2020. (in Thai)