

การศึกษาระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซี

A Study on Remote Control System with PLC

ณัฐนิชา สังข์เพชร, ณัฐภัทร ตั้งเสถียรกิจ, ณัฐวุฒิ ภู่อ่อน และ รศ.ดร. อภินัย ฤกษ์รัตน์
หลักสูตรวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และอัตโนมัติ (แขนงวิชาอัตโนมัติ)
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

Natnicha Sangphet, Nuttapat Tangsatienkij, Natthawut Phuon
and Assoc.Prof.Dr. Apinai Rerkratn

Mechatronics and Automation Engineering Program (Major of Automation)
Department of Instrumentation and Control Engineering, School of Engineering, KMITL

บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอการศึกษาระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซี ซึ่งการควบคุมระยะไกลเป็นหนึ่งในกระบวนการทางวิศวกรรมที่สำคัญในการควบคุมและติดตามการทำงานของระบบในอุตสาหกรรม รวมถึงจัดการการทำงานของเครื่องจักรและระบบต่างๆ การศึกษานี้เน้นที่การใช้วีพีเอ็นหรือ Virtual Private Network (VPN) เพื่อเชื่อมต่อกับระบบพีแอลซีในการควบคุมและดูแลระบบจากระยะไกลซึ่งมีประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลระบบ โดยการทำงานจากระยะไกลนั้นทำให้การควบคุมเป็นไปได้ทุกที่ตลอดเวลาผ่านทางเครือข่าย สร้างช่องทางที่ปลอดภัยและเข้ารหัสข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเครือข่าย ทำให้เป็นทางเลือกที่ปลอดภัยในการสื่อสารจากระยะไกลในการใช้พีแอลซีเพื่อเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ของกระบวนการทำงานต่างๆ นอกจากนี้ยังมีการใช้ซอฟต์แวร์ Node-RED สำหรับการแสดงผลการทำงานและการควบคุมการทำงานจากระยะไกล จากผลการทดลองโดยใช้ข้อมูลทดสอบพบว่าระบบการควบคุมระยะไกลที่สร้างขึ้นสามารถควบคุมและตรวจสอบพารามิเตอร์ของพีแอลซีตามที่ออกแบบไว้ได้

คำสำคัญ: การควบคุมระยะไกล, พีแอลซี, วีพีเอ็น, Node-RED

Abstract

This project presents the study of remote control systems using PLC. Remote control is one of the important engineering processes for controlling and monitoring the operation of systems in the industry. This study emphasizes the use of a virtual private network (VPN) to connect to PLC systems for remote control and monitoring, which benefits from reducing costs and increasing system maintenance efficiency. Remote operation enables control from anywhere at any time through the network, establishing secure channels and encrypting data sent over the network, making it a secure option for remote control by PLC to control various operations. Additionally, Node-RED software has been added for visualization and operational control from remote stations. The experimental results by using test data show that the remote control system can control and monitor parameters PLC as designed.

Keywords: Remote control, PLC, VPN, Node-RED

1. บทนำ

1.1. กล่าวนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีและการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตกำลังเป็นส่วนสำคัญของทุกด้านของชีวิต การนำเสนอแนวทางในการใช้พีแอลซีร่วมกับวีพีเอ็นเป็นการเปิดประตูสู่โอกาสใหม่ในการควบคุมและดูแลระบบโดยที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ในที่ทำงาน การศึกษาระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซีโดยใช้วีพีเอ็นมีต้นกำเนิดจากความต้องการในการยกระดับการควบคุมและการดูแลระบบในอุตสาหกรรม การพัฒนาเทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นจากความจำเป็นในการทำให้ระบบพีแอลซีสามารถเข้าถึงและควบคุมได้จากระยะไกล ทั้งในเชิงการผลิต ความปลอดภัย และประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่การรักษาความปลอดภัยและการดูแลรักษา ระบบมีความสำคัญมาก การใช้เทคโนโลยีในการเชื่อมต่อ การตรวจสอบจากระยะไกลของเครื่องจักรและกระบวนการต่างๆ ทำให้เกิดการดำเนินงานที่รวดเร็วและง่ายขึ้น มีค่าใช้จ่ายน้อยลง การเชื่อมต่อการตรวจสอบเหล่านี้ เพื่อควบคุมการทำงานของพีแอลซีได้ผ่านวีพีเอ็น เช่น อุปกรณ์พีซี สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ที่จะนำมาเชื่อมต่อเพื่อตรวจสอบการทำงาน เพราะอุปกรณ์แต่ละตัวมีการสื่อสารแบบดิจิทัลในตัวพร้อมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

นอกเหนือจากการเชื่อมต่อการเข้าถึงระยะไกลในการแก้ไขปัญหา ยังเชื่อมต่อกับระบบอัตโนมัติที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการส่งข้อมูลการผลิต การจัดการกับข้อมูล สรุปและการวิเคราะห์ที่ผลจากการตรวจสอบเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานจากระยะไกลได้

1.2. วัตถุประสงค์

โครงการนี้นำเสนอการศึกษาระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซีโดยใช้วีพีเอ็นเพื่อเชื่อมต่อกับระบบพีแอลซีอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการควบคุมและดูแลระบบ การจัดสร้างโปรแกรมพีแอลซีด้วยซอฟต์แวร์ TIA Portal V17 และใช้ซอฟต์แวร์ Node-RED สำหรับการแสดงผลการรับส่งข้อมูลการทำงานผ่านแดชบอร์ด ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงานทำให้สามารถทำงานได้ทุกที่ทุกเวลาโดยไม่ต้องพึ่งพาที่ตั้งเครื่อง

1.3. ขอบเขตของงาน

1. การเขียนโปรแกรมพีแอลซีจำลองการควบคุมกระบวนการเป็นการจำลองการควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยสามารถสั่งเปิด-ปิด และกำหนดความเร็วของมอเตอร์ได้รวมถึงมีการเก็บเวลาในการทำงานของมอเตอร์
2. การเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีและซอฟต์แวร์ Node-RED ใช้ Siemens Simatic IOT2050 เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ โดยซอฟต์แวร์ Node-RED นั้นทำการติดตั้งอยู่บน IOT2050 และในเชื่อมต่อใช้ไลบรารี node-red-contrib-s7 ในการรับค่าและนำไปควบคุมและแสดงผล
3. การควบคุมการทำงานจากระยะไกลเป็นการใช้วีพีเอ็นจาก ZeroTier VPN ในการเชื่อม เพื่อให้อุปกรณ์ภายนอกในระบบสามารถเข้าควบคุมกระบวนการได้โดยผ่านแดชบอร์ดที่อยู่บนซอฟต์แวร์ Node-RED
4. การทดสอบการทำงานจะเป็นการทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีที่เชื่อมต่อด้วยวีพีเอ็นผ่านการแสดงผลและควบคุมการทำงานบนซอฟต์แวร์ Node-RED

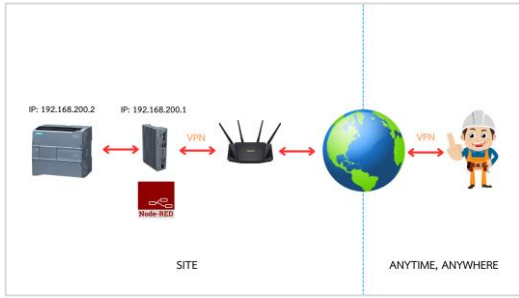
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1. วัสดุ อุปกรณ์

- พีแอลซี Siemens S7-1200
- Siemens SIMATIC IOT2050
- คอมพิวเตอร์
- เร์้าเตอร์อินเทอร์เน็ต
- Push button switch
- สาย LAN
- Tower lamp

2.2. ภาพรวมของการวิจัย

ในการศึกษาระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซีจะเป็นการควบคุมการทำงานของพีแอลซีด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED โดยใช้การเชื่อมต่อผ่านวีพีเอ็นเพื่อเข้ามาเชื่อมต่อกับระบบที่อยู่ภายในโรงงาน โดยสามารถสรุปออกมาเป็นโครงสร้างการเชื่อมต่อดังรูปที่ 1



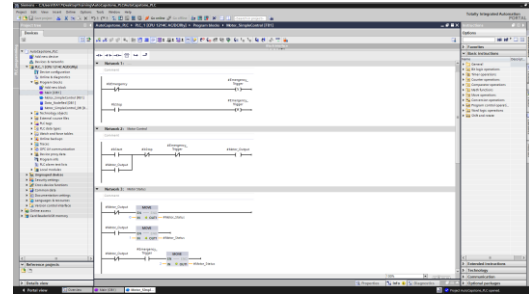
รูปที่ 1 ภาพรวมโครงสร้างของระบบ

โดยในระบบภายในโรงงานจะจำลองโดยใช้พีแอลซี Siemens S7-1200 เป็นการจำลองกระบวนการต่างๆ ภายในโรงงานที่ต้องการจะควบคุมและพีแอลซีจะเชื่อมต่อกับ Network Hub เพื่อทำการเชื่อมต่อเข้ากับ Siemens Simatic IOT2050 ซึ่งเป็น IOT Gateway ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตได้ และภายใน IOT2050 จะมีการใช้งานซอฟต์แวร์ Node-RED ในการควบคุมและแสดงผลข้อมูลจากพีแอลซีและใช้ซอฟต์แวร์วีพีเอ็นเพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลจากจากระยะไกลได้อย่างปลอดภัย เมื่อออกแบบโครงสร้างของระบบเรียบร้อยแล้วสามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

2.3. การเขียนโปรแกรมพีแอลซีจำลองการควบคุมกระบวนการ

การเขียนโปรแกรมจำลองการควบคุมด้วยพีแอลซีจะใช้พีแอลซี S7-1200 และซอฟต์แวร์ TIA Portal V17 ในการจำลองการทำงานและส่งค่าข้อมูล โดยจะเขียนจำลองการควบคุมการทำงานของมอเตอร์โดยสามารถสั่งการเปิด-ปิด และกำหนดความเร็วของมอเตอร์ได้รวมถึงมีการเก็บเวลาในการทำงานของมอเตอร์เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะเตรียมขึ้นไปแสดงผลบน Node-RED ซึ่งสำหรับข้อมูลที่ใช้ทดสอบในการสื่อสารจะประกอบด้วย IO หลักๆ ของ Controller

- DI - Digital Input
- DO - Digital Output
- AI - Analog Input
- AO - Analog Output



รูปที่ 2 โปรแกรมการควบคุมการทำงานของมอเตอร์และการเก็บข้อมูลต่างๆ

2.4. การนำข้อมูลจากพีแอลซีขึ้นไปควบคุมและแสดงผลบนซอฟต์แวร์ Node-RED

การเชื่อมต่อข้อมูลจากพีแอลซีไปยังซอฟต์แวร์ Node-RED นั้นจะใช้ Siemens Simatic IOT2050 เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับอินเทอร์เน็ต โดยภายใน IOT2050 จะมีการติดตั้งซอฟต์แวร์ Node-RED ไว้และทำการติดตั้งไลบรารี node-red-contrib-s7 เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมต่อไปยังพีแอลซี เริ่มแรกจะต้องเปิดการทำงานของฟังก์ชัน การอนุญาตให้ทำการสื่อสารแบบ PUT/GET ก่อนจึงจะสามารถเชื่อมต่อได้ และกำหนดข้อมูลและประเภทข้อมูลที่ต้องการจะส่งขึ้นไปยัง Node-RED โดยในการวิจัยนี้จะรับและส่งข้อมูลโดยจัดเก็บภายใน Non-Optimized Data Block ของโปรแกรมโดยจะสังเกตได้จากการมีแสดงตัวเลข Offset ของข้อมูลแต่ละตัวภายใน Data Block และเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานได้นำตัวแปรที่สร้างขึ้นไปรวมกับโปรแกรมจำลองการควบคุมที่เขียนขึ้นในขั้นตอนที่ผ่านมา

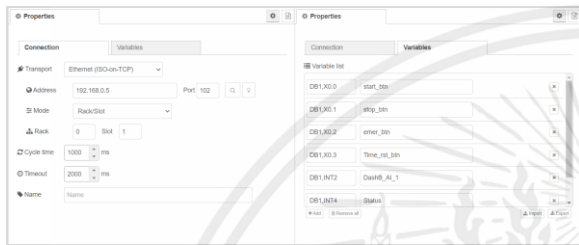
Name	Data type	Offset	Start value	Bitmask	Accessible F...	Initial...	Visible in ...	Separator	Comment
Static									
Start_Btn	Bool	0.0	False						
Stop_Btn	Bool	0.1	False						
Emergency	Bool	0.2	False						
Start_Reset	Bool	0.3	False						
Speed_A1	Int	2.0	0						
Status	Int	0.0	0						
Runtime	Real	0.0	0.0						

รูปที่ 3 การแสดง Offset บน Non-Optimized Data Block

สำหรับการตั้งค่าซอฟต์แวร์ Node-RED ในการแสดงผลและควบคุมการทำงานของพีแอลซี โดยการใช้การควบคุมผ่านแดชบอร์ดต้องทำการตั้งค่า S7 Endpoint ด้วยกันสองส่วน โดยส่วนแรกจะเป็นส่วนของการตั้งค่าการเชื่อมต่อ ซึ่ง

จะต้องตั้งค่า IP address, Port, Rack และ Slot ตามรูปที่ 4 ให้ตรงกับพีแอลซีที่ต้องการเชื่อมต่อ โดยสามารถดูหรือตั้งค่าได้ภายในซอฟต์แวร์ TIA Portal

ส่วนที่สองเป็นการตั้งค่าตัวแปรที่ต้องการนำขึ้นมายัง Node-RED โดยในการวิจัยจะใช้การรับค่าตัวแปรขึ้นมาจาก Data Block ภายในพีแอลซี ซึ่งในการตั้งค่าสำหรับตัวแปรแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดที่แตกต่างสามารถดูวิธีการตั้งค่าได้จากตารางที่ 1



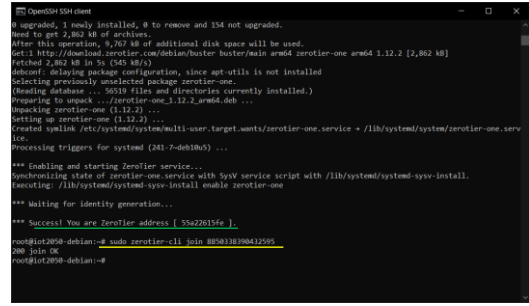
รูปที่ 4 การตั้งค่าของ S7 Endpoint

ตารางที่ 1 รูปแบบ Address ของข้อมูลที่ใช้ในซอฟต์แวร์ Node-RED

ประเภท	รูปแบบ
Boolean	DB1,X1.0
Real	DB1,REAL1
Integer	DB1,INT1
Word	DB1,WORD1
Byte	DB1,BYTE1

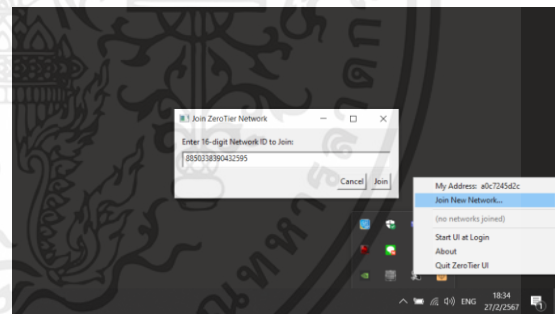
2.5. การใช้วีพีเอ็นในการควบคุมจากระยะไกล

การวิจัยครั้งนี้ใช้การเชื่อมต่อผ่าน ZeroTier VPN ซึ่งเป็นวีพีเอ็นที่ง่ายต่อการใช้งาน โดยในการใช้งานจะต้องมีการติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติมภายในอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อทั้งหมด สำหรับระบบฝังที่อยู่ภายในโรงงานจะทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ไว้ภายใน IOT2050 เพื่อให้อุปกรณ์ภายนอกที่ทำการติดตั้งซอฟต์แวร์วีพีเอ็นและต้องการเข้ามาควบคุมสามารถเชื่อมต่อกับแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED ที่ทำการเขียนไว้ได้



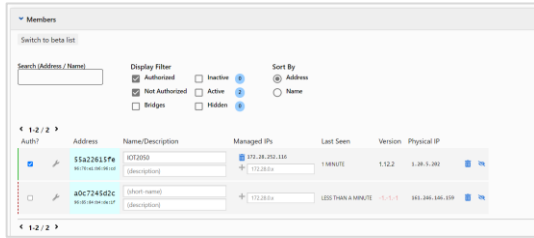
รูปที่ 5 การเชื่อมต่อ IOT2050 กับเครือข่าย ZeroTier VPN ที่สร้างขึ้น

หลังจากติดตั้งซอฟต์แวร์วีพีเอ็นในอุปกรณ์ที่ต้องการจะเชื่อมต่อทั้งหมดแล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะต้องมีการตั้งค่าเครือข่าย ZeroTier VPN เพื่อให้อุปกรณ์อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน ซึ่งสามารถทำได้ผ่านเว็บไซต์โดยเมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรกให้ทำการสร้างเครือข่ายใหม่และทำการตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานของเครือข่ายตามต้องการ และต่อไปเมื่อสร้างเครือข่ายเรียบร้อยแล้วให้นำ Network ID ของเครือข่ายนั้นเข้าไปใส่ในซอฟต์แวร์วีพีเอ็นของแต่ละอุปกรณ์เพื่อให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างกันได้



รูปที่ 6 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับเครือข่าย ZeroTier VPN ที่สร้างขึ้น

เมื่อทำการเพิ่มอุปกรณ์เข้าไปในเครือข่าย ภายในหน้าเว็บไซต์ของเครือข่ายที่สร้างขึ้นจะปรากฏอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามาทั้งหมด โดยในการเชื่อมต่อครั้งแรกจะแสดง Address ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามา โดยเมื่อตรวจสอบว่าถูกต้องตรงกับอุปกรณ์ที่ต้องการเพิ่มเข้ามา สามารถตั้งชื่อแทนอุปกรณ์ได้ และจะต้องมีการรับรองการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ก่อนถึงจะสามารถเริ่มทำงานได้



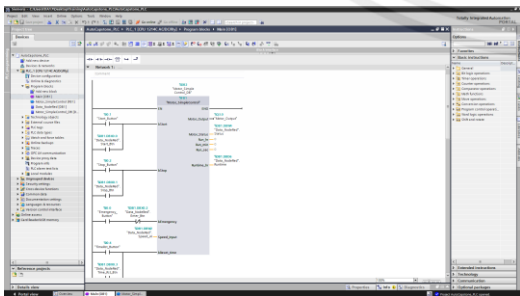
รูปที่ 7 การรับรองการเชื่อมต่อของอุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อครั้งแรก

3. ผลการทดลอง

จากการศึกษาระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซี โดยการควบคุมการทำงานของพีแอลซีด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED โดยใช้การเชื่อมต่อผ่านวีพีเอ็นมีผลการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1. โปรแกรมพีแอลซีจำลองการควบคุมกระบวนการ

ในจำลองการควบคุมกระบวนการการทำงานภายในโรงงานได้จำลองเป็นการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งจะควบคุมการเริ่มต้น การหยุดทำงาน และการหยุดการทำงานแบบฉุกเฉิน และมีการเก็บข้อมูลระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์ โดยในการทำงานทั้งหมดจะเขียนอยู่ในรูปแบบของ Function Block เพื่อให้ง่ายสำหรับการนำไปใช้งานและในการเขียนโปรแกรมนอกจากจะใช้ Push Button Switch ที่ทำการเชื่อมต่อกับพีแอลซีโดยตรงแล้วยังมีการใช้ข้อมูลการควบคุมจากซอฟต์แวร์ Node-RED โดยส่งข้อมูลผ่าน Data Block โดยสามารถสรุปรายละเอียดของการส่งข้อมูลได้ตามตารางที่ 2 และเมื่อนำข้อมูลจาก Data Block ไปเขียนโปรแกรมได้ผลออกมาตามรูปที่ 8



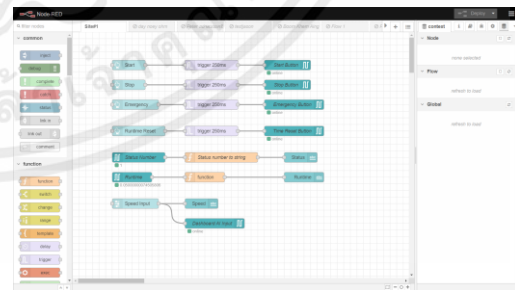
รูปที่ 8 โปรแกรม Function Block สำหรับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลที่รับส่งระหว่างพีแอลซีและซอฟต์แวร์ Node-red

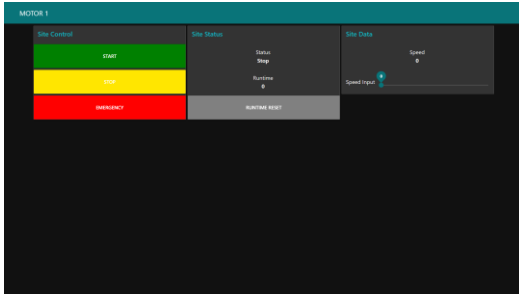
ชื่อตัวแปร	รายละเอียด
Start_Btn	ข้อมูลปุ่ม Start
Stop_Btn	ข้อมูลปุ่ม Stop
Emer_Btn	ข้อมูลปุ่ม Emergency
Time_Rst_Btn	ข้อมูลปุ่มรีเซ็ตการนับเวลาการทำงานของมอเตอร์
AI_1	ข้อมูล Analog Input
Status	ข้อมูลสถานะการทำงานของมอเตอร์
Runtime	ข้อมูลระยะเวลาการทำงานของมอเตอร์

3.2. โปรแกรมบนซอฟต์แวร์ Node-RED สำหรับควบคุมการทำงานของพีแอลซี

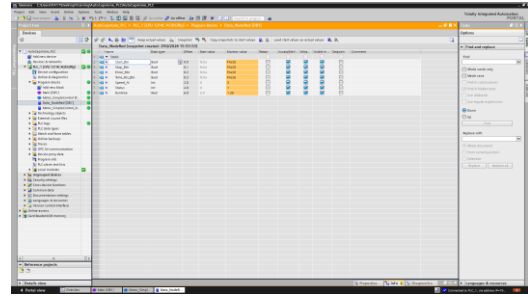
การควบคุมการทำงานของพีแอลซีบนซอฟต์แวร์ Node-RED นั้นจะอาศัยการควบคุมผ่านแดชบอร์ด โดยหลังจากการตั้งค่า S7 Endpoint สำหรับการเชื่อมต่อไปยังพีแอลซีแล้วสามารถเขียนโปรแกรมภายในซอฟต์แวร์ Node-RED เพื่อนำข้อมูลจากพีแอลซีไปควบคุมและแสดงผลบนแดชบอร์ดของ Node-RED ได้



รูปที่ 9 การเขียนโปรแกรมภายในซอฟต์แวร์ Node-RED



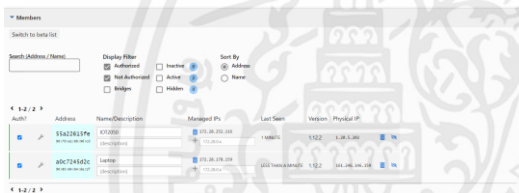
รูปที่ 10 แดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED



รูปที่ 13 การทดสอบการรับและส่งค่าบนพีแอลซี

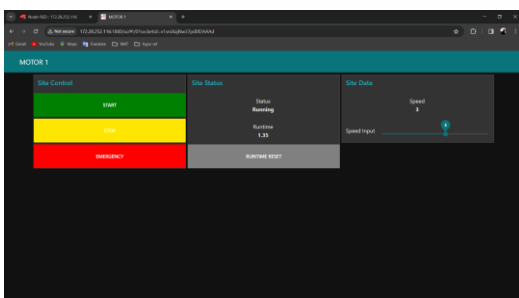
3.3. การควบคุมการทำงานของกระบวนการผ่านการใช้วีพีเอ็น

การใช้ ZeroTier VPN ในการเชื่อมต่อจากระยะไกลต้องมีการตรวจสอบสถานะการเชื่อมต่อไปยังอินเทอร์เน็ตของอุปกรณ์ที่ต้องการเชื่อมต่อ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากหน้าเว็บไซต์การจัดการอุปกรณ์ของวีพีเอ็น โดยเมื่ออุปกรณ์เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสมบูรณ์จะขึ้นสถานะดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 สถานะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในวีพีเอ็น

เมื่อสามารถเชื่อมต่อเข้าวีพีเอ็นได้แล้วต่อไปจะเป็นการทดสอบการเชื่อมต่อไปยังแดชบอร์ดของซอฟต์แวร์ Node-RED ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านระบบวีพีเอ็น โดยจะใช้การเชื่อมต่อผ่าน IP Address ในเครือข่ายวีพีเอ็นของ IOT2050 ในการเชื่อมต่อซึ่งจากการทดสอบสามารถเชื่อมต่อไปยังแดชบอร์ดเพื่อควบคุมและส่งค่าไปยังพีแอลซีได้ตามปกติ โดยในการควบคุมจะมีความหน่วงมากกว่าการเชื่อมต่อโดยตรงเล็กน้อย



รูปที่ 12 การทดสอบการรับและส่งค่าบนแดชบอร์ด

4. อภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาและวิจัยระบบการควบคุมจากระยะไกลด้วยพีแอลซี โดยใช้วีพีเอ็นเป็นช่องทางในการสื่อสารเพื่อให้ Operator สามารถควบคุมและตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ โดยเฉพาะในสถานที่ที่มีการกระจายตัวหรือต้องการการควบคุมจากระยะไกล เช่น โรงงาน, ห้องควบคุมอุณหภูมิตั้งแต่ความชื้น หรือระบบควบคุมต่างๆ ฯลฯ โดยในการทดลองครั้งนี้จะจำลองการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งจากการทดลองพบว่าผลการทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ข้างต้น โดยสามารถรับ-ส่งค่าข้อมูลของ Module หลักอย่าง DI, DO, AI, AO ได้อย่างราบรื่นและสามารถเชื่อมต่อสื่อสารได้ทุกที่ทุกเวลา เปิดโอกาสให้ผู้ดูแลระบบสามารถตอบสนองต่อสถานการณ์และปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

4.1. ข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. ควรศึกษาเรื่องการตั้งค่า Port Forwarding เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการเชื่อมต่อ
2. ควรพิจารณาเรื่องการใช้ Private VPN เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อ และยังเป็นการสร้างระบบปิดที่ใช้เฉพาะสำหรับการควบคุมเท่านั้น
3. การใช้อินเทอร์เน็ตที่เสถียรเพื่อให้การสื่อสารเป็นไปอย่างราบรื่น

เอกสารอ้างอิง

[1] automation360blog. “การเชื่อมต่อ VPN ให้กับ IOT2050 ด้วย ZeroTier” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://automation360blog.wordpress.com/2021/01/25/iot2050_zerotier/. (25 กุมภาพันธ์ 2567)

[2] automation360blog. “การใช้งาน Node-red เพื่อรับ-ส่ง MQTT” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://automation360blog.wordpress.com/2018/08/10/node-red_mqtt_client/. (25 กุมภาพันธ์ 2567)

[3] automation360blog. “การเริ่มต้นในการใช้งาน IOT2040” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://automation360blog.wordpress.com/2018/05/20/iot2040_getting-started/. (25 กุมภาพันธ์ 2567)

[4] automation360blog. “แนะนำการใช้งาน Node-red dashboard” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://automation360blog.wordpress.com/2018/05/20/iot2040_getting-started/. (25 กุมภาพันธ์ 2567)