



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

การพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาเพื่อควบคุมและแสดงผลของอุปกรณ์
ในสายพานการผลิตบนแพลตฟอร์มไอโอที
Development of SCADA System Model for Control and Monitoring of
Production Line Devices on IoT Platform

ศุภทิน ลีปรีชานนท์ (Supatin Leeprechanont)¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาของอุปกรณ์ในสายพานการผลิต (2) เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมระบบสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอที (3) เพื่อควบคุมและแสดงผลค่าสถานะของอุปกรณ์ในสายพานการผลิต โดยระเบียบวิธีวิจัยสำหรับการพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตานั้น มีขั้นตอนดังนี้ (1) เก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการเพื่อออกแบบระบบ (2) เชื่อมต่ออุปกรณ์ในชุดจำลองระบบ (3) กำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในระบบและออกแบบผังการทำงานของโปรแกรม (4) พัฒนาโปรแกรมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของระบบบนแพลตฟอร์มไอโอที (5) ทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดการทำงานของโปรแกรม สำหรับอุปกรณ์หลักที่ใช้ในชุดจำลองระบบสกาตาประกอบด้วย อุปกรณ์พีแอลซี อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส (HMI) ตัวตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์เพื่อใช้เชื่อมต่อสื่อสารกับแพลตฟอร์มไอโอที เป็นต้น การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอที จะประกอบด้วยการตรวจสอบหน้าจอการทำงานต่างๆ ได้แก่ ส่วนของเมนู ระบบควบคุม แสดงผล และแจ้งเตือน ผลการทดสอบโปรแกรมสกาตาด้วยเว็บเบราว์เซอร์และโมบายแอปพลิเคชัน โดยทดสอบจำนวน 30 ครั้ง พบว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องร้อยละ 100 ชุดจำลองระบบสกาตาที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปเป็นตัวอย่างประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมการผลิตเพื่อยกระดับโรงงานในประเทศไทยให้เป็นเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0

คำสำคัญ คลาวด์สกาตา แพลตฟอร์มไอโอที อุตสาหกรรม 4.0

¹ วิศวกรชำนาญการ สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส KMUTNB supatin.l@tfii.kmutnb.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

Abstract

The objectives of this research were: (1) to develop a SCADA system model of production line devices; (2) to design and develop the SCADA system program on an IoT platform; and (3) to control and monitor of production line devices. The research methodology for the development of the SCADA system model includes the following steps: (1) collecting data requirements to design the system; (2) connecting the devices in the system model; (3) declaring variables to be used in the system and designing the flowchart of the program; (4) developing the program and user interfaces of the system on the IoT platform; and (5) testing and debugging the program errors. The main devices used in the SCADA system model consists of PLC, touch screen operation panel (HMI), temperature and humidity sensor module, AC motor drive, IoT gateway device, etc. The SCADA program validation testing on the IoT platform, It consists of checking the various operation screens, including the menu section, control, display and alarm systems. The SCADA program test results with a web browser and a mobile application by testing 30 times, it was found that it can work 100% correctly. This developed SCADA system model can be used as an example of application in the manufacturing industry to upgrade factories in Thailand to be industry 4.0 technology.

Keywords: CloudSCADA, IoT Platform, Industry 4.0



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12 The 12th STOU National Research Conference

บทนำ

ฝ่ายคอมพิวเตอร์เพื่องานอุตสาหกรรม สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้บริการวิชาการในด้านการจัดฝึกอบรมหลักสูตรต่างๆ งานการเรียนการสอนและการสาธิตด้านเทคโนโลยีให้กับนักศึกษา วิศวกรและช่างเทคนิคจากภาคอุตสาหกรรม เพื่อถ่ายทอดความรู้ในเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เพื่องานอุตสาหกรรม โดยเน้นหลักสูตรการพัฒนาและเขียนโปรแกรมระบบซอฟต์แวร์สกาตา หรือ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยในการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน เพื่อให้สามารถควบคุมและแสดงผลค่าสถานะของอุปกรณ์ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ จากพันธกิจดังกล่าวเพื่อให้การถ่ายทอดความรู้ในการพัฒนาและเขียนโปรแกรมระบบสกาตา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการประยุกต์ใช้งานการเขียนโปรแกรมระบบสกาตาที่ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความคิดในการพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาเพื่อควบคุมและแสดงผลของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตบนแพลตฟอร์มไอโอที เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการสาธิตในการประยุกต์ใช้งานการเขียนโปรแกรมระบบสกาตากับอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน โดยผู้วิจัยได้สืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลประกอบแนวคิดในการพัฒนาปรับปรุงระบบสกาตาในงานวิจัยครั้งนี้

Aloisius Genza Pratama Riyanto (2020) ได้เสนองานวิจัยที่ออกแบบชุดจำลองระบบ Andon ซึ่งเป็นระบบควบคุม แสดงผลและแจ้งเตือน เพื่อใช้ปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพของสายพานการผลิตให้เป็นระบบอัตโนมัติ โดยอาศัยตัวควบคุมพีแอลซี (PLC) ซึ่งนิยมใช้อย่างแพร่หลายในการควบคุมกระบวนการในอุตสาหกรรม แต่เนื่องจากตัวควบคุมพีแอลซีไม่สามารถเชื่อมต่อเพื่อสื่อสารโดยตรงกับระบบไอโอทีคลาวด์ได้ งานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบบอร์ด Raspberry Pi ให้เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบไอโอทีคลาวด์ ทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถจัดการระบบผ่านโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Application) ได้ ในส่วนของชุดจำลองสายพานการผลิตในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยชุดขับเคลื่อนสายพาน ตัวตรวจจับวัตถุ (Sensor) และกระบอกสูบที่ทำหน้าที่ในการผลักดันชิ้นงานออกจากสายพานการผลิต และในส่วนของระบบไอโอทีคลาวด์จะใช้แพลตฟอร์มที่ชื่อว่า ANTARES ซึ่งเป็นระบบคลาวด์ของ PT Telekomunikasi จากประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งสนับสนุนโปรโตคอลในการสื่อสาร ได้แก่ HTTP MQTT และ CoAP

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอทีหรือคลาวด์สกาตา โดยให้เครื่องแม่ข่ายสกาตาที่ทำงานบนระบบคลาวด์โดยใช้แพลตฟอร์มไอโอทีของระบบ V-NET ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมและแสดงผลอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตในตัวอุปกรณ์พีแอลซีหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่สามารถสื่อสารผ่าน Modbus ได้ โดยส่งและรับข้อมูลผ่านอุปกรณ์ V-Box ซึ่งเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบไอโอทีคลาวด์ (IoT Gateway) โดยคลาวด์สกาตาสามารถให้บริการข้อมูลกับเครื่องลูกข่ายสกาตา ได้แก่ โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ และแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยใช้เทคโนโลยีระบบอินเทอร์เน็ตในการสื่อสาร และเพื่อป้องกันปัญหากรณีที่ระบบอินเทอร์เน็ตไม่สามารถใช้งานสื่อสารได้ จึงได้เพิ่มอุปกรณ์หน้าจอสัมผัส (HMI) เพื่อทำหน้าที่ในการควบคุมและแสดงผลอุปกรณ์ในระบบได้ โดยสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือระบบแลน (Local Area Network) ได้อีกทางหนึ่งด้วย

สำหรับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตในชุดจำลองระบบสกาตาประกอบด้วย สายพานลำเลียงขนาดเล็กชนิด PVC Belt ความยาว 60 เซนติเมตร หน้ากว้าง 10 เซนติเมตร ซึ่งใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ (Induction Motor) ชนิดที่ใช้ไฟฟ้าแบบ 3 เฟส (40W, 50Hz, 220/380V, 1400RPM) โดยมีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor Drive) แบบอินเวอร์เตอร์ขนาด 0.75KW และมีแขนกลขนาดเล็กที่ใช้สำหรับการศึกษาทำหน้าที่ดูดจับชิ้นงานรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเล็กและเบาจากจุดที่วางชิ้นงานไปยังสายพานลำเลียง ดังแสดงในภาพที่ 12 โดยมีสวิตช์เพื่อควบคุมการทำงานด้วยมือที่ชุด



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12 The 12th STOU National Research Conference

จำลองและหลอดไฟเพื่อแสดงสถานะการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล สำหรับอุปกรณ์อินพุตชนิดตัวตรวจจับ (Sensor) ที่ใช้ในชุดจำลองนี้ มีเป้าหมายต้องการใช้เป็นตัวอย่างในการเขียนโปรแกรมการสื่อสารแบบ RS-485 โดยใช้ข้อตกลงการสื่อสารแบบ Modbus RTU เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจสำหรับการเชื่อมต่อสื่อสารกับตัวตรวจจับชนิดอื่นๆ ซึ่งในอุตสาหกรรมจะการใช้การสื่อสารแบบ Modbus RTU เป็นส่วนใหญ่ แต่เนื่องจากงบประมาณในงานวิจัยพัฒนาชุดจำลองนี้สามารถซื้ออุปกรณ์ได้ในวงเงินที่หมาะสม ผู้วิจัยจึงเลือกตัวตรวจจับอุณหภูมิและความชื้น เนื่องจากมีราคาถูกกว่าตัวตรวจจับชนิดอื่นๆ ซึ่งมีราคาหลายพันบาท เช่น ตัวตรวจจับฝุ่น PM2.5 ตัวตรวจจับแสงและสี เป็นต้น

ดังนั้นการพัฒนาชุดจำลองระบบสภาวะด้วยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0 นี้ จะทำให้สามารถควบคุมอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดขับเคลื่อนสายพาน (ควบคุมการเปิดปิด ส่งคำสั่งรูปแบบการหมุนเดินหน้า หมุนกลับทาง และความเร็วรอบ) แขนกล (ควบคุมการเปิดปิดการทำงานในการดูดจับชิ้นงาน) และแสดงผลของค่าสถานะของอุปกรณ์ ได้แก่ ชุดขับเคลื่อนสายพาน แขนกลและตัวตรวจจับอุณหภูมิและความชื้น รวมถึงการแจ้งเตือนสถานะข้อมูลการทำงานของชุดขับเคลื่อนสายพานและแขนกลบนโปรแกรมอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำให้สามารถติดตาม ตรวจสอบ และเฝ้าระวังระบบต่างๆ ในโรงงาน ในทุกสถานที่และทุกเวลา

วัตถุประสงค์

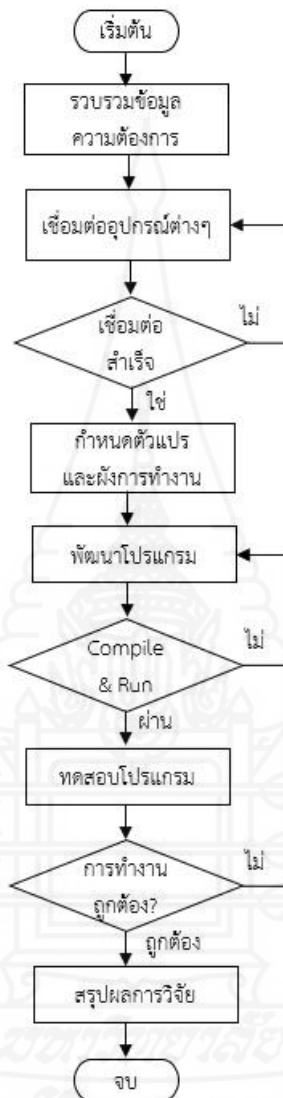
1. เพื่อพัฒนาชุดจำลองระบบสภาวะของอุปกรณ์ในสายพานการผลิต
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมระบบสภาวะบนแพลตฟอร์มไอโอที
3. เพื่อควบคุมและแสดงผลค่าสถานะของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตในสายพานการผลิต

ระเบียบวิธีวิจัย

ระเบียบวิธีดำเนินงานวิจัยการพัฒนาชุดจำลองระบบสภาวะเพื่อควบคุมและแสดงผลของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตบนแพลตฟอร์มไอโอที มีขั้นตอนเริ่มจาก (1) การเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการเพื่อออกแบบระบบ (2) การเชื่อมต่ออุปกรณ์ในชุดจำลองระบบ (3) การกำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในระบบและออกแบบผังการทำงานของโปรแกรมสภาวะ (4) การพัฒนาโปรแกรมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบสภาวะบนแพลตฟอร์มไอโอที และ (5) การทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดการทำงานของโปรแกรมสภาวะแล้วจึงสรุปผลการวิจัย โดยภาพที่ 1 แสดงผังการดำเนินงานวิจัย



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference



ภาพที่ 1 แสดงผังการดำเนินงานวิจัย

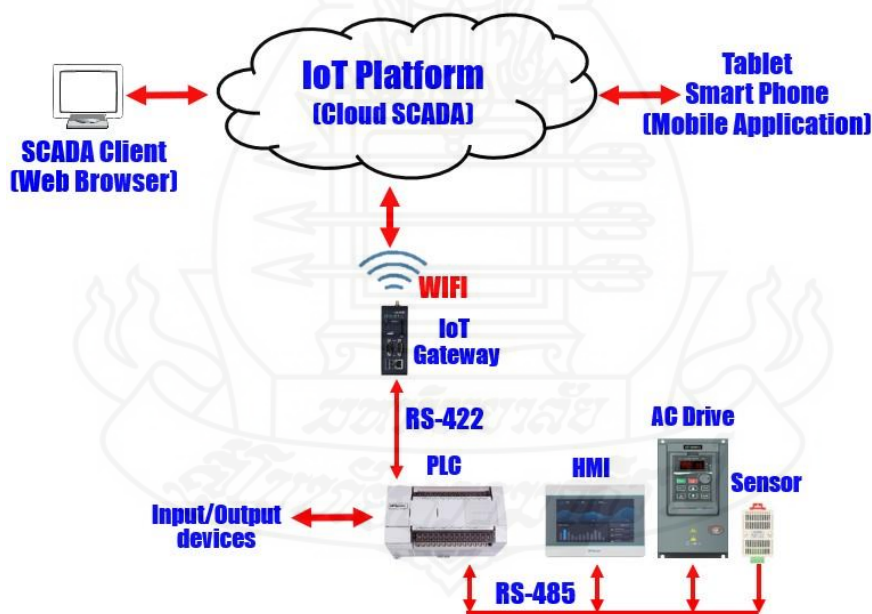
ในขั้นตอนแรกของการดำเนินงานวิจัย เริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการอุปกรณ์ในการออกแบบชุดจำลองระบบสกาตาโดยพิจารณาจากความต้องการของห้องปฏิบัติการและพิจารณาว่าอุปกรณ์ใดที่จำเป็นต้องใช้ภายใต้งบประมาณที่ไม่เกินสี่หมื่นบาทเพื่อใช้สำหรับการควบคุมสายพานและแขนกล รวมถึงต้องการแสดงค่าข้อมูลจากตัวตรวจวัด (Sensor) เพื่อเป็นตัวอย่างสำหรับการสาธิตในการสอน ซึ่งได้ผลสรุปความต้องการของระบบว่าประกอบด้วยอุปกรณ์หลักได้แก่ (1) อุปกรณ์พีแอลซี (PLC: Programmable Logic Controller) ซึ่งเป็นระบบควบคุมที่สามารถโปรแกรมได้ (2) อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส (HMI) เพื่อสามารถควบคุมระบบในกรณีที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต (3) ระบบชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor Drive) ซึ่งใช้สำหรับขับเคลื่อนสายพานด้วยการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ (4) ตัวตรวจวัด



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

จะใช้สำหรับในการวัดอุณหภูมิและความชื้น เนื่องจากมีราคาถูกกว่าตัวตรวจวัดชนิดอื่นๆ แต่มีหลักการสื่อสารโปรโตคอลที่เหมือนกัน จึงเหมาะสมสำหรับการศึกษา และ (5) อุปกรณ์ IoT Gateway ได้เลือกใช้อุปกรณ์ V-Box เพื่อใช้เชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลกับระบบคลาวด์สกาดา โดยแพลตฟอร์มไอโอทีที่ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมระบบสกาดาระบบคลาวด์ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ระบบ V-NET IoT platform

ขั้นตอนที่สองของการดำเนินงานวิจัยคือ การเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์หลักในชุดจำลองระบบ ประกอบด้วย การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่กำหนดค่าการสื่อสารข้อมูลตามมาตรฐานแบบ RS-485 โดยใช้ข้อตกลงการสื่อสารแบบ Modbus RTU ได้แก่ อุปกรณ์พีแอลซี อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ตัวตรวจวัด สำหรับอุปกรณ์พีแอลซีนั้นจะมีการเชื่อมต่อกับสวิตช์ หลอดไฟเพื่อใช้แสดงสถานะและแขนกลทางช่องอินพุตและเอาต์พุต (Input/Output) โดยอุปกรณ์พีแอลซีจะเชื่อมต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ IoT Gateway ตามมาตรฐานแบบ RS-422 โดยใช้ข้อตกลงการสื่อสารแบบ Modbus RTU และอุปกรณ์ IoT Gateway จะเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลกับระบบคลาวด์สกาดาด้วยการสื่อสารแบบ WIFI เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้เครื่องลูกข่ายสกาดา (SCADA Client) สามารถดูข้อมูลของระบบได้ทางโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) และโปรแกรมแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Application) โดยภาพที่ 2 แสดงเชื่อมต่อสื่อสารของอุปกรณ์หลักในชุดจำลองระบบสกาดา



ภาพที่ 2 แสดงการเชื่อมต่อสื่อสารอุปกรณ์หลักในชุดจำลองระบบ

ขั้นตอนที่สามของการดำเนินงานวิจัย เป็นการกำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในระบบและออกแบบผังการทำงานของโปรแกรมสกาดา โดยเริ่มจากการกำหนดตัวแปรที่ใช้งานในการพัฒนาระบบโปรแกรมสกาดา ซึ่งเป็นการกำหนดตำแหน่งที่อยู่จากชนิดข้อมูลต่างๆ ที่อ้างอิงจากตัวแปรของอุปกรณ์พีแอลซี (PLC Address) โดยมีวัตถุประสงค์สำหรับใช้จัดเก็บข้อมูลบน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

ระบบคลาวด์สกาตา เพื่อนำค่าในตัวแปรไปประมวลผลข้อมูลในรูปแบบต่างๆ ต่อไป โดยตารางที่ 1 แสดงการกำหนดตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรมสกาตา เพื่อสื่อสารกับอุปกรณ์พีแอลซี

ในตารางที่ 1 จะประกอบด้วย ตัวแปรที่ใช้ควบคุมสวิตช์เพื่อเปิดปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (ตัวแปร X0 และตัวแปร X1) ตัวแปรที่ใช้ควบคุมสวิตช์เพื่อเปิดปิดการทำงานของแขนกล (ตัวแปร X2 และตัวแปร X3) และหลอดไฟแสดงสถานะการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล (ตั้งแต่ตัวแปร Y0 ถึงตัวแปร Y3) รวมถึงการรับสัญญาณอินพุตจากแขนกลโดยใช้ตัวแปรของตัวควบคุมพีแอลซี (ตัวแปร X4: Ready Signal และตัวแปร X5: Completion Signal) เมื่อสัญญาณอินพุต X5 ส่งมา จึงจะนับจำนวนครั้ง (Count) ของการทำงานที่เสร็จสิ้นแล้ว แล้วจึงส่งสัญญาณเอาต์พุตเพื่อควบคุมแขนกล (ตัวแปร Y4 และตัวแปร Y5) ส่วนตัวแปรที่ใช้ในการควบคุมและแสดงสถานะการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (ตั้งแต่ตัวแปร D100 ถึงตัวแปร D113) ได้แก่ ตัวแปร Command ตัวแปร Set Value ตัวแปร Operating Frequency ตัวแปร Bus Voltage ตัวแปร Output Voltage ตัวแปร Output Current ตัวแปร Output Power ตัวแปร Output Torque ตัวแปร Running Speed ตัวแปร The AC Drive State และตัวแปร The AC Drive Fault เป็นต้น ส่วนกลุ่มสุดท้ายจะเป็นตัวแปรที่ใช้แสดงค่าอุณหภูมิและค่าความชื้น ที่รับค่าข้อมูลมาจากตัวตรวจวัด (ตัวแปร D1100 และตัวแปร D1101)

ตารางที่ 1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในโปรแกรมสกาตา

ชื่อตัวแปรในโปรแกรมสกาตา	ตำแหน่งที่อยู่ (Address) ที่อ้างอิงจากตัวแปรของอุปกรณ์พีแอลซี
StartInverter	M10 (X0 = Switch ON Inverter)
StopInverter	M11 (X1 = Switch OFF Inverter)
SW_InvON	M0 (X0 = Switch ON Inverter)
Lamp_InvRUN	Y0
SW_InvOFF	M1 (X1 = Switch OFF Inverter)
Lamp_InvStop	Y1
StartRobot	M2 (X2 = Switch ON, X3 = Switch OFF Robotic Arm)
Lamp_RobotRun	Y2
Lamp_RobotStop	Y3
OutputSignal_StartRobot	Y4
OutputSignal_StopRobot	Y5
Command	D100
Set_Value	D101
OperatingFreq	D102
BusVolt	D103
OutputVoltage	D104

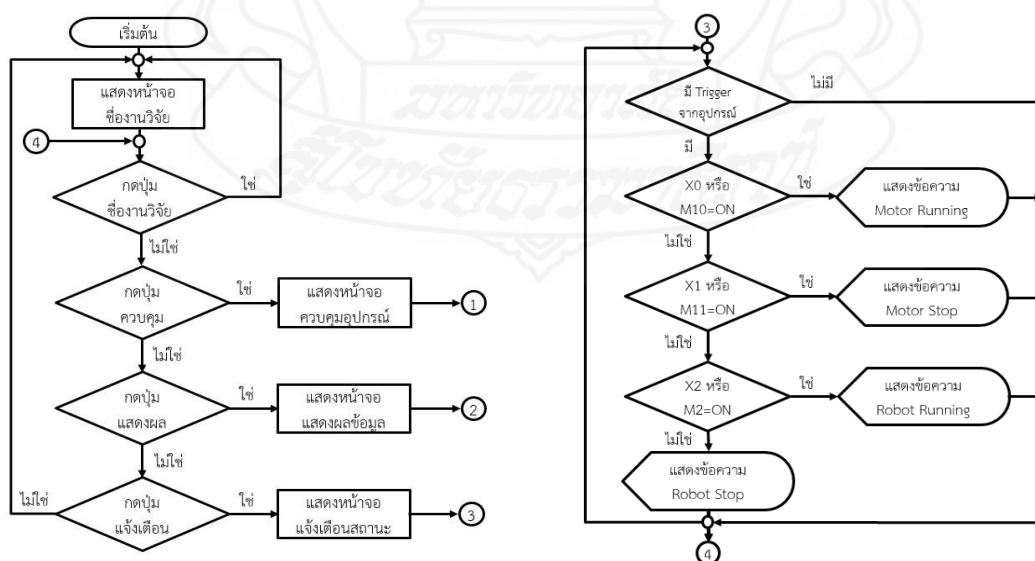


การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12

The 12th STOU National Research Conference

OutputCurrent	D105
OutputPower	D106
OutputTorque	D107
RunSpeed	D108
RemainedRun	D109
CurrentPowerOnTime	D110
Current Runtime	D111
ACDriveState	D112
ACDriveFault	D113
Temperature	D1100
Humidity	D1101

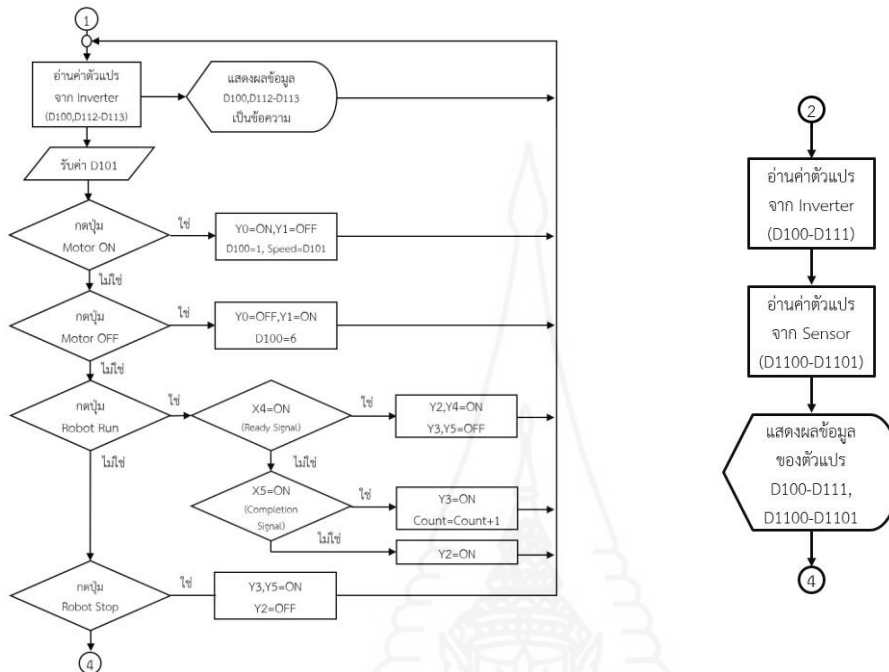
เมื่อได้กำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในระบบแล้ว จะนำตัวแปรมาใช้ในการออกแบบผังการทำงานของโปรแกรมสกาตา (Flowchart) ในภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แสดงผังการทำงานในภาพรวมของระบบโปรแกรมสกาตา โดยเมื่อเริ่มเปิดระบบ โปรแกรมสกาตาให้ทำงานเป็นครั้งแรก โปรแกรมจะแสดงหน้าจอชื่องานวิจัย และรอการกดปุ่มเมนูจากผู้ใช้ระบบ เพื่อเข้าสู่โหมดการทำงานย่อยของระบบ ได้แก่ โหมดการทำงานเพื่อควบคุมอุปกรณ์ในสายพานการผลิต เช่น การเปิดปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล โหมดการทำงานเพื่อแสดงผลสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนสายพานด้วยมอเตอร์และสถานะข้อมูลตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น โหมดการทำงานเพื่อแจ้งเตือนสถานะข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์ในสายพานการผลิต



ภาพที่ 3 แสดงผังการทำงานในภาพรวมของระบบเมนูโปรแกรมสกาตาและระบบแจ้งเตือน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference



ภาพที่ 4 แสดงผังการทำงานในภาพรวมของระบบโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์และแสดงผลข้อมูล

ขั้นตอนที่สี่ของการดำเนินงานวิจัย เป็นการพัฒนาโปรแกรมและส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบสกาตาบนแพลตฟอร์ม ไอโอที ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรมระบบสกาตาในหน้าจอแรกเมื่อได้เปิดโปรแกรมระบบสกาตาเป็นครั้งแรกที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 8 การพัฒนาหน้าจอเพื่อควบคุมการเปิดปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 9 การพัฒนาหน้าจอแสดงสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนสายพานที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 10 และการพัฒนาหน้าจอระบบแจ้งเตือนสถานะข้อมูลของอุปกรณ์ในสายพานที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 11

ขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินงานวิจัย เป็นการทดสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อผิดพลาดในการทำงานของโปรแกรมสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอที ผู้วิจัยได้ทดสอบโปรแกรมสกาตากับชุดจำลองระบบของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตและแขนกลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 5 ซึ่งการทดสอบในส่วนของโปรแกรมสกาตาจะประกอบด้วย การตรวจสอบหน้าจอการทำงานต่างๆ ได้แก่ ส่วนของเมนู ระบบควบคุม ระบบแสดงผล และระบบแจ้งเตือน โดยใช้การทดสอบจากเครื่องลูกข่ายสกาตาด้วยโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์และโมบายแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ด้วยเครื่องแท็บเล็ต และโทรศัพท์มือถือ (Smart Phone) เป็นต้น โดยทดสอบเป็นจำนวน 30 ครั้งในแต่ละหัวข้อการทดสอบการทำงาน ซึ่งผลการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4

สำหรับภาพที่ 8 ถึงภาพที่ 11 ได้แสดงการทดสอบโปรแกรมระบบสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอทีที่ใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ด้วยการพิมพ์ที่อยู่ของเว็บ (URL) ของระบบ V-NET ในโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ และแสดงการทดสอบโปรแกรมด้วยการเปิดโปรแกรมแอปพลิเคชันจากโทรศัพท์มือถือ โดยต้องมีการ login เข้าสู่ระบบโปรแกรมสกาตาก่อนการใช้งาน



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

ผลการวิจัย

การออกแบบระบบของชุดจำลองระบบสกาตาเพื่อควบคุมและแสดงผลของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตบนแพลตฟอร์มไอโอที ซึ่งความต้องการของระบบประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่ (1) อุปกรณ์พีแอลซี (2) อุปกรณ์หน้าจอสัมผัส (3) ระบบชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (4) ตัวตรวจวัด และ (5) อุปกรณ์ IoT Gateway โดยมีการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ทุกตัวในชุดจำลองระบบสกาตา ซึ่งผลการทดสอบพบว่า อุปกรณ์ทุกตัวนั้นสามารถทำงานอย่างเป็นระบบได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ดังนั้นผลการวิจัยจึงสามารถพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาได้ตรงตามความต้องการของระบบตามขั้นตอนแรกของระเบียบวิธีวิจัย และบรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในข้อแรก ดังที่ได้แสดงผลการวิจัยการพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาไว้ในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงผลการวิจัยการพัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาของอุปกรณ์ในสายพานการผลิต แขนกลและเครื่องลูกข่ายสกาตา

การเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์หลักในชุดจำลองระบบสกาตา ผู้วิจัยได้ทดสอบการเชื่อมต่อสื่อสารโดยใช้โปรแกรมซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีอยู่บนแพลตฟอร์มไอโอที โดยทดสอบว่าสามารถสื่อสารกับตัวแปรในอุปกรณ์หลักในชุดจำลองได้หรือไม่ ซึ่งผลการวิจัยสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกับตัวแปรในอุปกรณ์หลักได้ทุกตัวแปร โดยสามารถดูสถานะการเชื่อมต่อในช่อง Status ของตารางตัวแปรได้ โดยสถานะวงกลมสีเขียวในช่อง Status หมายถึงการเชื่อมต่อสำเร็จ ดังแสดงในภาพที่ 6



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

Status	ID	Name ▾	Value	Read Address
●	1981182	StartInverter	☒ OFF	1 : M 10
●	1980666	StopInverter	☒ OFF	1 : M 11
●	1980665	SW_InvON	☒ OFF	1 : M 0
●	1980664	Lamp_InvRun	☐ OFF	1 : Y 0
●	1980662	SW_InvOFF	☒ OFF	1 : M 1
●	1980661	Lamp_InvStop	☐ ON	1 : Y 1
●	1980660	StartRobot	☒ OFF	1 : M 2
●	1980658	Lamp_RobotRun	☐ OFF	1 : Y 2
●	1980656	Lamp_RobotStop	☐ ON	1 : Y 3
●	1980654	OutputSignal_StartRobot	☐ OFF	1 : Y 4

ภาพที่ 6 แสดงผลการวิจัยของการเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลของตัวแปรในอุปกรณ์หลักในชุดจำลองระบบ

การกำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในระบบสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอทีที่ตามตารางที่ 1 นั้น ผลการวิจัยสามารถกำหนดตัวแปรได้ทั้งหมดโดยไม่มีข้อผิดพลาด ตามที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 7

Status	ID	Name ▾	Value	Read Address
●	1980652	OutputSignal_StopRobot	☐ ON	1 : Y 5
●	1980650	ACDriveState	1	1 : D 112
●	1980649	ACDriveFault	0	1 : D 113
●	1947133	Command	1	1 : D 100
●	1947132	Set_Value	100.00	% 1 : D 101
●	1947129	OperatingFreq	50.00	Hz 1 : D 102
●	1947124	BusVolt	316.7	V 1 : D 103
●	1947120	OutputVoltage	220	V 1 : D 104
●	1947119	OutputCurrent	0.08	A 1 : D 105
●	1947088	OutputPower	0.00	W 1 : D 106

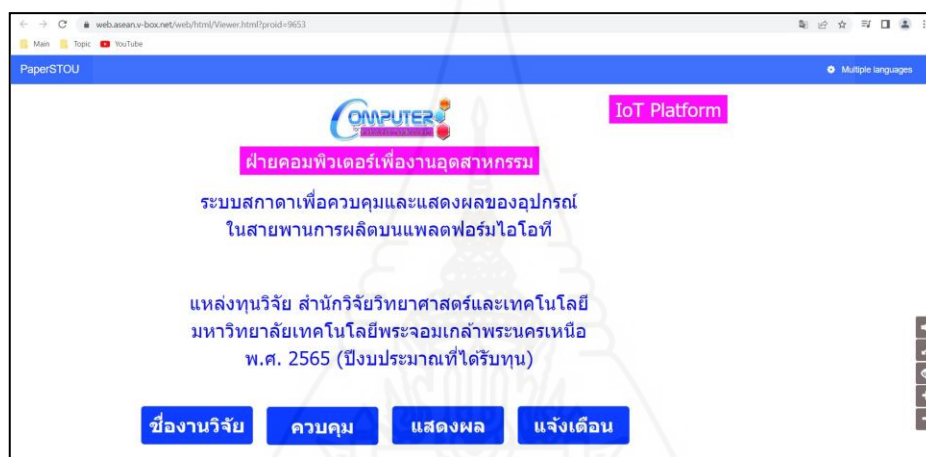
ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างผลการวิจัยของการกำหนดตัวแปรที่ต้องใช้ในระบบสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอที

การพัฒนาโปรแกรมตามผังการทำงานและการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบสกาตาบนแพลตฟอร์มไอโอที ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรมระบบสกาตาในหน้าจอแรกที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 8 การพัฒนาหน้าจอเพื่อควบคุม



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

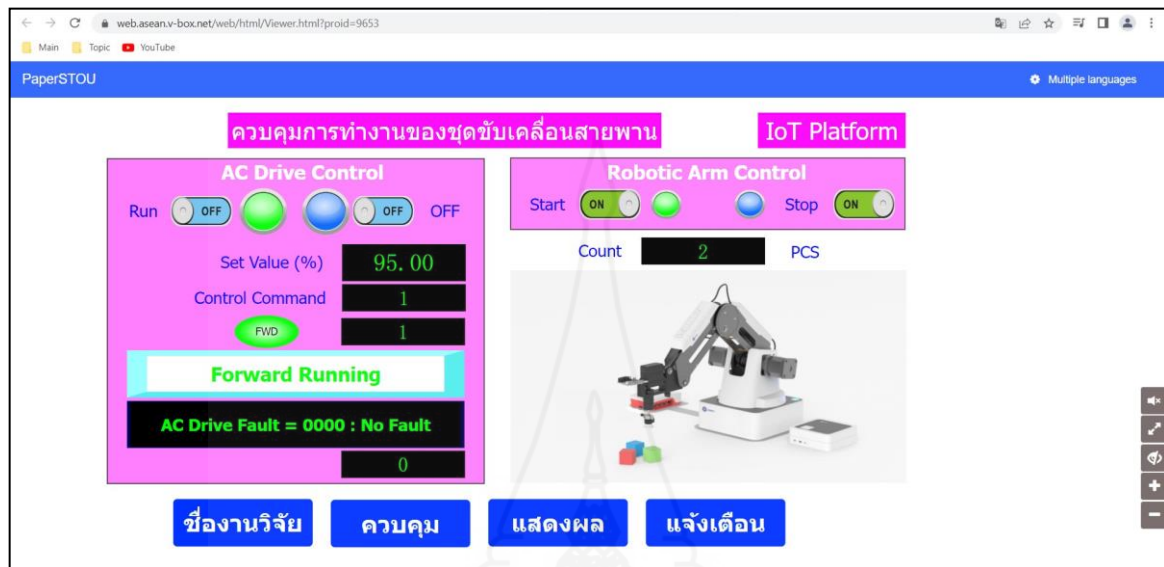
การเปิดปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 9 การพัฒนาหน้าจอแสดงสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนสายพานที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 10 และการพัฒนาหน้าจอระบบแจ้งเตือนสถานะข้อมูลของอุปกรณ์ในสายพานที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 11 ซึ่งการพัฒนานี้จะใช้วิธีทดสอบการทำงานของโปรแกรมบนแพลตฟอร์มไอโอทีกับผังการทำงานของโปรแกรมสกาตา (Flowchart) โดยผลการวิจัยสามารถพัฒนาโปรแกรมบนแพลตฟอร์มไอโอทีได้ตรงกับผังการทำงานของโปรแกรมสกาตา และสามารถคอมไพล์และรันโปรแกรม (Compile and Run) โดยไม่มีข้อผิดพลาด



ภาพที่ 8 แสดงผลการวิจัยของการพัฒนาโปรแกรมสกาตาในหน้าจอแรกบนเว็บเบราว์เซอร์และโทรศัพท์มือถือ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference



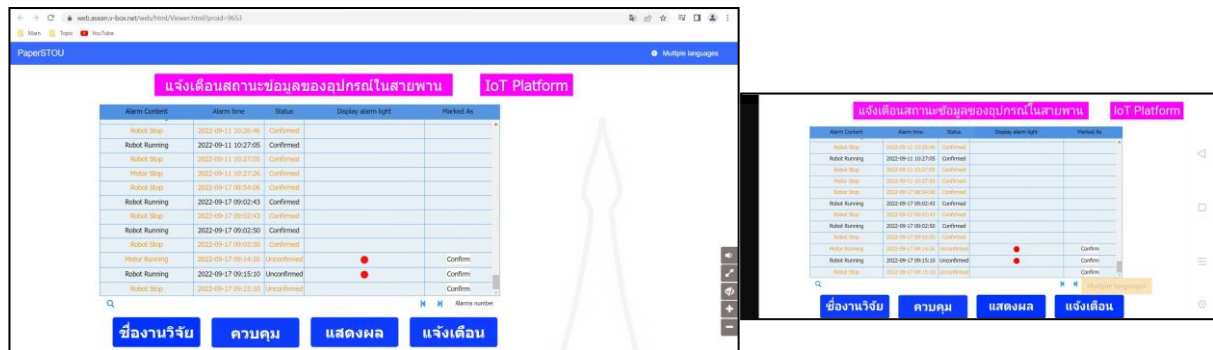
ภาพที่ 9 แสดงผลการวิจัยของการพัฒนาหน้าจอเพื่อควบคุมการเปิดปิดการทำงานบนเว็บเบราว์เซอร์และโทรศัพท์มือถือ



ภาพที่ 10 แสดงผลการวิจัยของการพัฒนาหน้าจอแสดงสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนบนเว็บเบราว์เซอร์และโทรศัพท์มือถือ



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference



ภาพที่ 11 แสดงผลการวิจัยของการพัฒนาหน้าจอระบบแจ้งเตือนสถานะอุปกรณ์บนเว็บเบราว์เซอร์และโทรศัพท์มือถือ

การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมสาคาบนแพลตฟอร์มไอโอทีกับชุดจำลองระบบของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตและแขนกลที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 5 ซึ่งผลการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4 โดยตารางที่ 2 แสดงการทดสอบโปรแกรมระบบสาคาในหน้าจอแรกและหน้าจอเพื่อควบคุมการเปิดปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล การแสดงจำนวนครั้งการดูดจับชิ้นงานของแขนกล โดยผลการวิจัยโปรแกรมสามารถทำงานได้ถูกต้องร้อยละ 100

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของ การควบคุมและแสดงผลค่าสถานะของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล

หัวข้อการทดสอบการทำงาน	ร้อยละการทำงานที่ถูกต้องบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์	ร้อยละการทำงานที่ถูกต้องบนโมบายแอปพลิเคชัน
ปุ่มเมนู ชื่องานวิจัย	100	100
ปุ่มเมนู ควบคุม	100	100
ปุ่มเมนู แสดงผล	100	100
ปุ่มเมนู แจ้งเตือน	100	100
ปุ่ม Run AC Drive และหลอดไฟแสดงสถานะ	100	100
ปุ่ม OFF AC Drive และหลอดไฟแสดงสถานะ	100	100
กรอกตัวเลขค่าความเร็ว (Set Value)	100	100
กรอกคำสั่งให้ AC Drive (Control Command)	100	100
การแสดงผลค่าสถานะของ AC Drive และ AC Drive Fault	100	100
การแสดงผลตัวเลขจำนวนครั้งการดูดจับชิ้นงานของแขนกล	100	100
ปุ่ม Start แขนกล และหลอดไฟแสดงสถานะ	100	100
ปุ่ม Stop แขนกล และหลอดไฟแสดงสถานะ	100	100



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference



ภาพที่ 12 แสดงผลการวิจัยของการดัดจับชิ้นงานของแขนกลเพื่อปล่อยลงบนสายพานและนับจำนวนครั้งการทำงาน

โดยตารางที่ 3 ได้แสดงผลการทดสอบโปรแกรมระบบสกาตาในหน้าจอเพื่อแสดงผลสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนสายพานด้วยมอเตอร์และแสดงผลสถานะข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของตัวตรวจวัด ซึ่งจะใช้วิธีตรวจสอบโดยเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่แสดงผลบนโปรแกรมระบบสกาตาที่เปิดจากโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ กับค่าข้อมูลที่อยู่ในตัวแปรของตัวควบคุมพีแอลซี ซึ่งตัวควบคุมพีแอลซีจะรับค่าข้อมูลมาโดยตรงจากการอ่านค่าข้อมูลที่ส่งมาจากตัวแปรที่อยู่ในชุดขับเคลื่อนสายพานและตัวตรวจวัด โดยเปรียบเทียบว่าค่าข้อมูลดังกล่าวตรงกันหรือไม่ โดยตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบจะประกอบด้วยตัวแปรที่ใช้ในการแสดงผลสถานะทำงานของชุดขับเคลื่อนสายพานด้วยมอเตอร์และตัวแปรอุณหภูมิและความชื้น เช่น ตัวแปร Set Value ซึ่งเป็นค่าความเร็วคิดเป็น % จากความเร็วสูงสุดของมอเตอร์ ตัวแปร Control Command ซึ่งเป็นรหัสคำสั่งควบคุมโดยใช้ตัวเลขแทนสถานะโหมดการทำงาน เป็นต้น โดยผลการวิจัย พบว่าโปรแกรมสามารถแสดงผลค่าข้อมูลดังกล่าวตรงกันร้อยละ 100 จากการสังเกตยังพบอีกว่าในบางตัวแปรของตัวตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น จะมีความหน่วงเวลาประมาณ 1 วินาที โดยเกิดขึ้นในบางเวลาเท่านั้น ซึ่งไม่มีผลใดๆ ต่อการทำงานของโปรแกรมระบบสกาตา ซึ่งเกิดจากความเร็วในการส่งข้อมูลสู่ระบบอินเทอร์เน็ต



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference

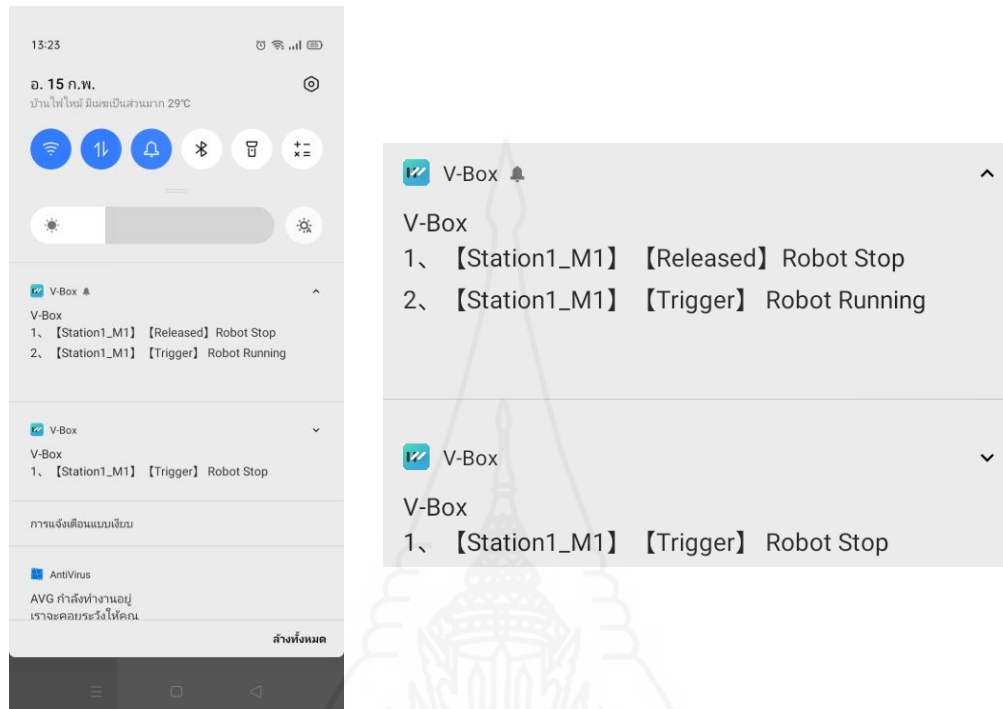
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และตัวตรวจวัด

หัวข้อการทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงค่าสถานะของ	ร้อยละการทำงานที่ถูกต้องบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์	ร้อยละการทำงานที่ถูกต้องบนโมบายแอปพลิเคชัน
Set Value (ค่าความเร็วเป็น %)	100	100
Control Command (คำสั่งควบคุม AC Drive)	100	100
Operating Frequency (ค่าความถี่)	100	100
Bus Voltage (ค่าแรงดัน)	100	100
Output Voltage (ค่าแรงดัน)	100	100
Output Current (ค่ากระแส)	100	100
Output Power (ค่ากำลัง)	100	100
Output Torque (ค่าแรงบิด)	100	100
Running Speed (ค่าความเร็ว)	100	100
Remained Running Time (ค่าเวลา)	100	100
Current Power-On Time (ค่าเวลา)	100	100
Current Running Time (ค่าเวลา)	100	100
Temperature Sensor (ค่าอุณหภูมิ)	100	100
Humidity Sensor (ค่าความชื้น)	100	100

การทดสอบโปรแกรมระบบสกาตาในหน้าจอร์บบแจ้งเตือนสถานะข้อมูลนั้น จะทดสอบโดยการเปิดหรือปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล เพื่อดูว่าระบบได้ส่งข้อความเตือนไปยังหน้าจอตารางแจ้งเตือนบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์และโมบายแอปพลิเคชันหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 11 รวมถึงมีส่งข้อความแจ้งเตือนบนแถบสถานะของโทรศัพท์มือถือหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 13 ผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนเมื่อมีการเปิดหรือปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกลได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมสามารถแจ้งเตือนสถานะข้อมูลได้ถูกต้องร้อยละ 100



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12
The 12th STOU National Research Conference



ภาพที่ 13 แสดงการทดสอบโปรแกรมระบบแจ้งเตือนบนแถบสถานะของโทรศัพท์มือถือ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนเมื่อมีการเปิดหรือปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล

หัวข้อการทดสอบการทำงานการแจ้งเตือนด้วยข้อความ	ร้อยละการทำงานที่ถูกต้องบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์	ร้อยละการทำงานที่ถูกต้องบนโมบายแอปพลิเคชัน
Motor Running (เปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อน)	100	100
Motor Stop (ปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อน)	100	100
Robot Running (เปิดการทำงานของแขนกล)	100	100
Robot Stop (ปิดการทำงานของแขนกล)	100	100

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาชุดจำลองระบบสาคาเพื่อความคุ้มค่าและแสดงผลสถานะข้อมูลของอุปกรณ์ในสายพานการผลิต ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมให้ทำงานบนแพลตฟอร์มไอโอทีนั้น จะทำให้สามารถใช้ในการจัดการและติดตามผลสถานะการทำงานหรือแจ้งเตือนสถานะของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เปิดโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์และบนโปรแกรมโมบายแอปพลิเคชัน ทำให้การเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้ในทุกสถานที่และทุกเวลา โดยการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมสาคาบนแพลตฟอร์มไอโอที จะประกอบด้วย การตรวจสอบหน้าจอการทำงานต่างๆ ได้แก่ ส่วนของเมนู ระบบควบคุม



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 12 The 12th STOU National Research Conference

แสดงผล และแจ้งเตือน ผลการทดสอบโปรแกรมสกาตาด้วยเว็บเบราว์เซอร์และโมบายแอปพลิเคชัน โดยทดสอบจำนวน 30 ครั้ง ในแต่ละหัวข้อการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวมพบว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องร้อยละ 100 ได้แก่ หน้าจอเพื่อควบคุม การเปิดปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และสั่งเปิดปิดการทำงานของแขนกล หน้าจอเพื่อแสดงผลสถานะข้อมูลของชุดขับเคลื่อนสายพานด้วยมอเตอร์และแสดงผลสถานะข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นของตัวตรวจวัด โดยการเปรียบเทียบว่าค่า ข้อมูลในตัวแปรของตัวควบคุมพีแอลซีกับหน้าจอโปรแกรมเพื่อแสดงผลสถานะข้อมูลว่าตรงกันหรือไม่ ซึ่งผลการทดสอบ พบว่าค่าข้อมูลดังกล่าวตรงกันร้อยละ 100 โดยมีความหน่วงเวลาดำกว่า 1 วินาที ซึ่งมีสาเหตุจากความเร็วในการส่งข้อมูลสู่ ระบบอินเทอร์เน็ตในช่วงเวลาที่มีจำนวนผู้ใช้งานมาก รวมถึงการทดสอบหน้าจอระบบแจ้งเตือนสถานะข้อมูล เมื่อมีการเปิด หรือปิดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และแขนกล ซึ่งผลการทดสอบพบว่าระบบจะส่งข้อความเตือนไปยังหน้าจอตาราง แจ้งเตือนบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์และโมบายแอปพลิเคชัน รวมถึงส่งข้อความแจ้งเตือนบนแถบสถานะของโทรศัพท์มือถือ ทุกครั้งหรือร้อยละ 100 ดังนั้นชุดจำลองระบบสกาตาที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปเป็นตัวอย่างซึ่งมีประโยชน์สำหรับการใช้สาธิต ในการสอนนักศึกษาและการจัดฝึกอบรมให้กับวิศวกรในภาคอุตสาหกรรมให้ได้รับความรู้ในการพัฒนาและเขียนโปรแกรม ระบบสกาตาเพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้รับหลังจากการฝึกอบรมไปใช้เพื่อยกระดับ โรงงานขนาดกลางและขนาดย่อมในประเทศไทยให้เป็นเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 4.0

ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดจำลองระบบสกาตาเพื่อควบคุมและแสดงผลของอุปกรณ์ในสายพานการผลิตบน แพลตฟอร์มไอโอที ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ โดยในการใช้งานโปรแกรมสกาตาด้วยการเปิด จากโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ แนะนำให้ควรใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ของ Google Chrome จะทำให้โปรแกรมสกาตา สามารถแสดงผลหน้าจอในการทำงานได้ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามสัญญาเลขที่ KMUTNB-65-SUP-03 โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา แก้วมณี ผู้อำนวยการสถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส เป็นนักวิจัยที่ปรึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะและการสนับสนุนแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Aloisius Genza Pratama Riyanto. (2020). Andon System using Industrial IoT for Controlled Production Line by conventional PLC. International Journal of Engineering Research & Technology, 9(09), 95-99.
Retrieved from <https://www.ijert.org/andon-system-using-industrial-iot-for-controlled-production-line-by-conventional-plc>