

การพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติ HMI แบบเวลาจริงโดยใช้ Shihlin EC205-CT0A และ Raspberry Pi สำหรับการเรียนรู้ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม

ปาริฉัตร ยุกตบัณฑิตกุล¹, วีระศักดิ์ ชื่นตา², ขนิษฐา แซ่ลิ้ม²,
สมบัติ หทัยรัตนานนท์², บัณฑิต คุ่มสวัสดิ์², นิภูริดา เชิดชู² และ บพิตร ไชยนอก^{2*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

²สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

*bopitch@npru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติและคู่มือการใช้งานส่วนต่อประสานผู้ใช้กับเครื่องจักร (Human Machine Interface: HMI) ยี่ห้อ Shihlin รุ่น EC205-CT0A สำหรับการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลระหว่าง HMI โปรแกรมควบคุมตรรกะแบบโปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller: PLC) และ Raspberry Pi 3 ผ่านการสื่อสารแบบอนุกรมและการรับส่งข้อมูลแบบเวลาจริงด้วยเทคโนโลยี WebSocket การดำเนินงานประกอบด้วยการศึกษาฮาร์ดแวร์ การวิเคราะห์เฟรมข้อมูลการสื่อสาร การออกแบบกราฟิกบน HMI และการพัฒนาใบความรู้ร่วมกับใบงานปฏิบัติการ จำนวน 3 ชุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม จำนวน 12 คน ผลการทดลองพบว่านักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.80 เป็นร้อยละ 70.75 ขณะที่นักศึกษาที่ไม่เคยผ่านการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 21.70 เป็นร้อยละ 50.94 นอกจากนี้ผลการประเมินความพึงพอใจต่อชุดฝึกปฏิบัติอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: HMI ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม Raspberry Pi การสื่อสารแบบเวลาจริง ชุดฝึกปฏิบัติ



Development of a Real-Time HMI Training System Using Shihlin EC205-CT0A and Raspberry Pi for Industrial Automation Education

Parichat Yubonbanditkun¹, Weerasak Chuenta², Kanittha Saelim², Sombat Hathairattananon²,
Bandid Kumsawat², Nitthita Cherdchoo² and Bopit Chainok^{2*}

¹Electrical Engineering Department, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University.

²Industrial Computer Technology Department, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University.

*bopitch@npru.ac.th

Abstract

This paper presents the development of a Human Machine Interface (HMI) training system and operation manual using the Shihlin EC205-CT0A model for industrial automation education. The developed system enables communication between the HMI, Programmable Logic Controller (PLC), and Raspberry Pi 3 through serial communication and real-time data transmission using WebSocket technology. The methodology includes hardware analysis, communication frame analysis, graphical interface design on the HMI platform, and the development of three instructional modules with laboratory exercises. The experimental group consisted of 12 students from the Industrial Computer Technology program. The results showed that students with prior industrial electrical technology experience improved their average scores from 33.80% to 70.75%, while students without prior experience improved from 21.70% to 50.94%. In addition, the satisfaction assessment results indicated a high to highest level of satisfaction toward the developed training system. The findings demonstrate that the proposed HMI training platform can effectively enhance industrial automation skills and improve learning performance in industrial automation education.

Keywords: HMI, Industrial Automation, Raspberry Pi, Real-Time Communication, Training System

1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม (Industrial Automation) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในภาคการผลิตและภาคอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการนำระบบควบคุมอัตโนมัติและระบบตรวจสอบข้อมูลแบบเวลาจริงมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มความแม่นยำในการควบคุมกระบวนการผลิต เทคโนโลยี Human Machine Interface (HMI) ถือเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถติดต่อ สั่งงาน และตรวจสอบสถานะของเครื่องจักรได้อย่างสะดวกผ่านส่วนติดต่อกราฟิกกับผู้ใช้งาน ซึ่ง HMI ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในระบบ Programmable Logic Controller (PLC) และระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม [1]–[4]

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมยังคงประสบปัญหาในด้านอุปกรณ์ฝึกปฏิบัติที่มีราคาสูง ความซับซ้อนของระบบควบคุม และข้อจำกัดด้านการเข้าถึงอุปกรณ์จริง ส่งผลให้นักศึกษาขาดโอกาสในการเรียนรู้และฝึกทักษะการใช้งาน HMI และระบบควบคุมอุตสาหกรรมในสถานการณ์จริง อีกทั้งสื่อการเรียนรู้และคู่มือปฏิบัติการที่มีอยู่ส่วนใหญ่ยังขาดการเชื่อมโยงกับระบบสื่อสารข้อมูลแบบเวลาจริง โดยอาศัยการสื่อสารผ่าน RS-232, Modbus และ WebSocket รวมถึงการประยุกต์ใช้ Raspberry Pi ในงาน Internet of Things (IoT) [5]–[8]

จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติและคู่มือการใช้งาน HMI ยี่ห้อ Shihlin รุ่น EC205-CT0A ร่วมกับ Raspberry Pi 3 เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเชื่อมต่อระหว่าง HMI, PLC และ Raspberry Pi ผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Communication) และรองรับการรับส่งข้อมูลแบบเวลาจริงผ่าน WebSocket [5]–[8] นอกจากนี้ยังมีการออกแบบใบความรู้ ใบงานปฏิบัติการ และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมถึงความพึงพอใจของผู้เรียน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

งานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานว่าการประยุกต์ใช้ชุดฝึก PLC และ HMI สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะด้านระบบอัตโนมัติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการจำลองกระบวนการอุตสาหกรรม การออกแบบหน้าจอ HMI และการฝึกปฏิบัติบนระบบควบคุมจริง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการควบคุม PLC และ HMI ภายในห้องปฏิบัติการ ขณะที่การบูรณาการ Raspberry Pi ร่วมกับการสื่อสารข้อมูลแบบเวลาจริงผ่าน WebSocket เพื่อรองรับแนวคิด Industrial IoT ยังมีรายงานค่อนข้างจำกัด [9]–[13]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยประกอบด้วย 1) เพื่อพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติและคู่มือการใช้งาน HMI ยี่ห้อ Shihlin รุ่น EC205-CT0A สำหรับการเรียนรู้ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้งานระบบฝึกปฏิบัติ และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น โดยคาดว่าจะช่วยส่งเสริมทักษะด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การออกแบบระบบฝึกปฏิบัติ

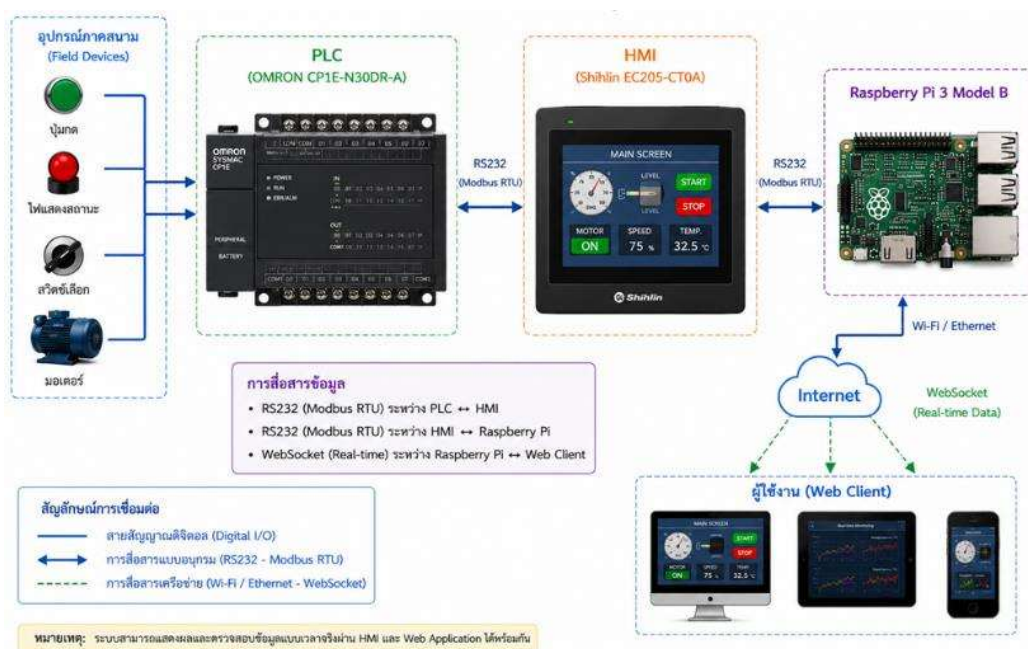
ระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถศึกษาโครงสร้างการทำงานของ Human Machine Interface (HMI) การเชื่อมต่อกับ Programmable Logic Controller (PLC) และการสื่อสารข้อมูลแบบเวลาจริงร่วมกับ Raspberry Pi 3 ได้อย่างครบวงจร ระบบถูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นแพลตฟอร์มฝึกปฏิบัติที่สามารถใช้งานได้จริงในห้องปฏิบัติการและสามารถประยุกต์ใช้กับระบบอุตสาหกรรมจริงได้ องค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย HMI ยี่ห้อ Shihlin รุ่น EC205-CT0A, PLC, Raspberry Pi 3, ระบบสื่อสารแบบอนุกรม RS232 และเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริง ดังแสดงตามภาพที่ 1 จากโครงสร้างของระบบ HMI ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) สำหรับควบคุมการทำงานและแสดงสถานะของอุปกรณ์ PLC ขณะที่ Raspberry Pi 3 ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลางสำหรับการจัดการข้อมูลและเชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงผ่าน WebSocket ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้

2.1.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

การออกแบบฮาร์ดแวร์ของระบบฝึกปฏิบัติ โดย HMI รุ่น Shihlin EC205-CT0A เชื่อมต่อกับ PLC รุ่น OMRON CP1E ซึ่งรองรับการสื่อสารแบบ RS232 และ Modbus RTU [1], [3] ผ่านพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมเพื่อใช้ในการส่งคำสั่งและแสดงผลสถานะของระบบ ส่วน Raspberry Pi 3 ถูกใช้ในการเชื่อมต่อข้อมูลเข้าสู่ระบบเครือข่ายและเว็บแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ยังมีการออกแบบแผงควบคุมให้สามารถถอดประกอบและเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ง่าย เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานด้านการเรียนการสอนและการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ

2.1.2 การออกแบบซอฟต์แวร์

ในส่วนของการซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Eu-Editor2 สำหรับออกแบบหน้าจอ HMI และกำหนดการทำงานของวัตถุต่าง ๆ บนหน้าจอ เช่น ปุ่มควบคุม สถานะแสดงผล และตัวแสดงค่าตัวแปร โดยหน้าจอ HMI ถูกออกแบบให้ใช้งานง่ายและเหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้ใช้งาน การออกแบบหน้าจอ HMI ประกอบด้วยเมนูหลักสำหรับการควบคุมระบบ การแสดงค่าตัวแปร และการตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์แบบเวลาจริง ผู้ใช้งานสามารถสั่งงานผ่านหน้าจอสัมผัสของ HMI ได้โดยตรง [2]



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบฝึกปฏิบัติ HMI ร่วมกับ PLC และ Raspberry Pi

2.1.3 การสื่อสารข้อมูลแบบเวลาจริง

ระบบฝึกปฏิบัติใช้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS232 สำหรับรับส่งข้อมูลระหว่าง HMI และ PLC ขณะที่ Raspberry Pi 3 ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับข้อมูลและส่งต่อไปยังเว็บแอปพลิเคชันผ่าน WebSocket เพื่อให้สามารถแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงได้ [7], [8] การทำงานของระบบเริ่มจาก HMI ส่งคำสั่งไปยัง PLC จากนั้น PLC จะประมวลผลและส่งค่ากลับมายัง Raspberry Pi 3 เพื่อแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยมีกรอบแบบรูปแบบเฟรมข้อมูลและโปรโตคอลการสื่อสารเพื่อให้ข้อมูลสามารถรับส่งได้อย่างถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบเฟรมข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ เพื่อศึกษาความถูกต้องของข้อมูลและลดข้อผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล

2.1.4 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

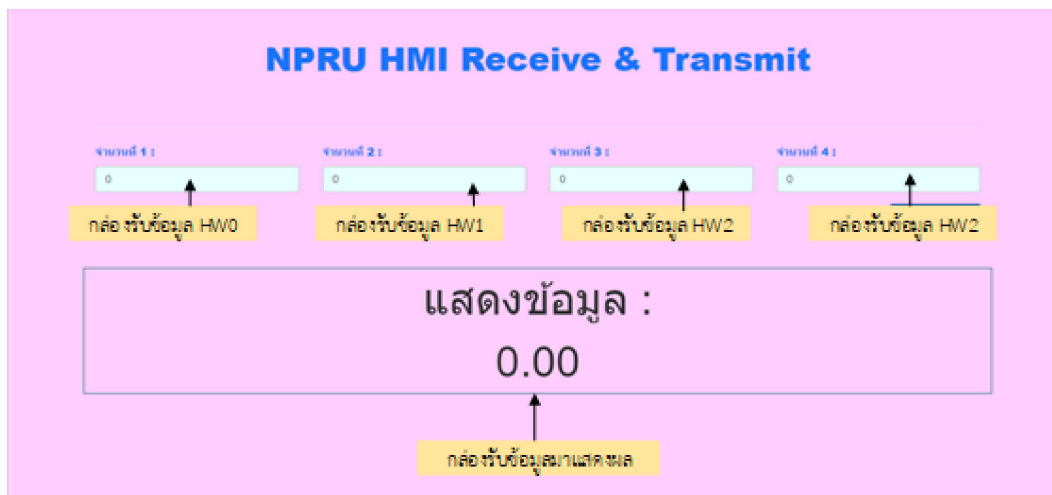
เว็บแอปพลิเคชันถูกออกแบบเพื่อใช้แสดงผลข้อมูลจากระบบ HMI และ PLC ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของระบบและค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้แบบเวลาจริงผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เว็บแอปพลิเคชันใช้เทคโนโลยี WebSocket เพื่อให้สามารถอัปเดตข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องรีเฟรชหน้าเว็บ [7] ซึ่งช่วยลดภาระของระบบและเพิ่มความรวดเร็วในการแสดงผลข้อมูล ดังภาพที่ 2

2.1.5 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ

ระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์และอุปกรณ์สื่อสารหลายส่วน เพื่อใช้ในการควบคุมแสดงผล และรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายในระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม โดยอุปกรณ์หลักประกอบด้วย HMI, PLC, Raspberry Pi 3 และอุปกรณ์สื่อสารแบบอนุกรม RS232 ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อรองรับการควบคุมและแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ในการออกแบบระบบ ผู้วิจัยได้เลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถใช้งานได้จริงในงานอุตสาหกรรมและเหมาะสมกับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาโครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ และการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ได้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ยังคำนึงถึงความสะดวกในการติดตั้ง การบำรุงรักษา และการต่อยอดใช้งานร่วมกับระบบ Industrial IoT ในอนาคตรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติ

ลำดับ	อุปกรณ์	รุ่น	หน้าที่
1	HMI	Shihlin EC205-CT0A	ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน
2	PLC	OMRON	ควบคุมการทำงานของระบบ
3	Raspberry Pi	Raspberry Pi 3	ประมวลผลและส่งคำสั่ง
4	Communication Module	RS-232	รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
5	Power Supply	24V DC	จ่ายพลังงานให้ระบบ



ภาพที่ 2 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริง

2.1.6 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบฝึกปฏิบัติเริ่มต้นจากผู้ใช้งานสั่งงานผ่านหน้าจอ HMI จากนั้นคำสั่งจะถูกส่งไปยัง PLC ผ่านการสื่อสารแบบ RS232 เพื่อทำการประมวลผลและควบคุมอุปกรณ์ภายในระบบ เมื่อ PLC ประมวลผลเสร็จสิ้น ข้อมูลสถานะและค่าตัวแปรต่าง ๆ จะถูกส่งกลับมายัง HMI และ Raspberry Pi 3 เพื่อใช้ในการแสดงผลและจัดเก็บข้อมูล นอกจากนี้ Raspberry Pi 3 ยังทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังเว็บแอปพลิเคชันผ่านเครือข่าย Wi-Fi หรือ Ethernet โดยใช้เทคโนโลยี WebSocket เพื่อแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของระบบผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 3

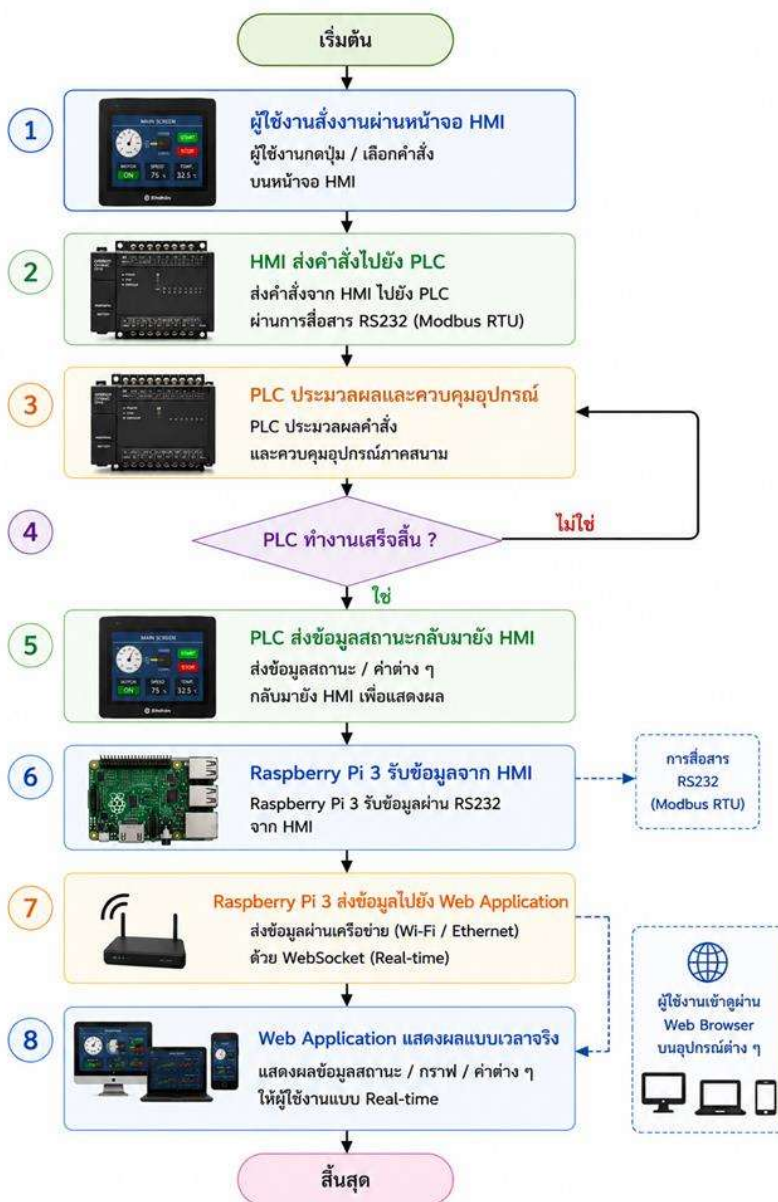
2.2 การพัฒนาใบความรู้และใบงาน

ผู้วิจัยได้พัฒนาใบความรู้และใบงานปฏิบัติการเพื่อใช้ร่วมกับระบบฝึกปฏิบัติ HMI โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาและปฏิบัติงานด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมได้อย่างเป็นลำดับขั้น ทั้งในด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ โดยเนื้อหาในใบความรู้ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงในภาคอุตสาหกรรม และสามารถใช้เป็นคู่มือสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

ใบความรู้ที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ชุดหลัก ได้แก่ ใบความรู้ด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ HMI ใบความรู้ด้านซอฟต์แวร์และการออกแบบหน้าจอ HMI และใบความรู้ด้านการเชื่อมต่อ HMI กับ Raspberry Pi 3 ซึ่งแต่ละชุดจะประกอบด้วยเนื้อหาทฤษฎี ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตัวอย่างการใช้งาน และใบงานปฏิบัติการที่สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ

2.2.1 ใบความรู้ด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ HMI

ใบความรู้ชุดที่ 1 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับองค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ HMI โดยครอบคลุมการศึกษาคู่มือสมบัติของอุปกรณ์ การเชื่อมต่อวงจร และการติดตั้งอุปกรณ์ในระบบควบคุมอัตโนมัติ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้โครงสร้างของ HMI ยี่ห้อ Shihlin รุ่น EC205-CT0A การทำงานของพอร์ตสื่อสาร และการเชื่อมต่อกับ PLC และ Raspberry Pi 3 นอกจากนี้ยังได้พัฒนาใบงานปฏิบัติการให้สอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละใบความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้งานระบบ HMI ได้จริง



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

2.2.2 ใ้ความรู้ด้านซอฟต์แวร์และการออกแบบหน้าจอ HMI

ใ้ความรู้ชุดที่ 2 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานซอฟต์แวร์ Eu-Editor2 สำหรับออกแบบและพัฒนาอินเทอร์เฟซบน HMI โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้การสร้างหน้าจอควบคุม การกำหนดตัวแปร การสร้างปุ่มควบคุม และการแสดงผลข้อมูลแบบกราฟิก ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวอย่างหน้าจอ HMI เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองสร้างระบบควบคุมพื้นฐานและศึกษาการทำงานของอบเจกต์ต่าง ๆ บนหน้าจอ HMI นอกจากนี้ยังมีใบงานปฏิบัติการให้ผู้เรียนทดลองออกแบบหน้าจอควบคุมและเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับ PLC เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการพัฒนาระบบ HMI อย่างเป็นขั้นตอน

2.2.3 ใ้ความรู้ด้านการเชื่อมต่อ HMI กับ Raspberry Pi 3

ใ้ความรู้ชุดที่ 3 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการเชื่อมต่อ HMI กับ Raspberry Pi 3 เพื่อพัฒนาระบบแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนจะได้ศึกษาแนวคิดของ Industrial IoT การรับส่งข้อมูลผ่าน Serial Communication และการใช้งาน WebSocket ระบบถูกออกแบบให้ Raspberry Pi 3 ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการรับข้อมูลจาก HMI และส่งข้อมูลไปยังเว็บแอปพลิเคชันแบบเวลาจริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของระบบอุตสาหกรรมสมัยใหม่ที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยี IoT นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถทดลองพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับตรวจสอบสถานะของระบบแบบเวลาจริง และศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้งานระบบ HMI ร่วมกับเทคโนโลยี IoT ในงานอุตสาหกรรม

2.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวนทั้งสิ้น 12 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อใช้ในการทดลองระบบฝึกปฏิบัติ HMI และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกตามระดับชั้นการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 4 คน นักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 4 คน และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 4 คน เพื่อให้ครอบคลุมผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมแตกต่างกัน

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 6 คน และกลุ่มนักศึกษาที่ไม่เคยผ่านการเรียนรายวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 6 คน เพื่อใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้งานระบบฝึกปฏิบัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกันได้หรือไม่

ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้เรียนทุกคนได้รับการแนะนำการใช้งานระบบฝึกปฏิบัติ วิธีการทำงาน และขั้นตอนการประเมินผล จากนั้นจึงดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ฝึกปฏิบัติตามใ้ความรู้และใ้งานที่กำหนด และทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใ้งานระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

2.4 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยระบบฝึกปฏิบัติ HMI คู่มือการใช้งาน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใ้งาน โดยเครื่องมือทั้งหมดถูกออกแบบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อใ้ประเมินประสิทธิภาพของระบบฝึกปฏิบัติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใ้งาน

ตารางที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ	รายละเอียด
ระบบฝึกปฏิบัติ HMI	ใ้สำหรับการเรียนรู้และทดลองปฏิบัติงานจริง
คู่มือการใช้งาน	ใ้ประกอบการเรียนรู้และอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน
แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	ใ้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แบบประเมินความพึงพอใจ	ใ้ประเมินความคิดเห็นของผู้ใ้งาน

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองถูกนำมาวิเคราะห์ใ้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ และใ้สถิติ Paired Sample t-test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยพบว่าระบบฝึกปฏิบัติ HMI ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานร่วมกันระหว่าง HMI, PLC และ Raspberry Pi 3 ได้อย่างถูกต้องและมีเสถียรภาพ โดยระบบสามารถรับส่งข้อมูลผ่านการสื่อสารแบบอนุกรม RS232 และแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงผ่านเว็บแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี WebSocket ได้อย่างต่อเนื่อง ผู้ใช้งานสามารถควบคุมและตรวจสอบสถานะของระบบผ่านหน้าจอ HMI และเว็บเบราว์เซอร์ได้พร้อมกัน ซึ่งช่วยเพิ่มความสะดวกในการเรียนรู้และการทดลองใช้งานระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม

จากการทดลองใช้งานจริงพบว่าระบบสามารถตอบสนองต่อคำสั่งจากผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง และสามารถส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่พบปัญหาการสูญหายของข้อมูลระหว่างการทดลอง นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถศึกษาการทำงานของระบบสื่อสารข้อมูลระหว่าง HMI และ PLC ได้จากการตรวจสอบเฟรมข้อมูลและสถานะการสื่อสารแบบเวลาจริง

3.1 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

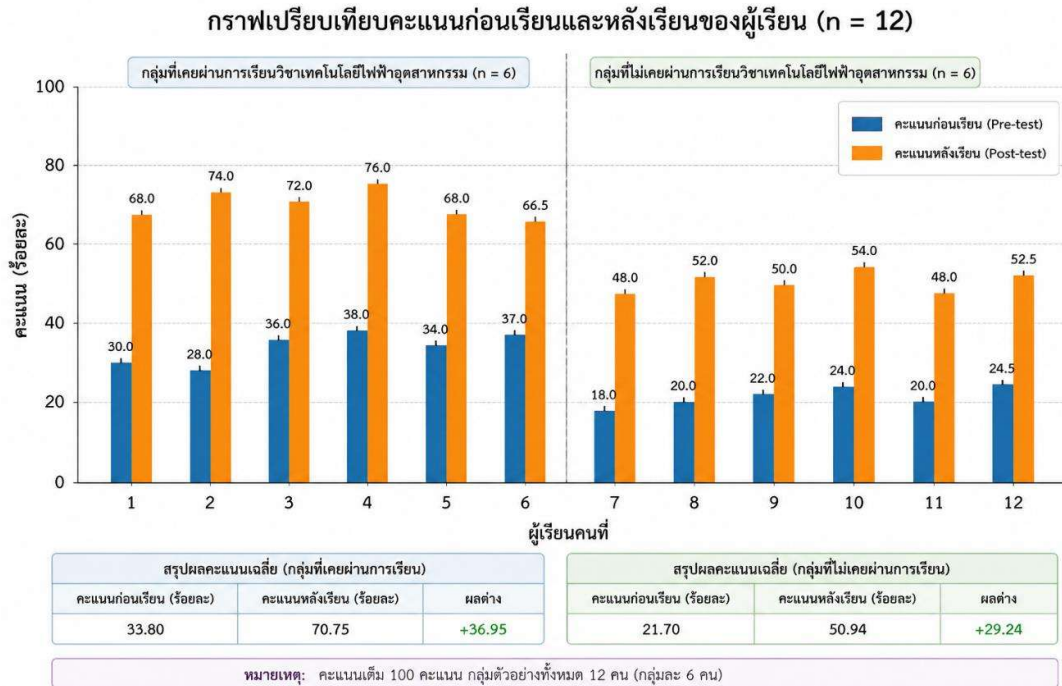
ผู้วิจัยได้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักศึกษาจำนวน 12 คน ซึ่งมาจากนักศึกษาชั้นปีที่ 1–3 อย่างไม่จำกัด การวิเคราะห์ผลการวิจัยใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มตามประสิทธิภาพการเรียนรู้รายวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ได้แก่ กลุ่มที่เคยเรียน (6 คน) และกลุ่มที่ไม่เคยเรียน (6 คน) ส่วนข้อมูลชั้นปีแสดงไว้เพื่ออธิบายลักษณะของกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น มิได้นำมาใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์ผล

ผลการทดลองพบว่าผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 33.80 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 70.75 ขณะที่กลุ่มที่ไม่เคยผ่านการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับร้อยละ 21.70 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 50.94

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มผู้เรียน	คะแนนก่อนเรียน (%)	คะแนนหลังเรียน (%)	ผลต่าง
เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	33.80	70.75	+36.95
ไม่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม	21.70	50.94	+29.24

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมมาก่อนสามารถเรียนรู้และพัฒนาทักษะการใช้งาน HMI ได้ดีขึ้นหลังจากการทดลองใช้งานระบบ



ภาพที่ 4 กราฟเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

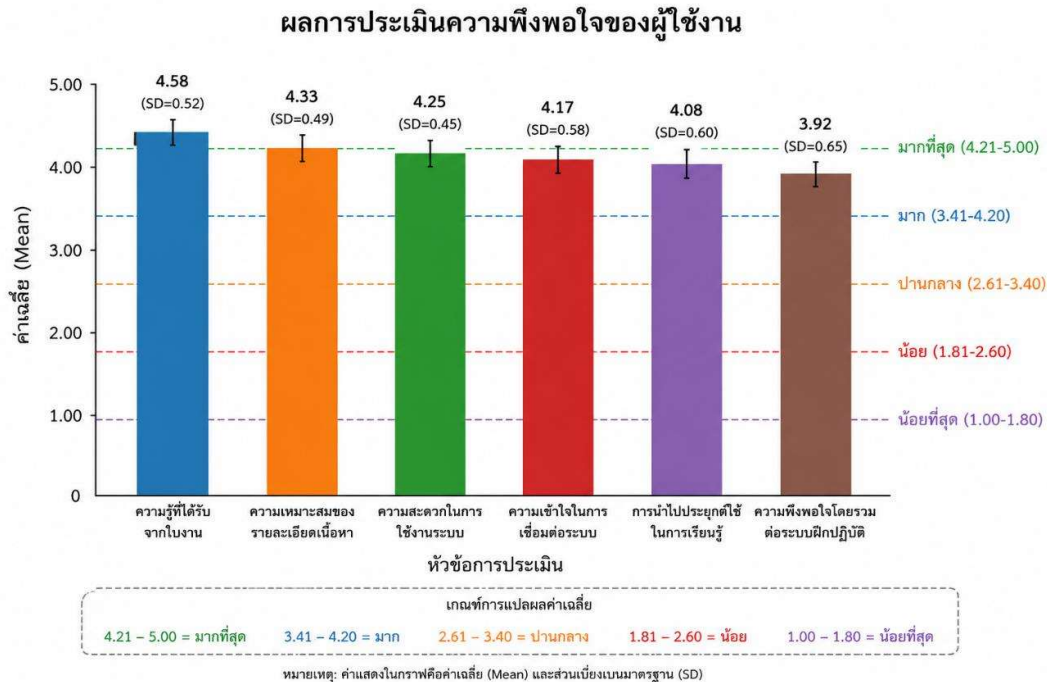
ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบฝึกปฏิบัติ HMI และคู่มือการใช้งานพบว่าอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยผู้เรียนมีความคิดเห็นว่ารระบบฝึกปฏิบัติสามารถช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมได้ง่ายขึ้น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

หัวข้อที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความรู้ที่ได้รับจากใบงานปฏิบัติการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 รองลงมาคือความเหมาะสมของรายละเอียดเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาและรูปแบบของระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

หัวข้อการประเมิน	Mean	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ความรู้ที่ได้รับจากใบงาน	4.58	0.52	มากที่สุด
ความเหมาะสมของรายละเอียดเนื้อหา	4.33	0.49	มาก
ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.25	0.45	มาก
ความเข้าใจในการเชื่อมต่อบระบบ	4.17	0.58	มาก

นอกจากนี้ ผู้เรียนส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่ารระบบฝึกปฏิบัติช่วยเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลระหว่าง HMI, PLC และ Raspberry Pi 3 รวมถึงช่วยให้สามารถมองเห็นภาพรวมของระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี Industrial IoT ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

3.3 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ว่าระบบฝึกปฏิบัติ HMI ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสารข้อมูลแบบเวลาจริงเข้าด้วยกัน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากการทดลองใช้งานจริง ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจด้านระบบควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งาน Industrial IoT ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรชัย และ สุเมธ [9] ที่พบว่าชุดฝึก PLC และ HMI สามารถช่วยเพิ่มทักษะด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงสอดคล้องกับงานของ ศรายุทธ [10] ที่เสนอว่าการใช้ HMI ร่วมกับ PLC ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานของระบบควบคุมอุตสาหกรรมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ การใช้ Raspberry Pi 3 ร่วมกับ HMI และ PLC ยังช่วยเพิ่มความสามารถในการแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของอุตสาหกรรม 4.0 ที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงข้อมูลและการควบคุมระบบผ่านเครือข่ายดิจิทัล ผลการทดลองจึงแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและ Industrial IoT ได้อย่างเหมาะสม

4. สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบฝึกปฏิบัติ HMI แบบเวลาจริงโดยใช้ HMI ยี่ห้อ Shihlin รุ่น EC205-CT0A ร่วมกับ PLC และ Raspberry Pi 3 สำหรับการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรองรับการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมผ่าน RS232 และแสดงผลข้อมูลแบบเวลาจริงผ่านเว็บแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี WebSocket ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถศึกษาการทำงานของระบบควบคุมอัตโนมัติ การออกแบบหน้าจอ HMI และการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ได้จากการทดลองใช้งานจริง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้พัฒนาใบความรู้และใบงานปฏิบัติการจำนวน 3 ชุด ครอบคลุมเนื้อหาด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการเชื่อมต่อ HMI กับ Raspberry Pi 3 เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติของผู้เรียน

ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่เคยผ่านการเรียนวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 33.80 เป็นร้อยละ 70.75 ขณะที่กลุ่มที่ไม่เคยผ่านการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 21.70 เป็นร้อยละ 50.94 แสดงให้เห็นว่าระบบฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยเพิ่มความรู้และทักษะด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่าอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าระบบฝึกปฏิบัติช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของ HMI และการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ได้ง่ายขึ้น รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและ Industrial IoT ได้จริง

ดังนั้น ระบบฝึกปฏิบัติ HMI ที่พัฒนาขึ้นจึงสามารถนำไปใช้เป็นการเรียนรู้ด้านระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมในระดับอุดมศึกษาได้อย่างเหมาะสม และในอนาคตสามารถพัฒนาระบบเพิ่มเติมให้รองรับการเชื่อมต่อผ่านระบบ Cloud Computing และ Mobile Application รวมถึงการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบ Industrial IoT และ Smart Factory เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการเรียนรู้และการควบคุมระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังไม่ได้ประเมินสมรรถนะเชิงปริมาณของระบบแบบเวลาจริง เช่น เวลาตอบสนอง (Latency) อัตราการรับส่งข้อมูล (Throughput) และอัตราการอัปเดตข้อมูลผ่าน WebSocket ซึ่งจะเป็นประเด็นสำคัญสำหรับการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Shihlin Electric & Engineering Corporation. (2021). *EC200 series HMI user manual*.
- [2] Shihlin Electric & Engineering Corporation. (2021). *EU-Editor2 software operation manual*.
- [3] OMRON Corporation. (2020). *CP1E CPU unit hardware user's manual*.
- [4] OMRON Corporation. (2020). *CP1E programming manual*.
- [5] Raspberry Pi Foundation. (2021). *Raspberry Pi 3 Model B documentation*. <https://www.raspberrypi.com/documentation>
- [6] MaxLinear Inc. (2020). *RS-232 serial communication interface specification*.
- [7] Modbus Organization. (2018). *Modbus application protocol specification V1.1b3*. <https://modbus.org>
- [8] WebSocket.org. (2022). *Introduction to WebSocket technology*. <https://websocket.org>
- [9] Sarayut, M. (2014). *Design of an industrial automation control system using PLC and HMI (Master's thesis)*. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (In Thai)
- [10] Phonchai, J., & Sumet, K. (2015). Development of a programmable logic controller-based industrial automation training set. In *Proceedings of the 6th Conference on Engineering and Industrial Technology (pp. 120–126)*. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (In Thai)
- [11] Purwanto, E., Ruffi, R., & Suhari, S. (2025). Pengembangan training kit pada elemen sistem kendali berbasis programmable logic control (PLC) dan human machine interface (HMI). *Edutech: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 24(1), 161–171. <https://doi.org/10.17509/e.v24i1.76711>



- [12] Andrzejewski, G., Zajac, W., Karasiński, A., & Królikowski, T. P. (2024). Simulation of a sequential system using the S7-1200 platform and touch panel KTP700 in the context of technical education. *Procedia Computer Science*, 246, 4833–4842. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.09.349>
- [13] Pineda-Rico, Z., & Argüelles Ojeda, J. L. (2026). *Cost-effective implementation of PLC systems for training*. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 21, 131–138. <https://doi.org/10.1109/RITA.2026.3666812>