วิจัยในชั้นเรียน

เรื่อง

การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการ PLC เสมือนจริง (Virtual PLC Simulator) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมควบคุมเชิงลำดับขั้น (Sequence Control) สำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานแตกต่างกัน

นายเกียรติศักดิ์ สุวรรณบุตร

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการ PLC เสมือนจริง (Virtual PLC Simulator) สำหรับการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมเชิงลำดับขั้น (Sequence Control) และ (2) ศึกษาประสิทธิผลของชุดฝึกดังกล่าวต่อความเข้าใจและความสามารถในการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนก่อนลงมือใช้งาน PLC จริง กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนจำนวน 20 คน ซึ่งมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรม PLC แตกต่างกันดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง (One-group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ ชุดฝึก PLC เสมือนจริงที่สร้างจากซอฟต์แวร์จำลอง เช่น FluidSim, Factory I/O หรือ Siemens PLCSIM แบบทดสอบวัดความเข้าใจการควบคุมแบบลำดับขั้น และแบบประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม Sequence Control

ผลการวิจัยพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมมากขึ้นรวมถึงลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของอุปกรณ์ PLC จริงและเพิ่มโอกาสฝึกปฏิบัตินอกเวลาได้ สรุปได้ว่าชุดฝึก PLC เสมือนจริงมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจและทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมเชิงลำดับขั้นของผู้เรียนอย่างเหมาะสม

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การควบคุมเครื่องจักรในระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมการทำงานของระบบ โดยเฉพาะระบบควบคุมเชิงลำดับขั้น (Sequence Control) เช่น ระบบสายพานลำเลียง ระบบยก-เลื่อนระบบบรรจุภัณฑ์ และระบบควบคุมเครื่องจักรแบบขั้นตอน

อย่างไรก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอนด้าน PLC พบปัญหาสำคัญ คือ ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้และทักษะการเขียนโปรแกรมแตกต่างกันบางกลุ่มยังไม่เข้าใจแนวคิดพื้นฐานของ Sequence Control เช่น การใช้ลอจิกแบบขั้นตอนการใช้ Timer/Counter การใช้ Interlock การจัดลำดับการทำงาน หรือการเขียน Ladder Diagram ให้ถูกต้องตามเงื่อนไขจริง ส่งผลให้ผู้เรียนเขียนโปรแกรมได้ไม่คล่อง และเกิดข้อผิดพลาดบ่อยครั้ง

อีกทั้งการฝึกกับเครื่อง PLC จริงมีข้อจำกัดหลายประการ เช่นมีจำนวนอุปกรณ์ไม่เพียงพอเมื่อเทียบกับจำนวนผู้เรียน มีความเสี่ยงต่ออุปกรณ์เสียหายจากการต่อวงจรผิดหรือเขียนโปรแกรมผิด จำกัดเวลาในการฝึกเฉพาะช่วงเรียน และผู้เรียนบางคนไม่กล้าทดลองหรือแก้ไขโปรแกรมเพราะกลัวทำให้อุปกรณ์เสียหาย

ดังนั้น การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการ PLC เสมือนจริง (Virtual PLC Simulator) จึงเป็นแนวทางที่สามารถช่วยแก้ปัญหาได้โดยใช้ซอฟต์แวร์จำลอง เช่น FluidSim, Factory I/O หรือ Siemens PLCSIM ในการสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนฝึกเขียนโปรแกรม และทดสอบผลได้เสมือนจริงก่อนลงมือปฏิบัติกับอุปกรณ์จริง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเข้าใจ ลดความเสี่ยง และเพิ่มโอกาสการฝึกซ้ำได้มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1) เพื่อพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการ PLC เสมือนจริง (Virtual PLC Simulator) สำหรับการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมเชิงลำดับขั้น (Sequence Control)

2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังใช้ชุดฝึก PLC เสมือนจริง

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึก PLC เสมือนจริง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดฝึก PLC เสมือนจริงสูงกว่าก่อนใช้ชุดฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึก PLC เสมือนจริงอยู่ในระดับมากขึ้นไป

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง: ผู้เรียนจำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเกี่ยวกับ PLC และมีพื้นฐานแตกต่างกัน

2) ขอบเขตด้านเนื้อหา: มุ่งเน้นการเขียนโปรแกรมควบคุมเชิงลำดับขั้น (Sequence Control) เช่น Start/Stop แบบ Interlock, การทำงานแบบขั้นตอน (Step), การใช้ Timer (TON, TOF), การใช้ Counter, การออกแบบ Ladder Diagram สำหรับระบบลำดับขั้น และการป้องกันเงื่อนไขผิดพลาด (Safety & Fault)

3) ขอบเขตด้านเครื่องมือ/สื่อ: ใช้ซอฟต์แวร์จำลอง เช่น FluidSim / Factory I/O / Siemens PLCSIM ในการจำลองระบบและฝึกปฏิบัติ

4) ขอบเขตด้านตัวแปร: ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกปฏิบัติการ PLC เสมือนจริง ตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการเขียนโปรแกรม และความพึงพอใจ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ชุดฝึก PLC เสมือนจริง (Virtual PLC Simulator) หมายถึง สื่อการฝึกปฏิบัติที่ใช้ซอฟต์แวร์จำลอง PLC และระบบอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกเขียนโปรแกรมและทดสอบผลได้เสมือนใช้งานจริง

Sequence Control หมายถึง การควบคุมระบบให้ทำงานเป็นลำดับขั้นตามเงื่อนไข เช่น ขั้นตอนที่ 1 ทำงานก่อน ขั้นตอนที่ 2 ทำงานถัดไป โดยมีเงื่อนไขการเปลี่ยนขั้นตอนที่ชัดเจน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในระบบอัตโนมัติ ทำงานโดยรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภาคสนาม เช่น สวิตช์ เซนเซอร์ แล้วประมวลผลตามโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียน และส่งผลไปยังเอาต์พุต เช่น มอเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว

2.2 การเขียนโปรแกรม PLC แบบ Ladder Diagram

Ladder Diagram เป็นภาษาที่นิยมมากในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากคล้ายวงจรรีเลย์ ทำให้เข้าใจง่าย และเหมาะสำหรับงานลอจิกควบคุม เช่น AND/OR/NOT, Interlock, Self-hold

2.3 แนวคิดการควบคุมเชิงลำดับขั้น (Sequence Control)

Sequence Control เป็นรูปแบบควบคุมที่ระบบทำงานตามลำดับขั้นตอน (Step) โดยในแต่ละขั้นจะมีเงื่อนไขเปลี่ยนไปยังขั้นถัดไป เช่น กด Start ⟶ มอเตอร์ทำงาน เมื่อครบเวลา ⟶ วาล์วเปิด เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบชิ้นงาน ⟶ หยุดสายพาน

แนวทางสำคัญของ Sequence Control ได้แก่ การออกแบบ Flowchart หรือ State Diagram ก่อนเขียน Ladder การกำหนดเงื่อนไขเปลี่ยนขั้น (Transition Condition) การใช้ Memory Bit หรือ Step Bit ในการเก็บสถานะขั้นตอน และการป้องกันเงื่อนไขขัดแย้ง (Interlock)

2.4 ซอฟต์แวร์จำลอง PLC และระบบอัตโนมัติ

ซอฟต์แวร์จำลองช่วยให้ผู้เรียนฝึกเขียนโปรแกรมและทดสอบระบบโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์จริง ตัวอย่าง เช่น Siemens PLCSIM ใช้จำลองการทำงานของ PLC Siemens ร่วมกับ TIA Portal, Factory I/O ใช้จำลองโรงงานเสมือนจริง มีสายพาน เซนเซอร์ ระบบคัดแยก และ FluidSim ใช้จำลองระบบนิวแมติก/ไฮดรอลิก และเชื่อมต่อสัญญาณ PLC ได้

ข้อดีของการใช้ซอฟต์แวร์จำลอง ได้แก่ ฝึกได้ซ้ำหลายครั้ง ลดความเสี่ยงต่ออุปกรณ์ ช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพระบบจริง และใช้ฝึกนอกเวลาได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัย พบว่า การใช้สื่อจำลองและชุดฝึกเสมือนจริงช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์และทักษะปฏิบัติของผู้เรียน โดยเฉพาะในรายวิชาที่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพงหรือมีความเสี่ยงสูง เช่น PLC ระบบอัตโนมัติ หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ทั้งยังช่วยลดความกังวลของผู้เรียน และเพิ่มความมั่นใจในการทดลองแก้ไขโปรแกรม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

ใช้การวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Design) แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง (One-group Pretest-Posttest Design)

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร: ผู้เรียนที่เรียนรายวิชา PLC

กลุ่มตัวอย่าง: ผู้เรียนจำนวน 20 คน เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ชุดฝึก PLC เสมือนจริง (Virtual PLC Simulator)

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้าน Sequence Control (ก่อนเรียน/หลังเรียน)

3) แบบประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม Sequence Control (Rubric)

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

3.4 การพัฒนาชุดฝึก PLC เสมือนจริง

การพัฒนาชุดฝึกประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ (1) วิเคราะห์เนื้อหาและปัญหาการเรียนรู้ของผู้เรียน (2) ออกแบบสถานการณ์จำลอง (Scenario) ให้สอดคล้องกับ Sequence Control เช่น ระบบสายพานลำเลียงและคัดแยก ระบบยก-เลื่อนชิ้นงาน และระบบบรรจุชิ้นงานตามจำนวน (3) สร้างระบบจำลองด้วยซอฟต์แวร์ (4) จัดทำใบงานและคู่มือการฝึก (5) ตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (6) ทดลองใช้และปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

3.5 ขั้นตอนการทดลอง

1) ทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

2) ฝึกปฏิบัติผ่านชุดฝึก PLC เสมือนจริง

3) ทำใบงานและฝึกเขียนโปรแกรมตามสถานการณ์จำลอง

4) ทดสอบหลังเรียน (Posttest)

5) ประเมินทักษะการเขียนโปรแกรมด้วย Rubric

6) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังด้วย t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ (Paired Sample t-test)

3) วิเคราะห์ความพึงพอใจด้วยค่าเฉลี่ยและแปลผลตามเกณฑ์ 5 ระดับ

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียน

ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าชุดฝึก PLC เสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการควบคุมเชิงลำดับขั้นมากขึ้น และสามารถเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องมากขึ้น

4.2 ผลการประเมินทักษะการเขียนโปรแกรม

การประเมินทักษะด้วย Rubric พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนลอจิก Sequence ได้ครบ ใช้ Timer/Counter ได้เหมาะสม ลดข้อผิดพลาดจากการ Interlock และตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรมได้ดีขึ้น

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกในระดับมาก โดยให้เหตุผลว่า เข้าใจง่าย เห็นภาพการทำงานชัดเจน กล้าทดลองเขียนโปรแกรมมากขึ้น สามารถฝึกนอกเวลาได้ และลดความกลัวการทำอุปกรณ์จริงเสียหาย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) ชุดฝึก PLC เสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ฝึก Sequence Control ได้จริง

2) ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก และมีความมั่นใจในการเขียนโปรแกรมเพิ่มขึ้น

5.2 อภิปรายผล

ผลการวิจัยสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Learning by Doing) และการเรียนรู้ผ่านสื่อจำลอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองแก้ปัญหาจริงในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย สามารถฝึกซ้ำได้หลายครั้ง จึงส่งผลต่อความเข้าใจเชิงกระบวนการ โดยเฉพาะ Sequence Control ที่ต้องอาศัยการเห็นภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้: ควรใช้ชุดฝึกเสมือนจริงก่อนฝึกกับ PLC จริงทุกครั้ง ควรจัดทำใบงานแบบไล่ระดับจากง่ายไปยาก และควรให้ผู้เรียนทำงานเป็นคู่เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิด

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป: ควรเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (มีชุดฝึก/ไม่มีชุดฝึก) ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น และควรศึกษาผลระยะยาว เช่น การคงอยู่ของความรู้หลังผ่านไป 1 เดือน

บรรณานุกรม

Bolton, W. (2015). Programmable Logic Controllers (6th ed.). Elsevier.

Petruzella, F. D. (2017). Programmable Logic Controllers (5th ed.). McGraw-Hill.

Siemens AG. (2020). SIMATIC S7-1200 Programmable Controller System Manual.