Journal of Digital Education and Learning Engineering ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (เดือน มกราคม – มีนาคม 2568) หน้า 58-69
Journal of Digital Education and Learning Engineering, Volume 1 No. 1 (January – March 2025) Page 58-69

บทความเทคนิค (Technical Article)

Journal of Digital Education and Learning Engineering
ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

การพัฒนาชุดการเรียนรู้พีแอลซีสำหรับการควบคุมตำแหน่ง

Developing a PLC Learning Kit for Positioning Control

ณัฐพงศ์ งามยิ่ง, สรรพงศ์ ทานอก, สันติ หุตะมาน, และ ศุภชัย หอวิมานพร*
Nattaphong Ngamying, Sunphong Thanok, Santi Hutamarn & Suppachai Howimanporn*

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand

Received: September 1, 2024 Revised: September 20, 2024 Accepted: September 23, 2024

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบการศึกษาของไทยก้าวไปข้างหน้าอย่างมีนวัตกรรม แต่ระบบการผลิตบุคลากรในอุตสาหกรรมยังขาดสื่อที่จะพัฒนาความรู้และความสามารถให้เข้ากับการใช้งานพีแอลซีในการควบคุมการผลิต โดยเฉพาะระบบการศึกษายังขาดอุปกรณ์ในการเรียนการสอนที่ตอบโจทย์กับอุตสาหกรรม งานวิจัยนี้ จึงได้มีการพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซีที่ใช้อุปกรณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนและใช้ระบบอินเตอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งเข้ามาช่วยในการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยแสดงการเปรียบเทียบระบบควบคุมโดยใช้ระบบตรรกศาสตร์คลุมเครือและโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับปรับปรุงประสิทธิภาพการควบคุม นอกจากนี้ ได้แสดงผลประเมินสมรรถนะการปฏิบัติงานและการรับรู้ของผู้เรียนในการใช้งานชุดการเรียนรู้อีกด้วย

คำสำคัญ: ชุดฝึกอบรม การคัดแยกวัตถุ วิศวกรรมศึกษา

Abstract

At present, the Thai education system is moving forward with innovation. However, personnel in the industry production system still need instructional material to develop knowledge and skills that match the use of a Programmable logic controller (PLC) in production control. In particular, the education system still needs teaching equipment that meets the needs of the industry. This research has developed a learning kit for position control with PLC that uses learning equipment about position control and movement and the Internet of Things to help control it efficiently. The research results compare control systems using fuzzy logic and neural networks to improve control efficiency. In addition, the results of evaluating the learners' performance and perception of using the learning kit were presented.

Keywords: Training kit, object sorting, engineering education

*Corresponding author
Email address: suppachai.h@fte.kmutnb.ac.th

บทนำ

ในปัจจุบันระบบการศึกษาของไทยนั้นได้มีความเจริญเติบโตขึ้น ในขณะเดียวกันนั้นระบบในการผลิตบุคลากรเพื่อให้ตอบโจทย์กับอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศ ยังขาดสื่อที่จะนำไปพัฒนาความรู้ ความสามารถ เพื่อที่จะให้ตอบโจทย์กับตลาดแรงงาน ที่จะมาควบคุมเครื่องจักรโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรเลอร์ หรือ พีแอลซี (Programmable Logic controller: PLC) ในการผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม (Sehr et al., 2020; Mao et al., 2021; Mellado & Núñez, 2022). พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมโดยภายในมี ไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นมันสมองสั่งการ พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่าง ๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย สามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นจะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) หรือ อาจต่อพีแอลซีหลายตัวเข้าด้วยกันแบบโครงข่าย เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

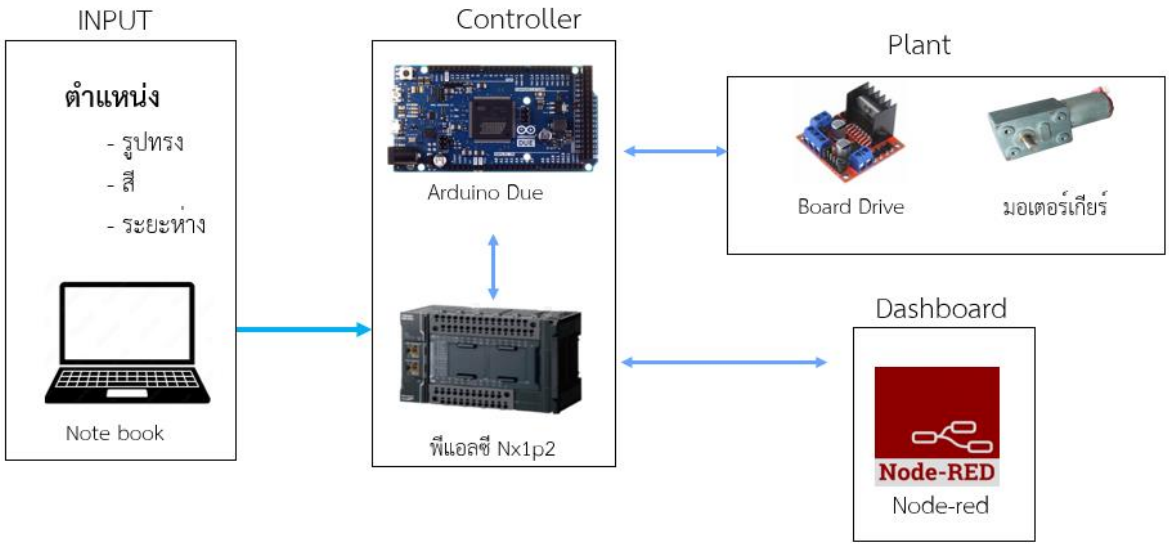
ดังนั้น พีแอลซีจึงนิยมนำใช้ในการควบคุมในงานอุตสาหกรรมที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง งานที่เกี่ยวกับการควบคุม แต่อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้เรื่องนี้ยังมีปัญหา เนื่องจากยังขาดสื่อและอุปกรณ์ที่จะจำลองการควบคุม เพื่อให้การเรียนรู้นั้นเห็นภาพมากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการสร้างชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สังเกตพฤติกรรมใช้งานและผลของการควบคุม โดยจำลอง สี ลักษณะรูปทรง และสามารถควบคุมหรือมอนิเตอร์ โดยใช้ระบบตัวควบคุมประเภทต่าง ๆ และการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการควบคุม เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จุดประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของชุดการเรียนรู้พีแอลซีสำหรับการควบคุมตำแหน่ง
2. ประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้าร่วมอบรมที่ใช้ชุดการเรียนรู้พีแอลซีสำหรับการควบคุมตำแหน่ง
3. ประเมินการรับรู้ของผู้เข้าร่วมอบรมที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้พีแอลซีสำหรับการควบคุมตำแหน่ง

การออกแบบและพัฒนาระบบการทำงานของชุดการเรียนรู้

ภาพรวมของชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี ได้มีการระบุตำแหน่งของการหยุด โดยมีตัวพีแอลซี (PLC) รุ่น NX1P2 สำหรับจัดการควบคุมสั่งการให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงาน จากนั้น ส่งข้อมูลกลับไปที่พีแอลซี เพื่อสั่งให้ระบบเคลื่อนที่หยุดการทำงานตามตำแหน่งที่ได้ระบุ สามารถควบคุมและแสดงผลผ่านแดชบอร์ด (Dashboard) ดังภาพที่ 1



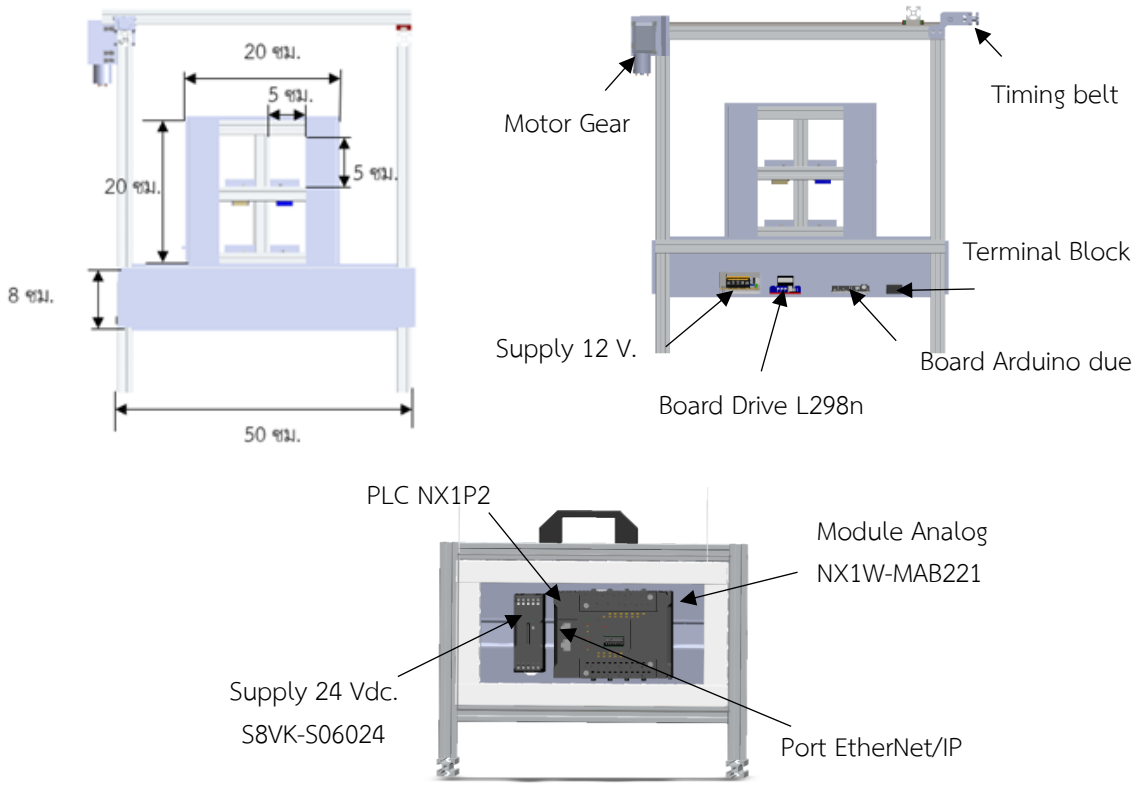
ภาพที่ 1. ภาพรวมการทำงานของชุดการเรียนรู้

การออกแบบโครงสร้างทางกล

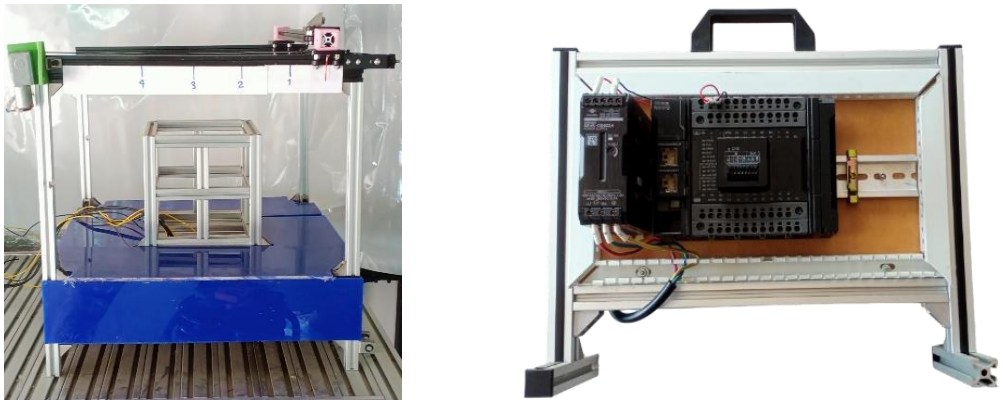
จากการศึกษาข้อมูลได้ออกแบบ และสร้างชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี การออกแบบระบบการควบคุมทั้งหมด แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างทางกล และทางไฟฟ้าของชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี โดยในการออกแบบโครงสร้างทางกลในส่วนของชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี (PLC) ได้ออกแบบโครงสร้าง โดยมีแนวความคิดมาจากการเครื่องจักรการลำเลียงสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีโครงสร้างลักษณะเป็นกล่องเป็น 4 เหลี่ยม ด้านในเจาะเป็นรูป 4 เหลี่ยม ประมาณ 2 X 2 ช่อง มีคานฝั่งละ 1 เสา เพื่อใส่สายพานลำเลียงและอุปกรณ์ควบคุมพีแอลซี ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3

การออกแบบโครงสร้างทางไฟฟ้า

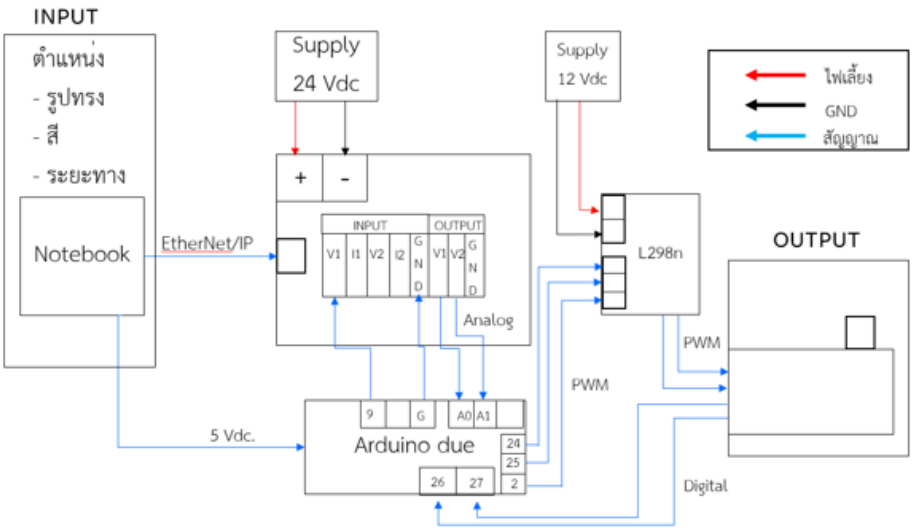
แบบทางไฟฟ้าเป็นการควบคุมหลักของโครงงานเนื่องจากอุปกรณ์ในโครงงานเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบระบบไฟฟ้าและสายสัญญาณโดยมีกระบวนการในการทำงานคือต้องจ่ายไฟ 24 โวลต์ ให้กับพีแอลซีจำนวน 1 ตัว โดยสายสีแดงคือขั้วบวก สีดำคือขั้วลบ และจ่ายไฟ 12 โวลต์ให้กับบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์โดยสายสีแดง คือ ขั้วบวก สีดำ คือ ขั้วลบ โดยสายสีฟ้าเป็นสายสัญญาณ เริ่มต้นจากการเชื่อมต่อสายแลนด์ต่อจากคอมพิวเตอร์ไปยังพีแอลซีช่อง EtherNet/IP จากนั้น ต่อสายแอนาล็อกอินพุตระหว่างบอร์ด Arduino จากดิจิตอลขาที่ 9 เข้ากับแอนาล็อกอินพุตช่อง V1 และเชื่อมต่อกราวด์ร่วมด้วย การต่อสายแอนาล็อกเอาต์พุต V1 เข้ากับขา A0 ส่วน V2 เข้ากับ A1 จากนั้น ต่อสายสัญญาณของมอเตอร์ ขาดิจิตอลเอาต์พุต 24 เข้าขา INT1ขาดิจิตอลเอาต์พุต 25 เข้าขา INT 2 และขาดิจิตอลเอาต์พุต 2 เข้า ENA สุดท้ายคือการต่อสัญญาณป้อนกลับมายังบอร์ด Arduino โดยสายสีเหลืองของเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) ต่อเข้ากับดิจิตอลขา 26 และสีเขียวต่อเข้ากับดิจิตอลขา 27 มีภาพประกอบการจ่ายไฟและการต่อสายสัญญาณ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 2. การออกแบบโครงสร้างทางกลของชุดการเรียนรู้



ภาพที่ 3. ชุดการเรียนรู้พีแอลซีสำหรับการควบคุมตำแหน่ง



ภาพที่ 4. การออกแบบโครงสร้างทางไฟฟ้า

แบบจำลองคณิตศาสตร์ของชุดการเรียนรู้

การคำนวณหาความยาวสายพาน ดังภาพที่ 5

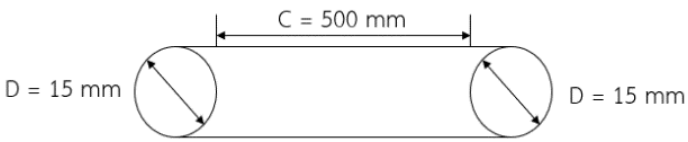
L คือ ความยาวสายพาน

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ไทม์มิงฝั่งซ้าย

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ไทม์มิงฝั่งขวา

C คือ ระยะกึ่งกลางเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ไทม์มิงฝั่งซ้ายจนถึงกึ่งกลางเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ไทม์มิงฝั่งขวา

π คือ 3.1416



ภาพที่ 5. แบบจำลองการหาความยาวสายพานไทม์มิง

ในการหาความยาวของสายพาน สามารถคำนวนได้ดังนี้

$\frac{15+15}{2} \times 3.141 = 47.124$

C = 500 mm.

500 x 2 = 1,000 mm.

47.147 + 1000 = 1,047.147 mm.

การหาขนาดแรงและเพลาของมอเตอร์

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน อัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์ของวัตถุมีค่าเท่ากับแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ

F = แรงที่กระทำต่อวัตถุ

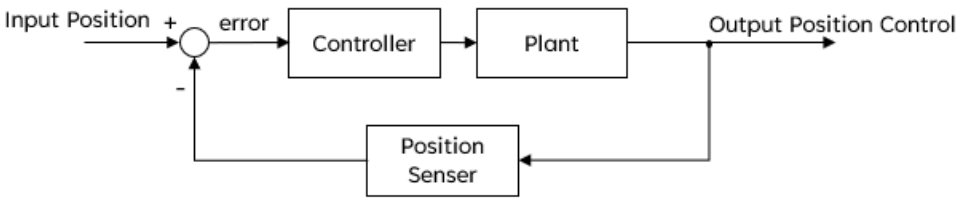
m = มวลของวัตถุที่รับแรง

a = ความเร่งของวัตถุ

F = m × a

การออกแบบตัวควบคุม ตัวควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์

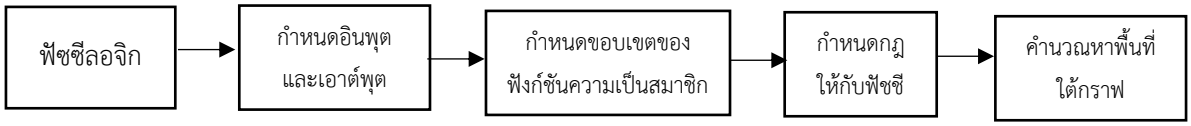
เมื่อได้ฟังก์ชันถ่ายโอนระบบควบคุมตำแหน่งแล้ว นำฟังก์ชันถ่ายโอนที่ได้ไปจำลองในโปรแกรม MATLAB ด้วยซิมมูลิงค์ใช้วิธีจูนเนอร์ เพื่อหาค่าค่าเกนสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ นำค่าเกนไปใช้ในโปรแกรม Sysmac Studio เขียนการควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ โดยมีเซนซอร์เป็นอุปกรณ์รับค่าสัญญาณป้อนกลับ (Feedback) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6. การควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์

ตัวควบคุมแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy Logic)

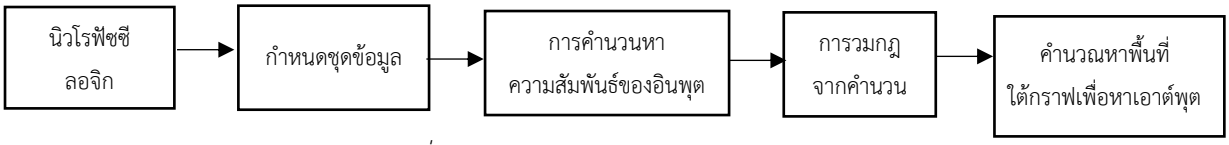
การควบคุมแบบตรรกศาสตร์คลุมเคลือนั้นไม่จำเป็นต้องใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบการควบคุมตำแหน่ง สามารถออกแบบสร้างกฎฟัซซี (Fuzzy Rule) ในโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) ด้วยแอพลิเคชันฟัซซีลอจิกดีไซน์เนอร์ (Fuzzy Logic Designer) โดยมีอินพุต (Input) คือ ตำแหน่ง สี ระยะทาง และมีเอาต์พุต (Output) คือ ความเร็ว ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7. การควบคุมแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือ

การควบคุมแบบโครงข่ายประสาทเทียม

ในการควบคุมแบบโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งเป็นปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) นั้นไม่จำเป็นต้องใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนของระบบการควบคุมตำแหน่ง สามารถนำข้อมูลไปเทรนในโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) ด้วยแอพลิเคชันนิวโรฟัซซีลอจิกดีไซน์เนอร์ (Neuro-Fuzzy Logic Designer) โดยมีอินพุต (Input) คือ ตำแหน่ง สี ระยะทาง และมีเอาต์พุต (Output) คือ ความเร็ว ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8. การควบคุมแบบโครงข่ายประสาทเทียม

■ วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการฝึกอบรมให้กับผู้สอนอาชีวศึกษา จำนวน 38 คน ที่มีพื้นฐานเกี่ยวกับวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ และวิศวกรรมเครื่องกล มีระยะเวลาในการอบรมจำนวน 4 วัน วันละ 6 ชั่วโมง ร่วมทั้งสิ้น 28 ชั่วโมง โดยใช้วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับการสอนด้านวิศกรรม การพัฒนาความสามารถและทักษะทั่วไปได้กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญของการศึกษาทางวิศวกรรมร่วมสมัยจากความซับซ้อนทางสังคมและอาชีพที่เพิ่มมากขึ้น (Boelt et al., 2022)

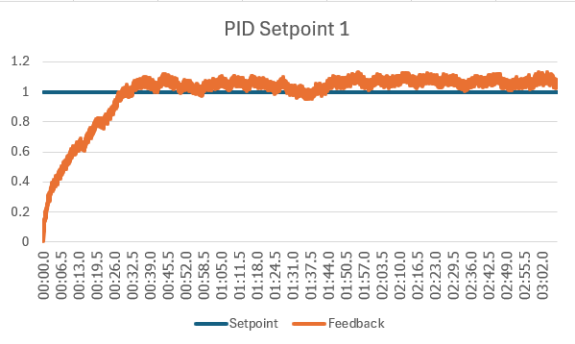
ผู้เข้าอบรมจะได้เรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกอบรม ประกอบด้วย 5 หัวข้อ หลังจบกระบวนการเรียนรู้จะมีการประเมินผลสัมฤทธิ์และการรับรู้ของผู้เข้าร่วมอบรม ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9. การเก็บข้อมูลการวิจัย

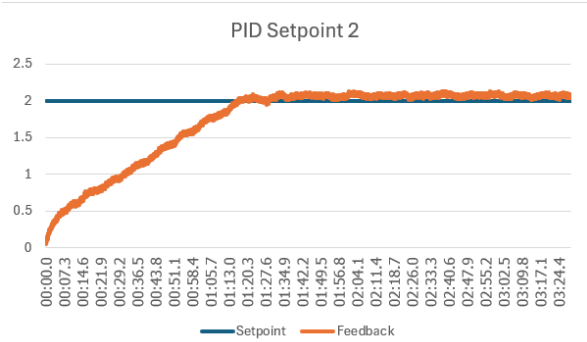
■ ผลการวิจัย

จุดประสงค์ที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของชุดการเรียนรู้พีแอลซีสำหรับการควบคุมตำแหน่ง

ผลการทดลองนี้สามารถแสดงตัวควบคุมได้แตกต่างกัน เพราะตัวควบคุมมีข้อดี ข้อเสีย และพฤติกรรมแตกต่างกันของทุกตัวควบคุมแสดงเป็นผลตอบสนองชั่วขณะและผลตอบสนองสถาวะคงตัว โดยผลการควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ นำฟังก์ชันถ่ายโอนการควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซีจริงไปใช้จำลองในโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) ใช้วิธีจูนเนอร์ (Tuner) เมื่อหาค่าเกณฑ์สัดส่วนที่เท่ากับ 0.0001436 ค่าเกณฑ์ปริพันธ์เท่ากับ 0.00004799 ค่าเกณฑ์อนุพันธ์เท่ากับ 0.00004053 ในตำแหน่งที่ 1 สังเกตผลตอบสนองชั่วขณะและผลตอบสนองสภาวะคงที่ แสดงภาพที่ 10 (ก) เมื่อใช้วิธีจูนเนอร์ (Tuner) เมื่อหาค่าเกณฑ์สัดส่วนที่เท่ากับ 0.0001436 ค่าเกณฑ์ปริพันธ์เท่ากับ 0.00004799 ค่าเกณฑ์อนุพันธ์เท่ากับ 0.00004053 ในตำแหน่งที่ 2 สังเกตผลตอบสนองชั่วขณะและผลตอบสนองสภาวะคงที่ แสดงในภาพที่ 10 (ข)



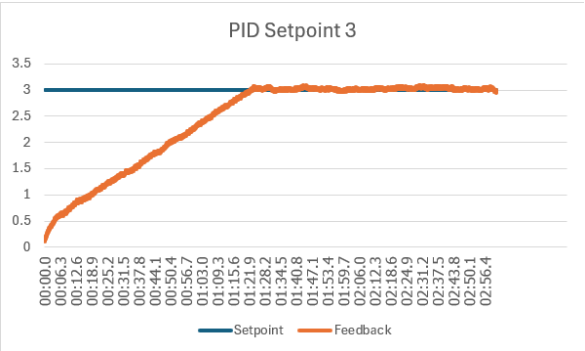
(ก)



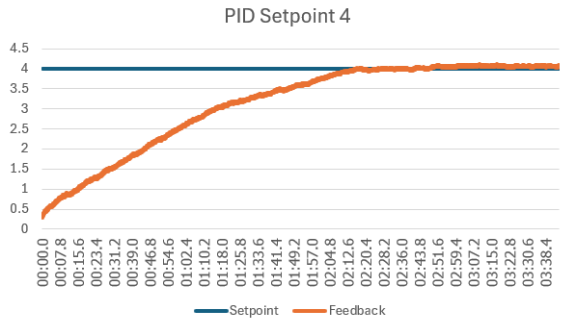
(ข)

ภาพที่ 10. ผลการทดสอบพีไอดี (ก) ตำแหน่งที่ 1 (ข) ตำแหน่งที่ 2

หลักจากนั้นใช้วิธีจูนเนอร์ (Tuner) เมื่อหาค่าเกณฑ์สัดส่วนที่เท่ากับ 0.0001436 ค่าเกณฑ์ปริพันธ์เท่ากับ 0.00004799 ค่าเกณฑ์อนุพันธ์เท่ากับ 0.00004053 ในตำแหน่งที่ 3 สังเกตผลตอบสนองชั่วขณะ และผลตอบสนองสภาวะคงที่ แสดงในภาพที่ 11 (ก) นอกจากนี้การใช้วิธีจูนเนอร์ (Tuner) เมื่อหาค่าเกณฑ์สัดส่วนที่เท่ากับ 0.0001436 ค่าเกณฑ์ปริพันธ์เท่ากับ 0.00004799 ค่าเกณฑ์อนุพันธ์เท่ากับ 0.00004053 ในตำแหน่งที่ 4 สังเกตผลตอบสนองชั่วขณะและผลตอบสนองสภาวะคงที่ แสดงในภาพที่ 11 (ข)



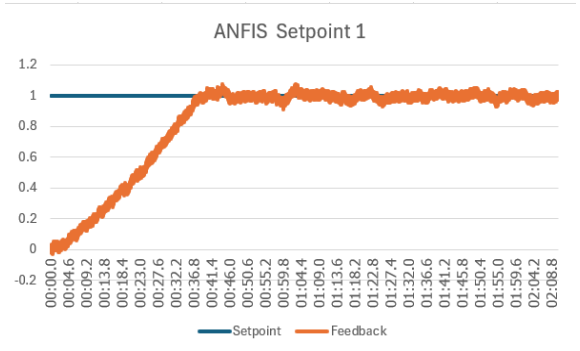
(ก)



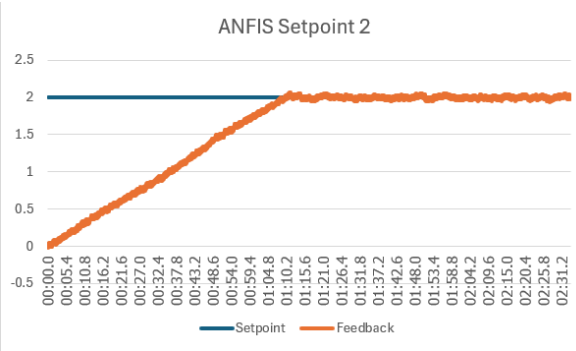
(ข)

ภาพที่ 11. ผลการทดสอบพีไอดี (ก) ตำแหน่งที่ 3 (ข) ตำแหน่งที่ 4

ผลการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ โครงข่ายประสาทเทียม ในตำแหน่งที่ 1 แสดงในภาพที่ 12 (ก) ในส่วนผลการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ โครงข่ายประสาทเทียม ในตำแหน่งที่ 2 แสดงในภาพที่ 12 (ข)



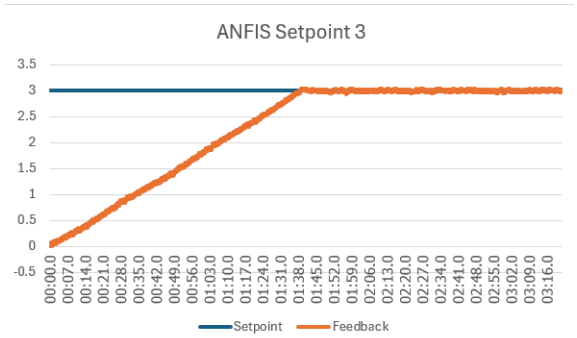
(ก)



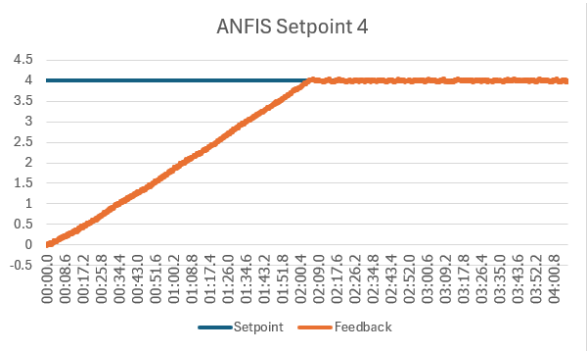
(ข)

ภาพที่ 12. ผลการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของตำแหน่งจริงกับเป้าหมาย (ก) ตำแหน่งที่ 1 (ข) ตำแหน่งที่ 2

ผลการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ โครงข่ายประสาทเทียม ในตำแหน่งที่ 3 แสดงในภาพที่ 13 (ก) ในส่วนผลการเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการควบคุมแบบสัดส่วน ปริพันธ์ อนุพันธ์ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ โครงข่ายประสาทเทียม ในตำแหน่งที่ 4 แสดงในภาพที่ 13 (ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 13. ผลการเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของตำแหน่งจริงกับเป้าหมาย (ก) ตำแหน่งที่ 3 (ข) ตำแหน่งที่ 4

สรุปค่าเฉลี่ยความผิดพลาดแบบพีไอดีรวมทั้งหมด 4 ครั้ง โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงและผลจากที่ได้ออกแบบจากโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) โดยมีผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 1 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.143517 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 2 ความผิดพลาด เท่ากับ 0.168995 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 3 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.124946 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 4 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.12381

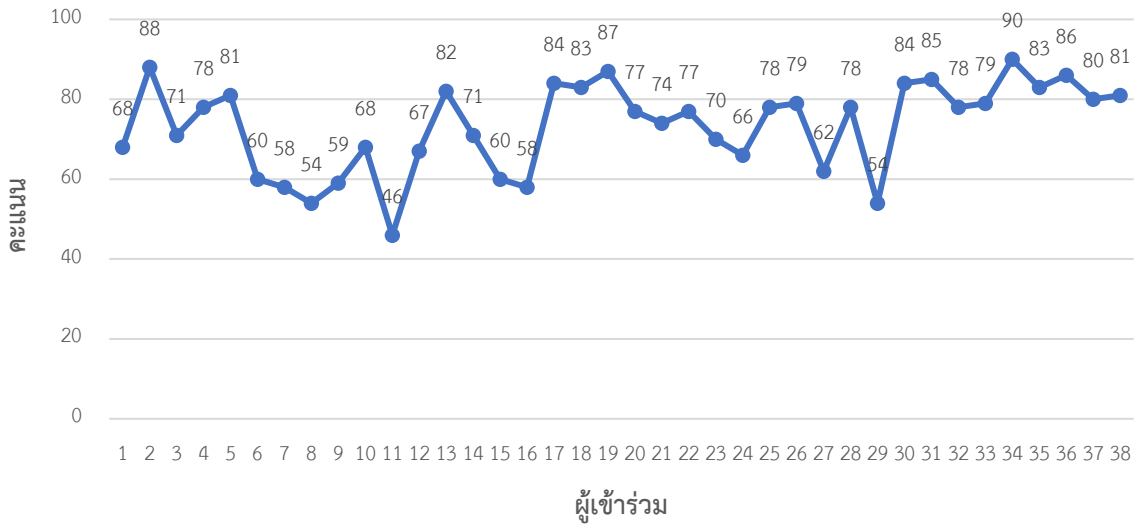
สรุปค่าเฉลี่ยความผิดพลาดแบบตรรกศาสตร์คลุมเครือรวมทั้งหมด 4 ครั้ง โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงและผลจากที่ได้ออกแบบจากโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) โดยมีผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 1 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.119035 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 2 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.127161 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 3ความผิดพลาดเท่ากับ 0.108243 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 4 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.08179

สรุปค่าเฉลี่ยความผิดพลาดแบบโครงข่ายประสาทเทียมรวมทั้งหมด 4 ครั้ง โดยมีการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจริงและผลจากที่ได้ออกแบบจากโปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB) โดยมีผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 1 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.105299 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 2 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.14847 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 3 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.09251 ผลเฉลี่ยหาค่าความผิดพลาดตำแหน่งที่ 4 ความผิดพลาดเท่ากับ 0.11372519

โดยค่าเฉลี่ยตำแหน่งละ 4 ครั้งที่ได้ทำการทดลองเป็นค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้และสามารถนำไปใช้ในการควบคุมตำแหน่งของชุดการเรียนรู้ได้ สาเหตุความผิดพลาดของควบคุมตำแหน่งที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากเอ็นโคดเดอร์ (Encoder) ที่ติดกับมอเตอร์ไม่ค่อยเสถียรทำให้การควบคุมเกิดความผิดพลาด

จุดประสงค์ที่ 2 ผลประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เข้าร่วมอบรม

ผลประเมินด้านความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยรวม อีกทั้งเพื่อนำผลการประเมินมาปรับปรุงแนวทางการเรียนการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเพื่อกระตุ้นให้เกิดการรับรู้ทิศทางดำเนินงานของผู้สอน ซึ่งสามารถแบ่งการประเมินออกเป็นแบบประเมินการรับรู้ของผู้เรียน จาก 5 ใบงาน คะแนนเต็ม 100 คะแนน โดยมีการแปลผลคะแนนความสามารถ 0.00-20.99 หมายถึง ผู้อบรมมีผลความสามารถอยู่ในระดับน้อยที่สุด 21.00-40.99 หมายถึง ผู้อบรมมีผลความสามารถอยู่ในระดับน้อย 41.00-60.99 หมายถึง ผู้อบรมมีผลความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง 70.00-80.99 หมายถึง ผู้อบรมมีผลความสามารถอยู่ในระดับมาก 81.00-100.00 หมายถึง ผู้อบรมมีผลความสามารถอยู่ในระดับมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 14



ภาพที่ 14. ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ผู้ใช้ชุดการเรียนรู้

ผลประเมินความสามารถปฏิบัติงานจากผู้อบรมทั้งหมดโดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบแบบปฏิบัติทั้งหมด 5 ใบงาน โดยผู้เข้าร่วมอบรมมีผลความสามารถปฏิบัติงานร้อยละ 73.26 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 11.19 เมื่อเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลความสามารถ สรุปได้ว่าผู้อบรมมีความสามารถอยู่ในระดับมาก

จุดประสงค์ที่ 3 ผลประเมินการรับรู้ของผู้เข้าร่วมอบรม

การประเมินครั้งนี้ได้ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการรับรู้ในกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยคำถาม จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบ 5 ระดับ (Likert scale) โดยให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง ผู้เรียนเห็นด้วยน้อยที่สุด ถึง 5 หมายถึง ผู้เรียนเห็นด้วยมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

แสดงผลประเมินการรับรู้ของผู้เข้าร่วมอบรม

คำถามในการประเมิน	สรุปผล		
	เฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. ท่านมีความคิดต่อยอดจากการใช้ชุดการเรียนรู้	4.79	0.40	เห็นด้วยมากที่สุด
2. ท่านรู้สึกวางใจเมื่อเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้	4.85	0.35	เห็นด้วยมากที่สุด
3. หัวข้อที่ท่านได้เรียนรู้เป็นเนื้อหาใหม่ที่น่าสนใจ	4.82	0.38	เห็นด้วยมากที่สุด
4. ท่านสามารถเข้าใจหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ระหว่างกิจกรรม	4.7	0.45	เห็นด้วยมากที่สุด
5. ท่านสามารถนำชุดฝึกที่ได้รับมาใช้ในการปฏิบัติภารกิจได้เป็นอย่างดี	4.67	0.47	เห็นด้วยมากที่สุด
6. ท่านสามารถทำกิจกรรมตามเวลาที่กำหนด	4.58	0.5	เห็นด้วยมากที่สุด
7. ท่านสามารถสร้างสรรค์โดยใช้ความรู้ที่ได้จากกิจกรรม	4.67	0.52	เห็นด้วยมากที่สุด
8. การแก้ไขข้อผิดพลาดระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.61	0.49	เห็นด้วยมากที่สุด
9. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.67	0.52	เห็นด้วยมากที่สุด
10. ท่านให้คำปรึกษาและสามารถช่วยเหลือผู้เข้าร่วมคนอื่นได้	4.55	0.6	เห็นด้วยมากที่สุด
11. การทำกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระดับที่ยากเกินกว่าที่จะเข้าใจ	3.94	1.02	เห็นด้วยมาก
12. ท่านต้องการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป	4.76	0.42	เห็นด้วยมากที่สุด
13. ท่านต้องการแนะนำกิจกรรมแบบนี้ให้ผู้อื่นทราบหรือไม่	4.85	0.35	เห็นด้วยมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.65	0.49	เห็นด้วยมากที่สุด

หมายเหตุ: การแปลผลการรับรู้ 1.00-1.49 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด, 1.50-2.49 หมายถึง เห็นด้วยน้อย, 2.50-3.49 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง, 3.50-4.49 หมายถึง เห็นด้วยมาก และ 4.50-5.00 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

■ บทสรุป

งานวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี โดยได้มีดำเนินการเก็บข้อมูลจากผู้สอนระดับอาชีวศึกษา จำนวน 38 คน ผู้เข้าอบรมมีผลสัมฤทธิ์ด้านความสามารถปฏิบัติงานอยู่ในระดับดีมาก และมีการรับรู้ที่มีต่อชุดการเรียนรู้การควบคุมตำแหน่งด้วยพีแอลซี กับกิจกรรมการการเรียนรู้ในเชิงบวก สรุปได้ว่า การใช้ชุดฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพการด้านวิศกรรมช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ยากได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามงานวิจัยในอนาคตสามาถนำชุดฝึกอบรมดังกล่าวไปพัฒนาต่อ เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ในเนื้อหาการควบคุมที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้นได้

■ เอกสารอ้างอิง

Boelt, A. M., Kolmos, A., & Holgaard, J. E. (2022). Literature review of students' perceptions of generic competence development in problem-based learning in engineering education. *European Journal of*

Engineering Education, 47(6), 1399-1420.

Mao, X., Li, X., Huang, Y., Shi, J., & Zhang, Y. (2021). Programmable logic controllers past linear temporal logic for monitoring applications in industrial control systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 18*(7), 4393-4405.

Mellado, J., & Núñez, F. (2022). Design of an IoT-PLC: A containerized programmable logical controller for the industry 4.0. *Journal of Industrial Information Integration, 25*, 100250.

Sehr, M. A., Lohstroh, M., Weber, M., Ugalde, I., Witte, M., Neidig, J., ... & Lee, E. A. (2020). Programmable logic controllers in the context of industry 4.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17*(5), 3523-3533.