

ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER TRAINING SET

สนธิ ขวัญเมือง*

Sanit Khwanmuang*

E-mail: sanit.khwan@gmail.com

สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จ.ตาก 63000

Department Industrial Education and Technology, Mechanical Education, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Tak, Tak 63000 Thailand

*Corresponding author E-mail: sanit.khwan@gmail.com

(Received: October 2, 2021; Revised: December 10, 2021; Accepted: December 13, 2021)

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to create a programmable logic controller training set, 2) to assess the quality and application of the training set and trial worksheets by experts, and 3) to determine the efficiency of the programmable logic controller training kit. The sample group included 30 students taking bachelor's degree in electronic engineering and automatic control system. The research process involved the creation, quality assessment, and efficiency finding of a programmable logic controller training set and trial worksheets. The data were statistically analyzed using mean, standard deviation, and percentage. The output of this research was a programmable logic controller training set, an experimental worksheet for designing and connecting various control circuits. The results showed the characteristics of a programmable logic controller training set using PLC to control the display lamp, number light bulb, motor rotation direction control, pneumatic system, and 10 experimental worksheets. The training set input and output devices were optimally sized for easy portability and can be used in practice to cover the skills content in the taught courses. The results of the quality assessment ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.26), the usability quality ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.22), and the quality of trial worksheets ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.22) were all very good. The overall quality of the training kits was very good ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.23). The efficiency of the training set, both the practice set and the worksheet when applied to the learner group, was 83.90/84.74 which higher than the criteria 80/80 and the research hypothesis.

Keywords: Training set; Programmable logic control; Quality assessment; Efficiency

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ 2) ประเมินคุณภาพชุดฝึกด้านคุณภาพด้านการใช้งานและด้านใบงานทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญและ 3) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ประชากรใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ จำนวนทั้งหมด 30 คน ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ การสร้างใบงานทดลอง การประเมินคุณภาพและการหาประสิทธิภาพชุดฝึกและใบงานทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละ ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือคือชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และใบงานทดลองสำหรับออกแบบและต่อวงจรควบคุมระบบต่าง ๆ ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะของชุดฝึกที่สร้างเป็นชุดฝึกที่ใช้ PLC ควบคุมหลอดไฟแสดงผล หลอดไฟแสดงตัวเลข การควบคุมทิศทางของมอเตอร์ ระบบนิวแมติกส์ มีใบงานทดลอง 10 ใบงาน อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต ชุดฝึกมีขนาดเหมาะสมเคลื่อนย้ายได้สะดวก สามารถใช้งานได้จริงและครอบคลุมเนื้อหาด้านทักษะในรายวิชาที่สอน ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.26) คุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.22) และคุณภาพใบงานทดลองอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.22) และคุณภาพโดยรวมของชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.23) ประสิทธิภาพชุดฝึกด้านชุดฝึกและใบงานทดลองเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มผู้เรียน มีค่าเท่ากับ 83.90/84.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

คำสำคัญ: ชุดฝึก; โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์; การประเมินคุณภาพ; ประสิทธิภาพ

1. บทนำ

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่น่าสนใจมาควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบการทำงานต่าง ๆ ที่นำมาแทนการควบคุมโดยใช้รีเลย์แบบเก่า ทำให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้า ซึ่งมีการทำงานคล้ายคลึงกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตที่ต่อเข้ากับตัวตรวจจับ เช่น เซ็นเซอร์ต่าง ๆ หรือสวิตช์ต่าง ๆ และเอาต์พุตจะต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรได้ทันที ควบคุมการทำงานโดยการป้อนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC โดยมี Microprocessor เป็นสมองสั่งการสำคัญและมีหน่วยความจำทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน ซึ่งในปัจจุบัน PLC สามารถควบคุมการทำงานของระบบให้มีความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงจะเห็นได้ว่าโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น ซึ่ง PLC มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบลอจิกและอนาล็อก ทำให้ควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด มีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก มีขนาดเล็กและราคาถูก มีคำสั่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้หลายภาษา เช่น ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลีน ภาษาบล็อกและภาษาคำสั่งข้อความภาษาอังกฤษ สามารถใช้แทนรีเลย์ เคาน์เตอร์และไทมเมอร์ได้ การใช้งาน PLC สามารถนำไปควบคุมหลอดไฟต่าง ๆ เช่น หลอดไฟแสดงผลหรือหลอดไฟตัวเลข ควบคุมมอเตอร์ ควบคุมระบบนิวแมติกส์ ควบคุมระบบไฮดรอลิกส์ เป็นต้น การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิตสเตทซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรและ PLC มีข้อดีคือ แก๊ซโปรแกรมได้ง่าย สามารถสื่อสารกับระบบอื่นได้ง่าย ติดตั้งง่าย ลดการเดินสายไฟฟ้าควบคุม บำรุงรักษาง่ายและมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่า [1] การจัดการเรียนการสอนการควบคุมระบบต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้ถูกใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมและหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สาขาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมอัตโนมัติ ในรายวิชาต่าง ๆ เช่น วิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ วิชาระบบอัตโนมัติ อุตสาหกรรม วิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์และวิชาแมคคาทรอนิกส์ โดยมีเนื้อหาศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระบบอินพุต ระบบเอาต์พุต การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน คำสั่งพื้นฐาน การประยุกต์ใช้งาน การออกแบบวงจรและการต่อวงจรการควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบ PLC การออกแบบ

ระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม [2] เพื่อเป็นการแก้ปัญหาในการจัดซื้อครุภัณฑ์สำหรับการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีและประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากขาดแคลนงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ ตลอดจนได้ใช้เป็นสื่อการสอนนักศึกษาให้มีความรู้และทักษะตรงตามที่หลักสูตรกำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและฝึกนักศึกษาให้มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในปัจจุบันยังขาดแคลนชุดฝึกและไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา ทำให้นักศึกษาไม่ได้รับความรู้อย่างทั่วถึง เนื่องจากต้องจัดนักศึกษาจำนวนหลายคนต่อกลุ่ม โดยส่วนประกอบของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จะประกอบไปด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ชุดหลอดไฟแสดงผลและหลอดไฟตัวเลขจำนวนสองหลัก ชุดควบคุมทิศทางของมอเตอร์ อุปกรณ์อินพุต เช่น ลิมิตสวิตช์ สวิตช์แม่เหล็ก (Inductive proximity) และ Capacitive proximity เป็นต้น หลอดไฟแสดงผล สวิตช์แบบต่าง ๆ และระบบนิวแมติกส์ ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกนำมาประกอบติดตั้งบนชุดฝึก มีล้อเลื่อนเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย มีตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ สามารถใช้ฝึกนักศึกษาให้เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมหลอดไฟแสดงผลสี่เหลี่ยม สีเหลืองและสีแดง และมีการตั้งเวลาแสดงผลด้วยไฟตัวเลขจำนวน 2 หลัก ชุดควบคุมทิศทางของมอเตอร์ให้มีการหมุนตามและทวนเข็มนาฬิกา ควบคุมหลอดไฟแสดงผลให้มีการทำงานแบบต่าง ๆ และควบคุมระบบนิวแมติกส์ โดยใช้อุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตต่าง ๆ ตามใบงานการทดลอง ซึ่งชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะให้กับนักศึกษาหรือผู้สนใจเพื่อจะได้นำความรู้ดังกล่าวไปใช้งานในสถานประกอบการต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
- 2.2 เพื่อประเมินคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
- 2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดีขึ้นไป (3.5 ขึ้นไป)
- 3.2 ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

4.1 กรอบแนวคิดในการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ในครั้งนี้ มีแนวคิดโดยยึดขั้นตอนของ Rueangsuwan [3] มาเป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดฝึก โดยมีลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกหรือสื่อการสอนประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ โดยศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาสาระของวิชาว่าประกอบด้วยเนื้อหาอะไรบ้าง
2. ขั้นตอนการออกแบบ โดยได้ศึกษาการออกแบบโครงสร้างของชุดฝึกว่าจะทำรูปแบบใด การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และรูปแบบใบงานการทดลอง
3. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนา โดยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาชุดฝึกตามรูปแบบที่ได้ดำเนินการไว้ รวมถึงการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ
4. ขั้นตอนการทดลองใช้ โดยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ตามใบงานทดลองที่ได้กำหนดไว้
5. ขั้นตอนการประเมินคุณภาพชุดฝึก โดยได้นำชุดฝึกที่สร้างขึ้นไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้กับผู้เรียนเพื่อหาประสิทธิภาพชุดฝึกที่สร้างขึ้น

4.2 กรอบแนวคิดในการหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของ Sisaad [4] โดยจะนำชุดฝึกที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปใช้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดย E_1 ประสิทธิภาพของกระบวนการและ E_2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละผลเฉลี่ยของคะแนนการปฏิบัติงาน คือมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ขอบเขตการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
2. ใบงานทดลองและใบงานทดลองรวมจำนวน 10 ใบงาน
3. ใบเฉลยใบงานทดลองและใบงานทดลองรวมจำนวน 10 ใบงาน
4. สื่อ PowerPoint เรื่องการใช้โปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM 4 และการใช้โปรแกรม PLC CX-Program
5. โปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM 4 และโปรแกรม PLC CX-Program

ใบงานทดลอง 10 ใบงาน มีหัวข้อใบงานดังนี้

ใบงานทดลองที่ 1 การควบคุมหลอดไฟแสดงผล สีแดง สีเหลืองและสีเขียว โดยมีการตั้งเวลาในการควบคุมหลอดไฟแต่ละหลอด

ใบงานทดลองที่ 2 การควบคุมหลอดไฟแสดงผล สีแดง สีเหลืองและสีเขียว โดยมีการแสดงผลหลอดไฟตัวเลขแบบนับขึ้น

ใบงานทดลองที่ 3 การควบคุมหลอดไฟแสดงผล สีแดง สีเหลืองและสีเขียว โดยมีการแสดงผลหลอดไฟตัวเลขแบบนับลง

ใบงานทดลองที่ 4 การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา ทำงานแบบทีละจังหวะ

ใบงานทดลองที่ 5 การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ ตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา ทำงานต่อเนื่องแบบอัตโนมัติ

ใบงานทดลองที่ 6 การควบคุมการทำงานของกระบอกสูบลมแมติกส์ ให้มีการออกและเข้า ทำงานต่อเนื่องแบบอัตโนมัติ

ใบงานทดลองที่ 7 การควบคุมหลอดไฟแสดงผลสีแดง จำนวน 12 หลอด โดยมีการตั้งเวลาในการติดของหลอดไฟแต่ละหลอด

ใบงานทดลองที่ 8 การควบคุมหลอดไฟแสดงผลสีแดง จำนวน 12 หลอด โดยมีการตั้งจำนวนครั้งในการติดของหลอดไฟ

ใบงานทดลองที่ 9 การทดสอบอุปกรณ์อื่น ๆ

ใบงานทดลองที่ 10 เป็นใบงานทดลองรวม การควบคุมหลอดไฟแสดงผล หลอดไฟแสดงตัวเลข ทิศทางการหมุนของมอเตอร์ กระบอกสูบลมแมติกส์ โดยให้มีการทำงานต่อเนื่องตามลำดับ

5.2 ขอบเขตการประเมินคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ในการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ใช้การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานด้านการควบคุมระบบต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และเป็นอาจารย์ที่สอนในรายวิชานิวแมติกส์ ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและ PLC ในสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จำนวน 7 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติและการสอนมาแล้วไม่ต่ำกว่า 10 ปี การเชิญผู้เชี่ยวชาญมาประเมินใช้วิธีชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ แล้วทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

5.3 ขอบเขตด้านประชากรที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ในการหาประสิทธิภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ ชั้นปีที่ 2 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานการควบคุมระบบต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งใช้นักศึกษาจำนวนทั้งหมดในการหาประสิทธิภาพชุดฝึก จำนวน 30 คน

5.4 ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรต้นได้แก่ ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
2. ตัวแปรตามได้แก่ ประสิทธิภาพของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

6. การดำเนินงานวิจัย

6.1 การสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาของรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการควบคุมระบบต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ว่าจะใช้วัสดุอุปกรณ์ใดบ้างที่นำมาดำเนินการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหา รวมถึงการวิเคราะห์รูปแบบของชุดฝึกในรูปแบบต่าง ๆ และใบงานทดลองปฏิบัติงาน

2. ศึกษาข้อมูลและออกแบบชุดฝึกในรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมพร้อมสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยการออกแบบได้คำนึงถึงเรื่องการฝึกทักษะในการต่อวงจรควบคุมระบบต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ การจัดเก็บอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งานความสะดวกในการใช้งานของชุดฝึกและการเคลื่อนย้ายชุดฝึก

3. ดำเนินการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกและดำเนินการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานและใบงานทดลองปฏิบัติงาน

4. ดำเนินการทดลองและทดสอบการใช้งานชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์กับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ ชั้นปีที่ 2 รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดฝึก

5. ดำเนินการประเมินคุณภาพของชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยนำไปใช้กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนในรายวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

6.2 การสร้างใบงานทดลองมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชา

2. ออกแบบใบงานทดลองและใบงานทดลองรวมโดยวิเคราะห์เนื้อหาภาคปฏิบัติให้ครอบคลุมชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

3. สร้างต้นแบบใบงานทดลอง จำนวน 10 ใบงาน

6.3 การประเมินคุณภาพชุดฝึกและใบงานทดลอง มีขั้นตอนในการประเมินดังนี้

1. ทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญเพื่อนัด วัน เวลา สถานที่ ในการประเมินคุณภาพของชุดฝึก

2. ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการประเมินคุณภาพพร้อมแจกแบบประเมิน

3. ทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตามใบงานทดลองและใบงานทดลองรวม

6.4 การหาประสิทธิภาพชุดฝึกและใบงานทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. แจ้งนักศึกษาขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน

2. อธิบายชี้แจงให้นักศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตเนื้อหาการปฏิบัติงานตามใบงานทดลอง

3. สอนการปฏิบัติงานตามใบงานทดลองครั้งละ 1 ใบงานพร้อมทั้งสาธิตการใช้งานชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ แล้วให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานทดลองจนครบ 10 ใบงานตามแผนการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้

4. เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้นักศึกษาปฏิบัติงานตามใบงานทดลองระหว่างเรียน ครั้งละ 1 ใบงานจนครบทั้งหมด 10 ใบงาน

5. ให้นักศึกษาปฏิบัติใบงานทดลองรวมที่ใช้ควบคุมชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ให้ทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์รวมทั้งหมด ตามใบงานรวมที่ต้องการ

6. นำผลคะแนนที่ได้จากใบงานทดลองมาวิเคราะห์ผลตามหลักการทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการทางสถิติ โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

7.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ [5] การวิเคราะห์ข้อมูลได้นำผลจากการประเมินคุณภาพแสดงความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ซึ่งมีสูตรดังนี้

ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สำหรับหาค่ากึ่งกลางของข้อมูลแบบต่อเนื่องหรือข้อมูลที่มีค่าเป็นเลขทศนิยม สูตรที่ใช้คือ

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

ค่า $\bar{x}$ ที่ได้จากการประเมินจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1.00–5.00 ซึ่งมีความหมายต่าง ๆ ดังนี้

ค่าอยู่ระหว่าง 4.51 ถึง 5.00 หมายถึง ดีมาก

ค่าอยู่ระหว่าง 3.51 ถึง 4.50 หมายถึง ดี

ค่าอยู่ระหว่าง 2.51 ถึง 3.50 หมายถึง พอใช้

ค่าอยู่ระหว่าง 1.51 ถึง 2.50 หมายถึง ปรับปรุง

ค่าอยู่ระหว่าง 1.00 ถึง 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุงอย่างมาก

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) S.D. เป็นค่าสถิติที่ใช้วัดการกระจายของคะแนนในกลุ่มเพื่อบอกให้ทราบว่าคะแนนในกลุ่มแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูง แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้างห่างกันมากซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันอย่างมาก และถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่ำ แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้างห่างกันน้อย ซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันอย่างน้อย โดยใช้สูตรดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

เมื่อ S.D. คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน X คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน

$\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละจำนวน N คือ จำนวนประชากรทั้งหมด

7.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของ Sisaad [4] เป็นวิธีการที่สามารถชี้วัดประสิทธิภาพของชุดฝึกในการเรียนการสอนได้ทั้งภาพรวมในลักษณะกว้างและวัดส่วนย่อยเป็นรายจุดประสงค์ทำให้ได้ผลการวัดที่ชัดเจนนำข้อมูลที่ได้มาเป็นเครื่องตัดสินใจได้ เกณฑ์ที่ใช้คือ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 การหาค่า E_1 และ E_2 มีวิธีการคำนวณหาค่าร้อยละโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \left(\frac{\sum X / N}{A} \right) \times 100$$

โดยที่

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน

$\sum X$ คือ คะแนนจากการทำแบบทดสอบแต่ละใบงานทดลองระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบใบงานทดลอง

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \left(\frac{\sum F / N}{B} \right) \times 100$$

โดยที่

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังการเรียนด้วยชุดฝึกในการเรียนการสอน) คิดเป็นอัตราส่วนจากการทำใบงานรวมหลังการทดลอง

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำใบงานรวมหลังการทดลอง

B คือ คะแนนเต็มของใบงานรวมหลังการทดลอง

N คือ จำนวนผู้เรียน

8. ผลการวิจัย

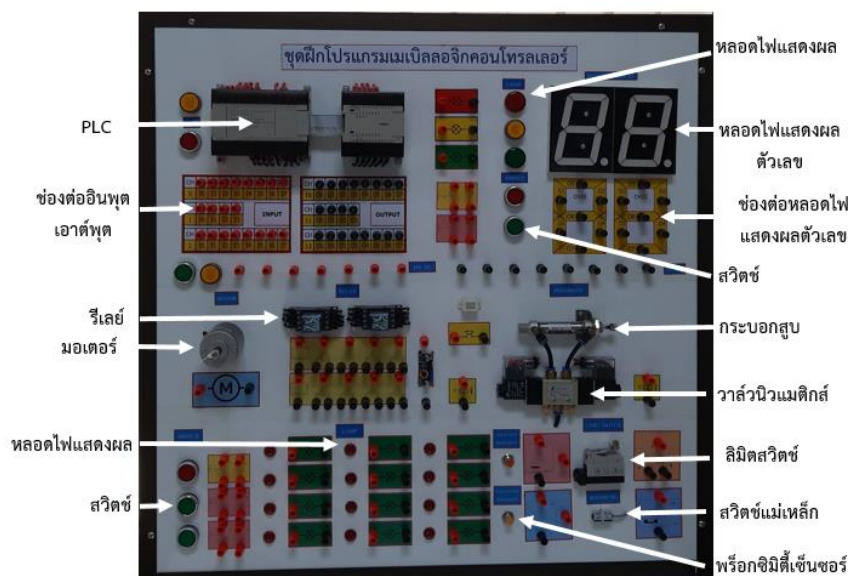
8.1 ผลการสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นเป็นชุดฝึกที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน นักศึกษาต้องศึกษาส่วนประกอบและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึก แล้วนำไปงานทดลองมาออกแบบวงจรในโปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM 4 ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ของใบงานทดลองเพื่อจำลองการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อน เมื่อออกแบบวงจรได้ตามใบงานทดลองแล้วก็ทำการต่อวงจรอินพุตและวงจรเอาต์พุตตามใบงานและดำเนินการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมระบบต่าง ๆ ตามใบงานทดลอง เช่น ควบคุมระบบไฟแสดงผลและระบบไฟแสดงตัวเลขแสดงการนับเวลา ควบคุมระบบทิศทางรถหมุนของ

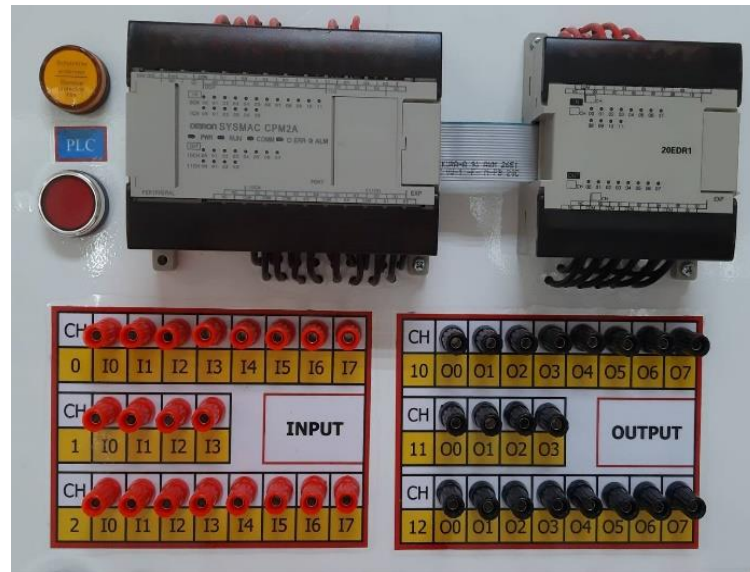
มอเตอร์ ควบคุมระบบนิวแมติกส์และควบคุมหลอดไฟแสดงผลตามเงื่อนไขต่าง ๆ แล้วป้อนโปรแกรมไปใน PLC และทำการทดลองชุดฝึกให้ทำงานได้ตามใบงานทดลองที่กำหนดไว้ 10 ใบงาน ซึ่งชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นตามรูปที่ 1 จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามรูปที่ 2 และชุด PLC และจุดต่ออินพุตและเอาต์พุตตามรูปที่ 3 หลอดไฟแสดงผลและหลอดไฟแสดงตัวเลขตามรูปที่ 4 ซึ่งจะมีหลอดไฟแสดงผลสีเขียว สีเหลืองและสีแดง รวมถึงหลอดไฟแสดงตัวเลขซึ่งจะมีการแสดงการนับตามเวลาที่กำหนดไว้ จำนวนสองหลักพร้อมสวิทช์ควบคุม การควบคุมมอเตอร์และระบบนิวแมติกส์ตามรูปที่ 5 ซึ่งจะมีการควบคุมทิศทางการหมุนตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกาและการเคลื่อนที่เข้าออกของกระบอกสูบนิวแมติกส์แบบอัตโนมัติ หลอดไฟแสดงผลและอุปกรณ์อินพุตตามรูปที่ 6 ซึ่งหลอดไฟจะมีการเขียนโปรแกรมตั้งเวลาให้หลอดไฟติดและมีการนับจำนวนครั้งในการติดของหลอดไฟ ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ในใบงานการทดลอง



รูปที่ 1 ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์



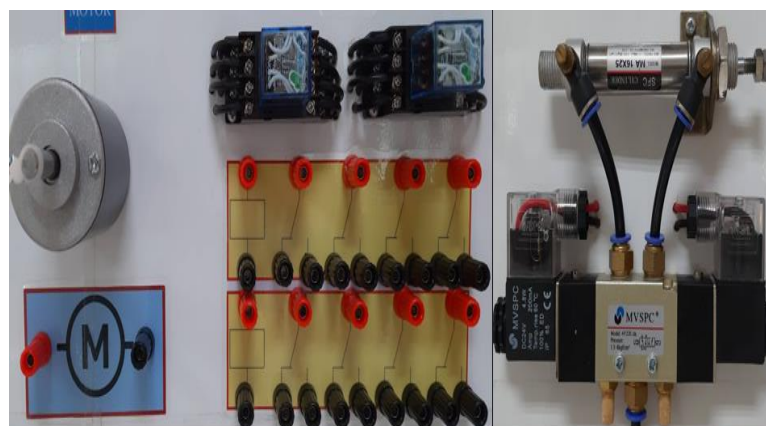
รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์



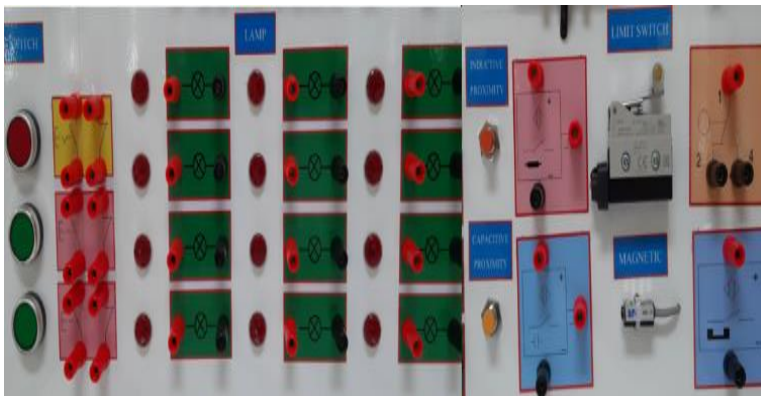
รูปที่ 3 PLC และจุดต่ออินพุต จุดต่อเอาต์พุต



รูปที่ 4 หลอดไฟแสดงผลและหลอดไฟแสดงตัวเลข



รูปที่ 5 ชุดมอเตอร์และระบบนิวแมติกส์



รูปที่ 6 หลอดไฟแสดงผลและอุปกรณ์อินพุต

8.2 ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านกายภาพขอขดฝึกของขดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ชุดฝึกมีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งานสอน	4.57	0.53	ดีมาก
2. ความแข็งแรงของชุดฝึก	4.57	0.53	ดีมาก
3. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.43	0.53	ดี
4. ความเหมาะสมการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนชุดฝึก	4.57	0.53	ดีมาก
5. ชุดฝึกมีจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่เหมาะสม	4.71	0.48	ดีมาก
6. ความปลอดภัยในการใช้งานขณะทำการฝึก	4.43	0.53	ดี
โดยรวม	4.55	0.26	ดีมาก

การประเมินคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน โดยประเมินคุณภาพด้าน
 ภายภาพชุดฝึกตามตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านภายภาพชุดฝึกโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 4.55 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.26 ผลการประเมินรายด้านพบว่าชุดฝึกมีจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่เหมาะสม ชุดฝึกมีขนาดเหมาะสม
 ต่อการใช้งานสอน ความเหมาะสมการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนชุดฝึกและความแข็งแรงของชุดฝึก มีผลการประเมินอยู่ใน
 ระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 4.57 4.57 และ 4.57 ตามลำดับ ส่วนวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม
 และความปลอดภัยในการใช้งานขณะทำการฝึก มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านการใช้งานของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บอุปกรณ์	4.71	0.49	ดีมาก
2. ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอน	4.57	0.53	ดีมาก
3. ความสะดวกในการปฏิบัติงานต่อวงจร	4.71	0.49	ดีมาก
4. ความสะดวกในการบำรุงรักษาชุดฝึก	4.29	0.49	ดี
5. ชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.29	0.49	ดี
6 .ประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานสอน	4.57	0.53	ดีมาก
โดยรวม	4.52	0.22	ดีมาก

ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ด้านการใช้งานของชุดฝึก ตามตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านการนำไปใช้งานโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.22 ผลการประเมินรายด้านพบว่าความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บอุปกรณ์ ความสะดวกในการปฏิบัติงานต่อวงจร ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอนและประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานสอน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 4.71 4.57 และ 4.57 ตามลำดับ ส่วนด้านความสะดวกในการบำรุงรักษาชุดฝึกและชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านใบบงานทดลองของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ใบบงานทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอน	4.57	0.78	ดีมาก
2. รูปแบบและข้อความในใบบงานอ่านเข้าใจง่าย	4.43	0.53	ดี
3. จำนวนใบบงานครอบคลุมเนื้อหาชุดฝึก	4.71	0.49	ดีมาก
4. ใบบงานทดลองเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ฝึกปฏิบัติ	4.43	0.53	ดี
5. รูปภาพและสัญลักษณ์ในใบบงานทดลองมีความชัดเจน	4.57	0.78	ดีมาก
6. ความเหมาะสมเนื้อหาต่อบรรดับผู้เรียน	4.43	0.78	ดี
โดยรวม	4.52	0.22	ดีมาก

ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ด้านใบบงานทดลองตามตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านใบบงานทดลองโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 มีค่า S.D. เท่ากับ 0.22 ผลการประเมินรายด้านพบว่าจำนวนใบบงานครอบคลุมเนื้อหาชุดฝึก ใบบงานทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การสอนและรูปภาพและสัญลักษณ์ในใบบงานทดลองมีความชัดเจน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 4.57 และ 4.57 ตามลำดับ ส่วนรูปแบบและข้อความในใบบงานอ่านเข้าใจง่าย ใบบงานทดลองเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ฝึกปฏิบัติและความเหมาะสมเนื้อหาต่อบรรดับผู้เรียน มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43

8.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
1. คะแนนการปฏิบัติ ใบบงานระหว่างเรียน	30	100	83.90	83.90
2. คะแนนการปฏิบัติใบบงานรวมหลังเรียน	30	50	42.37	84.74

ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตามตารางที่ 4 พบว่าคะแนนปฏิบัติใบบงานทดลองระหว่างเรียนแต่ละใบบงาน (E_1) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 83.90 คะแนน การปฏิบัติใบบงานทดลองรวม (E_2) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 84.73 คะแนน ซึ่งผลที่ได้คือ 83.90/84.74 เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดคือไม่ต่ำกว่า 80/80 ดังนั้นชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นจึงมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการประกอบการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก

9. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้ได้ชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สำหรับใช้เป็นสื่อการสอน ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและสามารถใช้งานได้จริง มีคุณภาพของชุดฝึกจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.53$, $S.D = 0.23$) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.90/84.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.23 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chusaeng, Suwanchan, และ Sunthonkanokphong [6] ทั้งนี้เพราะว่าชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้น เป็นชุดฝึกที่มีการจัดสร้างอย่างเป็นระบบตามแนวทางการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนและได้ผ่านการตรวจสอบและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยจึงพบว่าชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ปรากฏว่าผลจากการเรียนรู้ระหว่างทำการทดลองและผลทดสอบใบบงานทดลองระหว่างเรียนและทำการวัดผลทดสอบใบบงานทดลองรวม หลังจากทดลองครบ 10 ใบบงานแล้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.90/84.74 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sawatwong, Suwanchan, และ Sunthonkanokphong [7] ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้มีการเรียนรู้ทฤษฎีพร้อมกับปฏิบัติทดลองตามลำดับขั้นตอนในใบบงานทดลองที่มีการออกแบบและครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและผู้ที่สนใจสามารถนำชุดฝึกนี้ไปสร้างและพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนต่อไป

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

ควรสอนให้นักศึกษาเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานของ PLC เบื้องต้น การต่ออินพุตและเอาต์พุตเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ และการทำงานของระบบลอจิกไพล์และระบบต่าง ๆ บนชุดฝึก รวมจนถึงเงื่อนไขในแต่ละใบงานก่อน แล้วทำการศึกษาการใช้โปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM 4 ให้เข้าใจก่อน แล้วออกแบบวงจรและต่อวงจรตามใบงานทดลอง โดยผู้สอนต้องให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอนและปฏิบัติตามใบงานอย่างครบถ้วนรวมไปจนถึงการศึกษาคำอธิบายโปรแกรมสำหรับเขียน PLC CX_Program เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการควบคุมระบบต่าง ๆ บนชุดฝึก เพื่อนำไปใช้ในสถานประกอบการต่อไปและผู้สนใจสามารถนำชุดฝึกไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

10.2 ข้อเสนอแนะที่ได้เพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาใช้ PLC ยี่ห้อต่าง ๆ ให้มากขึ้น เนื่องจากในสถานประกอบการได้มีการนำ PLC หลายยี่ห้อมาใช้งานและควรทำชุดฝึกเพิ่มให้มากขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการเรียนการสอนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดสร้างชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ครั้งนี้ ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่ให้ความสนับสนุนงบประมาณและอำนวยความสะดวกในการจัดทำ และคณะผู้เชี่ยวชาญที่มาแสดงความคิดเห็นในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตลอดจนถึงนักศึกษาที่ลงทะเบียน เพื่อเก็บผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tanchiwawong, N. (2001). **PLC System (Programmable Logic Controller System)**. 5th ed. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan). 2-5. (in Thai)
- [2] Rajamangala University of Technology Lanna Tak. (2017). **Bachelor of Engineering Program in Engineering Electronics and Program in Mechanical Engineering**. Tak: Ministry of Education. 55. (in Thai)
- [3] Rueangsuwan, C. (1985). **Educational Technology Theory and Research**. Bangkok: O.S. Printing House. 84-89. (in Thai)
- [4] Sisaad, B. (2011). **Basic Research**. 9th ed. Bangkok: Suwiriyasan. 98-100. (in Thai)
- [5] Likitwatthana, P. (2011). **Educational Research Method**. Bangkok: Industrial Education KMITL. 137-139. (in Thai)
- [6] Chusaeng, T., Suwanchan, P., & Sunthonkanokphong, W. (2013). "Electrical and Electronic Instrument Laboratory Set." **Journal of Industrial Education**. 12(3), 89-95. (in Thai)
- [7] Sawatwong, W., Suwanchan, P., & Sunthonkanokphong, W. (2013). "Microcontroller PIC16F913 Laboratory Set." **Journal of Industrial Education**. 12(3), 103-108. (in Thai)