การสร้างและประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

The Creation and Efficiency Evaluation of a Pump System Control Training Set via a Programmable Logic Controller

ธัญญพัฒน์ กิตติโพธิกลาง

Thunyaput Kittiphotiklang

คณะเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก ระยอง 21000

Electrical Technology Program, Faculty, Rayong Technical college, Institute of Vocational Education: Eastern Region, Rayong, 21000

Received : 2023-10-04 Revised : 2023-11-12 Accepted : 2023-11-16

บทคัดย่อ

การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีจุดประสงค์ 1) เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ 2) ประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และ3) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC) ของชไนเดอร์ TM241 และทัสกรีน (HMI) ชไนเดอร์ GTO2310 เป็นตัวควบคุมและแสดงผลการทำงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง จำนวน 22 คน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า การหาคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.31) การหาประสิทธิภาพชุดฝึกคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 83.75/82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 และการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.42, S.D. = 0.17) แสดงว่าชุดฝึกที่ได้สร้างขึ้นนี้มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ : ชุดฝึกปฏิบัติ, ควบคุมระบบปั๊ม, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

Abstract

The purposes of this study were to 1) create a pump system control training set; 2) evaluate the efficiency of a pump system control training set; and 3) evaluate a satisfaction of learners towards a pump system control training set. The Programmable Logic Controller (PLC) TM241 and, Human Machine Interface (HMI) GTO2310 used in the study were Schneider brand as the controller and result display respectively. The sample group were 22 firs- year Vocational Diploma students in the department of Electric, Rayong Technical College. The statistics used in the research were mean ($\overline{X}$) and standard deviation (S.D.). The results revealed that the overall score of a quality evaluation of a pump system control training set using a programmable logic controller by 5 experts were at a high level ($\overline{X}$= 4.40, S.D. = 0.31). Efficiency evaluation of the training set in percentage of the average score was 83.75/82.27, which is higher than the specified criteria at 80/80, and satisfaction evaluation of learners towards the pump system control practice set with a programmable logic

*ธัญญพัฒน์ กิตติโพธิกลาง

E-mail address: Thunyaput.k@technicrayong.ac.th

controller in overall were at a high level ($\overline{X}$= 4.42, S.D. = 0.17). It indicated that the training set created had high quality and can be used for teaching and learning.

Keywords : Practice set, pump system control, programmable logic controller.

1.บทนำ

การจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา เป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิคและระดับเทคโนโลยี เพื่อการประกอบอาชีพให้สามารถดำรงตนในสังคมและนำมาพัฒนาประเทศชาติ ซึ่งกำลังคนเหล่านี้ต้องมีความรู้ และความชำนาญในทักษะวิชาชีพต่าง ๆ ก้าวทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างไม่หยุดยั้ง โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม [1] เพื่อรองรับการแข่งขันทางเศรษฐกิจที่สูงขึ้น จึงมีการใช้โปรแกรมการควบคุมกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม แทนกำลังคนให้มากที่สุด เพื่อช่วยเพิ่มกำลังในการผลิต ลดต้นทุน ลดความเสี่ยง และประหยัดเวลา กระบวนการผลิตมีการควบคุมหลายกระบวนการก่อนที่จะได้ผลผลิตออกมาแต่ละส่วนต้องอาศัยกระบวนการควบคุมเกี่ยวกับแรงดัน อุณหภูมิ ระดับ และอัตราการไหล เป็นต้น ซึ่งการควบคุมทุกกระบวนการล้วนมีความสำคัญในด้านการผลิต บริษัทของผู้ผลิตไม่ยอมให้เกิดความผิดพลาดในกระบวนการผลิตได้ ในส่วนผู้ที่ปฏิบัติงานในด้านสายงานการผลิตจึงต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และความสามารถพื้นฐานในการใช้โปรแกรมการควบคุมเป็นอย่างดีด้วย

สถาบันการอาชีวศึกษาจึงเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่มีบทบาทสูงในการตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน ของภาคอุตสาหกรรมทั้งภายในและภายนอกประเทศ กระบวนการจัดการเรียนการสอน จำเป็นต้องมีการวางแผนการสอน การใช้สื่อประกอบการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพ และเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการเป็นวิธีหนึ่งของการจัดกระบวนการเรียนรู้ ที่สามารถทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาและลงมือปฏิบัติบนแผงทดลองก่อนการนำความรู้ไปปฏิบัติงานจริง โดยมีชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นสื่อการสอนนับว่าเป็นนวัตกรรมทางการสอนอย่างหนึ่ง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้สอนต้องเปลี่ยนเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้จากการลงมือทำ หรือการฝึกปฏิบัติแล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง [2] การจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติโดยผู้สอนเป็นผู้จัดการการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก นั่นคือการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อสอดคล้องกับเศรษฐกิจยุคดิจิทัลจึงจำเป็นต้องบูรณาการให้เข้ากับทักษะในศตวรรษที่ 21

ด้วยการจัดการเรียนการสอน รายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ในสาขาวิชาไฟฟ้า เป็นรายวิชาที่อยู่ในหมวดวิชาชีพ ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์งาน ที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม จึงต้องให้ผู้เรียนมีความสามารถในการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในระบบงานการควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติงานจริงเน้นกระบวนการคิดและการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลทำให้เกิดเจตคติที่ดีในการเรียน เป็นแนวทางในการพัฒนาการคิดของผู้เรียน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของระบบควบคุมอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม [3] โดยมีโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ที่นำมาแทนการควบคุมโดยรีเลย์แบบเก่า ทำให้สะดวกขึ้นจึงได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกทักษะ ในเรื่องการกำหนดค่าของอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต การเชื่อมต่ออุปกรณ์บนแผงฝึกปฏิบัติเข้าด้วยกัน การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และการเขียนหน้าจอทัชสกรีนแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ เมื่อผู้เรียนได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้จากชุดฝึกดังกล่าวแล้ว หวังว่าจะเป็นแนวทางสู่การปฏิบัติงานจริงในอนาคตของตลาดแรงงานต่อไป

2.วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1เพื่อสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

2.2เพื่อประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

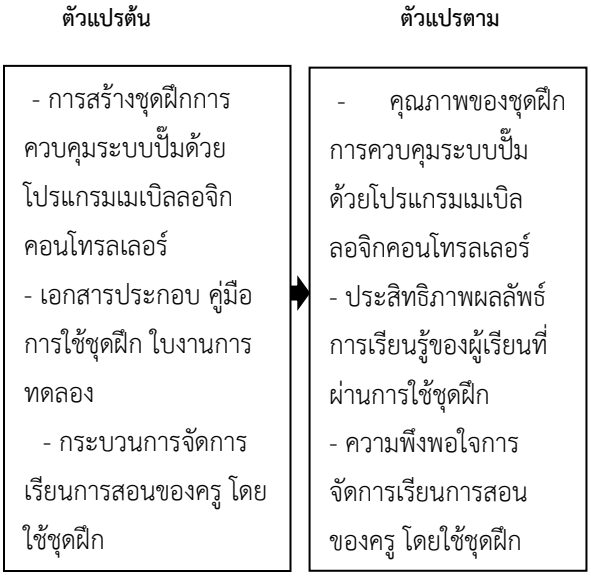
2.3เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

3.สมมติฐานการวิจัย

3.1ประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.2ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ไม่ต่ำกว่าระดับมาก

4.กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากรูปที่ 1 กระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนที่ใช้ชุดฝึกประกอบการเรียนการสอนกับผู้เรียน ส่งเสริมให้เกิดผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

5.วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการ และประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.1ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

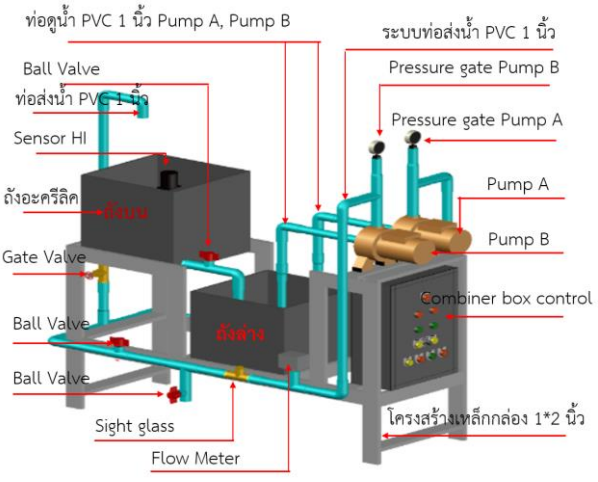
ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 78 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 22 คน

5.2การสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

5.2.1ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องนำมาใช้สร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหา รวมถึงรูปแบบของชุดฝึกปฏิบัติในรูปแบบต่าง ๆ และสร้างใบงานสำหรับการทดลองปฏิบัติงาน

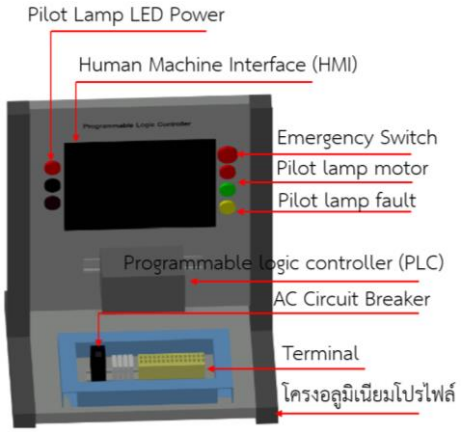
5.2.2ศึกษาข้อมูลและออกแบบชุดฝึกปฏิบัติในรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสม พร้อมสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และเอกสารที่เกี่ยวข้องในเรื่องของการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยการออกแบบได้คำนึงถึงเรื่องการฝึกทักษะในการต่อวงจรอุปกรณ์ควบคุมระบบปั๊มน้ำร่วมกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 2 และ รูปที่ 3



รูปที่ 2 แบบร่างโครงสร้างของชุดฝึกปฏิบัติการ

จากรูปที่ 2 แบบร่างโครงสร้างของชุดฝึกที่มีขนาด (กว้าง*ยาว*สูง) 50*150*130 เซนติเมตร และส่วนประกอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการ



รูปที่ 3 แบบร่างระบบควบคุมชุดฝึกปฏิบัติการ

จากรูปที่ 3 แบบร่างระบบควบคุมของชุดฝึกปฏิบัติการที่มีขนาด (กว้าง*ยาว*สูง) 30*40*60 เซนติเมตร และส่วนประกอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบควบคุม

5.2.3ดำเนินการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานและใบงานทดลองการปฏิบัติงาน

5.2.4ดำเนินการทดลองการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง รวมถึงการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดฝึกปฏิบัติการ

5.2.5ดำเนินการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการโดยผู้เชี่ยวชาญ และประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการโดยนำไปใช้กับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรม

5.3การสร้างใบงานการทดลอง

มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

5.3.1ศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชา

5.3.2ออกแบบใบงานการทดลองโดยวิเคราะห์เนื้อหาวิชาภาคปฏิบัติให้ครอบคลุมชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

5.3.3สร้างต้นแบบใบงานการทดลอง จำนวน 8 ใบงาน ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติ

5.4การประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติการและใบงานการทดลอง

มีขั้นตอนการประเมินดังนี้

5.4.1ทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนัด วัน เวลา สถานที่ในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการ

5.4.2ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญทราบและแจกเอกสารแบบประเมิน

5.4.3ผู้วิจัยทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ตามใบงานทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญดูการทำงาน

5.5การประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติและใบงานการทดลอง

มีขั้นตอนดังนี้

5.5.1ปฐมนิเทศนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง และขอความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

5.5.2อธิบายชี้แจงให้กับนักศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตเนื้อหาการปฏิบัติงานตามใบงานทดลอง

5.5.3สอนการปฏิบัติงานตามใบงานทดลองครั้งละ 2 ใบงาน เวลา 5 ชั่วโมง พร้อมทั้งสาธิตการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์แล้วให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานทดลองจนครบทั้ง 8 ใบงาน ตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5.5.4เก็บข้อมูลการวิจัยโดยให้นักศึกษาปฏิบัติตามใบงานทดลองระหว่างเรียนครั้งละ 2 ใบงาน

5.5.5ให้นักศึกษาปฏิบัติใบงานทดลอง โดยให้ใช้อุปกรณ์ต่อร่วมระหว่าง PLC และ HMI เข้ากับชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ตามใบงานทดลอง

5.5.6นำผลคะแนนที่ได้จากใบงานทดลองมาวิเคราะห์ผลตามหลักการทางสถิติ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

5.6การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังต่อไปนี้

5.6.1แจกแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิก

คอนโทรลเลอร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

5.6.2แจกแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง จำนวน 22 คน ได้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้

5.6.3ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามทั้ง 2 ชุด เพื่อหาคุณภาพ และความพึงพอใจที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

5.7การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.7.1 วเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ การวิเคราะห์ข้อมูลได้นำผลจากการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) [4]

ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad (1)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของข้อคำถามทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานแทนผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับการให้ความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยได้จากแนวคิดของเบสท์ (Best 1986) การให้ความหมายโดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5.7.2การประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

การประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 และผู้วิจัยใช้แนวคิดของ [5] เป็นวิธีการที่สามารถชี้วัดประสิทธิภาพของชุดฝึกในการจัดการเรียนการสอนในภาพรวม เกณฑ์ที่ใช้คือ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 การหาค่า E_1/E_2 มีวิธีการคำนวณโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \left[\frac{\sum X/N}{A}\right] \times 100\% \qquad (3)$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดฝึก คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน

$\sum X$ คือ คะแนนจากการทำแบบทดสอบแต่ละใบงานทดลองระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบใบงานทดลอง

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$E_2 = \left[\frac{\sum F/N}{B}\right] \times 100\% \qquad (4)$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการทำใบงานรวมหลังการทดลอง

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำใบงานรวมหลังการทดลอง

B คือ คะแนนเต็มของใบงานรวมหลังการทดลอง

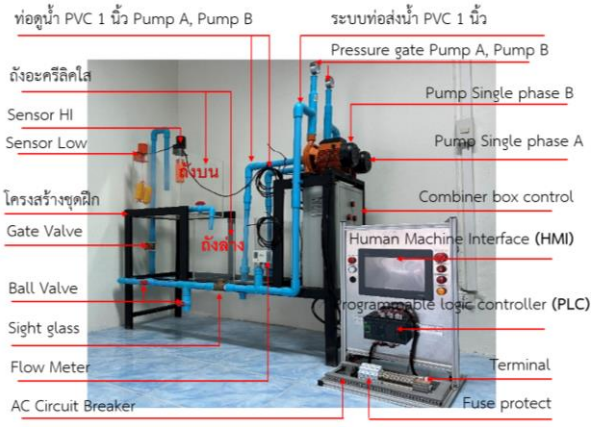
N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

5.7.3วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

6.ผลการทดลองและอภิปราย

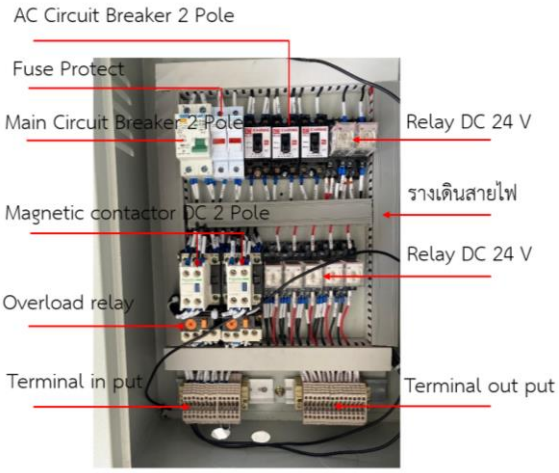
6.1ผลการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นเป็นชุดฝึกที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องศึกษาส่วนประกอบและการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึกแล้วนำใบงานทดลองมาออกแบบวงจรควบคุมในโปรแกรม SoMachine Basic ตามเงื่อนไขของใบงานการทดลอง เพื่อจำลองการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อน เมื่อออกแบบวงจรได้ตามใบงานทดลองแล้ว จึงทำการต่อวงจรของอุปกรณ์อินพุตและวงจรเอาต์พุตตามใบงาน และเขียนโปรแกรม SoMachine Basic ลงใน PLC Schneider ควบคุมระบบต่าง ๆ ตามใบงานทดลอง เช่น วงจรควบคุมการทำงานปั๊มน้ำ 1 ตัว พร้อมหลอดไฟแสดงการทำงานปั๊ม วงจรควบคุมการทำงานปั๊มน้ำ 2 ตัว พร้อมหลอดไฟแสดงการทำงานปั๊ม และแสดงผลการทำงานของระบบควบคุมบนจอทัสกรีน (HMI) Schneider ด้วยโปรแกรม Vijeo และอุปกรณ์ต่อร่วมของชุดฝึกปฏิบัติการดังกล่าว



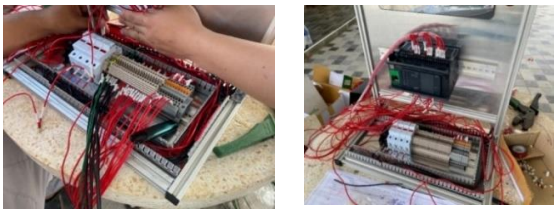
รูปที่ 4 ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 4 ชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ พร้อมติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบปั๊มน้ำขนาด 0.5 แรงม้า 1 เฟส 220 โวลต์ 2 ตัว ที่สร้างเสร็จแล้ว



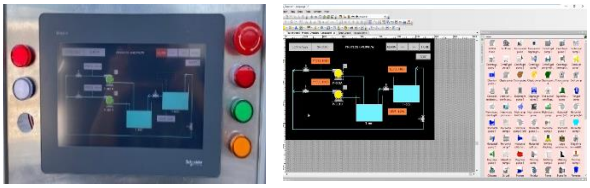
รูปที่ 5 ตู้อุปกรณ์ป้องกัน

จากรูปที่ 5 ตู้ใส่อุปกรณ์ป้องกัน และอุปกรณ์เชื่อมต่ออินพุต เอาต์พุต พร้อมด้วยจุดต่อสายร่วมกับชุดฝึก



รูปที่ 6 การต่อสายระบบควบคุม

จากรูปที่ 6 การต่อสายไฟเข้าอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต เข้าจุดต่อสายของ PLC Schneider



รูปที่ 7 การเขียนหน้าจอทัสกรีน HMI

จากรูปที่ 7 การเขียนหน้าจอทัสกรีน HMI ด้วยโปรแกรม Vijeo ตามที่กำหนดไว้ เพื่อแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำทั้ง 2 ตัว

6.2ผลการหาคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ ด้านการออกแบบ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความแข็งแรงของชุดฝึก	4.40	0.89	มาก
2. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
3. การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์มีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
4. ขนาดเหมาะสมต่อการใช้งานสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	0.71	มาก
รวมค่าเฉลี่ย	**4.36**	**0.33**	**มาก**

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อคุณภาพด้านด้านการออกแบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.36, S.D. = 0.33) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีคะแนนสูงสุด คือ ข้อ 4. ขนาดเหมาะสมต่อการใช้งานสอน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.45) ส่วนข้อที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ข้อ 5. ความปลอดภัยในการใช้งาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.71)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ ด้านการใช้งาน จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์การสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการปฏิบัติต่อวงจร	3.80	0.45	มาก
3. ความสะดวกในการบำรุงรักษาชุดฝึก	4.40	0.55	มาก
4. ชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	**4.44**	**0.26**	**มาก**

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อคุณภาพด้านด้านการใช้งาน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, S.D. = 0.26) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีคะแนนสูงสุด คือ ข้อ 5. ประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการสอน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.45) ส่วนข้อที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ข้อ 2. ความสะดวกในการปฏิบัติต่อวงจร อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.80, S.D. =0.45)

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติด้านคู่มือและใบงานการทดลอง จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. คู่มือการใช้งานอธิบายรายละเอียดได้ชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
2. รูปแบบและข้อความใบงานการทดลองอ่านเข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
3. จำนวนใบงานการทดลองครอบคลุมเนื้อหาชุดฝึก	4.40	0.55	มาก
4. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.00	0.71	มาก
5. รูปภาพและสัญลักษณ์ในใบงานการทดลองมีความชัดเจน	4.20	0.84	มาก
รวมค่าเฉลี่ย	**4.40**	**0.35**	**มาก**

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อคุณภาพด้านด้านคู่มือและใบงานการทดลอง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.40, S.D. = 0.35) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีคะแนนสูงสุด คือ ข้อ 2. รูปแบบและข้อความใบงานการทดลองอ่านเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.80, S.D. = 0.45) ส่วนข้อที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ข้อ 4. ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. =0.71)

6.3ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 4 ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

รายการประเมิน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ
1. คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน (E_1)	22	80	67.00	83.75
2. คะแนนการปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน (E_2)	22	40	32.91	82.27

จากตารางที่ 4 ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ มีคะแนนปฏิบัติใบงานทดลองระหว่างเรียน (E_1) และคะแนนการปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน (E_1) คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 83.75/82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ทำกำหนดไว้ที่ 80/80

6.4ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึก

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ชุดฝึกจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ ได้อย่างเหมาะสม	4.05	0.72	มาก
2. ชุดฝึกมีขนาด รูปร่างที่เหมาะสมต่อการฝึกปฏิบัติ	4.64	0.58	มากที่สุด
3. ชุดฝึกเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต ร่วมกับ PLC ได้จริง	4.27	0.63	มาก
4. ชุดฝึกมีความคงทนแข็งแรงขณะใช้งาน	4.18	0.50	มาก
5. ชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.73	0.46	มากที่สุด
6. ชุดฝึกมีความปลอดภัยต่อการใช้งานในขณะการฝึกปฏิบัติ	4.14	0.71	มาก
7. ชุดฝึกทำให้สะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์ตามใบงาน	4.55	0.60	มากที่สุด
8. ชุดฝึกทำให้ง่ายต่อการฝึกปฏิบัติต่ออุปกรณ์ตามใบงาน	4.64	0.49	มากที่สุด
9. ชุดฝึกมีเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.41	0.50	มาก
10. ชุดฝึกมีใบงานการทดลองเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ฝึกปฏิบัติ	4.59	0.59	มากที่สุด
รวมค่าเฉลี่ย	4.42	0.17	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่านักศึกษาที่ใช้ชุดฝึกปฏิบัติมีความคิดเห็นพึงพอใจต่อชุดฝึก ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.42, S.D. = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีคะแนนสูงสุด คือข้อ 5. ชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.73, S.D. = 0.46) ส่วนข้อที่มีคะแนนต่ำสุด คือ ข้อ 1. ชุดฝึกมีการวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.05, S.D. =0.72)

7. สรุปผลการทดลอง

การประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการออกแบบชุดฝึก ด้านการใช้งาน และด้านคู่มือและใบงานการทดลอง ผลวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่าชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีความเหมาะสมในภาพรวม อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 ($\bar{X}$= 4.40, S.D. = 0.31) แสดงว่าชุดฝึกที่ได้จัดสร้างขึ้นนี้มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [6] ทั้งนี้เพราะว่าชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นเป็นชุดฝึกที่มีการจัดสร้างอย่างเป็นระบบตามแนวทางการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนและได้ผ่านการตรวจสอบและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน สรุปได้ว่าผลจากการเรียนรู้ของการทดสอบใบงานการทดลองระหว่างเรียนและการวัดทดสอบใบงานการทดลองรวม หลังจากทดลองครบ 8 ใบงานแล้ว มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 83.75/82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ทำกำหนดไว้ที่ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับ [7] ที่กล่าวไว้ตามเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนจัดอยู่ในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และยอมรับว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพสูง เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพจากคะแนนแบบหัดระหว่างเรียนสูงกว่าประสิทธิภาพจากคะแนนทดสอบหลังหน่วยการเรียนจากผลการงาน การวิจัยที่เกี่ยวข้องมีความสอดคล้องกับ [8] นักศึกษามีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และตรงกับ [9] การจัดกระบวนการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการนำไปใช้ในชีวิตจริงสามารถนำไปปฏิบัติและประยุกต์ใช้ได้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติจริง ได้พัฒนากระบวนการคิด วิเคราะห์ ศึกษาค้นคว้า การทดลอง และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตามความถนัด ความสนใจด้วยกระบวนการและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยภาพรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.42, S.D. = 0.17) เนื่องชุดฝึกที่สร้างขึ้นนั้นผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริง จึงก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ และชุดฝึกมีขนาด รูปร่างที่เหมาะสมต่อการฝึกปฏิบัติ พร้อมทั้งทำให้สะดวกต่อการปฏิบัติการต่อวงจรระหว่างอุปกรณ์อินพุต เอาต์พุต ร่วมกับ PLC และการแสดงผลผ่าน HMI ได้ง่าย จึงได้ส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับ [10] ความพึงพอใจของผู้เรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.39, S.D. = 0.23) โดยพบว่าชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่อยากจะลงมือปฏิบัติ มีการเรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมและเข้าใจง่าย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และการลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเองทำให้เกิดประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้

8.ข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนตามหลักสูตรสาขาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคระยอง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.รูปแบบการเขียนโปรแกรมควรจัดให้มีหลากหลายยี่ห้อให้กับนักศึกษาด้วย เพื่อที่จะช่วยเพิ่มทักษะการใช้งานโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่หลากหลายมากขึ้น

2.ใบงานการทดลองควรเพิ่มคำถาม หรือเงื่อนไขในการทำงานให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะกระบวนการคิดให้เพิ่มมากขึ้น

3.การวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกการควบคุมระบบปั๊มด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดสร้างชุดฝึกปฏิบัติการในรายวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอนคล้ายคลึงกันแล้วทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

4.การวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยจะเพิ่มอุปกรณ์ต่อร่วมกับ PLC และ HMI เพื่อศึกษาการทำงานของการควบคุมตัวแปรในการควบคุมในงานอุตสาหกรรม ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมความชื้น การควบคุมอัตราการไหล

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Bureau of Vocational Education and Professional Standards, *Higher Vocational Certificate Program, B.E.2563,* Bangkok: Office of the Vocational Education Commission, 2020.

[2] W. Panich, *Ways to create learning for students in the 21st century,* Bangkok: Sodsrisaritwong Foundation, 2012.

[3] N. Bu-nga, W. Bunperm, and S. Deesom, “Automatic material sorting machine in a conveyor belt. Controlled by PLC system: Automatic Material Separator in Conveyor by PLC Controlled System”, *Journal of Farm Engineering and Automated Control Technology,* 7(1), pp 49-59, June 2021.

[4] P. Leekitwattana, *Educational Research Methods,* 11th ed., Bangkok: Min Service Supply, 2016.

[5] B. Srisa-at, *Basic Research,* 10th ed., Bangkok: Suweeriyasan, 2017.

[6] S. Kwanmuang, "Electrically controlled pneumatic training set and programmable logic controller, Rajamangala University of Technology Lanna Tak", *Industrial Education Journal,* 20(1), pp. 53-63, December 2021.

[7] S. Kongsinthu and N. Suksong, "Creating and evaluating the efficiency of a Mable Logic program training set. Controller", *Research and Innovation Journal,* 2(1), pp. 46-59, December 2019.

[8] P. Sawadiphan and N. Dechakamphu, "Development of automotive air conditioning training kits", *Teachers Council of Thailand Journal,* 2(1), pp. 84-95, April 2020.

[9] K. Phothi Yen, "Active Learning: Learning management that meets the needs of education in the 21st century", *Silpakorn University Education Journal,* 19(1), pp. 11-28, June 2021.

[10] W. Wongsuriya and P. Chanhom, "Development of a basic training kit for electrical circuits of split air conditioners in the course on refrigeration and air conditioning", *Journal of Industrial Education,* 19(1), pp. 68-74, June 2020.