

ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก
PNEUMATIC TRAINING SET CONTROLLED WITH ELECTRICAL AND PLC
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY LANNA TAK

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: January 1, 2021; Revised: March 24, 2021; Accepted: April 23, 2021)

ABSTRACT

The objectives of this research were 1) to establish the pneumatic training set controlled with electrical and PLC, 2) to assess the quality of training set, quality of usage, and quality of worksheets and 3) to find the efficiency of pneumatic training set controlled with electrical and PLC, by a total of 28 mechanical education and electronic engineering students. The research process consisted of the establishment of pneumatic training set and worksheets, assessment of training set and worksheets, and finding the efficacy of pneumatic training set controlled with electrical and PLC. Statistical data were analyzed using mean and standard deviation and percent. The tools obtained from this research were pneumatic training set controlled with electrical and PLC, and worksheet for designing and connecting pneumatic circuits. The results found that the characteristics of a training set has three cylinders, which were controlled with electrical and PLC. All accessories were assembled and installed in the box. The training set which was in suitable size, easy to move, actually be used, and covered the skills of subject area in the courses, consisted of 14 trial worksheets. The quality assessment of training set by experts was very good ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.31), the quality of usage was very good ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.22), the quality of worksheets was very good ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.24), and the overall quality of the training set was very good ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.03). The efficiency of the training set and the worksheet when applied to the student group were 85.39/86.26, which based on the criteria of 80/80 in research hypothesis.

Keywords: Pneumatic training set; Quality assessment; Efficiency; Programmable Logic Control : PLC

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและPLC 2) ประเมินคุณภาพชุดฝึกด้านคุณภาพ ด้านการใช้งานและด้านใบงานทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญและ 3) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC โดยใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์เครื่องกลและสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์จำนวนทั้งหมด 28 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC การสร้างใบงานทดลอง การประเมินคุณภาพชุดฝึกและใบงานทดลอง การหาประสิทธิภาพชุดฝึกและใบงานทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าร้อยละ เครื่องมือที่ได้จากการวิจัยนี้ คือ ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC และใบงานทดลองสำหรับออกแบบและต่อวงจรนิวแมติกส์ ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะของชุดฝึกที่สร้างขึ้น 1 ชุด เป็นชุดที่มีจำนวน 3 กระบอกสูบและสามารถควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC อุปกรณ์ทั้งหมดประกอบและติดตั้งไว้ในกล่อง ชุดฝึกมีขนาดเหมาะสมเคลื่อนย้ายได้สะดวก สามารถใช้งานได้จริงและครอบคลุมเนื้อหาด้านทักษะในรายวิชาที่สอน มีใบงานทดลอง 14 ใบงาน ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญคุณภาพของชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.31) คุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.57$, S.D. = 0.22) และคุณภาพใบงานทดลองอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.52$, S.D. = 0.24) และคุณภาพโดยรวมของชุดฝึกอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.55$, S.D. = 0.03) ผลการหาประสิทธิภาพชุดฝึกด้านชุดฝึกและใบงานทดลองเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มผู้เรียนมีค่าเท่ากับ 85.39/86.26 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

คำสำคัญ: ชุดฝึกนิวแมติกส์; การประเมินคุณภาพ; ประสิทธิภาพ; โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบนิวแมติกส์ถูกนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย เพื่อใช้ในการควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักรในอุตสาหกรรมตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งการใช้ระบบนิวแมติกส์ในการควบคุมเพื่อให้เกิดความสะดวกในการทำงาน การออกแบบวงจรและควบคุมทำได้ง่าย ตลอดจนระบบนิวแมติกส์ยังมีความปลอดภัยสูง ระบบนิวแมติกส์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ เป็นระบบนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ปัจจุบันมีโรงงานมากมายเข้ามาตั้งฐานผลิตในเมืองไทย ทำให้เกิดนิคมอุตสาหกรรมขึ้นหลายแห่ง ทั้งนี้เนื่องมาจากรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม จึงมีการแข่งขันกันสูงในเรื่องของการตลาด ราคาของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงมีหลายบริษัทที่พยายามปรับตัวเองโดยการนำเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติเข้ามาใช้งาน เพื่อให้สินค้าสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ทั้งในเรื่องราคาและคุณภาพ ปัจจุบันระบบนิวแมติกส์ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงมีการควบคุมด้วยไฟฟ้าและควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีการแบ่งวงจรกำลังและวงจรควบคุม โดยวงจรกำลังจะอาศัยลมอัดเป็นตัวกลางในการส่งกำลังเพื่อควบคุมวงจรการทำงาน ซึ่งประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายลม ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด โซลินอยด์วาล์ว ลูกสูบ มอเตอร์ลม อุปกรณ์หยิบจับชิ้นงาน เป็นต้น ส่วนวงจรควบคุมจะใช้ควบคุมได้หลายแบบ เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นต้น วงจรควบคุมจะประกอบไปด้วย สวิตช์ต่างๆ รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับจำนวนครั้ง ลิมิตสวิตช์ เซ็นเซอร์และPLC เป็นต้น [1] การจัดการเรียนการสอนการควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ได้ถูกใช้เป็นการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมและหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตามสาขาครุศาสตร์เครื่องกล สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาอิเล็กทรอนิกส์และการควบคุมอัตโนมัติ ในรายวิชาต่างๆ เช่น วิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ วิชาระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์พร้อมทั้งศึกษาวิธีการออกแบบวงจรด้วยโปรแกรมและต่อวงจร การวิเคราะห์การทำงานของวงจร การควบคุมวงจรไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ด้วยระบบไฟฟ้าและ PLC และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ระบบอินพุต ระบบเอาต์พุต การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน คำสั่งพื้นฐานการประยุกต์ใช้งานกับระบบนิวแมติกส์และระบบไฮดรอลิกส์ [2] เพื่อเป็นการแก้ปัญหาในการจัดซื้อครุภัณฑ์สำหรับการจัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีและประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC เนื่องจากขาดแคลนงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์ ตลอดจนได้ใช้เป็นการสอนนักศึกษาให้มีความรู้และทักษะตรงตามที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งครุภัณฑ์การเรียนการสอนที่จำหน่ายในปัจจุบันมีราคาสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC เพื่อใช้เป็นการเรียนการสอนและฝึกนักศึกษาให้มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับระบบนิวแมติกส์

ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ซึ่งในปัจจุบันยังขาดแคลนชุดฝึก ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาทำให้นักศึกษาไม่ได้รับความรู้อย่างทั่วถึง เนื่องจากต้องจัดนักศึกษาจำนวนหลายคนต่อกลุ่ม โดยส่วนประกอบของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC จะประกอบไปด้วยปั๊มลมขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด เช่น กรองลม ชุดปรับแรงดันลม ชุดจ่ายน้ำมันหล่อลื่นและเกจวัดแรงดันลม โซลินอยด์วาล์ว วาล์วปรับอัตราการไหลลม ระบายกลับนิวแมติกส์ ลิมิทสวิตช์ หรือสวิตช์ รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับจำนวน หลอดไฟแสดงผล สวิตช์แบบต่างๆ และชุดโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดจะถูกนำมาประกอบติดตั้งในกล่อง จำนวน 2 กล่อง เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายในการนำไปใช้สอนและสามารถออกแบบวงจรและต่อวงจรตามใบงานทดลอง ให้มีการทำงานของระบบครบตั้งแต่ 1 ระบบครบจนถึง 3 ระบบครบ จะทำงานในลักษณะเงื่อนไขแบบต่างๆ ทั้งแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ มีการตั้งเวลาการทำงานและการนับจำนวนครั้งการทำงาน ซึ่งการทำงานจะควบคุมด้วยไฟฟ้าและควบคุมด้วย PLC ซึ่งชุดฝึกนิวแมติกส์ที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะให้กับนักศึกษาหรือผู้สนใจเพื่อจะได้นำความรู้ดังกล่าวไปใช้งานในสถานประกอบการต่อไปในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สำหรับใช้เป็นสื่อการสอน
- 2.2 เพื่อประเมินคุณภาพชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

3. สมมติฐานการวิจัย

- 3.1 ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ย 3.51
- 3.2 ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) ไม่ต่ำกว่า 80/80

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

4.1 กรอบแนวคิดในการสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ในครั้งนี้ มีแนวคิดโดยยึดขั้นตอนของ Surawattanaboon [3] มาเป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดฝึก โดยมีลำดับขั้นตอนในการสร้างชุดฝึกหรือสื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผนดำเนินการ โดยศึกษาเนื้อหาสาระของวิชาว่าต้องการหลักการเรียนรู้เรื่องอะไรจะทำชุดแบบใด โดยคำนึงถึงผู้เรียนเพื่อกำหนดหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์ จัดลำดับกิจกรรมการเรียนรู้ จัดทำสื่อการสอน การสร้างใบงานทดลอง ประเมินผลและทดลองสื่อการสอน

2. ขั้นตอนการจัดทำโดยจัดทำตามขั้นตอนที่ 1 โดยผู้จัดทำควรตรวจสอบความสอดคล้องของทุกขั้นตอนกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหา โดยสามารถปฏิบัติหรือเห็นการกระทำได้

3. ขั้นตอนการทดสอบประเมินผลหรือพัฒนาเมื่อทำการจัดทำชุดการสอนแล้ว โดยนำไปประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นหลักประกันว่าชุดการสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปใช้สอน

4.2 นำชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของ Kuanhawate [4] โดยจะนำชุดฝึกที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปใช้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการปฏิบัติงาน คือมีประสิทธิภาพ (E1/E2) ไม่ต่ำกว่า 80/80

4.4 ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรต้นในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC
2. ตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ขอบเขตการสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC
2. ใบงานทดลองไม่น้อยกว่า 14 ใบงาน
3. ใบเฉลยใบงานทดลองไม่น้อยกว่า 14 ใบงาน
4. สื่อ PowerPoint เรื่องการใช้โปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM 4 และการใช้โปรแกรม PLC CX-Program
5. โปรแกรมออกแบบวงจรระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า FluidSIM 4 และโปรแกรม PLC CX-Program

5.2 ขอบเขตการประเมินคุณภาพชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

ในการสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ใช้การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบนิวแมติกส์ เป็น ผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานด้านการควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและ PLC อีกทั้งเป็นอาจารย์ที่สอนในรายวิชา นิวแมติกส์ PLC ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 7 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์ในการสอนมาแล้วไม่ต่ำกว่า 10 ปี การเชิญผู้เชี่ยวชาญ มาประเมินใช้วิธีชี้แจงรายละเอียดต่างๆ แล้วทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

5.3 ขอบเขตด้านประชากรที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

ในการหาประสิทธิภาพชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ ชั้นปีที่ 4 และสาขาครุศาสตร์เครื่องกล ชั้นปีที่ 3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และวิชาไฮดรอลิกส์ และนิวแมติกส์ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานการควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์ ในปีการศึกษา 1/2563 จำนวน 28 คน

6. การดำเนินงานวิจัย

6.1 การสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชุดฝึกในรูปแบบต่าง ๆ พร้อมสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในเรื่องของการควบคุมนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและ PLC โดยการออกแบบได้คำนึงถึงเรื่องการฝึกทักษะในการต่อวงจร ควบคุมระบบนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและ PLC การจัดเก็บอุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งาน ความสะดวกในการใช้งานของชุดฝึกและการเคลื่อนย้ายชุดฝึก

2. ทำการออกแบบโครงสร้างและการจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดฝึก โดยได้ออกแบบนำอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์และ อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าและ PLC มาติดตั้งลงในกล่องจำนวน 2 กล่อง คือกล่องกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วระบบนิวแมติกส์และ กล่องอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าและ PLC และออกแบบให้มีชุดปั๊มลมขนาดเล็กและชุดควบคุมคุณภาพลมอัด สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

3. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

4. ดำเนินการสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานและใบงานทดลอง

5. ทดสอบการทำงานของชุดฝึกและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดฝึก

ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้นเป็นชุดฝึกที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน นักศึกษาที่ทำการทดลองต้องศึกษาส่วนประกอบและการทำงานของอุปกรณ์ภายในชุดฝึก แล้วนำใบงานทดลองมาทำการออกแบบวงจรในโปรแกรม ออกแบบวงจร FluidSIM 4 ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ของใบงานทดลองเพื่อจำลองการทำงานของอุปกรณ์นิวแมติกส์ก่อน ทั้งในส่วนของการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าและการควบคุมด้วย PLC เมื่อออกแบบวงจรได้ตามใบงานทดลองแล้วก็ทำการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อ ควบคุมระบบนิวแมติกส์ให้ทำงานได้ตามเงื่อนไขของใบงานทดลองของแต่ละใบงาน ซึ่งจะเริ่มต้นด้วยระบบไฟฟ้าควบคุมระบบ นิวแมติกส์และต่อด้วยระบบ PLC ควบคุมระบบนิวแมติกส์ ซึ่งจะมีการทำงานของกระบอกสูบทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติและ อัตโนมัติ ตั้งแต่หนึ่งกระบอกสูบไปจนถึงสามกระบอกสูบ มีเงื่อนไขการทำงานแบบต่าง ๆ ไปจนถึงมีการตั้งเวลาการทำงาน การนับ จำนวนครั้งการทำงานของกระบอกสูบและเขียนโปรแกรมควบคุมใน PLC CX-Program แล้วทำการป้อนโปรแกรมไปใน PLC แล้ว ทำการต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชุดฝึกและทำการทดลองชุดฝึกให้ทำงานได้ตามใบงานทดลองที่กำหนดไว้ 14 ใบงาน ซึ่งชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้นตามรูปที่ 1 จำนวน 2 กล่อง จะประกอบไปด้วยชุดกระบอกสูบและโซลิ

นอยด์วาล์ว จำนวน 1 ถังและชุดอุปกรณ์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC จำนวน 1 ถัง ซึ่งชุดกระบอกสูบและโซลินอยด์วาล์วจะมีกระบอกสูบนิวแมติกส์ ลิมิทสวิตช์และหรีดสวิตช์ตามรูปที่ 2 เป็นอุปกรณ์สำหรับการทำงานของระบบนิวแมติกส์จำนวน 3 กระบอกสูบ

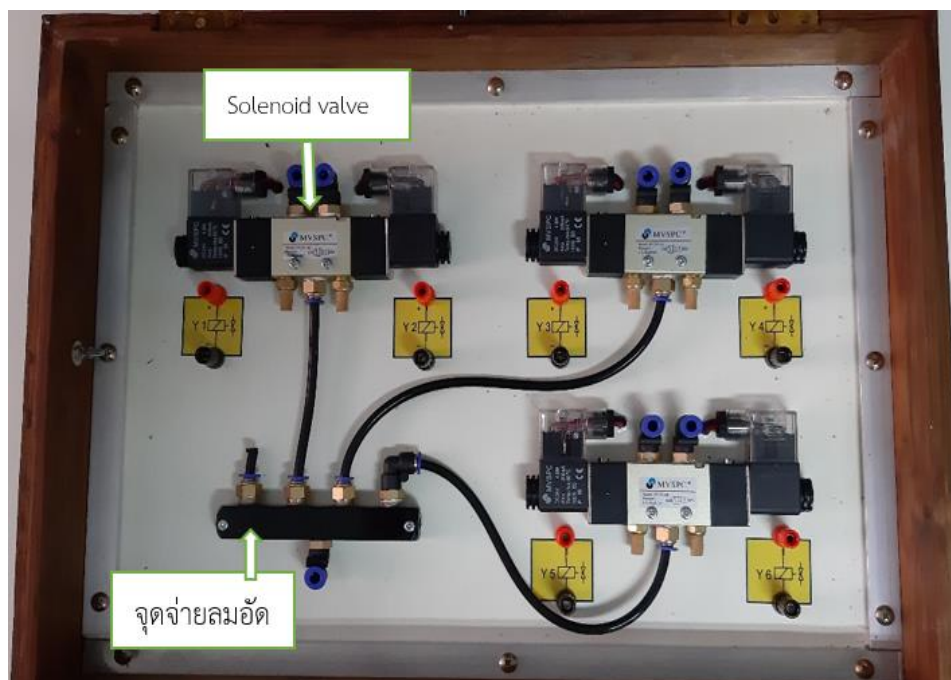


รูปที่ 1 ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

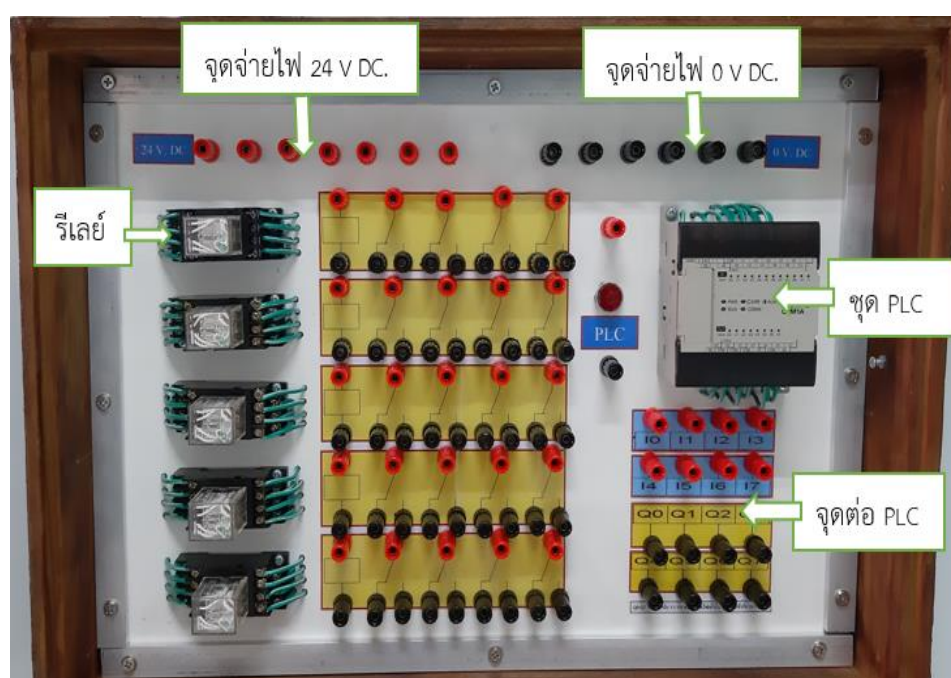
และโซลินอยด์วาล์ว 5/2 จำนวน 3 ตัว เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบและจุดจ่ายลมอัดตามรูปที่ 3 และกล่องอุปกรณ์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC จะประกอบไปด้วย ชุด PLC และรีเลย์ตามรูปที่ 4 ใช้สำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้าและตัวตั้งเวลาตัวนับจำนวนครั้ง สวิตช์และหลอดไฟแสดงผลตามรูปที่ 5 ใช้สำหรับตั้งเวลา นับจำนวนครั้งการทำงานของกระบอกสูบและสวิตช์ควบคุมการทำงาน และชุดปั๊มลม ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด หม้อแปลงและสายไฟสำหรับต่อวงจรตามรูปที่ 6



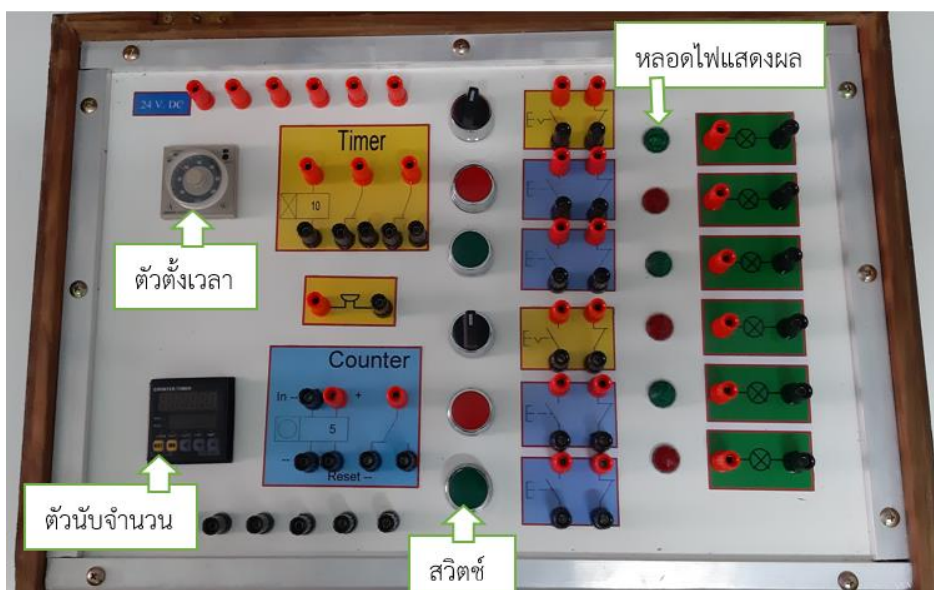
รูปที่ 2 ชุดกระบอกสูบนิวแมติกส์



รูปที่ 3 โซลินอยด์วาล์ว 5/2 จำนวน 3 ตัว



รูปที่ 4 ชุดรีเลย์และ PLC



รูปที่ 5 ชุดตัวนับ ตัวตั้งเวลาและสวิตช์



รูปที่ 6 ชุดปั๊มลมและหม้อแปลง

6.2 การสร้างใบงานทดลองมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชา
2. ออกแบบใบงานทดลองโดยวิเคราะห์เนื้อหาภาคปฏิบัติให้ครอบคลุมชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC
3. สร้างต้นแบบใบงานทดลอง จำนวน 14 ใบงาน

6.3 การประเมินคุณภาพชุดฝึกและใบงานทดลอง มีขั้นตอนในการประเมินดังนี้

1. ทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญเพื่อนัด วัน เวลา สถานที่ ในการประเมินคุณภาพของชุดฝึก
2. ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการประเมินคุณภาพพร้อมแจกแบบประเมิน
3. ทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและ PLC ตามใบงานทดลอง

6.4 การหาประสิทธิภาพชุดฝึกและใบงานทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน
2. อธิบายชี้แจงให้กับนักศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตเนื้อหาการปฏิบัติงานตามใบงานทดลอง
3. สอนการปฏิบัติงานตามใบงานทดลองครั้งละ 1 ใบงานพร้อมทั้งสาธิตการใช้งานชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC แล้วให้นักศึกษาฝึกทำการปฏิบัติตามใบงานทดลองจนครบ 14 ใบงานตามแผนการเรียนการสอนที่ได้กำหนดไว้
4. เก็บข้อมูลการวิจัยโดยทดสอบให้นักศึกษาทำการปฏิบัติงานตามใบงานทดลองระหว่างเรียน ครั้งละ 1 ใบงานจนครบทั้งหมด 14 ใบงาน
5. ให้นักศึกษาทำการปฏิบัติใบงานทดลองรวมที่ใช้ควบคุมชุดฝึกนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและ PLC ให้ทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์รวมทั้งหมด ตามใบงานรวมที่ต้องการแล้วเก็บผลการทดสอบ
6. นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติตามใบงานทดลองมาวิเคราะห์ผลตามหลักการทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักการทางสถิติ โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

7.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกนิวมัติสควคคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

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

ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สำหรับหาค่ากึ่งกลางของข้อมูลแบบต่อเนื่องหรือข้อมูลที่มีค่าเป็นเลขทศนิยม สูตรที่ใช้คือ

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

เมื่อ $\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ย $\sum X$ คือผลรวมของคะแนน N คือจำนวนประชากรทั้งหมด

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 แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้าง ห่างกันมากซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันมาก และถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าต่ำ แสดงว่าคะแนนของกลุ่มนั้นกระจายกว้างห่างกันน้อย ซึ่งก็หมายความว่าคะแนนในกลุ่มนั้นมีสภาพต่างกันน้อย โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ S.D. คือค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน X คือข้อมูลแต่ละจำนวน

$\bar{X}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละจำนวน N คือจำนวนประชากรทั้งหมด

7.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกนิวมัติสควคคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

ในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 เป็นวิธีการที่สามารถชี้วัดประสิทธิภาพของชุดฝึกในการเรียนการสอน ได้ทั้งภาพรวมในลักษณะกว้างและวัดส่วนย่อยเป็นรายจุดประสงค์ทำให้ได้ผลการวัดที่ชัดเจนนำข้อมูลที่ได้มาเป็นเครื่องตัดสินใจได้ เกณฑ์ที่ใช้คือ E1/E2 อาจเท่ากับ 80/80 หรือ 90/90 หรืออื่น ๆ อีกก็ได้แต่ถ้ากำหนดเกณฑ์ไว้ต่ำเกินไปอาจทำให้ผู้ใช้ชุดฝึกไม่ เชื่อถือคุณภาพของบทเรียนการหาค่า E1 และ E2 มีวิธีการคำนวณหาค่าร้อยละโดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$E1 = \left(\frac{\sum X / N}{A} \right) \times 100$$

โดยที่

E1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบใบงานระหว่างเรียน

$\sum X$ คือคะแนนจากการทำแบบทดสอบแต่ละใบงานทดลองระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบใบงานทดลอง

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E2 = \left(\frac{\sum F/N}{B} \right) \times 100$$

โดยที่

E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียนหลังการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกในการเรียนการสอน) คิดเป็นอัตราส่วนจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการทดสอบรวมหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

8. ผลการวิจัย

8.1 ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินคุณภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน โดยประเมินคุณภาพด้านกายภาพชุดฝึก ตามตารางที่ 1 พบว่าความแข็งแรงของโครงสร้างของชุดฝึก ขนาดรูปร่างของชุดฝึกเหมาะสมกับการใช้งาน และการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 4.71 และ 4.57 ตามลำดับ ส่วนการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ชุดฝึกมีความเหมาะสมมีผลการประเมินอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านชุดฝึกโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านกายภาพชุดฝึกของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความแข็งแรงของโครงสร้างของชุดฝึก	4.86	0.37	ดีมาก
2. ขนาดรูปร่างของชุดฝึกเหมาะสมกับการใช้งาน	4.71	0.48	ดีมาก
3. การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.57	0.78	ดีมาก
4. การจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.14	0.89	ดี
โดยรวม	4.57	0.31	ดีมาก

ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ด้านการใช้งานของชุดฝึก ตามตารางที่ 2 พบว่าประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานด้านการเรียนการสอน ความสะดวกในการปฏิบัติงานต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์และความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชุดฝึกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 4.71 และ 4.57 ตามลำดับส่วนด้านความสะดวกในการเก็บและบำรุงรักษาและความชัดเจนของสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่าง ๆ มีระดับคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และ 4.29 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านการนำไปใช้งานโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านการใช้งานของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1.ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายชุดฝึก	4.57	0.53	ดีมาก
2. ความชัดเจนของสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่าง ๆ	4.29	0.48	ดี
3. ความสะดวกในการปฏิบัติงานต่อวงจรควบคุมนิวแมติกส์	4.71	0.48	ดีมาก
4. ความสะดวกในการเก็บและบำรุงรักษา	4.43	0.78	ดี
5. ประโยชน์ต่อการนำไปใช้งานด้านการเรียนการสอน	4.86	0.37	ดีมาก
โดยรวม	4.57	0.22	ดีมาก

ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ด้านใบงานทดลองตามตารางที่ 3 พบว่าเนื้อหาใบงานกับเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานชุดฝึก ความถูกต้องของจุดประสงค์การสอน ความเหมาะสมโดยรวมของใบงานและรูปแบบและรายละเอียดของใบงานมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 4.71 4.71 และ 4.57 ตามลำดับ ส่วนรูปภาพในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับผู้เรียน จำนวนใบงานครอบคลุมเนื้อหาชุดฝึกและใบงานสามารถสร้างทักษะการออกแบบและต่อวงจร มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 4.43 4.29 และ 4.14 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านใบงานทดลองโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านใบงานทดลองของชุดฝึกชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. รูปแบบและรายละเอียดของใบงาน	4.57	0.57	ดีมาก
2. จำนวนใบงานครอบคลุมเนื้อหาชุดฝึก	4.29	0.48	ดี
3. ความถูกต้องของจุดประสงค์การสอน	4.71	0.57	ดีมาก
4. รูปภาพในใบงานมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.43	0.53	ดี
5. เนื้อหาของใบงานกับเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานชุดฝึก	4.86	0.37	ดีมาก
6. ใบงานเน้นทักษะการออกแบบและต่อวงจร	4.14	0.69	ดี
7. ความเหมาะสมของเนื้อหาต่อบุคคลผู้เรียน	4.43	0.53	ดี
8. ความเหมาะสมโดยรวมของใบงาน	4.71	0.48	ดีมาก
โดยรวม	4.52	0.24	ดีมาก

8.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ตามตารางที่ 4 พบว่าคะแนนการปฏิบัติใบงานทดลองระหว่างเรียนแต่ละใบงาน (E1) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 85.39 คะแนน การปฏิบัติใบงานทดลองรวม (E2) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 86.26 คะแนน ซึ่งผลที่ได้คือ 85.39/86.26 เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดคือไม่ต่ำกว่า 80/80 ดังนั้นชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้นจึงมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการประกอบการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 28 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คิดเป็นร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
1. คะแนนการปฏิบัติ ใบงานระหว่างเรียน	28	100	85.39	85.39	80
2. คะแนนการปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน	28	50	43.13	86.26	80

9. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้จะได้ชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่มีคุณภาพของชุดฝึกจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.55$, S.D = 0.03) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.39/86.26 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC จากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับที่ดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.56 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phromdirat และ Kenpankho [6] ทั้งนี้เพราะว่าชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้น เป็นชุดฝึกที่มีการจัดสร้างอย่างเป็นระบบตามแนวทางการออกแบบชุดสื่อการเรียนการสอนและได้ผ่านการตรวจสอบและคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยจึงพบว่าชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญ โดยสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC กับกลุ่มตัวอย่าง 28 คน ปรากฏว่าผลจากการเรียนรู้ระหว่างทำการทดลองและผลทดสอบใบงานทดลองระหว่างเรียนและทำการวัดผลทดสอบใบงานทดลองรวม หลังจากทดลองครบ 14 ใบงานแล้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.39/86.26 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Saengpho, Sunthonkanokpong และ Supphawarasuwat [7] ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้มีการเรียนรู้ทฤษฎีพร้อมกับปฏิบัติทดลองตามลำดับขั้นตอนในใบงานทดลองที่มีการออกแบบและครอบคลุมเนื้อหาตามจุดประสงค์ทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและผู้ที่สนใจสามารถนำชุดฝึกนี้ไปสร้างและพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนต่อไป

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

ควรให้นักศึกษาทำความเข้าใจเงื่อนไขการทำงานของกระบอกสูบในแต่ละใบงานก่อนแล้วทำการศึกษาการใช้โปรแกรมออกแบบวงจรนิวแมติกส์ FluidSIM 4 ให้เข้าใจก่อนแล้วออกแบบวงจรและต่อวงจรตามใบงานทดลอง โดยผู้สอนต้องคอยควบคุมให้นักศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอนและปฏิบัติตามใบงานอย่างครบถ้วนรวมไปจนถึงการศึกษาการใช้โปรแกรมสำหรับเขียน PLC CX_Program เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการ

ควบคุมนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้าและ PLC เพื่อนำไปใช้ในสถานประกอบการต่อไปและผู้สนใจสามารถนำชุดฝึกไปพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

10.2 ข้อเสนอแนะที่ได้เพื่องานวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ครั้งต่อไป ควรมีการติดตั้งกระบอกสูบให้มีลักษณะของการจำลองการทำงานของกระบอกสูบให้ใช้งานได้จริงในเครื่องจักร เช่น ระบบแมคคาทรอนิกส์เบื้องต้นที่ทำงานในลักษณะต่างๆ

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดสร้างชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ครั้งนี้ ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก ที่ให้ความสนับสนุนงบประมาณและอำนวยความสะดวกในการจัดทำและคณะผู้เชี่ยวชาญที่มาแสดงความคิดเห็นในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกนิวแมติกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้าและ PLC ตลอดจนถึงนักศึกษาที่ลงทะเบียน เพื่อเก็บผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Maneetham, D. (2017). **Pneumatics System**. Bangkok: SE-ED. 3-7. (in Thai)
- [2] Rajamangala University of Technology Lanna Tak. (2017). **Bachelor of Engineering Program in Engineering Electronics, Program in Mechanical Engineering**. N.P.: n.p. 55. (in Thai)
- [3] Surawattanaboon, C. (1985). **Selection and Utilization of Instructional Media**. Bangkok: Kasetsart University. 199-200. (in Thai)
- [4] Kuanhawate, B. (2002). **Educational Innovation**. Bangkok: S.R. Printing. 91-92. (in Thai)
- [5] Phophrueksanan, N. (2008). **Research Methodology**. Bangkok: Expoenet. 229-233. (in Thai)
- [6] Phromdirat, A., & Kenpankho, P. (2017). "The Development of Closed Television Laboratory." **Journal of Industrial Education**. 16(3), 59-65. (in Thai)
- [7] Saengpho, C., Sunthonkanokpong, W., & Supphawarasuwat, W. (2016). "Laboratory Set of Microcontroller for Controlling Robot." **Journal of Industrial Education**. 15(2), 126-130. (in Thai)