View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE

การออกแบบและสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

สนิท ขวัญเมือง*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ โดยชุดฝึกนี้มีการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ชุดฝึกนี้ประกอบด้วย 1) เครื่องคัดแยกความสูงชิ้นงาน 1 ชุด 2) ใบงานทดลองและใบเฉลย 7 ชุด และ 3) สื่อการสอน โดยที่ชุดฝึกนี้สามารถคัดแยกความสูงของชิ้นงานได้ 3 ขนาด คือ 60 มม. 80 มม. และ 100 มม. โดยผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินคุณภาพของชุดฝึกนี้ว่ามีขนาดที่เหมาะสม มีความสะดวกในการใช้งานง่ายและสามารถใช้งานได้จริง ส่วนในการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกได้ทำการเก็บข้อมูลในการใช้สอนกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคมอัตโนมัติ ชั้นปีที่ 4 จำนวน 30 คน และได้ทำการหาค่าทางสถิติ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์พบว่า ด้านคุณภาพของชุดฝึกมีค่าระดับคะแนนดีมาก ($\bar{X}$= 4.59, S.D. = 0.55) ด้านคุณภาพใบงานมีค่าระดับคะแนนดีมาก ($\bar{X}$= 4.55, S.D.= 0.55) และคุณภาพโดยรวมทั้งหมดมีค่าระดับคะแนนดีมาก ($\bar{X}$= 4.57, S.D. = 0.55) ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ มีค่าเท่ากับ 91.43/91.74 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 90/90 และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

คำสำคัญ: การหาประสิทธิภาพ; ชุดฝึก; นิวเมติกส์; การประเมินคุณภาพ

รับพิจารณา: 5 พฤศจิกายน 2563
แก้ไข: 5 มกราคม 2564
ตอบรับ: 13 มกราคม 2564

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก
โทร. +668 9857 4449 อีเมล: sanit.khwan@gmail.com

Design and Construction of an Automatic Height Sorting Mechatronic Training Set

Sanit Khwanmuang*

Abstract

This research aimed to design and construct of an automated height sorting mechatronic training set for separating work pieces. The quality of this developed training set was evaluated by experts to find the efficiency. The research tools consisted of an automated height sorting mechatronic training set and worksheet. The developed training set was able to sorting 3 different height and became quite suitable for using in industry. The evaluation of this training set was assessed by experts for example the training set itself and worksheet. The efficient evaluation was experimented by 30 undergraduate students (4^{th} year) in electronic engineering and automation control systems. The statistics analysis such as percentile mean and standard deviation was applied to evaluation this training set. The results showed that the quality of this developed training set was at high level ($\bar{X}$= 4.59, SD = 0.55) and the quality of worksheet was also at high level ($\bar{X}$= 4.55, SD = 0.55). Obviously, the overall quality of this developed training set, design and construction was at high level ($\bar{X}$= 4.57, SD = 0.55) and the efficiency when experimented with students group was 91.43/91.74 which was better than the hypothesized criteria 90/90

Keywords: Efficiency Evaluation; Training Set; Pneumatics; Quality assessment

Received: November 5, 2020
Revised: January 5, 2021
Accepted: January 13, 2021

* Assistant professor, Department Mechanical Education, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Tak
Tel. +668 9857 4449 e-mail: sanit.khwan@gmail.com

1. บทนำ

เทคโนโลยีการผลิตในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ได้มีการนำเอาระบบควบคุมอัตโนมัติมาใช้ควบคุมการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนแรงงานคนมากขึ้น มีการนำเอาระบบการควบคุมอัตโนมัติมาใช้ในรถยนต์ เครื่องบินและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่น กล้องดิจิตอล เครื่องซักผ้า เครื่องปรับอากาศและโทรทัศน์ เป็นต้น รวมถึงระบบการผลิตอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น แมคคาทรอนิกส์ที่ทำงานในลักษณะต่าง ๆ เช่น ระบบแมคคาทรอนิกส์หุ่นยนต์อุตสาหกรรม ระบบแมคคาทรอนิกส์ส่งจ่ายชิ้นงานและระบบแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงาน เป็นต้น ซึ่งระบบอัตโนมัติหมายถึงการนำเอาแมคคาทรอนิกส์ที่ทำงานลักษณะต่าง ๆ มาต่อกันเป็นระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม การศึกษาสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้แก่ สาขาวิชาแมคคาทรอนิกส์ คำว่า Mechatronics มาจากคำว่า Mechanics ผสมกับคำว่า Electronics แมคคาทรอนิกส์คือศาสตร์ที่เป็นสหวิทยาการที่ผสมผสานกันของศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติและวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศมาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ทางอุตสาหกรรม และการควบคุมกระบวนการผลิตให้ทำงานในลักษณะอัตโนมัติ มีความแม่นยำในการทำงานและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งระบบแมคคาทรอนิกส์จะใช้โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม มีระบบอินพุต เช่น เซนเซอร์แลทรานสดิวเซอร์ ระบบเอาต์พุต เช่น งานทางด้านมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบนิวเมติกส์ ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบขับเคลื่อนทางกล เป็นต้น [1] ซึ่งประกอบกับในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมได้นำเอาระบบควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมมาใช้กับเครื่องจักรเป็นจำนวนมาก ดังนั้นสถานประกอบการจึงมีความต้องการนักศึกษาที่มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อควบคุมระบบแมคคาทรอนิกส์ในลักษณะต่าง ๆ สำหรับระบบแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงอัตโนมัติก็เป็นที่นิยมใช้งานกันมากในโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการบูรณาการนำเอาระบบนิวเมติกส์เซนเซอร์และการควบคุมแบบลำดับขั้นโดยใช้ PLC มาออกแบบและควบคุมระบบแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงอัตโนมัติเพื่อนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้กับงานจริงในอุตสาหกรรม ซึ่งการจัดการเรียนการสอนระบบแมคคาทรอนิกส์ที่ใช้ PLC ควบคุมได้ถูกใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เช่น หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมและหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก เช่น สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาครุศาสตร์อุตสาหการ โดยมีการสอนในรายวิชาระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม วิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์และวิชาไฮดรอลิกส์ และนิวเมติกส์ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ PLC ระบบอินพุต ระบบเอาต์พุต ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมและการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานระบบนิวเมติกส์ การประยุกต์ใช้งานกับระบบนิวเมติกส์ และระบบไฮดรอลิกส์ [2] ซึ่งเป็นเนื้อหาความรู้และทักษะเกี่ยวกับด้านวิศวกรรมควบคุม วิศวกรรมเครื่องกลและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นการพัฒนาสื่อการสอนนักศึกษา ให้มีความรู้และทักษะตรงตามที่หลักสูตรกำหนดด้านวิศวกรรมควบคุมแมคคาทรอนิกส์ ด้านการควบคุม ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติเนื่องจากในสถานประกอบการได้มีการคัดแยกความสูงของชิ้นงานขนาดต่าง ๆ ก่อนป้อนชิ้นงานเข้าสู่ระบบการผลิตต่อไป และเพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและฝึกนักศึกษาให้มีความรู้และทักษะเกี่ยวกับการออกแบบวงจร และเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมระบบนิวเมติกส์ ซึ่งชุดฝึกที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและใช้ฝึกทักษะให้กับนักศึกษาหรือผู้สนใจเพื่อจะได้นำความรู้ด้านวิศวกรรมควบคุมดังกล่าวไปใช้งานได้จริงในสถานประกอบการต่อไปในอนาคต ซึ่งปัจจุบันสถานประกอบการต้องการผู้ที่มีความรู้และทักษะด้านแมคคาทรอนิกส์ในลักษณะต่าง ๆ เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมแมคคาทรอนิกส์

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

2.2 เพื่อประเมินคุณภาพชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป

3.2 ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 90/90

4. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

4.1 การออกแบบและสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติในครั้งนี้ มีแนวคิดโดยยึดขั้นตอนของสำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ [3] มาเป็นแนวทางสำหรับการสร้างชุดฝึก โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดเป้าหมายในการนำชุดฝึกไปใช้
2) การวิเคราะห์และตัดสินใจเลือกส่วนประกอบของอุปกรณ์
3) การออกแบบและเขียนแบบ
4) การหาข้อมูลอุปกรณ์ที่ออกแบบและสร้าง
5) การสร้างต้นแบบ
6) การวิเคราะห์เนื้อหา
7) การสร้างใบงานทดลองให้กับนักศึกษา
8) การนำชุดฝึกไปใช้ในสถานศึกษาโดยผู้วิจัย
9) การปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลอง

โดยแนวคิดในการวิจัยจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับอุปกรณ์อินพุต เช่น สวิตช์ Inductive sensor อุปกรณ์เอาต์พุต เช่น โซลีนอยด์วาล์ว อุปกรณ์ทำงานกระบอกสูบและระบบต้นกำลังลมอัด ระบบควบคุมจะใช้ PLC ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะ ในการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมชุดฝึก โดยหลักการของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงอัตโนมัติที่สร้างขึ้น จะทำการคัดแยกความสูงชิ้นงานโลหะทรงกลม 3 ขนาด ซึ่งได้จำลองขนาดความสูงไว้คือ 60 มม. 80 มม. และ 100 มม. ขั้นตอนการทำงานเริ่มด้วยนำชิ้นงานที่ต้องการคัดแยกความสูงใส่ลงในแม็กกาซีนเก็บชิ้นงาน กระบอกสูบนิวเมติกส์จะผลักชิ้นงานออกมาจากแม็กกาซีนเก็บชิ้นงานทีละชิ้นแล้วส่งไปที่ชุดแยกชิ้นงานตามลำดับความสูง จะมีอินดักทีฟเซนเซอร์ (Inductive Sensor) ซึ่งตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ จำนวน 3 ตัว เซนเซอร์ตัวที่ 1 จะตรวจจับความสูงชิ้นงานขนาด 60 มม. เซนเซอร์ตัวที่ 1 และ 2 จะตรวจจับความสูงชิ้นงานขนาด 80 มม. เซนเซอร์ตัวที่ 1, 2 และ 3 จะตรวจจับความสูงชิ้นงานขนาด 100 มม. เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับความสูงชิ้นงานแล้ว ชิ้นงานจะถูกส่งไปยังกระบอกสูบ Rodless แยกชิ้นงาน แล้วก็จะเคลื่อนที่ไปตรงช่องที่กำหนดไว้ตามขนาดความสูงของชิ้นงานแล้ว กระบอกสูบที่ชุดแยกชิ้นงานก็จะผลักชิ้นงานลงช่องที่กำหนดไว้แล้วก็จะเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งเดิมเพื่อเริ่มการทำงานรอบใหม่ เป็นการทำงานแบบอัตโนมัติทั้งนี้การทำงานตามขั้นตอนดังกล่าวจะถูกเขียนเงื่อนไขลงในโปรแกรม PLC

4.2 นำชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ ไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยใช้แนวคิดของชัยยงค์ [4] โดยจะนำชุดฝึกที่ผ่านการประเมินคุณภาพไปใช้กับผู้เรียน ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยกำหนดให้เป็นร้อยละผลเฉลี่ยของคะแนนการปฏิบัติงาน คือมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) อยู่ในเกณฑ์ 90/90

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ขอบเขตการออกแบบและสร้างชุดฝึกแมคคา-ทรอนิกส์ คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ ประกอบด้วย

1) ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ 1 ชุด
2) ใบงานทดลอง 7 ใบงาน
3) ใบเฉลยใบงานทดลอง 7 ใบงาน
4) สื่อเพาเวอร์พอยต์ (PowerPoint) เรื่องการใช้โปรแกรมออกแบบวงจร โปรแกรม (FluidSIM4) และการใช้โปรแกรม PLC (CX-Program)
5) โปรแกรมออกแบบวงจรระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า (FluidSIM4) และโปรแกรม PLC (CX-Program)

5.2 ขอบเขตคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินคุณภาพของชุดฝึก

ในการสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ ใช้การประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีคุณสมบัติเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านแมคคาทรอนิกส์และเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับงานด้านการควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ระบบแมคคาทรอนิกส์ อีกทั้งเป็นอาจารย์ที่สอนในรายวิชานิวเมติกส์ , โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC), ระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรม ในสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และสาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก จำนวน 7 ท่าน การเชิญผู้เชี่ยวชาญมาประเมินใช้วิธีชี้แจงรายละเอียดของแบบประเมินแล้วทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

5.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

ในการหาประสิทธิภาพชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตากที่ลงทะเบียนเรียนวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีคัดเลือกแบบเจาะจง ซึ่งนักศึกษาจะต้องมีพื้นฐานความรู้และทักษะด้าน PLC และระบบนิวเมติกส์

6. วิธีการดำเนินการวิจัย

6.1 การสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) กำหนดเป้าหมายในการนำชุดฝึกไปใช้โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาต่าง ๆ วิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ วิชาระบบอัตโนมัติอุตสาหกรรมและวิชานิวเมติกส์มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเนื้อหา เช่น การเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมระบบนิวเมติกส์ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต เป็นต้น

2) กำหนดขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อที่จะนำชุดฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนให้เหมาะสม

3) ดำเนินการหาข้อมูลจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

4) ออกแบบชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

5) ดำเนินการสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติและทดสอบการทำงานของชุดฝึก

6) วิเคราะห์เนื้อหาจากคำอธิบายรายวิชาเพื่อสร้างใบงานทดลอง

7) สร้างใบงานทดลอง

8) ผู้วิจัยนำชุดฝึกไปประเมินคุณภาพและทดลองใช้กับผู้เรียน

9) ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและข้อบกพร่องที่ได้จากการทดลอง

6.2 การสร้างใบงานทดลอง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบายรายวิชาและจุดประสงค์รายวิชา

2) ออกแบบใบงานทดลองโดยวิเคราะห์เนื้อหาภาคปฏิบัติให้ครอบคลุมชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

3) สร้างต้นแบบใบงานทดลอง

4) ประเมินคุณภาพใบงานทดลองและชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ผู้เรียน

6.3 การประเมินคุณภาพชุดฝึกและใบงานทดลองมีขั้นตอนในการประเมินดังนี้

1) ทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพของชุดฝึก

2) ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการประเมินคุณภาพพร้อมแจกแบบประเมิน

3) ทำการสาธิตการทำงานของชุดฝึกแมคคา-ทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติตามใบงานทดลอง

6.4 การหาประสิทธิภาพชุดฝึกและใบงานทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1) ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน

2) อธิบายชี้แจงให้กับนักศึกษาเกี่ยวกับขอบเขตเนื้อหาการปฏิบัติงานตามใบงานทดลอง

3) สอนการปฏิบัติงานตามใบงานทดลองครั้งละ 1 ใบงานพร้อมทั้งสาธิตการใช้งานชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติแล้วให้นักศึกษาฝึกทำการปฏิบัติตามใบงานทดลอง 7 ใบงาน

4) เก็บข้อมูลการวิจัยโดยทดสอบให้นักศึกษาทำการปฏิบัติงานตามใบงานทดลองระหว่างเรียน ครั้งละ 1 ใบงานจนครบทั้งหมด 7 ใบงาน

5) ให้นักศึกษาทำการปฏิบัติใบงานทดลองรวมที่ใช้ควบคุมชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติให้ทำงานได้ตามที่ต้องการแล้วเก็บผลการทดสอบ

6) นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติตามใบงานทดลองมาวิเคราะห์ผลตามหลักการทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

วิเคราะห์หาคุณภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) [5] ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ใช้สำหรับหาค่ากึ่งกลางของข้อมูลเป็นผลรวมของคะแนนของข้อมูลทั้งชุดหารด้วยจำนวนข้อมูล สูตรที่ใช้คือ

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินมีความหมายต่าง ๆ ดังนี้

4.51 ถึง 5.00 หมายถึง ดีมาก
3.51 ถึง 4.50 หมายถึง ดี
2.51 ถึง 3.50 หมายถึง พอใช้
1.51 ถึง 2.50 หมายถึง ปานกลาง
1.00 ถึง 1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นเครื่องมือในการวัดการกระจายของข้อมูลที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำวิจัย เพื่อให้ทราบถึงลักษณะข้อมูลค่าเฉลี่ยที่ได้รับว่ามีคุณภาพที่เหมาะสมหรือไม่โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ

$S.D.$ แทนค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน
X แทนค่า คะแนนแต่ละจำนวน
$\bar{X}$ แทนค่า เฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด
N แทน จำนวนข้อมูล

7.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

ในการผลิตสื่อหรือชุดฝึกที่เป็นต้นแบบชิ้นใหม่จำเป็นที่ต้องผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนที่จะให้ผู้สอนนำไปใช้กับผู้เรียน วิธีการทดสอบประสิทธิภาพชุดฝึกโดยการใช้สูตร E_1/E_2 [4] สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการ E_1 และทดสอบประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_2 เกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80, 85/85, 90/90 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังนี้

ประสิทธิภาพของกระบวนการ

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

เมื่อ

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$ คือ คะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน
A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
N คือ จำนวนผู้เรียน

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

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

เมื่อ

E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

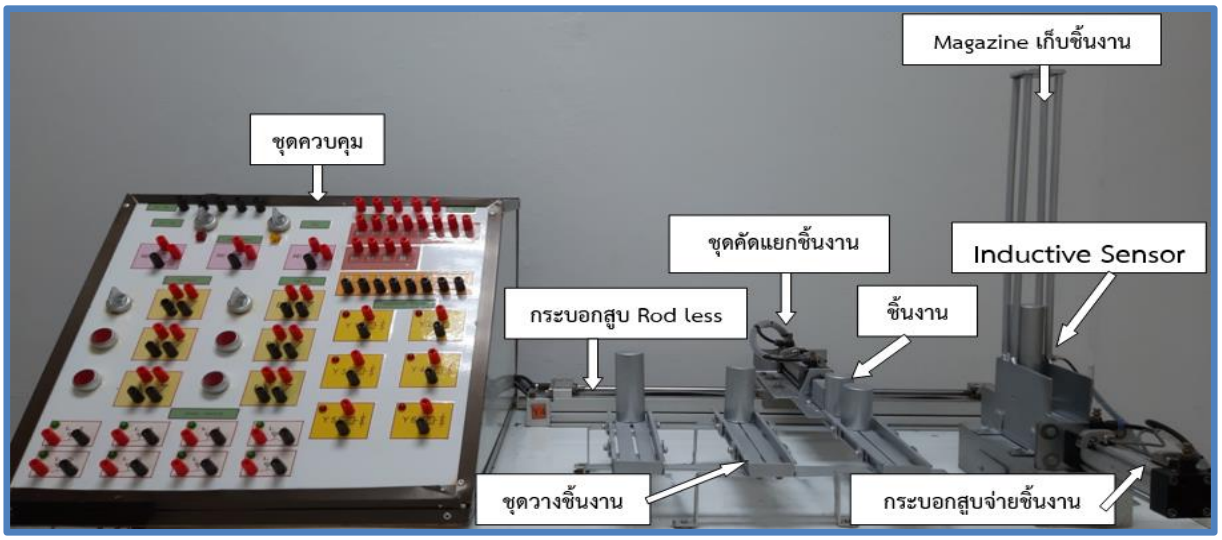
$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายสอบปฏิบัติ

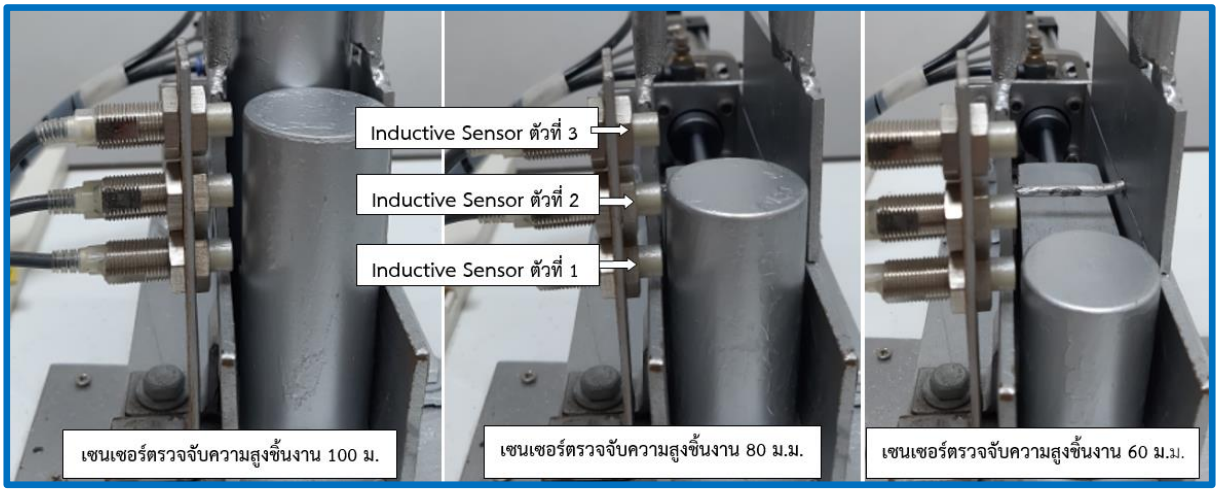
N คือ จำนวนผู้เรียน

8. ผลการวิจัย

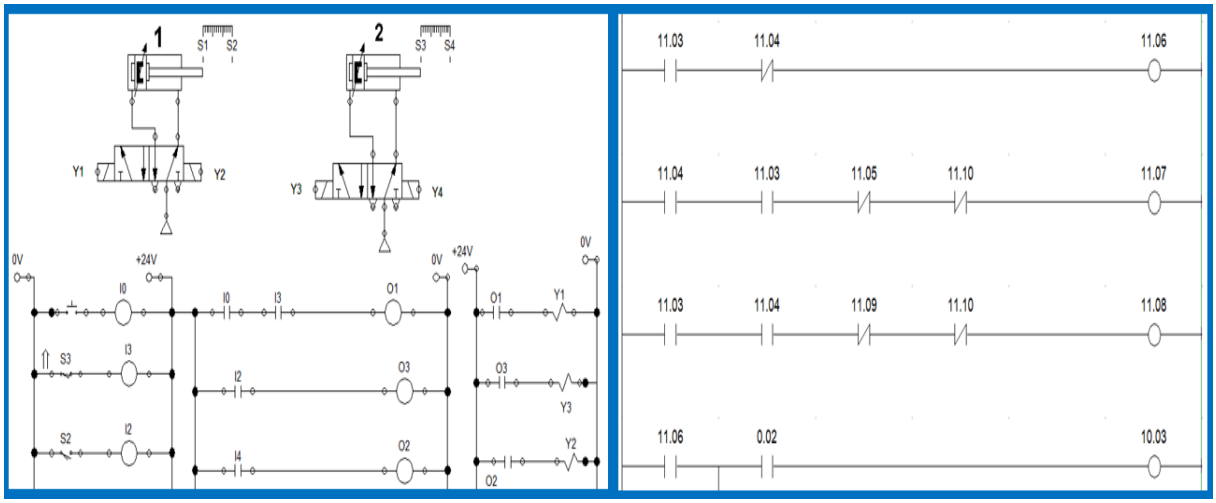
8.1 ผลการสร้างชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นเป็นชุดฝึกที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน นักศึกษาที่ทำการทดลองต้องศึกษาดูเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์บนชุดฝึกจากใบงานทดลอง แล้วทำการออกแบบวงจรในโปรแกรมออกแบบวงจร FluidSIM 4 เพื่อจำลองการทำงานของชุดฝึกก่อนเมื่อออกแบบวงจรได้แล้วก็ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมใน PLC CX-Program แล้วทำการป้อนโปรแกรมไปใน PLC แล้วทำการต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ บนชุดฝึกและทำการทดลองชุดฝึกให้ทำงานได้ตามใบงานทดลองที่กำหนดไว้ 7 ใบงาน ซึ่งชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นตามรูปที่ 1 จะประกอบไปด้วยชุดควบคุมซึ่งจะมี PLC ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดฝึก, โซลีนอยด์วาล์วทำหน้าที่ควบคุมกระบอกสูบนิวเมติกส์, หม้อแปลงไฟฟ้าและสวิตช์ควบคุมและมีชุดแม็กกาซีนทำหน้าที่เก็บชิ้นงานพร้อมด้วย Inductive Sensor ทำหน้าที่ตรวจจับความสูงชิ้นงานและมีกระบอกสูบนิวเมติกส์ Rodless ทำหน้าที่ไว้เคลื่อนย้ายชิ้นงาน ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ชุดฝึกจะแยกความสูงของชิ้นงานได้จำนวน 3 ขนาด คือ 60 มม. 80 มม. และ 100 มม. ลงในช่องบนรางที่กำหนดไว้ ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้ ชิ้นงานทั้ง 3 ขนาดจะถูกบรรจุลงที่แม็กกาซีนเก็บชิ้นงาน เมื่อกดสวิตช์ให้ชุดฝึกทำงาน กระบอกสูบนิวแมติกส์จะผลักและจ่ายชิ้นงานออกจากแม็กกาซีนเก็บชิ้นงานทีละชิ้นและใช้ Inductive Sensor จำนวน 3 ตัวตรวจจับความสูงของชิ้นงานแต่ละขนาดตามรูปที่ 2 เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับขนาดความสูงของชิ้นงานแล้ว กระบอกสูบก็จะจ่ายชิ้นไปที่กระบอกสูบ Rodless เพื่อนำชิ้นงานไปลงช่องของขนาดความสูงชิ้นงานที่กำหนดไว้ซึ่งการทำงานของชุดฝึกจะถูกเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ในคอมพิวเตอร์ที่ทำการลงโปรแกรมไว้แล้ว ซึ่งชุดฝึกจะแยกขนาดความสูงของชิ้นงานได้อย่างอัตโนมัติและมีการใช้ Powerpoint สอนเกี่ยวกับการออกแบบวงจร PLC โดยใช้โปรแกรม Fiuidsim4, การใช้โปรแกรม PLC CX-Program ตามรูปที่ 3 และใบงานทดลองพร้อมนักศึกษาขณะใช้งานบนชุดฝึกตามรูปที่ 4



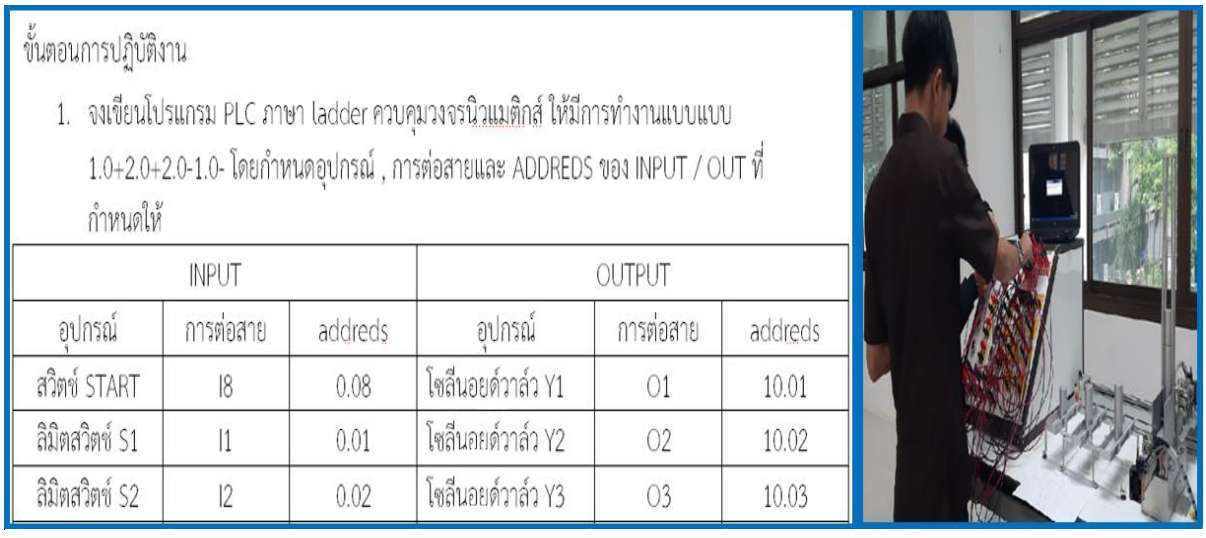
รูปที่ 1 ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้น



รูปที่ 2 อินดักทีปเซนเซอร์ (Inductive Sensor) จำนวน 3 ตัวขณะตรวจจับความสูงของชิ้นงาน



รูปที่ 3 PowerPoint การออกแบบวงจร PLC และการใช้โปรแกรม CX-Program



ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จงเขียนโปรแกรม PLC ภาษา ladder ควบคุมวงจรนิวแมติกส์ ให้มีการทำงานแบบแบบ 1.0+2.0+2.0-1.0- โดยกำหนดอุปกรณ์ , การต่อสายและ ADDREDS ของ INPUT / OUT ที่กำหนดให้

INPUT			OUTPUT		
อุปกรณ์	การต่อสาย	addreds	อุปกรณ์	การต่อสาย	addreds
สวิตช์ START	I8	0.08	โซลีนอยด์วาล์ว Y1	O1	10.01
ลิมิตสวิตช์ S1	I1	0.01	โซลีนอยด์วาล์ว Y2	O2	10.02
ลิมิตสวิตช์ S2	I2	0.02	โซลีนอยด์วาล์ว Y3	O3	10.03

รูปที่ 4 ตัวอย่างใบงานทดลองและนักศึกษาขณะใช้ชุดฝึก

8.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน โดยประเมินคุณภาพด้านชุดฝึก และด้านใบงานทดลอง

ผลการประเมินด้านชุดฝึกตามตารางที่ 1 พบว่าชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ มีความสะดวกและการใช้งานง่าย ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึก ความเหมาะสมของการวางอุปกรณ์ ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดฝึก ความสะดวกในการดูแลรักษา และคุณค่าของชุดฝึกทางวิชาการ โดยภาพรวม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.86, 4.71, 4.71, 4.57, 4.57 และ 4.57 ตามลำดับ) ส่วนชุดฝึกด้านรูปแบบของชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนและความปลอดภัยขณะทำการทดลองมีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$= 4.43, 4.29 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านชุดฝึกโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$= 4.59) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านชุดฝึกของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ขนาดความเหมาะสมของชุดฝึก	4.71	0.48	ดีมาก
2. รูปแบบของชุดฝึกก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.43	0.53	ดี
3. ความเหมาะสมของการวางอุปกรณ์	4.71	0.48	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของวัสดุที่นำมาใช้ทำชุดฝึก	4.57	0.53	ดีมาก
5. ความสะดวกและการใช้งานง่าย	4.86	0.37	ดีมาก
6. ความสะดวกในการดูแลรักษา	4.57	0.53	ดีมาก
7. ความปลอดภัยขณะทำการทดลอง	4.29	0.95	ดี
8. คุณค่าของชุดฝึกทางวิชาการโดยภาพรวม	4.57	0.53	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.59**	**0.55**	**ดีมาก**

ผลการประเมินคุณภาพด้านใบงานทดลอง พบว่าชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติมีรูปภาพประกอบในใบงานมีความชัดเจน ความเหมาะสมของเนื้อหากับวัตถุประสงค์ ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบใบงาน ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์และความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$=4.86, 4.71, 4.71, 4.57 และ 4.57 ตามลำดับ)

ด้านความถูกต้องของเนื้อหาในใบงาน ความเหมาะสมการเรียงลำดับเนื้อหาและความชัดเจนในการอธิบายของใบงาน มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$=4.43, 4.29 และ 4.29 ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านใบงานทดลองโดยรวมแล้วอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ =4.55) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพในด้านใบงานทดลองของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความเหมาะสมของวัตถุประสงค์	4.57	0.53	ดีมาก
2. ความเหมาะสมของเนื้อหากับวัตถุประสงค์	4.71	0.48	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหาในใบงาน	4.43	0.53	ดี
4. ความเหมาะสมการเรียงลำดับเนื้อหา	4.29	0.75	ดี
5. ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบใบงาน	4.71	0.48	ดีมาก
6. รูปภาพประกอบในใบงานมีความชัดเจน	4.86	0.37	ดีมาก
7.ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับผู้เรียน	4.57	0.53	ดีมาก
8. ความชัดเจนในการอธิบายของใบงาน	4.29	0.75	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.55**	**0.55**	**ดีมาก**

8.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึก

ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติตามตารางที่ 3 พบว่า คะแนนการปฏิบัติใบงานทดลองระหว่างเรียนแต่ละใบงาน (E_1) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 91.43 คะแนนการปฏิบัติใบงานทดลองรวม (E_2) คะแนนที่ได้มีค่าเฉลี่ย 91.74 ซึ่งผลที่ได้คือ 91.43/91.74 สูงกว่าเกณฑ์กำหนด คือ 90/90 ดังนั้นชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้น จึงมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการประกอบการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ซึ่งจะทำให้นักศึกษามีความรู้และทักษะทางด้านวิศวกรรมการควบคุมเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมระบบนิวเมติกส์ของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติเพื่อที่นักศึกษาจะได้นำไปใช้งานในสถานประกอบการต่อไป ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
1. คะแนนการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียน	30	100	91.43	91.43	90
2. คะแนนการปฏิบัติใบงานรวมหลังเรียน	30	50	45.87	91.74	90

9. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้จะได้ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่มีคุณภาพของชุดฝึกจัดอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$= 4.57, S.D = 0.55) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.43/91.74 ซึ่งเป็นไปวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

9.1 ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์แยกชิ้นงานอัตโนมัติจากผู้เชี่ยวชาญ 7 ท่าน มีความหมายของระดับคุณภาพอยู่ในระดับที่ดีมาก ($\bar{X}$= 4.57, S.D = 0.55) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมศักดิ์ [6] ที่มีคุณภาพของชุดฝึกที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ปรากฏว่าผลจากการเรียนรู้ระหว่างทำการทดลองและผลทดสอบใบงานทดลองระหว่างเรียนและทำการวัดผลทดสอบใบงานทดลองรวม หลังจากทดลองครบ 7 ใบงานแล้ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.43/91.74 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบรรจบ [7] ซึ่งมีประสิทธิภาพของชุดฝึกสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้จึงทำให้ชุดฝึกมีประสิทธิภาพ เมื่อนำชุดฝึกไปใช้กับนักศึกษาจึงทำให้นักศึกษาสามารถนำความรู้และทักษะมาใช้เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติให้ทำงานตามเงื่อนไขได้ทั้งหมด

10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้

ก่อนการใช้ชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติควรมีการแนะนำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในการใช้โปรแกรมการออกแบบวงจรจำลองการทำงานของชุดฝึก (FluidSIM4) และการใช้โปรแกรม PLC (CX-Program) และทำความคุ้นเคยกับการใช้ชุดฝึกเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้ ขณะที่ผู้เรียนใช้ชุดฝึกผู้สอนควรควบคุมดูแลผู้เรียนให้ปฏิบัติตามใบงานทดลองอย่างครบถ้วนและเป็นไปตามการสอนตามเวลาที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนขาดความสนใจ

10.2 ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัยครั้งต่อไป

ในการพัฒนาชุดฝึกด้านแมคคาทรอนิกส์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นควรจะมีการศึกษาเกี่ยวกับระบบการผลิตต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบแมคคาทรอนิกส์เพื่อนำมาออกแบบและสร้างให้มีหลาย ๆ รูปแบบเพื่อใช้ในการเรียนการสอนและนำไปใช้ในสถานประกอบการต่อไป

11. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณหัวหน้าสาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาตาก ที่ให้ความสนับสนุนงบประมาณจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวกในการจัดทำ และคณะผู้เชี่ยวชาญที่มาแสดง

ความคิดเห็นในการประเมินคุณภาพของชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติตลอดจนขอขอบคุณ นายจักรพงษ์ สุขสุวรรณ และ นายอิทธิพล ก่องแก่น นักศึกษาที่คอยช่วยเหลือในการจัดทำชุดฝึกแมคคาทรอนิกส์คัดแยกความสูงชิ้นงานอัตโนมัติเกี่ยวกับการให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการสร้างและการเก็บผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกตลอดจนถึงนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ จึงขอขอบพระคุณ ณ โอกาสนี้

12. เอกสารอ้างอิง

[1] B. Paattarajarukul, Mechatronics Breliminary, Bangkok: SE-ED, 2011. (in Thai)

[2] Rajamangala University of Technology Lanna Tak, Bachelor of Engineering Progrm in Engineering Electronics, Program in echanical Engineering, Tak: Rajamangala University of Technology Lanna Tak, 2017. (in Thai)

[3] King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, The Desing Creation Protoype set and Demonstratio set, Bangkok: Institute for Technical Education Development, 2000. (in Thai)

[4] C. Phromwong, Innovation and Technology The Education Teaching, Bangkok: Thai Watanapanich, 1978. (in Thai)

[5] R. Chinatakul, Reseach Methodology Education, Bangkok: Parbpim Ltd., 1999. (in Thai)

[6] S. Thanaputtiwirot and S. Akatimagool, "Development and Design of The Instruction Package in Telecommunication Engineering Laboratory on Microwave Passive Ciruits using PESDEEP Learning Model," *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 5, no. 2, pp. 112-121, 2014. (in Thai)

[7] L. Poolperm and M. Sittichai, "A Construction and Efficiency Validation of Web-Based Instruction for the Topic AC Circuits Vocational Certificate Level, Lopburi Technical College," *Technical Education Journal King mongkut's University of Technology North Bangkok,* vol. 7, no. 1, pp. 56-64, 2016. (in Thai)