

การหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง การควบคุมเซอร์วોนิวเมติกส์ ด้วย PLC

The Efficiency Evaluation of Instruction Module for Servo-Pneumatic Control Through PLC

ณัฐวิทย์ สุขสง¹, สุรินทร์ โกศลสมบัติ², สมนึก ดำนัย³, อนุชิต สิงห์จันทร์⁴, ชาญชัย แสงโพธิ์⁵

^{1,2,3,4}อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และหุ่นยนต์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษา
กรุงเทพมหานคร

⁵อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร

E-mail : nattawit0305@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์วอนิวเมติกส์ด้วย PLC 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งใช้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษา ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม จำนวน 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์วอนิวเมติกส์ด้วย PLC, แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าในการเรียนการสอนหรือใบแบบฝึกหัด, แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์วอนิวเมติกส์ ด้วย PLC ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 90.00/82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: การหาประสิทธิภาพชุดการสอน, เซอร์วอนิวเมติกส์, PLC

Abstract

The objectives of the research were (1) to make an Instruction Module for Servo-Pneumatic Control through PLC; and; (2) to evaluate its efficiency. The study was an experimental research. A sample was 10 students of Bachelor of Technology (Electronics Technology) who took the course of “Automatic Control of Industrial”. The research instruments included the instruction module for Servo-Pneumatic Control through PLC, the progressive test, and the achievement test. The result showed that the Instruction Module for Servo-Pneumatic Control through PLC made gave efficiency at 90.00/82.50 which was higher than the criteria set of 80/80.

Keywords: The Efficiency Evaluation of Instruction Module for Servo Pneumatic

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบนิวเมติกส์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรม โดยช่วยให้การทำงานมีความรวดเร็ว แม่นยำ และมีความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อให้การทำงานของระบบนิวเมติกส์มีประสิทธิภาพ จะต้องออกแบบระบบนิวเมติกส์ที่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของก้านลูกสูบ ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างแม่นยำ ซึ่งการออกแบบระบบนิวเมติกส์ที่สามารถควบคุมตำแหน่งได้นี้เรียกว่า ระบบเซอร์โวนิวเมติกส์ ซึ่งระบบนี้เป็นการควบคุมระยะการเคลื่อนที่ของก้านลูกสูบที่เข้าสู่หรือออกสุด อาจมีหลายตำแหน่งจึงต้องมีการควบคุมระยะทาง

อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของก้านลูกสูบในปัจจุบัน คือ Proportional Valve ซึ่งมีราคาแพง จึงใช้กระบอกลูกสูบทำงานร่วมกับวาล์วควบคุมทิศทางแบบ ON/OFF ที่มีราคาถูก และมีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้ PLC ควบคุม Solenoid Valve แทนการใช้ระบบ Proportional Valve ที่มีราคาแพง โดยมีการควบคุมจากอุปกรณ์ PLC ซึ่งใช้ระบบการควบคุมแบบ Close Loop System คือตัวควบคุมจะทำการเปรียบเทียบสัญญาณอ้างอิงกับสัญญาณเอาต์พุตที่ป้อนกลับมาโดยตัวตรวจจับ [1] (เซนเซอร์) จะนำไปสร้างสัญญาณอินพุตให้กับสิ่งที่ต้องการควบคุม เพื่อที่จะส่งสัญญาณเอาต์พุตให้เป็นไปตามสัญญาณอ้างอิงที่ต้องการ ระบบควบคุมแบบวงรอบปิดอาจจะเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) ระบบนี้เป็นระบบควบคุมที่พยายามรักษาเอาต์พุตให้ได้ตามต้องการ โดยการนำเอาสัญญาณเอาต์พุตมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงที่ต้องการ แล้วนำค่าความแตกต่างไปใช้ควบคุมสัญญาณป้อนให้กับสิ่งที่ต้องการควบคุม [2] และยังใช้ระบบ PID

มาช่วยในการปรับจูน ความละเอียดของตัวควบคุมได้ละเอียดมากขึ้น ซึ่งฟังก์ชันระบบ PID จะมีอยู่แล้วในตัว PLC ซึ่งง่ายต่อการเรียกใช้งาน

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยพบว่าหลักสูตรและเนื้อหาในเรื่องการควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) นับว่าเป็นเรื่องสำคัญสำหรับผู้ที่จะเป็น ช่างควบคุมเครื่องจักรกลอัตโนมัติ [3] ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนปกติแล้วนักศึกษาเรียนแค่การนำ PLC มาใช้ควบคุมวาล์วควบคุมทิศทางแบบ ON/OFF ซึ่งเป็นการควบคุมแบบ Open Loop System ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงเนื้อหาให้เป็นการควบคุมแบบ Close Loop System ซึ่งสอดคล้องกับทางภาคอุตสาหกรรม ซึ่งการควบคุมแบบนี้เรียกว่าการควบคุมแบบเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วย PLC แต่การจัดการเรียนการสอนในหัวเรื่องดังกล่าวยังพบปัญหาอยู่เสมอ อาทิเช่น นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมแล้ว นักศึกษาจะต้องนำโปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้วไปทดลองใช้ควบคุมการทำงานกับอุปกรณ์จริงกับระบบนิวเมติกส์ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด เพราะไม่มีอุปกรณ์จริงให้นักศึกษาใช้ทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์มีราคาแพง อีกทั้งจำนวนนักศึกษาในแต่ละชั้นเรียนมีจำนวนค่อนข้างมาก จึงอาจเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ด้วยสาเหตุนี้ผู้วิจัยจึงจัดสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วย PLC ชุดนี้ขึ้น [4] โดยผู้วิจัยเชื่อมั่นว่าชุดการสอนชุดนี้จะเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอน อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทาง และตัวอย่างแก่สถาบันการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาทั้งภาครัฐ และเอกชน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดการสอนเรื่องการควบคุม เซอร์โวโมเตอร์ด้วย PLC

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น

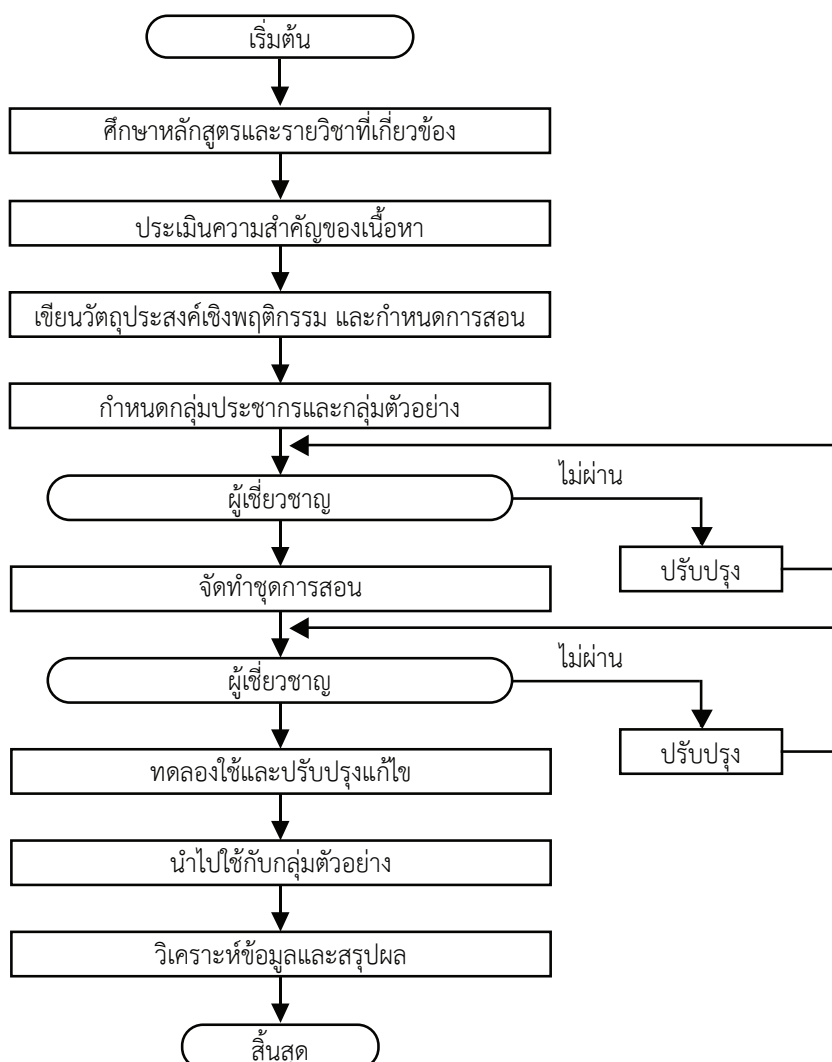
3. สมมติฐานการวิจัย

ประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องการควบคุม

เซอร์โวโมเตอร์ด้วย PLC ที่สร้างขึ้นมีค่ามากกว่าเกณฑ์ 80/80

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา

การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ เพื่อให้ได้มาซึ่งหัวข้อเรื่อง และเนื้อหาย่อย โดยคำนึงถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนต้องแสดงออก หลังจากการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนแล้ว และต้องเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ในการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา สามารถอธิบายรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ศึกษารายละเอียดหลักสูตรของวิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (Automatic Control of Industrial) หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต พุทธศักราช 2558 สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยการรวบรวมหัวข้อเรื่องจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้คือ

4.1.1.1 หลักสูตรรายวิชา

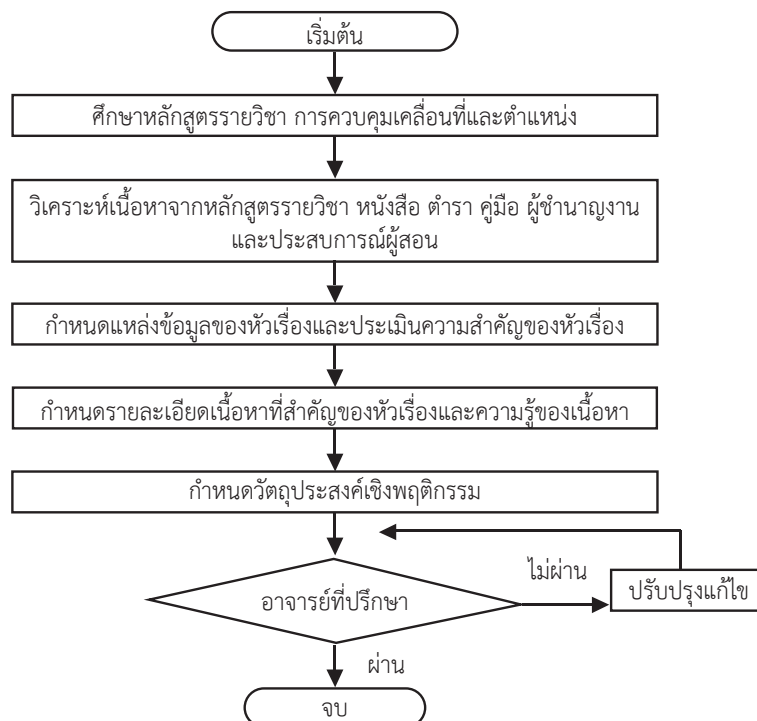
4.1.1.2 เอกสารตำรา

4.1.1.3 ผู้เชี่ยวชาญ

4.1.1.4 ประสบการณ์ผู้วิจัย

4.1.2 การประเมินความสำคัญของเนื้อหา เมื่อรวบรวมหัวข้อเรื่องของวิชาแล้วจึงนำมาประเมินความสำคัญของเนื้อหาแต่ละหัวข้อ โดยคำนึงว่าแต่ละหัวข้อนั้นมีประโยชน์ส่งเสริมการเรียนการสอนในด้านใดและมีระดับความสำคัญมากน้อยเพียงใด

4.1.3 การวิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวข้อเรื่อง (Main Concept Analysis) เมื่อประเมินคุณค่าของหัวข้อเรื่องแล้วจึงนำมาทำการวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อจะได้ทราบถึงหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ของแต่ละหัวข้อเรื่องที่ผ่านการประเมิน และวิเคราะห์แยกย่อยรายละเอียดของแต่ละหัวข้อสำคัญจากการวิเคราะห์เนื้อหาว่ามีประเด็นสำคัญอะไรบ้างที่ต้องสอน การนำความรู้ไปใช้เป็นสำคัญ และระดับของผู้เรียน



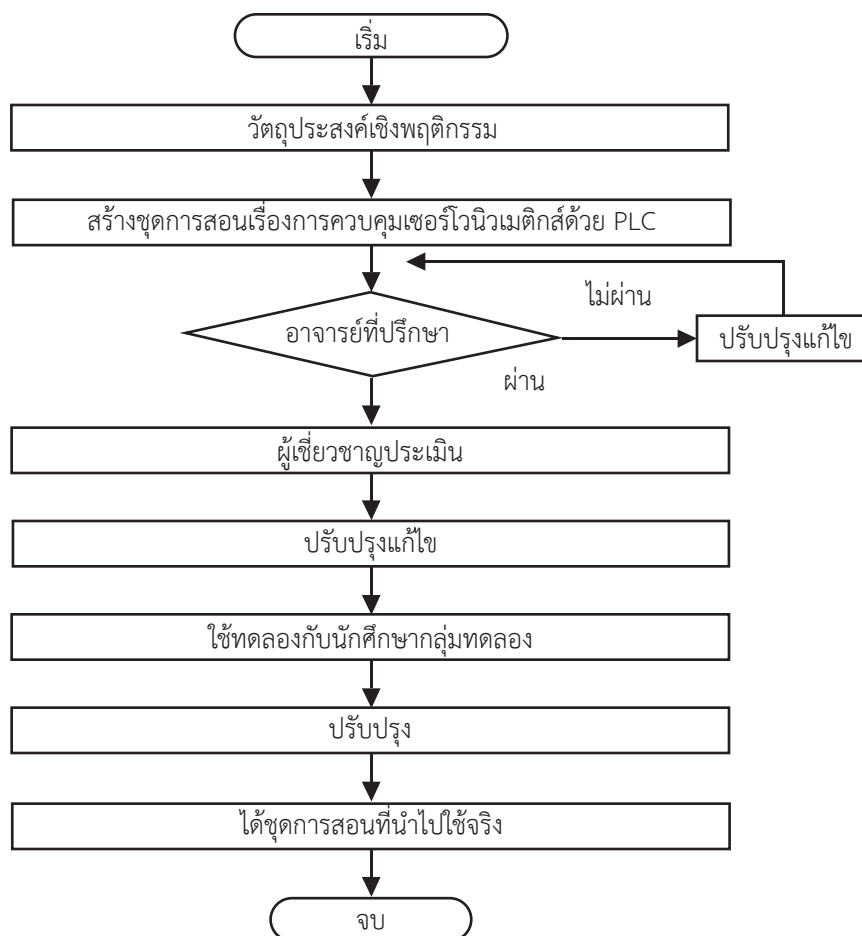
ภาพที่ 2 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาการควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่ง

4.1.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหัวข้อเรื่องทั้งหมด โดยพิจารณาว่าต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังจากผ่านการเรียนรู้การสอนในหัวข้อเรื่อง

4.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นคือ ชุดการสอนประกอบด้วย เอกสารประกอบการเรียนการสอน ชุดประลอง โดยมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

4.2.1 การสร้างชุดการสอน เรื่องการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วย PLC ตามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแสดงการจัดสร้าง ดังภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 ขั้นตอนการสร้างชุดการสอน

4.2.1.1 นำวัตถุประสงค์ที่ได้จากการวิเคราะห์งานมาใช้กำหนดในการสร้างชุดการสอน

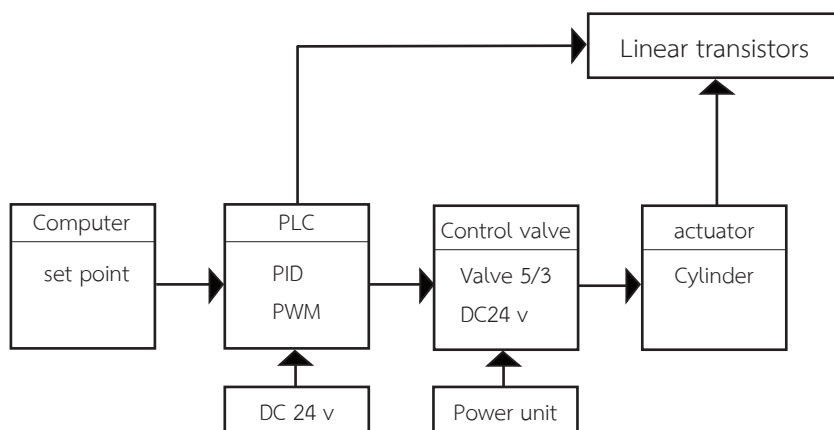
4.2.1.2 สร้างชุดการสอนการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1.2.1 เนื้อหากำหนดตามหัวข้อเรื่อง จากการวิเคราะห์โดยการพิจารณาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อให้ได้เนื้อหาวิชาของบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์พร้อมกำหนดวิธีการสอน

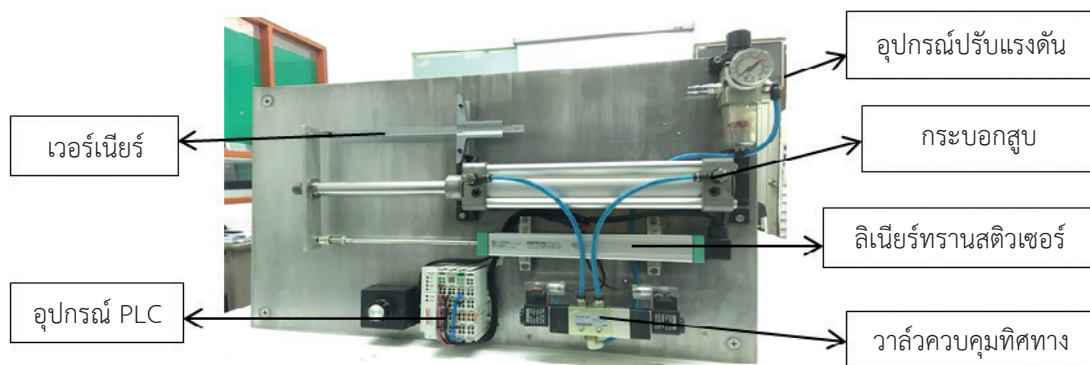
4.2.1.2.1 สื่อการสอน ได้นำเอา Software ของบริษัท Beckhoff มาใช้ร่วมในการเรียนการสอน โดยการพิจารณาเนื้อหา เพื่อให้นักศึกษาได้เห็นภาพหรือข้อความการใช้คำสั่งของโปรแกรมที่ย่อยยากซับซ้อนได้ชัดเจนขึ้นโดยการแสดงรูปภาพที่เป็นขั้นตอนและมีสีสันทันเพื่อเพิ่มความสนใจของนักศึกษาใช้ประกอบการเรียนการสอนทุกหัวข้อเรื่องประกอบด้วย

ก. เอกสารประกอบการเรียนการสอนประกอบไปด้วย แผนการสอน เป็นแผนซึ่งแสดงถึงวัตถุประสงค์เนื้อหาที่ใช้สอน วิธีการสอน สื่อการสอน เวลาที่ใช้สอน เอกสารประกอบการสอน ใบเนื้อหา แบบทดสอบ และใบเฉลย

ข. ชุดประลองการควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วย PLC เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการประลองตามใบเนื้อหา ผู้วิจัยได้จัดสร้างชุดประลองโดยใช้ PLC ยี่ห้อ Beckhoff รุ่น BC 9000 ที่เหมาะสมกับการประลองเบื้องต้น ดังภาพที่ 4 และ 5 [5]



ภาพที่ 4 แผงวงจรควบคุมระบบเซอร์โวนิวเมติกส์

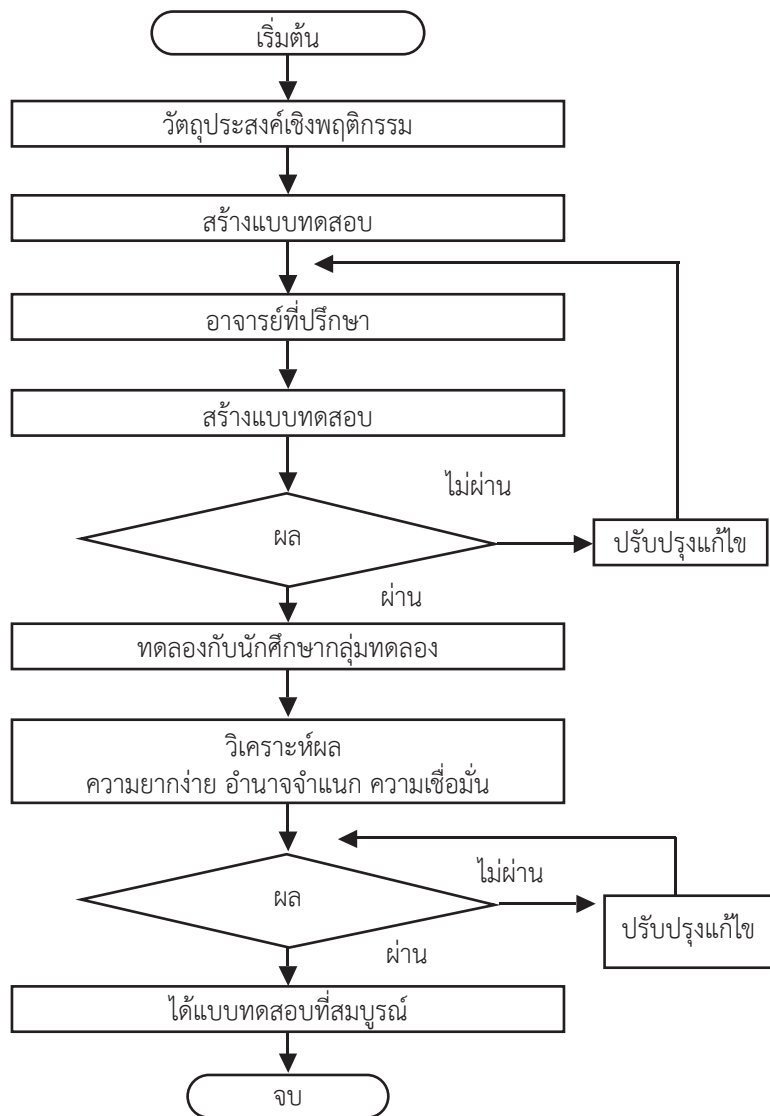


ภาพที่ 5 ชุดควบคุมเซอร์โวนิวเมติกส์

4.2.1.3 การสร้างแบบทดสอบ แบ่งได้ 2 ส่วน คือ

4.2.1.3.1 แบบทดสอบวัดความก้าวหน้าในการเรียนการสอนหรือใบแบบฝึกหัด เป็นแบบทดสอบสำหรับวัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้แต่ละหัวข้อเรื่อง

4.2.1.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

4.3 การกำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.3.1 กลุ่มประชากร [6]

4.3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอน
ทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 5 ปี มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาโท จำนวน 5 ท่าน

4.3.1.2 นักศึกษาระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สาขา

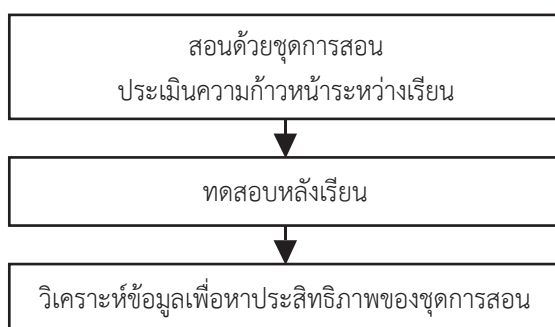
เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (รหัสวิชา 33-4105-2006) จำนวน 10 คน

4.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

4.3.2.1 นักศึกษาระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ลงทะเบียนเรียนวิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม (รหัสวิชา 33-4105-2006) จำนวน 10 คน

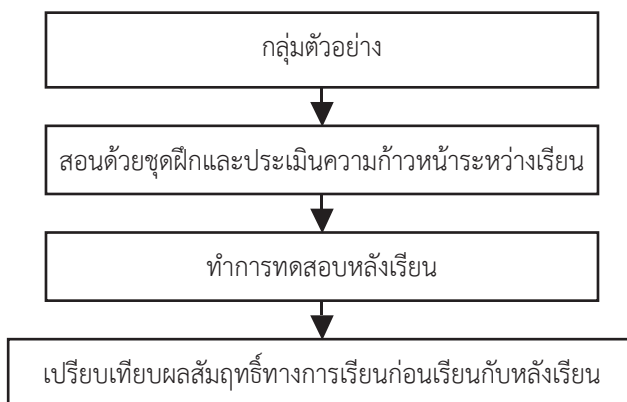
4.4 การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

ในขั้นดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล โดยผู้สอนที่สอนในรายวิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม โดยรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

การวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีการดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 วิธีการดำเนินการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ผลการทดลอง

5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนวิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

5.1.1 ด้านประสิทธิภาพการสอน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนด้านประสิทธิภาพการสอน

หัวข้อการประเมินด้านประสิทธิภาพทางการสอน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความคิดเห็น	S.D.	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ
1. ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.8	ดีมาก	0.44	สอดคล้อง
2. ความสะดวกในการเตรียมอุปกรณ์การสอน	4.4	ดี	0.89	สอดคล้อง
3. ความสะดวกในการดำเนินการสอน	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
4. ชุดประลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
5. ชุดประลองมีความสัมพันธ์กับใบประลอง	4.4	ดี	0.89	สอดคล้อง
6. ชุดประลองให้ประสบการณ์ในการเรียนรู้	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
7. ชุดประลองก่อให้เกิดแรงจูงใจในการค้นคว้า	4.8	ดีมาก	0.44	สอดคล้อง
8. คุณค่าทางวิชาการที่ได้รับจากการใช้ชุดประลอง	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
9. ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการประลอง	4.4	ดี	0.54	สอดคล้อง
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านประสิทธิภาพทางการสอน	4.57	ดีมาก	0.60	สอดคล้อง

5.1.2 ด้านการออกแบบชุดประลอง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนด้านการออกแบบชุดประลอง

หัวข้อการประเมินด้านประสิทธิภาพทางการสอน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความคิดเห็น	S.D.	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ
1. ชุดประลองมีขนาดเหมาะสม	4.8	ดีมาก	0.44	สอดคล้อง
2. ความปลอดภัยในการใช้ขณะทำการประลอง	4.8	ดีมาก	0.44	สอดคล้อง
3. ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์ ต่าง ๆ บนชุดประลอง	4.8	ดีมาก	0.44	สอดคล้อง
4. ความแข็งแรงของชุดประลอง	4.4	ดี	0.54	สอดคล้อง
5. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
6. ความสะดวกในการติดตั้งและถอดเก็บ	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
7. ความสะดวกในการบำรุงรักษา	4.4	ดี	0.54	สอดคล้อง
8. วัสดุที่ใช้ในการผลิตชุดประลองที่มีความเหมาะสม	4.4	ดี	0.54	สอดคล้อง
9. ชุดประลองมีจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตที่เหมาะสม	4.8	ดีมาก	0.44	สอดคล้อง
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านการออกแบบชุดประลอง	4.62	ดีมาก	0.50	สอดคล้อง

5.1.3 ด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน

หัวข้อการประเมินด้านประสิทธิภาพทางการสอน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความคิดเห็น	S.D.	ความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ
10. ใบเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
11. เรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสมเข้าใจง่าย	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
12. ศึกษาทำความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
13. ใบประกอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.2	ดี	0.44	สอดคล้อง
14. ข้อความในใบประกอบอ่านเข้าใจง่าย	4.4	ดี	0.54	สอดคล้อง
15. แบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.2	ดี	0.44	สอดคล้อง
16. คำถามที่ใช้มีความชัดเจน	4.4	ดี	0.54	สอดคล้อง
17. คำตอบมีเป้าหมายชัดเจน	4.6	ดีมาก	0.54	สอดคล้อง
18. เวลาในการทำแบบทดสอบ	4.2	ดี	0.44	สอดคล้อง
ค่าเฉลี่ยการประเมินด้านคู่มือประกอบการเรียนการสอน	4.33	ดี	0.51	สอดคล้อง

ตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

รายการ	จำนวนคน (N)	ประสิทธิภาพชุดการสอน	
		ระหว่างเรียน	หลังเรียน
กลุ่มตัวอย่าง	10	90.00	82.50

6. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพชุดการสอนจากแบบ สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนการควบคุมเซอร์โวโมเตอร์ด้วย PLC ได้ค่าเฉลี่ยรวม จากการประเมินคุณภาพชุดการสอนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่านมีค่าเฉลี่ย $\bar{X} = 4.50$ จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ (IOC) มีค่าเท่ากับ 0.83 ซึ่งอยู่ในระดับความเที่ยงตรงที่ใช้ได้ ผลการทดลองค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่นำไปใช้กับนักศึกษา กลุ่มทดลอง $P = 0.7$ ซึ่งอยู่ในระดับง่ายพอใช้ได้ ผลการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ $R = 0.36$ และผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบทดสอบจากกลุ่มตัวอย่างพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.00/82.50 ซึ่งมีความมากกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้แสดงว่าชุดการสอนที่ได้จัดสร้างขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้สอนได้

6.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องการควบคุมเซอร์โวโมเตอร์ด้วย PLC วิชาการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม ของผู้วิจัยที่สร้างขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยโดยประสิทธิภาพตัวแรก ซึ่งได้จากคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 90.00 และประสิทธิภาพตัวหลังซึ่งเป็นคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 80 ซึ่งตามเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนจัดอยู่ในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์กำหนด ซึ่งมีความสอดคล้องหรือสัมพันธ์กับงานวิจัยของ [5] เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และยอมรับว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพสูงเช่นเดียวกับงานวิจัยของ [6] เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพจากคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน สูงกว่าประสิทธิภาพจากคะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามีความสอดคล้องกันกล่าวคือหลังจากจบบทเรียนในแต่ละหัวข้อเรียบร้อยแล้วให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดทันที ซึ่งเนื้อหาในแต่ละส่วนนั้นมันน้อย ทำให้นักศึกษาจำและเข้าใจได้ดี แต่เมื่อทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ซึ่งมีเนื้อหามากอาจจะทำให้เกิดการลืมและสับสนในเนื้อหาที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แต่จากผลการวิจัยก็ถือว่ายังผลการเรียนรู้ได้ดีและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยศึกษาหาประสิทธิภาพชุดการสอนเซอร์โวโมเตอร์ ด้วย PLC ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต พุทธศักราช 2558 สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ดังนี้

6.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

6.3.1.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะสูงหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่ได้ขึ้นอยู่กับชุดการสอนเพียงอย่างเดียว หากแต่ขึ้นอยู่กับ การออกแบบเนื้อหา แบบทดสอบระหว่างเรียน และหลังเรียนที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและขึ้นอยู่กับตัวผู้สอนด้วย ในกรณีนี้ ครูผู้สอนที่จะนำชุดการสอนไปใช้ต้องทำความเข้าใจเนื้อหา และวิธีการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนเป็นอย่างดี เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

6.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

6.3.2.1 ควรลองใช้อุปกรณ์ควบคุมหรืออุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่นบ้าง

6.3.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยในการสร้างชุดการสอนการควบคุมอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม ในหน่วยการสอนที่ยังไม่ได้จัดสร้างให้ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ เพื่อจะได้ชุดการสอนที่สมบูรณ์ทั้งรายวิชา

เอกสารอ้างอิง

- [1] ณัฐกร ไตรรัตนวานนท์. (2557). ระบบควบคุมติดตามทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สี่ใบพัดโดยใช้ตัวควบคุมพีไอดี. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [2] ณรัตน์ สุทธิจิตต์. (2552). การควบคุมตำแหน่งของระบบเซอร์โวนิวเมติกส์ด้วยตัวควบคุมพีซี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขามหาบัณฑิต สาขาวิชาแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [3] โยธิน แสงสง่า. (2544). การสร้างและประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการควบคุมระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์โดยใช้ PLC. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขามหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [4] ปิยะพงษ์ โอหารทิตาชาต. (2554). ชุดควบคุมคณจัตสันฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้แบบกำหนดโครงสร้างได้สำหรับระบบเซอร์โวนิวเมติกส์. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [5] วิษณุ บัวเทศ. (2553). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรบัณฑิตสาขามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
- [6] ณัฐกฤต เอี่ยมเต็ง. (2550). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชา ระบบอัตโนมัติในการผลิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิตสาขามหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.