

การพัฒนาชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย
สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น

Development of Experimental Set on Electro Pneumatic Control with Raspberry Pi
for Students of High Vocational Certificate Program in Machine Tool Technology
Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus

สุรัชชัย นามพรหมมา (Surachai Nampromma)^{1*} ดร.ศรารุช คงลำพันธ์ (Dr.Saravut Konglumphun)**

(Received: November 29, 2022; Revised: February 3, 2023; Accepted: February 3, 2023)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ได้แก่ การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ชั้นปีที่ 2 จำนวน 32 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เริ่มต้นจากการสอนด้วยชุดทดลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการตามใบงานการทดลองของแต่ละหัวข้องาน แล้วจึงให้ผู้เรียนทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปฏิบัติอีกครั้ง จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบปฏิบัติระหว่างเรียนและการทดสอบปฏิบัติหลังเรียนมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการฝึกปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พายมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 97.50

ABSTRACT

The objective of this research is to develop and efficiency evaluated of the development of experimental set on electro pneumatic control with raspberry pi. The researcher has used the constructed experimental set to test with the purposive sampling group of 32 people who are the 2nd year, students of high vocational certificate program in machine tool technology, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus. The experimental process was done by teaching them with experimental set. During the learning process, they had to do the exercises and practice of experiment. After finishing each job topic, they were tested practical again. The score were calculated to measure the effectiveness of the experimental set. The results showed that the experimental set had 97.50% efficiency.

คำสำคัญ: ชุดทดลอง การควบคุมนิวเมติกส์ ราสเบอร์รี่พาย

Keywords: Experimental set, Pneumatic control, Raspberry pi

¹Corresponding author: surachai.na@rmuti.ac.th

*อาจารย์ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
Lecturer, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

**อาจารย์ สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
Teacher, Department of Electronics and Telecommunications, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus

บทนำ

ปัจจุบันงานอุตสาหกรรมที่มีระบบการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะถูกสร้างมาเพื่ออำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพในสายการผลิต โดยระบบนิวเมติกส์เป็นระบบหนึ่งซึ่งการอุตสาหกรรมไทยนำมาใช้ในการเพิ่มมูลค่าให้กับขั้นตอนการผลิต อีกทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารได้บูรณาการเข้ากับเครื่องจักรกลอุตสาหกรรมแบบอัตโนมัติที่ช่วยสร้างระบบการจัดการขั้นตอนการผลิตให้สะดวกและมีประสิทธิภาพ ด้วยการเชื่อมต่อในรูปแบบเครือข่ายทุกหน่วยงานของระบบการผลิต เช่น การผลิตรถยนต์ การพัฒนาระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid) ระบบการแพทย์ทางไกล (telemedicine) เป็นต้น ทั้งนี้อุตสาหกรรมไทยมีจุดเด่นด้านแรงงานที่มีฝีมือดีและอาจยังจำเป็นต้องใช้แรงงานคนเป็นส่วนสำคัญ แต่ในขณะเดียวกันถ้าเลือกใช้ระบบอัตโนมัติ เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งได้อย่างเหมาะสมจะสามารถช่วยลดจุดเด่นและเพิ่มปริมาณการผลิตได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถผลักดันให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพอีกด้วย และหากลองสำรวจอุปกรณ์ที่อยู่รอบตัวเราจะพบว่าอุปกรณ์อัจฉริยะที่สามารถเชื่อมต่อเข้าหากันได้ผ่านเทคโนโลยีเครือข่าย ประเด็นสำคัญคือ อุปกรณ์เหล่านี้สามารถติดต่อสื่อสารกันเองโดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องเข้าไปสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้นด้วยตนเอง [1] ผู้ใช้งานมีหน้าที่ควบคุมสั่งงานจากต้นทางและรับข้อมูลแจ้งเตือนจากอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้มีชื่อเรียกว่า “Internet of Things: IoT” หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันในโลกของอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการและควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เช่น การสั่ง เปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า โทรศัพท์มือถือ เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น [2,3] โดยอุปกรณ์ไอโอที (IoT) นี้สามารถเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย (Wireless LAN หรือ Wi-Fi) ตัวอย่างเช่น ราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กพัฒนาขึ้นโดยมูลนิธิราสเบอร์รี่พาย ซึ่งเป็นองค์กรการกุศลของสหราชอาณาจักร [4] คุณสมบัติของราสเบอร์รี่พายสามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายได้ทั้งแบบสายและไร้สาย ทำให้กลายเป็นอุปกรณ์ไอโอที (IoT) โดยสมบูรณ์ [5] นักวิจัยสามารถนำไปใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เพื่อเก็บข้อมูลที่ต้องการ [6] ส่วนของระบบปฏิบัติการที่ใช้ คือ ราสเบียน (Raspbian) และยังมีโปรแกรมที่สามารถช่วยในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างราสเบอร์รี่พายกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น โปรแกรมโค้ดซิส (Codesys) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมและคอนโทรลเลอร์ที่นิยมใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานด้านโซลูชันฮาร์ดแวร์ระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรมจากซัพพลายเออร์ชั้นนำของโลก โดยเฉพาะกลุ่มยุโรปจะใช้เป็นแพลตฟอร์มซอฟต์แวร์สำหรับเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอัตโนมัติ ทั้งนี้แพลตฟอร์มจะขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการ (CODESYS Development System) ที่เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน (IEC 61131-3) และช่วยให้ผู้ใช้มีโซลูชันครบวงจรสำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ระบบอัตโนมัติ [7] ผลจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีทำให้การใช้งานของระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมได้ถูกสอดแทรกไว้กับการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม เช่น ไฟฟ้า เครื่องกล เมคคาทรอนิกส์ และเครื่องมือวัด และควบคุม เพื่อให้สอดคล้องกับกระบวนการต่างๆ ในงานอุตสาหกรรมการผลิตที่อาศัยเครื่องจักรทำงานแทนคนในรูปแบบของระบบการควบคุมอัตโนมัติ ด้วยเหตุนี้การเรียนการสอนเกี่ยวกับเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งสำคัญต่อนักศึกษาสาขาช่างอุตสาหกรรมในปัจจุบัน เพราะหากนักศึกษาสามารถเรียนรู้ และเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ตลอดจนการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานระบบอัตโนมัติได้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และการทำงาน ของนักศึกษาต่อไป

อย่างไรก็ตาม วิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์เป็นวิชาหนึ่งที่กำหนดไว้ในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เขตขอนแก่น โดยมีรายละเอียดของเนื้อหา คือ ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการเตรียมและผลิตลมอัด การเลือกใช้ชิ้นส่วนอุปกรณ์นิวเมติกส์ การออกแบบวงจรนิวเมติกส์พื้นฐาน ระบบนิวเมติกส์ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า หน่วยจ่ายพลังงาน

ไฮดรอลิกส์ การเลือกใช้ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ไฮดรอลิกส์ การออกแบบวงจรไฮดรอลิกส์พื้นฐาน และระบบไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยไฟฟ้า เขียนวงจรไฮดรอลิกส์ควบคุมและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) (อ้างอิงหลักสูตร ปวส. มทร. อีสาน) ซึ่งในส่วนของการเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมการทำงานของระบบนิวเมติกส์นั้น ถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญที่นักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้ ทักษะ และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์นิวเมติกส์ไฟฟ้า ตลอดจนสามารถออกแบบและต่อวงจรนิวเมติกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) ได้ นอกจากการควบคุมนิวเมติกส์ด้วยพีแอลซีแล้วยังสามารถนำราสเบอร์รี่พาย (Raspberry Pi) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้และเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อควบคุมของระบบนิวเมติกส์ได้อีกด้วย โดยใช้โปรแกรมโค้ดซิส (Codesys) ในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างราสเบอร์รี่พายกับอุปกรณ์อื่นๆ เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้สำหรับงานวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่สะดวกในการใช้งานกับระบบอัตโนมัติซึ่งนักศึกษาจะได้เรียนรู้ และสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองความต้องการของภาคประกอบการ [8,9] และเป็นแนวทางการพัฒนา นวัตกรรมวิชาชีพอุตสาหกรรมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านนวัตกรรมสู่ยุคอุตสาหกรรมอนาคตต่อไป

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ว่าควรมีการพัฒนาชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย เพื่อใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ และทักษะทางวิชาชีพ อีกทั้งยังเป็นการนำเอาเทคโนโลยีในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาสื่อและนวัตกรรมการเรียนการสอน ตลอดจนแก้ปัญหาการขาดแคลนงบประมาณในการจัดซื้อครุภัณฑ์สำหรับการจัดการเรียนการสอนได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่น
2. เพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยราสเบอร์รี่พาย ประกอบด้วย คู่มือครู ใบเนื้อหา ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบปฏิบัติ ประกอบด้วย 5 หัวข้องาน ดังนี้
 - 1.1 วงจรควบคุมแบบ Sequence Control
 - 1.2 วงจรควบคุมแบบ Self-holding
 - 1.3 วงจรควบคุมแบบ Interlock
 - 1.4 วงจรควบคุมด้วยคำสั่ง Timer
 - 1.5 วงจรควบคุมด้วยคำสั่ง Counter
2. กลุ่มตัวอย่างการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานวิทยาเขตขอนแก่น ชั้นปีที่ 2 จำนวน 32 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
3. ด้านเวลา ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเรียนที่ 1/2565

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อพัฒนาชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย มีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

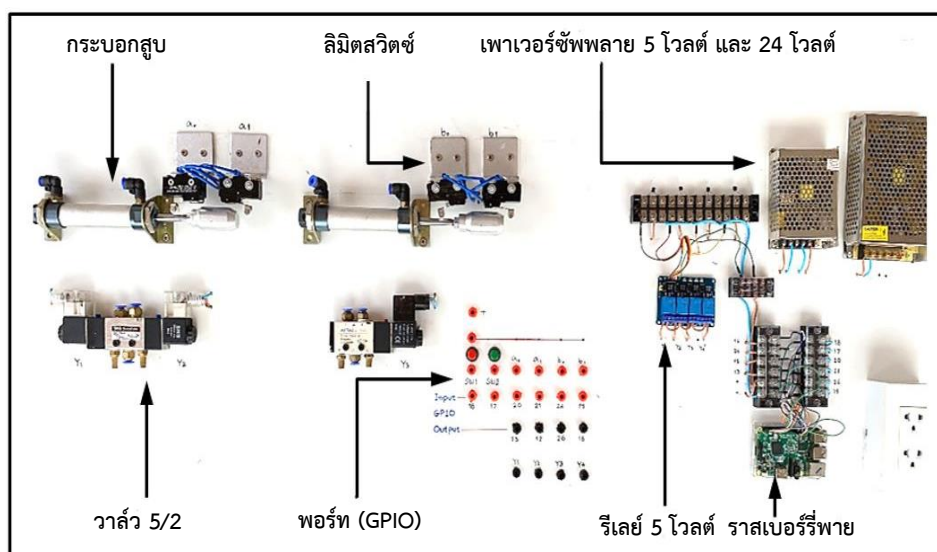
1. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) ชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย ประกอบด้วย ใบเนื้อหา สื่อการสอน ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบปฏิบัติ 2) แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาชุดทดลอง โดยศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น เอกสาร คู่มือ หนังสือ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดทดลอง โดยคำนึงถึงเรื่องการฝึกทักษะในการต่อวงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้า การใช้งานและความสะดวกในการใช้งานของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น

1.2 ออกแบบโครงสร้างและการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดทดลอง พร้อมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย ซึ่งรายการอุปกรณ์สำหรับการสร้างชุดทดลอง ประกอบด้วย

1.2.1 กระบอกสูบแบบสองทาง	จำนวน 2 ตัว
1.2.2 วาล์ว 5/2 โซลินอยด์สองข้าง	จำนวน 1 ตัว
1.2.3 วาล์ว 5/2 โซลินอยด์หนึ่งข้าง	จำนวน 1 ตัว
1.2.4 ลิมิตสวิตช์	จำนวน 4 ตัว
1.2.5 เพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวลต์	จำนวน 1 ตัว
1.2.6 เพาเวอร์ซัพพลาย 5 โวลต์	จำนวน 1 ตัว
1.2.7 รีเลย์ 5 โวลต์	จำนวน 4 ตัว
1.2.8 ரาสเบอร์รี่พาย 3 โมเดล B	จำนวน 1 ตัว



ภาพที่ 1 ชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย

1.3 ดำเนินการสร้าง และติดตั้งอุปกรณ์ชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พายตามแบบที่ได้ออกแบบไว้พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานและใบงานการทดลอง

1.4 ทดสอบการทำงานของชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของชุดทดลองที่ได้พัฒนาขึ้น

1.5 สร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองสำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ด้านลักษณะกายภาพ 2) ด้านลักษณะการใช้งาน 3) ด้านการบำรุงรักษา และซ่อมแซม และ 4) ด้านความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

ตารางที่ 1 ระดับน้ำหนักการให้คะแนน

ค่าน้ำหนัก	ระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจ
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ตารางที่ 2 การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของคะแนน

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความคิดเห็น/ความพึงพอใจ
4.51-5.00	มากที่สุด
3.51-4.50	มาก
2.51-3.50	ปานกลาง
1.51-2.50	น้อย
1.00-1.50	น้อยที่สุด

1.6 ประเมินคุณภาพชุดทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนการควบคุมนิวเมติกส์ จำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพของชุดทดลอง พร้อมทั้งนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกอบรมให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ได้ชุดทดลองที่สมบูรณ์สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

1.7 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาชุดทดลองให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนการสอนในรายวิชาต่อไป

2. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

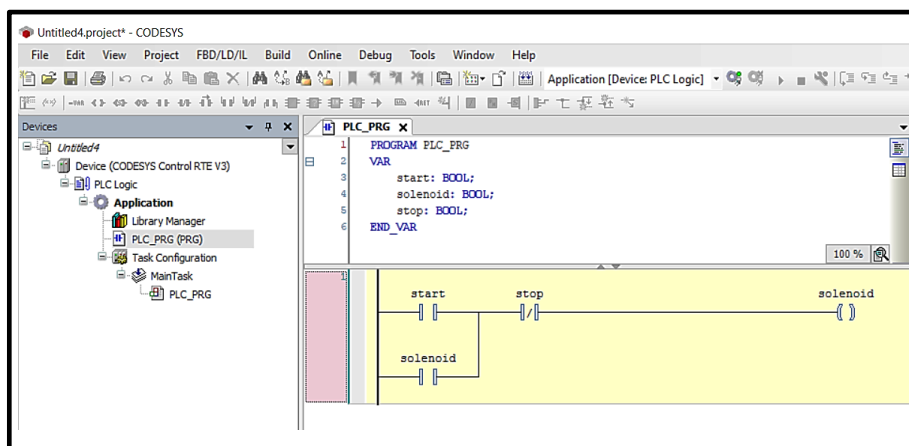
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย มีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

2.1 แนะนำเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วย ราสเบอร์รี่พาย เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจในการใช้งานชุดทดลอง

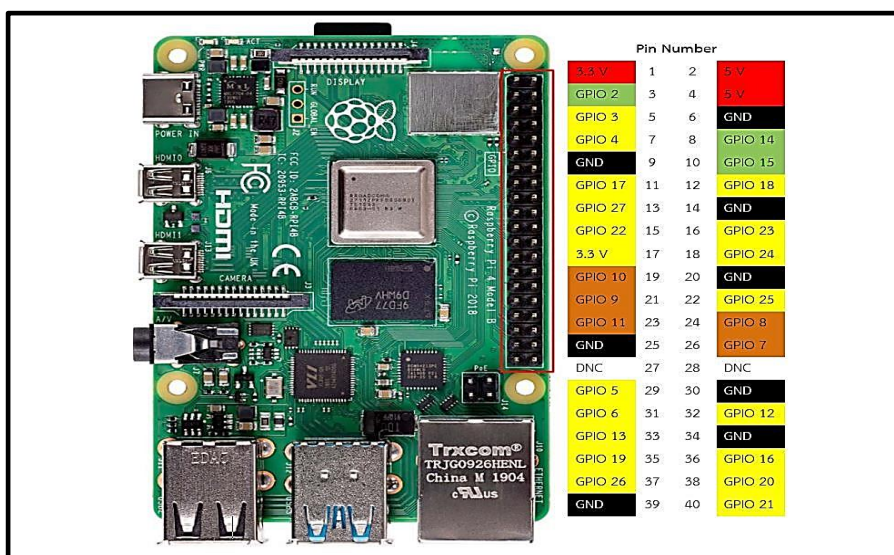
2.2 ดำเนินการสอนด้วยชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พายที่ได้สร้างขึ้น และเมื่อจบในแต่ละหัวข้องาน ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการในแต่ใบงานการทดลอง

2.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) หลังจากผู้เรียนได้ผ่านการเรียนครบทุกหัวข้องานแล้ว ให้ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปฏิบัติการอีกครั้ง

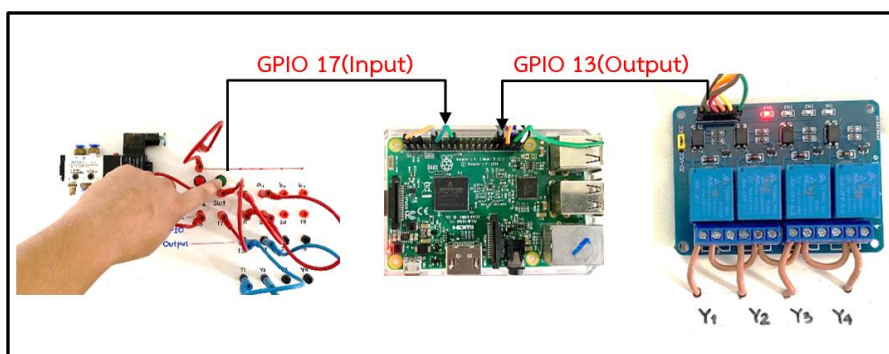
2.4 นำผลคะแนนที่ได้จากการฝึกปฏิบัติการทดลองระหว่างเรียน และการทดสอบปฏิบัติการหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองต่อไป



ภาพที่ 2 การเขียนวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ด้วยโปรแกรมโค้ดซิส (Codesys Program)



ภาพที่ 3 โครงสร้างรหัสเบอร์รีพายที่มีพอร์ต (GPIO) ในการกำหนดสัญญาณอินพุต (Input) และเอาพุต (Output)



ภาพที่ 4 การทำงานของรหัสเบอร์รีพายในการควบคุมอุปกรณ์ผ่านรีเลย์ (Relay) ทำหน้าที่เป็นตัวขยายสัญญาณไฟฟ้า

ผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยรอสเบอร์รี่พาย โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพของชุดทดลอง ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยรอสเบอร์รี่พายโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
ด้านลักษณะทางกายภาพ		
1. มีความแข็งแรงทนทาน	4.00	มาก
2. การออกแบบชิ้นส่วนสามารถประกอบได้ง่าย	4.67	มากที่สุด
3. การออกแบบดึงดูดและสร้างความสนใจ	4.67	มากที่สุด
4. มีรูปทรงและขนาดมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	5.00	มากที่สุด
5. อุปกรณ์แต่ละชิ้นแสดงผลได้ชัดเจน	5.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67	มากที่สุด
ด้านลักษณะการใช้งาน		
1. การเตรียมติดตั้งอุปกรณ์และการทดลองทำได้สะดวก	4.33	มาก
2. มีความคล่องตัวในการใช้และการปฏิบัติการทดลอง	3.67	มาก
3. สามารถทำการศึกษาได้หลายแบบงาน	5.00	มากที่สุด
4. มีประสิทธิภาพในการทดลองและผลการทดลองถูกต้อง	5.00	มากที่สุด
5. ใช้สะดวกและปลอดภัยในขณะที่ปฏิบัติการทดลอง	4.67	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53	มากที่สุด
ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม		
1. การบำรุงรักษาทำได้ง่าย สะดวกในการใช้และเก็บรักษา	4.67	มากที่สุด
2. การจัดหาอุปกรณ์เพื่อการซ่อมแซมทำได้สะดวก	4.67	มากที่สุด
3. วัสดุอุปกรณ์ที่นำมาเป็นชุดทดลองสามารถจัดหาได้ง่าย	5.00	มากที่สุด
4. การซ่อมแซมไม่ทำให้อุปกรณ์อื่นๆเสียหาย	5.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.83	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ในการเรียนการสอน		
1. พัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้และการฝึกปฏิบัติ	5.00	มากที่สุด
2. ลดเวลาในการทดลองและเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.67	มากที่สุด
3. ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติและมีส่วนร่วม	5.00	มากที่สุด
4. ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	5.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.92	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยรอสเบอร์รี่พาย โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าชุดทดลองมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับเป็นรายด้าน

ดังนี้ คือ ด้านความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ในการเรียนการสอน (ค่าเฉลี่ย 4.92) ด้านการบำรุงรักษาและซ่อมแซม (ค่าเฉลี่ย 4.83) ด้านลักษณะทางกายภาพ (ค่าเฉลี่ย 4.67) และด้านลักษณะการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย 4.53)

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

ตารางที่ 4 ผลคะแนนปฏิบัติการทดลองระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบปฏิบัติหลังเรียน

รายการ	จำนวน (คน)	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนทดสอบปฏิบัติการระหว่างเรียน	32	50	40.00	80
คะแนนทดสอบปฏิบัติการหลังเรียน	32	50	48.75	97.50

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนจากการทดสอบปฏิบัติการระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80 ส่วนคะแนนทดสอบปฏิบัติการหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 48.75 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 97.50

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลอง

ข้อที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับความพึง พอใจ
1.	การเรียนรู้ด้วยชุดทดลองช่วยให้เข้าใจเนื้อหา	4.28	0.63	มาก
2.	ชุดทดลองมีขนาดและลักษณะเหมาะสม	4.56	0.50	มากที่สุด
3.	การปฏิบัติจากชุดทดลองมีความสอดคล้องกับ เนื้อหาทฤษฎี	4.41	0.61	มาก
4.	ชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียน	4.63	0.49	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.13	4.47	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.13) เมื่อพิจารณาเรียงตามลำดับเป็นรายข้อดังนี้ คือ ชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียน (ค่าเฉลี่ย 4.63) ชุดทดลองมีขนาดและลักษณะเหมาะสม (ค่าเฉลี่ย 4.56) การปฏิบัติจากชุดทดลองมีความสอดคล้องกับเนื้อหาทฤษฎี (ค่าเฉลี่ย 4.41) และการเรียนรู้ด้วยชุดทดลองช่วยให้เข้าใจเนื้อหา (ค่าเฉลี่ย 4.28)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลองการควบคุมระบบนิวเมติกส์ไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย พบว่าอยู่ที่ระดับคุณภาพมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นนี้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ และได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำมาทดลองใช้จริง มีเนื้อหาสาระครบถ้วน มีความกระชับ และ

ชัดเจน อีกทั้งผู้เรียนยังได้รับคำแนะนำวิธีการเรียนรู้จากผู้สอน ทำให้สามารถเรียนรู้ด้วยความเข้าใจถูกต้องตามขั้นตอน และนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

2. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลองการควบคุมระบบนิเวศไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย พบว่าคะแนนทดสอบปฏิบัติการระหว่างเรียนค่อนข้างสูง คิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม เพราะอาจารย์ผู้สอนได้อธิบายและสาธิตวิธีการใช้ชุดทดลองให้กับผู้เรียนจนเกิดความเข้าใจก่อนเข้าปฏิบัติการทดสอบจริง และพบว่าคะแนนทดสอบปฏิบัติการหลังเรียนเพิ่มขึ้นมากกว่าคะแนนทดสอบปฏิบัติการระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 97.50 ของคะแนนเต็ม เพราะหลังจากการทดสอบระหว่างเรียนแล้ว อาจารย์ผู้สอนได้อธิบายถึงข้อผิดพลาดและคะแนนที่หักไป ตัวอย่างเช่น การต่อวงจรจะต้องปิดเพาเวอร์สวิตช์ทุกครั้งและการจัดระเบียบสายไฟในการต่อวงจร ซึ่งเป็นหลักการความปลอดภัยในการทำงาน เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนจำตอกและเกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดต่างๆ ส่งผลให้ผู้เรียนมีคะแนนทดสอบปฏิบัติการหลังเรียนเพิ่มขึ้น

3. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองการควบคุมระบบนิเวศไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยผลการประเมินความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียน (ค่าเฉลี่ย 4.63) เพราะโปรแกรมโคดซิส (Codesys) สามารถจำลองการทำงานของอุปกรณ์ได้ ทำให้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนยังสามารถศึกษาเอกสารที่ใช้เป็นสื่อประกอบการสอนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับหัวข้อและใบงานการทดสอบก่อนเข้าเรียนได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้ได้สร้างชุดทดลองการควบคุมระบบนิเวศไฟฟ้าด้วยراسเบอร์รี่พาย ดังนั้นในการนำผลการวิจัยไปใช้งานจึงจำเป็นต้องศึกษารายละเอียดข้อจำกัดและการทำงานของراسเบอร์รี่พาย เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาชุดทดลองหรือการประยุกต์สู่โครงงานนักศึกษาได้ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป คือ 1) ควรมีการแก้ไขปัญหาเรื่องความเสถียรของสัญญาณ เช่น อาจเปลี่ยนจากการใช้สัญญาณไร้สาย (Wi-Fi) เป็นการใช้สายแลน (LAN) หรือ ยูทีพี (UTP) 2) ควรปรับปรุงการจับยึดอุปกรณ์ให้มีความคล่องตัวในการใช้งาน เช่น การใช้รางยึดอุปกรณ์นิเวศแทนการยึดติดกับโครงสร้าง 3) การใช้راسเบอร์รี่พายควบคุมอุปกรณ์นิเวศจะต้องมีรีเลย์ (Relay) ที่ช่วยในการขยายสัญญาณไฟฟ้า เนื่องจากอุปกรณ์นิเวศไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้ไฟกระแสตรง 24 โวลต์ จึงควรเลือกคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ดังกล่าว

เอกสารอ้างอิง

1. Arreeraad W, et al. Results of C Language Programming Skill Development Using Raspberry Pi. Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University. 2015; 2(2): 64-71. Thai.
2. Bermúdez-Ortega J, et al. Remote Web-based Control Laboratory for Mobile Devices based on EJS, Raspberry Pi and Node.js. The International Federation of Automatic Control (IFAC) Papers Online 2015; 29(48): 158-163.
3. Bhagyalakshmi P, et al. Raspberry PI and Wifi Based Home Automation. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). 2015; Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Raspberry-PI-And-Wifi-Based-Home-Automation-Bhagyalakshmi-Divya/4543a3ec45e17f37150be0bb0400500c95e9c992#citing-papers>.



4. Hadwan H, Reddy YP. Smart Home Control by using Raspberry Pi & Arduino UNO. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering. 2016; 4(5): 283-288.
5. Kalúz M, et al. ArPi Lab: A Low-cost Remote Laboratory for Control Education. Proceedings of the 19th World Congress, The International Federation of Automatic Control (IFAC). 2014; 3(47): 9057-9062.
6. Tlach V, et al. Possibilities of a Robotic End of Arm Tooling Control within the Software Platform ROS. International scientific conference on sustainable. Procedia Engineering. 2017; (192): 875–880.
7. Makarcheva A. Implementation of a PLC code on a Raspberry pi in Codesys environment. Bachelor's thesis Electrical and Automation Engineering. Hame University of Applied Sciences. 2020; Available from: <https://www.theseus.fi/handle/10024/302987>.
8. Khwanmuang S. Pneumatic training set Controlled with Electrical and PLC Rajamangala University of Technology Lanna Tak. Journal of Industrial Education. 2001; 20(1): 53-63. Thai.
9. Pechurai W. Achievement of Blended Learning in Rubber Processing for Undergraduate Student in Rubber and Polymer Technology Program. Faculty of Engineering and Agro-Industry. MAEJO University. 2013; Available from: https://engineer.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wID=449. Thai.