การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 44

The 44th Electrical Engineering Conference (EECON-44)

17-19 พฤศจิกายน 2564

ณ โรงแรม ดิ อิมเพรส น่าน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน

- ไฟฟ้ากำลัง (PW)
- โฟโตนิกส์ (PH)
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)
- วิศวกรรมชีวการแพทย์ (BE)
- ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DS)
- ระบบควบคุมและการวัดคุม (CT)
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)
- พลังงานหมุนเวียน (RE)
- อิเล็กทรอนิกส์ (EL)

EECON XLI

EECON-44

Electrical Engineering Conference

EEAAT Electrical Engineering Academic Association (Thailand)

IEEE PES Power & Energy Society®

TOPS Thailand Optics & Photonics Society

RMUTP

รหัส	ชื่อบทความ	หน้า
บทความวิจัยสาขา GN งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า		
GN14	ระบบควบคุมการปรับสภาพแวดล้อมของการเพาะปลูกพืชไมโครกรีนแบบอัตโนมัติผ่านเว็ปแอพพลิเคชั่น *วนายุทธ์ แสนเงิน, จิรานุวัฒน์ คันศร, ฉัตรปไน แสงเขียว และ วัจน์กร สุวดินทร์กูร* *มหาวิทยาลัยศรีปทุม*	704
GN15	การพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติสำหรับปรับสภาพแวดล้อมเพาะปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ด้วยพีแอลซี *วนายุทธ์ แสนเงิน, พิชชากร ไชยะเดชะ, สมมาต แสงงาม และ สุรพงษ์ ธุรี* *มหาวิทยาลัยศรีปทุม*	708
GN16	เทคนิคการหาค่าเรโซแนนซ์แบบ LC บนขดลวดตัวรับสัญญาณของเครื่องตรวจจับโลหะ *สมพร มะหะหมัด อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ* *สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*	712
GN17	SafeDrive: Closed-Eye Detection System for Drowsy Driving Prevention *Tatiwat Nakvichiean, Peeraphol Chanphol, Pongsakgorn Deelum, Nonpawit Phasuk, Wisit Phatchoo, and Chakkaphong Suthaputchakun* *Bangkok University*	716
GN18	SFL: Smart Footbridge Lighting System based on Human Detection Technology *Pakorn Sriwattanakosol, Weerawit Sapmongkolporn, Manatsirin Nuchparsert, Settanun Chantasart,* Poramaporn Ruamjinda, and Chakkaphong Suthaputchakun Bangkok University	720
GN19	Development of IoT Fall Detection System *Wachirawat Jaratmayteenon, Suparat Panya, Ronnachai Sretawat Na Ayutaya, Mahamah Sebakor, Surapong Uttama and Suppakarn Chansareewittaya* *Mae Fah Luang University*	724
GN20	การพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ *ภควัต เกอะประสิทธิ์ ณัฏฐกิตติ์ ฤทธิ์ทอง นิธิพัฒน์ อิ่วสกุล วันรักษ์ ศรีสังข์* *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*	728
GN21	การพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองสายพานลำเลียงด้วยระบบนิวเมติกส์ *รุ่งอรุณ พรเจริญ และ นิคม ดิษฐคลี* *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*	732
GN22	การควบคุมรถเข็นผู้พิการด้วยการเคลื่อนไหวนิ้วมือร่วมกับคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ *เทพทวี ทองเต็มแก้ว รุจิพรรณ สัมปันณา และ วิชชากร เฮงศรีธวัช* *มหาวิทยาลัยกรุงเทพ , มหาวิทยาลัยศรีปทุม*	736

การพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

Development of a drilling simulation control demonstration kit with automatic

ภควัต เกอะประสิทธิ์ [1] ณัฏฐกิตติ์ ฤทธิ์ทอง [1] นิธิพัฒน์ อิ๋วสกุล [2] วันรักษ์ ศรีสังข์ [3]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ จัดทำขึ้นโดยมีวัตุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียน 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ แบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน 36 คน

ผลการวิจัย พบว่า ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากโดยมีค่าคะเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 1.46) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดสาธิต พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ (.05) และ นักศึกษามีระดับความพึงพอใจในชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติอยู่ในระดับดีมากโดยมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.63 , S.D.= 0.62) แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ละเข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

คำสำคัญ : ชุดสาธิต การเจาะชิ้นงาน ระบบอัตโนมัติ

Abstract

This research an automatic drilling simulation control demonstration kit was development with the objectives 1) to improve and determine the performance of the automatic drilling simulation control demonstration kit; 2) to compare the pre-test and post-test academic achievements; and 3) to study the student satisfaction with the learning using the automatic drilling simulation control demonstration kit. The research instrument used in this study consisted of an automatic drilling simulation control demonstration kit, quality assessment form for 5 experts and student satisfaction survey for 36 students enrolled in Applied Hydraulics and Pneumatics course, Mechanical Engineering program, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.

The results showed that the quality the demonstration kit developed in this study was rated at a very good level with a mean of ($\overline{X}$ = 4.51, SD = 1.46) . For academic achievement, it was found that after using the demonstration kit, the post-test academic achievement was significantly higher compared to pre-test academic achievement at a significance level of.05. Students showed a very good level of satisfaction with the automatic drilling simulation control demonstration kit with a mean of ($\overline{X}$ = 4.63 , SD = 0.62). It shows that the automatic drilling simulation control demonstration kit can enable learners to gain knowledge and understanding of actual problems.

Keywords: demonstration kit, drilling, automation

บทนำ

ปัจจุบันกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่นั้นมักใช้กระบวนการควบคุมที่เป็นแบบอัตโนมัติโดยมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ อันได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน ระดับ อัตราการไหล ตำแหน่งการเคลื่อนที่ แรง น้ำหนัก เป็นต้น ซึ่งถ้าใช้ระบบการควบคุมที่วิธีการที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งการควบคุมในงานอุตสาหกรรมทำเพื่อควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานในกระบวนการผลิตตรงตามจุดประสงค์ของโรงงานอุตสาหกรรมการควบคุมลำดับ เป็นการควบคุมขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรการผลิตในงานอุตสาหกรรมให้ทำงานสอดคล้องกันตามขั้นตอนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม โดยมีอุปกรณ์ตรวจวัด (sensors) ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ควบคุม (control devices) ที่ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรการผลิตให้ได้ผลผลิตตามต้องการ [1]

การควบคุมด้วยโปรแกรมเมเมิลคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการต่างๆ โดยใช้ปรแกรมคำสั่งที่ทำหน้าที่เหมือนวงจรรีเลย์ มีส่วนของอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อใช้งานได้ทันที ดังนั้นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ จึงถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรทำงานได้โดยอัตโนมัติ ได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการ

เรียนการสอนสาขาวิศวกรรมเครื่องกล ซึ่งได้มีการบรรจุรายวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกส์ และวิชาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทลเลอร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจระบบควบคุมการทำงานของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับระบบอุตสาหกรรมโดยตรง แต่การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความยากลำบากเนื่องจากขาดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน สื่อที่มีเป็นการสอนที่เน้นความรู้ ความเข้าใจเรื่องเนื้อหามากกว่าการปฏิบัติจริง ภาพโดยรวมรวมของระบบกระบวนการผลิตในงานอุตสาหกรรมมีข้อจำกัดในด้านของรูปลักษณ์ของชิ้นงานจริงในระบบอุตสาหกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นไม่สามารถมองเห็นและเข้าใจการทำงานที่ชัดเจนมากขึ้น สามารถพัฒนานักเรียนนักศึกษาให้มีความรู้ ความสามารถ อย่างมีประสิทธิภาพและงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาได้เป็นอย่างดีมีความเข้าใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประกอบอาชีพได้ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ตลอดจนผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติอันเป็นรากฐานที่นำไปสู่การมีศักยภาพในการพัฒนาเทคโนโลยีชั้นสูงเพื่อการพัฒนาประเทศสืบไป

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

2.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านกลุ่มประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2563 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ จำนวน 36 คน

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในชุดการสอนครั้งนี้ คือเนื้อหาในรายวิชาวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) หลักการออกแบบวงจร 2) การเชื่อมต่อสายสัญญาณ 3) การออกแบบโปรแกรมควบคุม และ 4) การประยุกต์การใช้โปรแกมควบคุม และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ คือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2563 ใช้สอนระยะเวลาสอน 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 6 ชั่วโมง รวมเป็น 48 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

3.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนโดยใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติสำหรับใช้ในการสอนวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

3.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพของการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง หลักการออกแบบวงจร การเชื่อมต่อสายสัญญาณ การออกแบบโปรแกรมควบคุม และการประยุกต์การใช้โปรแกรมควบคุม 3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดสาธิต ที่พัฒนาขึ้น

4. การดำเนินงานวิจัย

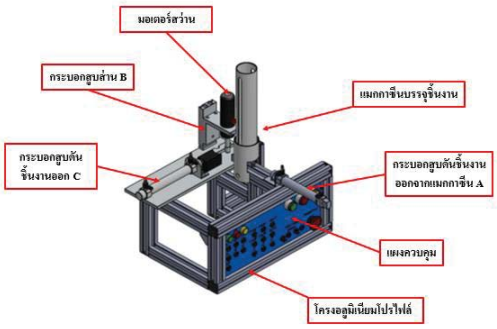
4.1 การสร้างชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติมีขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะรายวิชาคำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การสอน

4.1.2 ออกแบบชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

4.1.3 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึก

4.1.4 ดำเนินการสร้างชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติโดยมีขั้นตอนดังนี้



จากรูปที่ 1. สามารถอธิบายการออกแบบชุดสาธิตแต่ละส่วนได้ดังนี้

1. โครงสร้างอลูมิเนียมโปรไฟล์ขนาด 30 x 20 เซนติเมตร และมีร่องสำหรับยึดสกรูขนาด 30 มิลลิเมตรและมีอุปกณ์ประกอบร่วม ได้แก่ กระบอกสูบ มอเตอร์ สวิตย์ควบคุม หลอดไฟ แหล่งจ่ายไฟขนาด 15 แอมร์แป และสายสัญญาณขนาด 1.5 มิลลิเมตร

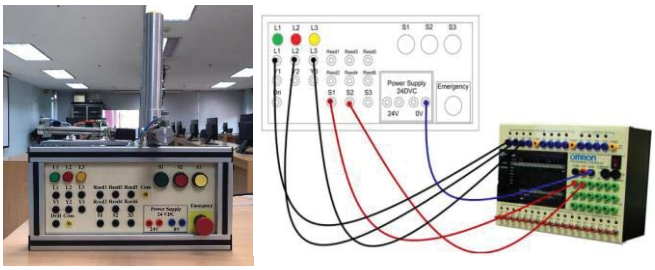
2. การควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ สามารถทำได้โดยการปรับที่วาล์วควบคุมเร็ว (Flow Control Valve) ซึ่งติดอยู่ที่จุดจ่ายลมเข้าและ ออกของกระบอกสูบเป็นแบบควบคุมลมออก (Outlet Control)

3. อุปกรณ์ตรวจจับภายในชุดทดลอง ประกอบด้วย แม็กเนติกเซ็นเซอร์ในรูปแบบของหรีดสวิตช์ (Reed Switch) ที่ติดอยู่ที กระบอกสูบ เพื่อตรวจจับตำแหน่งของลูกสูบซึ่งฝังแม่เหล็กเอาไว้ภายใน

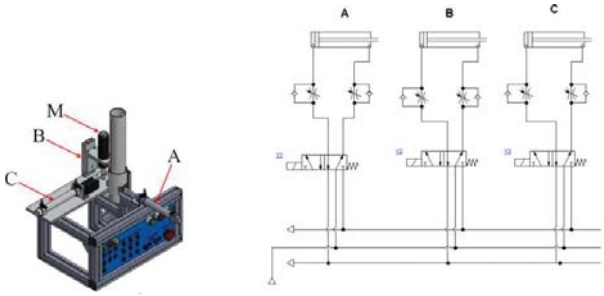
4. แผงควบคุมประกอบด้วยสวิทช์ปุ่มกด, หลอดไฟ และ จุดต่อที่มีลักษณะเป็นเซฟตี้ปลักขนาด 4 มิลลิเมตร. นอกจากนี้ยังมีจุดจ่ายไฟฟ้า

กระแสตรงขนาด 24 V DC โดยสามารถ เปิด-ปิดไฟฟ้าทีจ่ายเลี้ยงชุดฝึกได้โดยใช้สวิตช์ Emergency

5. การควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมีการควบคุมการทำงานด้วย Programmable Logic Controller (PLC) รุ่น CP1L I/O 64 channel โดยเขียนควบคุมด้วยภาษา Ladder Diagram ในโปรแกรม CX-Program ซึ่งมีหลักการทำงานดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การการต่ออุปกรณ์เข้ากับชุดสาธิต



รูปที่ 3 วงจรควบคุมการทำงานชุดสาธิต

4.5 นำชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติและใบงานไปทดลองใช้กับนักศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

4.5.1 สอนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติตามใบงาน พร้อมสาธิตการใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติและให้นักศึกษาทำการปฏิบัติตามใบงานจนครบ 4 งาน

4.5.2 เมื่อนักศึกษาทำการปฏิบัติทุกใบงานเสร็จแล้วให้นักศึกษาทำการปฏิบัติใบงานที่ใช้ควบคุมชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติให้ทำงานตามที่ต้องการแล้วทำการทดสอบ

4.5.3 นำผลคะแนนที่ได้จากการปฏิบัติใบงานระหว่างเรียนแต่ละใบงานกับผลคะแนนการปฏิบัติใบงานมาวิเคราะห์ผลตามหลักทางสถิติ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพและประเมินความพึงพอใจชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ [2]

5.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n คือ จำนวนนักศึกษา

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

5.2 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

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

เมื่อ S.D. = ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ = ผลรวมของยกกำลังสองของคะแนน

$\sum x^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลัง

N = จำนวนคนที่ตอบแบบสอบถาม

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน จากการทดสอบการทำงานชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติผลการประเมินแสดงดังตารางดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	หัวข้อการประเมิน	$\sum X$	$\bar{X}$	S.D.	การแปลผล
ด้านการออกแบบโครงสร้าง					
1	ขนาด, รูปร่างของชุดสาธิตเหมาะสมกับการใช้งาน	24	4.80	1.73	มากที่สุด
2	การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชุดสาธิตมีความเหมาะสม	23	4.60	1.41	มากที่สุด
3	การวางตำแหน่งอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	23	4.60	1.41	มากที่สุด
4	ชุดสาธิตมีความประณีตสวยงาม	22	4.40	1.41	มาก
5	ความเหมาะสมของการออกแบบชุดสาธิตโดยรวม	22	4.40	1.41	มาก
ผลรวมการประเมินด้านโครงสร้าง		22.8	4.56	1.47	มากที่สุด
ด้านการใช้งาน					
1	ความสะดวกการใช้งาน	23	4.60	1.41	มากที่สุด
2	ความปลอดภัยในการใช้งาน	23	4.60	1.41	มากที่สุด
3	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	21	4.20	1.73	มาก
4	ประโยชน์ต่อการใช้งานในการเรียนการสอน	22	4.40	1.41	มาก
ผลรวมการประเมินด้านการใช้งาน		22.25	4.45	1.49	มาก
ด้านคุณภาพ					
1	วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงสร้าง	23	4.60	1.41	มากที่สุด
2	การประหยัดต้นทุน	22	4.40	1.41	มาก
3	การประหยัดด้านแรงงาน	23	4.60	1.41	มากที่สุด
4	การประหยัดเวลา	22	4.40	1.41	มาก
5	การบริหาร/จัดการใช้ชุดสาธิต	23	4.60	1.41	มากที่สุด
ผลรวมการประเมินด้านคุณภาพ		22.	4.52	1.41	มากที่สุด

ผลรวมการประเมินทั้ง 3 ด้าน	22.57	4.51	1.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพของชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่สร้างขึ้นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.51, S.D. = 1.46) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านโครงสร้างค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.56, S.D.1.47) อยู่ที่ระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.45, S.D.1.49) อยู่ที่ระดับมากที่สุด และด้านคุณภาพค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.52, S.D.1.46) อยู่ที่ระดับมาก

6.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นใช้กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ประยุกต์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จำนวน36 คน โดยแบ่งใบงานประกอบไปด้วย 1) หลักการออกแบบวงจร 2) การเชื่อมต่อสายสัญญาณ 3) การออกแบบโปรแกรมควบคุม และ 4) การประยุกต์การใช้โปรแกรมควบคุมโดยมีผลการหาประสิทธิภาพชุดสาธิตดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดสาธิตที่พัฒนา

คะแนน	กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน			
	$\overline{X}$	S.D	t	sig
ก่อนเรียน	6.7	0.42	10.79	.00*
หลังเรียน	24.58	0.46		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ($\overline{X}$ = 6.7,S.D.= 0.42) และหลังเรียน ($\overline{X}$ = 24.58,S.D.= 0.46) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.5 [3] แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ

5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนโดยใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอบความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้น จากแบบสอบความพึงพอใจที่มีค่าระดับ คะแนน 5 ระดับ ทำการแบ่งการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบโครงร้าง ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ

รายการ	$\overline{X}$	S.D.	แปลผล
ด้านโครงสร้าง	4.6	0.63	มากที่สุด
ด้านการใช้งาน	4.7	0.58	มากที่สุด
ด้านคุณภาพ	4.6	0.63	มากที่สุด
รวม	4.63	0.62	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด($\overline{X}$ = 4.63 , S.D.= 0.62) เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่าด้านที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ด้านการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.7, S.D.= 0.58) รองลงมาได้แก่ ด้านโครงสร้าง และด้านคุณภาพ ($\overline{X}$ = 4.6, S.D.= 0.63)

7. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการพัฒนาชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติ พบว่า ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติอยู่ในระดับดีมาก เมื่อนำไปทดสอบกลุ่มตัวอย่างชุดสาธิตมีประสิทธิภาพโดยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นได้ดำเนินการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจนทำให้ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ และเมื่อนำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดสาธิตการควบคุมแบบจำลองการเจาะชิ้นงานอัตโนมัติอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริงและเห็นผลการเรียนรู้เป็นรูปธรรม สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและทบทวนเนื้อหาตามที่ต้องการ[4-5]

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนครั้งนี้

9. เอกสารอ้างอิง

[1]ไกรสร รวยป้อม และคนัย ทองชวัช. (2556, มกราคม-มิถุนายน). เครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติแบบรางเลื่อน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, 6 (1) , 63-69

[2]ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ศึกษาพร

[3] นิคม ถนอมเสียง. (2558). [ออนไลน์]. “การทดสอบสมมุติฐาน (Hypothesis Testing). [สืบค้นวันที่ 20 กรกฎาคม 2564]. จาก https://home.kku.ac.th/nikom/hypothesis_nk_2558.pdf

[4] K. Ungkanawin, "The Development of an Experimental Set and Finding Efficiency the Application Using Microprocessor and Interfacing," Jounral of Education Innovation and Research, vol. 3, no. 2, pp. 117-128, 2018.

[5] S. Pawan, "The Development of Close Loop DC Motor Speed Control Demonstration Set Using Op-amp Circuits," Vocational Education Central Region Journal, vol. 3, no. 1, pp. 25-32, 2019.