

ชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์ Stepping Motor Experimental Kit

เอกนรินทร์ ดวงแก้ว¹ สุริพงษ์ ช่างเกวียน² สมพงษ์ แควส³ มาโนชย์ พวงคำ⁴ สิทธิชัย จันทพิมพะ⁵
Aeknarin Duangkeaw Suripong Changkwian Sompong Kaesa Manod Pongkom Sittichai Chandabimba

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์ 2) ศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์ ขอบเขตของการวิจัยแบ่งออกเป็น ขอบเขตด้านเนื้อหา ได้แก่ชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์สร้างโดยการนำเอาอุปกรณ์ควบคุมสเต็ปมอเตอร์ มาติดตั้งภายในกระป๋องด้านล่างประกอบด้วย Step Motor Driver TB6600 1ตัว Board Arduino 1 ตัว Switching 12 V 5 A 1 ตัว สเต็ปมอเตอร์ 1 ตัว ศึกษาประสิทธิภาพโดยใช้คะแนนจากใบงาน สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ

จากการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์มีความเหมาะสมและความเป็นไปได้ 2) การศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์คะแนนหลังเรียน (E1) ร้อยละ 92.44 และคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ (E2) ร้อยละ 82.62

คำสำคัญ : ระบบควบคุม สเต็ปมอเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ ชุดทดลอง

¹²นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3 จังหวัดพิษณุโลก 65000

³⁴⁵อาจารย์ ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3 จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹²Undergraduate of Division of Electrical technology of Phetchabun Technical College, Northern Vocational Institute 3.

³⁴⁵professor of Division of Electrical technology of Phetchabun Technical College, Northern Vocational Institute 3.

*Corresponding Author, E-mail: Somchay11062544 @gmail.com

Abstract

This research aims to 1) design and construct a stepping motor Trainer set, 2) study the efficiency of the stepping motor experimental kit. The scope of the research is divided into content scope, including the stepping motor experimental kit created by installing the stepping motor control device in the lower bag, consisting of 1 TB6600 Step Motor Driver, 1 Arduino Board, 1 12 V 5 A Switch, 1 Stepping Motor, and study the efficiency using scores from the worksheet. The statistics used in the research are percentage.

The research found that 1) the design and construction of the stepping motor experimental kit is appropriate and feasible. 2) Study the efficiency of the stepping motor experimental kit. Post-learning scores (E1) 92.44 Percentage and achievement scores (E2) 82.62 Percentage

Keywords: Control system, Stepping motor, Microcontroller, Experimental kit

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในเครื่องจักรกลทางอุตสาหกรรมยานยนต์ในระบบขนส่งเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆและเครื่องมือทางการแพทย์ ในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบใช้แปรงถ่านมีข้อเสียคือ การเสียดสีของแปรงถ่านทำให้เกิดความร้อนเกิดการสึกหรอ การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าในการสตาร์ทมอเตอร์และขณะทำงานที่ความเร็วรอบสูงๆความถี่เนื่องจากแปรงถ่านก็จะเพิ่มขึ้นทำให้แรงบิดไม่คงที่ในการบำรุงรักษาจะต้องกำหนดเวลาที่แน่นอนและต้องมีค่าใช้จ่ายจึงมีการพัฒนาและปรับเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านเพราะมีประสิทธิภาพสูงความเร็วรอบสูงให้แรงบิดสูงและกระจายความร้อนในขดลวดสเตเตอร์ได้ดีกว่ามอเตอร์กระแสตรงชนิดมีแปรงถ่านทั่วไป มีอายุการใช้งานที่ยาวนานรวมทั้งมีความเชื่อหรือการต้านทานการหมุนที่ต่ำ และประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแปรงถ่าน เหมาะกับงานที่ต้องการกลไกเคลื่อนที่ความเร็วต่ำ แรงบิดสูง โดยไม่ต้องใช้ระบบเฟืองทดรอบเพิ่มเติม สามารถกำเนิดและรักษาแรงบิดได้ในทันทีที่มอเตอร์ถูกกระตุ้นให้ทำงาน สามารถรักษาสภาวะการหมุนของแกนได้โดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหาย ไม่มีแปรงถ่าน ทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

สเต็ปมิงมอเตอร์ (Stepping Motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับควบคุมการหมุนเพื่อกำหนดตำแหน่งและทิศทางด้วยมุมมองให้กับกลไกการทำงานของเครื่องจักรกลที่ต้องการความแม่นยำสูง เช่น ระบบควบคุมในหุ่นยนต์, เครื่องพิมพ์, สายพานลำเลียงในโรงงาน และอีกมากมาย ซึ่งอาศัยการทำงานจากการใช้สัญญาณไฟฟ้าแบบคลื่นสี่เหลี่ยม (Pulse) ขับมอเตอร์เพื่อให้แกนหมุนแบบไม่ต่อเนื่องแต่จะขับเคลื่อนไปที่ละขั้นโดยสามารถหมุนได้รอบแกน 360 องศา ทำให้กลไกเคลื่อนที่ของแกนหมุน

มีความเร็วต่ำ และรักษาแรงบิดได้ในทันทีโดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหาย ทั้งนี้ก็จะขึ้นอยู่กับโครงสร้างมอเตอร์ของแต่ละตัวด้วย

ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้ทำโครงการชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์ขึ้นมาโดยการนำอุปกรณ์ควบคุมสเต็ปมอเตอร์และขั้วสำหรับเสียบสายต่อวงจรมาติดตั้งภายในกระเปาะอะลูมิเนียมซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมและการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ได้หลากหลายวงจร เช่น การปรับเรื่อรอบ การกลับทิศทางการหมุน และอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาหลักการทำงานและการทดลองต่อวงจรควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ ของช่างประจำหน่วยงานต่างๆ ได้อย่างสะดวกและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์ โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยนำเสนอในลักษณะของการเรียงเรียงเชิงสังเคราะห์ ดังนี้ DC Stepping Motor [1] แผงวงจรควบคุม Arduino [2] สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) [3] จอแสดงผล LCD. [4] ตัวเข้ารหัสแบบหมุน (Rotary Encoder) [5] สเต็ปมอเตอร์ไดรเวอร์ (Step Motor Driver). [6] สวิตช์ปุ่มกด (Push button Switch) [7] และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

ประภาส แก้วพิทักษ์ (2561) [8] ได้ทำการศึกษา(เครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรง)วิจัยเกี่ยวกับการทำงานและการควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องจากเครื่องจักรกลไฟฟ้าดังกล่าวสามารถทำงานได้ทั้งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในเครื่องเดียวกัน ผู้วิจัยจึงนำหลักการดังกล่าวมาจัดสร้างอุปกรณ์ที่สามารถคืนพลังงานให้แก่จักรยานไฟฟ้า ซึ่งโดยส่วนของระบบควบคุมการทำงานจะแบ่งออกเป็นสองระบบ คือระบบจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ให้แก่มอเตอร์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนจักรยานไฟฟ้าและระบบคืนพลังงานโดยการประจุแบตเตอรี่เพิ่มจากการปั่นด้วยเท้าและการเบรกจากผลการทดสอบจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถวิ่งได้ความเร็วสูงสุด 22.28 กิโลเมตร/ชั่วโมง และการประจุแบตเตอรี่เพิ่มจากการปั่นด้วยเท้าจะได้ปริมาณพลังงานมากกว่าการประจุแบตเตอรี่โดยใช้การเบรก

สุริยา ศรีวิเศษ (2562) [9] ได้ศึกษาข้อมูล Arduino (อาดูอินโน) มาจากภาษาอิตาลี เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR ที่ถูกพัฒนาเป็นแบบโอเพ่นซอร์ส (Open Source) ซึ่งผู้ผลิตเปิดเผยข้อมูลทั้งฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ถูกออกแบบขึ้นมา เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ซึ่ง

ผู้ใช้งาน สามารถดัดแปลง พัฒนาต่อยอดฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟต์แวร์ (Software) ได้อีกด้วย Arduino นำมาใช้งานเช่นเดียวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดย การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานตามต้องการ ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Arduino ในชีวิตประจำวัน เช่น ควบคุมการเปิด/ปิดไฟในบ้านอัตโนมัติ, วงจรวัดค่าอุณหภูมิ, ควบคุมการรดน้ำต้นไม้ อัตโนมัติควบคุมการเปิด/ปิดประตูอัตโนมัติควบคุมเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ หรือควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ เป็นต้น

ชนะชัย คณะวาปี (2562) [10] ได้ศึกษาควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ตัวควบคุมพีไอ โดยทำการออกแบบตัวควบคุมพีไอบนพื้นฐานการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุม เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการฟุ้งเกินในระบบควบคุมวงรอบปิดที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่ออินพุตเป็นฟังก์ชันขั้นบันได ระบบที่นำเสนอประกอบด้วย ตัวควบคุมพีไอ วงจรเอชทูดีซีคอนเวอร์เตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดกระตุ้นแยกฟิวด์ 1.1 kW, 220 V, 6.5 A, 3,000 rpm ตัววัดความเร็วรอบ โดยใช้แสง วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดัน และวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล จากการออกแบบค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอ และการคำนวณหาพารามิเตอร์ของมอเตอร์จากแบบจำลอง ทาคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และทำการทดสอบระบบที่นำเสนอ พบว่ากรณีที่ปรับค่าอัตราการขยายของตัวควบคุมพีไ้น้อยมาก ผลตอบสนองจะไม่เกิดการฟุ้งเกินแต่เกิดค่าความคลาดเคลื่อนที่สภาวะคงตัว ส่วนกรณีปรับค่าอัตราการขยายของตัวควบคุมพีไอที่มีค่ามากๆ ผลตอบสนองจะเกิดการออสซิลเลต ซึ่งเมื่อเพิ่มตัวควบคุมไอเข้าไปในระบบจะทำให้มีเสถียรภาพที่ดีได้ผลใกล้เคียงกับค่าคาดการณ์ไว้

สำเร็จ เต็มราม (2563) [11] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านซึ่งเป็นมอเตอร์ความเร็วสูงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม ในส่วนขยายความเร็วและแรงบิดในย่านการทำงานกำลังไฟฟ้าคงที่ด้วยหลักการชดเชยมุมเฟสก้าวหน้าระหว่างกระแสขาเข้ากับแรงดันต้านกลับของมอเตอร์ โดยศึกษาผลการตอบสนองของด้านความเร็วและแรงบิด มอเตอร์ขณะมีการชดเชยมุมเฟสที่ค่าต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด งานวิจัยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ในส่วนแรกเป็นการสร้างแบบจำลองของมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink เพื่อศึกษาพฤติกรรมความเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ทั้งขณะไม่มีการชดเชยมุมเฟส และขณะมีการชดเชยมุมเฟสก้าวหน้าที่ค่าต่างๆ ส่วนที่สองเป็นการประยุกต์ใช้บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิทัลรุ่น dsPIC30F2010 ในการควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านขนาดฟิวด์กำลังไฟฟ้า 500 วัตต์ แรงดัน 48VDC พร้อมทั้งแสดงผลการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Graphic User Interface เพื่อนำผลที่ได้จากชุดทดสอบเชิงปฏิบัติเปรียบเทียบกับผลที่ได้กับผลที่ได้จากแบบจำลอง ผลที่ได้จากชุดทดสอบการควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไร้แปรงถ่านเชิงปฏิบัติพบว่า เมื่อโหลดมีฟิวด์ที่ 0.28 นิวตัน-เมตร และมอเตอร์จะความเร็วที่ 300 รอบ/นาที เมื่อไม่มีการชดเชยมุมเฟส และเมื่อมีการปรับค่ามุมเฟสก้าวหน้าเป็น 5, 10 และ 15 มอเตอร์จะมีความเร็วที่ 412, 442 และ 451 รอบ/นาที ตามลำดับ

วิธีดำเนินการ

การสร้างชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง/กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาเทคโนโลยีบัณฑิต ชั้นปีที่1 จำนวน 20 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์

2.2 เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบบันทึกข้อมูล / แบบสังเกต

2.2.2 แบบใบงานผู้ใช้ที่มีต่อชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์ จำนวน 3 ใบงาน

3. ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์

3.1 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1.1 ศึกษาบริบทของกลุ่มนักศึกษา สรรวจ และวิเคราะห์ความต้องการเครื่องมือและอุปกรณ์ของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.2 ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในอดีตผ่านมาถึงปัจจุบันที่มีอยู่ในสถานศึกษา

3.1.3 วิเคราะห์องค์ความรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาบูรณาการใช้พัฒนาเครื่องมือหรือสร้างเครื่องมือใหม่ที่คาดว่าจะมีประสิทธิภาพที่สูงกว่าของเดิม

3.1.4 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ และการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

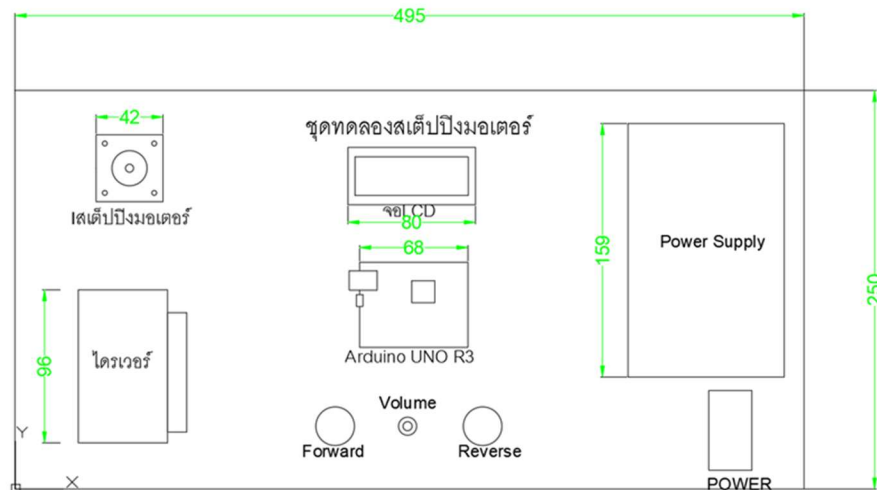
3.1.5 ศึกษาผลงานประดิษฐ์คิดค้นที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์ของเราจากเอกสาร ตำรา และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของเว็บไซต์ของกรมทรัพย์สินทางปัญญาเรื่องสิทธิบัตร

3.1.6 ดำเนินการออกแบบชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์ให้มีรูปแบบเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

3.1.7 นำร่างรูปแบบชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

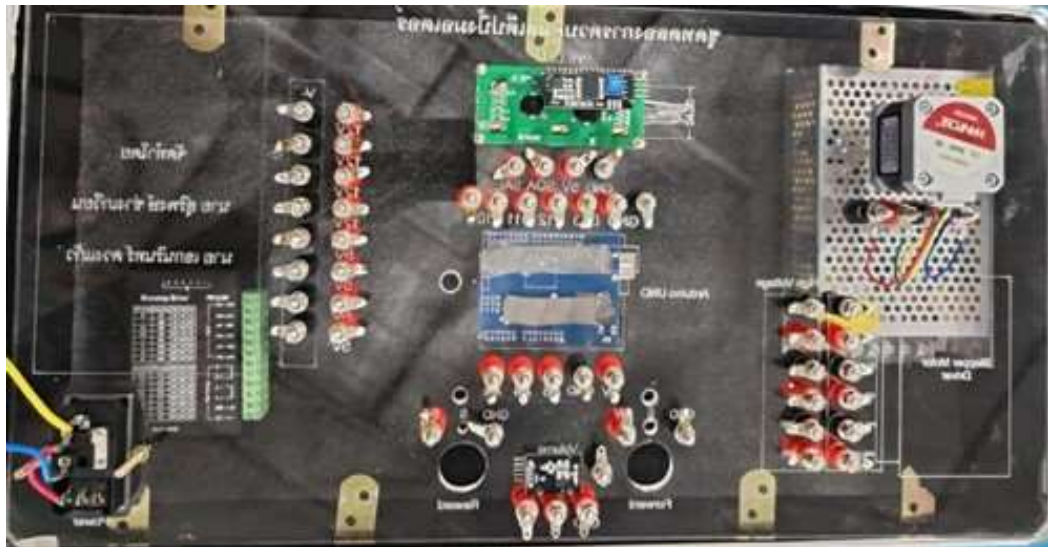
3.2.1 ทำการออกแบบร่าง จุติวางอุปกรณ์ และระบบการทำงานของ ชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์



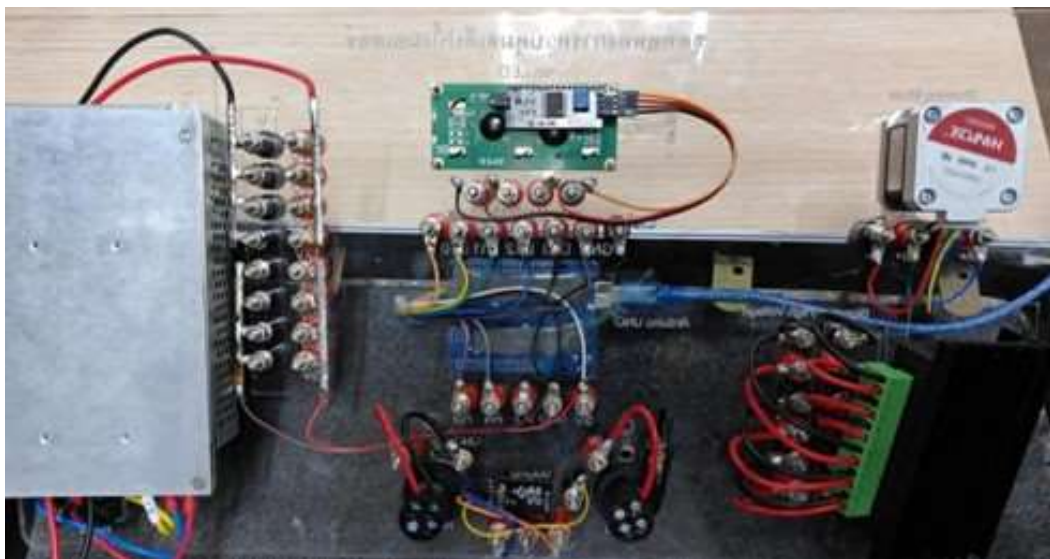
3.2.2 ทำการเจาะรูบนแผ่นอะคริลิกใส่ชุดทดลองสเต็ปปีงมอเตอร์ ตามที่ออกแบบไว้



3.2.3 ติดตั้งบานาน่าแจ็คตัวเมียกับรูบนแผ่นอะคริลิกใสตามที่ย่อแบบไว้



3.2.4 ต่อสายไฟจากขั้วต่ออุปกรณ์เข้ากับบานาน่าแจ็คตัวเมียชุดทดลองสแต็ปมอเตอร์



3.3 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลองสแต็ปมอเตอร์โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สร้าง

- 1.DC Stepping Motor
- 2.Arduino
- 3.สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)
- 4.สแต็ปมอเตอร์ไดร์เวอร์ (Driver Shield stepping)
- 5.จอแสดงผล LCD
6. 6.ตัวเข้ารหัสแบบหมุน (Rotary Encoder)
- 7.สวิตช์ปุ่มกด (Push button Switch)

4.ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

การหาประสิทธิภาพแบบ(80/80) ตัวเลขชุดแรกคือ ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของคะแนนผู้ทำแบบฝึกหัดถูกต้องถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และตัวเลขชุดหลังคือ ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของคะแนนที่ผู้ทำแบบทดสอบถูกต้องโดยถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์เมื่อทำ การวิเคราะห์จะพบว่า ตัวเลขชุดแรกคือร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของคะแนนผู้ทำ แบบฝึกหัดแต่ละคนทำคะแนนได้นั้นหมายถึงต้องมีแบบฝึกหัด มีคะแนนเต็มของแบบฝึกหัด และมีคะแนนแบบฝึกหัดที่ทำได้สำหรับตัวเลขชุดหลัง จะพบว่าเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ของคะแนนแบบทดสอบ หมายถึง ต้องมีแบบทดสอบ คะแนนเต็มของแบบทดสอบ และคะแนนที่ผู้ทำแบบทดสอบแต่ละคนทำได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำเป็ดังกล่าวข้างต้น นำมาสร้างเป็นตัวอย่างชุดข้อมูล หรือ Data Set

เมื่อนำข้อมูลมาจัดกระทำตาราง และคำนวณร้อยละของคะแนนแบบฝึกหัดและคะแนนแบบทดสอบของผู้เข้าทดลองใช้แต่ละคนแล้วได้ข้อมูลตาม เมื่อนำไปทดลองใช้ควรมีจำนวนผู้เข้าทดลองใช้ชุดทดลองหรือผู้เรียน ไม่น้อยกว่า 30 คน จึงจะเป็นที่น่าเชื่อถือได้ประสิทธิภาพของชุดทดลองนี้แบบนี้ไม่ควรต่ำกว่า 80/80 หรือ $KW \# 1 \geq 80/80$ จึงจะถือว่า มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับได้

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- 5.1 ค่าเฉลี่ย
- 5.2 ค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

ผลการสร้างชุดทดลองสเต็มปี้งมอเตอร์ปรากฏผลตามลำดับชั้น ดังนี้

ตอนที่ 1. ผลการออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็มปีงมอเตอร์

ตอนที่ 2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองสแต็ปปั๊มมอเตอร์

ตอนที่ 1 ผลการออกแบบและสร้างชุดทดลองสเต็มปี้งมอเตอร์



ชุดทดลองสเต็มปี้งมอเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์

ตารางที่ 1 ใบงานที่ 1 วงจรทดลองการทำงานของชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด	
	คะแนนหลังเรียน(20)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์(20)
	E1	E2
1	18	15
2	19	16
3	18	15
4	19	17
5	19	18
6	20	16
7	18	18
8	17	16
9	19	16
10	20	17
11	19	15
12	18	17
13	17	18
14	16	16
15	18	17
16	16	18
17	19	16
18	18	15
19	20	18
20	19	19
รวม(1ใบงาน/คน)	367	333
$\bar{x}$	18.35	16.65
ร้อยละ	91.75	83.25

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์ซึ่งได้ทำการทดสอบพบว่า ความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับ เหมาะสม

ตารางที่ 2 ใบงานที่ 2 ทดลองการกลับทางหมุนของสแต็ปปั๊มมอเตอร์ด้วยปุ่มกด

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด	
	คะแนนหลังเรียน(30)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์(30)
	E1	E2
1	29	24
2	28	24
3	29	26
4	27	25
5	30	27
6	26	23
7	27	23
8	27	24
9	29	24
10	25	22
11	27	26
12	28	25
13	28	26
14	27	25
15	30	27
16	26	23
17	29	26
18	30	27
19	29	25
20	29	26
รวม(1ใบงาน/คน)	560	498
$\bar{X}$	28	24.9
ร้อยละ	93.33	83

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองการกลับทางหมุนของสแต็ปปั๊มมอเตอร์ด้วยปุ่มกด ซึ่งได้ทำการทดสอบพบว่า ความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อชุดทดลองสแต็ปปั๊มมอเตอร์ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับเหมาะสม

ตารางที่ 3 ใบงานที่ 3 ทดลองการปรับความเร็วและทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด	
	คะแนนหลังเรียน(30)	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์(30)
	E1	E2
1	28	23
2	27	24
3	29	25
4	26	24
5	30	27
6	28	24
7	27	24
8	26	22
9	29	26
10	26	23
11	27	24
12	27	25
13	28	26
14	27	25
15	30	26
16	27	23
17	25	22
18	30	27
19	28	26
20	27	25
รวม(1ใบงาน/คน)	552	491
$\bar{x}$	27.6	24.55
ร้อยละ	92	81.33

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองการปรับความเร็วและทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ ซึ่งได้ทำการทดสอบพบว่า ความคิดเห็นของผู้ให้ข้อมูลที่มีต่อชุดทดลองสเต็ปมอเตอร์ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับ เหมาะสม

ตารางที่ 4 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์ด้วยใบงาน 3 ใบงานได้ดังนี้

ใบงานที่	คะแนนหลังเรียน	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์
	E1	E2
ใบงานที่ 1 (20 คะแนน)	18.35	16.65
ใบงานที่ 2 (30 คะแนน)	28	24.9
ใบงานที่ 3 (30 คะแนน)	27.6	24.55
ร้อยละ	92.44	82.62

จากตารางที่ 4 ผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์ซึ่งได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์พบว่า ชุดพัฒนาชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์ด้านประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

การสร้างชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์พบว่ามีประสิทธิภาพตามที่กำหนด ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยได้ศึกษาความต้องการเครื่องมือและอุปกรณ์ของกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษาพบว่า เครื่องมือในอดีตที่ผ่านมาถึงปัจจุบันในสถานศึกษานั้นสามารถพัฒนาและต่อยอดได้อีก นอกจากนั้นยังได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการสร้างและเครื่องมือที่ใช้ อีกทั้งยังได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบสื่อและเครื่องมือ จำนวนหลายท่าน แล้วปรับปรุงแก้ไขจนได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้เป็นการสอนให้กับนักศึกษา และสามารถต่อยอดเพื่อใช้ในทางอาชีพในอนาคตได้

การที่ประสิทธิภาพของชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์นี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ทั้งนี้เป็นเพราะการสร้างและพัฒนาชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์ดังกล่าว ผ่านกระบวนการพัฒนาที่เป็นระบบตามขั้นตอน กล่าวคือผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะสร้างและพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพสามารถพัฒนาอาชีพของประชาชน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 จากผลการวิจัยพบว่าชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์นี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย พบว่าชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์สามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปมากกว่านี้และนำไปลองใช้กับหน่วยงานอื่นๆเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

1.2 ชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์เป็นเครื่องมือที่ผ่านการทดสอบ และหาประสิทธิภาพมาแล้ว เหมาะสมกับการนำไปใช้ในสถานศึกษาและหน่วยงานที่มีลักษณะการทำงานใกล้เคียงกัน

2 ข้อเสนอแนะด้านการวิจัยและพัฒนาครั้งต่อไป

- 2.1 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์ในระยะยาว
- 2.2 นำชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์นี้ไปทดลองใช้กับสถานที่อื่นหรือหน่วยงานอื่น
- 2.3 พัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาจเพิ่มอุปกรณ์หรือฟังก์ชันอื่นๆเข้าไปในชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์นี้
- 5.4.2.4 เพิ่มหรือปรับปรุงแบบฝึกหัดที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองสเต็ปป์มอเตอร์นี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหรือDC Motor แหล่งที่มา :<https://www.prd.go.th/th/file/>
- [2] สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR) แหล่งที่มา :
http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/15-stepper_motor.pdf
- [3] DC Stepping Motor แหล่งที่มา :
https://th.misumiec.com/th/pr/recommend_category/stepping_motors/
- [4] Arduino แหล่งที่มา : <https://sites.google.com/site/mikhorkhxnthorllexr>
- [5] สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) แหล่งที่มา :
https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator/
- [6] จอแสดงผล LCD แหล่งที่มา : <https://www.spmicrotech.com/wp-content/uploads/>
- [7] ตัวเข้ารหัสแบบหมุน (Rotary Encoder) แหล่งที่มา
<https://www.allaboutcircuits.com/projects/>
- [8] สเต็ปมอเตอร์ไดร์เวอร์ TB6600 แหล่งที่มา :
<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1759229/DFROBOT/TB6600.html>
- [9] สวิตช์ปุ่มกด (Push button Switch) แหล่งที่มา:<https://mall.factomart.com/>
- [10] ประภาส แก้วพิทักษ์ (2561) การทำงานและการควบคุมเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรง
แหล่งที่มา : <http://www.eresearch.rbru.ac.th/pdf-uploads/thesis-1528-file>
- [11] สุริยา ศรีวิเศษ (2562) ได้ศึกษาข้อมูล Arduino (อาดุยีน) แหล่งที่มา :
<https://www.google.com/search?q=arduino+uno+smd&tbm>
- [12] ชนะชัย คณะวาปี (2562) ได้ศึกษาควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ตัวควบคุมพีไอ แหล่งที่มา : [https://e-research.siam.edu/](https://e-research.siam.edu/file:///C:/Users/ACER/Downloads/Nonthawath%20Kanchaita%20(8).pdf)
[file:///C:/Users/ACER/Downloads/Nonthawath%20Kanchaita%20\(8\).pdf](file:///C:/Users/ACER/Downloads/Nonthawath%20Kanchaita%20(8).pdf)
- [13] สำเริง เต็มราม (2563) การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงไร้แปรงถ่านในย่านกำลังไฟฟ้าคงที่ด้วยหลักการชดเชยมุมเฟสก้าวหน้าด้วยการประยุกต์ใช้บอร์ดประมวลผลสัญญาณดิจิทัล
แหล่งที่มา : <http://www.repository.rmutt.ac.th>