การพัฒนาชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

The development of an experimental electronic rectifier kit of vocational certificate students in electrical power department, Hatyai Technical Colleage.

กิตตินันท์ จันทร์แป้น[1], ณัฐกา นาเลื่อน[2] และฐานันท์ ตั้งรุจิกุล[2*]

Kittinan Janpan[1], Nuttaka Naluan[2] and Thanan Tangrujikul[2*]

[1] นักศึกษา, หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู, คณะศึกษาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

[1] Graduate student, Graduate Diploma Program in Teaching Profession, Faculty of Education and Liberal Arts, Hatyai University.

[2] อาจารย์, สาขาวิชาการประถมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยหาดใหญ่

[2] Academic, Department of Elementary Educational, Faculty of Education and Liberal Arts, Hatyai University.

[*]**Corresponding author, E-mail:** thanan@hu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 3) ศึกษาความพึงพอใจในการทดลองใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยเป็นนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 19 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจับฉลากเลือกห้อง เวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 คาบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 20 ข้อ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งาน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่า t-test แบบ pair sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสพบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการจากแบบทดสอบระหว่างเรียน E_1 เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน E_2 เท่ากับ 80.50 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่ใช้ชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การพัฒนาชุดทดลอง, วงจรเรียงกระแส, อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

Abstract

This research aimed to 1) constructs and find the efficiency of a preliminary electronic rectifier experimental kit. 2) compare the students' learning achievement before and after class with the preliminary electronic rectifier experiment kit. 3) study satisfaction of testing the use of an introductory electronic rectifier kit. The samples used in this research were 19 students of Vocational Diploma of the Electrical Power Department, Semester 1, and Academic Year 2020, using a random sampling method. The time it took for the test 5 periods. The research instruments consisted of 1) a preliminary electronic rectifier experiment set, 2) 20 items of the learning achievement test, 3) a satisfaction questionnaire for use. Data analysis was done using mean statistics, standard deviation and pair sample t-test.

The results of the research were as follows:

1. The efficiency of the rectifier experiments was found that the process efficiency from the test during class E_1 was 81.30 and the results from the post-test E_2 was 80.50, which achieved the efficiency through the specified criteria of 80:80.

2. The comparison of academic achievement using an introductory electronic rectifier experiment set was found that after the study was having the significance level of .01.

3. The satisfaction of the users of the preliminary electronic rectifier experiment was found to have overall satisfaction at the highest level.

Keywords: Development of experimental kits, Rectifiers, Elementary electronics

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์และอิเล็กทรอนิกส์ได้มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตอย่างมากโดยเป็นส่วนประกอบสำคัญในการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องเสียง โทรทัศน์ เครื่องมือวัด เครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น สำหรับการเรียนในระดับอาชีวศึกษานั้นได้ให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งได้กำหนดเป็นเป้าหมายหลักและส่งเสริมการสร้างทักษะวิชาชีพด้วยการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริง เพื่อผลิตกำลังคนตั้งแต่ระดับกึ่งฝีมือ ระดับเทคนิค ระดับเทคโนโลยี ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและความต้องการของตลาดแรงงาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ. 2542) การเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 โดยทั่วไปพบว่าการเรียนในชั้นเรียนยังคงเน้นในด้านการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัวเท่านั้นทำให้ผู้เรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เท่าที่ควรและยังพบปัญหาที่สำคัญว่านักเรียนสำเร็จการศึกษามาจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ส่วนใหญ่ไม่มีพื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาก่อนจึงทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ช้ากว่าและมีปัญหาความไม่เข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบกับชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาทั่วไปมีราคาสูงตั้งแต่ราคาหลักหมื่นบาทไปจนถึงหลักแสนบาททำให้ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้คิดที่จะพัฒนาชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนทางด้านปฏิบัติ ซึ่งในด้านปฏิบัติจำเป็นต้องอาศัยสื่อการสอนเพื่อใช้ฝึกทักษะการเรียนรู้ ซึ่งในการจัดประสบการณ์ในชั้นเรียนและการใช้สื่อการเรียนการสอนจะทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนช่วยให้เกิดความสมบูรณ์และเน้นสร้างความรู้ความเข้าใจเรื่องอุปกรณ์ หน้าที่ของอุปกรณ์ การประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่าง ๆ ที่ถือว่าเป็นพื้นฐานในงานอิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้งเป็นการพัฒนาชุดทดลองที่มีราคาถูกกว่าแต่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการทดลองใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

สมมติฐานของการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นหลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด

การสร้างชุดทดลอง

มนต์ชัย เทียนทอง (2530) ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุดทดลองที่มีต่อกระบวนการเรียนการสอนว่าชุดทดลองเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎสูตรหรือทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้วหรือใช้เพื่อทดลองหาความสัมพันธ์สร้างเกณฑ์ขึ้นใหม่โดยแสดงผลให้เห็นจริงได้ปัจจุบันได้มีการใช้ชุดทดลองในลักษณะของการสาทิตหน้าชั้นเรียนหรือเป็นชุดฝึกสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคลกันแพร่หลายโดยเฉพาะการเรียนการสอนวิชาประลอง (Laboratory) เนื่องจากผู้สอนได้เล็งเห็นประโยชน์ที่แท้จริงของชุดทดลองที่มีต่อการเรียนการสอนว่าทำให้การเรียนรู้เห็นจริงได้นอกจากนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนค่อนข้างสูงด้วย

ฝ่ายสื่อการเรียนการสอนสำนักพัฒนาเทคนิคศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2534) กล่าวถึงรูปแบบของชุดทดลองไว้ในคู่มือปฏิบัติงานเรื่องการออกแบบและสร้างต้นแบบชุดทดลองและชุดสาธิตไว้ว่าการออกแบบชุดทดลองสามารถทำได้หลายลักษณะ เช่น แผงทดลอง (Experimental Panels) โมดุลเสียบ (Plug-in Modules) และอุปกรณ์เสียบ (Plug-in Components)

1. แผงทดลอง (Experimental Panels) เป็นชุดที่ใช้สอนหรือฝึกในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะอาจเป็นชุดที่ติดตั้งอยู่บนโต๊ะหรือแขวนอยู่บนฝาหรือตั้งบนพื้นหน้าห้องเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทั้งห้องสามารถมองเห็นได้แผงทดลองทำด้วยแผ่นพลาสติกหรือเบกาไลต์ที่มีความหนา 5 มม. สูง 297 มม. กว้าง 130 มม. หรือมากกว่าด้านหลังมีฝาปิดแผงทดลองที่ต้องการความแข็งแรงเช่นการควบคุมนิวเมติกอาจทำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมอุปกรณ์จะยึดติดกับแผ่นด้านหลังหรือฝังอยู่ด้านหลังการต่อวงจรไฟฟ้าจะใช้ปลั๊กนิรภัย (Safety Sockets) ขนาด 4 มม. หรือ 2 มม. ยึดติดด้านหน้าแผ่นสัญลักษณ์และคำอธิบายจะพิมพ์บนด้านบนด้านหน้าแผ่นและไม่สามารถลบออกได้

2. โมดุลเสียบ (Plug-in Modules) เป็นชุดอุปกรณ์ที่ต่อกันเป็นชุดหรือวงจรสำเร็จรูปประกอบอยู่ในกล่องหรือกระเป๋าสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยมือเวลาใช้งานจะถอดฝาออกภายในฝาเป็นที่เก็บอุปกรณ์สำหรับทดลองด้านล่างของกล่องโมดุล มีขาเสียบขนาด 4 มม. ที่สามารถเสียบลงบนแผ่นกริด (Grid Pattern) ที่มีระยะห่างระหว่างช่องเสียบ 19 มม. ได้โมดุลทำด้วยพลาสติกหรืออลูมิเนียมโดยพิมพ์สัญลักษณ์ของวงจรได้ด้านบนกล่อง

3. อุปกรณ์เสียบ (Plug-in Components) มีความเป็นไปได้ที่การทดลองจำเป็นจะต้องมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ทดลองทีละตัวเช่น ตัวต้านทาน คาปาซิสเตอร์ เพื่อให้ง่ายและสะดวกรวดเร็วในการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์จึงประกอบไว้ในกล่องพลาสติกใสที่มีขาเสียบขนาด 4 มม. การออกแบบสร้างชุดทดลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเป็นสิ่งยุ่งยากและค่อนข้างละเอียด

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

สิริไฉไล ทรงเที่ยง (2541) ได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองไว้ดังนี้

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองหมายถึงการนำชุดทดลองไปทดลองใช้ (Try Out)

เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปสอนจริงนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองมีผู้นิยมใช้ทั่วไป คือ เกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หรือเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

Espich and Williams (1967) กล่าวว่าเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 หมายถึงการที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90 แต่ไม่ได้เป็นเครื่องชี้ว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้จะต้องดูความสำเร็จของนักเรียนที่สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้เป็นส่วนมากโดยถือว่าร้อยละ 90 อาจจะเป็นตัวแทนที่ดีของนักเรียนส่วนมากทั้งนี้มิได้หมายความว่าบทเรียนที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเพียงร้อยละ 85 เป็นบทเรียนที่ไม่ดีและเชื่อถือไม่ได้และบทเรียนที่นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องร้อยละ 100 เป็นบทเรียนที่ดีมิได้ถ้านักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ค่อยได้

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2546) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อนิยมตั้งไว้ 90/90 สำ หรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ความจำและถ้าเนื้อหาวิชาเป็นทักษะหรือเจตคติจะตั้งเกณฑ์ไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80

มนต์ชัย เทียนทอง (2545) ประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบหลังบทเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ การหาประสิทธิภาพของบทเรียนจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นก่อน โดยทั่วไปจะใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากแบบฝึกหัดหรือคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบแล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปของ Event1/Event2 โดยเขียน ย่อเป็น E1/E2

E_1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของการทำแบบฝึกหัด

E_2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ข้อพิจารณาในการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียนสามารถกำหนดได้ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับเด็กเล็กควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 95-100

2. บทเรียนที่เป็นเนื้อหาวิชาทฤษฎี หลักการ แนวคิดและเนื้อหาพื้นฐานสำหรับวิชาอื่น ๆ ควรกำหนดไว้ร้อยละ 90-95

3. บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชายากและซับซ้อนต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษามากกว่าปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 85-90

4. บทเรียนวิชาปฏิบัติ วิชาประลองหรือวิชาทฤษฎีกึ่งปฏิบัติควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85

5. บทเรียนสำหรับบุคคลโดยทั่วไปไม่ระบุกลุ่มเป้าหมายที่แน่นอนควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85

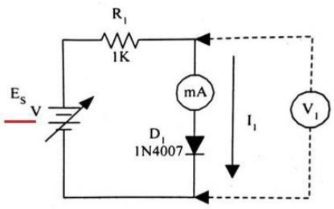
การหาประสิทธิภาพของบทเรียน สรุปได้ว่าโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะมักจะกำหนดต่ำกว่านี้ เช่น 70/70 หรือ 75/75 ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนจึงมีค่าเท่ากับ E_1/E_2 เช่น 84/82 ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ว่า บทเรียนมีความสามารถในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84 และสามารถทำแบบทดสอบหลังบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 82 แสดงว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์

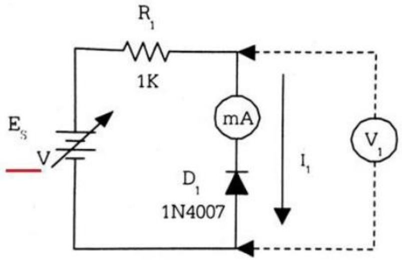
ไดโอด (Diode) ไดโอดเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งทำจากสารกึ่งตัวนาประเภทพีและสารกึ่งตัวนำประเภทเอ็น โดยด้าน พีเป็นแอโนด (ANODE) ด้านเอ็นเป็นแคโทด (CATHODE) ดังนั้นไดโอดจึงมีขาใช้งาน 2 ขา คือ แอโนด ใช้ตัวย่อว่า A และแคโทด ใช้ตัวย่อว่า K การทำงานของไดโอด จะทำงานได้ต้องต่อแรงดันไฟให้กับขาของไดโอด การต่อแรงดันไฟให้กับไดโอด เรียกว่า การให้ไบแอส (BIAS) การให้ไบแอสแก่ไดโอดมีอยู่ 2 วิธีคือ (สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว, 2548)

1. การให้ไบอัสตรงหรือเรียกว่า ฟอร์เวิร์ดไบอัส (FORWARD BIAS) การให้ไบอัสแบบนี้คือ ต่อขั้วบวกของแรงดันไฟตรงเข้ากับสารกึ่งตัวนาประเภทพีและต่อขั้วลบของแรงดันไฟตรงเข้ากับสารกึ่งตัวนำลักษณะวงจรดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 วงจรไบอัสตรง

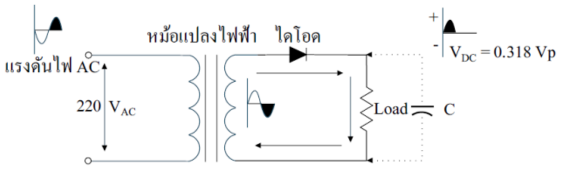
2. การให้ไบอัสแบบกลับหรือเรียกว่า รีเวิอสไบอัส (REVERSE BIAS) การให้ไบแอสแบบนี้คือต่อขั้วบวกของแรงดันไฟตรงเข้ากับสารกึ่งตัวนำประเภทเอ็นและต่อขั้วลบเข้ากับสารกึ่งตัวนำประเภทพีลักษณะวงจรดังภาพประกอบที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 วงจรไบอัสกลับ

วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น(Half Wave Rectifier)

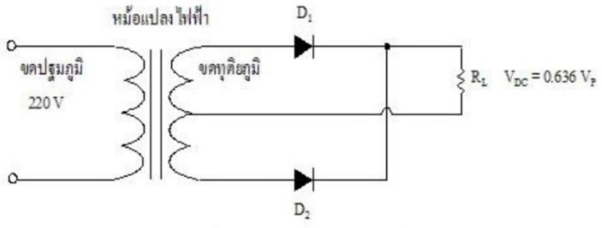
วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น เป็นวงที่ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง (AC to DC) โดยใช้ไดโอดเพียงตัวเดียว อาศัยคุณสมบัติของไดโอดตรงที่สามารถนำกระแสได้ทางเดียว แรงดันเอาต์พุตที่ได้มีลักษณะเป็นพัลส์ที่ยังไม่เรียบ แรงดันนี้จะยังไม่สามารถนำไปใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ จะต้องผ่านการกรองให้เรียบก่อนแรงดันเอาต์พุตที่ได้เมื่อเทียบกับแรงดันอินพุตยังมีประสิทธิภาพต่ำ ดังภาพประกอบที่ 3



ภาพประกอบที่ 3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น(Full Wave Rectifier)

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น จะใช้ไดโอด 2 ตัวในการเรียงกระแสโดยใช้หม้อแปลงแบบมีแทปกลางเป็นตัวแบ่งเฟสให้ไดโอด โดยไดโอดจะนำกระแสครั้งละตัวในแต่ละครึ่งของไฟสลับที่เข้ามาทำให้ได้แรงดันที่เอาต์พุตตลอดช่วงของแรงดันไฟสลับที่เข้ามา วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นมีสองแบบ คือ แบบที่ใช้หม้อแปลงมีแทปกลางร่วมกับไดโอด 2 ตัว และแบบที่มีไดโอดบริดจ์ 4 ตัวและหม้อแปลงไม่จำเป็นต้องมีแทปกลางก็ได้ แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะสูงขึ้นกว่าแบบเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเป็นสองเท่า ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบที่ 4 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นบวกแบบไดโอด 2 ตัว

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2563 จำนวน 60 คน
2. กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ โดยใช้วิธีจับฉลากเลือกห้องและเลือกใช้แบบเจาะจง จำนวน 19 คน
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

1) ชุดทดลองวงจรเรียงกระแสวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ

3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของกลุ่มตัวอย่างเป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการทดลองการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest-Posttest Design) (Cambell and Stanley,1963)

ตารางที่ 1แสดงแผนภาพแผนการทดลอง

กลุ่มทดลอง	สอบก่อนเรียน	สิ่งทดลอง	สอบหลังเรียน
E	O1	X	O2

X คือ การทดลอง

O1 คือ การทดสอบก่อนเรียน

O2 คือ การทดสอบหลังเรียน

ซึ่งผู้ศึกษาได้ทำการทดลองโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ปฐมนิเทศนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนการสอนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2) ให้นักเรียนเรียนด้วยชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ประดิษฐ์ขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 19 คนโดยใช้เวลาเรียน 5 คาบ เก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2563 – 15 กรกฎาคม 2563

3) ทำการเก็บคะแนนจากกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดทดลองวงจรเรียงกระแส

4) เมื่อดำเนินการทดลองครบทั้ง 5 คาบผู้วิจัยทำการวัดโดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5) นำผลคะแนนการประเมินหลังการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปเปรียบเทียบและทำการวิเคราะห์ข้อมูล

6) นำแบบสอบถามความพึงพอใจให้นักเรียนเรียนทำการประเมินความพึงพอใจ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการ: ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1: E_2)

2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test แบบ pair sample t-test

ผลการวิจัย

1) ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
ระหว่างการใช้ชุดทดลอง	20	16.26	81.30
หลังการใช้ชุดทดลอง	20	16.10	80.50

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการจากแบบทดสอบระหว่างเรียน E_1 เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน E_2 เท่ากับ 80.50 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80

2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	Sig
ก่อนเรียน	19	6.73	3.28	16.76	18	0.000 **
หลังเรียน	19	16.10	4.19			

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนใช้ชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 6.73 ส่วนหลังเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ย 16.10 เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่ใช้ชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง (n=19)

ลำดับ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปรผล
1	ประสิทธิภาพในการใช้งานได้จริง	4.79	0.41	มากที่สุด
2	ประโยชน์ในการอำนวยความสะดวก	4.58	0.61	มากที่สุด
3	รูปร่าง ขนาด น้ำหนัก เหมาะสม	4.75	0.45	มากที่สุด
4	ใช้เป็นสื่อในการทดลองได้เหมาะสม	4.58	0.61	มากที่สุด
5	ราคาประหยัด คุ้มค่า	4.84	0.37	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.71	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่าทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ภาพประกอบที่ 5 กิจกรรมการเรียนในการทดลองวงจร

สรุปและอภิปรายผล

1. ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการจากแบบทดสอบระหว่างเรียน E_1 เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน E_2 เท่ากับ 80.50 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80 เป็นเพราะว่าชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เน้นการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสามารถปฏิบัติงานง่าย ไม่ซับซ้อน ผู้ใช้สามารถเข้าใจและเห็นผลลัพธ์ของวงจรได้อย่างชัดเจนทำให้เกิดความสนใจสนุกในการเรียนรู้เหมาะสำหรับนำมาใช้เป็นสื่อการสอน ทบทวนความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นได้อย่างดี สอดคล้องกับเฉลิมศักดิ์ ด้วงงาม ผดุงชัย ภู่พัฒน์และธนินทร์ รัตนโอฬารได้การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรสาขางานยานยนต์ ผลการทดลองพบว่าชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E_1 : E_2 = 72.22 : 80.46$

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่ใช้ชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นั่นแสดงว่า การเรียนด้วยชุดทดลองนี้ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มสูงขึ้น เป็นเพราะการใช้ชุดทดลองนี้ สามารถสร้างความรู้ทักษะและความเข้าใจได้ง่ายกว่าการเรียนแบบแยกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นทีละตัว สำหรับการปฏิบัติงานในวงจรที่กำหนดในชุดทดลองจะช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจวงจรประยุกต์ใช้งานเบื้องต้นได้อย่างชัดเจน เช่น การไบอัสตรง ไบอัสกลับ วงจรเรียงกระแสครึ่งคลื่นบวก ลบ วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นบวก ลบ วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล (2555) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนพบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่าทุกข้อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เพราะสามารถทดลองแล้วสร้างความรู้ความเข้าใจได้มากขึ้น ชุดทดลองเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมทักษะเกี่ยวกับการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ชุดทดลองช่วยพัฒนาทักษะการใช้งานและชุดทดลองยังเป็นสิ่งเร้าใจให้ผู้เรียนสนใจอยากฝึกทักษะการต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้เกิดความชำนาญมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัษฎา วรรณกายนต์และคณะ (2562) เรื่องการประเมินความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ อยู่ในระดับดีมาก และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลมีค่าน้อย แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการถ่ายทอดความรู้และการใช้งานชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศไปในแนวทางเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มจอแสดงผลโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์
2. ควรปรับรูปร่าง ขนาดที่มีความสวยงาม ทันสมัย น่าสนใจมากขึ้น
3. ควรจัดทำสื่อชนิดอื่นๆมาใช้ในการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน เช่น ไฟล์มัลติมีเดีย แฟลช (Flash) หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมศักดิ์ ด้วงงาม ผดุงชัย ภู่พัฒน์และธนินทร์ รัตนโอฬาร. (2559). การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม,* 15(1), น. 44-50.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2546). การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย. หาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล. (2555). การสร้างชุดทดลองการเขียนโปรแกรมภาษาซีด้วย SDCC บน MCS-51. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม,* 11(3), น. 68-73.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2530). *อุปกรณ์ช่วยสอน.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). *การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว. (2548). *ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (ฉบับปรับปรุง).* พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติกระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภาลาดพร้าว.

สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2543). *การออกแบบและสร้างต้นแบบชุดทดลองและชุดสาธิต.* คู่มือปฏิบัติงาน.กรุงเทพมหานคร: สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา.

สิริไฉไล ทรงเที่ยง. (2541). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนกิจกรรมศิลปะเพื่อความคิดสร้างสรรค์.* วิทยานิพนธ์ปริญญาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อัษฎา วรรณกายนต์ นิคม ลนขุนทด เที่ยงธรรม สิทธิจันทเสน ปิยะนันท์ สายัณห์ปทุม สุรเชษฐ์ วงศ์ชัยประทุมและสุชาติ ดุมนิล. (2562). การพัฒนาชุดฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์,* 13(3), น. 163-178.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental design for research.* Hope-Well, NJ: Houghton Mifflin.

Espich, James E.; and Williams, Bill. (1967). *Developing Programmed Instructional Materials : A Handbook for Program Writers. Belmont*, California: Fearon Publishers, P. 75-79.