

การพัฒนาชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

The Development of Interactive Experiment Kit on DC Bridge Circuits

ณัฐชัย คุณกุลเดช^{1*} สุรชัย สุขสกุลชัย¹ และ วชิราพรรณ แก้วประพันธ์¹

Natthachai Kunukunladej^{1*}, Surachai Suksakulchai¹ and Wacheerapan Kaewprapan¹

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ 1) เพื่อสร้างชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง 2) เพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง 3) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพกบินทร์บุรีแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2105-2002 ในภาคการศึกษาที่ 2/2557 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วย 1) ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแผงทดลองสำหรับการทดลอง และบทเรียนช่วยสอนที่ทำงานบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลจากการทดลองพบว่า ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพเป็น 85.83/84.67 ซึ่งสูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยมีคะแนนหลังเรียน (\bar{X} = 25.40) มากกว่าคะแนนก่อนเรียน (\bar{X} =14.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับความพึงพอใจของนักเรียนมีระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.52 และ S.D เท่ากับ 0.66 จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า การให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองกับชุดทดลองที่มีบทเรียนช่วยสอนที่ทำงานบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ประกอบด้วย 1) บทเรียนเรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง 2) วิธีโอสาริธการต่อวงจรในสถานการณ์จำลองและ 3) โปรแกรมการจำลองการฝึกต่อวงจร ช่วยให้นักเรียนสามารถปฏิบัติต่อวงจรกับอุปกรณ์จริงได้ดีขึ้นสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ช่วย

¹ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

¹ Industrial Education and Technology, Technology King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Pracha Uthit Rd., Bang Mod, ThungKhru, Bangkok 10140, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): ppkunu@gmail.com

ลดเวลาการทดลองลงอันเนื่องมาจากการต่อวงจรผิด และช่วยลดความต้องการความช่วยเหลือจากครูผู้สอน ทำให้ครูผู้สอนสามารถให้ความสนใจกับทุกกลุ่มได้มากขึ้น

คำสำคัญ: สื่ออิเล็กทรอนิกส์, ชุดทดลองแบบมีปฏิสัมพันธ์บนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ABSTRACT

The purpose of this research were 1) to create the interactive experiment kit on DC bridge circuit 2) to find the capacity of the interactive experiment kit on DC bridge circuit, 3) to evaluate the students' proficiency after learning the DC bridge circuit through the kit, and 4) to assess student satisfaction toward the kit. The sample of this study was 1st year vocational students studying the Vocational Certificate at Kabinburi Industrail and Community Education College, Department of Electronics. The purposive sample was 20 students who studied the DC-circuit course (subject code 2105-2002) during the second semester of academic year 2014. The research tools used in this study were 1) the interactive experiment kit on DC bridge circuit which included the Bridgeport, 2) pretest and posttest, and 3) satisfaction questionnaire. The results showed that the capacity of the kit was 85.83/84.67 which was higher than the hypothesis of 80/80. The pretest (M = 14.00) and posttest scores (M = 25.40) revealed the significant development of student proficiency at the significant of 0.05. Additionally, the subjects were satisfied with the kit at high level (M = 4.52, SD = 0.66). Learning from the kit which consisted of 1) content of DC bridge circuit, 2) demonstrative video of circuit construction, and 3) the simulation training program allowed students could better perform with real devices and it was also consistent with the course objectives. Additionally, this kit could reduce time consuming which caused by circuit faults as well as reducing teacher's helps. The teacher, therefore, could pay more attention on every single group.

Key words: electronic media, experimental interactive virtual android-OS tablet.

บทนำ

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2105-2002 เป็นวิชาพื้นฐานที่นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องเรียน (สำนักงานคณะกรรมการการ

อาชีวศึกษา, 2556) วิทยาลัยการอาชีพกบินทร์บุรี ซึ่งสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้เล็งเห็นความสำคัญของการเรียนการสอนในวิชานี้จึงได้จัดให้มีการฝึกภาคปฏิบัตินอกเหนือจากเรียนทฤษฎีอย่างเดียว

เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงกับนักเรียน ซึ่งช่วยเสริมความเข้าใจและความมั่นใจ และยังช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนแต่อย่างไรก็ตามในการฝึกปฏิบัติการทดลองครูมักพบปัญหาจากการสังเกตว่านักเรียนไม่สามารถต่อวงจรได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์เสียหายอันเนื่องมาจากการประกอบวงจรผิดพลาด รวมทั้งครูผู้สอนมีไม่เพียงพอเนื่องจากอัตราส่วนครูต่อจำนวนนักเรียนคือ 1:40 ไม่เหมาะสมกับวิชาชีพปฏิบัติซึ่งแน่นอนว่าจำนวนนักเรียนที่มาก ย่อมเป็นภาระหนักแก่ครู และหากมีจำนวนนักเรียนต่อครูหนึ่งคนมากเกินไป อาจทำให้การเรียนการสอนทำได้ไม่ทั่วถึงอย่างที่ควร หวน (2543) ตามหลักของธนาคารเพื่อการพัฒนาเอเชีย กำหนดให้ครู 1 คนต่อนักเรียน 25 คน และครู 1 คน ใช้เวลาสอนได้ไม่เกิน 15 ชั่วโมงต่อสัปดาห์นอกจากนั้นจากการสัมภาษณ์ นักเรียนที่ทำวิจัยพบว่าปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถทำได้นั้นเกิดจากนักเรียนไม่เข้าใจหลักการทำงานพื้นฐานของวงจรและขั้นตอนการต่อวงจรมีหลายขั้นตอน ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองให้เสร็จได้ในเวลาที่กำหนด ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่ควรจะเป็นเช่นเดียวกับการศึกษาของ ชูชาติ (2555) ซึ่งพบปัญหาในการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติแก้ไขปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถตรวจปรับได้อย่างทั่วถึงในเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติเนื่องจากข้อจำกัดในตัวเนื้อหาวิชาเองที่ผู้เรียนมีวิธีและขั้นตอนที่หลากหลายในการแก้ปัญหาอีกทั้งต้องใช้เวลามากในการตรวจปรับในแต่ละรายบุคคลและศุทธิรา (2543) ได้พบปัญหาในการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 1 หลายประการ อาทิเช่น เวลาที่ใช้ในการสอนภาคปฏิบัติไม่เพียงพอ เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลองเกิดชำรุดอยู่

เสมอขณะปฏิบัติการทดลอง นักศึกษาเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

จากสรุปปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอน จึงมีแนวความคิดที่จะสร้างชุดทดลองแบบมีปฏิสัมพันธ์บนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทั้งนี้เนื่องจากแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีราคาถูกลงอย่างมากเมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะทั่วไป โดยนำแท็บเล็ตมาใช้งานร่วมกับชุดทดลองวงจร โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่จะสามารถพัฒนานักเรียนให้รู้จักคิดเป็นทำเป็น และมีความรับผิดชอบต่อตนเองมากขึ้น เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักพึ่งตนเองมากขึ้นและอาศัยครูผู้สอนน้อยลง รวมทั้งเพื่อลดเวลาในการทดลองของนักเรียน ลดการสูญเสียของอุปกรณ์เนื่องมาจากการต่อวงจรผิดพลาด นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้วิธีการทดลองต่อวงจรด้วยตนเอง และเพื่อเป็นแหล่งข้อมูลประกอบการทดลองที่ทำหน้าที่คล้ายกับผู้ช่วยครูในอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. เพื่อหาประสิทธิภาพภาพชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง
3. เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลต่อชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

สมมุติฐานของการวิจัย

1. ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจร

บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรงและใบงาน ที่พัฒนาขึ้น สามารถเป็นสื่อการเรียนการสอน ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากการเรียนด้วยชุดทดลองฯ มีค่าสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมากในการเรียนรู้ด้วย ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ในการวิจัยนี้มีเครื่องมือที่ใช้อยู่ 3 ประเภท คือ 1) ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงที่ทำงานบนแอนดรอยด์แท็บเล็ต 2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการพัฒนาในหัวข้อต่อไปดังนี้

1. ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

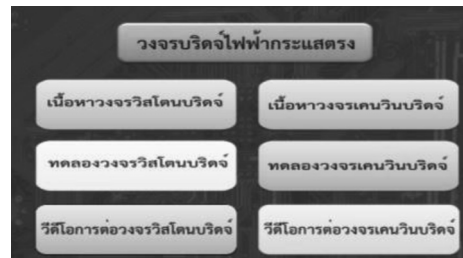


ภาพที่ 1 ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

ในการเรียนการสอนสื่อการเรียนรู้มีความสำคัญต่อการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น สุดใจ (2549) ให้ความหมายของหลักการจัดทำสื่อการเรียนการสอนไว้ว่าเป็นสิ่งที่อยู่ในรูปของวัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการที่นำมาใช้ในกระบวนการเรียนการ

สอน โดยทำหน้าที่บรรจุและส่งผ่านข้อมูลข่าวสารอันเป็นสาระสำคัญของการเรียนรู้ไปยังผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพและการทดลองถือเป็นทักษะกระบวนการที่สำคัญซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจได้มากขึ้น วรพงษ์ (2550) การใช้สื่อการสอนเข้ามาช่วยจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และช่วยเสริมประสบการณ์ตามลำดับที่จัดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พกพาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และการพัฒนาสื่อการสอนบนคอมพิวเตอร์พกพา เพื่อเป็นแนวคิดในการพัฒนาออกแบบ เมื่อได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้ว ได้พัฒนาบทเรียนช่วยสอนที่ทำงานบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบด้วย

1. บทเรียนเรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง
2. วิดีโอสาธิตการต่อวงจรการต่อวงจรในสถานการณ์จำลอง
3. โปรแกรมการจำลองการฝึกต่อวงจรการจำลองการฝึกต่อและชุดทดลองจริงที่ใช้สำหรับการทดลองจริงตามที่ได้ฝึกกับชุดจำลอง



ภาพที่ 2 บทเรียนเรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง



ภาพที่ 3 วิดีโอสาธิตการต่อวงจร



ภาพที่ 4 การจำลองการฝึกต่อวงจรแบบมีปฏิสัมพันธ์

2. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีคะแนน IOC อยู่ระหว่าง 0.66–1.00 และมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.33–0.83 และส่วนค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.3–1.00

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

จัดทำเป็นแบบสอบถามแบบประมาณค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นเกี่ยวกับ ด้านองค์ประกอบหน้าจอด้านตัวอักษรด้านรูปประกอบเนื้อหา ด้านเสียงและภาษา ด้านเวลาและปฏิสัมพันธ์ด้านเนื้อหา และด้านระบบการจัดการเรียนรู้ จำนวน 29 ข้อ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง การเตรียมทดลองใช้แบบ One-Group Pretest-Posttest Design โดยมีลักษณะแบบแผนการดำเนินการ วิจัยดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	T1	X	T2
---------------	----	---	----

ภาพที่ 5 ลักษณะแบบแผนการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2105-2002 ชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน

T1 หมายถึง กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลก่อนการเรียนทดลอง

X หมายถึง กลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงในแต่ละไปงานจนครบ และทำแบบทดสอบท้ายการทดลอง

T2 หมายถึง กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลหลังการเรียนทดลอง

การกำหนดประชากร

นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยการอาชีพกบินทร์บุรีแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 89 คน

กลุ่มตัวอย่าง

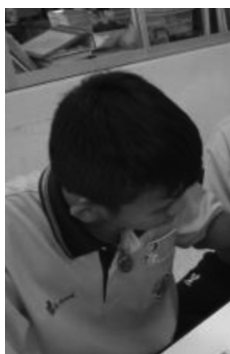
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพกบินทร์บุรีแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 20 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2105-2002 ในภาคการศึกษาที่ 2/2557

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การทำแบบทดสอบก่อนเรียนก่อนการทดลองหนึ่งอาทิตย์

2. ครูผู้สอนอธิบายการใช้งานชุดทดลองเนื้อหาวงจรบริดจ์กระแสตรง แล้วให้นักเรียนทำการทดลองไปงานด้วยชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงโดยเมื่อนักเรียนพบปัญหาในการทดลอง ให้นักเรียน

ศึกษาเนื้อหาความรู้ คู่มือที่ค้นแสดงการต่อวงจร และฝึกด้วยโปรแกรมจำลองการต่อวงจรด้วยตนเองจากชุดทดลอง ระหว่างที่กำลังทดสอบประสิทธิภาพชุดทดลอง สังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อดูว่านักเรียนทำหน้าที่จน หงุดหงิด เจ็บสงสัย ประการใด หรือทำท่าทางไม่เข้าใจ



ภาพที่ 6 นักเรียนกำลังทดสอบประสิทธิภาพชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

3. หลังจากทดสอบประสิทธิภาพชุดทดลองแล้วประเมินการเรียนรู้โดยให้ทำใบงานท้ายการทดลองทำแบบทดสอบหลังเรียนและทำแบบสอบถามความพึงพอใจนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ ประมวลผลการทดลองและวิเคราะห์ผล



ภาพที่ 7 นักเรียนกำลังทำแบบฝึกหัดท้ายการทดลองทำแบบทดสอบหลังเรียนและทำแบบสอบถามความพึงพอใจ

4. การประมวลผลการทดลองและวิเคราะห์ผลมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ก. ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ตามเกณฑ์การให้คะแนน

ข. นำผลการทำใบงาน (3 ใบงาน) แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน มาวิเคราะห์หาค่าข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค. การหาประสิทธิภาพชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง ตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 คือการแสดงค่าประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียนและค่าประสิทธิภาพรวมยอดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งนิยามประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีดังนี้

E_1 หมายถึงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนจากชุดทดลองของนักเรียน

E_2 หมายถึงค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนจากชุดทดลองของนักเรียน

ง. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนหลังเรียน ของกลุ่มทดลองโดยใช้ t-test (t-test for dependent sample)

หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแล้วถามความรู้สึกของนักเรียนต่อการเรียนด้วยชุดทดลองโดยใช้คำถามดังนี้

ก. นักเรียนชอบวิธีการเรียนแบบนี้หรือไม่โปรดยกเหตุผล

ข. หากใช้วิธีการเรียนแบบนี้ในวิชาอื่นๆ นักเรียนจะชอบหรือไม่ชอบ

ค. นักเรียนเห็นว่าควรปฏิบัติตนอย่างไรในการเรียนแบบนี้ เพื่อทำให้การเรียนดีขึ้น

ง. ความเห็นอื่นๆ ของนักเรียนผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนที่กำหนดไว้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์การปฏิบัติการทดลองด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นและทำแบบทดสอบหลังจากเรียนครบหน่วยที่กำหนดไว้

ผลการวิจัยอภิปรายผล

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงวิชาวงจรไฟฟ้า โดยมีค่าคะแนนแสดงไว้ดังตารางที่ 1 ซึ่งแสดงค่าคะแนนหลังการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.75 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนที่ได้ทำการทดสอบ อยู่ที่ 25.40 ดังแสดงสรุปอยู่ในตารางที่ 2

จากตารางพบว่าชุดทดลองมีประสิทธิภาพ 85.83/84.67 ซึ่งสูงกว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ผลจากการเก็บข้อมูลการทดสอบก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

หลังจากการเรียนโดยมีชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นแล้วนำผลการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกันโดยใช้การทดสอบ t-test พบว่าเมื่อพิจารณาค่า t จากการคำนวณทางสถิติเท่ากับ 23.853 มากกว่าค่า t ตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($df = 19, \alpha = 0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.093 และเมื่อพิจารณาการทดสอบสมมุติฐาน พบว่า ค่า Sig มีค่าเป็น 0.000 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดคือ 0.05 จึงยอมรับ H_1 และ ปฏิเสธ H_0 แสดงว่าผลของคะแนนสอบก่อนเรียน ($\bar{X} = 14.00$ $SD = 3.554$) และหลังเรียน ($\bar{X} = 25.40$ $SD = 2.088$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน มีมากกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนดังนั้นจึงสรุปว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหลังได้ใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น

ผลจากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน

ผลการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนพบว่านักเรียน มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนในระดับดีมากทุกด้าน โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) 4.52 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มีค่า 0.66

โดยผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดอยู่ 5 ด้านคือ องค์ประกอบหน้าจอดำอักษรเวลา และปฏิสัมพันธ์เนื้อหาและระบบการจัดการเรียนรู้ และในระดับมากอยู่ 2 ด้านคือ ภาพประกอบเนื้อหา และ เสียงและภาษา

ตารางที่ 1 ผลคะแนนจากการทดสอบความรู้ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

เลขที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 30)	คะแนนระหว่างเรียน(คะแนนเต็ม 30)				คะแนนสอบ หลังเรียน (คะแนนเต็ม 30)
		ใบงานที่ 1	ใบงานที่ 2	ใบงานที่ 3	รวม	
1	11	8	7	9	24	23
2	15	9	8	10	27	26
3	9	7	8	8	23	22
4	14	7	8	8	23	25
5	18	9	9	10	28	27
6	11	7	7	9	23	22
7	20	9	9	10	28	28
8	16	8	10	9	27	26
9	16	7	9	8	24	25
10	19	9	9	10	28	28
11	17	9	9	10	28	28
12	12	8	9	9	26	26
13	14	9	10	10	29	28
14	13	8	9	9	26	25
15	12	9	9	10	28	26
16	8	7	7	8	22	22
17	12	8	8	9	25	24
18	10	8	7	8	23	25
19	13	8	8	9	25	24
20	20	9	9	10	28	28
รวม	280				515	580
ร้อยละ	46.67				85.83	84.67
\bar{X}	14.00				25.75	25.4
S.D.	3.55				2.24	2.09

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

รายการ	n	\bar{X}	ร้อยละ	เกณฑ์
คะแนนระหว่างเรียน	20	25.75	85.83	80
คะแนนสอบหลังเรียน	20	25.4	84.67	80

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรง

คะแนน	n	\bar{X}	S.D	t
ก่อนเรียน (Pretest)	20	14	3.554	23.853**
หลังเรียน (Posttest)	20	25.4	2.088	

** P<0.05

ตารางที่ 4 แสดงความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมินความพึงพอใจ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความคิดเห็น
ด้านองค์ประกอบหน้าจอ	4.54	0.63	ดีมาก
ด้านตัวอักษร	4.56	0.61	ดีมาก
ด้านภาพประกอบเนื้อหา	4.48	0.68	ดี
ด้านเสียงและภาษา	4.47	0.68	ดี
ด้านเวลาและปฏิสัมพันธ์	4.53	0.66	ดีมาก
ด้านเนื้อหา	4.53	0.70	ดีมาก
ด้านระบบการจัดการเรียนรู้	4.54	0.64	ดีมาก
รวม	4.52	0.66	ดีมาก

อภิปรายผล

1. จากผลการทดลองพบว่าชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงนี้มีประสิทธิภาพเป็น 85.83/84.67 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เกิดจากนักเรียนสามารถเรียนรู้พร้อมทั้งต่อวงจรของจริงได้ ในขณะที่ทำการทดลอง ถ้าผู้เรียนมีปัญหาในการต่อวงจรสามารถศึกษาเนื้อหาความรู้ คู่มือที่ค้นแสดงการต่อวงจร และฝึกด้วยโปรแกรมจำลองการต่อวงจรด้วยตนเอง จากชุดทดลองสำหรับการจำลองการฝึกต่อ

สำหรับการจำลองการฝึกต่อ ได้ด้วยตัวเอง ทำผู้เรียนเกิดความเข้าใจ สนใจ และมีความกระตือรือร้นในการทดลองมากขึ้น เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ นัทธรียา และ วงกต (2557) ที่ได้นำสื่อการเรียนรู้การจราจรทางบกบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปทดลองใช้กับผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้สรุปได้ว่า สื่อการเรียนรู้การจราจรทาง

บบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ (80.11/86.89) และเช่นเดียวกับงานวิจัย คาราวรรณและวิวัฒน์ (2557) ที่ได้วิจัยพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กรณีศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทาจุมเงิน วิทยาการจังหวัดลำพูนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.47 /85.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 25.40$) มากกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 14.00$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยตรงจากชุดทดลองที่พัฒนาขึ้น ทำให้การเรียนสามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วและอาศัยผู้สอนน้อยลง

3. จากผลจากการศึกษาความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.52 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มีค่าเท่ากับ 0.66 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก นั่นเป็นเพราะว่านักเรียนได้ลองฝึกการต่อวงจรในสถานการณ์จำลองก่อนการต่อจริง ช่วยให้นักเรียนสามารถปฏิบัติต่อวงจรกับอุปกรณ์จริงได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ทำให้ลดเวลาการทดลองลงอันเนื่องมาจากการต่อวงจรผิดได้ทำให้นักเรียนมีกำลังใจที่จะเรียนในหัวข้อต่อไป รวมทั้งยังช่วยลดความต้องการความช่วยเหลือจากครูผู้สอน ทำให้ครูผู้สอนสามารถให้ความสนใจกับทุกกลุ่มได้มากขึ้น โดยสังเกตการยกมือเพื่อขอให้ครูเข้าไปช่วยในการทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อติพร และ วงกต (2557) ซึ่งได้วิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองทางวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้ค่า

ความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.75)

สรุปผลการศึกษา

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ

ผลการทดลองพบว่า ชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงนี้มีประสิทธิภาพเป็น 85.83/84.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ โดยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 25.40$) มากกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 14.00$) ทั้งนี้เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้พร้อมทั้งสามารถต่อวงจรของจริงได้ทันทีในขณะที่ทำการทดลอง และในกรณีที่ผู้เรียนมีปัญหาในการต่อวงจร ผู้เรียนสามารถดูเนื้อหาหรือวิดีโอสาธิตการต่อวงจร รวมทั้งการฝึกต่อวงจรกับแบบจำลองการฝึกต่อวงจร จากคอมพิวเตอร์พกพาแบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ที่ติดตั้งในชุดทดลองได้ด้วยตัวเอง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ สนใจ และมีความกระตือรือร้นในการทดลองมากขึ้น ที่แสดงให้เห็นว่าชุดทดลองแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องวงจรบริดจ์กระแสตรงนี้สามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากผลจากการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจที่อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) มีค่า 4.52 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) มีค่า 0.66 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เนื่องจากเพราะนักเรียนได้ลองฝึกการต่อวงจรในสถานการณ์จำลอง ก่อนการต่อจริง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติต่อวงจรกับอุปกรณ์จริงได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ช่วยลดเวลาการทดลองลงอันเนื่องมาจากการ

ต่อวงจรผิด รวมทั้งยังช่วยลดความต้องการความช่วยเหลือจากครูผู้สอน ทำให้ครูผู้สอนสามารถให้ความสนใจกับทุกกลุ่มได้มากขึ้น โดยสังเกตการยกมือเพื่อขอให้ครูเข้าเข้าไปช่วยในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ชูชาติ สีเทา. 2555. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยเสมือนจริงแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า. ปรัญญาคุณภูมิจิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

คาราวรรณ นนทวาศี และ วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2557. พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ออนไลน์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์: กรณีศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนทาจุมเงินวิทยาคารจังหวัดลำพูน, น. 2182-2191. ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15. วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น และ อาคารพิมล กลกิจ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, จังหวัดขอนแก่น.

นัทธียา สงไย และ วงกต ศรีอุไร. 2557. การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องการจราจรทางบกบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, น. 413-418. ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.

วรพงษ์ กาแก้ว. 2550. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในอำเภอพบพระ จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์ครุ

ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. 2556. **หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ พุทธศักราช 2556.** สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ.

สุดใจ เหง้าสีไพร. 2549. สื่อการเรียนการสอนหลักการและทฤษฎีพื้นฐานสู่การปฏิบัติ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.

สุดธริรา กงสมนาม. 2543. การพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้โปรแกรมพีสไปซ์ (P Spice) สำหรับ การสอนปฏิบัติการทดลองวิชาวงจรไฟฟ้า 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษา (อุตสาหกรรมศึกษา), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

หวน ออพิณรุพันธ์. 2543. **ข่าวเกี่ยวกับการปฏิรูปศึกษา.** แหล่งที่มา: facstaff.swu.ac.th/huan/patirup.doc, เมษายน 2558

อดิพร ปานพุ่ม และ วงกต ศรีอุไร. 2557. การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์เรื่องการทดลองทางวิทยาศาสตร์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2, น. 425-430. ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร.