

Research article

การพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB
สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL PACKAGE ON RLC CIRCUIT USING GUI FUNCTION OF
MATLAB FOR VOCATIONAL CERTIFICATE

พรทิพา ศรีทาบุตร* และชนิษฐา หินอ่อน
Pornnipa Srithabut* and Kanitta Hinon

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย

Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2024, Vol. 23 (No. 3), <https://doi.org/10.55003/JIE.23303>

Received: March 19, 2024, | Revised: May 13, 2024, | Accepted: July 6, 2024

ABSTRACT

This research is to develop and construct the instructional package on RLC circuit of AC Circuits course using GUI function of MATLAB for Vocational Certificate. The constructed instructional package consists of three units including R, L, and C in AC circuit, R-L R-C in series circuit, and RLC in series circuit. The instructional package consists of the information sheet, the presentation program, the GUI function of MATLAB simulation program, RLC circuit tester, Post-test, and achievement test. The sample group was 20 Vocational Certificate students in the 1st year students of Curriculum for Certificate of Vocational Education in Electrical, Pathum Thani Technical College, that registered in second academic year 2022. Using a multi-stage sampling method and the statistics used for analyzing the data, there were efficiency (E1/E2), mean (\bar{x}), and standard deviation (SD). The results of the research found that the developed teaching package had an efficiency of 77.00/75.33, which was in accordance with the specified criteria 75/75. The results of the evaluation of student satisfaction with the developed teaching package were at a high level of satisfaction (average (\bar{x}) equaled to = 4.30, Standard deviation (SD) equal to 0.74) according to the research hypothesis. Thus, the constructed instructional package on RLC circuit using GUI function of MATLAB for vocational certificate can be used in the teaching and used appropriately in learning and teaching of Vocational Education to encourage students for having knowledge and practical skills consistent as an expected leaning outcome of curriculum.

Keywords: GUI-MATLAB program, Instructional package, RLC circuit

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนวงจร RLC ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีทั้งหมด 3 หน่วยเรียน ประกอบด้วยหน่วยเรียนที่ 1 R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ หน่วยเรียนที่ 2 RL และ RC ในวงจรอนุกรม หน่วยเรียนที่ 3 RLC ในวงจรอนุกรม ซึ่งชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยแผนการสอน ใบเนื้อหา โปรแกรมนำเสนอ โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ชุดฝึกวงจร RLC แบบทดสอบหลังหน่วยเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่ได้ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ตามหลักสูตรช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าประสิทธิภาพ ($E1/E2$) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.00/75.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 และผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74) และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ดังนั้นชุดการสอนวงจร RLC ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนและสามารถนำไปใช้จัดการเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะการปฏิบัติที่พึงประสงค์ตามที่กำหนดในหลักสูตรทางด้านอาชีวศึกษาได้อย่างเหมาะสม

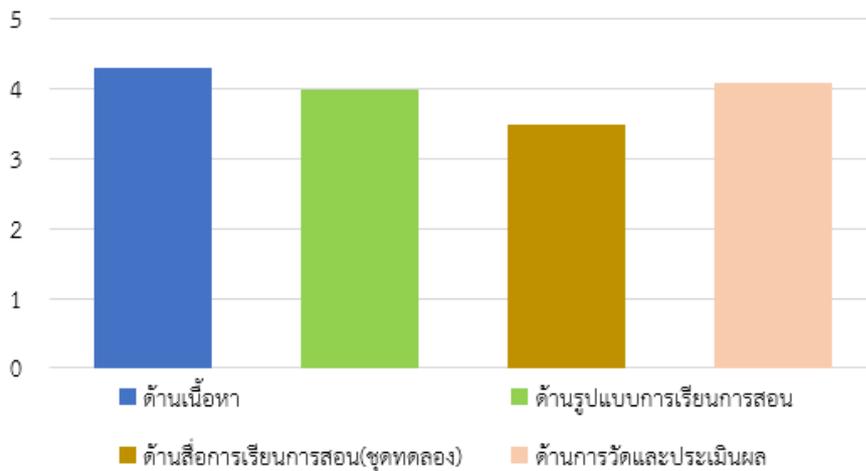
คำสำคัญ: โปรแกรมจำลอง GUI-MATLAB, ชุดการสอน, วงจร RLC

1. บทนำ

ศตวรรษที่ 21 ถือเป็นยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยี ซึ่งส่งผลกระทบต่อวิถีชีวิตและวิถีการทำงาน (Sinlarat, 2017, pp. 1-11) และด้วยการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว อันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขันท่ามกลางกระแสโลกาภิวัตน์ ซึ่งหลายประเทศทั่วโลกได้มุ่งเข้าสู่กระแสการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า สังคมความรู้ (Knowledge society) และระบบเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-based economy) โดยให้ความสำคัญต่อการใช้ความรู้ (Knowledge) และนวัตกรรม (Innovation) ซึ่งเป็นปัจจัยในการพัฒนาประเทศ ดังนั้น ประชาชนจำเป็นต้องมีการเรียนรู้และปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งเครื่องมือที่จำเป็นและสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์คือ “การศึกษา” อันจะส่งผลไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน ทำให้ประชาชนสามารถปรับตัวได้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคโลกาภิวัตน์ (Office of the National Economic and Social Development Council [NESDC], 2017, pp. 168-170)

ปัจจุบันการเรียนการสอนเป็นยุคแห่งการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง มีการเรียนรู้หลายรูปแบบที่สามารถศึกษาค้นคว้าได้อย่างรวดเร็ว การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาที่สอดคล้องและทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การศึกษาจึงเป็นกระบวนการส่งเสริมให้มนุษย์เจริญเติบโต มีพัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์ และสติปัญญาที่สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (Committee on Education, 2000, pp. 1-209) และเพื่อให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตราที่ 6 ระบุว่า “การศึกษาเป็นกระบวนการที่มุ่งพัฒนาคนให้มีคุณภาพ มีความสามารถและศักยภาพทั้งด้านสติปัญญาและจิตใจเพื่อให้สามารถอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข อันนำไปสู่การพัฒนาให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ” ดังนั้น การศึกษาจึงเป็นกระบวนการที่ถ่ายทอดและสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาคนในด้านความรู้และทักษะ ตลอดจนส่งเสริมให้มีคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานีได้เปิดการเรียนการสอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ ประกอบด้วย 13 แผนกวิชา (Office of the Vocational Education Commission [OVEC], 2019, pp. 1-65) ในแผนกวิชาช่างไฟฟ้ามีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาเรียน ทำให้ประสบปัญหาการดูแลของครูผู้สอนไม่ทั่วถึงและขาดสื่อการสอนที่นำมาใช้กับผู้เรียน หากครูผู้สอนไม่มีสื่อการสอนที่เพียงพอต่อผู้เรียนเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกต่อการเรียนการสอนจะทำให้ทเรียนน่าสนใจและยังช่วยทุ่นเวลาในการสอน ซึ่งจากการศึกษาความพึงพอใจและแนวทางพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี เมื่อปีการศึกษา 2564 นักศึกษาจำนวน 20 คน ผลการศึกษาความพึงพอใจพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนต่ำควรพัฒนาคือด้านสื่อการเรียนการสอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 แสดงดังรูปที่ 1

ความพึงพอใจในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ



รูปที่ 1 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

จากผลการสำรวจสภาพการจัดการเรียนการสอนนิสิตวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จึงได้มีแนวความคิดว่าหากมีเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะสามารถช่วยให้ครูผู้สอนในรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับให้สามารถปฏิบัติการสอนได้อย่างราบรื่นหรือมีตัวช่วยในการอธิบายถ่ายทอดระหว่างการสอนได้ก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ซึ่งจะสามารถส่งผลในการเสริมสร้างให้ผู้เรียนทำความเข้าใจด้านเนื้อหาของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ระบบควบคุม โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ระบบควบคุม MATLAB ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน สามารถแก้ปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ (Charoensuk, 2015, pp. 1-85) และจากงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมจำลองปฏิบัติการระบบสื่อสารโดยใช้ GUI MATLAB ซึ่งโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้านสื่อการเรียนการสอนได้ (Singkorn, 2020, pp. 1-7) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งเป็นหัวข้อสำคัญในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB มาช่วยในการจำลองภาพการทำงานเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

จากความสำคัญ ปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพื่อพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี และทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รวมทั้งสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดย Polruang (2013, pp. 1-77) และได้อธิบายถึงการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่องระบบการสื่อสารดิจิทัล โดยใช้โปรแกรมจำลองการทำงาน Lab VIEW หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดการสอนที่จัดทำขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบประสิทธิภาพคือนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ที่ลงทะเบียนในภาคเรียนที่ 2/25 56 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/80.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 การเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และผลของการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก ดังนั้น ชุดการสอนเรื่องระบบการสื่อสารดิจิทัลที่สร้างขึ้นนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทำให้นักศึกษาได้ประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใน

การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Singkorn (2020, pp. 1-7) ได้พัฒนาโปรแกรมจำลองปฏิบัติการระบบสื่อสารโดยใช้ GUI MATLAB พบว่า โปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทางด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.50 ด้านกระบวนการทำงาน คิดเป็นร้อยละ 84.50 และด้านหน้าที่การทำงาน คิดเป็นร้อยละ 87.50 และการประเมินคุณภาพการทำงานของโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16$, $SD = 0.35$) และผลการเปรียบเทียบระหว่างผลของโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นกับผลจากทฤษฎีมีความสอดคล้องกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นสื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Kanoknitanan (2015, pp. 1-5) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างชุดฝึกอบรมแบบ MIAP ร่วมกับเทคโนโลยีผสมผสานความจริง เรื่องการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์การฝึกอบรมของผู้เข้าอบรมมีคะแนนก่อนฝึกอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 9.68 คะแนน มีคะแนนหลังฝึกอบรมเฉลี่ย 25.30 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนสอบ พบว่า ผลคะแนนทดสอบหลังฝึกอบรมสูงกว่าก่อนฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยเห็นว่าการพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพซึ่งเป็นชุดการสอนประเภทหนึ่ง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน โดยมีสมมติฐานการวิจัย ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB ที่พัฒนาขึ้นมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 และความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้นอยู่ในระดับมากเป็นอย่างน้อย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบของการพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ หลักสูตรไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling)

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรต้น (Independent variable) คือ ชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ประสิทธิภาพของชุดการสอนและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB ผู้วิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. คู่มือครู ประกอบด้วย ตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน) โปรแกรมนำเสนอโปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB ชุดฝึกวงจร RLC และใบเนื้อหา จำนวน 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 RL และ RC ในวงจรอนุกรม และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 RLC ในวงจรอนุกรม

2. แบบทดสอบหลังเรียน 3 หน่วยเรียน ได้แก่ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จำนวน 10 ข้อ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 RL และ RC ในวงจรอนุกรม จำนวน 10 ข้อ และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 RLC ในวงจรอนุกรม จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ จากการตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ผลการประเมินอยู่ระหว่าง 0.60-1.00

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ จากการตรวจสอบหาคุณภาพ IOC ผลการประเมินอยู่ระหว่าง 0.80-1.00

4. แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน โดยถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทั้งหมด 2 ตอน ในตอนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมิน และตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอนและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ซึ่งแบบประเมินมีทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านสื่อการสอน (โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC) และด้านสื่อการสอนโปรแกรมนำเสนอ

5. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน โดยสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านใบเนื้อหา ด้านสื่อการเรียนการสอน (โปรแกรมนำเสนอ) ด้านสื่อการสอน (โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC) ด้านการวัดและประเมินผล

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลและแก้ไขชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการชี้แจงรายละเอียด

2. ผู้เรียนเรียนด้วยชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมนำเสนอ โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB และชุดฝึกวงจร RLC สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หน่วยเรียนละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง เพื่อควบคุมกระบวนการในการทำวิจัย

3. เมื่อเรียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยเรียนเสร็จสิ้น จะให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ และหลังเรียนจบทั้ง 3 หน่วยเรียน จะมีการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 30 ข้อ และให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน เรื่องวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามไปวิเคราะห์ผลต่อไป

4. นำคะแนนจากแบบทดสอบหลังหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการทางสถิติ และนำข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้เรียน

5. หาประสิทธิภาพของชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ได้พัฒนาขึ้น โดยใช้คะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพ E1/E2

6. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใช้การหาประสิทธิภาพ E1/E2 ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 75/75 (Promwong, 2006, pp. 36-88)

2. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการแบ่งระดับของแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน แบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ (Sinjaru, 2014, pp. 106-115)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ไปทดลองใช้ (Try out) กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา

ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก พบว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ IOC = 0.25-0.43 มีค่าความยากง่าย 0.43-0.64

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X})
2. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
3. การหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ หรือเรียกว่าการหาค่า IOC
4. การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน E1/E2

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาชุดการสอน

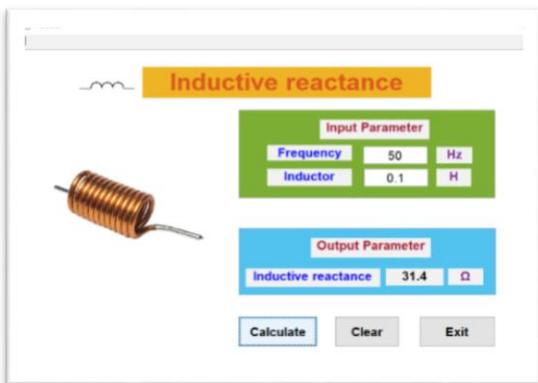


รูปที่ 3 ตัวอย่างคู่มือครู

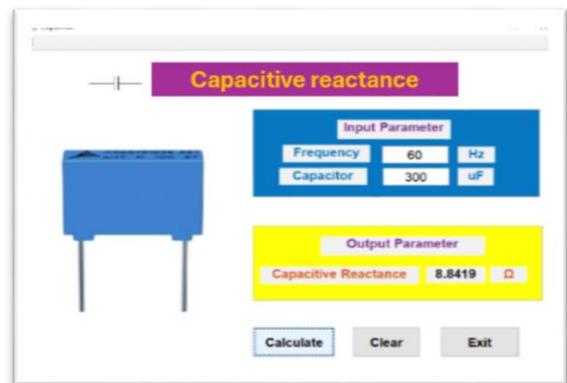
1. ผลการพัฒนาคู่มือครู ประกอบด้วย แผนการสอนพร้อมตารางปฏิบัติการ (กิจกรรมการเรียนการสอน) ใบเนื้อหา โปรแกรมนำเสนอแบบทดสอบหลังหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 หน่วยเรียน ได้แก่ หน่วยเรียนที่ 1 R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ หน่วยเรียนที่ 2 RL และ RC ในวงจรอนุกรม R, L และ C หน่วยเรียนที่ 3 RLC ในวงจรอนุกรม โดยแต่ละหน่วยเรียนประกอบด้วยแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก รายละเอียดแสดงในรูปที่ 3

2. ผลของโปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้หลักการคำนวณวงจร RLC ที่สามารถกำหนดค่าตัวแปรตามที่ต้องการ โดยการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นหน้าต่างเมนูที่ทำงานภายใต้ฟังก์ชัน GUI (Graphic user interface) ของโปรแกรม MATLAB โดยได้ออกแบบโปรแกรมจำลองวงจร RLC ดังนี้

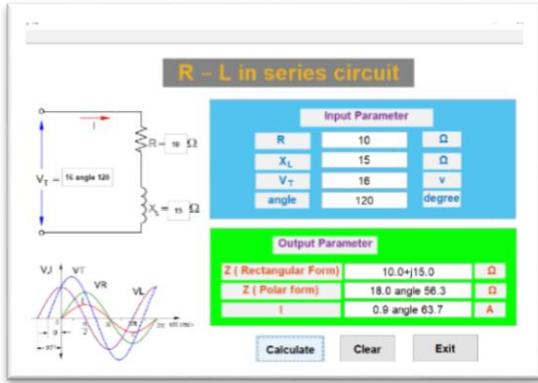
- การออกแบบค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ (Inductive reactance)
- การออกแบบค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ (Capacitive reactance)
- การออกแบบวงจร RL อนุกรม (R-L in series circuit)
- การออกแบบวงจร RC อนุกรม (R-C in series circuit)
- การออกแบบวงจร RLC ในวงจรอนุกรม (RLC in series circuit)



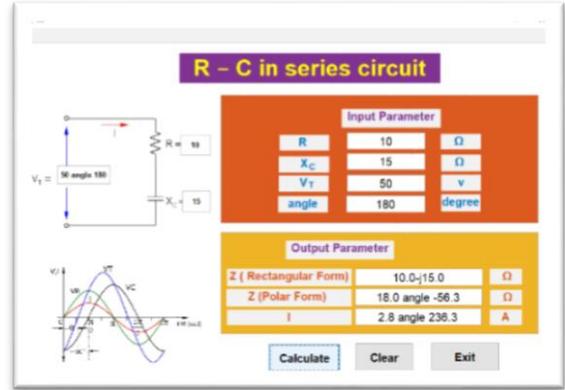
รูปที่ 4 ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเหนี่ยวนำ



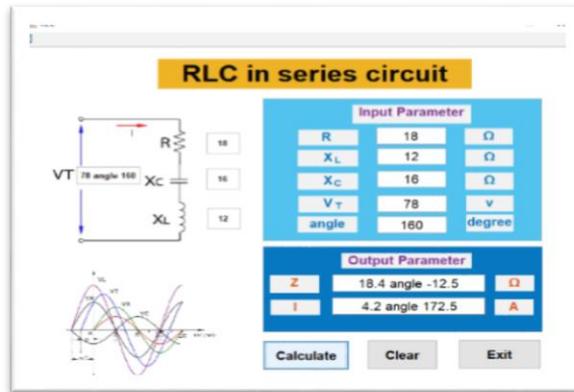
รูปที่ 5 ค่ารีแอกแตนซ์เชิงตัวเก็บประจุ



รูปที่ 6 วงจร RL อนุกรม



รูปที่ 7 วงจร RC อนุกรม



รูปที่ 8 วงจร RLC ในวงจรอนุกรม

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

1. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้การวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากผู้เรียนเรียนเสร็จในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ โดยการนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย จากนั้นคิดเป็นร้อยละ ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	20	10	161	8.05	80.50
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	20	10	152	7.60	76.00
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	20	10	149	7.45	74.50
รวม	20	30	462	23.10	77.00

จากตารางที่ 1 แสดงผลคะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ จากผู้เรียนจำนวน 20 คน โดยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ รวมคะแนนสอบหลังหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด 30 คะแนน ผลรวมของคะแนนที่ผู้เรียนทำข้อสอบได้ทั้งหมด 462 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมที่ 23.10 คิดเป็นร้อยละ 77.00 โดยค่าคะแนนสอบที่มีค่าสูงสุดคือหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ผู้เรียนทำคะแนนสอบเฉลี่ยได้ 8.05 คิดเป็นร้อยละ 80.50 รองลงมาคือหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ผู้เรียนทำคะแนนสอบเฉลี่ยได้ 7.60 คิดเป็นร้อยละ 76.00 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ผู้เรียนทำคะแนนสอบได้น้อยที่สุดเฉลี่ยได้ 7.45 คิดเป็นร้อยละ 74.50 ตามลำดับ

2. การวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

การวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้ง 3 หน่วย การเรียน นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบมาหาค่าเฉลี่ยและคิดค่าร้อยละ ซึ่งผลวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	30	452	22.60	75.33

จากตารางที่ 2 แสดงผลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากผู้เรียนจำนวน 20 คน โดยในข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลรวมของคะแนนสอบที่ผู้เรียนทำได้ทั้งหมด 452 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวมที่ 22.60 คิดเป็นร้อยละ 75.33

3. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนน	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบหลังเรียน	20	30	462	23.10	77.00
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	30	452	22.60	75.33

จากตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB จากผู้เรียน 20 คน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียนทั้งหมด 3 หน่วยการเรียนรู้ คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนรวมทั้งรวมทั้งหมด 462 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.10 คิดเป็นร้อยละ 77.00 โดยคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เต็ม 30 คะแนน รวมทั้งรวมทั้งหมด 452 คะแนน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.60 คิดเป็นร้อยละ 75.33 ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดการสอน E1/E2 เท่ากับ 77.00/75.33 ได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ 75/75

4. ผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียน

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านใบเนื้อหา			
เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.45	0.51	มาก
ปริมาณเนื้อหาที่มีจำนวนเหมาะสม	4.10	0.71	มาก
การจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน	4.20	0.83	มาก
เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสม	4.05	0.76	มาก
ได้รับความรู้และนำไปใช้ประโยชน์	4.30	0.73	มาก
รวม	4.22	0.71	มาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน (โปรแกรมนำเสนอ)			
มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	4.60	0.75	มากที่สุด
การเรียงลำดับเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน	4.30	0.80	มาก
สีและตัวอักษรที่มีขนาดเหมาะสมและสวยงาม	4.15	0.88	มาก
ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา	4.40	0.82	มาก
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	4.05	1.00	มาก
รวม	4.30	0.85	มาก
3. ด้านสื่อการสอน (โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC)			
สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.50	0.69	มาก
สร้างและออกแบบ (โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC) ได้อย่างเหมาะสม	4.50	0.76	มาก
สื่อ (โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC) มีคุณภาพและทำงานได้ถูกต้อง	4.55	0.69	มากที่สุด
มีความหลากหลายและจำนวนเหมาะสม	4.40	0.75	มาก
ความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา	4.45	0.76	มาก
รวม	4.48	0.73	มาก

ตารางที่ 4 (ต่อ) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความพึงพอใจ
4. ด้านการวัดและประเมินผล			
ข้อสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.25	0.55	มาก
ความยากง่ายของข้อสอบ	4.20	0.62	มาก
ข้อคำถามมีความชัดเจน	4.05	0.76	มาก
จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม	4.30	0.66	มาก
สามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้เหมาะสม	4.20	0.70	มาก
รวม	4.20	0.66	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.30	0.74	มาก

จากตารางที่ 4 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพอยู่ในระดับมาก มีความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านใบเนื้อหา พบว่า เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.45 รองลงมาคือ ได้รับความรู้และนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 ปริมาณเนื้อหาที่มีจำนวนเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และเนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.05 โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

ด้านสื่อการเรียนการสอน (โปรแกรมนำเสนอ) พบว่า สื่อการสอนมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.60 รองลงมาคือ ภาพประกอบมีความสัมพันธ์กับเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 การเรียงลำดับเนื้อหาความสัมพันธ์กัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 สีและตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมและสวยงาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 และสีส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.05 โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

ด้านสื่อการสอน (โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC) พบว่า สื่อมีคุณภาพและทำงานได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.55 รองลงมาคือ สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียน สร้างและออกแบบได้อย่างเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และมีความหลากหลายและจำนวนเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.40 โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

ด้านการวัดและประเมินผล พบว่า จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.30 รองลงมาคือ ข้อสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ความยากง่ายของข้อสอบ สามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้เหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และข้อคำถามมีความชัดเจน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 4.05 โดยรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก

ภาพรวมของการวิจัยได้นำเสนอผลของการพัฒนาชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB ที่ประกอบด้วยคู่มือครู สื่อการสอน และแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.00/75.33 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 และความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74) ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนด จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลของการวิเคราะห์ชุดการสอนวงจร RLC มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ดังนั้น ชุดการสอนวงจร RLC สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการสร้างชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 75/75 โดยมีค่าประสิทธิภาพทางด้านกระบวนการ (E1) จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนในแต่ละบทเรียน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 75 และมีค่าประสิทธิภาพทางด้านผลลัพธ์ (E2) จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดที่ 75 เนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนในด้านการฝึกปฏิบัติการใช้ชุดสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น ทำให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามที่กำหนดไว้ และอาจเนื่องมาจากชุดการสอนได้มีการผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างมีระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การหาข้อปัญหาในการวิจัย ศึกษาเนื้อหาและทฤษฎี หลักการทำงานการสร้างชุดการสอน รวบรวมข้อมูล ศึกษาวิธีการออกแบบสื่อการสอน นำเนื้อหาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ออกแบบสื่อให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongkup (2017, pp. 1-55) ที่ดำเนินการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องการสันสะเทือนอย่างง่ายแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และสาขาวิชาวิศวกรรม แมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 2 และ 3 จำนวน 18 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนเรื่องการสันสะเทือนอย่างง่ายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.47/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดการสอนวงจร RLC โดยใช้โปรแกรมจำลองฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB พบว่าค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนเพราะเนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียนและการจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ตลอดจนได้รับความรู้และนำไปใช้ประโยชน์ได้ สื่อโปรแกรมนำเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน โปรแกรมจำลอง/ชุดฝึกวงจร RLC มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของบทเรียนออกแบบได้อย่างเหมาะสมและทำงานได้อย่างถูกต้อง ส่วนแบบทดสอบครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ขอคำถามมีความชัดเจน จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสมและสามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งผลการค้นคว้าอิสระครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Polruang (2013, pp. 1-77) พบว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนผ่านชุดการสอนเรื่อง ระบบการสื่อสารดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.26 ซึ่งมีค่าความพึงพอใจในระดับมาก สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

เนื้อหาส่วนใหญ่เป็นการคำนวณ ควรมีการปรับเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจง่ายและเพิ่มตัวอย่างมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เพิ่มเติมนอกเวลาและทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปคือควรมีการพัฒนาหรือเพิ่มเติมในส่วนของสื่อประกอบที่สามารถทำให้ผู้เรียนมองเห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยเรียน เช่น การวัดวงจร RLC ด้วยออสซิลโลสโคปจริงเทียบกับออสซิลโลสโคปจำลองในโปรแกรม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ ว่าที่ร้อยตรีภัทรารุณี แสงกล้า นายประธาน รักปรางค์ และนายสุชาติ ยอดเกลี้ยง ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ ขอขอบคุณอาจารย์ ชนิษฐา หินอ่อน ที่ส่งเสริม สนับสนุน และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Certificate of completion จาก National Research Council of Thailand (NRCT)) เมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2567

เอกสารอ้างอิง

- Boonkwang, K. (2018). *Supplementary learning media by augmented reality on extending the meter range* [Master's thesis]. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)
- Charoensuk, W. (2015). *A development of learning achievement using MATLAB in control system of undergraduate students electrical division Rajamangala University of Technology Thanyaburi* [Master's thesis]. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Committee on Education. (2000). *Teaching reform policy*. Office of the Vocational Education Commission. (in Thai)
- Kanoknitanan, P. (2015). *A construct of the MIAP training toolkit for using laboratory via augmented reality technology for educational communications and technology Department, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi* [Master's thesis]. Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2017). *National economic and social development plan no. 12*. http://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422. (in Thai)
- Office of the Vocational Education Commission. (2019). *B.E. 2013 vocational certificate program, industrial subject type*. OVEC. (in Thai)
- Polruang, S. (2013). *The construction and efficiency validation of instructional set on digital communication system topic, using Lab VIEW simulation for bachelor of Science in Technical Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi* [Master's thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Promwong, C. (2006). *Teaching system*. Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Singkorn, S. (2020). *Development of GUI MATLAB based simulation program for communication laboratory* [Master's thesis]. Rajamangala University of Technology Phra Nakhon. (in Thai)
- Sinjaru, S. (2014). *Research and statistical analysis with SPSS and AMOS* (15th ed.). Business R&D. (in Thai)
- Sinlarat, P. (2017). *Necessary to reinvent Thai education* (5th ed.). Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Thongkup, W. (2017). *Construction and efficiency evaluation of simple vibration teaching package* [Master's thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)