

การพัฒนาชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

**The Development of Electronic Circuit Kit for Electrical Circuit Course
in Electrical Engineering Department Chulachomklao Royal Military Academy**

^{1*}ชนะ จันทน์อิม และ ^{2#}พงษ์กฤษณ์ รุ่งสุข

^{1,2}กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า

^{1*} Chana Jan im and ^{2#} Pongkrit Roongsook

^{1,2} Department of Electrical Engineering, Academic Division, Chulachomklao Royal Military Academy

^{1*} chana.ja@crma.ac.th, ^{2#} krit_010@crma.ac.th

Received : February 28, 2023

Revised : April 10, 2023

Accepted : June 11, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า EE2101 และเพื่อหาประสิทธิภาพการเรียนรู้ผ่านชุดสาธิตดังกล่าว โดยนักเรียนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนนายร้อย สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ชั้นปีที่ 2 ซึ่งลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรไฟฟ้า รหัสวิชา EE 2101 ปีการศึกษา 2565 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการทดสอบพื้นฐานความรู้จำนวน 30 นาย และแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 นาย ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์พร้อมใช้งาน ซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบสนองของวงจรไฟฟ้าไปใช้จัดการเรียนการสอนของกลุ่มนักเรียนนายร้อยดังกล่าว ผู้วิจัยทำการทดสอบความรู้ผ่านการทำข้อสอบปรนัยหลังใบงานการทดลองพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 80.20/69.67 ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานในรูปแบบ t-test dependent samples แสดงว่าการเรียนการสอนโดยใช้ชุดสาธิตวงจรดังกล่าว ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนปกติ

คำสำคัญ: การพัฒนาชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์, ชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์, วงจรไฟฟ้า

Abstract

The purposes of this study include: to develop the experimental kit for Electrical Circuit Course (EE2101) and to measure the learning efficiency of students who use this experimental kit as a learning tool. The sampling group of students would comprise the CRMA cadets, majoring in Electrical Engineering and enrolled in EE2101 for the second semester of 2022. The course instructor had separated this sample of 30 cadets into two equal groups of 15 before testing their basic knowledge. The first half was the experimental group while the other half was a controlled group. The instructor adopted the developed kit along with electrical analyzing software as the tools for teaching cadets inside the experimental group. In contrast, the instructor taught cadets inside the controlled group using conventional approach. After the teaching processes, the researcher tested the cadets from both groups on the same multiple-choice exam. According to the test results, the average test scores of the experimental group and the controlled group were 80.20 percent and 69.67 percent respectively, which analyzes basic statistics t-test dependent samples. Therefore, this research indicates that adopting the electronic kit for EE2101 would significantly improve the learning efficiency, in comparison to the conventional teaching strategy.

Keywords: the development of electronic circuit kit, electronic circuit kit, electrical circuit

1. บทนำ

จากวิชาวงจรไฟฟ้า รหัสวิชา EE2101 ตามที่หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร (พ.ศ. 2563) ได้กำหนดให้ดำเนินการสอนในเนื้อหา คุณสมบัติและคุณลักษณะของอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น อีกทั้งทฤษฎีวงจรขั้วสองทาง ซึ่งถือเป็นวงจรการสื่อสารเบื้องต้นของหลักการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ดังนั้นนักเรียนนายร้อย (นร.) จำเป็นต้องมีความเข้าใจ วิเคราะห์ปัญหา ข้อขัดข้องและสามารถปฏิบัติได้จริง

กองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร มีห้องปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า สำหรับนักเรียนนายร้อยเพื่อเรียนรู้ และฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์ทางไฟฟ้าต่าง ๆ และการใช้งานเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ หาสาเหตุ และให้ข้อเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาอ้างอิงตามหลักทฤษฎี อย่างไรก็ตามกองวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ยังขาดชุดสาธิตและสื่อการเรียนการสอน และซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบให้ครอบคลุมความสามารถที่จะใช้งานเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้แก่นักเรียนนายร้อย ในเรื่องการวิเคราะห์วงจรขั้วสองทาง และการออกแบบได้ เนื่องจากด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณและคุณสมบัติชุดสาธิต ซึ่งไม่สอดคล้องตามความต้องการของหน่วยงานในกองทัพบก ทำให้การเรียนการสอนเกิดช่องว่างในการพัฒนาทักษะการใช้อุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ให้สอดคล้องสัมพันธ์กับหน้าที่ความรับผิดชอบหลังสำเร็จรับราชการในหน่วยทหารสื่อสาร

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะแก้ปัญหาการพัฒนาทางด้านทักษะในการใช้อุปกรณ์การสื่อสารเบื้องต้น โดยจัดทำชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า เพื่อนำมาชุดสาธิตดังกล่าวเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับต่อวงจรขั้วสองทาง (Two Port Network) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางไฟฟ้า การวิเคราะห์แบบ โนดและแบบเมช ทฤษฎีวงจร ความต้านทานทางไฟฟ้า เพื่อศึกษา พิสัยน์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ แปรผลสัญญาณขาออกจากวงจรเทียบกับสัญญาณขาเข้า นอกจากนี้ นักเรียนนายร้อยยังสามารถทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตัวต้านทาน (Resistor) ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) ให้เป็นวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น วงจรกรองสัญญาณและการเชื่อมต่อรวมของวงจรขั้วสองทาง (Combination of

Two Port Network) โดยใช้ชุดสาธิตดังกล่าวสามารถวัดค่าความแตกต่างของแรงดันที่ขาออกและขาเข้าของวงจรเทียบกับผลของการคำนวณในรูปแบบของเมตริกซ์สองพอร์ต ไม่ว่าจะเป็นเมตริกซ์อิมพีแดนซ์ $[Z]$ แอดมิตแตนซ์ $[Y]$ ไฮบริด $[H]$ อินเวอร์ไฮบริด $[G]$ หรือทรานสมิittance $[T]$ ได้

ทั้งนี้ ชุดสาธิตดังกล่าวยังเปิดโอกาสให้สามารถทำการปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานในระบบให้สามารถเพิ่มการทดลองโดยใช้กล่องการทดลองเสริมเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อเพิ่มเสริมจำนวนใบงานการทดลองให้ครอบคลุมรายละเอียดตามวิชาวงจรไฟฟ้าและวิชาโครงข่ายการสื่อสารและสายส่ง โดยผู้จัดทำวิจัยจะพัฒนาในชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้าต่อไป

2. ขอบเขตงานวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า พร้อมใบงานการทดลอง

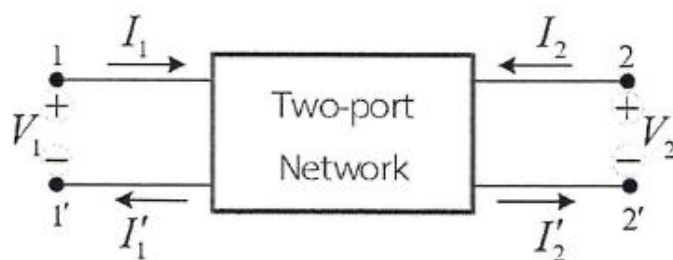
2.2 เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะทางการเรียนรู้ผ่านการใช้งานชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้นักเรียนนายร้อย ในวิชาวงจรไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 วงจรข่ายสองทาง (Two-Port Network)

วงจรไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่มีสองคู่ของขั้วเพื่อเชื่อมต่อกับวงจรภายนอก ขั้วสองขั้วเป็นพอร์ตถ้ากระแสที่ใช้กับขั้วเหล่านี้เป็นไปตามข้อกำหนดที่จำเป็นที่เรียกว่า เงื่อนไขของพอร์ต (Port Condition) แล้วกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่ขั้วหนึ่งต้องเท่ากับกระแสที่ไหลออกจากอีกขั้วบนพอร์ตเดียวกัน พอร์ตประกอบด้วยอินเทอร์เฟซที่ให้เครือข่ายใด ๆ เชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น นอกจากนี้พอร์ต 1 เป็นจุดที่รับสัญญาณ (Port Input) และพอร์ต 2 เป็นจุดที่จ่ายสัญญาณ (Port Output) ตัวอย่างวงจรข่ายสองทาง [1] ตามรูปที่ 1



รูปที่ 1 ไดอะแกรมของวงจรข่ายสองทาง

โดยปกติการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของวงจรข่ายสองทางแบบตัวต้านทานที่ไม่มีแหล่งจ่ายกระแสหรือแหล่งจ่ายแรงดันอยู่ภายในวงจร เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการคิดคำนวณ ตัวอย่างวงจรข่ายสองทาง ตามตารางที่ 1 [1] ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างวงจรขั้วสองทางรูปแบบต่าง ๆ (Two Ports Types)

ชื่อวงจรขั้วสองทาง	ลักษณะวงจร	ชื่อวงจรขั้วสองทาง	ลักษณะวงจร
วงจรแบบตัวที่		วงจรแบบตัวพาย	
วงจรบริดจ์ที่		วงจรแลททิซ	
วงจรที่แบบขนาน		วงจรแบบขั้นบันได	

ปริมาณทางไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรขั้วสองทาง ได้แก่ แรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว 1-1' และ 2-2' (V_1 และ V_2) และ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขั้ว 1-1' และ 2-2' (I_1 และ I_2) การหาอัตราส่วนสัมพันธ์ระหว่างแต่ละปริมาณโดยวิธีลัดวงจรและเปิดวงจรที่ขั้ว 1-1' หรือ 2-2' นั้นจะแสดงให้เห็นในลักษณะของพารามิเตอร์ หรือเมทริกซ์ของวงจรขั้วสองทางในรูปแบบ แอดมิตแตนซ์เมทริกซ์ (Admittance Matrix) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แอดมิตแตนซ์พารามิเตอร์ (Y-parameters) ใช้รูปสมการพื้นฐาน $[I] = [Y] \cdot [V]$ ดังสมการที่ (1)

$$\begin{aligned} I_1 &= y_{11}V_1 + y_{12}V_2 \\ I_2 &= y_{21}V_1 + y_{22}V_2 \end{aligned} \quad (1)$$

โดย

$$\begin{aligned} y_{11} &= \frac{I_1}{V_1} \text{ ที่ } V_2 = 0 \text{ และ } y_{12} = \frac{I_1}{V_2} \text{ ที่ } V_1 = 0 \\ y_{21} &= \frac{I_2}{V_1} \text{ ที่ } V_2 = 0 \text{ และ } y_{22} = \frac{I_2}{V_2} \text{ ที่ } V_1 = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

ในรูปแบบอิมพีแดนซ์ เมทริกซ์ (Impedance Matrix) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อิมพีแดนซ์ พารามิเตอร์ (Z-Parameters) โดยใช้รูปแบบพื้นฐานคือ $[V] = [Z] \cdot [I]$ ดังสมการที่ (3) และ (4) [2] ดังนี้

$$\begin{aligned} V_1 &= Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 \\ V_2 &= Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 \end{aligned} \quad (3)$$

จะได้ความสัมพันธ์ของอิมพีแดนซ์ พารามิเตอร์ (Z-Parameters) ได้เป็น

$$\begin{aligned} Z_{11} &= \frac{V_1}{I_1} \text{ ที่ } I_2 = 0 \text{ และ } Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \text{ ที่ } I_1 = 0 \\ Z_{21} &= \frac{V_2}{I_1} \text{ ที่ } I_2 = 0 \text{ และ } Z_{22} = \frac{V_2}{I_2} \text{ ที่ } I_1 = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

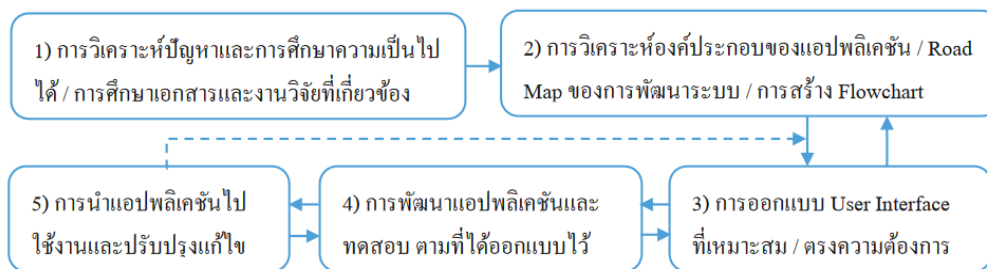
3.1.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน (t-test dependent samples)

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Samples) การทดสอบลักษณะนี้จะต้องมีกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม โดยกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มสุ่มมาจากประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน จึงทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน ถ้าให้ n_1 และ n_2 เป็นขนาดตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ n_1 และ n_2 จะมีขนาดเท่ากันหรือไม่ก็ได้ เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n_1 จากประชากรที่ 1 และสุ่มตัวอย่างขนาด n_2 จากประชากรที่ 2 อย่างเป็นอิสระกันแล้ว จะนำข้อมูลจากหน่วยตัวอย่างมาทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเราจะต้องคำนวณหาผลต่างของแต่ละคู่ โดยให้สัญลักษณ์ X_1 และ X_2 ชุดของข้อมูลทั้ง 2 ชุด และผลต่างก็คือ $X_1 - X_2$ ใช้สัญลักษณ์ว่า D ดังนั้น ค่าเฉลี่ยของผลต่างในทุกคู่ก็คือ $\bar{D}$ ผลต่างนี้จะถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้ง 2 ชุด ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละคู่คือ $X_1 - X_2 = D$ ผลรวมของผลต่าง N คู่คือ $\sum X_1 - \sum X_2 = \sum D$ และค่าเฉลี่ยของความแตกต่างก็คือความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ($\bar{X}_1 - \bar{X}_2 = \bar{D}$) โดยตัวสถิติการทดสอบ ดังสมการที่ (5) [3] ดังนี้

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (5)$$

3.1.3 การออกแบบแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) Native Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาและ Library ของ Platform นั้น ๆ เช่น ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ใช้ภาษาจาวา และระบบปฏิบัติการไอโอเอสใช้ภาษา Object-C เป็นต้น ซึ่ง CPU สามารถประมวลผลการทำงานของโปรแกรมได้ทันที ไม่จำเป็นต้องผ่านตัวแปลภาษา (Interpreter/Compiler) ทำให้มีข้อดีคือ โปรแกรมสามารถทำงานได้รวดเร็ว เข้าถึงฟังก์ชันการทำงานของ Platform ได้ครบถ้วน มีความยืดหยุ่น แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการพัฒนาโปรแกรมนาน ต้องใช้นักพัฒนาโปรแกรมที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะในภาษานั้น ๆ และจะต้องพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับแต่ละระบบปฏิบัติการไม่สามารถใช้โปรแกรมร่วมกันได้ ตัวอย่างงานวิจัยเช่น โมบายแอปพลิเคชัน: การแจ้งเตือนและติดตามการรับประทานยาของผู้ป่วย [4] 2) Web Application คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยการสร้างหน้าเว็บ (Webpage) มีการแสดงหน้าเว็บผ่านตัวแอปพลิเคชันแทนการเข้าเว็บเบราว์เซอร์ การใช้งานแอปพลิเคชันจะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา และอาจจะไม่สามารถใช้ทรัพยากรบางอย่างของระบบได้ ตัวอย่างงานวิจัยเช่น พัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สระคืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม [5] และ 3) Hybrid Application คือ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ Framework เป็นการพัฒนาระบบ Cross Platform ซึ่งจะใช้ภาษาใด ภาษาหนึ่งเป็นตัวกลางสำหรับการพัฒนาแล้ว Framework ก็จะทำการแปลงภาษานั้น ๆ ให้เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้กับทุก Platform เช่น ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ระบบปฏิบัติการไอโอเอส ระบบปฏิบัติการ Windows Phone และอื่น ๆ โดย Framework ที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน เช่น Flutter, Ionic, React Native และ Xamarin เป็นต้น [6] โดยที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและออกแบบกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อนำมาวิเคราะห์วงจรขายสองทางในรูปแบบเมตริกซ์อิมพีแดนซ์ [Z] แอดมิตแดนซ์ [Y] ไฮบริด [H] อินเวอร์ไฮบริด [G] หรือทรานสมิตชัน [T] ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ ตามรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือโดยระบบ Android

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำชุดสาคิตรงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า ผู้วิจัยได้มีการค้นคว้าหาข้อมูลและนำบทความวิจัยต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาและจัดทำชุดสาคิตรงจรนี้ขึ้นมา โดยในส่วนของภาคทฤษฎีของการทดลองต่าง ๆ เช่น ไกรสร สาริษา (2546) ออกแบบชุดทดลองระบบสื่อสารดิจิทัลเพื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาการระบบสื่อสาร 1 และ 2 ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ออกแบบใบงานประกอบการใช้งานชุดทดลองให้มีความเหมาะสมกับหลักสูตรของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่ได้บรรจุวิชาดังกล่าวไว้ พร้อมทั้งจัดลำดับความยากง่ายในการออกแบบต้นแบบชุดทดลองให้มีความสัมพันธ์ตามแต่ละวัตถุประสงค์ของใบงานการทดลองนั้น ๆ ได้อย่างไรก็ตามการประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานของชุดทดลองดังกล่าว ในรายงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าต้องมีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กับใบงานการทดลองดังกล่าว เพื่อเป็นตัวชี้วัดผลการเรียนรู้หรือจุดประสงค์การเรียนรู้โดยอาศัยชุดทดลองที่ควรนำเสนอในหลักฐานเชิงประจักษ์ [7]

เฉลิมพล ดัวงงาม (2559) การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ ทำการสร้างและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และทดสอบผ่านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากับ 0.80 - 1.00 ค่าความยากง่าย (Level of Difficulty) เท่ากับ 0.50 - 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (Power of Discrimination) เท่ากับ 0.22 - 0.67 และค่าความเชื่อมั่น (Confidential Level) เท่ากับ 0.72 แบบทดสอบทักษะวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์ แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านชุดทดลอง ในรายงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้เห็นว่าควรวิเคราะห์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการออกแบบชุดทดลองนี้ พร้อมทั้งขั้นตอนการวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนการสอนผ่านโปรแกรม T-Test dependent samples ได้ [8]

4. การดำเนินการวิจัย

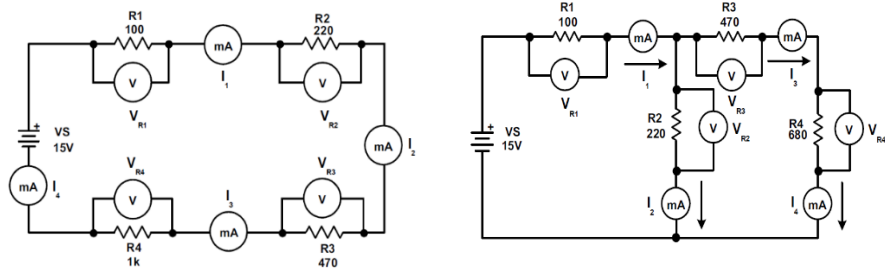
การดำเนินการสร้างการพัฒนาชุดสาคิตรงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

4.1 แนวคิดในการออกแบบการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการจัดทำใบงานประกอบการทดลองนั้น เพื่อที่จะอธิบายถึงทฤษฎีที่นำมาใช้โดยผ่านการปฏิบัติ โดยทุกทฤษฎีที่นำมาใช้จะมีใบงานประกอบการทดลองทั้งหมดโดยผู้วิจัยออกแบบ 4 ใบงานการทดลอง

4.1.1 ใบงานการทดลองที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

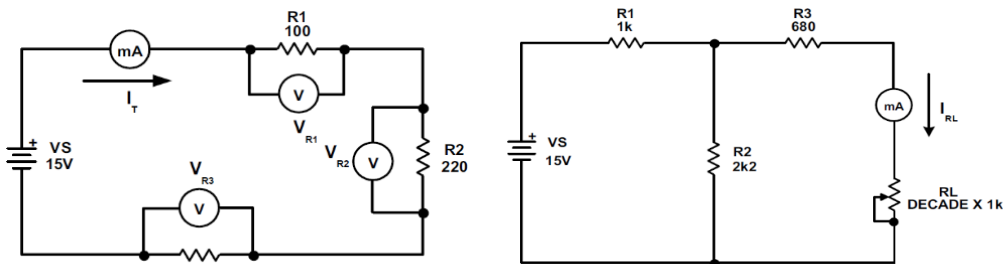
การทดลองเพื่อศึกษาหลักการทฤษฎีของโอห์ม แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า ความต้านทาน และความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยกำหนดรูปแบบการต่อวงจรในรูปแบบที่แตกต่างกันและทำการวิเคราะห์ผลการทดลอง อีกทั้งตอบคำถามท้ายผลการทดลอง ตัวอย่างรูปวงจรประกอบใบงานทดลองที่ 1 ตามรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างวงจรประกอบใบงานที่ 1

4.1.2 ใบงานการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยกฎของเคอร์ชอฟฟ์

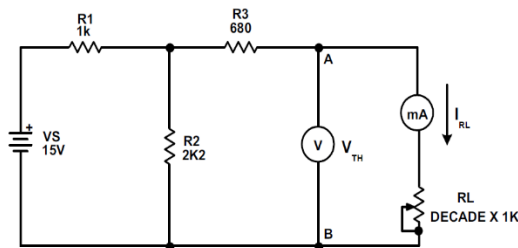
การทดลองเพื่อศึกษาการคำนวณหาพลังงานและกำลังไฟฟ้าและสามารถวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยใช้กฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Current Law: KCL) และกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Voltage Law: KVL) โดยกำหนดรูปแบบการต่อวงจรไฟฟ้าให้วิเคราะห์และตอบคำถามท้ายผลการทดลอง ตัวอย่างรูปวงจรประกอบใบงานทดลองที่ 2 ตามรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างวงจรประกอบใบงานที่ 2

4.1.3 ใบงานการทดลองที่ 3 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยกฎเทวินินและนอร์ตัน

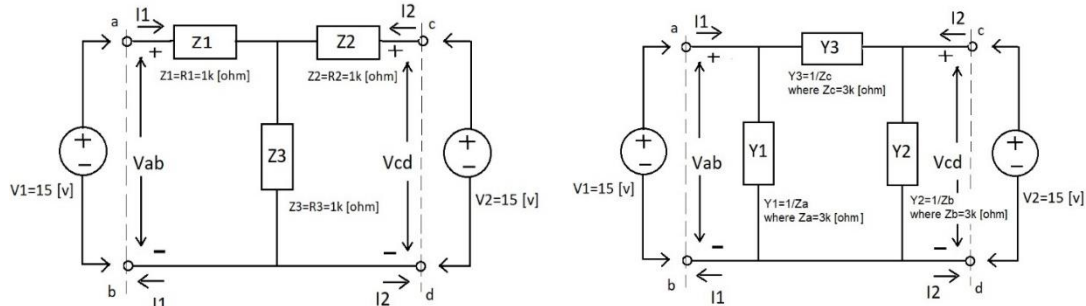
การทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าแบบเมช แบบโนด รวมถึงการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการทับซ้อน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเทวินินและนอร์ตัน สำหรับวงจรที่ความซับซ้อนที่มากขึ้น และสามารถจัดรูปวงจรให้เป็นวงจรสมมูลได้ ตัวอย่างรูปวงจรประกอบใบงานทดลองที่ 3 ตามรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างวงจรประกอบใบงานที่ 3

4.1.4 ใบงานการทดลองที่ 4 การวิเคราะห์วงจรขั้วสองทาง

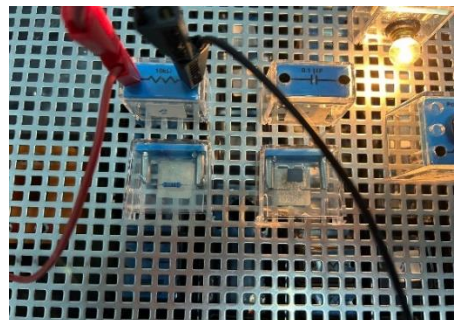
การทดลองเพื่อศึกษาการวิเคราะห์วงจรแบบขั้วสองทาง ถือเป็นพื้นฐานของวงจรสื่อสารเบื้องต้นระหว่างกระแสไฟฟ้าทั้งสองพอร์ตขาเข้าและขาออก โดยรูปแบบการเชื่อมต่อวงจรขั้วสองทางมีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยได้จำลองซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนของวงจรไฟฟ้าเพื่อช่วยในการคำนวณในรูปแบบอื่น ๆ ได้ ตัวอย่างรูปวงจรประกอบใบงานทดลองที่ 4 ทั้งในรูปแบบ Z-Parameter และ Y-Parameter ตามรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างวงจรประกอบใบงานที่ 4

4.2 การออกแบบชุดสถิติ

ทางผู้วิจัยได้จัดทำชุดสถิติวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิทยาวจรไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม Corel draw ช่วยในการออกแบบ โดยมีขนาด 630 x 480 มิลลิเมตร โดยจะมีการควบคุมด้วยสวิตช์ในการเปิด-ปิดด้านหน้ากล่อง สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าทั้งฝั่งอินพุตและเอาต์พุตเป็นแบบหัวข้อต่อเกลียวใน (Bayonet Nut Coupling: BNC) เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานในการวัดค่าในพาวเวอร์มิเตอร์ (Power Meter) พร้อมติดตั้งเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อลดการสูญเสียวงจรไฟฟ้าที่ใช้ประกอบการทดลอง ตามรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผงวงจรภายในชุดสถิติวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4.3 การออกแบบการเก็บข้อมูลผลการทดสอบ

4.3.1 กำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรไฟฟ้าของนักเรียนนายร้อย ทั้งสองกลุ่ม ซึ่งเป็นการทดสอบพื้นฐานความรู้ก่อนเรียน (Pre- Test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สำหรับการวิเคราะห์ผลทดสอบงานพื้นฐานความรู้ของทั้งสองกลุ่ม ด้วย โปรแกรม T-Test (Independent) เพื่อการจัดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีค่าความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรไฟฟ้าที่ทำการทดสอบโดยข้อสอบปรนัยจำนวน 50 ข้อก่อนเริ่มการเรียนการสอน [9]

4.3.2 ดำเนินการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- กลุ่มควบคุม (Control Group) ผู้วิจัยสอนนักเรียนนายร้อย ด้วยวิธีการสอนปกติ โดยกลุ่มควบคุมเรียนภาคทฤษฎี เหมือนกับกลุ่มทดลอง การฝึกปฏิบัติในงานปกติโดยไม่ใช้ชุดสาธิตดังกล่าว เมื่อจบเนื้อหาทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ

- กลุ่มทดลอง (Experimental Group) ผู้วิจัยสอนนักเรียนนายร้อย ด้วยชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อจบเนื้อหาทำการทดสอบหลังเรียน (Post Test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ

4.3.3 วิเคราะห์ผล หาค่าความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โปรแกรม T-Test (Independent) จากคะแนนแบบฝึกหัดท้ายใบงานการทดลองแบบปรนัยจำนวน 25 ข้อ และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนายร้อย โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนแบบชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อการเรียนการสอนให้กับกลุ่มทดลอง อีกทั้งระหว่างเรียนได้ให้นักเรียนนายร้อย ทำแบบฝึกหัด เพื่อประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียนและเก็บรวบรวมคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดและใบงานการทดลอง ค่าคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดด้วยแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติมาหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสองกลุ่ม

5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบวงจรวงจรไฟฟ้า ผ่านใบงานการทดลองทั้ง 4 ใบงานการทดลองกับนักเรียนนายร้อย ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 นาย ได้ผลการทดลอง ดังนี้

5.1 ผลการทดลองจากการศึกษาผ่านใบงานการทดลอง

5.1.1 ใบงานการทดลองที่ 1 การศึกษาองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

จากการทดลองทราบว่า การทดสอบที่ใช้ใบงานการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้ากับความต้านทานของแต่ละตัว โดยทำการวัดค่าจากเครื่องมัลติมิเตอร์และแสดงผลของชุดสาธิตดังกล่าว ผลที่ได้วัดค่าได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะตรงไปตามหลักทฤษฎีของกฎของโอห์ม ตามตารางผลการทดลองใบงานที่ 1 โดยเครื่องหมาย * แสดงให้เห็นค่าที่ได้จากการคำนวณตามกฎของโอห์มดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลองใบงานที่ 1

R (Ω)	100 Ω	200 Ω	470 Ω	1000 Ω
I (mA)	8.3	8.4	8.3	8.3
I (mA)*	8.38	8.38	8.38	8.38
V _R (V)	0.83	1.848	3.901	8.3
V _R (V)*	0.838	1.844	3.939	8.38

จากผลการทดลองวงจรอนุกรมกระแสที่ไหลผ่านในวงจรทุกจุดจะมีค่าเท่ากันแต่จะมีค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว เมื่อรวมค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมตัวทุกตัวแล้วจะเท่ากับค่าแรงดันที่แหล่งจ่าย นอกจากนี้ การทดสอบหลังจากการเรียนการสอนทำการทดสอบข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 25 ข้อโดยกำหนดให้ข้อละ 1 คะแนนโดยที่กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.93 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.33 คะแนน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นของกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

5.1.2 ใบงานการทดลองที่ 2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยกฎของเคอร์ชอฟฟ์

จากการทดลองทราบว่า การทดสอบที่ใช้ใบงานการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ากับความต้านทานของแต่ละตัว โดยทำการวัดค่าจากเครื่องมัลติมิเตอร์และจอแสดงผลของชุดสาธิตดังกล่าว ผลที่ได้วัดค่าได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะตรงไปตามหลักทฤษฎีของกฎของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff's Law) ตามตารางผลการทดลองใบงานที่ 2 โดยเครื่องหมาย * แสดงให้เห็นค่าที่ได้จากการคำนวณตามกฎของเคอร์ชอฟฟ์ ดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางผลการทดลองใบงานที่ 2

R (Ω)	100 Ω	220 Ω	680 Ω
I (mA)	15.03	15.0	15.0
V _R (V)	1.51	3.29	10.16
V _R (V)*	1.5	3.3	10.2

จากผลการทดลองจากกฎของเคอร์ชอฟฟ์ทางด้านแรงดัน (KVL) คือ ค่าแรงดันที่ตกคร่อม ค่าความต้านทานในวงจรปิดใด ๆ จะเท่ากับแหล่งจ่ายดังสมการ $V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = V_0$; $V_S = V_{SUPPLY}$ สังเกตได้ว่า ผลการทดลองกับผลการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้การทดสอบหลังจากการเรียนการสอนทำการทดสอบข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 25 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อละ 1 คะแนน โดยที่กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.80 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.53 คะแนน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าคะแนนเฉลี่ยที่มีสูงขึ้นของกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

5.1.3 ใบงานการทดลองที่ 3 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยกฎเทวินินและนอร์ตัน

จากการทดลองทราบว่า การทดสอบที่ใช้ใบงานการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ากับความต้านทานของแต่ละตัว โดยทำการวัดค่าจากเครื่องมัลติมิเตอร์และจอแสดงผลของชุดสาธิตดังกล่าว ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกฎของกฎเทวินินและนอร์ตันที่มีค่ากระแสที่แปรผันตามกัน ตามตารางผลการทดลองใบงานที่ 3 โดยเครื่องหมาย * แสดงให้เห็นค่าที่ได้จากการคำนวณตามกฎของกฎเทวินินและนอร์ตัน ดังนี้

ตารางที่ 4 ตารางผลการทดลองใบงานที่ 3 ตามกฎเทวินินและนอร์ตัน

R _L (Ω)	1000 Ω	2000 Ω	680 Ω
I _{RL} (mA)	4.35	3.07	2.36
I _{RL} (mA)*	4.35	3.06	2.36

จากผลการทดลองสังเกตจากตารางที่ 3 ค่ากระแสที่วัดได้จากตัวต้านทานแต่ละตัว จะมีค่าเดียวกันแม้จะวิเคราะห์วงจรแบบกฎเทวินินและนอร์ตัน ที่ขึ้นอยู่กับการพิจารณาแหล่งจ่ายแรงดันตามกฎเทวินินหรือแหล่งจ่ายแรงดันตามกฎของนอร์ตัน นอกจากนี้การทดสอบหลังจากการเรียนการสอนทำการทดสอบข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 25 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อละ 1 คะแนน โดยที่กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.80 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.53 คะแนน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าคะแนนเฉลี่ยที่มีสูงขึ้นของกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

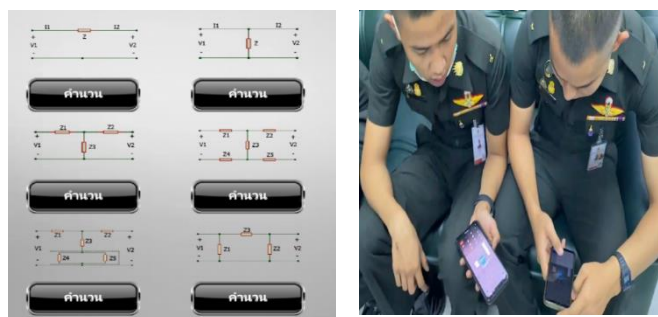
5.1.4 ใบงานการทดลองที่ 4 การวิเคราะห์วงจรขั้วสองทาง

จากการทดลองทราบว่า การทดสอบที่ใช้ใบงานการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า ทั้งสองพอร์ตขาเข้าและขาออก โดยทำการวัดค่าจากเครื่องมัลติมิเตอร์ และแสดงผลของชุดสาคิตดังกล่าว ผลที่ได้วัดค่าได้มีค่าที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งจะตรงไปตามหลักทฤษฎีของการวิเคราะห์วงจรขั้วสองทาง (Two Port Network) ตามตารางผลการทดลองใบงานที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางผลการทดลองใบงานที่ 4 ตามหลักการวิเคราะห์วงจรขั้วสองทาง

ผลการทดลอง	ค่าที่วัดได้	ค่าที่ได้จากการคำนวณ
I_1 (mA)	4.98	5
I_2 (mA)	4.98	5

จากผลการทดลองพบว่า การวิเคราะห์วงจรขั้วสองทาง มีความสัมพันธ์ตามหลักทฤษฎีของเคอร์ชอฟฟ์ เนื่องจากการวิเคราะห์ค่ากระแสของพอร์ตขาเข้าและขาออกนอกจากจะขึ้นกับตัวต้านทานภายในวงจรเท่านั้นแล้วยังขึ้นอยู่กับรูปแบบของวงจรขั้วสองทางนั้น ๆ ด้วย นอกจากนี้การทดสอบหลังจากการเรียนการสอนทำการทดสอบข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 25 ข้อ โดยกำหนดให้ข้อละ 1 คะแนน โดยที่กลุ่มทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.87 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.20 คะแนน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นของกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ทำการจัดทำโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรขั้วสองทางเบื้องต้นลักษณะแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และโปรแกรมแสดงผลในคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกในการใช้งานในการออกแบบการคำนวณค่าของวงจรขั้วสองทางในรูปแบบต่าง ๆ เช่น อิมพีแดนซ์ [Z] แอดมิตแตนซ์ [Y] โหบริด [H] อินเวอร์โหบริด [G] หรือทรานสมิตชัน [T] ได้ตามรูปที่ 12



รูปที่ 12 การใช้งานโปรแกรมการวิเคราะห์วงจรขั้วการสื่อสารเบื้องต้น

5.1 ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการประเมินผลตามพฤติกรรมบ่งชี้ในมิติผลการเรียนรู้และทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมของนักเรียนนายร้อย ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 นาย วิชาวงจรไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ส่วนการศึกษา โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า โดยมีผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตารางที่ 6 การทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อตรวจสอบพื้นฐาน

นักเรียนนายร้อย	n	คะแนน	$\bar{X}$	ค่าความต่างเฉลี่ย	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	15	50	36.53	1.13	1.08*	0.004
กลุ่มควบคุม	15	50	36.40			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (df = 65, α = 0.05, t = 1.706)

จากตารางค่า t ที่ df = 65, α = 0.05 เท่ากับ t = 1.706 (One tailed test) แต่ผลจากการทดสอบของค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเพื่อตรวจสอบพื้นฐาน โดยจากตารางค่า t มีค่าเท่ากับ 1.08 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า t ของ One tailed test (1.08 < 1.706) แสดงให้เห็นว่านักเรียนนายร้อยทั้งสองกลุ่มมีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่งผลให้นักเรียนนายร้อยทั้งสองกลุ่มมีพื้นฐานทางความรู้เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรไม่แตกต่างกัน จึงสามารถเลือกให้กลุ่มหนึ่งกลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลองได้

ตารางที่ 7 การทดสอบความแตกต่างของค่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียนนายร้อย	n	คะแนน	$\bar{X}$	ค่าความต่างเฉลี่ย	t	Sig.
กลุ่มทดลอง	15	100	80.20	10.53	15.54*	0.00
กลุ่มควบคุม	15	100	69.67			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (df = 65, α = 0.05, t = 1.706)

จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนายร้อย เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่เรียนด้วยชุดสาธิต) และกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่เรียนโดยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ) แสดงให้เห็นว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเท่ากับ 80.20 คะแนน และค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 69.67 คะแนน โดยนำค่าสถิติโดยใช้โปรแกรม t-test dependent samples จากตารางค่า t (One tailed test) ที่ df = 65, α = 0.05, t = 1.706 โดยที่ค่า t มีค่าการคำนวณเท่ากับ 15.54 ซึ่งมากกว่าค่า t จากตาราง 1.706 แสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดสอบของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนายร้อยที่เรียนด้วยชุดสาธิตดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบวิชาวงจรไฟฟ้า EE2201 มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนนายร้อยกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. สรุป

ชุดสาธิตดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนนายร้อย ชั้นปีที่ 2 ซึ่งลงทะเบียนเรียนวิชาวงจรไฟฟ้า รหัสวิชา EE 2101 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 นาย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (กลุ่มที่เรียนด้วยชุดสาธิต) และกลุ่มควบคุม (กลุ่มที่เรียนโดยวิธีการเรียนการสอนแบบปกติ) ผ่านใบงานการทดลองทั้ง 4 ใบงาน ให้มีสอดคล้องกับหลักสูตรฯ จากการนำชุดสาธิตดังกล่าวประกอบการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนนายร้อย มีค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัด และใบงานการทดลองร้อยละ 80.20 ของกลุ่มทดลอง อีกทั้งในส่วนของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของค่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จากการหาค่าสถิติโดยใช้โปรแกรม t-test dependent samples แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในวิชาวงจรไฟฟ้า โดยใช้ชุดสาธิตดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนายร้อยที่สูงขึ้นจากการเรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติที่มีการใช้งานเบรคบอร์ดแผงวงจรทั่วไป ซึ่งสังเกตจากผลวิจัยในส่วนงานของใบงานการทดลองที่ 4

การวิเคราะห์ห้วงจ่ายสองทาง ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทั้งสองจะมีความแตกต่างชัดเจนมากกว่าไปงานการทดลองอื่น ๆ ที่มีค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน

7. กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยชุดสาธิตวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำเร็จลุล่วงด้วยดีนั้น ต้องขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประเภท Function based research fund ในส่วนของกองทัพบก ประจำปีงบประมาณ 2565 ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิทวัส สิทธิกุล. (2562). **โครงการสื่อสารและสายส่ง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- [2] โกศล โอฬารไพโรจน์. (2542). การวิเคราะห์วงจรจ่าย. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [3] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1): 7-20.
- [4] Boonnudhar, N., & Wuttidittachotti, P. (2017). Mobile application: Patients' adherence for medicine in take Schedules (Online). Retrieved on Apr 15, 2021 from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3191684/>
- [5] ธวัชชัย สหพงษ์. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะตืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม. วารสารศรีปทุมปริทัศน์, 11(1): 139-151.
- [6] Nuanmeesri, S. (2019). **Mobile application for the purpose of marketing, product distribution and location-based logistics for elderly farmers**. Applied Computing and Informatics, Emerald Publishing Limited, 2210-8327.
- [7] ไกรสร สาริชา. (2546). ชุดทดลองระบบสื่อสารแบบดิจิทัล. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร).
- [8] เกลิมศักดิ์ ค้างงาม, ผดุงชัย ภูพัฒน์ และ ธนินทร์ รัตนโอฬาร. (2559). การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรระบบสัญญาณไฟฟ้ารถยนต์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร สาขางานยานยนต์. วารสารครูศาสตร์อุตสาหกรรม. 15(1): 44-50.
- [9] ธชณัฐ ผ่องโต. (2563). การพัฒนาชุดฝึกวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (20105-2005) ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานวิจัยมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ;