

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึงวิธีการดำเนินการวิจัยประกอบไปด้วย วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย เนื้อหาเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ต้องการวัดความเข้าใจในแต่ละข้อ การควบคุมคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ทำการทดสอบ ขั้นตอนและวิธีรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็น นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกับนักเรียนสายอาชีพในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ผ่านการเรียนเนื้อหาไฟฟ้ากระแสตรงมาแล้ว

กลุ่มตัวอย่าง ผู้ทำการวิจัยได้คัดเลือกตัวแทนกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่หนึ่งเป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเอกชนในโรงเรียนเชียงใหม่จำนวน 2 โรงเรียนโรงเรียนละ 40 คน กลุ่มที่สองเป็นนักเรียนในสายอาชีพในจังหวัดเชียงใหม่จำนวน 2 โรงเรียนโรงเรียนละ 40 คนรวมทั้งสิ้นจำนวน 160 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวน 10 ข้อโดยเป็นแบบทดสอบที่พัฒนามาจากงานวิจัยของ McDermott, L. C. และ Shaffer, P. S., ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความเข้าใจเชิงแนวคิดในเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยเน้นหลักความเข้าใจ หลักการพื้นฐาน และลักษณะการทำงานของวงจรไฟฟ้ามากกว่า เน้นการคำนวณที่ใช้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 45 นาทีโดย ต้องการวัดความรู้พื้นฐานในเรื่องวงจรไฟฟ้าจำแนกตามเนื้อหาในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

ข้อที่ 1 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง การพิจารณาค่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟในวงจรที่ต่อในลักษณะต่างกัน (มาตรฐาน , ต่อแบบขนาน , ต่อแบบอนุกรม) ซึ่งในการหาค่าความต่างศักย์ของหลอดไฟที่ต่อแบบขนานกันความต่างศักย์รวม จะมีค่าเท่ากับความต่างศักย์ของหลอดไฟที่นำมาต่อขนาน ส่วนความต่างศักย์รวมของหลอดไฟที่ต่อแบบอนุกรมจะมีค่าเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ของแต่ละหลอดไฟที่นำมาต่ออนุกรมกัน

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 1 เราจะพบว่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟแต่ละหลอดในวงจร A และ B จะมีค่าเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับความต่างศักย์ของแบตเตอรี่ เท่ากับ V ส่วนวงจร C จะมีค่าความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟแต่ละหลอดเท่ากับ $V/2$ เนื่องจากเป็นวงจรที่ต่อแบบอนุกรมดังนั้นความต่างศักย์รวมจากแบตเตอรี่จึงต้องแบ่งให้แต่ละหลอดไฟหลอดละ $V/2$ ดังนั้นหากพิจารณาจากสมการกำลังไฟฟ้า $P = V^2/R$ ความสว่างของแต่ละหลอดไฟในวงจร A และ B จึงมีค่าเท่ากันเพราะความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟมีค่าเท่ากัน ส่วนหลอดไฟในวงจร C จะมีความสว่างน้อยที่สุด เพราะความต่างศักย์ที่คร่อมหลอดไฟมีค่าน้อยที่สุด

ข้อที่ 2 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง การหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนไปเมื่อค่าความต้านทานของวงจรมีค่าเปลี่ยนไปตามสมการ $I = E/R$ โดยจะพิจารณาในลักษณะของความสว่างของหลอดไฟ B_1, B_2 และ B_3 ของแต่ละวงจร เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟทั้งสาม เป็นกระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลในแต่ละวงจรหากวงจรไหนมีกระแสไฟฟ้ามากก็จะมีแสงสว่างในหลอดไฟ (B_1, B_2 และ B_3) มีค่ามาก

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 2 จะเห็นว่าค่าความต้านทานรวมของแต่ละวงจรมีค่าไม่เท่ากัน หากให้หลอดไฟแต่ละหลอดมีความต้านทานเท่ากับ R วงจร A จะมีค่าความต้านทานเท่ากับ $2R$ วงจร B จะมีค่าความต้านทาน $3R/2$ และวงจร C จะมีค่าความต้านทานเท่ากับ $3R$ จากสมการ $I = E/R$ จะเห็นว่า วงจร B จะมีค่ากระแสไฟฟ้ารวมมากที่สุด ทำให้หลอดไฟ B_2 มีความสว่างมากที่สุด ส่วนวงจร C จะมีค่ากระแสไฟฟ้ารวมน้อยที่สุด ทำให้หลอดไฟ B_3 มีความสว่างน้อยที่สุด

ข้อที่ 3 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า ซึ่งจะทำงานได้เมื่อมีกระแสไหลครบวงจรซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 3 จะเห็นว่าในวงจรที่หนึ่งที่ต่อแบบอนุกรม เมื่อหลอดไฟดวงที่ 3 เกิดขาดจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไหลไม่ครบวงจรส่งผลให้หลอดไฟดวงที่ 1 และ 2ดับ ส่วนในวงจรที่สองซึ่งต่อแบบขนานกระแสไฟฟ้ายังสามารถไหลครบวงจรอยู่จึงทำให้หลอดไฟดวงที่ 1 และ 2 มีความสว่าง และมีความสว่างเท่าเดิม เพราะเมื่อหลอดไฟดวงที่ 3 ขาด ทำให้ความต้านทานรวมของวงจรเพิ่มขึ้น ทำให้กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรลดลงไปจากเดิม แต่กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟดวงที่ 1 และ 2 ยังมีค่าเท่าเดิม

ข้อที่ 4 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง หลักการทำงานของหลอดไฟ ซึ่งจะทำงานได้เมื่อมีกำลังไฟฟ้าที่เพียงพอ หรือมีกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมีค่ามากพอให้ไส้หลอดเกิดความร้อนและให้แสงสว่างออกมา

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 4 สาเหตุที่หลอดไฟ Z ไม่สว่างเนื่องจากความต้านทานของหลอดไฟ Z มีค่าสูงกว่าหลอด X และ Y มากทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟ Z มีค่าไม่เพียงพอทำให้หลอดไฟ Z เกิดความสว่าง

ข้อที่ 5 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง ความสัมพันธ์ของความต้านทานในวงจรกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่ามากขึ้นเมื่อความต้านทานในวงจรมีค่าลดลงตามสมการ $I = E/R$

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 5 หากปรับค่าความต้านทานที่ปรับค่าได้ให้มีค่าลดลงจะทำให้กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่ามากขึ้น ทำให้หลอดไฟ A สว่างขึ้น แต่จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอด B มีค่าลดลงเนื่องจากกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่จะไหลผ่านตัวต้านทานที่ปรับค่าได้แทน ทำให้หลอดไฟ B มีค่าความสว่างลดลง

ข้อที่ 6 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้า ซึ่งมีการต่ออยู่ 2 แบบคือ การต่อแบบอนุกรม มีประโยชน์ทำให้เซลล์ไฟฟ้ามีพลังงานมากขึ้น และการต่อแบบขนาน มีประโยชน์ทำให้เซลล์ไฟฟ้าสามารถใช้ได้นานขึ้นแต่มีพลังงานเท่าเดิม

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 6 ถ้าต้องการให้หลอดไฟทั้งสองมีความสว่างมากขึ้น จะต้องต่อแบบอนุกรมเพราะจะทำให้พลังงานไฟฟ้าในวงจรมีค่ามากขึ้น

ข้อที่ 7 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า และการหาค่ากระแสไฟฟ้า ในวงจรที่มีความซับซ้อน ซึ่งหากค่าความต้านทานในวงจรเปลี่ยนจะทำให้กระแสไฟฟ้ารวมที่ไหลในวงจรมีค่าเปลี่ยนไป แต่กระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายไฟแต่ละเส้นที่ต่อขนานยังมีค่าเท่าเดิม และหากเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในสายไฟเส้นใดเส้นหนึ่งที่ต้องขนานกันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าเฉพาะในสายไฟเส้นนั้นเท่านั้น

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 7 เมื่อหลอดไฟ B ขาดวงจรยังสามารถทำงานได้ เพราะกระแสไฟฟ้ายังสามารถไหลครบวงจร แต่จะทำให้ความสว่างของหลอด A มีค่าลดลงเพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอด A มีค่าลดลง เนื่องจากค่าความต้านทานรวมของวงจร ที่ต่อขนานสายที่อยู่ข้างบนมีค่ามากขึ้น ส่วนความสว่างของหลอด D มีค่าเท่าเดิม เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอด D ยังคงเท่าเดิมเนื่องจากความต่างศักย์มีค่าเท่าเดิม และกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่าลดลงเนื่องจากความต้านทานรวมของวงจรมีค่ามากขึ้น

ข้อที่ 8 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้า เมื่อเกิดการลัดวงจรด้วยการนำสายไฟต่อคร่อมวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจร ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านสายไฟที่นำมาต่อคร่อมแทนที่จะไหลผ่านหลอดไฟ

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 8 เมื่อนำสายไฟไปต่อคร่อมวงจรที่ต่อขนานกันดังรูป จะทำให้กระแสไฟฟ้าเกิดการลัดวงจรและไหลผ่านเฉพาะหลอด A และ หลอด D ส่วนหลอด B และ C ไม่มีกระแสไหลผ่านเพราะกระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านสายไฟที่นำมาต่อคร่อมแทน ทำให้ค่าความสว่างของหลอด A มีค่ามากขึ้น เพราะค่าความต้านทานของสายไฟเส้นบนมีค่าลดลง ส่งผลให้กระแสที่ไหลผ่านสายไฟเส้นบนมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนความสว่างของหลอด D มีค่าเท่าเดิม เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอด D ยังคงเท่าเดิม และกระแสไฟฟ้ารวมของวงจรมีค่ามากขึ้นเนื่องจากความต้านทานรวมของวงจรมีค่าลดลง

ข้อที่ 9 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่องการต่อความต้านทาน เพราะในการต่อความต้านทานที่อยู่ในห้องปฏิบัติการมีความแตกต่างจากแผนภาพวงจรไฟฟ้า ดังนั้นจึงพิจารณาจากหลักการต่อแบบขนานคือการใช้สายไฟคนละเส้นแต่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสายไฟแต่ละเส้นอยู่ที่เดียวกันและการต่อแบบอนุกรมคือการใช้สายไฟเชื่อมหลอดไฟเหมือนกับใช้สายไฟเส้นเดียว ว่านักเรียนสามารถแยกได้หรือไม่ว่าแผนภาพที่กำหนดให้คือวงจรไฟฟ้ารูปใด

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 9 จะเห็นว่าขั้วบวกของเซลล์ไฟฟ้าต่อเข้ากับขั้วของหลอดไฟสามดวงทางด้านใดด้านหนึ่งและทางขั้วอีกด้านของหลอดไฟทั้งสามก็มีสายไฟเชื่อมไปรวมกันที่จุดๆหนึ่ง แสดงว่าหลอดไฟทั้งสามต่อขนานกัน และนำไปเชื่อมกับหลอดไฟอีกดวงหนึ่งให้รวมเป็นเส้นเดียวกัน แสดงว่าหลอดไฟทั้งสามต่อขนานกันและต่ออนุกรมกับหลอดไฟอีกดวงหนึ่งดังนั้นสามารถเขียนเป็นวงจรได้ดังรูป ii

ข้อที่ 10 ต้องการทราบความเข้าใจในเรื่อง การต่อแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ เข้ากับวงจรซึ่งหากต้องการวัดกระแสไฟฟ้าเราจะต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจรโดยต่อแบบอนุกรม และหากต้องการวัดค่าความต่างศักย์เราจะต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับวงจรโดยต่อคร่อมตัวต้านทานที่เราต้องการวัดค่าความต่างศักย์

ซึ่งหากพิจารณาจากแบบสอบถามข้อที่ 10 จะเห็นว่าคำตอบที่ถูกต้องในการต่อแอมมิเตอร์เข้ากับวงจรคือรูป A และการต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับวงจรคือรูป D ส่วนสาเหตุที่ต้องต่อความต้านทานเข้ากับวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรมากเกินไป ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้แอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ชำรุด

3.3 การควบคุมคุณภาพเครื่องมือ

แบบทดสอบความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้พัฒนาจากแบบทดสอบของ McDermott, L. C. และ Shaffer, P. S., ที่ทำการสำรวจความเข้าใจของนักศึกษาที่มหาวิทยาลัยวอชิงตัน สหรัฐอเมริกา และงานวิจัยของ Thacker, B. Kim, E. และ Trefz, K. รวมถึงจากหนังสือแบบเรียนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของกระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้ทำการวิจัยได้ทำการสังเคราะห์และคัดเลือกมาจำนวน 15 ข้อ จากนั้นได้นำแบบทดสอบไปตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน จากนั้นทำการทดลองนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คนและนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และวิทยาลัยราชวมงคล เทคโนโลยีเชียงใหม่จำนวน 20 คนรวมทั้งสิ้น 100 คน และนำผลจากการทดสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงแบบทดสอบครั้งสุดท้าย และคัดเลือกแบบทดสอบให้มีความเหมาะสม เพียง 10 ข้อ

3.4 ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตัวเอง โดยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ทำหนังสือผ่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย และขออนุญาตทดสอบเครื่องมือและเก็บข้อมูล
2. ภายหลังได้รับการอนุมัติ ผู้วิจัยได้ทำการติดต่อโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการทำการสำรวจความเข้าใจ เพื่อขออนุญาตเข้าไปเก็บข้อมูล
3. ทำการเก็บข้อมูล ความเข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบโดยกำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบประมาณ 45 นาที
4. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบจากแบบสอบถาม และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมา รวบรวมข้อมูลทางสถิติ และวิเคราะห์เหตุผลจากแบบสอบถาม
5. สรุปผลการวิจัย และเสนอแนะวิธีการสอนเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่อาจมีผลให้นักเรียนมีความเข้าใจได้ดีขึ้น

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลทางสถิติ โดยนำข้อมูลของแต่ละข้อ มาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละ และฐานนิยมเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนส่วนใหญ่ โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือนักเรียนที่เรียนสายสามัญ และสายอาชีพ จากนั้นนำผลการวิจัยมาวิเคราะห์เหตุผลและเสนอแนะรูปแบบวิธีการสอนที่เหมาะสมต่อไป