



การวิจัยในชั้นเรียน

การพัฒนาการเรียนวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง
เรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของ
หม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง
พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)

ผศ.ดร. ปพน สะอาดยวง

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ชื่อผู้วิจัย : ผศ.ดร. ปพน สะอาดวง
ชื่อเรื่อง : การพัฒนาการเรียน การออกแบบระบบไฟฟ้า “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)”
ปีการศึกษา : ภาคเรียนที่ 2/2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้และหาประสิทธิภาพของการสอนรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ระดับอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน เครื่องมือการวิจัยได้แก่ สื่อการเรียนการสอน โดยที่ชุดการสอน และแบบทดสอบก่อนและหลังจากจบการเรียนการสอนในหัวดังกล่าว โดยให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดในทันทีหลังเรียนจบ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังมาคำนวณ หาประสิทธิภาพของนักศึกษาในการพัฒนา ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ร้อยละ

ผลการวิจัยการพัฒนาการเรียนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) เรื่อง “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 39.33/60.66 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยชุดทดสอบทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	5
3.1 วิธีการแก้ปัญหา/นวัตกรรมที่จะใช้	5
3.2 วัสดุ/อุปกรณ์ที่ต้องใช้	5
3.3 รายละเอียดที่จะดำเนินการ	6
3.4 ทฤษฎีสาเหตุของกระแสไฟฟ้าไหลในสายนิวตรอล	7
3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	9
บทที่ 4 ผลการวิจัย	12
4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด	12
4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสอน	12
4.3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	13
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	14
5.1 สรุปผลการวิจัย	14
5.2 ข้อเสนอแนะ	14
บรรณานุกรม	15
ภาคผนวก ก. ข้อมูลเพิ่มเติม	16

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งในระบบการพัฒนาประเทศ ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงกับการพัฒนาระบบอื่น ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง เกษตรกรรม สาธารณสุขและการจ้างงาน ดังนั้นแล้วในการศึกษาและการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยจะต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวม การมีศีลธรรม คุณธรรมและจริยธรรม ทั้งนี้ในการพัฒนาคนรุ่นใหม่จะต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีคุณภาพมาตรฐานเหมาะสมและมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี ดังนั้นแล้วครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาจึงจำเป็นต้องพัฒนาและศึกษาความรู้ให้ตรงกับเป้าหมายตามทศวรรษที่ 21 การจัดกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชา “การออกแบบระบบไฟฟ้า” นี้เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาในหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ซึ่งได้กำหนดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะและการพัฒนาทางความคิดโดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งจากการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายังขาดทักษะ และความเข้าใจในด้านการคำนวณกระแสไฟฟ้า ชนิดสายตัวนำ และรูปแบบการติดตั้งการเดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

ดังนั้นจากการสำรวจนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า จำนวน 15 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา “การออกแบบระบบไฟฟ้า” ภาคการศึกษาที่ 2/2567 โดยใช้แบบทดสอบพื้นฐานก่อนเรียน เพื่อให้ทราบถึงความสามารถของนักศึกษาว่ามีความรู้ในรายวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า ภายในห้องเรียนจำนวนเท่าใด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ. 2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด) สำหรับนักศึกษาแขนงวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

1.2.2 เพื่อศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการทดสอบ การพัฒนาการเรียน การออกแบบระบบไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ระดับอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน

1.3.2 หัวข้อที่ใช้ในการวิจัยในรายวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) เป็นการอ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้ง ตามมาตรฐานการติดตั้งของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 วิจัยในชั้นเรียน หมายถึง การแสวงหาความรู้โดยมีอาจารย์เป็นผู้ทำวิจัยและนำผลที่ได้ไปปฏิบัติจริง โดยการวิธีการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของผู้เรียน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และประยุกต์ใช้งานจริง และมีความปลอดภัย

1.5.2 ได้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้แก่นักศึกษาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้และหาประสิทธิภาพการสอนรายวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และเพื่อหาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนเรียนกับผลการเรียนรู้ภายหลังการเรียน ตามหัวข้อการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความหมายของการวิจัยในชั้นเรียน

การวิจัยในชั้นเรียนจากนักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายไว้ดังนี้

2.1.1.1 การวิจัยในชั้นเรียน คือกระบวนการแสวงหาความจริงด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้ในเนื้อหาที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ (ประกอบ มณีโรจน์ 2544: 4)

2.1.1.2 การวิจัยในชั้นเรียน คือการวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในห้องเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อประโยชน์สูงสุดแก่ผู้เรียน เป็นการวิจัยที่ต้องทำอย่างรวดเร็ว นำผลไปใช้ทันทีและสะท้อนข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของตนเอง ให้ทั้งตนเองและกลุ่มเพื่อนร่วมงาน (สุวิมล ว่องวานิช 2543: 163)

2.1.1.3 การวิจัยในชั้นเรียน คือกระบวนการแสวงหาความรู้อันเป็นความจริงที่เชื่อถือได้ ในเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในบริบทของชั้นเรียน (สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม 2540: 3)

2.1.1.4 การวิจัยในชั้นเรียน หมายถึงการวิจัยที่ทำในบริบทของชั้นเรียน และมุ่งนำผลการวิจัยมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนของตน เป็นการนำกระบวนการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาครูไปสู่ความเป็นเลิศ และมีอิสระทางวิชาการ (ทิตนา แคมมณี 2540: 5)

จากนิยามและ/หรือความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนจากนักวิจัยหลายท่าน ซึ่งเป็นการวิจัยที่ครู คณาจารย์และบุคลากรด้านการศึกษาทำเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนของผู้เรียนบางคน บางกลุ่มหรือทั้งหมด ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียนได้ โดยมีกระบวนการวางแผน ปฏิบัติตามแผน สังเกตผลที่เกิดขึ้นและการสะท้อนความคิด

2.1.2 ประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน

นักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน ดังนี้

2.1.2.1 ชุดการสอนแบบบรรยาย หรือ ชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนสำหรับใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ภายในกล่องจะประกอบด้วยสื่อการสอนที่ใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลง มาเป็นผู้แนะนำ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน

กิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ชุดการสอนแบบบรรยายนี้ จะมีเนื้อหาโดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยาย และประกอบกิจกรรมตามลำดับขั้น ดังนั้น สื่อการสอนที่ใช้ควรเป็นสื่อที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนหรือได้ยินกันอย่างทั่วถึง เช่น แผนภาพโป่งใส สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ แผนภูมิ แผนภาพ โทรทัศน์ เอกสารประกอบการบรรยาย และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายตามปัญหาและหัวข้อที่ครูกำหนดไว้ และชุดการสอนประเภทนี้ มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะสำหรับสื่อการสอน อย่างไรก็ตาม ถ้าหากเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ไม่สามารถบรรจุไว้ในกล่องได้ จะต้องกำหนดไว้ในคู่มือครูส่วนที่เกี่ยวกับครูผู้สอนจะต้องเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนทำการสอน

2.1.2.2 ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่มหรือชุดการสอนที่ใช้กับศูนย์เรียนรู้เป็นชุดการสอนแบบกิจกรรม ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยระบบการผลิตสื่อการสอนตามหน่วยและหัวเรื่องโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ร่วมกันประกอบกิจกรรมเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน ในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนรู้ ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มนี้ ประกอบด้วยชุดย่อยๆ ตามจำนวนศูนย์ในแต่ละหน่วยในแต่ละศูนย์จะจัดสื่อการสอนไว้ในรูปแบบของสื่อประสม อาจเป็นสื่อรายบุคคล หรือสื่อสำหรับผู้เรียนใช้ทั้งศูนย์ร่วมกัน ผู้เรียนที่เรียนได้ใช้ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือจากครูในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการเรียนแบบนี้แล้วผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันเองภายในกลุ่ม ระหว่างการประกอบกิจกรรม หากมีปัญหาสามารถถามครูได้ตลอดเวลา

2.1.2.3 ชุดการสอนรายบุคคล หรือชุดการเรียน : เป็นชุดการสอนที่มีการจัดระบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นที่ระบุไว้ โดยผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสนใจของแต่ละคน และตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง ชุดการสอนประเภทนี้ จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นคว้า หรือศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมด้วยตนเอง ผู้สอนจะเป็นผู้ที่ให้ คำแนะนำ และช่วยเหลือทันที หรือผู้เรียนอาจนำชุดการสอนประเภทนี้ไปศึกษาเองที่บ้านได้ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริม และฝึกฝน ให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 เพ็ญพา พุพวก. (2555). ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้คุณสมบัติของเลขยกกำลังในการแก้ปัญหาการคูณและการหารเลข ยกกำลังและการเขียนจำนวนในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์และเพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของนักเรียนที่เรียน เรื่องเลขยกกำลัง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2555 โรงเรียนอัสสัมชัญศรีราชา จังหวัดชลบุรี

2.2.2 อรทัย แสงใสแก้ว. (2553). การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนโยธอร์ พัทธาคม จำนวน 10 คน โดยใช้บทเรียนการคูณ เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ จำนวน 2 ตอน ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 เรื่อง กฎการคูณและตอนที่ 2 เรื่อง กฎการบวก โดยให้นักเรียนทั้ง 10 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 12 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 สำหรับเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อและตอนที่ 2 สำหรับแสดงวิธีทำจำนวน 2 ข้อ จากนั้นให้

นักเรียนได้เรียนโดยใช้บทเรียนการ์ตูนแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะทั้ง 2 ชุดและทำแบบทดสอบ
หลังเรียนด้วยข้อสอบชุดเดิมแล้วนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบความก้าวหน้าของแบบทดสอบก่อน
เรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลผลจากการศึกษา พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อน
เรียนเท่ากับ 6.9 คะแนน เฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 15

บทที่ 3

การออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัย การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ. 2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนวิจัยดังนี้

- วิธีการแก้ปัญหา / นวัตกรรมที่ใช้
- วัสดุ / อุปกรณ์ที่ต้องใช้
- รายละเอียดที่จะดำเนินการ
- สาเหตุของกระแสไฟฟ้าไหลในสายนิวตรอล
- ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.1 วิธีการแก้ปัญหา / นวัตกรรมที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest Posttest Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา ซึ่งการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาทำแบบทดสอบ เรื่อง อุปกรณ์ตู้เมนไฟฟ้า (Main Distribution Board: MDB) ประกอบด้วย เมน ACB และเมน ACB ย่อย คาปาซิเตอร์สำหรับปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้า โวลต์มิเตอร์ แอมป์มิเตอร์ วัดต์มิเตอร์ ระบบกราวด์ ในการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าจะต้องมีการคำนวณสอดคล้องกับการจ่ายกระแสไหลปลายทาง เพื่อให้สามารถจ่ายโหลดได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย แสดงวงจร Single Line Diagram ระบบจำหน่าย 22 kV ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) ดังรูปที่ 3.1

3.2 วัสดุ/ อุปกรณ์ที่ต้องใช้

3.2.1 แบบทดสอบพื้นฐานก่อนเรียน-หลังเรียน โดยมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.2.1.1 ทดสอบพื้นฐานความรู้ (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1.2 สอนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดการสอน (ใช้เวลาสอน 180 นาที)

3.2.1.3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) หลังจากนักศึกษาผ่านการเรียนการสอนแล้ว

ทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งหนึ่ง ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

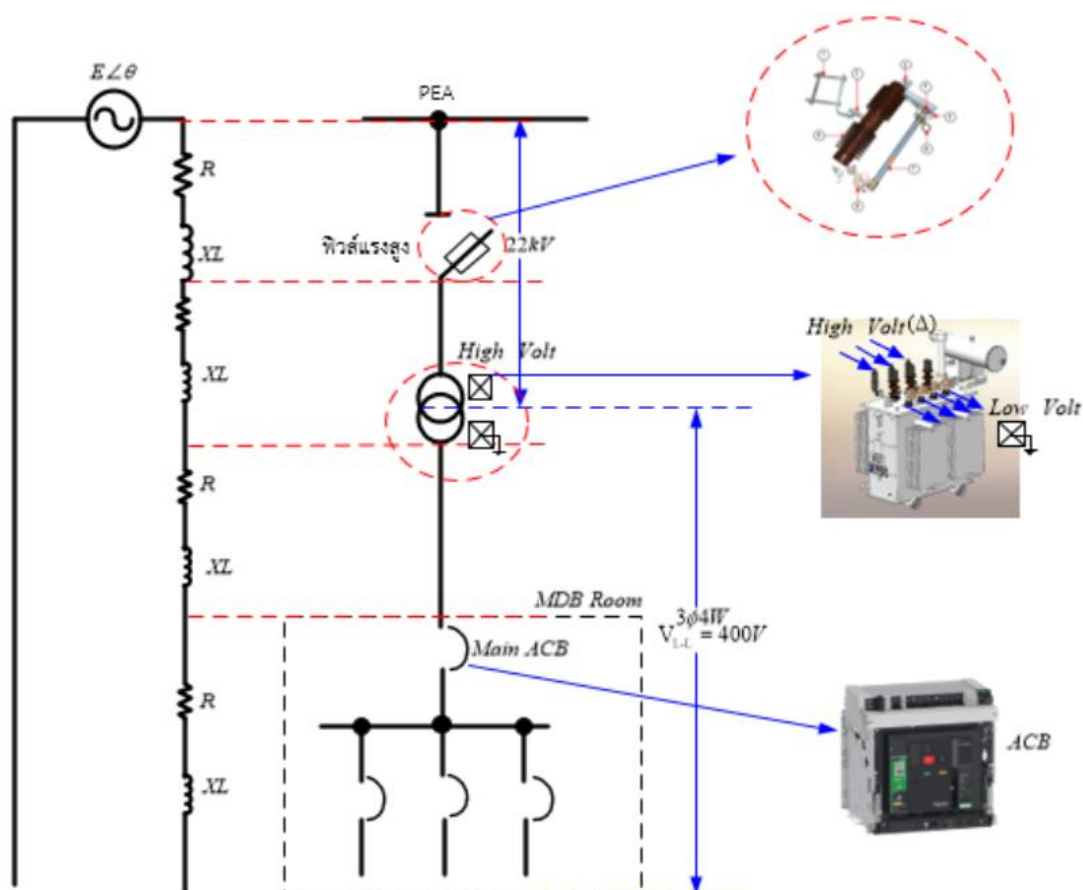
3.2.1.4 นำผลที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของนักศึกษา

3.3 รายละเอียดที่จะดำเนินการ

การพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่อง “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ. 2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” ในรายวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) มีขั้นตอนในการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

3.3.1 ผู้สอนมีการศึกษาวัตถุประสงค์ของเนื้อหาในบทเรียนและออกแบบชุดทดสอบวัดความรู้พื้นฐานการคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง และมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลังตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด) เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz

3.3.2 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน มาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด) ในเรื่อง มาตรฐานการออกแบบอุปกรณ์ไฟฟ้าห้อง MDB จากรูปที่ 3.1 แสดงวงจรรีแอ็คแทนซ์ไดอะแกรมสายส่งแรงสูง 22 kV ผ่านหม้อแปลง ๆ แรงดันไฟฟ้าลงเป็น 3 เฟส 4 สาย เข้าเมน ACB ห้อง MDB และมี ACB ย่อยควบคุมโหลด



รูปที่ 3.1 วงจร Single Line Diagram

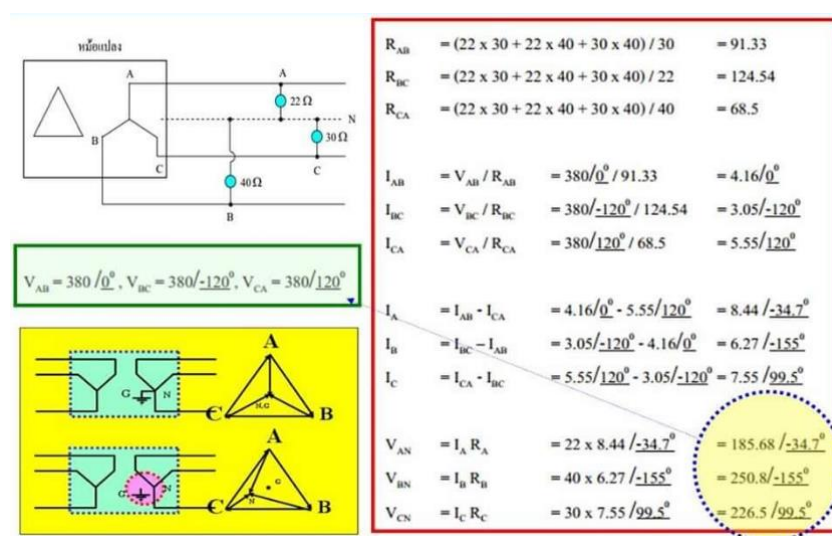
3.3.3 ทำการบรรยายความรู้พื้นฐานและเนื้อหาวิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)”

3.3.4 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ผู้สอนได้ออกแบบตามเงื่อนไขของหัวข้อนั้น

3.3.5 ดำเนินการวัดประเมินการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)

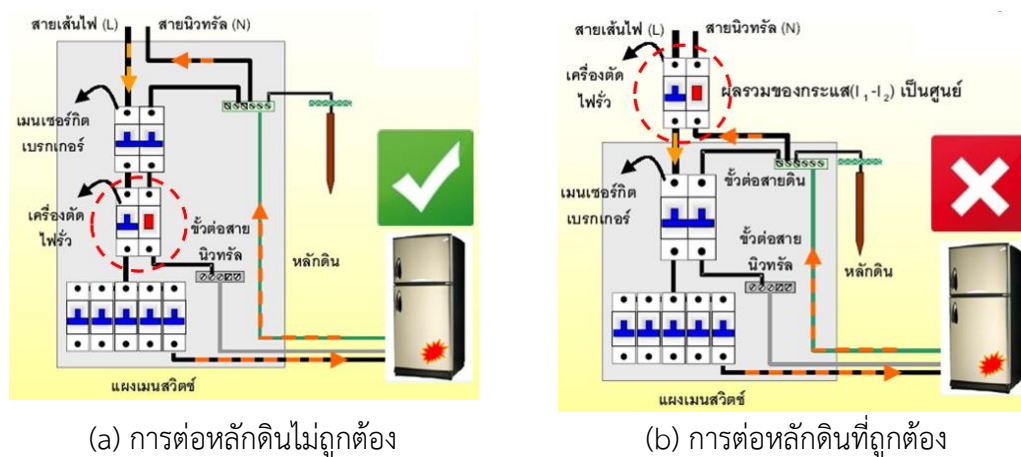
3.4 ทฤษฎีสาเหตุของกระแสไฟฟ้าไหลในสายนิวตรอล

3.4.1 ความไม่สมดุลของกระแสที่จ่ายโหลดชนิด 1 เฟส หากมีอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบไฟฟ้าไม่เท่ากัน เช่น ถ้ามีกระแสในสายเฟสที่ไม่สมดุล กระแสที่เหลือจะไหลผ่านสาย นิวตรอลเพื่อให้สมดุล จากรูปที่ 3.2 การจ่ายโหลดไม่สมดุลทางด้านแรงต่ำในระบบ 3 เฟส 4 สาย



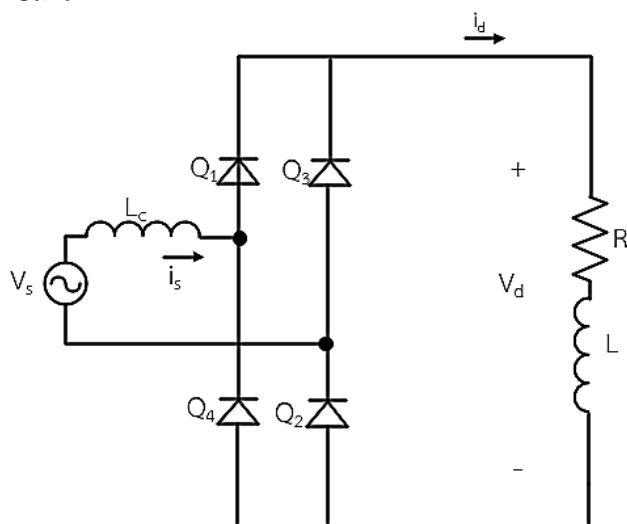
รูปที่ 3.2 การจ่ายโหลดในระบบ 3φ4W ไม่สมดุล

3.4.2 เกิดการรั่วไหลของกระแส (Leakage Current) จากอุปกรณ์หนึ่งไปยังดิน หรือที่อื่น กระแสนี้ก็จะผ่านสาย นิวตรอลกลับไปยังแหล่งจ่ายไฟ โดยเปรียบเทียบการต่อแบบถูกต้อง รูปที่ 3.3(a) และการต่อแบบไม่ถูกต้องดังรูปที่ 3.3(b)

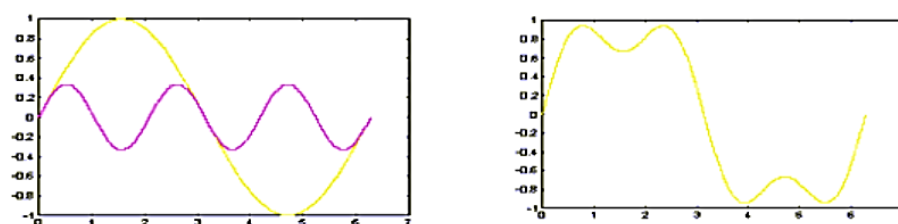


รูปที่ 3.3 การต่อหลักดินที่ขณะเกิดกระแสรั่วไหล

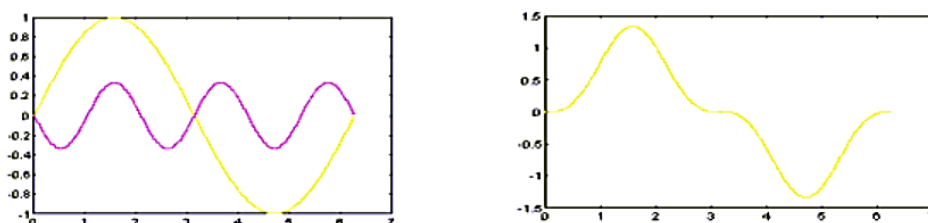
3.4.3 ตัวอย่างวงจรบุสฟูลบริดจ์เรกติไฟเออร์หนึ่งเฟส โดยจ่ายโหลดกับ RL โหลด โดยการ ทำงานของวงจรโดยการแปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรง โดยการทำงานไดโอด Q1,Q2 จะทำงาน พร้อมกัน ในขณะที่ไดโอด Q1,Q2 ถูกไบอัสตรงจะมีสถานะ “ON” ไดโอด Q3,Q4 จะมีสถานะ “OFF” และในทำนองเดียวกันไดโอด Q3,Q4 ถูกไบอัสตรงจะมีสถานะ “ON” และไดโอด Q1,Q/ จะมีสถานะ “OFF” และกรณีที่ที่มีการจ่ายชนิดโหลดประเภทนี้ในหลาย ๆ วงจร ผลที่ตามมาคือสายนิวทรัลจะมี กระแสไหลเราเรียกว่า กระแสฮาร์โมนิกส์ใน Order 3 (ความถี่ 150 Hz) ไหลในสายนิวทรัลและทำ ให้เกิดความร้อน โดยทิศทางการไหลของกระแสฮาร์โมนิกส์ดังกล่าวจะไหลย้อนกลับมาที่สายนิวโทร ลของหม้อแปลงไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 วงจรบุสฟูลบริดจ์เรกติไฟเออร์หนึ่งเฟส



$$f(t) = \sin(x) + \frac{1}{3}\sin(3x)$$



$$f(t) = \sin(x) - \frac{1}{3}\sin(3x)$$

รูปที่ 3.5 สัญญาณฮาร์มอนิกสกรอสใน Order 3 (ความถี่ 150 Hz)

3.5 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.5.1 ชุดการสอนมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.5.1.1 ใบเนื้อหา หลังจากผ่านกระบวนการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง วิเคราะห์เนื้อหา สำคัญประเมินคุณค่าของหัวข้อเรื่อง วิเคราะห์รายละเอียดหัวข้อเรื่องและความรู้ ซึ่งจะได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดเนื้อหาวิชาทั้งหมด

3.5.1.2 ใบแบบฝึกหัด สำหรับวัดความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาในระหว่างเรียน โดยผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบแบบแสดงวิธีทำจำนวน 1 แบบฝึกหัด คิดเป็น 10 คะแนน พร้อมใบเฉลยแบบฝึกหัด

3.5.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบ

ผู้วิจัยศึกษาวัตถุประสงค์และกำหนดเนื้อหาพื้นฐานเพื่อช่วยในความเข้าใจในเรื่อง การแก้สมการเชิงซ้อนด้วยเมตริกซ์

3.5.1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและประเมินรูปแบบของข้อสอบว่าควรเป็นในลักษณะใดบ้าง เช่น แบบเติมคำ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบเลือกตอบหรือแบบอัตนัย หลังจากนั้นมาวิเคราะห์ว่าจะออกกี่ข้อ

3.5.1.5 ร่างข้อสอบตามรูปแบบที่เลือกไว้ โดยมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อเป็นแบบอัตนัย

3.5.1.6 นำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นนี้สามารถสอบวัดผลความรู้ที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของหัวข้อหรือไม่

3.5.1.7 ปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบทดสอบไปใช้วัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนในเนื้อหา สาเหตุของกระแสไหลในสายนิวตรอนและวิธีการต่อกราวด์ในแต่ละแบบ

3.5.1.8 นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ถึงความเข้าใจของนักศึกษาเพื่อทราบถึงพื้นฐานและความรู้ที่จะนำไปพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอนด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564

- ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้สูตรทางสถิติดังต่อไปนี้

ก) การหาคะแนนเฉลี่ย (รัตนนา, 2537:39)

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\sum x$ คือ คะแนนเฉลี่ย
 $\bar{x}$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N คือ จำนวนข้อมูล

ข) สถิติสำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน (รัตนนา, 2537:86)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} , df = n-1 \quad (3.2)$$

เมื่อ D คือ ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
 n คือ จำนวนคู่

ค) การหาคะแนนเฉลี่ย (รัตน์า, 2537:39)

$$E_1 = \left| \frac{\sum \frac{X}{N}}{A} \right| \times 100 \quad (3.3)$$

$$E_2 = \left| \frac{\sum \frac{F}{N}}{B} \right| \times 100 \quad (3.4)$$

- เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในชุดการสอน คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด
- E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนนักศึกษาหลังจากเรียนด้วยชุดการสอนแล้ว) คิดเป็นร้อยละจากการทดสอบหลังเรียน
- $\sum X$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัดได้
- $\sum F$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
- N คือ จำนวนนักศึกษา
- A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
- B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า (อส 5001204-62) “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

- การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด
- การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน
- การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด

ในระหว่างการเรียนการสอนได้จัดให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนและหลัง ผลคะแนนแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 จากผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด มีคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 50 คือ คะแนนร้อยละ 43.33

ตารางที่ 4.1 แสดงการวิเคราะห์ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\sum x$	$\bar{x}$	ร้อยละ
แบบทดสอบก่อนเรียน	15	10	59	3.93	39.33

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

จากชุดการสอน เรื่อง “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองข้างต้น เฉลี่ยร้อยละ 43.33 และมีคะแนนข้อสอบหลังเรียน เฉลี่ยร้อยละ 60.48 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ก่อนเรียน แสดงว่า ชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\sum x$	$\bar{x}$	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน E_1	15	10	59	3.93	39.33
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E_2	15	10	91	6.07	60.66

4.3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดสอบเรื่อง “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยตารางที่ 4.2 โดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนมาผ่านสมการ t-test dependent ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดสอบทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนสูงกว่า ซึ่งจากการทดลองใช้ชุดการสอน พบว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ส่วนคะแนนทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.07 จากตารางสรุปได้ว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน (Post-test) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จึงเชื่อได้ว่าตั้งนั้นผู้เรียนที่เรียน เรื่อง “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” แล้วมีความรู้สูงขึ้นจริง

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	$\bar{x}$
ผลคะแนนก่อนเรียน	3.93
ผลคะแนนหลังเรียน	6.07

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่การเรียนการสอน วิชา การออกแบบระบบไฟฟ้า เรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการที่ได้นำชุดทดสอบเรื่อง “การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด)” สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

5.1.1 ชุดทดสอบเรื่อง การวิเคราะห์ผลของกระแสไหลในสายนิวตรอลด้านแรงดันต่ำ 400 V ของหม้อแปลงในระบบ 24 kV 400/230 V 50 Hz ตามมาตรฐานการติดตั้ง พ.ศ.2564 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด) ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 39.33/60.66 คิดเป็นร้อยละของประสิทธิภาพ เท่ากับร้อยละ 60.7

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยชุดทดสอบทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

ดังนั้น สรุปได้ว่าชุดแบบทดสอบ เรื่อง ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยในการสร้างชุดทดสอบในหัวข้ออื่น ๆ ที่อยู่ในรายวิชากลุ่มวิชาเฉพาะศาสตร์ที่ยังไม่ได้ทำการวิจัยเพิ่มเติม

5.2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนเปรียบเทียบกับระหว่างนักศึกษาหลักสูตร 4 ปี กับนักศึกษาหลักสูตรเทียบโอนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบไฟฟ้ากำลังและการส่งจ่าย

บรรณานุกรม

ทิตินา แคมมณีและคณะ. การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ:

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 5.

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2540. หน้า 3.

ประวิต เอราวรรณ. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ยูแพค. 2542. หน้า 3.

ประกอบ มณีโรจน์. เรียบรู้สู่การปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 2).

กรุงเทพมหานคร : บี.อี.ซี. 2544. หน้า 4.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ที่

สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528, หน้า 294 – 295.

ลือชัย ทองนิล การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้ากำลัง ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า จัดพิมพ์
โดย สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพมหานคร.

ภาคผนวก ก
ข้อมูลเพิ่มเติม

แบบฝึกหัด

1. จงอธิบายระบบแรงดันไฟฟ้าส่งจ่าย 22 kv 400/230 V 50 Hz
2. จงอธิบายแรงดัน Line to Line Voltage ด้านแรงสูงของหม้อแปลง
3. จงคำนวณหา Line Current ทางด้านแรงสูงและแรงต่ำของหม้อแปลง
4. จงอธิบาย AT/AF ของ ACB ที่ตู้ MDB
5. จงอธิบายหน้าที่ของ Cap Bank คือ
6. จงอธิบาย Vector DY-11 หม้อแปลงไฟฟ้าคือ
7. จากรูปที่ 3.3 ผลของการต่อหลักดินไม่ถูกต้องมีผลอย่างไร
8. Non-linear load คือ
9. รูปที่ 3.4 อินดักแตนซ์ L_c มีหน้าที่คือ
10. จงอธิบายการทำงานของไดโอด Q1-Q4

ตารางที่ ก.1 ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียน

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด	หมายเหตุ
1	นายบดีพล วงศ์สารภี	3	
2	นายปฐิภาณ แยมแต่งอ่อน	3	
3	นายวชิรวิชญ์ พุ่มประเสริฐ	2	
4	นายอารักษ์ คำอยู่	3	
5	นายนิธิโรจน์ ผาติไทรวัฒน์	3	
6	นายจักรภพ ละอายทุกข์	4	
7	นายจักริน แดงเจริญ	3	
8	นายพงศ์ภรณ์ น้อยชัยพลักษ์	4	
9	นายธนวัฒน์ อำคิด	3	
10	นายปวิพัทธ์ อยู่เบิก	4	
11	นายสหรัฐ ศิริชัย	4	
12	นายณรงค์ชัย เอี่ยมสำอางค์	3	
13	นายอมรเทพ บุญญะ	4	
14	นายสรยุทธ บุญเผย	4	
15	นายธนชัย คำพรานลาน	4	

$$\sum x = 51$$

$$\bar{x} = 3.4$$

$$\text{ร้อยละ} = 34$$

ตารางที่ ก.2 ผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ผลคะแนนก่อนเรียน	ผลคะแนนหลังเรียน
1	นายบดีพล วงศ์สารภี	4	7
2	นายปวิภาณ แยมแต่งอ่อน	4	7
3	นายวชิรวิชญ์ พุ่มประเสริฐ	4	5
4	นายอารักษ์ คำอยู่	4	5
5	นายนิธิโรจน์ ผาติไทรวัฒน์	3	7
6	นายจักรภพ ละอายทุกข์	2	7
7	นายจักริน แต่งเจริญ	5	7
8	นายพงศ์ภรณ์ น้อยชัยพลักษณ์	4	6
9	นายธนวัฒน์ อำคิด	5	6
10	นายปวิพัทธ์ อยู่เบิก	5	7
11	นายสหรัฐ ศรีชัย	4	6
12	นายณรงค์ชัย เอี่ยมสำอางค์	3	5
13	นายอมรเทพ บุญณะ	4	6
14	นายสรยุทธ บุญเผย	4	5
15	นายธนชัย คำพรานลาน	4	5

	ก่อนเรียน	หลังเรียน
$\sum x =$	59	91
$\bar{x} =$	3.93	6.07
ร้อยละ =	39.33	60.66