

การพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษา
เทคโนโลยีไฟฟ้า ปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Develop Set of Teaching for Energy Control in Electrical Machine for Learning
of Electrical Technology Students 3rd Year Faculty of Industrial Technology
Uttaradit Rajabhat University

ทวีศักดิ์ วรจักร^{1*} ทวีศักดิ์ ดีหมื่นไวย² และธูวานนท์ พลจร³

^{1*}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

^{2,3}นักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Thaweesak Worachak^{1*} Thaweesak Deemuenwai² and Thuwanon Ponjon³

^{1*}Assistant Professor, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

^{2,3}Student, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

*E-mail: thaweesakkeng@uru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า 2) เพื่อหาประสิทธิภาพการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 18 คน และเลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 คน ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอบวัดด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลการสอบวัดข้อมูลค่าคะแนนไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test

ผลการวิจัยพบว่า การเรียนด้วยการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.83/84.30 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยรวมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เรียนร่วมกับการพัฒนาชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าและใบงานที่พัฒนาขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในระดับดีมาก

คำสำคัญ: การพัฒนาชุดสื่อการสอน การควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

This paper presents develop set of teaching for energy control in electrical machine for learning of Electrical Technology students 3rd year Faculty of Industrial Technology Uttaradit Rajabhat University. (1) To develop a set of teaching for energy control in electrical machine. (2) To investigate the efficiency of develop set of teaching for energy control in electrical machine. (3) To study learners' learning achievement from develop set of teaching for energy control in electrical machine for learning of Electrical Technology students 3rd year Faculty of Industrial Technology Uttaradit Rajabhat University 18 students and selected 18 samples by simple sampling method. The sample was tested with pre-test. Quiz during class Achievement test T-test statistics were used to analyze the data.

The results of the study were as follows: Developed effectively 80.83/84.30 students' learning achievement was significantly higher than the pre-learning achievement at the 0.05 level, learners who studied with the development of energy control media in the electromechanical and the developed work, learner has a very good level of understanding.

Keyword: Development set of teaching, Energy control in electrical machines, Achievement of learning

1. บทนำ

การวิจัยการศึกษามีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีและประสิทธิภาพงาน การควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้ามาเพิ่มประสิทธิภาพพร้อมกับระบบงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ต้องอาศัย หลักการทำงานเพื่อควบคุมการทำงานทางด้านเทคโนโลยีอุตสาหกรรมได้มองเห็นความสำคัญของเนื้อหาใน ศาสตร์ทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำให้บุคลากรได้เกิดการพัฒนาความรู้และ ความสามารถ ตามแนวคิดของเกษม วัฒนชัย “ได้กล่าวว่า มนุษย์นำความรู้มาใช้งานเทคโนโลยี” คือ วิธีหรือ รูปแบบของการประยุกต์ความรู้เพื่อนำมาทำงานให้กับมนุษย์ หากต้องการจะเพิ่มพูนความรู้ใหม่ในสังคม ก็ต้องจัดการศึกษาและฝึกอบรมให้โอกาสผู้เรียนนั้นได้สร้างความรู้ใหม่ ซึ่งการศึกษาในการสร้างเทคโนโลยีต้อง อาศัยความรู้ที่มากและรอบด้าน ต้องปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่าง คิดเป็น ทำเป็น คือ มีจินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ประยุกต์ความรู้พัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ สร้างนวัตกรรมได้อย่าง หลากหลาย การประสานงานระหว่างการสอนทฤษฎีและปฏิบัติระหว่างบุคคลกับสื่อการสอน เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์และกำหนดเกณฑ์ในการวัดและประเมินผลให้ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งในส่วนของกระบวนการและ ผลงาน ทั้งด้านความรู้ ด้านความรู้สึกและทักษะการแสดงออกของผู้เรียน

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จัดการศึกษาทางด้านเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ที่มุ่งเน้นการผลิตและพัฒนางานระดับเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และระดับผู้ชำนาญการเฉพาะ

สาขาอาชีพ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ เป็นแหล่งผลิตบุคลากรทางการอาชีวศึกษาให้มีความสามารถทางช่างเทคนิคให้ตรงกับความต้องการกับงานเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ดังตัวอย่างวิชาการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้ารหัสวิชา 5573502 จำนวน 3(2-2-5) หน่วยกิต (บรรยาย-ปฏิบัติ) ตามหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า (ทล.บ.) ได้เขียนคำอธิบายรายวิชาไว้ดังนี้ “ประสิทธิภาพเครื่องจักรกลไฟฟ้าและหลักการควบคุม การควบคุมกำลัง การลดการสูญเสีย เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดและควบคุมพลังงานในเครื่องจักรกลไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ การตรวจสอบเพื่อบำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์ในเครื่องจักรกลไฟฟ้าในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม” เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ ในหลักการและกระบวนการทำงานพื้นฐานของการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า มีความคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์และแก้ปัญหา ทางด้านเทคโนโลยีมาประยุกต์ สาเหตุประการสำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ดีหรือต่ำ เป็นผลสืบเนื่องมาจากประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนและขาดแคลนชุดทดลองในภาคปฏิบัติ ในการสอนภาคปฏิบัติจะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถของผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและออกแบบสื่อการเรียนการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เรื่องการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าเพื่อประยุกต์ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

2.3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เมื่อใช้สื่อการเรียนการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านประชากร

3.1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 3 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ในภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 18 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 3 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลไฟฟ้า 2 ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 18 คน

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา ในรายวิชาการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ พุทธศักราช 2554 เรื่องการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า มาประยุกต์ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ ตามใบงานประกอบ

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ผู้วิจัยทำการศึกษาหลักการ ทำงานและสังเกตการปฏิบัติงานจริง (Task Observation) ในเรื่องการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า และใช้หลักการการวิเคราะห์งาน (Job Analysis) ทหารายละเอียดของพฤติกรรมในการทำงาน พิจารณาความรู้และ ทักษะที่เป็นองค์ประกอบของงาน โดยจำแนกออกเป็นกลุ่มงาน (Operation) ต่าง ๆ และเขียนคำบรรยาย ลักษณะของงาน เพื่อแสดงให้เห็นวัตถุประสงค์ของงานและกำหนดความชัดเจนของภาพลักษณ์ในการ ปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน ในเรื่องของการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า สามารถจำแนกได้เป็น 5 กลุ่มงาน มีรายละเอียดของแต่ละกลุ่มงาน ดังนี้ กลุ่มงานที่ 1 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง กลุ่มงานที่ 2 เรื่อง การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Jogging กลุ่มงานที่ 3 เรื่องการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Reversing After Stop กลุ่มงานที่ 4 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ Plugging กลุ่มงานที่ 5 การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์-เดลต้า

4.2 ออกแบบและการสร้าง ผู้วิจัยนำเนื้อหาจากแผนการสอนที่พัฒนาเป็นใบงานทดลองไปสู่การ ออกแบบและเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม โดยขอคำแนะนำจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญทางด้านการ ออกแบบ เขียนแบบ เพื่อพัฒนาให้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีความสมบูรณ์ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ของการเรียนรู้และการใช้งานจริง นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้คำนึงถึงลักษณะของชุดสื่อการควบคุมพลังงานใน เครื่องกลไฟฟ้า ความเหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ความเหมาะสมกับจำนวนผู้เรียนทั้งแบบ รายกลุ่มและรายบุคคล ความเหมาะสมกับจุดประสงค์ของเนื้อหาและลักษณะทางเทคนิคของสื่อการควบคุม พลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เช่น สอดคล้องกับวิธีการสอน จุดมุ่งหมายการสอนและระดับพื้นฐานความรู้ของ ผู้เรียน ความคุ้มค่าทางวิชาการ ค่าใช้จ่ายในการจัดสร้าง ความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย ความสะดวกในการ ใช้งาน ความสะดวกในการจัดเก็บ ความปลอดภัยในการใช้งานและองค์ประกอบอื่น ๆ หลักการที่ใช้ในงานวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) ชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าพร้อมทั้ง ใบงานที่ใช้ประกอบในการเรียนและแผนการสอน 5 ใบงาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ และ 3) แบบประเมินคุณภาพชุดสื่อการเรียนที่ ได้รับการพัฒนาขึ้น นำมาใช้ประกอบในการสอนแบบใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความ เข้าใจในเนื้อหาและกระบวนการทำงานของระบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ด้วยชุดสื่อการสอนการ ควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า

4.3 การสร้างและพัฒนาใบงานการทดลอง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ขอบเขตของเนื้อหาที่ได้คัดเลือกเพื่อ สร้างชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า โดยพิจารณาผลของการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนทดลอง เรื่องการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เพื่อกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ระบุเป็นสิ่งที่ต้องการ ให้พฤติกรรมผู้เรียนเปลี่ยนแปลงหลังจากจบการเรียนทดลองด้วยชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า การพัฒนาใบงานการทดลองหลังจากได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาใบงานการ

ทดลองที่จะให้กลุ่มตัวอย่างใช้เรียนทดลองร่วมกับชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

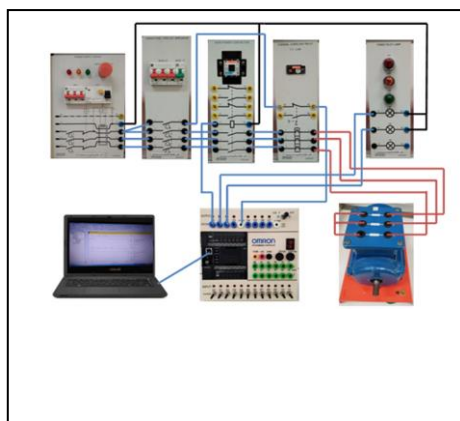
4.3.1 ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีในการสร้างใบงานการทดลองที่ได้คัดเลือกทั้งหมด 5 เรื่อง โดยพิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหาในการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามหลักสูตรการเรียน

4.3.2 ตั้งชื่อใบงานให้มีความสัมพันธ์กับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งเป็นความสามารถที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อได้รับความรู้และทักษะหลังจากการเรียนทดลอง

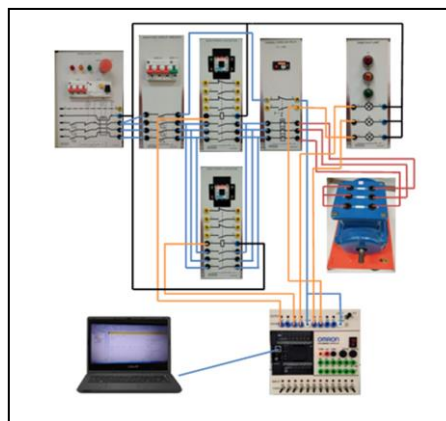
4.3.3 สรุปสาระสำคัญของเนื้อหาเป็นข้อมูลและความรู้ในเนื้อหาวิชา (Theoretical Information) เป็นข้อมูลอ้างอิงหลักการ หรือทฤษฎีที่ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนมาแล้ว ในลักษณะของการสรุปประเด็นที่ผู้เรียนต้องรู้และมีความเข้าใจและนำไปใช้ในการดำเนินการทดลอง

4.3.4 กำหนดอุปกรณ์เครื่องมือและวงจร การทดลองในแต่ละใบงานเขียนขั้นตอนการทดลองเป็นลำดับขั้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตามเพื่อบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง สร้างคำถามท้ายการทดลองและการให้ผู้เรียนวิเคราะห์สรุปรายงานผลการทดลอง

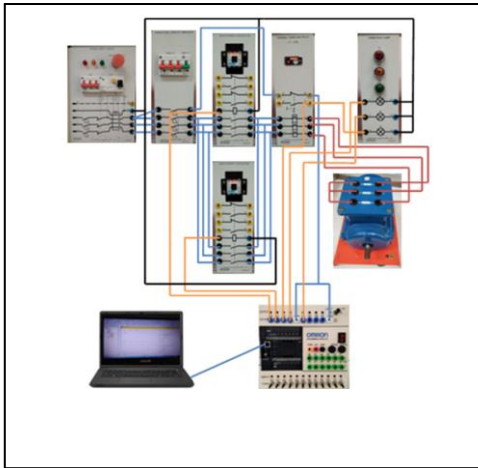
4.3.5 เมื่อสร้างใบงานการทดลองครบแล้วผู้วิจัยได้ตรวจสอบความสมบูรณ์ของใบงาน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและนำมาปรับปรุง หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทำการประเมิน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง จากขั้นตอนการพัฒนาสร้างใบงานการทดลองดังภาพที่ 1-5



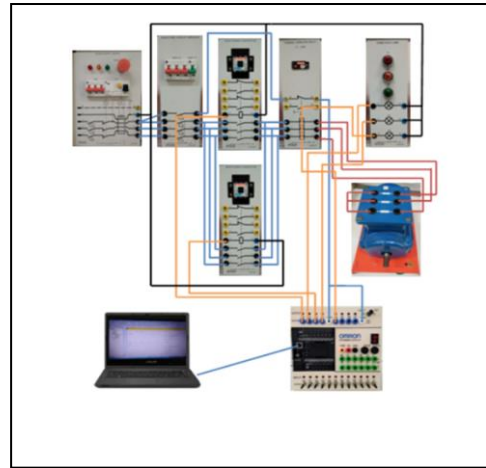
ภาพที่ 1 ชุดสื่อการสอนใบงานที่ 1



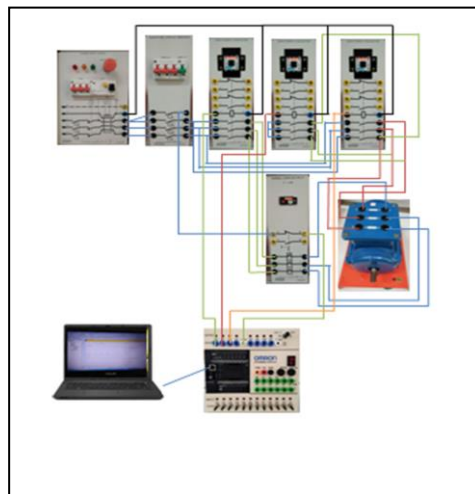
ภาพที่ 2 ชุดสื่อการสอนใบงานที่ 2



ภาพที่ 3 ชุดสื่อการสอนใบงานที่ 3



ภาพที่ 4 ชุดสื่อการสอนใบงานที่ 4



ภาพที่ 5 ชุดสื่อการสอนใบงานที่ 5

4.4 การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น แบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับการเรียน ด้วยชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จัดเรียงความคิดเห็นจาก มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยแทนด้วยคะแนน 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ แบบสอบถามแยกผลการศึกษาออกเป็น 3 ตอนดังนี้ คือ ตอนที่ 1 ความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอของชุดสาธิตที่สร้างขึ้น ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในด้านความสมบูรณ์ของข้อมูลภายในใบงานที่ใช้ในการทดลอง ตอนที่ 3 ความคิดเห็นในด้านความพึงพอใจในการเรียนด้วยชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม วิเคราะห์ลักษณะประเด็นที่ต้องการศึกษาสำหรับแบบสอบถามในครั้งนี้ต้องการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดสื่อการสอนโดยกำหนดโครงสร้างแบบสอบถามในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับการทดลองใบงานมี 3 เรื่อง ได้แก่ 1) ชุดสื่อการสอนที่สร้างขึ้น 2) ใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียน 3) ทักษะของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อการสอน

ศึกษาวิธีสร้างแบบสอบถามจากตำราต่าง ๆ และศึกษาแบบสอบถามของคนอื่น ๆ ที่วิจัยในเรื่องที่คล้าย ๆ กัน แล้วกำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม เขียนแบบสอบถามฉบับร่าง ตามโครงสร้างเนื้อหาแบบสอบถามและตามหลักในการสร้างแบบสอบถามที่ได้ทำการศึกษาจากตำราและรูปแบบที่กำหนดไว้ นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความตรง (Validity) ของข้อคำถามแต่ละข้อก่อนที่จะนำไปใช้ นำแบบสอบถามไปทดลองใช้กับผู้มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ช่วยพิจารณาความชัดเจนของข้อคำถามต่าง ๆ ทำการสัมภาษณ์ผู้ตอบเกี่ยวกับความเข้าใจในข้อความต่าง ๆ ปัญหาที่พบในขณะตอบรวมทั้งให้วิจารณ์แบบสอบถามด้วย นำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแบบสอบถาม พิมพ์แบบสอบถามฉบับจริง ทำการพิมพ์แบบสอบถามฉบับที่จะใช้จริงหลังจากปรับปรุงในการพิมพ์จะคำนึงถึงความชัดเจนของข้อความการอธิบายจุดประสงค์และวิธีการตอบความถูกต้องเนื้อหาของข้อคำถามต่าง ๆ ในแบบสอบถาม

4.5 การวัดประเมินผลทฤษฎีและปฏิบัติ 2 ลักษณะ ดังนี้ คือ

4.5.1 การประเมินผลก่อนเรียน ผู้เรียนในกลุ่มเดียวกันอาจมีความสามารถแตกต่างกัน การประเมินผลก่อนการเรียนจะกระทำเพื่อให้ทราบความรู้และพฤติกรรมพื้นฐานของผู้เรียนว่ามีมากน้อยเพียงใด อันจะใช้เป็นแนวทางในการสอนต่อไป หากผลการตรวจสอบพบว่าผู้เรียนมีพื้นฐานไม่ดีพอ ผู้สอนสามารถสอนเพิ่มเติมเพื่อช่วยปรับปรุงแก้ไขผู้เรียนให้มีพื้นฐานที่ดีตั้งแต่เริ่มต้นสอบถามหรือใช้คำถามให้ผู้เรียนตอบ ในช่วงชั้นการกล่าวนำในตอนต้นบทเรียนก็ได้ สำหรับบทเรียนภาคปฏิบัตินั้น อาจถือเอาผลการเรียนในจุดประสงค์ก่อนเป็นพื้นฐานสำหรับจุดประสงค์เรื่องใหม่ต่อไปได้

4.5.2 การประเมินผลหลังเรียน เป็นการประเมินผลรวมครอบคลุมจุดประสงค์ต่าง ๆ หลายวัตถุประสงค์ เป็นการประเมินผลเพื่อตัดสินความสามารถของผู้เรียน เพื่อดูว่าตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบัน ผู้เรียนได้มีความสามารถตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต่าง ๆ มากน้อยเพียงไร การประเมินผลหลังเรียนสำหรับบทเรียนทักษะปฏิบัติ ได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพผลงานหรือชิ้นงานสำเร็จของผู้เรียน ซึ่งอาจเป็นการประเมินผลย่อยชิ้นงานแต่ละชิ้นที่ฝึกเป็นประจำวันหรือประจำสัปดาห์และอาจประเมินผลปลายภาคเรียน ด้วยการสอบภาคปฏิบัติที่จัดขึ้นเป็นการเฉพาะ

4.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

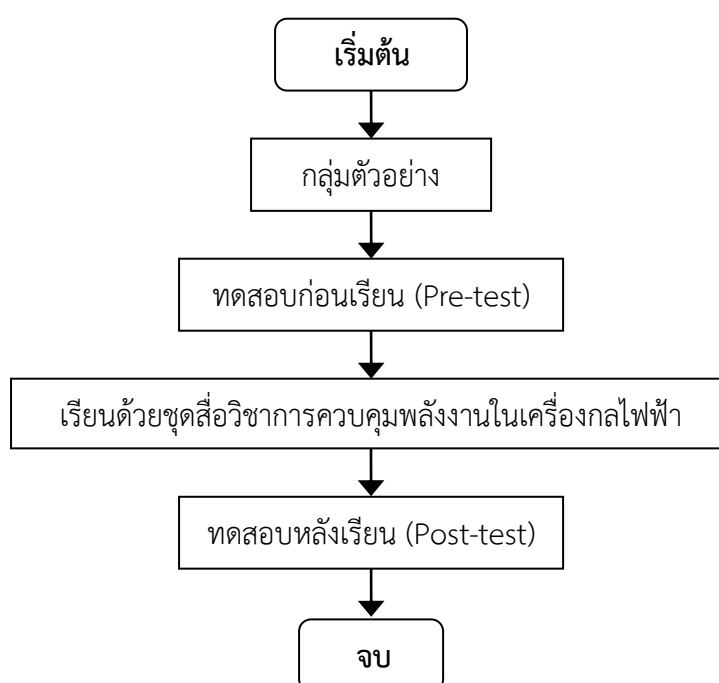
รูปแบบการทดลองการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design โดยมีลักษณะการดำเนินการวิจัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
กลุ่มตัวอย่าง	T ₁	X	T ₂

- โดย T_1 คือ การวัดผลก่อนการเรียนทดลอง
 X คือ การเรียนด้วยชุดสื่อการสอนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
 T_2 คือ การวัดผลหลังการเรียนทดลอง

แบบแผนการวิจัย ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ระดับชั้นปี 3 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 18 คน ที่ได้ทำการลงทะเบียนเรียน วิชาการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า วิธีการดำเนินการวิจัยเริ่มจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (T_1) กับกลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะทำการเรียนทดลอง (X) ซึ่งให้ผู้เรียน เรียนจากชุดสื่อการสอน ในแต่ละใบงานพร้อมทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้หลังจบการเรียนทดลองในใบงานนั้น หลังจากผู้เรียนทำการเรียนทดลองครบทุกใบงานแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการเรียนทดลอง (T_2) อีกครั้งโดยใช้แบบทดสอบวัดผลชุดเดียวกับการวัดผลก่อนเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลาดำเนินการวิจัยทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ โดยให้ผู้เรียนทำการเรียนทดลองใน 5 เรื่อง ครั้งละ 4 คาบต่อสัปดาห์ จากนั้นศึกษาผลของการจัดกระทำตัวแปรทดลองที่มีต่อตัวแปรตาม (Treatment Effect) จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลการสอบครั้งหลังกับการสอบครั้งแรกนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ลำดับการดำเนินการวิจัย แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ ได้แก่ การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นการใช้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specification) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยใช้สูตรของโรวินELLIและแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton, 1977)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	R	คือ	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา

5.2 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากเป็นกรณีกุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระแก่กัน และกำหนดการวัดผลจากกลุ่มตัวอย่างเดิม 2 ครั้งที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น คะแนนสอบก่อนสอนกับคะแนนสอบหลังสอน ดังนั้นในการทดสอบสมมุติฐานจึงใช้วิธีการทดสอบค่า t-dependent

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

เมื่อ	t	คือ	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
	D	คือ	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

5.2.1 การหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Arithmetic Mean : $\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) การหาค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน (Arithmetic Mean: $\bar{X}$) โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	X	คือ	ระดับค่าคะแนนของผู้เรียนแต่ละคน
	$\bar{X}$	คือ	ระดับค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม
	N	คือ	จำนวนผู้เรียนในกลุ่ม

ระดับช่วงคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.51-5.00 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่า ผู้เชี่ยวชาญ มีความเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของแผนการสอนที่สอดคล้องกัน ในจุดประเมินที่ระบุ เกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

4.51-5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.51-4.50	หมายถึง	ดี
2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	พอใช้
1.00-1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S.D.	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับคะแนน
	X	คือ	ระดับคะแนนของผู้เรียนแต่ละคน
	N	คือ	จำนวนผู้เรียนในกลุ่ม

การประเมินคุณภาพชุดสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น การประเมินผลแบบสอบถามที่จัดเรียงความคิดเห็น ตั้งแต่ระดับ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้และควรปรับปรุง โดยแทนด้วยคะแนน 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ และมีการนำเสนอน้ำหนักความคิดเห็นโดยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยประเมิน ความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51-5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.51-4.50	หมายถึง	ดี
2.51-3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51-2.50	หมายถึง	พอใช้
1.00-1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง

6. ผลการวิจัย/ทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาและทดลองโดยการใช้สื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 1) ประสิทธิภาพของชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า 2) ความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าจากการนำชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า กับนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า หลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา การควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ภาคเรียนที่ 1/2560 จำนวน 18 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดสาธิต ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 กำหนดเปรียบเทียบคะแนนสอบท้ายการเรียนทดลองในใบงานที่ 1 ถึง ใบงานที่ 5 และคะแนนสอบหลังเรียน (Post-test) เรียนครบทุกใบงานการทดลอง ผลของการทดสอบได้ ผลคะแนนการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพของ ชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายการทดลองในแต่ละใบงานนำมาหาค่าเฉลี่ยรวมได้ 32.33 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.83 กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ (Post-test) ผู้เรียนเรียนครบทุกใบงานนำมาหาค่าเฉลี่ยคะแนนรวม 33.72 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.30 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยท้ายการเรียนทดลองในใบงานที่ 1-5 และคะแนนสอบหลังเรียน (Post-test) ว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้คือเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า

รายการ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
คะแนนสอบท้ายการเรียนทดลอง (E_1)	80.83
คะแนนสอบหลังเรียน (E_2)	84.30
ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2)	80.83/84.30

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพระหว่างการเรียนในใบงานการทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมเป็นร้อยละ 80.83 และประสิทธิภาพหลังการเรียนมีค่าคะแนนรวมเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 84.30 ดังนั้น ประสิทธิภาพของชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 80.83/84.30 แสดงว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามสมมติฐาน

6.1 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดสื่อการเรียน

การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการเรียนด้วยชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า โดยใช้แบบสอบถามเป็นชนิดมาตราจัดอันดับ (Rating Scale) จัดเรียงความคิดเห็นจากมากที่สุด มากปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ศึกษา 3 ประเด็นหลัก คือ 1) ความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของรูปแบบของสื่อการสอนที่นำเสนอ 2) ความคิดเห็นในด้านความสมบูรณ์ของข้อมูลภายในใบงานการทดลอง และ 3) ความคิดเห็นในด้านความพึงพอใจในการเรียนด้วยสื่อการสอน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลนำมาหาค่าเฉลี่ย

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของรูปแบบของสื่อการสอนที่นำเสนอ ผลของการศึกษา พบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของรูปแบบชุดสื่อการสอนที่นำเสนอในระดับมาก ในประเด็นเกี่ยวกับการสร้างแรงจูงใจทำให้เกิดความสนใจในการเรียน การออกแบบสวยงามและมีประสิทธิภาพในการทำงาน ความชัดเจนของตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตต่าง ๆ ขนาดของชุดสาธิตมีความเหมาะสมต่อการเรียนทดลอง ความสะดวกในการใช้งานการเรียนปฏิบัติทดลอง และความคุ้มค่าและคุณค่าของชุดสื่อการสอน โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ตั้งแต่ 4.10 ถึง 4.33 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าตั้งแต่ 0.548 ถึง 0.606 แสดงว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ส่วนประเด็นที่ผู้เรียนมีความเห็นน้อยกว่าประเด็นอื่นคือ วัสดุที่ใช้สร้างมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้เป็นชุดสื่อการสอน แต่เป็นความคิดเห็นในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 3.97 และค่า (S.D.) เท่ากับ 0.49

จากค่าศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับความสมบูรณ์ของข้อมูลภายในใบงานการทดลองพบว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นในด้านความเหมาะสมของข้อมูลภายในใบงานการทดลอง ในระดับมากในประเด็นเกี่ยวกับการแสดงข้อมูลสาระสำคัญของความรู้ในเรื่องที่ทดลอง รายละเอียดของเนื้อหา มีความครอบคลุมเพียงพอเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง ความเหมาะสมของการวางลำดับขั้นตอนที่ใช้ในการทดลอง การอธิบายรายละเอียดของข้อมูลการทดลอง รูปวงจรและตารางบันทึกผลที่ใช้ในการทดลอง คำถามท้ายการทดลองและความเหมาะสมของการแสดงหัวข้อการสรุปความเข้าใจรวมหลังจากทำการทดลองโดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ตั้งแต่ 3.93 ถึง 4.17 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีค่าตั้งแต่ 0.484 ถึง 0.69 แสดงว่านักศึกษามีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

6.2 ผลการศึกษาผลการเรียน

6.2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วย ชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Post-test) มาทำการทดสอบค่าที (t-test Dependent) ผลการวิเคราะห์เฉลี่ยคะแนนสอบก่อนการเรียนทดลองและคะแนนสอบหลังเรียน 32.33/33.72 เฉลี่ยร้อยละ (E_1)/(E_2) 80.83/84.30

การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนสอบก่อนเรียน (Pre-test) ร้อยละ 48.6 คะแนนสอบหลังเรียน (Post-test) ร้อยละ 89.15 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ผลการสอนโดยใช้ชุดสื่อการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น หากสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบนัยสำคัญ $t = 17.69$ คำนวนหาค่า t มีค่าเท่ากับ 17.69 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า t จากตารางที่ $df = 16$ ระดับนัยสำคัญกรณีทดสอบทางเดียวที่ระดับ 0.05 ค่าวิกฤตของ t มีค่าเท่ากับ 1.746 ค่า t ที่คำนวณ > ค่าวิกฤตของ t จึงยอมรับสมมุติฐานที่กล่าวว่าค่าคะแนนเฉลี่ยหลังการสอนโดยชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า มีค่ามากกว่า

ค่าเฉลี่ยก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าผลการสอนโดยใช้ชุดสื่อการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น

6.2.2 การหาประสิทธิภาพชุดสื่อการสอน

จากสมมุติฐานของการวิจัย ชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ประกอบด้วยชุดการสอน ใบงานทดลอง และชุดสื่อการสอนที่ได้สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนเรื่องการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

เกณฑ์ 80 ตัวแรก (E1) หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลรวมคะแนนจากแบบทดสอบหลังใบงานทดลองระหว่างเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถทำได้แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นอัตราร้อยละของคะแนนเต็มทั้งหมด

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง (E2) หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลรวมคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) ที่ผู้เรียนสามารถทำได้แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นอัตราร้อยละของคะแนนเต็มทั้งหมด การหาประสิทธิภาพชุดการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 18 คน ทำแบบทดสอบหลังการเรียนด้วยชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าแต่ละใบงานจำนวน 5 ใบงาน โดยแบบทดสอบมี 40 ข้อ ได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่กำหนดไว้ และกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Post-test) จำนวน 40 ข้อ ได้ถูกต้องร้อยละ 84.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ตัวหลังที่กำหนดไว้จึงเป็นผลแสดงว่ากระบวนการเรียนการสอนด้วยชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เรื่องการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/84.30 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้

ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนที่ทำข้อสอบหลังจากการเรียนจบแต่ละใบงานโดยคิดเป็นร้อยละ ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดคือ แบบทดสอบ โดยคิดเป็นเฉลี่ยคะแนนท้ายการเรียนทดลองและคะแนนสอบหลังเรียน 32.33/33.72 คิดเป็นเฉลี่ยคะแนนท้ายการเรียนทดลองและคะแนนสอบหลังเรียนเป็นร้อยละ $(E_1)/(E_2) = 80.83/84.30$ ซึ่งแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละใบงานมีค่าเฉลี่ยเกินร้อยละ 80 มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าผลการสอนโดยใช้ชุดสื่อการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้น

7. สรุปอภิปรายผล

ผลการสร้างชุดสื่อการสอนการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า และพัฒนาใบงานการทดลองที่ใช้ประกอบการเรียนทดลอง โดยทำการวิเคราะห์งานในเรื่องการประยุกต์ใช้การควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าและอุปกรณ์ควบคุมแบบต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า เมื่อนำใบงานการทดลองที่ได้พัฒนาไปให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น เพื่อหาความตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของเนื้อหาข้อมูลในใบงานและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียน ปรากฏว่าใบงานการทดลองผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.0

แสดงว่าใบงานที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ประกอบการเรียนทดลองในวิชาการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้าได้ โดยมีความครอบคลุมในเนื้อหาเพียงพอดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด ผลการหาประสิทธิภาพของชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยสำหรับทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) ได้เท่ากับ 80.83% และคะแนนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) ได้เท่ากับ 84.30% ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดทดลอง (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 80.83/84.30 เป็นไปตามสมมติฐานแต่มีค่าใกล้เคียงมาตรฐานตามสมมติฐาน ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากตารางการวิเคราะห์วัตถุประสงค์แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ โดยให้น้ำหนักความสำคัญของระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 3 ระดับ คือ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบให้มีความครอบคลุมเนื้อหาการเรียนแบบชุดสื่อการสอนที่ใช้ เมื่อนำแบบทดสอบที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็น เพื่อหาความตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาถึงความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและระดับพฤติกรรม ปรากฏว่าแบบทดสอบผ่านความเห็นชอบของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.0 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์ ในทุกระดับพฤติกรรม เมื่อนำแบบทดสอบไปหาคุณภาพกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างพบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.23-0.83 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบ มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.17-0.47 แสดงว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกระดับพอใช้ สามารถแยกผู้เรียนที่มีความรู้ต่างกันออกจากกันได้พอสมควร และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.905 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดังนั้นโดยรวมแล้วแบบทดสอบวัดผลทางการเรียนชุดนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างได้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียนและหลังการเรียนทดลองนำผลของคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยค่า (t-test Dependent) ได้ค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 17.69 มากกว่าค่า t จากตารางที่ $df = 16$, $\alpha = 0.05$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.746 แสดงว่าผลของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรวมปรากฏว่า ผลคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 32.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.96 และผลคะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย 33.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 16.39 คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดสื่อการควบคุมพลังงานในเครื่องกลไฟฟ้า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นเป็นไปตามสมมติฐาน

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบคุณ ครู อาจารย์ผู้ให้วิชาความรู้ และขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ ได้แก่ อาจารย์ศุภชัย ปลายเนตร, อาจารย์โสภา พันธะสี, อาจารย์ประสิทธิ์ ถาวรศิริภัทร, อาจารย์นครินทร์ ศรีปัญญา และอาจารย์ไชโย สุมาอีกทั้ง ขอขอบคุณคณะกรรมการตรวจสอบงานวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์ อินทวงศ์ คณบดี

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประธานคณะกรรมการตรวจสอบวิจัย และขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด และผู้ที่มีพระคุณที่ไม่ได้กล่าวในที่นี้เป็นอย่างสูง ประโยชน์อันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ย่อมเป็นผล มาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. (2548). *การพัฒนาใบงานการทดลอง*. (เอกสารประกอบการสอน).

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชูศักดิ์ เปลี่ยนภู. (2548). *การวิเคราะห์เนื้อหาวิชา (Course Analysis)*. (เอกสารประกอบการสอน).

กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เชษฐา เจริญสุข. (2546). *การสร้างชุดทดลองการควบคุมลิฟต์ ด้วยวงจรดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์*.

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทวีศักดิ์ คัมภัญญะ. (2548). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องเครื่องส่งสัญญาณ*

วิทยุเอฟเอ็มสเตอริโอโมดูลิฟิเคชันโดยใช้หลักการเฟสล็อกคัล. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ทวีศักดิ์ โคธิเสน. (2544). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการระบบ*

ดิจิทัล โดยการใช้ไอซีลอจิกเกตกับการใช้ไอซีโปรแกรมได้. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์

อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ครุศาสตร์ไฟฟ้า. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เทียนชัย ไหมทอง. (2548). *การพัฒนาชุดทดลองเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิทัลด้วยดิจิทัลประยุกต์*.

(เอกสารประกอบการสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เพราพรรณ เปลี่ยนภู. (2542). *การวางแผนการสอบ (Planning the Test)*. (เอกสารประกอบ

การสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เพราพรรณ เปลี่ยนภู. (2539). *การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบ*. (เอกสารประกอบการสอน).

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไพโรจน์ ทองพูล. (2547). *การพัฒนาวิธีการสอนแบบการทดลองเป็นศูนย์กลาง*. (เอกสารประกอบการสอน).

กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มานิช อนันชัย. (2547). *การสร้างชุดสาธิตแสดงผลการปรับตั้งมัลติเพล็กซ์*. (เอกสารประกอบ

การสอน). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุมาลี จันทร์ชะลอ. (2542). *การวัดและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.

- สุรพงษ์ เกลียวสินาค. (2548). การพัฒนาชุดทดลองและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อุปกรณ์
ควบคุมทางไฟฟ้า ระบบเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. (เอกสารประกอบการสอน).
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- อภินันท์ บัณชิตนุกูล. (2549). การพัฒนาหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอนกรีต
เทคโนโลยี เรื่อง คอนกรีตสด. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์เทคโนโลยีเทคนิคการศึกษา
กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.