



การวิจัยในชั้นเรียน

การพัฒนาการเรียนรู้วิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101)

เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำ
ไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่าย
แบบสมมาตรและไม่สมมาตร

ผศ.ดร. ปพน สะอาดยวง

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

ชื่อผู้วิจัย : นายปพน สะอาดยวง

ชื่อเรื่อง : การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยการสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

ปีการศึกษา : ภาคเรียนที่ 2/2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้และหาประสิทธิภาพของการสอนรายวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยการสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตรโดยเป็นสัดส่วนกันกับค่าอิมพีแดนซ์ขดเมนและขดช่วย การจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink จำลองการทำงานโดยเปรียบเทียบ 2 เงื่อนไขคือขณะจ่ายโหลดเบา (Light load) หรือเท่ากับ 2 N.m (20% ของโหลดเต็มพิกัด) และที่โหลดเต็มพิกัด (100% หรือเท่ากับ 10 N.m) โดยค่าพารามิเตอร์นี้ได้ผ่านการทดสอบมาจากมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส 1.5 kW. 1450/1500 rpm. 4 pole 50 Hz.

แบบทดสอบบทเรียนกับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี 4 ปี หลักสูตร อส.บ. ไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 651544301 จำนวน 15 คน ปีการศึกษา 1/2567 เครื่องมือการวิจัยได้แก่ สื่อการเรียนการสอน โดยที่ชุดการสอน และแบบทดสอบก่อนและหลังจากจบการเรียนการสอนในหัวข้อ “การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยการสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตรโดยให้มุมเฟสระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้าเลื่อนเฟสกัน 90 องศาไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink” สร้างสัญญาณและวิเคราะห์ผลของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic torque)

หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังมาคำนวณหาประสิทธิภาพของนักศึกษาในการพัฒนา ซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยการพัฒนาการเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 40.56/52.22 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยชุดทดสอบทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
สารบัญ	ข
 บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
 บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
 บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	7
3.1 วิธีการแก้ปัญหา/นวัตกรรมที่จะใช้	7
3.2 วัสดุ/อุปกรณ์ที่ต้องใช้	7
3.3 รายละเอียดที่จะดำเนินการ	7
3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแต่ละประเภท	8
 บทที่ 4 ผลการวิจัย	11
4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด	11
4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสอน	11
4.3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	12
 บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	13
5.1 สรุปผลการวิจัย	13
5.2 ข้อเสนอแนะ	13
บรรณานุกรม	14
ภาคผนวก ก. ข้อมูลเพิ่มเติม	15

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งในระบบการพัฒนาประเทศ ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงกับการพัฒนาระบบอื่น ทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การปกครอง เกษตรกรรม สาธารณสุขและการจ้างงาน ดังนั้นแล้วในการศึกษาและการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาด้านการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยจะต้องคำนึงถึงผลประโยชน์ส่วนรวม การมีศีลธรรม คุณธรรมและจริยธรรม ทั้งนี้ในการพัฒนาคนรุ่นใหม่จะต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีคุณภาพมาตรฐานเหมาะสมและมีความสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี ดังนั้นแล้วครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาจึงจำเป็นต้องพัฒนาและศึกษาความรู้ให้ตรงกับเป้าหมายตามทศวรรษที่ 21 การจัดกระบวนการเรียนการสอนในรายวิชา “เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101)” นี้เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหาในหลักสูตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า ซึ่งได้กำหนดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้านทักษะและการพัฒนาทางความคิด โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งจากการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาที่ผ่านมาพบว่ายังขาดความรู้ทางวิชาการ ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาแบบเชิงลึกได้

ดังนั้นจากการสำรวจนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า จำนวน 15 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา “เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101)” ภาคการศึกษาที่ 1/2566 โดยใช้แบบทดสอบพื้นฐานก่อนเรียนเพื่อให้ทราบถึงความสามารถของนักศึกษาว่ามีความรู้ความเข้าใจในรายวิชาดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อการพัฒนาการเรียนเรื่องการวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink จำลองการทำงานทั้งระบบ สำหรับนักศึกษาแขนงวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

1.2.2 เพื่อศึกษาหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้สื่อการสอนและหลังใช้สื่อการสอน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ระดับอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน

1.3.2 หัวข้อที่ใช้ในการวิจัยการวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

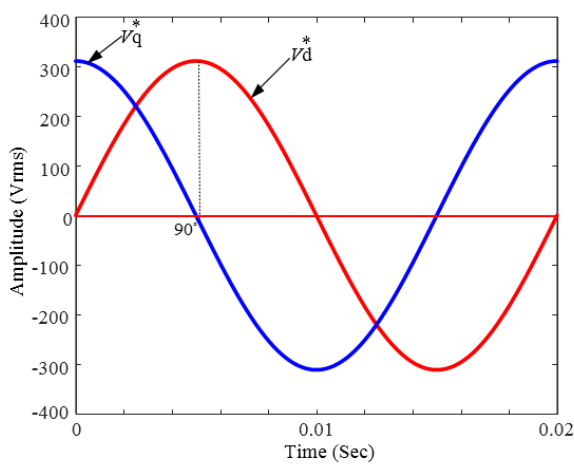
1.4.1 วิจัยในชั้นเรียน หมายถึง การแสวงหาความรู้โดยมีอาจารย์เป็นผู้ทำวิจัยและนำผลที่ได้ไปปฏิบัติจริง โดยการวิธีการแก้ไขปัญหาและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพของผู้เรียน

1.4.2 สัญญาณการจ่ายแรงดัน

a. แบบสมดุล ($V_q^* = V_d^*$) แสดงรูปคลื่นสัญญาณ ดังรูปที่ 1 และแบบไม่สมดุลดังรูปที่ 2

V_q^* แรงดันตกคร่อมขดช่วย เท่ากับ 220 Vrms หรือเท่ากับ 311 V_p

V_d^* แรงดันตกคร่อมขดเมน เท่ากับ 220 Vrms หรือเท่ากับ 311 V_p

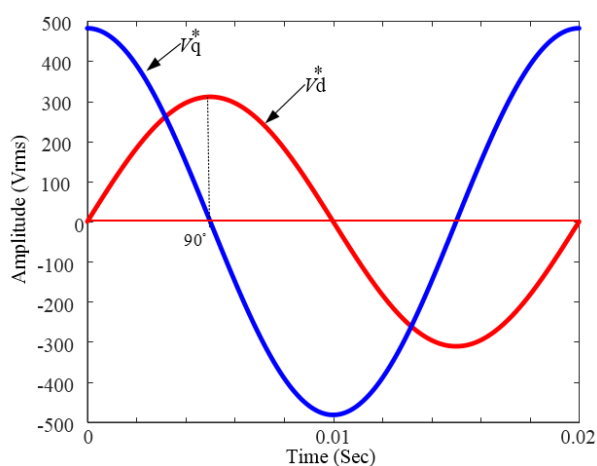


รูปที่ 1 แรงดันแหล่งจ่ายแบบสมดุลสำหรับจ่ายขดเมนและขดช่วยโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลอง

b. แบบไม่สมดุล ($V_q^* = aV_d^*$) แสดงรูปคลื่นสัญญาณ ดังรูปที่ 2

V_q^* แรงดันตกคร่อมขดช่วย เท่ากับ $V_q = a \cdot V_d$ หรือ $V_q = 1.55 \cdot 311 = 482.05$ V_p

V_d^* แรงดันตกคร่อมขดเมน เท่ากับ 220 Vrms หรือเท่ากับ 311 V_p



รูปที่ 2 แรงดันแหล่งจ่ายแบบไม่สมดุลสำหรับจ่ายขดเมนและขดช่วย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และมีข้อมูลฐานในการศึกษาพัฒนาการท้าวิจัยในครั้งต่อไป

1.5.2 ได้เครื่องมือช่วยในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้แก่นักศึกษาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความรู้และหาประสิทธิภาพการสอนรายวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่องการวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร 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 เป็นการนำกระบวนการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาครูให้ไปสู่ความเป็นเลิศ และมีอิสระทางวิชาการ (ทิศนา แคมมณี 2540: 5)

จากนิยามและ/หรือความหมายของการวิจัยในชั้นเรียนจากนักวิจัยหลายท่าน ซึ่งเป็นการวิจัยที่ครู คณาจารย์และบุคลากรด้านการศึกษากำทำเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนของผู้เรียนบางคน บางกลุ่มหรือทั้งหมด ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนและปรับปรุงพฤติกรรมของผู้เรียนได้ โดยมีกระบวนการวางแผน ปฏิบัติตามแผน สังเกตผลที่เกิดขึ้นและการสะท้อนความคิด

2.1.2 ประเภทและส่วนประกอบของชุดสื่อการสอน

นักวิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทและส่วนประกอบของชุดการสอน ดังนี้

2.1.2.1 ชุดการสอนแบบบรรยาย หรือ ชุดการสอนสำหรับครู เป็นชุดการสอนสำหรับใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ภายในกล่องจะประกอบด้วยสื่อการสอนที่ใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลง มาเป็นผู้แนะนำ เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น ชุดการสอนแบบบรรยายนี้ จะมีเนื้อหาโดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยาย และประกอบกิจกรรมตามลำดับขั้น ดังนั้น สื่อการสอนที่ใช้ควรเป็นสื่อที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนหรือได้ยินกันอย่างทั่วถึง เช่น แผนภาพโปร่งใส สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ แผนภูมิ แผนภาพโทรทัศน์ เอกสารประกอบการบรรยาย และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนได้อภิปรายตามปัญหาและหัวข้อที่ครูกำหนดไว้ และชุดการสอนประเภทนี้ มักจะบรรจุในกล่องที่มีขนาดพอเหมาะกับสื่อการสอน 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 โรงเรียนโยธิน พิทยาคม 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 จากนั้นให้นักเรียนได้เรียนโดยใช้บทเรียนการคูณแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกทักษะทั้ง 2 ชุดและทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยข้อสอบชุดเดิมแล้วนำคะแนนที่ได้มาเปรียบเทียบความก้าวหน้าของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลผลจากการศึกษา พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 6.9 คะแนน เฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 15

บทที่ 3

การออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบและวิธีการดำเนินการวิจัย การพัฒนาการเรียนการสอนวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink จำลองการทำงาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนวิจัยดังนี้

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

3.1 วิธีการแก้ปัญหา / นวัตกรรมที่ใช้

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest Posttest Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษา ซึ่งการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ นักศึกษาทำแบบทดสอบพื้นฐาน โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดนั้นจะใช้พื้นฐาน

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 นำผลที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หา

ประสิทธิภาพของนักศึกษา

3.3 รายละเอียดที่จะดำเนินการ

การพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink” มีขั้นตอนในการดำเนินงานออกเป็นดังนี้

3.3.1 ผู้สอนมีการศึกษาวัตถุประสงค์ของเนื้อหาในบทเรียนและออกแบบชุดทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในเรื่อง การเกิดสนามแม่เหล็ก ผลของค่าอิมพีแดนซ์ขดลวดระหว่างขดเมนและขดช่วย โดยชุดลวดช่วยที่มีขนาดเล็กกว่าค่าอินดักแตนซ์สูง ค่าความต้านทานต่ำ ส่วนขดเมนค่าอินดักแตนซ์ต่ำ ค่าความต้านทานขดลวดจะสูง

3.3.2 ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานในเรื่อง การเกิดสนามแม่เหล็ก ผลของค่าอิมพีแดนซ์ขดลวดระหว่างขดเมนและขดช่วย โดยชุดลวดช่วยที่มีขนาดเล็กกว่าค่าอินดักแตนซ์สูง ค่าความต้านทานต่ำ ส่วนขดเมนค่าอินดักแตนซ์ต่ำค่าความต้านทานขดลวดจะสูง

3.3.3 ทำการบรรยายความรู้พื้นฐานและเนื้อหาวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

3.3.4 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดที่ผู้สอนได้ออกแบบตามเงื่อนไขของหัวข้อนั้น

3.3.5 ดำเนินการวัดประเมินการเรียนรู้เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.4.1 ชุดการสอนมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.4.1.1 ใบเนื้อหา หลังจากผ่านกระบวนการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญประเมินคุณค่าของหัวข้อเรื่อง วิเคราะห์รายละเอียดหัวข้อเรื่องและความรู้ ซึ่งจะได้อัตลักษณ์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำข้อมูลที่ได้มากำหนดเนื้อหาวิชาทั้งหมด

3.4.1.2 ใบแบบฝึกหัด สำหรับวัดความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษาในระหว่างเรียน โดยผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบแบบแสดงวิธีทำจำนวน 1 แบบฝึกหัด คิดเป็น 10 คะแนน พร้อมใบเฉลยแบบฝึกหัด

3.4.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และใบเฉลยแบบทดสอบ

ผู้วิจัยศึกษาวัตถุประสงค์และกำหนดเนื้อหาพื้นฐานเพื่อช่วยในความเข้าใจในเรื่อง การเกิดสนามแม่เหล็ก ผลของค่าอิมพีแดนซ์ขดลวดระหว่างขดเมนและขดช่วย ผลของการเกิดสมรรถนะแรงบิดทางแม่เหล็กไฟฟ้า

3.4.1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและประเมินรูปแบบของข้อสอบว่าควรเป็นในลักษณะใดบ้าง เช่น แบบเติมคำ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ แบบเลือกตอบหรือแบบอัตนัย หลังจากนั้นมาวิเคราะห์ว่าจะออกกี่ข้อ

3.4.1.5 ร่างข้อสอบตามรูปแบบที่เลือกไว้ โดยมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 10 ข้อเป็นแบบอัตนัย

3.4.1.6 นำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้นนี้สามารถสอบวัดผลความรู้ที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของหัวข้อหรือไม่

3.4.1.7 ปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและนำแบบทดสอบไปใช้วัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนในเนื้อหา การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

3.4.1.8 นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ถึงความเข้าใจ ของนักศึกษาเพื่อทราบถึงพื้นฐานและความรู้ที่จะนำไปพัฒนาการเรียนการสอนในเรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้สูตรทางสถิติดังต่อไปนี้

ก) การหาคะแนนเฉลี่ย (รัตน, 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 (รัตน, 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 (รัตนา, 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 รายวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

ในหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

- การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด
- การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน
- การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 การวิเคราะห์ผลการทำแบบฝึกหัด

ในระหว่างการเรียนการสอนได้จัดให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนและหลัง ผลคะแนนแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 จากผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 40.56 หรือคิดเป็นคะแนนร้อยละ 52.22

ตารางที่ 4.1 แสดงการวิเคราะห์ผลคะแนนจากการทำแบบฝึกหัด

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\sum x$	$\bar{x}$	ร้อยละ
แบบทดสอบก่อนเรียน	15	10	73	4.056	40.56

4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

จากชุดการสอน เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4.2 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบก่อนเรียน เฉลี่ยร้อยละ 5.22 และมีคะแนนข้อสอบหลังเรียน เฉลี่ยร้อยละ 52.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ก่อนเรียน แสดงว่า ชุดการสอน วิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\sum x$	$\bar{x}$	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน E_1	15	10	73	4.056	40.56
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน E_2	15	10	94	5.222	52.22

4.3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดทดสอบเรื่อง “การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้ามอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยตารางที่ 4.2 โดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนมาผ่านสมการ t-test dependent ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดสมมติฐาน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดทดสอบทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนสูงกว่า ซึ่งจากการทดลองใช้ชุดการสอน พบว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.056 ส่วนคะแนนทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.222 แล้วมีความรู้สูงขึ้นจริง

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	$\bar{x}$
ผลคะแนนก่อนเรียน	4.056
ผลคะแนนหลังเรียน	5.222

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่การเรียนการสอน วิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101) ภาคการศึกษาที่ 1/2567 เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิด แม่เหล็กไฟฟ้า มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า แหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการที่ได้นำชุดทดสอบเรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink” ที่สร้างขึ้นไปใช้ทดลองกับนักศึกษาแขนง เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 15 คน ผลการวิจัย ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

5.1.1 ชุดทดสอบเรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตรที่สร้างขึ้นคิดเป็นค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของการทำแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน 4.056/5.22 คิดเป็นร้อยละ 40.56 และ 52.22 ตามลำดับ

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยชุดทดสอบทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

ดังนั้น สรุปได้ว่าชุดแบบทดสอบ เรื่อง การวิเคราะห์สมรรถนะแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส โดยสร้างสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแหล่งจ่ายแบบสมมาตรและไม่สมมาตร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยในการสร้างชุดทดสอบในหัวข้ออื่น ๆ ที่อยู่ในรายวิชาเฉพาะ ศาสตร์ที่ยังไม่ได้ทำการวิจัยเพิ่มเติม

5.2.2 ควรมีการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนเปรียบเทียบกับระหว่างนักศึกษา หลักสูตร 4 ปี กับนักศึกษาหลักสูตรเทียบโอนที่ลงทะเบียนเรียนวิชา เครื่องจักรกลไฟฟ้า (อส 5001101)

5.2.3 รายวิชานี้ค่อนข้างที่จะประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูง ผู้เรียนจะต้องเข้าใจในพื้นฐาน วงจรแม่เหล็กเบื้องต้น การเกิดสนามแม่เหล็กหมุน โดยต้องเรียนวิชา การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า กระแสสลับมาแล้ว และมีความเข้าใจแบบอย่างดี

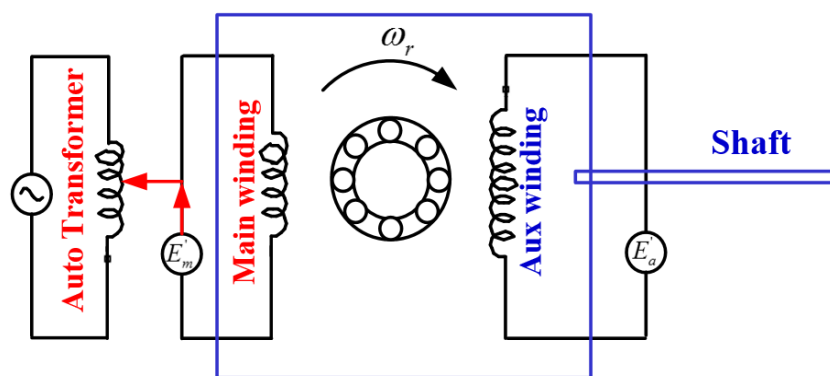
ภาคผนวก ก

ค่าพารามิเตอร์มอเตอร์

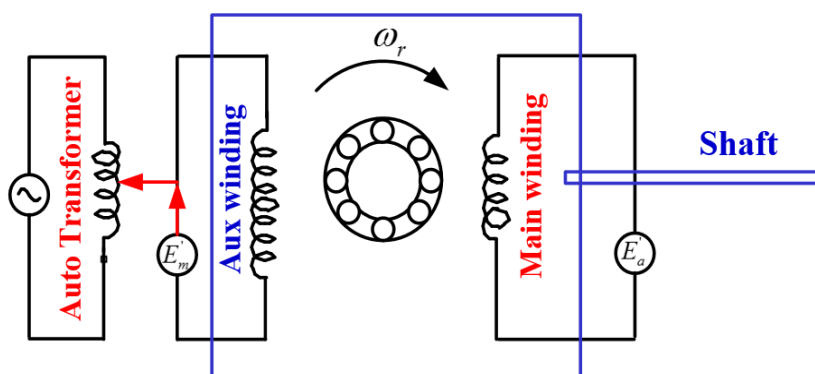
ก. ค่าพารามิเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า ดังตารางที่ 1

พารามิเตอร์	สัญลักษณ์	หน่วย	พิกัด
มอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส	-	kW	1.5
พิกัดแรงดัน	-	V	220
พิกัดกระแส	-	A	9.8
แรงบิดทางกลสูงสุด	-	Nm	9.5
จำนวนขั้วแม่เหล็ก	-	Pole	4
พิกัดความเร็ว	n_r	r/min	1450
ค่าความต้านทานขดเมน	R_{sd}	ohm	1.62
ค่าอินดักแตนซ์ขดเมน	L_{sd}	mH	1.21
ค่าความต้านทานขดช่วย	R_{sq}	ohm	5.21
ค่าอินดักแตนซ์ขดช่วย	L_{sq}	mH	134
โมเมนต์แรงเฉื่อย	J	kg.m ²	0.025
อัตราส่วนจำนวนรอบ	a	-	1.556

1. การทดสอบเพื่อหาค่าอัตราส่วนจำนวนรอบ (Turns ratio test : a_M)



(ก) จ่ายแรงดันเข้าขดลวดหลัก



(ข) จ่ายแรงดันเข้าขดลวดช่วย

รูปที่ 1 วงจรทดสอบหาอัตราส่วนจำนวนรอบ

1. การทดสอบหาอัตราส่วนจำนวนรอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสดังรูปที่ ก-1 แสดงได้ดังตารางที่ ก-1

ตารางที่ 2 อัตราส่วนจำนวนรอบคำนวณได้ดังนี้

$E_m(V)$	$E'_a(V)$	$E_a(V)$	$E'_m(V)$
220	280	220.90	116.50

อัตราส่วนจำนวนรอบคำนวณได้ดังนี้คือ

$$a_m = \sqrt{\frac{E_m \times E'_a}{E'_a \times E'_m}} = \sqrt{\frac{220 \times 280}{220.9 \times 116.5}} = 1.547$$

2. ผลการทดสอบด้วยไฟตรงที่ขดลวดหลักและที่ขดช่วย

2.1 ผลการทดสอบด้วยไฟตรงที่ขดลวดหลัก (Main winding DC Test)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบด้วยไฟตรงที่ขดลวดหลัก (Main Winding DC Test)

Voltage(V)	1.889	4.20	6.06	7.94	10.63
Current(A)	1.17	2.60	3.74	4.90	6.49
$R_m(\Omega)$	1.61	1.61	1.62	1.62	1.63

$$\bar{R}_m = 1.62\Omega$$

2.2 ผลการทดสอบด้วยไฟตรงที่ขดลวดช่วย (Auxiliary winding DC Test)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบด้วยไฟตรงที่ขดลวดช่วย (Auxiliary Winding DC Test)

Voltage(V)	2.56	4.63	6.62	7.94	10.11
Current(A)	0.49	0.89	1.27	1.52	1.94
$R_a(\Omega)$	5.22	5.20	5.21	5.22	5.21

$$\bar{R}_a = 5.21\Omega$$

3. ทดสอบยึดตัวโรเตอร์ให้หยุดนิ่ง (Blocked Rotor Test)

3.1 ผลการทดสอบขณะยึดโรเตอร์ให้หยุดนิ่งที่ขดเมน

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบขณะยึดโรเตอร์ให้หยุดนิ่งที่ขดเมน

Voltage(V)	Current(A)	Power(Watt)	Power Factor
44.92	10.15	381	0.83

การคำนวณพิจารณาจากรูป ก-1 ประกอบ

$$Z_{bm} = \frac{V_{bm}}{I_{bm}} = \frac{44.92}{10.15} = 4.42$$

$$R_{bm} = \frac{P_{bm}}{I_{bm}^2} = \frac{381}{10.15^2} = 3.69$$

$$X_{bm} = \sqrt{Z_{bm}^2 - R_{bm}^2} = \sqrt{(4.42)^2 - (3.69)^2} = 2.43$$

$$\text{เมื่อ } X_{bm} = X_{1m} + X_{2m}$$

$$\therefore X_{1m} = X_{2m} = 0.5X_{bm} = 0.5(2.43) = 1.21$$

$$\text{เมื่อ } R_{bm} = R_{2m} + R_{1m}$$

$$\text{จะได้ } R_{2m} = R_{bm} - R_{1m} = 3.69 - 1.62 = 2.07$$

3.2 ผลการทดสอบขณะยึดโรเตอร์ให้หยุดนิ่งที่ขดช่วย

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบขณะยึดโรเตอร์ให้หยุดนิ่งที่ขดช่วย

Voltage(V)	Current(A)	Power(Watt)	Power Factor
21.98	2.22	47	0.97

การคำนวณ

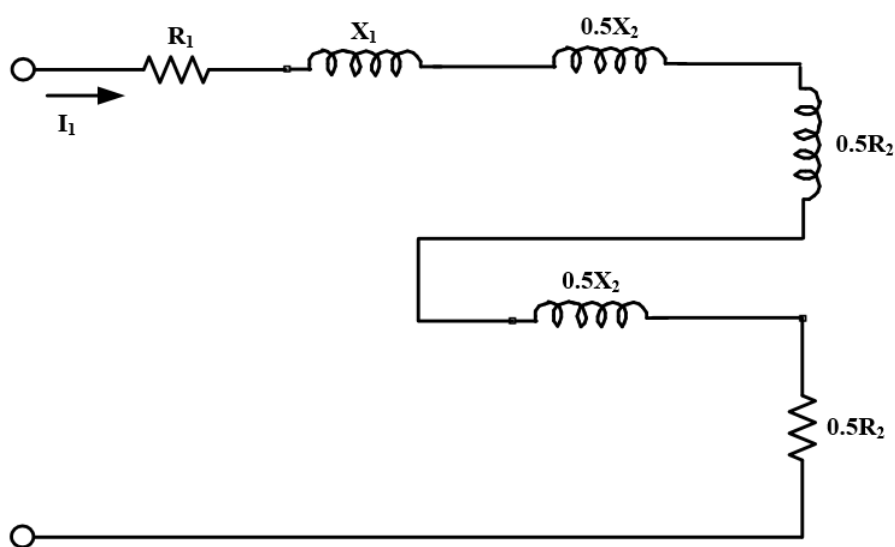
$$Z_{ba} = \frac{V_{ba}}{I_{ba}} = \frac{21.98}{2.22} = 9.90$$

$$R_{ba} = \frac{P_{ba}}{I_{ba}^2} = \frac{47}{2.22^2} = 9.53$$

$$X_{ba} = \sqrt{Z_{ba}^2 - R_{ba}^2} = \sqrt{(9.90)^2 - (9.53)^2} = 2.68$$

เมื่อ $X_{ba} = X_{1a} + X_{2a}$

$$\therefore X_{1a} = X_{2a} = 0.5X_{ba} = 0.5(2.68) = 1.34$$



รูปที่ 2 วงจรสมมูลการทดสอบขณะล่อคโรเตอร์หยุดนิ่ง

4. การทดสอบขณะไร้โหลด

4.1 การทดสอบขณะไร้โหลดที่ขดลวดเมน (Main Winding No Load Test) เป็นการทดสอบโดยขับมอเตอร์ขณะไร้โหลด ซึ่งในสภาวะนี้ขดลวดช่วยจะถูกเปิดวงจร ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ ก-6 (ค่าสลิป ≈ 0)

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบด้วยไฟตรงที่ขดลวดเมน

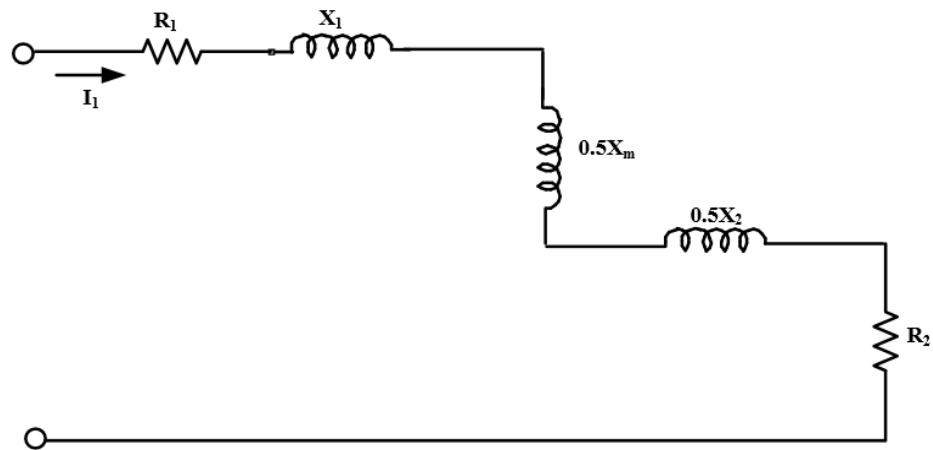
Voltage(V)	Current(A)	Power(Watt)	Power Factor
220	7.89	350	0.20

การคำนวณ

$$Z_{nL} = \frac{V_{nL}}{I_{nL} \angle \theta} = \frac{220}{7.89 \angle 0^\circ} = 27.88$$

$$R_{nL} = \frac{P_{nL}}{I_{nL}^2 \angle \theta} = \frac{350}{(7.89)^2} = 5.62$$

$$X_{nL} = \sqrt{Z_{nL}^2 - R_{nL}^2} = \sqrt{27.88^2 - 5.62^2} = 27.30$$



รูปที่ 3 วงจรสมมูลการทดสอบขณะไร้โหลด

พิจารณาจากวงจรสมมูลดังรูปที่ ก-2 จะได้ (และพิจารณาจาก CLASS A ของมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า $X_1 = X_2 = 0.5$)

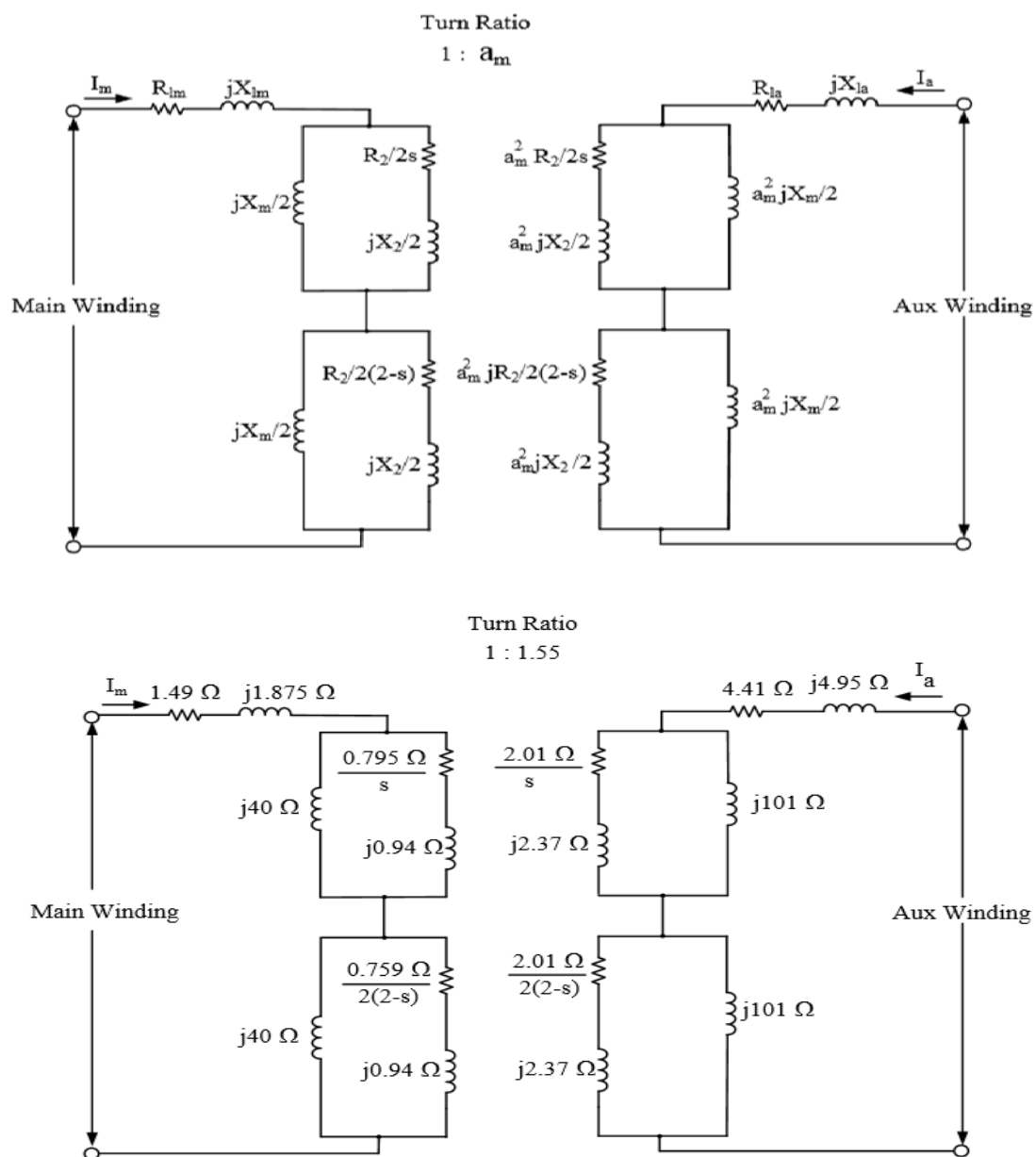
$$X_{nL} = 0.5X_m + X_1 + 0.5X_2$$

$$X_{nL} = 0.5X_m + 0.5X_{bm} + (0.5 \times 0.5X_{bm})$$

$$2X_{nL} = X_m + X_{bm} + 0.5X_{bm}$$

$$2X_{nL} = X_m + X_{bm} + 0.5X_{bm}$$

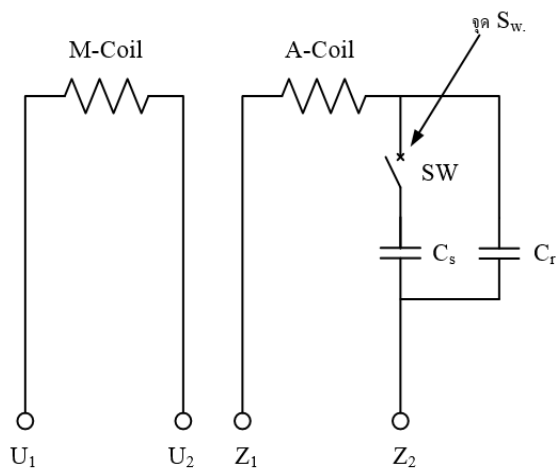
$$X_m = +2X_{nL} - 1.5X_{bm} = (2 \times 27.30) - (1.5 \times 2.43) = 50.95$$



รูปที่ 4 วงจรสมมูลค่าพารามิเตอร์มอเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.5 มอเตอร์รุ่น SCL-KR 2HP 4P

Wiring Diagram



รูปที่ 5 การแยกขดลวดหลักและขดลวดช่วย (จากผู้ผลิต)

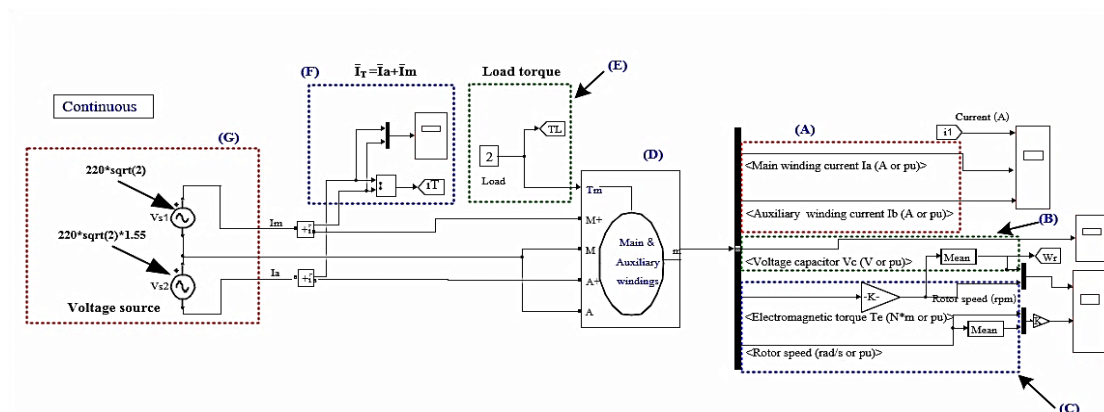
ตารางที่ 8 ข้อมูลจากมอเตอร์ที่ทำการทดสอบ

Coin	Resistance($\Omega/20^{\circ}\text{C}$)	ตำแหน่งวัด
M-Coin	1.40	U_1-U_2
A-Coin	4.86	Z_1 -จุด s (จุดที่ coin ต่อกับขั้ว Switch)

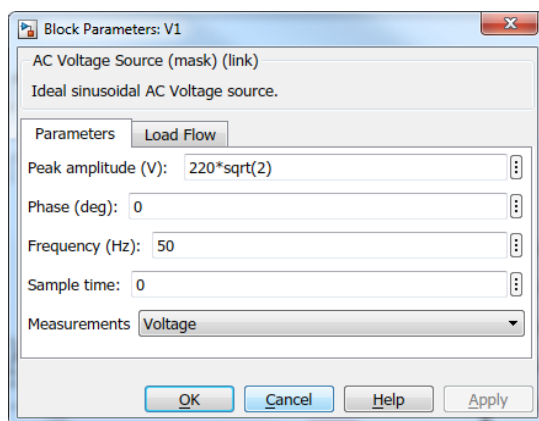
Note: ตำแหน่งสวิตช์อยู่ใน Cover ด้านท้ายมอเตอร์

ภาคผนวก ข

วงจรการจำลองใน Simulink/MATLAB

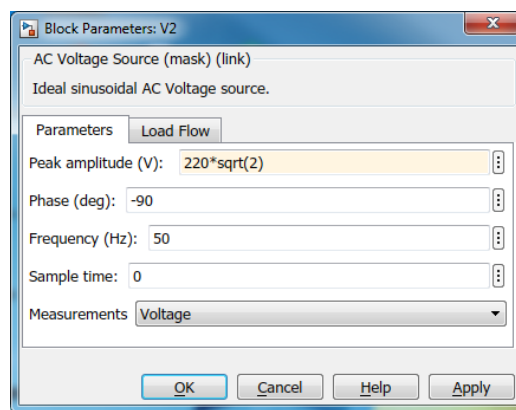


รูปที่ 6 วงจรการจำลอง (a) โดยจ่ายแรงดันแบบสมดุลและแบบไม่สมดุล ของมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟส ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองโดยการสตาร์ทโดยตรง (DOL)



$$V_m = V_1 = \sqrt{2} \times 220 = 311 \text{ Vp}$$

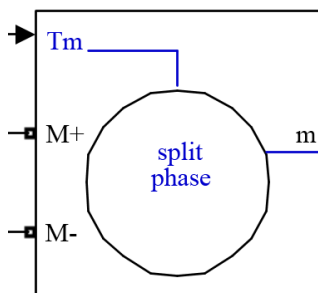
(a)



$$V_a = V_2 = \sqrt{2} \times 220 = 311 \text{ Vp}$$

(b)

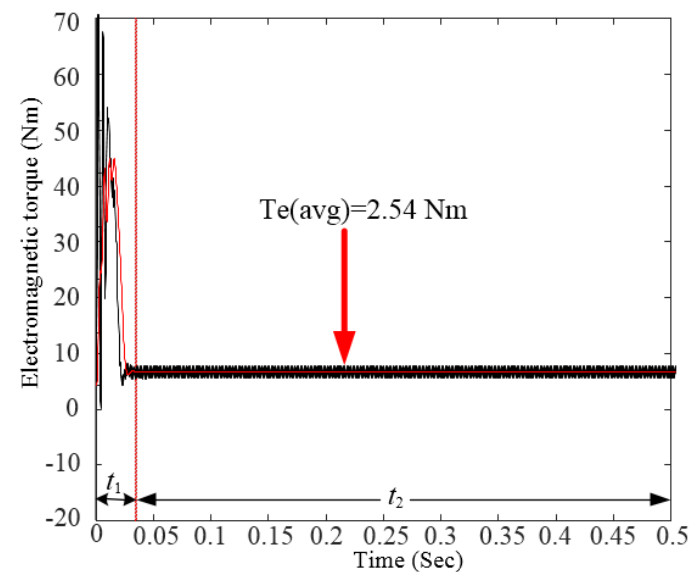
รูปที่ 7 พารามิเตอร์บล็อกแหล่งจ่ายไฟสลับ 1 เฟส โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำลองโดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบสมดุล (a) พารามิเตอร์สำหรับแหล่งจ่ายแรงดันขดเมน (b) พารามิเตอร์สำหรับแหล่งจ่ายแรงดันขดช่วย



รูปที่ 8 บล็อกมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้า 1 เฟสชนิดมอเตอร์สปลิตเฟส

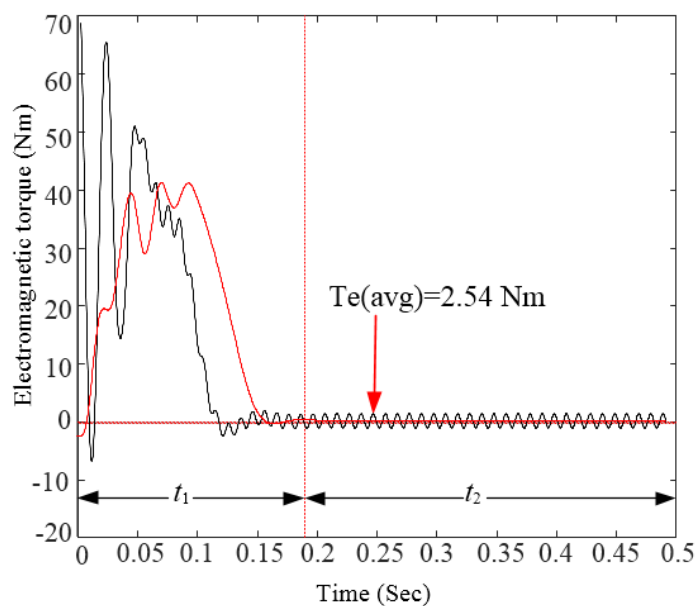
ผลการจำลองใน Simulink/MATLAB

ผลการจำลองมอเตอร์เหนี่ยวนำไฟฟ้าสองเฟสแบบสมดุลงาน 2 N.m



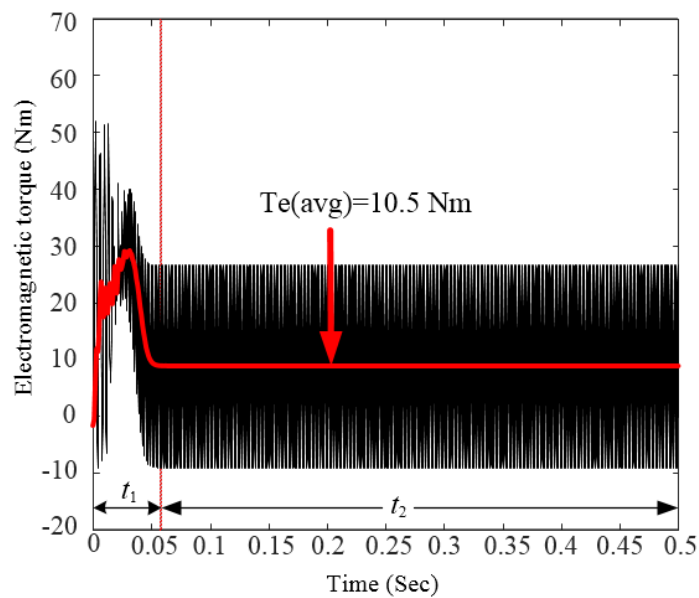
รูปที่ 9 การกระพือของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 2 N.m

รูปขยายแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 2 N.m (B-TPIM-DOL), $f = 50$ Hz



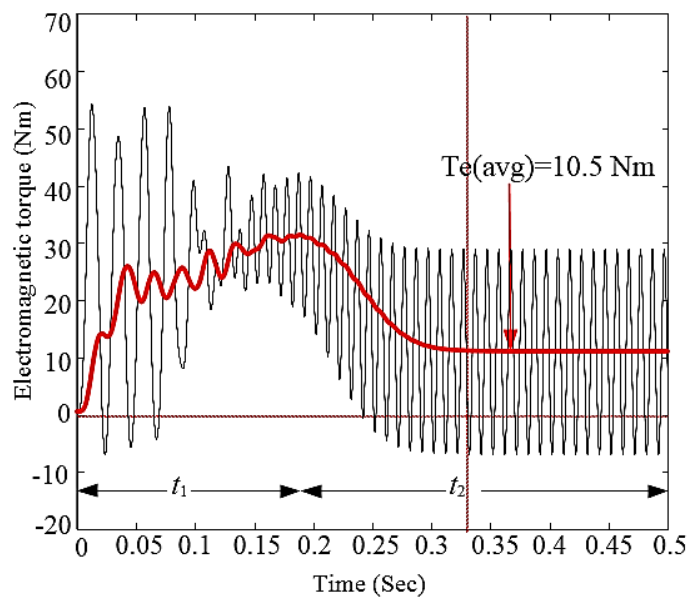
รูปที่ 10 รูปขยายการกระพือของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 10 N.m

แรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 10 N.m



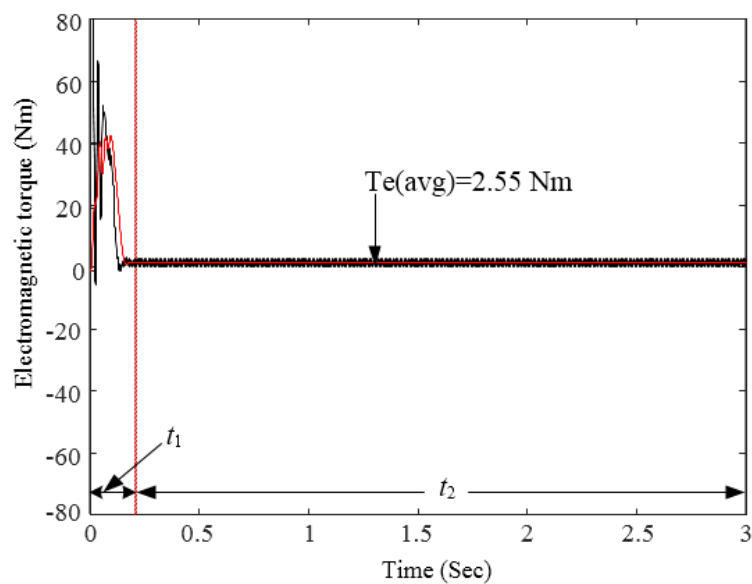
รูปที่ 11 การกระเพื่อมของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 10 N.m

รูปขยายแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 10 N.m (B-TPIM-DOL), $f = 50$ Hz



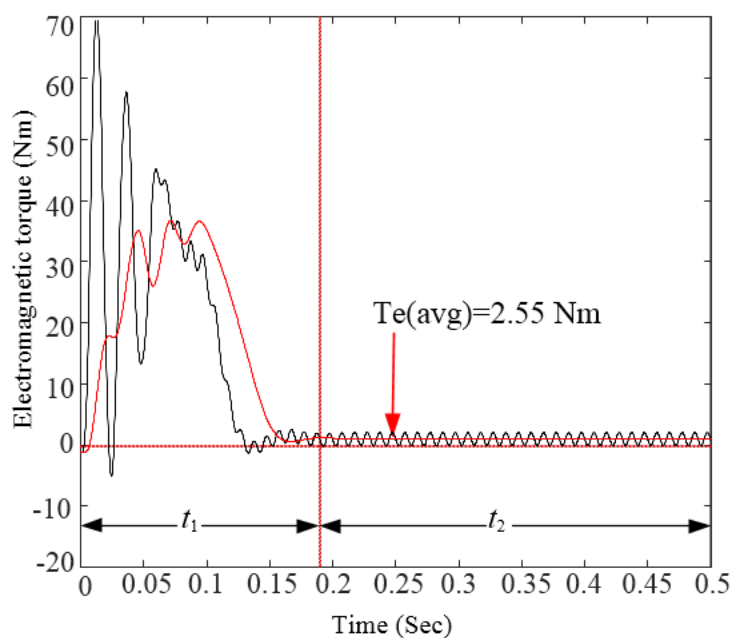
รูปที่ 12 รูปขยายการกระเพื่อมของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 10 N.m

แรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 2 N.m ขณะจ่ายแรงดันไม่สมดุล



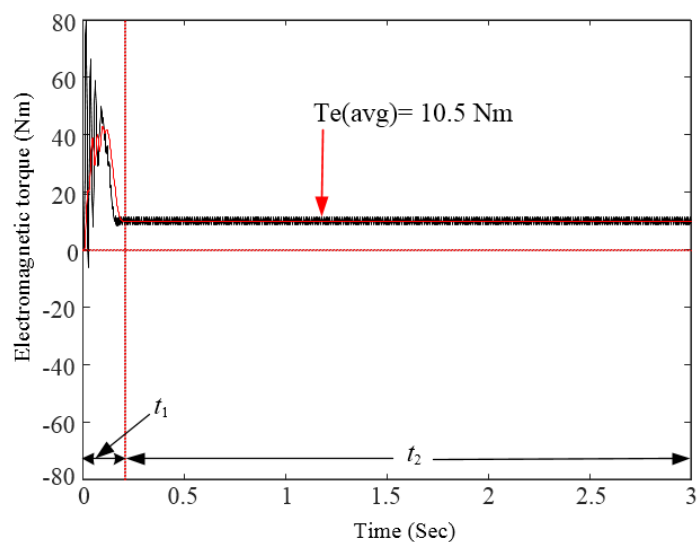
รูปที่ 13 การกระเพื่อมของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 2 N.m

รูปขยายแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 2 N.m ขณะจ่ายแรงดันไม่สมดุล



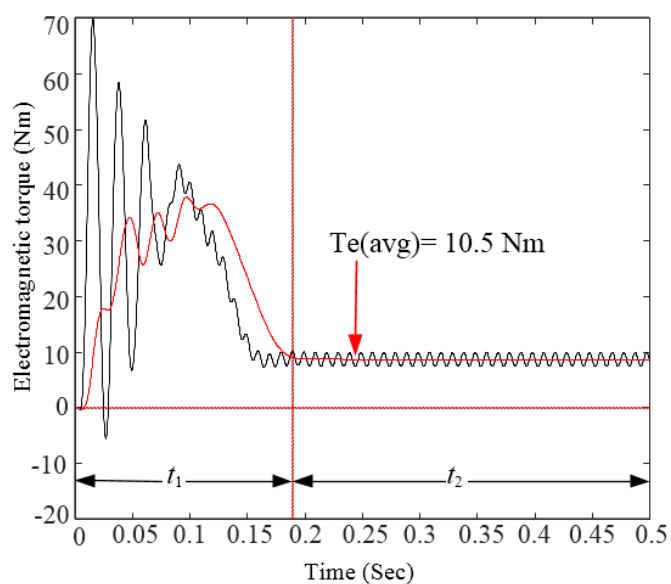
รูปที่ 14 รูปขยายการกระเพื่อมของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 2 N.m

แรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 10 N.m ขณะจ่ายแรงดันไม่สมดุล



รูปที่ 15 การกระเพื่อมของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 10 N.m

รูปขยายแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า (T_e) ที่ 10 N.m ขณะจ่ายแรงดันไม่สมดุล



รูปที่ 16 รูปขยายการกระเพื่อมของแรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้าขณะเริ่มหมุนที่โหลด 10 N.m

บรรณานุกรม

ทศนา แคมมณีและคณะ. การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540.

สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ประวิต เอรารวรรณ. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์ยูแพค. 2542.

ประกอบ มณีโรจน์. เรียนรู้สู่การปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : ปี.อี.ซี. 2544.

P.C. Sen. Principles of Electric Machines and Power Electronics. John Wiley & Sons, 1996.