

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

LEARNING MEDIA WITH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

ON BASIC MOTOR CONTROL



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

KMITL-2023-ED-M-231-029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LEARNING MEDIA WITH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY  
ON BASIC MOTOR CONTROL



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING  
SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

KMITL-2023-ED-M-231-029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
นักศึกษา	นางสาวชวีพร สุนทรวัฒน์
รหัสประจำตัว	62603065
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษา
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่เรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-Test Dependent

ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาในระดับดีมาก ( $\mu=4.66$ ,  $S.D.=0.31$ ) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\mu=4.63$ ,  $S.D.=0.45$ ) สื่อการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 80.08/81.28 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	LEARNING MEDIA WITH AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY ON BASIC MOTOR CONTROL
Student	Miss Chureeporn Soontornwat
Student ID.	62603065
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Electrical Communications Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Wisuit Sunthonkanokong
Thesis Co-Advisor	Asst. Prof. Dr. Somchai Manusaiyat

### ABSTRACT

The objectives of this research were to 1) develop the learning media with the augmented reality technology on basic motor control, 2) to find the effectiveness of the developed learning media, 3) to compare students' academic achievements before and after finishing each lesson, 4) determine students' satisfaction levels after finishing all lessons. Population was 25 third-year students majoring in Electrical Power at Donmuang Technical College, who studied the electric motor control (20104-2009) in the 2nd semester of the 2022 academic year. The research tools included five lessons of the developed learning media, a pre-test and a post-test assessment, and the satisfaction questionnaire. Statistical analysis included percentage, the population mean and standard deviation, and the Dependent t-Test.

The research results of showed that the developed learning media on basic electric motor control had a very good content quality ( $\mu=4.66$ ,  $\sigma=0.31$ ) and the quality of media production technique was in very good level ( $\mu=4.63$ ,  $\sigma=0.45$ ). The effectiveness of the learning media (E1/E2) was 80.08/81.28. The students' learning achievement (posttest) was higher. Students' satisfaction was at the greatest level.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และผู้วิจัย ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้เกียรติเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค การผลิตสื่อให้มีความเหมาะสมต่อการวิจัย ขอขอบคุณนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่เรียนในรายวิชาการควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลใน การวิจัยในครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่เคารพรั้งที่คอยให้ กำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือผู้วิจัยทุกด้านเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพ ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า หากมี ข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ชวีพร สุนทรวัฒน์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย .....	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย .....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 สังเขปรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า .....	7
2.2 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	9
2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม .....	16
2.4 การออกแบบและการสร้างสื่อ .....	21
2.5 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม .....	24
2.6 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้.....	28
2.7 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	30
2.8 การหาความพึงพอใจ .....	32
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย .....	36
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ IV อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	36
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย .....	37
3.4 วิธีการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล .....	49
3.5 สูตรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	53
4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ .....	53
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ .....	57
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	57
4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน .....	58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	60
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	60
5.2 การอภิปรายผลวิจัย .....	60
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	62
บรรณานุกรม .....	63
ภาคผนวก .....	65
ภาคผนวก ก หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิ .....	66
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ .....	76
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อถือของแบบทดสอบ .....	82
ภาคผนวก ง แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	96
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ .....	117
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินความพึงพอใจ .....	122

## สารบัญ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
ภาคผนวก ช ผลการประเมินความพึงพอใจ.....	126
ภาคผนวก ซ หนังสือความเป็นจริงเสริม.....	128
ประวัติผู้วิจัย.....	154



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VI อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 กำหนดการเรียนการสอนวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	8
4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้.....	53
4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้.....	55
4.3 ผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้.....	57
4.4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน.....	57
4.5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้.....	58
ค.1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้.....	83
ค.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	85
ค.3 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1.....	87
ค.4 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2.....	87
ค.5 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3.....	88
ค.6 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4.....	88
ค.7 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5.....	89
ค.8 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้.....	90
ค.9 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้ในการคำนวณ ค่าความแปรปรวน.....	94
จ.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้.....	118
จ.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้.....	119
จ.3 ผลการหาประสิทธิภาพ.....	120
ข.1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน.....	127

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	10
2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น.....	12
2.3 แบบวงจรสายเดี่ยว.....	14
2.4 แบบวงจรกำลัง.....	15
2.5 วงจรควบคุม.....	15
2.6 วงจรแสดงแบบงานจริง.....	16
2.7 แบบวงจรการติดตั้ง.....	16
2.8 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4.0 เพิ่มเทคนิค AR 3 มิติ.....	18
2.9 การแสดงผลแบบ Marker-based AR.....	19
2.10 แผนภาพกระบวนการทำงานของเทคโนโลยีวัตถุเสมือนจริง.....	19
2.10 Zappar Application.....	20
2.12 โปรแกรมเสริมที่ชื่อ ZapWorks Studio.....	21
3.1 ลำดับขั้นตอนการการพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	40
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้.....	42
3.3 ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	45
3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	47

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบนโยบายประเทศไทย 4.0 สู่การเรียนรู้การสอนในศตวรรษที่ 21 จะเน้นทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) เป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูจะเป็นเพียงผู้ที่คอยชี้แนะแนวทางเท่านั้น การเรียนการสอนแบบบูรณาการสหวิชาการ เชื่อมโยงความรู้กับจินตนาการ เปลี่ยนแปลงไปสู่รูปแบบให้ผู้เรียนมีทักษะที่ต้องการ เช่น การทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์ และการสื่อสารที่ดีเป็นต้น ซึ่งการจัดการศึกษาต้องสร้างความพอใจให้ผู้เรียนและท้าทายสู่การสร้างกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น ทิศทางการสร้างเด็กยุคประเทศไทย 4.0 สร้างเด็กและเยาวชนไทยให้มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะในการประยุกต์ให้เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ ๆ สร้างความคิดของเด็กและเยาวชนไปสู่สิ่งที่ยากขึ้น บุคลากรในวงการศึกษาก็จำเป็นต้องเป็นคนที่สามารถนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ ในการจัดการเรียนการสอน พร้อมทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการค้นคว้าพัฒนาความรู้ของตนเอง ขณะเดียวกันยังจะต้องสามารถนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารจัดการอีกด้วย ซึ่งถือว่าเป็นความสำเร็จของการยกระดับคุณภาพการศึกษาของชาติ การพัฒนาเด็กต้องพัฒนาทั้งด้านความรู้ และทักษะการเรียนรู้ที่ดีที่สุด (พรชัย เจดามาน และคณะ, 2559)

เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่เข้ามามีบทบาทต่อการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยมากมาย สื่อมัลติมีเดียเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ครูนำมาใช้โดย Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง Augmented Reality แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) Location Based ใช้งานผ่าน Smart Phone และ 2) Marker หรือ Image-Based AR ส่วนใหญ่ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ด้วยการเขียนโค้ด รหัสในการใช้งานเพื่อให้เกิดเป็นวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ ลักษณะของเทคโนโลยี Augmented Reality คือ การพัฒนาโดยผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น Webcam, Computer, Cloud Computing หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องเป็นต้น ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ บน Projector หรือบนโทรศัพท์ อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด (ลดาพรรณ สระทองหมาย, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นวิชาเฉพาะของนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้สอน พบว่า ปัญหาส่วนหนึ่งที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานี้ต่ำ คือ นักศึกษาขาดทักษะทางด้านมิติสัมพันธ์ ไม่สามารถมองรูปร่าง รูปทรง ทั้งสองมิติและสามมิติ ให้เสมือนตามจริงได้ นักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจและเกิดจินตนาการเห็นภาพเกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าอย่างถูกวิธี ก่อนการปฏิบัติการทดลองเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อป้องกันการใช้อุปกรณ์อย่างไม่ถูกวิธี จะทำให้เกิดผลเสียต่ออุปกรณ์กับชิ้นงานและ ก่อให้เกิดอุบัติเหตุต่อผู้ใช้งานได้

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้สังเกตเห็นบทบาทความสำคัญในการจัดการเรียนการสอนโดยนำเทคโนโลยี มาผสมผสานกับการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เพราะรูปแบบในการแสดงผลเป็นวิธีที่น่าสนใจในการนำมาใช้กับการเรียนการสอน ทำให้การเรียนมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น โดยภาพที่ปรากฏจะแสดงเป็น ภาพเสมือนจริงมีเคลื่อนไหวและเสียงบรรยาย ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย ส่งผลในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ทั้งยังเป็นแนวทางสำหรับผู้สอนที่จะ นำไปประยุกต์ใช้สอนในเนื้อหาบทเรียนอื่นต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
4. เพื่อหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

### 1.3 สมมติฐานของของการวิจัย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป ( $\mu \geq 3.5$ )
2. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ( $E_1/E_2$ ) ไม่ต่ำกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05
4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีความพึงพอใจในระดับมาก

### 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1. กรอบแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยใช้รูปแบบ ADDIE Model ของ Roderic Sims (Seels and Glasgow, 1998 : 176) ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1.1 การวิเคราะห์ (A : Analysis)
- 1.2 การออกแบบ (D : Design)
- 1.3 การพัฒนา (D : Development)
- 1.4 การทดลองใช้ (I : Implementation)
- 1.5 การประเมินผล (E : Evaluation)

2. กรอบแนวคิดในการหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ ญัฐกร สงคราม (2557 : 78) มาเป็นกรอบแนวคิดในการหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่

- 2.1 คุณภาพด้านเนื้อหา
- 2.2 คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรอบแนวคิดการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556 : 9) มาเป็นกรอบแนวคิดในการหา ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เบื้องต้น ซึ่งประกอบไปด้วย

3.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ )

3.2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ )

4. กรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของพรพนี ลีกิจวัฒน์ (2553) เกี่ยวกับประเมินความพึงพอใจ ที่กล่าว ว่า แบบประเมิน หมายถึง ชุดของข้อความที่เป็นข้อความหรือบางครั้งใช้ภาพเป็นข้อความ สำหรับ ให้ผู้ตอบตอบโดยการเขียน ซึ่งอาจเขียนตอบเป็นข้อความหรือเป็นเครื่องหมายตามเงื่อนไขที่กำหนด

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชา ช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่เรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

### 1.5.2. ตัวแปรที่จะศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น และความพึงพอใจ

### 1.5.3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เบื้องต้น ประกอบไปด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์การวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง สื่อที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเข้ามาช่วยในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพ 2 มิติ 3 มิติ และมีภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียงบรรยาย ผ่านแอปพลิเคชัน โดยผู้เรียนสามารถศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตทั้งในระบบ IOS หรือระบบ Android

2. วิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึง รายวิชาตามโครงสร้างหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพเฉพาะ

3. คุณภาพ หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

4. คุณภาพด้านเนื้อหา หมายถึง การตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสมบูรณ์ของเนื้อหา โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถทางด้านวิชาการปฏิบัติงานไฟฟ้ากำลัง

5. คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง การตรวจสอบสื่อที่ถูกนำเข้ามาใช้ในบทเรียน ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

7. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้กับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว ซึ่งในที่นี้ตั้งเกณฑ์ไว้  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

8. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้และชำนาญในเนื้อหา เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า หรือวิชาที่เกี่ยวข้อง และผู้ที่มีความชำนาญด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ความพึงพอใจ หมายถึง เจตคติที่ดีของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี  
ความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเป็นแบบ  
มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 สังเขปรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
- 2.2 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
- 2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.4 การออกแบบและการสร้างสื่อการเรียนรู้
- 2.5 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้
- 2.7 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.8 การหาความพึงพอใจ
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สังเขปรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มวิชาชีพเฉพาะ มีรายละเอียดดังนี้

ชื่อวิชา	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
	Motor Control
รหัสวิชา	20104-2009
ระดับ	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
เวลาเรียน	126 ชั่วโมง
จำนวนหน่วยกิต	1-6-3 (ท-ป-น)

##### 2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน IEC DIN ANSI การออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC, DIN และ ANSI การเลือกขนาดของสายอุปกรณ์ป้องกัน คอนแทกเตอร์ หลักการเริ่มเดินและควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสดตรง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส และ 3 เฟส งานเขียนแบบวงจรควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC DIN ANSI งานต่อวงจรเริ่มเดินและงานต่อวงจรควบคุมการเริ่มเดิน การกลับทางหมุน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง งานต่อวงจรควบคุมการเริ่มเดิน การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส การต่อวงจรควบคุมสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Direct Start งานต่อวงจรควบคุมกลับทางหมุน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบ Jogging Plugging และ After Stop งานการต่อวงจรควบคุมสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส แบบ Star - Delta แบบเรียงลำดับ

### 2.1.2 จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานต่าง ๆ
2. เลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
3. มีทักษะเกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
4. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ

2.1.3 แผนการสอนรายวิชา แบ่งหน่วยการเรียนรู้วิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ออกเป็น 12 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	ขนาดสายและอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	การกลับทิศทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
หน่วยการเรียนรู้ที่ 8	การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยการลดกระแสไฟฟ้า
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยหม้อแปลงแบบบอดี้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 10	การเริ่มเดินมอเตอร์ความต้านทาน
หน่วยการเรียนรู้ที่ 11	การเริ่มเดินมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 12	การติดตั้งอุปกรณ์และการเดินสายไฟฟ้าในตู้ควบคุม

### ตารางที่ 2.1 กำหนดการเรียนการสอนวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

หน่วยที่	เรื่อง	จำนวนชั่วโมง
1	สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์	7
2	ขนาดสายและอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์	7
3	วัสดุ อุปกรณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ การนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาตในวงกว้างให้ถือว่าผิดกฎหมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

4	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	14
5	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	14
6	การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	14
-	สอบกลางภาค	2
7	การกลับทิศทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	14
8	การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยการลัดกระแสไฟฟ้า	14
9	การเริ่มเดินมอเตอร์ด้วยหม้อแปลงแบบอัตโนมัติ	10
10	การเริ่มเดินมอเตอร์ความต้านทาน	7
11	การเริ่มเดินมอเตอร์แบบทำงานเรียงลำดับ	7
12	การติดตั้งอุปกรณ์และการเดินสายไฟฟ้าในตู้ควบคุม	7
-	สอบปลายภาค	2
	รวม	126

จากตารางที่ 2.1 การกำหนดเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้นของนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 1, 3, 4, 5 และ 6

## 2.2 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

### 2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ที่ใช้ในงานในปัจจุบันแต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็วรอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่า เอ.ซี มอเตอร์ (A.C. Motor) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์จะใช้กับ

- แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์มีสายไฟ เข้า 2 สาย
- สปลิตเฟส มอเตอร์ (Split-Phase Motor)
- คาปาซิเตอร์ มอเตอร์ (Capacitor Motor)
- รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion-type Motor)
- ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เซ็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-Pole Motor)

1.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส หรือเรียกว่าทุเฟสมอเตอร์

1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส หรือเรียกว่าที่เฟสมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ใช้

ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์ มีสายไฟเข้ามอเตอร์ 3 สาย

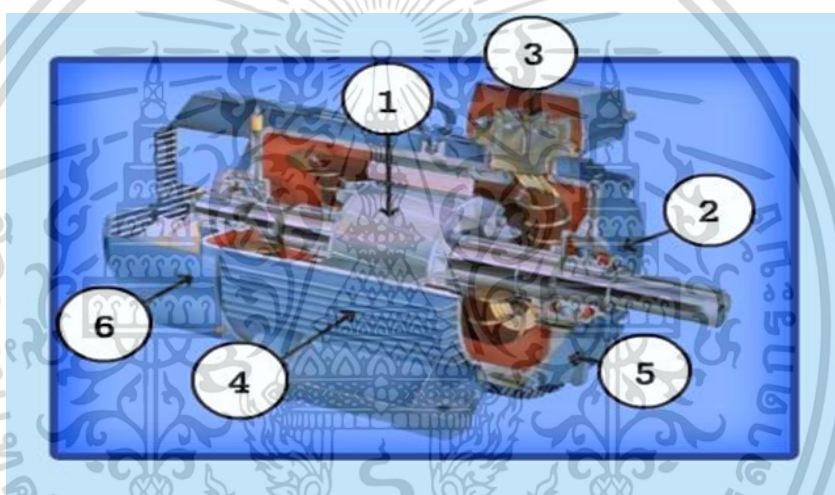
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่า ดี.ซี มอเตอร์ (D.C. Motor) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

- มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

- มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

- มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่า คอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

ส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา : <http://www.psptech.co.th>

1. ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบนํ้ายาคอนวูน สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

2. ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces) คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบาง ๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้อัดรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครมมอเตอร์ (Motor Frame) คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์และยึดอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครมมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

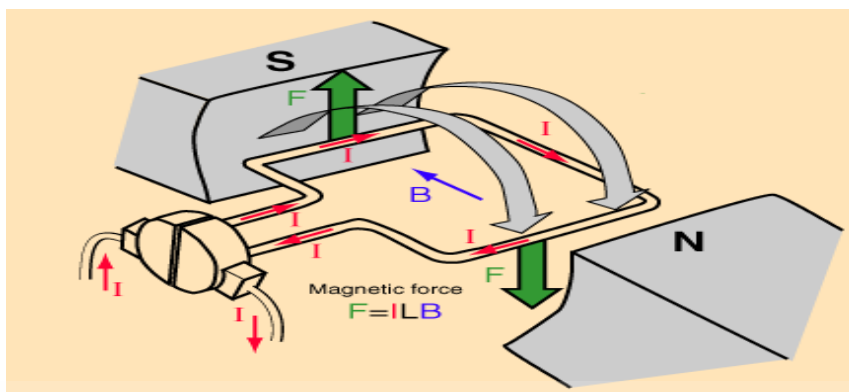
4. อาร์เมเจอร์ (Armature) คือ ส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบาง ๆ อัดซ้อนกัน ถูกเจาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ขดลวดอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดอาบนํ้ายาฉนวน ร่องขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่และมีลิมไฟเบอร์อัดแน่นยึดขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดอาร์เมเจอร์ต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ อาร์เมเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์

6. แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์

#### 1.4 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

การทำงานของเบื้องต้นของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำที่อาร์เมเจอร์ ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน อาร์เมเจอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์ เปลี่ยนไปเป็นอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่อาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ๆ อีกครั้ง ทำให้อาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์คือมอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน



ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ที่มา : <http://www.psptech.co.th>

### 2.2.2 หลักการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึง การทำให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งและทำให้เกิดความปลอดภัยต่อตัวมอเตอร์ อุปกรณ์เครื่องจักรที่ต่อกับมอเตอร์ รวมถึงทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานด้วย

#### 1. จุดประสงค์ของการควบคุมมอเตอร์

- 1.1 เพื่อทำการเริ่มเดินมอเตอร์ (Starting)
- 1.2 เพื่อการหยุดมอเตอร์ (Stopping)
- 1.3 เพื่อการกลับทางหมุน (Reversing)
- 1.4 เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ (Running)
- 1.5 เพื่อการควบคุมความเร็ว (Speed Control)
- 1.6 เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน (Safety of Operator)
- 1.7 เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับมอเตอร์และระบบ (Protection from Damage)
- 1.8 เพื่อการบำรุงรักษาอุปกรณ์เริ่มเดินมอเตอร์ (Maintenance of Starting Requirement)

Requirement)

2. องค์ประกอบของการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โดยทั่วไปจะควบคุมองค์ประกอบ 3 ประการคือ

- 2.1 ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Speed Control)
- 2.2 ควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control)
- 2.3 ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direction Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะทำได้โดยการปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด ทำโดยการควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาเมเจอร์ และที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ ในกรณีสเตเตอร์แบบใช้ขดลวดพันสำหรับการควบคุมการหมุนหรือการสลับทิศทาง การหมุน ในกรณีมอเตอร์ไฟตรง สามารถทำได้โดยการสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟ ที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ สำหรับกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก แบบใช้แม่เหล็กถาวรเป็นสเตเตอร์จะไม่สามารถควบคุมอะไรได้มากนัก โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จะถูกจำกัดด้วยขนาดแรงดัน โดยสามารถปรับได้ไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด อาจทำโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าแบบขดลวด (Wire Wound Resistor) แต่ก็เกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ตัวต้านทาน ฉะนั้นในปัจจุบัน จึงมักนิยมใช้การควบคุม ด้วยวงจรมอดูเลเตอร์ (Pulse Width Modulator) ซึ่งจะใช้วิธีจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์เป็นช่วง ๆ โดยการควบคุมแรงดัน คือการปรับช่วงกว้างของพัลส์ที่จ่ายให้นั่นเอง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลดกำลังสูญเสียได้มาก สำหรับการกลับทางหมุนของมอเตอร์ อาจใช้วิธีสลับขั้วด้วยมือ หรือใช้วงจรรีเลย์หรืออิเล็กทรอนิกส์เข้าไปควบคุม

### 3. ประเภทของการควบคุมมอเตอร์

ประเภทของการควบคุมมอเตอร์ แบ่งตามลักษณะการสั่งอุปกรณ์ควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน เป็น 3 ประเภทคือ

#### 3.1 การควบคุมด้วยมือ (Manual Control)

การควบคุมด้วยมือ เป็นการสั่งงานให้อุปกรณ์ควบคุมทำงานโดยใช้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมให้ระบบกลไกทางกลทำงาน ซึ่งการสั่งงานให้ระบบกลไกทำงานนี้โดยส่วนมากจะใช้คนเป็นผู้สั่งงานแทบทั้งสิ้น ซึ่งมอเตอร์จะถูกควบคุมจากการสั่งงานด้วยมือโดยการควบคุมผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ที่อกเกิ้ลสวิตช์ (Toggle Switch) เซฟตี้สวิตช์ (Safety Switch) ทรัมสวิตช์ (Drum Switch) ตัวควบคุมแบบหน้าจาน (Face Plate Control) เป็นต้น

#### 3.2 การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automatic Control)

โดยการใช้สวิตช์ปุ่มกด (Push Button) ที่สามารถควบคุมระยะไกล (Remote Control) ได้ ซึ่งมักจะต่อร่วมกับสวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ที่ใช้จ่ายกระแสจำนวนมาก ๆ ให้กับมอเตอร์แทนสวิตช์ธรรมดาซึ่งสวิตช์แม่เหล็กนี้อาศัยผลการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า วงจรการควบคุมมอเตอร์กึ่งอัตโนมัตินี้ต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์จ่ายไฟให้กับสวิตช์แม่เหล็กสวิตช์แม่เหล็กจะดูดให้หน้าสัมผัสมาแตะกันและจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ และถ้าต้องการหยุดมอเตอร์ก็จะต้องอาศัยคนคอยกดสวิตช์ปุ่มกดอีกเช่นเดิม จึงเรียกรูปแบบนี้ว่า การควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

#### 3.3 การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control)

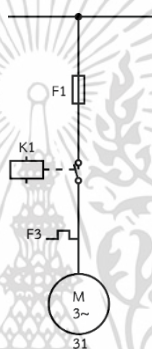
การควบคุมแบบนี้จะอาศัยอุปกรณ์ชี้นำ (Pilot Device) คอยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ เช่น สวิตช์-ลูกลอยทำหน้าที่ตรวจวัดระดับน้ำในถัง คอยสั่งให้มอเตอร์ปั๊มทำงานเมื่อน้ำหมดถังและสั่งให้มอเตอร์หยุดเมื่อน้ำเต็มถัง สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) ทำหน้าที่ตรวจจับ

ความดันลม เพื่อสั่งให้ปั๊มลมทำงาน เทอร์โมสตัดทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าตามอุณหภูมิสูงหรือต่ำ เป็นต้น วงจรการควบคุมมอเตอร์แบบนี้เพียงแต่ใช้คนกดปุ่มเริ่มเดินมอเตอร์ในครั้งแรกเท่านั้น ต่อไป วงจรก็จะทำงานเองโดยอัตโนมัติตลอดเวลา

### 3.4 วงจรที่ใช้ในการควบคุม

ในงานติดตั้งไฟฟ้าโดยทั่วไปจะต้องมีการออกแบบและเขียนแบบก่อนเพื่อเป็นแนวทาง ในการออกแบบการทำงานการวางแผนติดตั้งการเตรียมงบประมาณ การป้องกันเพื่อความปลอดภัย และอื่น ๆ ประเภทของแบบวงจรไฟฟ้าที่ใช้เขียนในงานควบคุมมอเตอร์ที่นิยมกันทั่วไปสามารถแบ่งออก ได้เป็น 4 แบบ ดังนี้

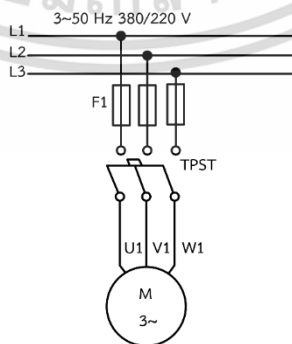
- แบบวงจรสายเดี่ยว (One Line Diagram) วงจรสายเดี่ยวเป็นแบบวงจรที่แสดงวงจร ชนิดหนึ่งทีเขียนด้วยเส้นสายเดี่ยวเท่านั้น



ภาพที่ 2.3 แบบวงจรสายเดี่ยว

- แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) วงจรแสดงการทำงานสามารถ แบ่งตามลักษณะของวงจรได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

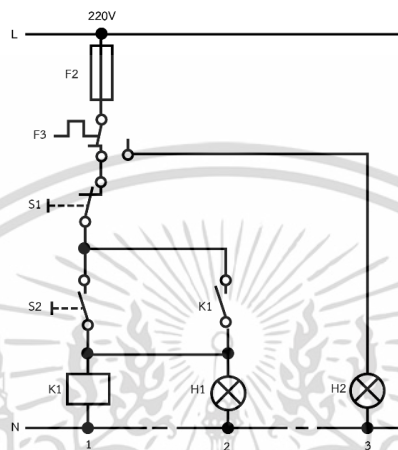
1. วงจรกำลัง (Power Circuit) แบบวงจรนี้จะเขียนรายละเอียดของวงจรกำลังเท่านั้น โดยเริ่มจากวงจรย่อยผ่าน Main Fuse (F1) Main Contactor (K1) Overload Relay (F2) และต่อ เข้ามายังมอเตอร์



ภาพที่ 2.4 แบบวงจรกำลัง

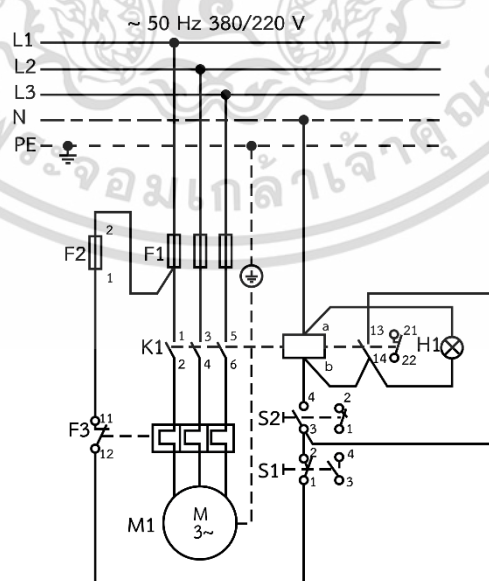
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วงจรควบคุม (Control Circuit) แบบนี้ได้จากการจับต้นและปลายของวงจรควบคุม ในแบบงานจริงจึงยึดออกมาเป็นเส้นตรง สายแยกต่าง ๆ จะเขียนในแนวตั้งและแนวระนาบเท่านั้น ส่วนประกอบของอุปกรณ์จะนำมาเขียนเฉพาะส่วนที่ใช้ในวงจรควบคุมเท่านั้น คอนแทกรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์สามารถเขียนแยกกันอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของวงจรได้ โดยจะเขียนกำกับด้วยอักษรและตัวเลข ได้รู้ว่าเป็นของคอนแทกเตอร์ตัวใด



ภาพที่ 2.5 วงจรควบคุม

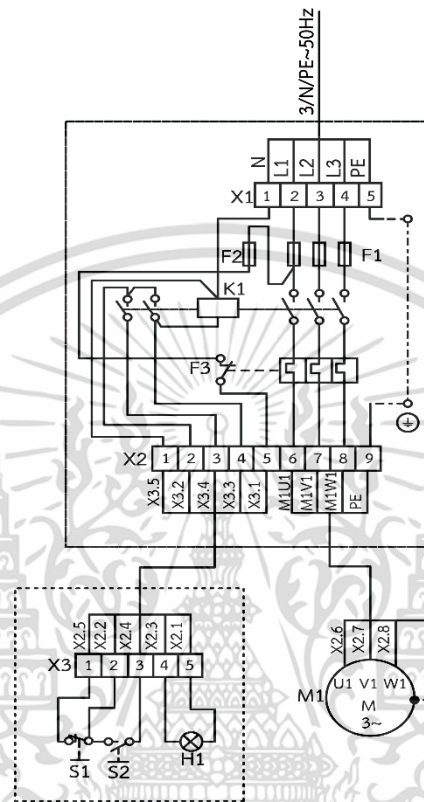
- วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายกับลักษณะงานจริงคือ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ใด ๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียวไม่แยกออกจากกันและสายต่าง ๆ จะต่อกันที่จุดเข้าสายของอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งเหมือนกับลักษณะของงานจริง



ภาพที่ 2.6 วงจรแสดงแบบงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แบบวงจรถูกติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) จะประกอบไปด้วยแผงควบคุมตู้สวิตช์บอร์ด และโหลดที่ต้องการควบคุม ซึ่งมักจะแยกกันอยู่ในต่างที่กันในส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ จะเขียนรายละเอียดด้วยวงจรงานจริงและจะประกอบเข้าด้วยกันแผงขั้วต่อสายไฟ โดยจะมีรหัสกำกับไว้ให้รู้ว่าสายนั้นจะไปต่อเข้าจุดใด



ภาพที่ 2.7 แบบวงจรถูกติดตั้ง

## 2.3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

### 2.3.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

วศกร เพ็ชรช่วย (2557) ที่กล่าวได้อย่างน่าสนใจว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกความจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ มาผสานเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น กล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือเป็นระบบซึ่งช่วยเพิ่มเติมข้อมูลต่าง ๆ ให้กับผู้ใช้งานทั้งในรูปแบบของตัวหนังสือ ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถนำเสนอสภาพแวดล้อมจำลองได้ทันที

พรทิพย์ ปรียวาทิต (2559) กล่าวไว้ว่า AR CODE เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกความจริงเข้าไว้ด้วยกันเป็นการนำภาพ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพสามมิติมาซ้อนทับกับภาพที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำรหัส AR Code ซึ่งมีการทำงานโดยผ่านกล้องแท็บเล็ต สมาร์ทโฟนหรือเว็บแคม ส่งไปยังภาพที่มีรหัส AR Code ไว้แล้ว จอภาพก็จะประมวลผลเพื่อแสดงภาพต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาได้สร้างไว้

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความจริง (Reality) และ ความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Computer, Tablet, Smartphone, Webcam, Marker รวมถึงอุปกรณ์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผลที่ใช้งาน โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทั้งที่ อาจมีลักษณะเป็นภาพนิ่ง 3 มิติ ดูได้รอบด้าน ภาพเคลื่อนไหวและรวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย

อิสริยะ ไพรีพ่ายฤทธิ (2553) ได้กล่าวว่า AR เป็นเทคโนโลยีที่เริ่มได้รับการกล่าวถึงในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ซึ่งสอดคล้องกับพัฒนาการของเทคโนโลยีสมาร์ตโฟนที่เริ่มมีหน่วยประมวลผลรวดเร็วตามความต้องการของโปรแกรมลักษณะนี้ ที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลาและอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น กล้องถ่ายภาพ เซ็นเซอร์ อุปกรณ์รับพิกัดดาวเทียม (GPS) ครอบถ้วน

สรุปได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ บน Projector หรือบนโทรศัพท์ อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด



ภาพที่ 2.8 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ 4.0 เพิ่มเทคนิค AR 3 มิติ

ที่มา : <https://www.parentsone.com/review-science-book-ar/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 หลักการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

การทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) ด้วยฮาร์ดแวร์ เช่น กล้องถ่ายรูป เซ็นเซอร์ GPS จากนั้นข้อมูลจะถูกนำมาประมวลผลในส่วนซอฟต์แวร์ในปัจจุบัน ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่รองรับเทคโนโลยี AR อาทิ Eyeglasses เป็นการแสดงผลวัตถุเสมือนผ่านเลนส์ของแว่นตา หรือ Head-mounted ที่อยู่ในรูปแบบของหมวกนิรภัย เป็นต้น

การพัฒนาเทคโนโลยี AR โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นอยู่กับ การออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (พินิตา ตันศิริ,2553) ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จาก กล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาด และรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker การวิเคราะห์ภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) Marker Based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน 2) Marker-less Based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) เพื่อนำไปใช้งาน

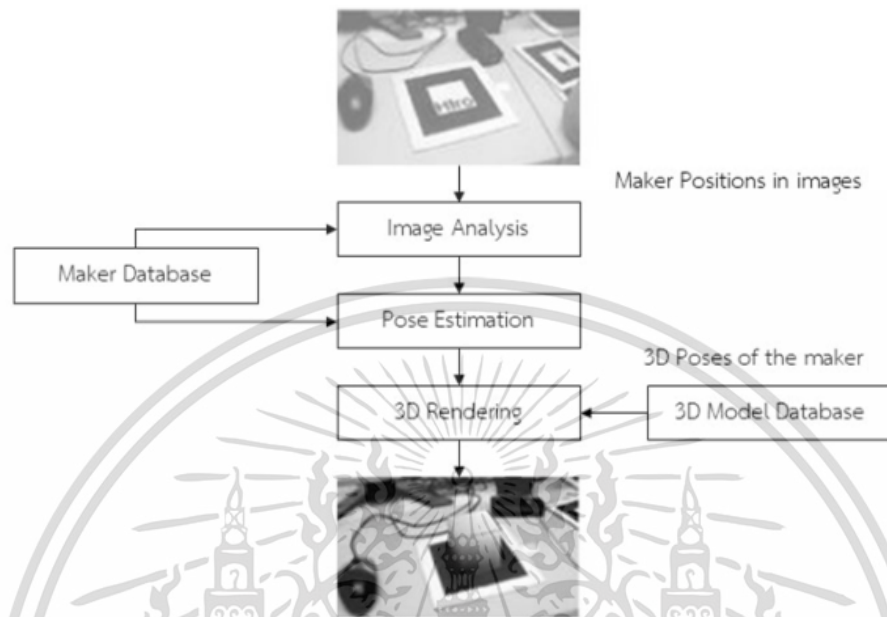


ภาพที่ 2.9 การแสดงผลแบบ Marker-based AR

ที่มา : <https://learn.g2.com/augmented-reality>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง แสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 แผนภาพกระบวนการทำงานของเทคโนโลยีวัตถุเสมือนจริง  
ที่มา : <https://nipatanoy.wordpress.com/>

### 2.3.3 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR)

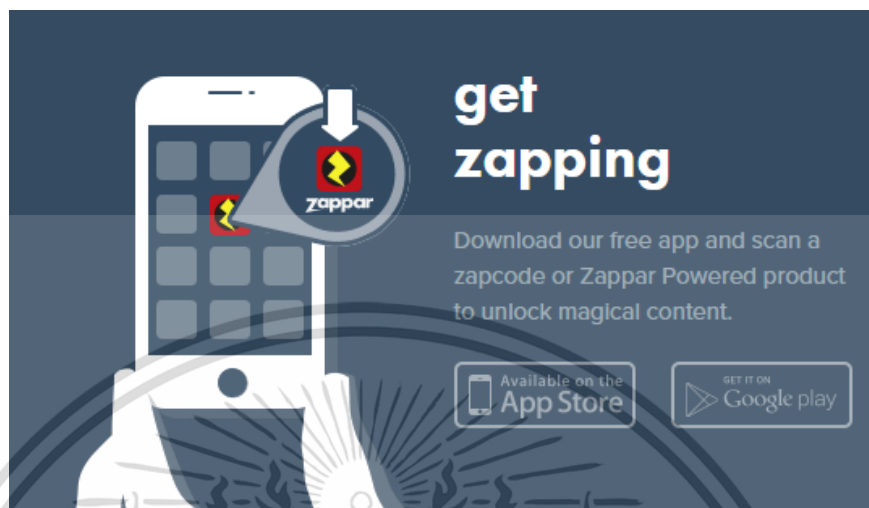
1. AR Code หรือตัว Marker ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ
2. Eye หรือ กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือ ตัวจับ Sensor อื่น ๆ ใช้มองตำแหน่งของ AR Code แล้วส่งข้อมูลเข้า AR Engine
3. AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่สามารถอ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผล เพื่อแสดงเป็นภาพต่อไป
4. Display หรือ จอแสดงผล เพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ AR Engine ส่งมาให้ในรูปแบบของภาพ หรือ วิดีโอ

### 2.3.4 โปรแกรมที่สร้างสื่อการเรียนรู้

Zappar Application เป็นแอปพลิเคชันที่สร้างจากผู้สร้างประเทศอังกฤษใช้เวลาสร้างและพัฒนา ทั้งหมด 4 ปี โดย Dr.Simon Taylor และ Connell Gauld ได้ร่วมกันก่อตั้งขึ้นตั้งแต่ปี 2007 สร้างสำเร็จและนำแอปพลิเคชันออกสู่ตลาดเมื่อปี 2011 จนในปี 2013 ได้มีการผลิตคิดค้น Zapcode ขึ้น และในที่สุดในปี 2014 ได้มีการเปิดให้ผู้ใช้ทั่วไปสร้าง Zapcode ของตัวเองได้ผ่านทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เว็บไซต์ [https:// https://my.zap.works/login/](https://my.zap.works/login/) นี้คือสัญลักษณ์ Zapcode ออกแบบ 3D ผ่านโปรแกรม ZapWorks



ภาพที่ 2.11 Zappar Application

ที่มา : <https://spidyhero.wordpress.com>

**จุดเด่นของโปรแกรมแซปเวิร์คคือ**

- โปรแกรมใช้งานง่าย มีหน้าตาต่าง UI ที่ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นมือใหม่
- รองรับเนื้อหาในรูปแบบรูปภาพ วิดีโอ ลิงค์ เว็บไซต์
- สามารถสร้างปุ่ม เพิ่มหน้าการแสดงผล และการเชื่อมโยง ลิงค์ระหว่างเนื้อหา
- รูปแบบ tag ดูทันสมัยมีรูปแบบให้เลือกหลากหลาย
- มีแอปพลิเคชันที่ใช้งานง่าย รองรับ IOS และ Android ชื่อ Zappar
- มีโปรแกรมเสริมที่ชื่อ ZapWorks Studio สามารถกำหนดนำวัตถุสามมิติ มาวางบน tag ได้ง่าย สามารถสร้างแอนิเมชันแบบ AR ได้



ภาพที่ 2.12 โปรแกรมเสริมที่ชื่อ ZapWorks Studio

ที่มา : <https://spidyhero.wordpress.com>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เข้าใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 หลักการออกแบบและการสร้างสื่อ

### 2.4.1 การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้

ADDIE คือ กระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนการออกแบบตามรูปแบบ ADDIE (ADDIE Model) โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น CAI/CBT, WBI/WBT หรือ E-Learning เป็นกระบวนการพัฒนารูปแบบการสอนที่นักออกแบบการเรียนการสอนและนักพัฒนาการฝึกอบรมนิยมใช้กันเพื่อการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การดำเนินการให้เป็นผล การประเมินผลของสารปัจจัยและกิจกรรมการเรียน

การออกแบบการสอนมุ่งหมายเพื่อวิธีการสอนที่ยึดถือผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากกว่าวิธีการที่ยึดถือผู้สอนเป็นศูนย์กลาง จนกระทั่งการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดขึ้นเป็นกระบวนการออกแบบการสอนที่กระทำวนซ้ำใหม่ในทีผลของการประเมินผลเพื่อพัฒนาของแต่ละขั้นตอนที่ชี้แนะให้นักออกแบบการสอนพิจารณากลับไปทีขั้นตอนก่อนหน้าผลิตผลขั้นสุดท้ายของขั้นตอนหนึ่งๆ เป็นผลิตผลเริ่มต้นของขั้นตอนต่อไปซึ่ง ADDIE Model (Richey, 1986 : 96 และ Seels and Glasgow, 1997 : 9) ได้มีลำดับการพัฒนาเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย

#### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

ในขั้นนี้เป็นการทำความเข้าใจปัญหาการเรียนการสอนเป้าหมายของรูปแบบการสอนและวัตถุประสงค์ที่จะสร้างขึ้นตลอดจนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียนที่จำเป็นต้องมี โดยพิจารณาจากคำถามเพื่อการวิเคราะห์ดังนี้

1. ใครคือกลุ่มเป้าหมายและเขาต้องมีคุณลักษณะอย่างไร
2. ระบุพฤติกรรมใหม่ที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เรียน
3. มีข้อจำกัดในการเรียนรู้ที่มีอยู่อะไรบ้าง
4. อะไรที่เป็นทางเลือกสำหรับการเรียนรู้ที่มีอยู่บ้าง
5. หลักการสอนที่พิจารณาเป็นแบบไหน อย่างไร
6. มีช่วงเวลาการพัฒนาเป็นอย่างไร

#### ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบประกอบด้วย การสร้างจุดประสงค์การเรียนรู้กำหนดเครื่องมือวัดประเมินผล แบบฝึกหัด เนื้อหา วางแผนการสอนและเลือกสื่อการสอนขั้นตอนการออกแบบควรจะทำอย่างเป็นระบบและมีเฉพาะเจาะจง โดยความเป็นระบบนี้หมายถึงตรรกะมีระเบียบแบบแผนของการจำแนก การพัฒนา และการประเมินแผนยุทธวิธีที่วางไว้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายสำหรับความเฉพาะเจาะจงหมายถึงแต่ละองค์ประกอบของการออกแบบรูปแบบการสอนจะต้องเอาใจใส่ทุกรายละเอียด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การออกแบบบทเรียน ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)
2. การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard)
3. การออกแบบหน้าจอภาพ หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่น ๆ สิ่งที่ต้องพิจารณา มีดังนี้
  - 3.1 การกำหนดความละเอียดภาพ
  - 3.2 การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ
  - 3.3 การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
  - 3.4 การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร สีของฉากหลัง และสีของส่วนอื่น ๆ
  - 3.5 การกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

### ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

ขั้นตอนการพัฒนาคือขั้นที่ผู้ออกแบบสร้างส่วนต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นของการออกแบบซึ่งครอบคลุมการสร้างเครื่องมือวัดประเมินผล สร้างแบบฝึกหัด สร้างเนื้อหา และการพัฒนาโปรแกรมสำหรับสื่อการสอน เมื่อเรียบร้อยแล้วทำการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดเพื่อนำผลไปปรับปรุงแก้ไข จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียนในระหว่างขั้นตอนนี้คุณจะต้องพัฒนาการสอน และสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้มักจะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (เช่น เครื่องมือสถานการณ์จำลอง) และซอฟต์แวร์ (เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

1. การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้
  - 1.1 การเตรียมข้อความ
  - 1.2 การเตรียมภาพ
  - 1.3 การเตรียมเสียง
  - 1.4 การเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน
2. การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่น เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการเพื่อเปลี่ยนบทดำเนินเรื่อง ให้กลายเป็นบทเรียนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
3. การสร้างเอกสารประกอบการเรียนหลังจากสร้างบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียนผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการพัฒนา มีดังนี้
  - 3.1 วัสดุประกอบการเรียน (Adjunct Materials)
  - 3.2 ตัวบทเรียน ประกอบด้วยข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์และเอกสารประกอบบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 โปรแกรมการจัดการบทเรียน

#### ขั้นที่ 4 การทดลองใช้ (Implementation)

ในขั้นตอนการดำเนินการนี้ หมายถึง ขั้นตอนของการสอนโดยอาจจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน การฝึกอบรม หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ โดยจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ติดตั้งบทเรียน (Installation)
2. จัดตารางเวลาพร้อมปรับหลักสูตร (Scheduling and Syllabus Adjustment)
3. ลงทะเบียนเรียนและบริหารบทเรียน (Enrollment and Administration)
4. ปฐมนิเทศผู้เรียน (Orientation)
5. วางแผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor Plans Facilitation)
6. จัดสิ่งสนับสนุนบทเรียน (Facilitation of Course)
7. ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทดลองใช้ มีดังนี้
  - 7.1 บัญชีรายชื่อชั้นเรียน (Class Roster)
  - 7.2 การเรียนการสอน (Instructional)
  - 7.3 แผนการสนับสนุนจากผู้สอน (Instructor's Facilitation Plan)

#### ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

ขั้นการประเมินผลประกอบด้วย 2 ส่วนคือการประเมินผลรูปแบบ (Formative) และการประเมินผลในภาพรวม (Summative) การประเมินผลรูปแบบคือการนำเสนอในแต่ละขั้นของ ADDIE Process ซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อพัฒนา และการประเมินผลในภาพรวมจะทำเมื่อการสอนเสร็จสิ้น เพื่อประเมินผลประสิทธิภาพการสอนทั้งหมดข้อมูลจากการประเมินผลรวมโดยปกติมักจะถูกใช้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน มีรายละเอียดดังนี้

1. จัดทำเอกสารโครงการ (Documenting Project)
2. ทดสอบบทเรียน (Testing)
3. ปรับบทเรียนให้ใช้งานได้ (Validation)
4. ประเมินผลกระทบ (Conducting Impact Evaluation)
5. ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประเมินผล มีดังนี้

5.1 เอกสารโครงการ (Documentation) ได้แก่บันทึกข้อมูลด้านเวลา (Record Time Data) รายงานผู้ใช้บทเรียนและผู้ควบคุม (Trainees and Supervisors Report) และผลสรุปของข้อคำถามบทเรียน (Course Review Question Results) เป็นต้น

5.2 คุณภาพของบทเรียน (Quality) ได้แก่ ประสิทธิภาพ (Efficiency) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Effectiveness) และความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 รายงานผลกระทบของบทเรียน (Impact Evaluation Report)

## 2.5 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดของ ญัฐกร สงคราม (2557 : 78-125) มีรายละเอียดดังนี้

### 2.5.1 ด้านเนื้อหา

การออกแบบเนื้อหาประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การเตรียมเนื้อหา การออกแบบเนื้อหาประเภทต่างๆ และการออกแบบข้อความคำถามสำหรับการประเมิน

#### 1. การเตรียมเนื้อหา

1.1 วางโครงสร้างของเนื้อหา เป็นสิ่งสำคัญประการแรกในการเตรียมเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการสร้างสื่อ คือการจัดโครงสร้างของเนื้อหาให้เป็นระบบ แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่อย่างชัดเจน และในภาพรวมต้องมีความเป็นเอกภาพ หมายถึงเนื้อหาทั้งหมดต้องมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มีความต่อเนื่องที่จะไปสู่เป้าหมายเดียวกัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาแบ่งน้ำหนักเนื้อหาแต่ละหัวข้อให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

การวางโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจนตั้งแต่แรกนี้ นอกจากจะง่ายต่อการสร้างสื่อและนำเสนอเนื้อหาได้อย่างครอบคลุมแล้วนั้น ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพรวมของเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหัวข้อต่างๆ ในบทเรียนได้เสริมสร้างความมั่นใจในการเรียนและคงความสนใจของผู้เรียนได้ดี

1.2 คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ เป็นการนำเสนอที่กระชับได้ใจความ เน้นเฉพาะประเด็น ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่แสดงผล ทำให้ไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้มากเหมือนในหนังสือหรือสิ่งพิมพ์อื่นๆ ผู้ออกแบบจึงควรพิจารณาจากเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องใด ก็เลือกเนื้อหาส่วนนั้นมาใช้ในการนำเสนอ ส่วนเนื้อหาใดไม่จำเป็นก็ควรตัดทิ้ง หรืออาจจัดทำเป็นส่วนข้อมูลหรือเอกสารเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้หากต้องการ

1.3 เรียงลำดับหัวข้อเนื้อหา ทำให้สามารถคงความสนใจของผู้เรียนได้อีกทางหนึ่ง โดยทั่วไปการลำดับหัวข้อเนื้อหาอาจเรียงตามลำดับในการสอนหรือเรียงตามความยากง่ายของเนื้อหา

1.4 ใช้ภาษาให้เหมาะสม เป็นส่วนสำคัญซึ่งควรคำนึงโดยพิจารณาจากลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะระดับการศึกษา

#### 2. การออกแบบเนื้อหาประเภทต่างๆ

2.1 เนื้อหาความรู้ ความจำ ความเข้าใจ เป็นเนื้อหาที่พบได้ในบทเรียนทั่ว ๆ ไป

หลักการสำคัญในการออกแบบ คือการกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้กับการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เรียนได้เนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อย่อย พยายามให้มีปริมาณเนื้อหาในแต่ละหัวข้อพอๆ กัน แต่อาจจะมียากบ้างน้อยบ้าง ในบางส่วนขึ้นอยู่กับความยากง่ายของเนื้อหา ถ้าเนื้อหาไม่ยาก ไม่ซับซ้อน และผู้เรียนเป็นเด็กกลุ่มปกติ อาจนำเสนอไปที่เดียว แล้วค่อยมีการตรวจสอบความรู้ด้วยแบบฝึกหัด แต่หากเนื้อหาที่มีความยากและ ผู้เรียนมีความจำเป็นต้องเรียนรู้เป็นขั้นเป็นตอนอาจแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนสั้นๆ และมีแบบฝึกหัดแทรกอยู่เป็นช่วงๆ

2.2 เนื้อหาด้านทักษะและการปฏิบัติ มักเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการสอนกฎเกณฑ์ ทฤษฎีและทักษะต่างๆ เช่น เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และ คอมพิวเตอร์ ซึ่งนิยมนำไปใช้กับสื่อที่เน้นการฝึกทักษะ การออกแบบเนื้อหาส่วนใหญ่จะเน้นไปที่การ สร้างโจทย์คำถาม อาจมีรูปแบบคำถามได้หลายลักษณะ ตั้งแต่รูปแบบทั่วไป เช่น แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ หรืออื่นๆ รวมถึงการออกแบบสถานการณ์ เพื่อการแก้ไขปัญหาและการแข่งขันในรูปแบบ ของเกมคอมพิวเตอร์หรือการฝึก นอกจากนี้ผู้ออกแบบควรมีการสรุปเกณฑ์และแนวคิดหลักของ เนื้อหาเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนหากผู้เรียนต้องการ การทบทวนนี้อาจกระทำก่อนการฝึก หรือระหว่างฝึกก็ได้

2.3 เนื้อหาด้านทัศนคติ การเปลี่ยนทัศนคติจะต้องทำให้ผู้เรียนเห็นว่าทัศนคติใหม่ สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนมากกว่าทัศนคติเดิม ผู้เรียนอาจสนับสนุนแนวคิดใหม่หรือ ปฏิเสธแนวคิดใหม่ก็ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงว่าจะนำเสนอในรูปแบบใดจึงจะทำให้ผู้เรียนสนใจ และคล้อยตาม ปัจจัยที่จะทำให้บทเรียนหรือเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ ได้แก่ ความคล้ายคลึงหรือความ ไกล่เคียงกับเหตุการณ์ที่คุ้นเคยของผู้เรียน เช่น ค่านิยม ความเชื่อ ภาษา จะทำให้ผู้เรียนมีความ น่าสนใจในบทเรียนนั้นๆ และอาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความคิดนำไปสู่การเรียนรู้ที่ดี นอกจากนี้การเพิ่มความสนใจโดยการใช้เรื่องราวหรือวรรณกรรมสั้นหรือความโดดเด่นของบุคคล ต่างๆมาใช้ในการเรียนการสอนมาใช้ประกอบการออกแบบเนื้อหาในการจัดทำสื่อก็เป็นสิ่งดึงดูดความ สนใจของผู้เรียนได้ และอาจสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนปรับเปลี่ยนความคิดและพฤติกรรมตาม บทบาทหรือแบบอย่างที่ได้เห็นหรือได้ฟังมา

### 3. การออกแบบข้อคำถามสำหรับการประเมิน

3.1 สร้างแบบทดสอบ ต้องออกแบบให้สอดคล้องกับเนื้อหา ระดับความยากง่ายของ วัตถุประสงค์ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้และควรมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน ซึ่งหมายถึงข้อสอบที่ใช้วัตถุประสงค์เดียวกัน แต่มีรูปแบบของข้อสอบ ข้อคำถาม หรือตัวเลือกตอบ แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อให้มีความหลากหลายของคำถามและไม่ต้องให้ผู้เรียนจำคำถามหรือคำตอบได้ ในการปฏิบัติจริง ผู้ออกข้อสอบอาจเขียนข้อสอบมากกว่า 2 ข้อ ในแต่ละวัตถุประสงค์ก็ได้และ ให้โปรแกรมทำการสุ่มคำถามลงไปแบบทดสอบ แต่ต้องหาวิธีการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าข้อสอบ คู่ขนานแต่ละคู่ที่สร้างขึ้นนั้น วัตถุประสงค์เดียวกันและมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน

3.2 การสร้างแบบฝึกหัด ควรแบ่งข้อคำถามเป็นเรื่องๆ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเรื่องแรกจบ จึงจะสามารถทำแบบฝึกหัดชุดต่อไปได้ โดยในแต่ละข้อเมื่อผู้เรียนตอบคำถามในบทเรียนแต่ละข้อบทเรียนจะมีผลป้อนกลับทันทีว่าผู้เรียนตอบคำถามถูกหรือผิด ถ้าผู้เรียนตอบผิดจะมีคำอธิบายและบอกข้อที่ถูกต้องทันที หรือแนะนำให้ผู้เรียนกลับไปอ่านเนื้อหาเพิ่มเติมอีกครั้งก่อนที่จะเรียนบทเรียนอื่นๆ ต่อไป และเมื่อผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องตามระดับที่แบบฝึกหัดในบทเรียนกำหนดไว้ ข้อคำถามจะมีความยากขึ้นตามความสามารถของผู้เรียนเช่นกันหรือมีการแบ่งระดับความยากไว้ให้ผู้เรียนเลือกว่าตนเองต้องการจะทำแบบฝึกหัดในระดับใด ซึ่งเป็นการท้าทายความสามารถของผู้เรียนอย่างหนึ่ง

3.3 คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบ จะมี 2 รูปแบบด้วยกัน คือ คำถามที่ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง โดยโปรแกรมจะกำหนดตัวเลือกให้คำถามกลุ่มนี้ ได้แก่ คำถามแบบถูกผิด คำถามแบบจับคู่ คำถามแบบหลายตัวเลือกและคำถามแบบกาเครื่องหมาย คำถามรูปแบบที่ 2 คือ คำถามที่ออกแบบให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบหรือประโยคสั้นๆ ในบริเวณหน้าจอ แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถประเมินคำตอบยาวๆ ได้

### 2.5.2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตสื่อและนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหรือเทียบเท่า ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความชำนาญในการพัฒนาสื่อทางการศึกษา มีหน้าที่ในการให้คำปรึกษาด้านการผลิตกับเจ้าหน้าที่เทคนิค รวมทั้งมีหน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพของสื่อ และเทคนิคในการนำเสนอสื่อที่สร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์ตรวจสอบคุณภาพ 2 ส่วน ดังนี้

#### 1. หลักการออกแบบพื้นฐาน

1.1 ความเรียบง่าย ออกแบบให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของเนื้อหา ซึ่งผสมผสานข้อความ ภาพ และเสียงอย่างลงตัว สามารถเข้าใจง่าย ไม่ใส่สิ่งต่างๆ มากเกินไป เช่นรูปภาพที่มากเกินไป สีที่ฉูดฉาดเกินไป หรือใช้รูปประโยคที่ยาวเกินไป ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาหรืออาจทำให้การสื่อสารกับผู้เรียนไม่ตรงกับความต้องการ ความเรียบง่ายเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการคือปริมาณของข้อมูลจำนวนของชิ้นงาน ขนาดของชิ้นงาน รูปแบบการปรากฏและจำนวนสี

1.2 ความสม่ำเสมอ เป็นหลักการสำคัญของการออกแบบสื่อเกือบทุกประเภท สื่อที่ใช้รูปแบบปล่องค์ประกอบต่างๆ ไปในทิศทางเดียวกันตลอดทั้งบทเรียนจะทำให้เกิดความคุ้นเคยหรือสนองต่อความคาดหวังของผู้เรียน ความสม่ำเสมอในการออกแบบบทเรียนนี้ แบ่งออกได้หลายประเภท เช่น ความสม่ำเสมอด้านสีสัน ความสม่ำเสมอของขนาดและรูปทรง ความสม่ำเสมอของรูปแบบการนำเสนอ ความสม่ำเสมอของเสียง ความสม่ำเสมอของการชี้แนะ ความสม่ำเสมอของรูปแบบการใช้คำหรือประโยค และความสม่ำเสมอของตำแหน่งที่ปรากฏ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ความชัดเจนในประเด็นนำเสนอเกี่ยวข้องกับการใช้คำการเรียงร้อยเป็นคำและประโยค ไม่ว่าจะเป็นข้อความหรือเป็นเสียงบรรยายก็ตาม การใช้ถ้อยคำต่างๆ ต้องใช้ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน คำพูดหรือคำสอนต่างๆ ควรต้องออกแบบให้ใกล้เคียงกับคำสอนจริงในชั้นเรียน หากเป็นเสียงบรรยายประกอบการสอน ก็จะต้องเป็นการบรรยายที่เน้นการใช้เสียงที่น่าสนใจ น่าฟัง และควรต้องเตรียมบทบรรยายไว้เป็นอย่างดี คำศัพท์ต่างๆ ที่ใช้ควรต้องเป็นคำที่ผู้เรียนเข้าใจใช้ประโยคที่สั้น กระชับ และตรงประเด็น

## 2. หลักการออกแบบส่วนประกอบของสื่อ

2.1 การใช้ข้อความ ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบย่อยหลายๆด้าน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบตัวอักษร ขนาดตัวอักษร ความหนาแน่นของตัวอักษร สีของข้อความ รวมทั้งการจัดข้อความร่วมกับภาพในหน้าจอ

2.2 การใช้ภาพนิ่งหรือกราฟิก เพื่อสื่อความเข้าใจในเนื้อหา ช่วยเพิ่มความสวยงามและสีสันให้สื่อดูน่าสนใจยิ่งขึ้น การเลือกใช้กราฟิกในสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ นั้นต้องแน่ใจว่านำมาใช้เพื่ออะไร เพื่อความสวยงามหรือเพื่อใช้สอนเพื่อไม่ให้เกินความจำเป็น

2.3 การใช้ภาพเคลื่อนไหว เป็นการนำภาพนิ่งหรือภาพกราฟิกมาแสดงต่อเนื่องกันให้เกิดลักษณะการเคลื่อนไหว มีทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ส่วนใหญ่การนำภาพเคลื่อนไหว มาใช้ในสื่อเพื่อนำเสนอเนื้อหาที่มีความซับซ้อน อีกทั้งยังทำให้เกิดความน่าสนใจขึ้น

2.4 การใช้วีดิทัศน์ วีดิทัศน์ถูกนำมาใช้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับภาพเคลื่อนไหว แม้เนื้อหาบางอย่าง ภาพเคลื่อนไหวที่เป็นกราฟิกจะเหมาะสมกว่า แต่การนำเสนอ ด้วยวีดิทัศน์ก็ได้เปรียบในแง่ของการถ่ายทอดภาพแห่งความเป็นจริงได้อย่างชัดเจน การนำเสนอด้วยวีดิทัศน์หากมีความจำเป็นต้องนำเสนอเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง ควรแบ่งการนำเสนอวีดิทัศน์เป็นตอนๆ เพื่อไม่ให้น่าเบื่อเกินไป และควรให้ผู้เรียนควบคุมการทำงานของวีดิทัศน์ได้ โดยการใช้แผงควบคุมการทำงานเพื่อเล่น หยุด เดินหน้า ถอยหลัง เพิ่มและลดเสียงของวีดิทัศน์ได้

2.5 การใช้เสียง ไม่ว่าจะเป็นเสียงพูดบรรยาย เสียงดนตรี และเสียงประกอบ ช่วยในการนำเสนอสื่อให้น่าสนใจ จะต้องมีการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเวลาและโอกาส นั้นหมายความว่าบางที่การไม่ใช้เสียงอาจมีความเหมาะสมกว่า

## 2.6 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

### 2.6.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio Between Input, Process and Output) การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อการสอนแต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Developmental Testing

Developmental Testing คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อการสอนตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นการช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

1. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดลองประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อยเพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development – R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นและอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

### 2.6.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ให้ความเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมไว้ว่า การทดลองประสิทธิภาพโดยใช้สูตรต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การทดลองแบบ 1 : 1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และ อ่อน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบการใช้งานและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างละเอียดจากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนตั้งแต่ 5 – 10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้น และนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

3. การทดลองกลุ่มใหญ่ เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนตั้งแต่ 30 คน ขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้  
หาเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรม ซึ่งเกณฑ์ที่ยอมรับว่านวัตกรรมการเรียนรู้อัตโนมัติมีประสิทธิภาพ คือ ด้านความรู้ ความจำ  $E_1/E_2$  จะต้องมามีค่า 80/80 ขึ้นไป

กล่าวโดยสรุป ในการพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีมิติเสมือนจริง เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ตั้งประสิทธิภาพของบทเรียน  $E_1/E_2$  ตามเกณฑ์ 80/80 และการสร้างบทเรียนนี้มุ่งการใช้ประโยชน์เพื่อบททวนเนื้อหาที่นักเรียนได้ศึกษาและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านบทเรียน

### 2.6.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้กล่าวนิยามประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ดังนี้

$E_1$  หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้คิดเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยของผู้เรียน

$E_2$  หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้คิดเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่เกิดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนรู้ของผู้เรียน

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธีคือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ

$$E_1 = \frac{\sum x}{A} \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$  แทน คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน

N แทน จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่ 2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (2.2)$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

$\sum F$  แทน คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์ของการประเมินหลังเรียน

$N$  แทน คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย

ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

$N$  แทน จำนวนผู้เรียน

## 2.7 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.7.1 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบลูม (จิตราพร ลีละวัฒน์.2556 : 6-8) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย พฤติกรรมด้านสมองเป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับ สติปัญญา ความรู้ ความคิด ความเฉลียวฉลาด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญา พฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ ได้แก่

1.1 ความรู้ (Knowledge) เป็นความสามารถในการจดจำแนกประสบการณ์ต่าง ๆ และระลึกเรื่องราวนั้น ๆ ออกมาได้ถูกต้องแม่นยำ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถบ่งบอกใจความสำคัญของเรื่องราวโดยการแปลความหลัก ติความได้ สรุปใจความสำคัญได้

1.3 การนำความรู้ไปประยุกต์ (Application) เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีดำเนินการต่าง ๆ ของเรื่องที่รู้มา นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวที่สมบูรณ์ให้กระจายออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้อย่างชัดเจน

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันโดยปรับปรุงของเก่าให้ดีขึ้นและมีคุณภาพสูงขึ้น

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป

2. ด้านจิตพิสัย พฤติกรรมด้านจิตใจค่านิยม ความรู้สึก ความซาบซึ้ง ทศนคติ ความเชื่อ

ความสนใจและคุณธรรม พฤติกรรมด้านนี้อาจไม่เกิดขึ้นทันที ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ในทางอื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และสอดแทรกสิ่งที่ดีงามอยู่ตลอดเวลา จะทำให้พฤติกรรมของผู้เรียนเปลี่ยนไปในแนวทางที่พึงประสงค์ได้ จะประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย ๆ 5 ระดับ ได้แก่

2.1 การรับรู้ (Receive) เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นต่อปรากฏการณ์หรือสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นไปในลักษณะของการแปลความหมายของสิ่งเร้านั้นว่าคืออะไรแล้วจะแสดงออกมาในรูปของความรู้สึกที่เกิดขึ้น

2.2 การตอบสนอง (Respond) เป็นการกระทำที่แสดงออกมาในรูปของความเต็มใจ ยินยอมและพอใจต่อสิ่งเร้านั้นซึ่งเป็นการตอบสนองที่เกิดจากการเลือกสรรแล้ว

2.3 การเกิดค่านิยม (Value) การเลือกปฏิบัติในสิ่งที่เป็นที่ยอมรับกันในสังคม การยอมรับนับถือในคุณค่านั้น ๆ หรือปฏิบัติตามในเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนกลายเป็นความเชื่อแล้วจึงเกิดทัศนคติที่ดีในสิ่งนั้น

2.4 การจัดระบบ (Organize) การสร้างแนวคิด จัดระบบของค่านิยมที่เกิดขึ้น โดยอาศัยความสัมพันธ์ถ้าเข้ากันได้ก็จะยึดถือต่อไปแต่ถ้าขัดกันอาจไม่ยอมรับอาจจะยอมรับค่านิยมใหม่โดยยกเลิกค่านิยมเก่า

2.5 บุคลิกภาพ (Characterize) การนำค่านิยมที่ยึดถือมาแสดงพฤติกรรม ที่เป็นนิสัยประจำตัวให้ประพฤติปฏิบัติแต่สิ่งที่จะต้องตั้งมาพฤติกรรมด้านนี้จะเกี่ยวกับความรู้สึกและจิตใจซึ่งจะเริ่มจากการได้รับรู้จากสิ่งแวดล้อมแล้วจึงเกิดปฏิกิริยาโต้ตอบขยายกลายเป็นความรู้สึกจนกลายเป็นค่านิยมและยังพัฒนาต่อไปเป็นความคิด อุดมคติซึ่งจะเป็นควบคุมทิศทางพฤติกรรมของคน คนจะรู้ดีรู้ชั่วอย่างไรนั้น เป็นผลของพฤติกรรมด้านนี้

3. ด้านทักษะพิสัย พฤติกรรมด้านกล้ำเนื้อประสาท พฤติกรรมที่บ่งถึงความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ ซึ่งแสดงออกมาได้ โดยตรงโดยมีเวลาและคุณภาพของงานเป็นตัวชี้ระดับของทักษะพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ 5 ชั้น ดังนี้

3.1 การรับรู้ (Imitation) เป็นการให้ผู้เรียนได้รับรู้หลักการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือเป็นการเลือกหาตัวแบบที่สนใจ

3.2 การกระทำตามแบบหรือเครื่องชี้แนะ (Manipulation) เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนพยายามฝึกตามแบบที่ตนสนใจ และพยายามทำซ้ำ เพื่อที่จะให้เกิดทักษะตามแบบที่ตนสนใจให้ได้ หรือสามารถปฏิบัติงานได้ตามข้อแนะนำ

3.3 การหาความถูกต้อง (Precision) พฤติกรรมสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องชี้แนะเมื่อได้กระทำซ้ำแล้วก็พยายามหาความถูกต้องในการปฏิบัติ

3.4 การกระทำอย่างต่อเนื่อง (Articulation) หลังจากตัดสินใจเลือกรูปแบบที่เป็นของตัวเองจะกระทำตามรูปแบบนั้นอย่างต่อเนื่องจนปฏิบัติงานที่ยุ่ยากซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วถูกต้องคล่องแคล่วการที่ผู้เรียนเกิดทักษะได้ต้องอาศัยการฝึกฝนและกระทำอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การกระทำได้อย่างเป็นธรรมชาติ (Naturalization) พฤติกรรมที่ได้จากการฝึกอย่างต่อเนื่องจนสามารถปฏิบัติได้คล่องแคล่วว่องไวโดยอัตโนมัติเป็นไปอย่างธรรมชาติซึ่งถือเป็นความสามารถของการปฏิบัติในระดับสูง

กล่าวโดยสรุป ผู้เรียนทุกคนนั้นต้องมีพื้นฐานในการเรียนรู้ทุกคน แต่อาจจะไม่เท่ากัน เพราะคนเรามีการเรียนรู้ที่ต่างกัน การพัฒนาทางสติปัญญาหรือพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นผู้เรียนจะต้องมีความกระตือรือร้นตลอดเวลา ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในสิ่งที่เราจะเรียนรู้ เมื่อมีความเข้าใจแล้วต้องวิเคราะห์ให้ได้ก่อนจากนั้นถึงจะประเมินค่า จากทฤษฎีดังกล่าวกล่าวกันว่ามนุษย์จะเกิดการเรียนรู้ใน 3 ด้านคือ ด้านสติปัญญา ด้านร่างกาย และด้านจิตใจทุกสิ่งนี้ต้องดำเนินไปอย่างพร้อม ๆ กัน ถึงจะเป็นการเรียนรู้

## 2.8 การหาความพึงพอใจ

### 2.8.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

Walman (อ้างในฐานวัฒน์ ภูนิลวาลย์. 2550 : 53) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย ความต้องการ หรือแรงจูงใจ

กาญจนา ภาสุรพันธ์ (อ้างในจารุวรรณ เทวกุล. 2555 : 18) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกหรือความนึกคิดต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับตามที่คาดหวังหรือมากกว่าที่คาดหวัง

ดิเรก ฤกษ์หรัย (อ้างในฐานวัฒน์ ภูนิลวาลย์. 2550 : 53) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึงทัศนคติในทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะเปลี่ยนไปเป็นความพึงพอใจในการปฏิบัติต่อสิ่งนั้น

พิณ (อ้างในฐานวัฒน์ ภูนิลวาลย์. 2550 : 54) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกรัก ชอบ ยินดี เต็มใจ หรือมีเจตคติที่ดีของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับผลตอบแทนของความต้องการทั้งทางด้านวัตถุและจิตใจ

สุเทพ เมฆ (อ้างในจารุวรรณ เทวกุล. 2555 : 18) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจในบรรยากาศการเรียน หมายถึง ความรู้สึกพอใจในสภาพการจัดองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา มีความเจริญงอกงาม มีความกระตือรือร้น เพื่อจะเรียนให้เกิดประโยชน์แก่ตนเอง

สุวัฒนา ไบเจริญ (อ้างในชะเอิน พิศาลวัชรินทร์. 2553 : 7) ได้สรุปไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น ๆ เมื่ออุทิศร่างกาย แรงใจ และสติปัญญาเพื่อกระทำในสิ่งนั้น ๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติในทางบวก ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับ จะขึ้นอยู่กับเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองกับความต้องการของผู้ที่ได้รับ และระดับความพึงพอใจนั้นจะแตกต่างกันออกไป

## 2.8.2 การวัดความพึงพอใจ

โยธิน (อ้างในฐานุวัฒน์ ภูนิลวาลย์. 2550 : 54) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถาม ความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหาร การควบคุม และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้
3. สังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ครนพ บุญกว้าง (2561 : 60-65) วิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการขยายย่านวัตของมิเตอร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัตของมิเตอร์ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการขยายย่านวัตของมิเตอร์ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัตของมิเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพบ้านฝื่อ จังหวัดอุดรธานีปีการศึกษา 2560 จำนวน 20 คน ใช้วิธีการกลุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากรายชื่อเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 1) สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการขยายย่านวัตของมิเตอร์ 2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัตของมิเตอร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.53-0.93 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.45 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัตของมิเตอร์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = 0.58) และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = 0.26) 2) ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัตของมิเตอร์พบว่ามีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 81.50/82.17 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องการขยายย่านวัตของมิเตอร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนทรี่ มนตรีศรี (2562 : 41) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดหนองจอก ที่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงกับกลุ่มที่เรียนรู้ด้วยวิธีปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t-Test for Independent Samples) ชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงมีคุณภาพด้านเนื้อหาและคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.65$ , S=0.29) โดยคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.85$ , S=0.17) และคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.44$ , S=0.29) มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 90.67/89.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จักรพันธ์ นิลพัฒน์ (2561 : 207) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ และ 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test แบบ independent samples ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.33$ , S=0.36) และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.23$ , S=0.58) 2) ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์ เท่ากับ 83.37/86.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ  $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง พลังงานแสงอาทิตย์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัลย์สุตา ตั๊บกาต (2563 : 57-59) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรวิศวะกรรม (5 ปี) ชั้นปีที่ 3 แขนงวิชาวิศวะกรรมโทคมนาคม คณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีฮาร์ดแวร์เพื่อการสื่อสาร รหัสวิชา 03376610 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ด้วยการเลือกแบบเจาะจงให้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม จัดเป็นกลุ่มควบคุม 18 คน และกลุ่มทดลอง 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.60 และค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.89 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 9.61, S = 0.49$ ) และด้านเทคนิคการผลิตก็ อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.73, S = 0.45$ ) 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino มีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ  $81.89 / 81.12$  ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์  $80/80$  3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพวรรณ เถรรักษา (2564 : 77-79) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก และนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาครุศาสตรวิศวะกรรม จำนวน 95 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20-0.90 และมีค่าความเชื่อถือได้ (KR-20) เท่ากับ 0.97 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน

เกียรติภูมิ อุเหล่า (2559 : 73) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Paired t-Test ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง แบบจำลองอะตอม มีค่า 87.55/80.19 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

## บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยมีรายละเอียดตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
- 3.4 วิธีการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สูตรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ประชากร

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมืองที่ เรียนในรายวิชา การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบไปด้วย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น
2. แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้

2.1 แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

2.2 แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. แบบทดสอบทางการเรียน

3.1 แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แบบแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

### 3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยได้พิจารณาบทความ งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบการออกแบบ สร้าง หาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัยต่างๆ ดังนี้

**3.3.1 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น** มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จากตำรา เอกสาร วิทยานิพนธ์ ที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาและวิเคราะห์สังเขปรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษา

3. วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา โดยเรียงลำดับขั้นตอนการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก

4. ออกแบบต้นร่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยวางโครงร่างของสื่อตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

5. สร้างแบบต้นร่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ตั้งแต่การออกแบบหนังสือที่ใช้เป็นบทเรียน การกำหนดสีที่ใช้งานจริง รูปแบบขนาด สี และตัวอักษร

6. นำต้นร่างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอ

7. ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ตามต้นร่างและคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

8. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่สร้างขึ้น ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เพื่อพิจารณาหาข้อบกพร่องและข้อควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้  
สมบูรณ์ที่สุด โดยมีรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้  
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ตุลา จันทร์คำ  
หัวหน้าและอาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง  
วิทยาลัยเทคนิคพิทยา
2. อาจารย์เอ็นดู มังกรแก้ว  
อาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง  
วิทยาลัยเทคนิคพิทยา
3. อาจารย์ธวัชชัย ภัทรธนวนดี  
หัวหน้าและอาจารย์ประจำแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง  
วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. รศ.ดร.ทงศ์ศักดิ์ โสวัจีสตาทกุล  
รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์  
รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. อาจารย์วัชรินทร์ คงพิบูลย์  
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

9. ปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์  
ไฟฟ้าเบื้องต้น ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

10. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า  
เบื้องต้นที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อทำการตรวจสอบอีกครั้ง

11. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า  
เบื้องต้น ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วมาใช้ทดลองกับผู้เรียนที่ไม่ใช่

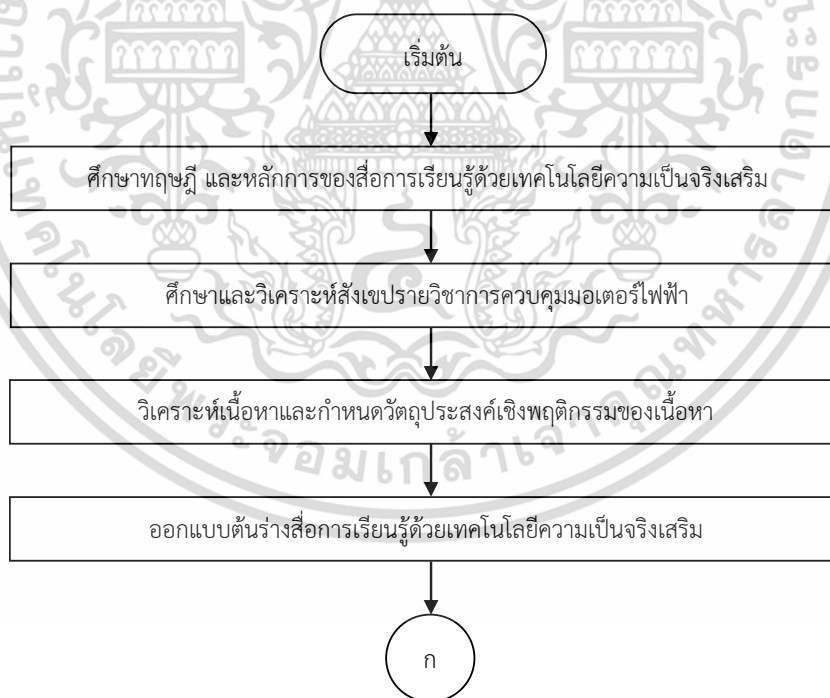
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประชากรซึ่งเคยเรียนรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 3 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข

12. ทำการทดลองครั้งที่ 2 นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่ปรับปรุงในขั้นต้นไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเคยเรียนรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 6 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน ระดับละ 2 คน สังเกตพร้อมบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

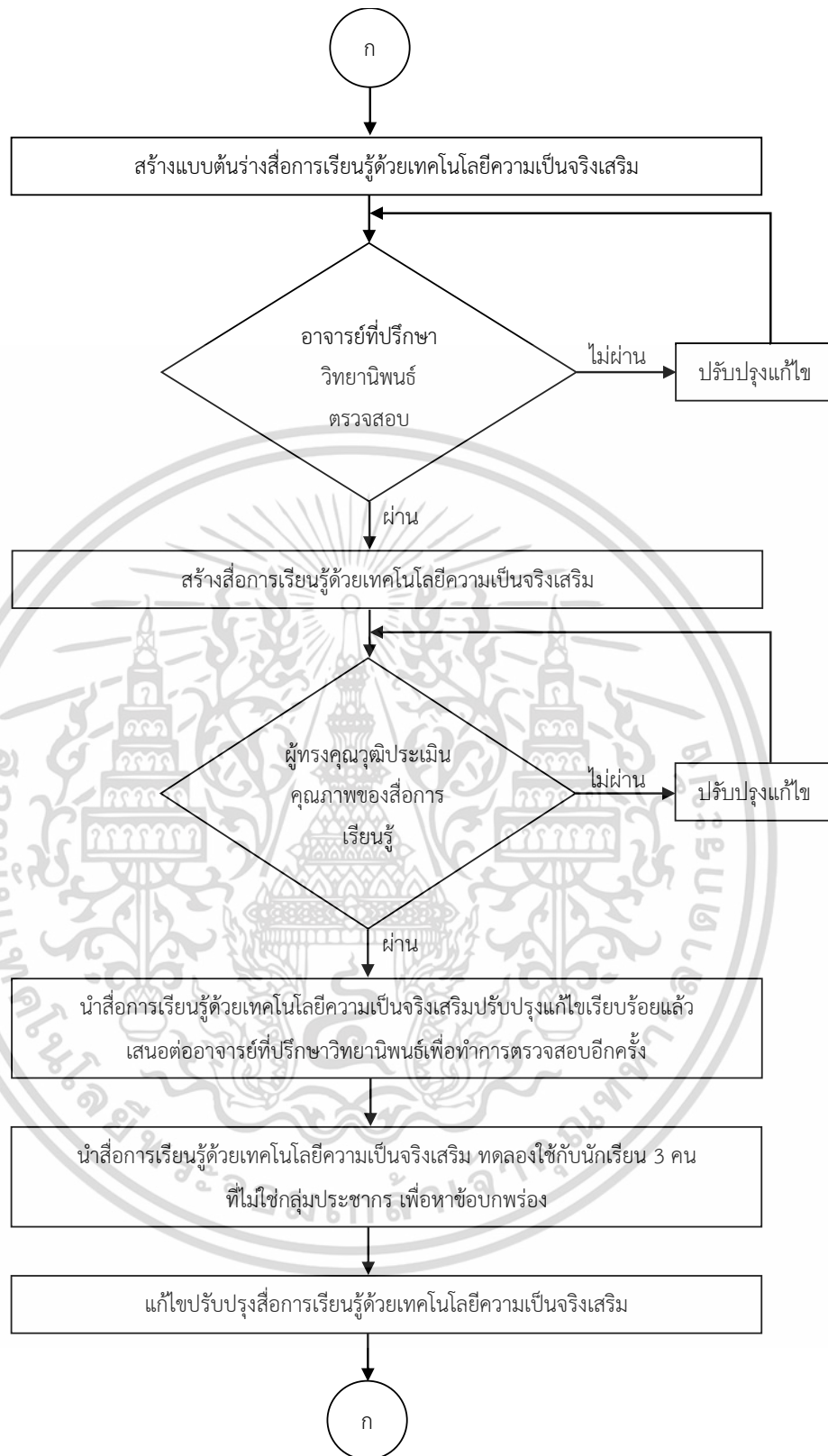
13. นำข้อบกพร่องที่บันทึกไว้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง

14. ได้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้นที่จะนำไปหาประสิทธิภาพกับประชากรลำดับขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น แสดงดังภาพที่ 3.1



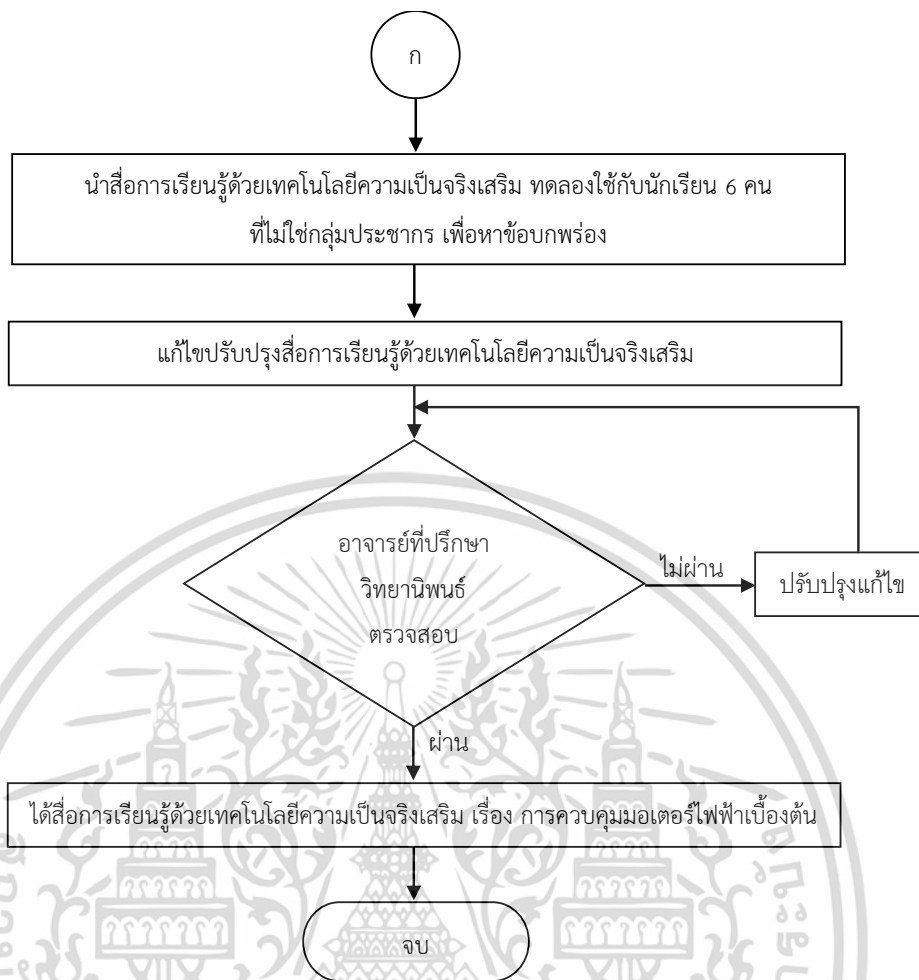
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 (ต่อ)

### 3.3.2 แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น คือ แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ ได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพ ตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และหัวข้อของแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้
2. สร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านผลิตสื่อการเรียนรู้ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2535 : 164) โดยแบบประเมินจะมีช่องให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน ซึ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยระดับความคิดเห็นมีระดับคะแนนเป็น 5 , 4 , 3 , 2 และ 1 คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

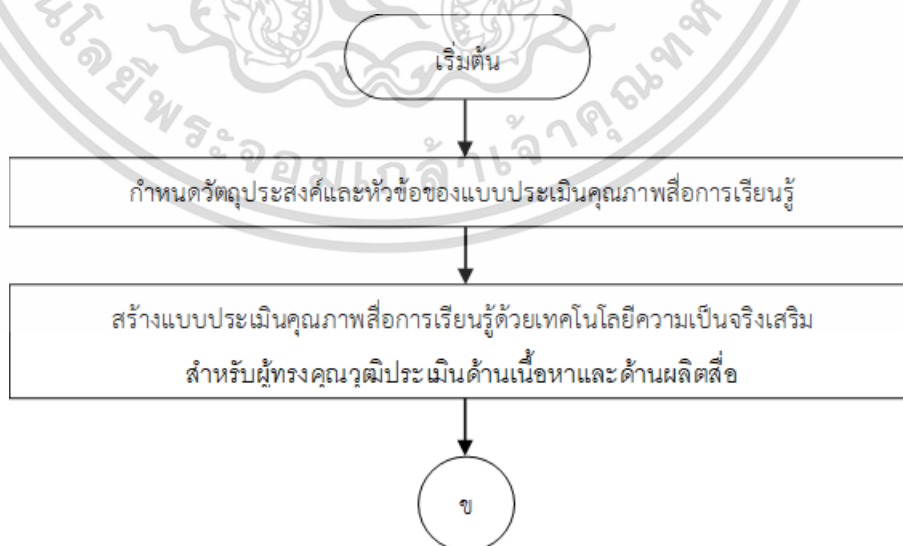
- ระดับ 5 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
- ระดับ 4 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
- ระดับ 3 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- ระดับ 2 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
- ระดับ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายของการแสดงความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งนำคะแนนที่ได้จากการตอบแบบประเมินคุณภาพมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) เพื่อประเมินระดับคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ โดยเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

- 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับดีมาก
- 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับดี
- 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง
- 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับพอใช้
- 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับควรปรับปรุง

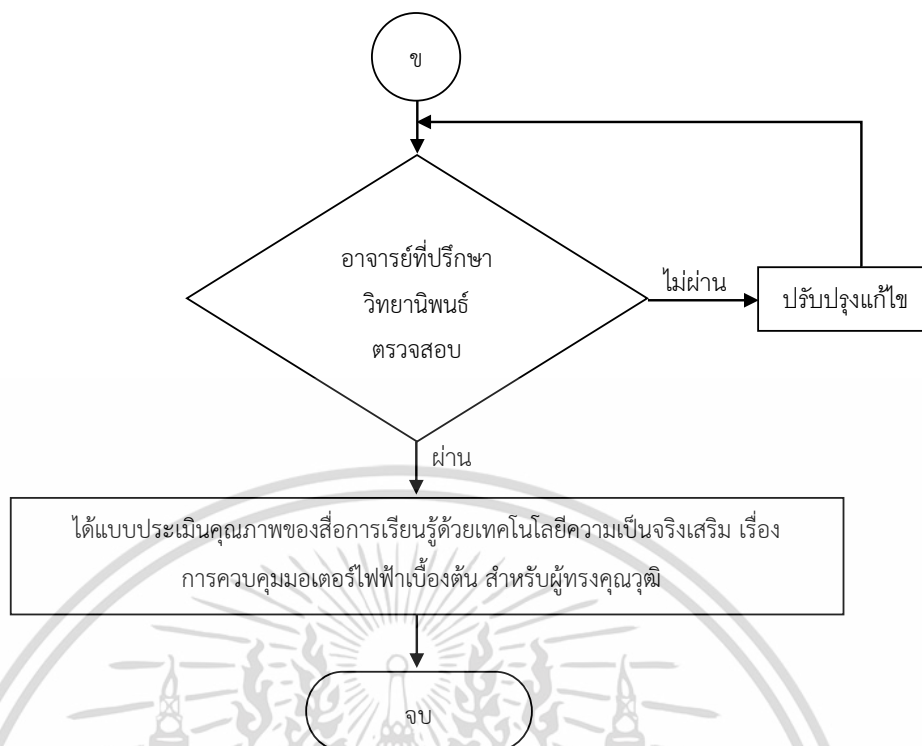
3. นำแบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ แล้วนำไปปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง

4. ได้แบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 (ต่อ)

### 3.3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. วิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาลัยนิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาลัยนิพนธ์ร่วม ตรวจสอบ
4. สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. นำแบบประเมินความสอดคล้องที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาประเมินการตรวจสอบความสอดคล้องใช้หลักเกณฑ์กำหนดความคิดเห็นตามแบบของ (พรณี ลีกิจวัณณะ.2558 : 194) ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่เห็นว่าไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

โดยใช้สูตรการคำนวณมีดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.1)$$

IOC หมายถึง ดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N หมายถึง จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการตรวจสอบจาก ผู้เชี่ยวชาญมา คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) แล้วคัดเลือก ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ตั้งแต่ .50 ขึ้นไปใช้เป็นแบบทดสอบได้

6. นำวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลอง ทดสอบ (Try Out) กับนักเรียนระดับชั้นปวส.1 ที่เคยเรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 30 คน

7. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อแล้ว คัดเลือกข้อที่มีความยากง่าย มีค่าอำนาจจำแนก (r) (พรรณี สীগัจฉนะ.2558 : 205) เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

$$p = \frac{R_H + R_L}{n} \quad (3.2)$$

p หมายถึง ค่าความยากง่าย

R<sub>H</sub> หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มสูง

R<sub>L</sub> หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มต่ำ

n หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของค่า p และความหมาย

0.81 - 1.00	ง่ายมาก	ไม่ควรใช้
0.61 - 0.80	ง่าย	ใช้ได้
0.40 - 0.60	ปานกลาง	ใช้ได้ดี
0.20 - 0.39	ยาก	ใช้ได้
0.00 - 0.19	ยากมาก	ไม่ควรใช้

$$r = \frac{R_H + R_L}{n - 2} \quad (3.3)$$

r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

R<sub>H</sub> หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มสูง

R<sub>L</sub> หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มต่ำ

n หมายถึง จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

ขอบเขตของค่า r และความหมาย

0.40 - 1.00	อำนาจจำแนกสูงมาก	ใช้ได้ดี
0.30 - 0.39	อำนาจจำแนกสูง	ใช้ได้
0.20 - 0.29	อำนาจจำแนกปานกลาง	ใช้ได้
0.10 - 0.19	อำนาจจำแนกต่ำ	ไม่ควรใช้
0.01 - 0.09	อำนาจจำแนกต่ำมาก	ใช้ไม่ได้
0.00	อำนาจจำแนกไม่มี	ใช้ไม่ได้
-0.01 ลงไป	อำนาจจำแนกกลับทิศทาง	ใช้ไม่ได้

8. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่มีความยากง่าย

9. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson อ้างอิง (พรรณี ลีกิจวัฒน์.2558 : 199) ค่าความเชื่อมั่นในแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

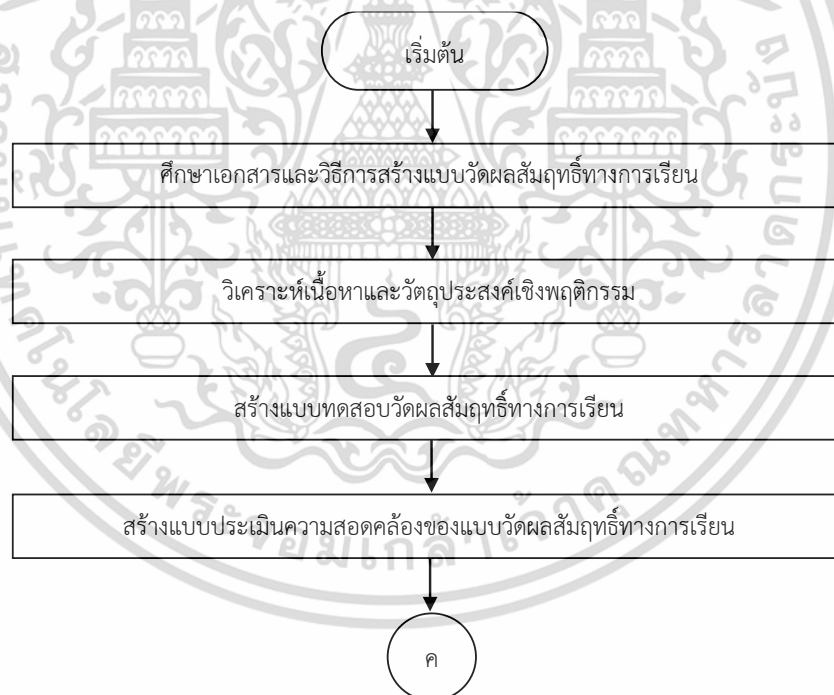
- $r_{tt}$  หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- $n$  หมายถึง จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
- $p$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
- $q$  หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ หรือคือ  $1-p$
- หมายถึง คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มีค่า

- 0.7 – 1.0 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง
- 0.4 – 0.6 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นปานกลาง
- ต่ำกว่า 0.3 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นต่ำ

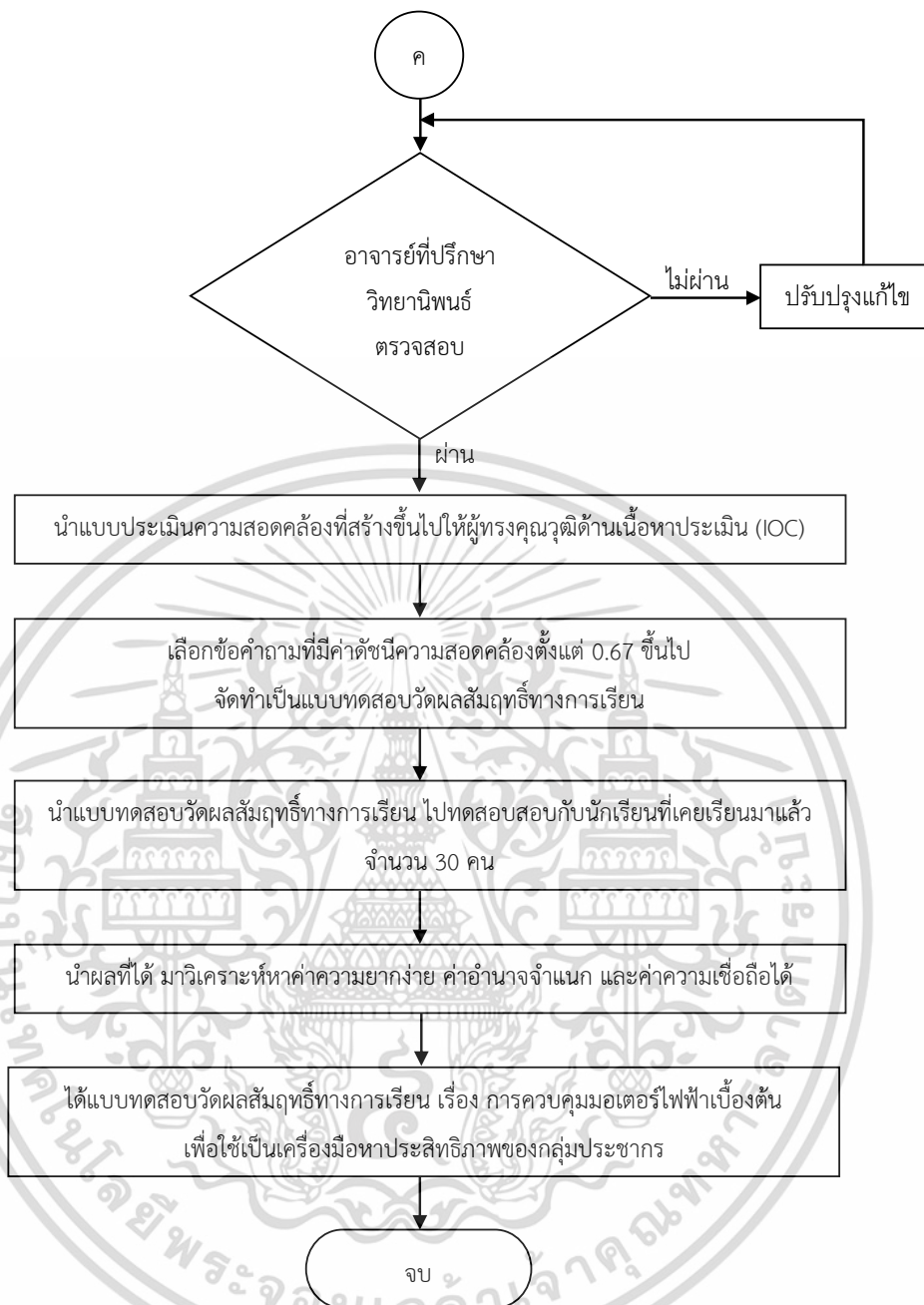
10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ตรวจสอบ

11. ได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหาประสิทธิภาพของประชากรแสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 (ต่อ)

### 3.3.4 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่มีต่อการใช้การเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้อย่างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545:103)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบร่างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนนมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

#### 2.1 ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.2 เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

4.50 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

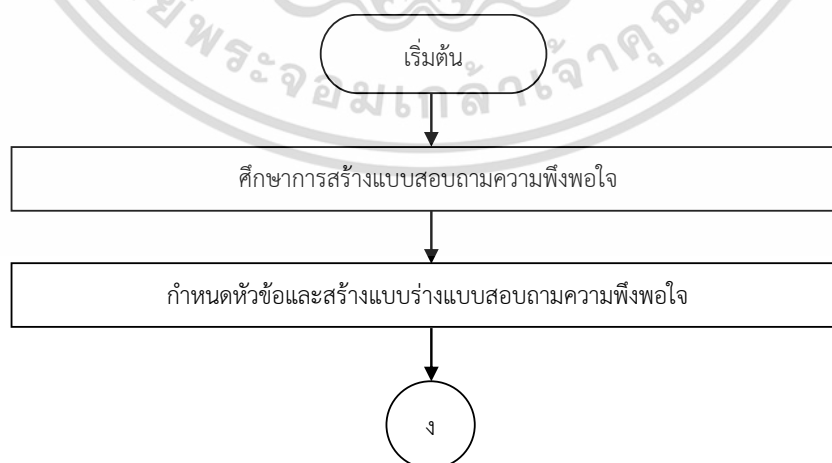
2.50 - 3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

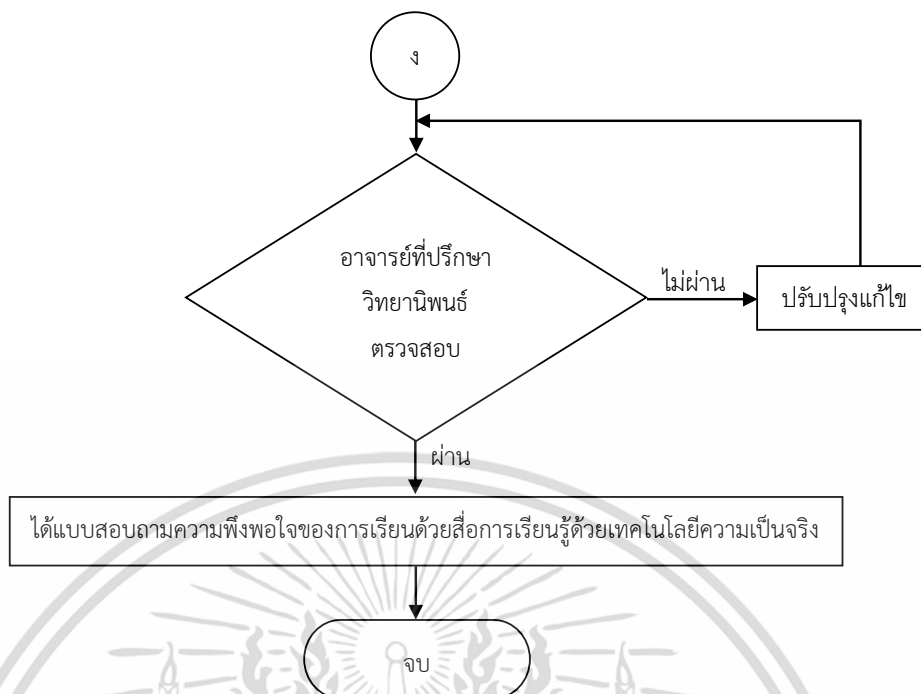
3. นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบเพื่อไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. ได้แบบสอบถามความพึงพอใจของการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น แสดงดังนี่ภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 (ต่อ)

### 3.4 วิธีการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีขั้นตอนดังนี้

1. ขออนุญาตจากงานคณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 คน เพื่อขอความร่วมมือในการวิจัยและเข้าชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ กับผู้ทรงคุณวุฒิด้วยตนเอง เพื่อขอคำยืนยันในการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

2. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น แบบประเมินคุณภาพของสื่อ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มอบให้กับผู้ทรงคุณวุฒิประเมินคุณภาพ

3. ขออนุญาตจากงานคณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงวิทยาลัยเทคนิคดอนเมืองเพื่อขออนุญาตนำสื่อ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ใช้งานกับกลุ่มประชากรกำหนดไว้

4. นำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มาดำเนินการทดลองกับประชากรซึ่งเป็นนักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นประโยชน์ทางด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่เรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (2104-2009) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

5. เมื่อเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ให้ประชากรทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

6. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

7. ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t-Test Dependent

### 3.5 สูตรและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) (พรรณี ลีกิจวัฒน์.2558 : 245) สมการที่ใช้ในการหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

$$\mu = \frac{\sum X}{N} \quad (3.5)$$

เมื่อ	$\mu$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	X	หมายถึง	คะแนนที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่าน
	$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

2. หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (พรรณี ลีกิจวัฒน์.2558 : 248)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{N}} \quad (3.6)$$

เมื่อ	S.D.	หมายถึง	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	หมายถึง	คะแนน
	N	หมายถึง	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ
	$\mu$	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า หาได้โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ เพื่อหาว่าสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556 : 7-19)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (3.7)$$

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (3.8)$$

เมื่อ $E_1$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งอยู่ในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนใช้แบบทดสอบระหว่างเรียน
$E_2$	หมายถึง	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ซึ่งอยู่ในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
$\sum X$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
$\sum F$	หมายถึง	คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน
N	หมายถึง	จำนวนผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
B	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการเรียน

3.5.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้ ค่าสถิติ t-Test Dependent samples (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 242)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3.9)$$

$$df = n - 1 \quad (4.0)$$

เมื่อ	t	แทน สถิติทดสอบที
	D	แทน ผลต่างของคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	D <sup>2</sup>	แทน กำลังสองของผลต่างของคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	N	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum D$	แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน กำลังสองของผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพพร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมือง ที่เรียนในรายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (21014-2009) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติและได้นำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อดังนี้

4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

#### 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านละ 3 ท่าน แสดงดังตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.33	0.58	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
2	เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
3	ปริมาณเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
4	ความถูกต้องของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
5	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
6	การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหาที่เหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
7	ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายเข้าใจได้ง่าย	4.33	0.58	ดี
8	ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา มีความถูกต้องเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
9	ความเหมาะสมของตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
10	ภาพประกอบสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
11	วิดีโอสื่อความหมายตรงกับเนื้อหา	4.66	0.58	ดีมาก
	<b>รวม</b>	<b>4.66</b>	<b>0.31</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 4.1 พบว่าสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีคุณภาพด้านเนื้อหาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\mu = 4.66$ , S.D.= 0.31) โดยรายการที่อยู่ในระดับดีมาก ( $\mu = 5.00$ , S.D.=0.00) มีจำนวน 5 รายการ คือ เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ปริมาณเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย ส่วนรายการที่อยู่ในระดับดี ( $\mu = 4.33$ , S.D.=0.58) มีจำนวน 5 รายการ คือ เนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายเข้าใจได้ง่าย ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหาที่มีความถูกต้องเหมาะสมและความเหมาะสมของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี  
ความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ลำดับที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
<b>1</b>	<b>รูปแบบสื่อและการนำเสนอ</b>			
1.1	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
1.2	รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
1.3	ขนาดของรูปภาพและขนาดของ marker เหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
1.4	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4.33	0.58	ดี
	ค่าเฉลี่ย	4.50	0.58	ดีมาก
<b>2</b>	<b>การออกแบบจอแสดงผล</b>			
2.1	การออกแบบกราฟฟิกมีความเหมาะสมและ สวยงาม	4.33	0.58	ดี
2.2	การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ	4.67	0.58	ดีมาก
2.3	สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้	4.33	0.58	ดี
2.4	ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
2.5	การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความ สะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.60	0.46	ดีมาก
<b>3</b>	<b>รูปภาพ</b>			
3.1	รูปภาพมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
3.2	รูปภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
3.3	รูปภาพมีขนาดเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
	ค่าเฉลี่ย	4.78	0.38	ดี
<b>4</b>	<b>วิดีโอประกอบสื่อ</b>			
4.1	วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
4.2	วิดีโอสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
4.3	วิดีโอมีขนาดเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
	ค่าเฉลี่ย	4.56	0.58	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ลำดับที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
5	ตัวอักษร			
5.1	ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
5.2	รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย	4.67	0.58	ดีมาก
5.3	ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
5.4	สีตัวอักษรเหมาะสม	4.33	0.58	ดี
	ค่าเฉลี่ย	4.75	0.29	ดีมาก
	รวม	4.63	0.45	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\mu = 4.63$ , S.D. = 0.45) โดยรายการที่อยู่ในระดับดีมาก ( $\mu = 5.00$ , S.D.=0.00) มีจำนวน 4 รายการ คือ ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย รูปภาพมีขนาดเหมาะสม ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจนและขนาดตัวอักษรเหมาะสม ส่วนรายการที่อยู่ในระดับดี ( $\mu = 4.33$ , S.D.=0.58) มีจำนวน 6 รายการ คือ รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน การออกแบบกราฟฟิกมีความเหมาะสมและสวยงาม สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้ วิดีโอมีขนาดเหมาะสมและสีตัวอักษรเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

การทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เป็นการทดลองใช้กับประชากร มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ตามเกณฑ์ที่กำหนด ( $E_1/E_2$  ไม่น้อยกว่า 80/80) ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

รายการ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้เฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน	25	50	40.04	80.08	80
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	25	50	40.64	81.28	80

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เป็นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 25 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนระหว่างเรียนเฉลี่ย 40.04 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน หรือคิดเป็นร้อยละ 80.08 และผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยมีผลคะแนนเฉลี่ย 40.64 คะแนน จากคะแนนเต็ม 50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.28 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/81.28 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

## 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับชั้นปีที่ 3 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมืองโดยการทดสอบค่าทางสถิติ t-Test for Dependent Sample มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

คะแนนสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\mu$	S	df	t-test for Equality of Means	
						t	Sig.
ก่อนเรียน	25	50	15.44	2.42	24	-27.33*	.000
หลังเรียน	25	50	40.64	3.55			

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

จากตารางที่ 4.4 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ผลการประเมินของความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5** ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (N = 25)		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.56	0.50	มากที่สุด
2	รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (N = 25)		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
3	การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก	4.40	0.50	มาก
4	รูปภาพ วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.24	0.43	มาก
5	การใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	4.24	0.43	มาก
6	ความสวยงาม เหมาะสมโดยรวมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น	5.00	0.00	มากที่สุด
7	การนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ไปใช้งานได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
	รวม	4.63	0.27	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\mu = 4.63$ , S.D. = 0.27) โดยรายการที่อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\mu = 5.00$ , S.D.=0.00) มีจำนวน 3 รายการ คือ รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม ความสวยงาม เหมาะสมโดยรวมของสื่อการเรียนรู้ และการนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ไปใช้งานได้จริง รายการที่อยู่ในระดับมาก ( $\mu = 4.24$ , S.D.=0.43) มีจำนวน 2 รายการ คือ รูปภาพวิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจนและการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อหาคุณภาพ ประสิทธิภาพ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อด้วยสื่อการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 คุณภาพของสื่อการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ผลสรุปรวมการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.38 โดยด้านเนื้อหาคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.31 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45

5.1.2 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ  $E_1$  เท่ากับ 80.08 และ  $E_2$  เท่ากับ 81.28 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  คือไม่ต่ำกว่า 80/80

5.1.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 ผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.27 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

#### 5.2 การอภิปรายผลวิจัย

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิค

ดอนเมืองสามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เบื้องต้น ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 เนื่องจากการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ผู้วิจัยทำการศึกษาและวิเคราะห์สังเขปรายวิชา การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น จัดแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียน จึงทำให้ผลการประเมินด้านเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ผู้วิจัยศึกษารายละเอียดและทฤษฎี ตลอดจนวิธีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จึงทำให้ผลการประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ครนพ บุญกว้าง (2561) วิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26

5.2.2 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เบื้องต้นที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) เท่ากับ 80.08/81.28 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า ผู้วิจัยได้ผ่านการออกแบบอย่างมีระบบ พร้อมทั้งตรวจสอบในทุกขั้นตอนของการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ซึ่งในสื่อประกอบไปด้วยรูปภาพ วิดีโอ คำบรรยาย และเสียงบรรยาย ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ครนพ บุญกว้าง (2561) วิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.08/81.28 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ 80/80

5.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากก่อนเรียนนักเรียนไม่เคยมีความรู้เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น จึงทำให้ได้คะแนนทดสอบก่อนเรียนต่ำ หลังจากนั้นนักเรียนได้รับการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนด้วยตนเองตลอดเวลา ตามที่นักเรียนต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ครนพ บุญกว้าง (2561) วิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคดอนเมืองความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เนื่องมาจากการนำเสนอเทคโนโลยีที่แปลกใหม่เข้ามาใช้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะศึกษาเรียนรู้มากกว่าในตำราเรียนเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกียรติภูมิ อุเหล่า (2559) ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

5.3.1.2 ผู้สอนเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำเมื่อเกิดปัญหาในการใช้งานของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

#### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.3.2.1 ควรศึกษาการใช้งานของแอปพลิเคชันเพิ่มเติม เพื่อนำไปพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงรุก ในรูปแบบอื่นๆ

5.3.2.2 ควรพัฒนาสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ร่วมกับวิธีการเรียนรู้อื่นๆ เช่น การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน เป็นต้น เพื่อให้เกิดความหลากหลาย

## บรรณานุกรม

- กัลย์สุตา ตี๋ปกาศ. 2563. **สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เกียรติภูมิ อุเหล่า. 2559. **การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วารสารวิชาการ “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ” คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ครนพ บุญกว้าง. 2561. **สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัตของมิเตอร์**. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จักรพันธ์ นิลพัฒน์. 2561. **สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีภาพเสมือนจริง เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์**. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จรรุวรรณ กาฬภักดี. 2556. **มิติใหม่ของการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการศึกษา**. วารสารวิชาการ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- จิตรภาพ ลีละวัฒน์. 2556. **รายงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง การพัฒนาภารกิจปฏิบัติเพื่อเสริมสร้างความคิดวิเคราะห์ ให้กับนักเรียนในรายวิชาจริยธรรมทางธุรกิจ (BUS 400)**. คณะบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ชะเอิ้น พิศาลวัชรินทร์. (2553) **ความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต ที่มีต่อการให้บริการงานกิจการนักศึกษา**. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต: กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556. **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน**. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน. หน้า 7-19.
- ณัฐกร สงคราม. 2557. **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิพวรรณ เถร์क्षा. 2564. **สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับวิธีการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง การใช้งานเครื่องกำเนิดสัญญาณ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- บุญชม ศรีสะอาด. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. 2558. วิธีการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พรชัย เจตมานและคณะ. (2559). ยุทธศาสตร์การพัฒนาเพื่อการบริหารจัดการสู่การเปลี่ยนผ่าน ศตวรรษที่ 21 : ไทยแลนด์ 4.0. บทความจากวารสารหลักสูตรและการเรียนการสอน คณะครุศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พรทิพย์ ปรียวาฑิต. (2559). ผลของการใช้บทเรียน Augmented Reality Code เรื่องคำศัพท์ ภาษาจีนพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล ๒ วัดตานีนรสโมสร. วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
- ไพฑูรย์ ศรีฟ้า. 2556. ผูกข้อมูลไว้ในโลกเสมือนจริงด้วยเทคโนโลยี Aurasma. CAT Magazine ฉบับที่ 32 พฤษภาคม-มิถุนายน 2556 : หน้า 40-41.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิธีวิจัยทางการศึกษา. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง.
- ลดาวรรณ สระทองหมาย. (2556). เทคโนโลยีเสมือนจริง. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม, 2560, จาก <http://ladawan24nong.blogspot.com/2013/08/virtual-classroom.html>.
- วศกร เพ็ชรช่วย. (2557). อุปราคา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่3 การพัฒนาสื่อความจริงเสมือนบนเอกสารประกอบการเรียน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุนทรี มนตรีศรี. 2562. การพัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง สร้างงานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อิสริยะ ไพรีพ่ายฤทธิ์. 2553. Augmented Reality เมื่อโลกเสมือนมาบรรจบกับความจริง. สืบค้นจาก <https://www.isriya.com/node/3109/augmented-reality> เมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2560.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิ
- ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อถือของแบบทดสอบ
- ภาคผนวก ง แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
- ภาคผนวก ฉ แบบประเมินความพึงพอใจ
- ภาคผนวก ช ผลการประเมินความพึงพอใจ
- ภาคผนวก ซ สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The seal of Rajabhat Surin University is a circular emblem. It features a central sun with rays, flanked by two traditional Thai stupas. The entire design is surrounded by a decorative border containing the university's name in Thai script: "มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" at the top and "มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์" at the bottom.

ภาคผนวก ก

หนังสือจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึงผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา โทร.๓๖๙๒

ที่ อว ๓๐๐๔.๑(๑๑)/e ๐๖๖๘

วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน รศ.ดร.ทงศักดิ์ โสวัจสสตากุล

ด้วย นางสาวชุรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดีจึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวชุรีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วรพงษ์ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

๐๑ ก.พ. ๖๖ เวลา ๑๑:๐๔:๕๘ Non-PKI Server Sign-LN  
Signature Code : QABFA-EYANy-AZADA-AWwWw

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา โทร.๓๖๙๒

ที่ อว ๗๐๐๔.๑(๑๑)/e ๐๖๖๙

วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน อาจารย์วัชรินทร์ คงพิบูลย์

ด้วย นางสาวชวีพร สุนทรวัฒน์นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาว ชวีพรสุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วรพงษ์ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดี

๐๑ ก.พ. ๖๖ 12:11 ๑๓๖:๑๕:๑๙ Non-PKI Server Sign-LN

Signature Code : RAAyA-EUANQ-AxADI-ARgA0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน ส่วนสนับสนุนวิชาการ งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา โทร.๓๖๘๒

ที่ อว ๗๐๐๔.๑(๑๑)/e ๐๖๗๐

วันที่ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรียน รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัสดิ์

ด้วย นางสาวชุรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรภณภงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตรบัณฑิตและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อนี้ว่า มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวชุรีพรสุนทรวัฒน์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วรพงษ์ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

๐๑ ก.พ. ๖๖ เวลา ๑๐:๐๕:๕๔ Non-PKI Server Sign-LN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๗๑๕



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

เรียน นายตุลา จันทร์คำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

ด้วย นางสาวชวีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง "การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดีจึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาว ชวีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการปฏิบัติการแทน

คณบดี

๐๓.๓.๓. ๖๖ 1๖๓1 ๐๕:๕๓:๓๖ Non-PKI Server Sign-LN  
Signature Code : NwAZA-EUANQ-AxADy-AMyA0

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๕๒

โทรสาร ๐๒-๓๒๕-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๗-๗๗๓-๖๗๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๗๑๔



คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

เรียน นางสาวเอ็นดู มังกรแก้ว

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

ด้วย นางสาวซูรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดีจึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาที่มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวซูรีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ไพรินทร์)  
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการปฏิบัติการแทน  
คณบดี

๐๓ ก.พ. ๖๖ เวลา ๐๙:๕๓:๑๔ Non-PKI Server Sign-LN  
Signature Code : OAAwA-DUARg-BDADA-ANwBB

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๗-๗๗๓-๖๗๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๗๑๓



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

เรียน นายธวัชชัย ภัทรธนวัติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

ด้วย นางสาวชุรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และ ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดีจึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาที่มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวชุรีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง  
มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการปฏิบัติการแทน

คณบดี

๐๓ ก.พ. ๖๖ เวลา ๐๙:๕๒:๕๗ Non-PKI Server Sign-LN  
Signature Code : MAAwA-DkAOA-BEADQ-AMAA2

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร ๐๒-๓๒๕-๘๘๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๗-๗๗๓-๖๗๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๕ ๙๖๖

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง ๑  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา  
เรียน นายตุลา จันทร์คำ  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

ด้วยนางสาวซูรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหานี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวซูรีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๑ ก.พ. ๖๖ เวลา ๑๕:๓๘:๐๘ Non-PKI Server Sign-LN

Signature Code : RQBGA-EYAQw-BGADA-ARQBG

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๗-๗๗๓-๖๗๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๔ ๙๖๗

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ซอยฉลองกรุง  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา  
เรียน นางสาวเอ็นดู มังกรแก้ว  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

ด้วยนางสาวซูรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร. วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ทิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาเห็นว่าเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวซูรีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๑ ก.พ. ๖๖ เวลา ๑๔:๓๘:๓๐ Non-PKI Server Sign-LN

Signature Code : OQAwA-DgAMg-BGAEU-AQQAy

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร ๐๒-๓๒๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร ๐๒-๓๒๔-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๗-๗๗๓-๖๗๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ อว ๗๐๐๔/๔ ๙๖๘

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง เลขที่ ๑ ขอยถลงกรุง ๑  
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๑๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา  
เรียน นายรัชชัย ภัทรธนวดี  
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหา

ด้วยนางสาวสุรีพร สุนทรวัฒน์ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น" โดยมี รศ.ดร. วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบทดสอบสื่อการเรียนรู้ด้านเนื้อหาเห็นว่าเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของนางสาวสุรีพร สุนทรวัฒน์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ ไพรินทร์)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติการแทน

คณบดี

๑๑ ก.พ. ๖๖ 16:51 ๑๔:๓๘:๕๒ Non-PKI Server Sign-LN

Signature Code : OAAA4A-DUAGQ-A1ADQ-ANwA2

งานบริหารวิชาการบัณฑิตศึกษา  
ส่วนสนับสนุนวิชาการ  
โทร ๐๒-๓๒๔-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๔๒  
โทรสาร ๐๒-๓๒๔-๘๔๓๖  
ติดต่อนักศึกษา โทร ๐๘๗-๗๗๓-๖๗๐๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินด้านเนื้อหา**  
**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีจุดประสงค์เพื่อการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เพื่อนำเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

**หมายเหตุ**

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

**แบบประเมินด้านเนื้อหา**  
**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**

.....

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2	เนื้อหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
3	ปริมาณเนื้อหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสมและเข้าใจง่าย					
6	การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหาที่เหมาะสม					
7	ภาษาที่ใช้อธิบายสื่อความหมายเข้าใจได้ง่าย					
8	ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวประกอบเนื้อหา มีความถูกต้องเหมาะสม					
9	ความเหมาะสมของตัวอักษร					
10	ภาพประกอบสื่อความหมายได้ตรงกับเนื้อหา					
11	วิดีโอสื่อความหมายตรงกับเนื้อหา					
	<b>รวม</b>					

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**  
**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น มีจุดประสงค์เพื่อการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น เพื่อนำเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. ค่าระดับความคิดเห็นในแบบประเมินมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง ดี

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

**หมายเหตุ**

ขอความกรุณาท่านผู้ทรงคุณวุฒิช่วยให้ข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

ชูรีพร สุนทรวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**  
**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**

.....

**ตอนที่ 1** ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ลำดับ ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	รูปแบบสื่อและการนำเสนอ					
1.1	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
1.2	รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม					
1.3	ขนาดของรูปภาพและขนาดของ marker เหมาะสม					
1.4	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน					
2	การออกแบบจอแสดงผล					
2.1	การออกแบบกราฟิกมีความเหมาะสมและสวยงาม					
2.2	การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ					
2.3	สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้					
2.4	ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย					
2.5	การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก					
3	รูปภาพ					
3.1	รูปภาพมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
3.2	รูปภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน					
3.3	รูปภาพมีขนาดเหมาะสม					
4	วิดีโอประกอบสื่อ					
4.1	วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
4.2	วิดีโอสื่อความหมายได้ชัดเจน					
4.3	วิดีโอมีขนาดเหมาะสม					
5	ตัวอักษร					
5.1	ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
5.2	รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย					
5.3	ขนาดตัวอักษรเหมาะสม					
5.4	สีตัวอักษรเหมาะสม					
	<b>รวม</b>					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ในวัตถุประสงค์อื่น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

.....  
.....  
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์  
เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	10	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	7	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	9	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	1	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	4	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	7	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

หน่วยที่	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	9	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	7	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	9	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	2	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	3	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	6	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
	7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	10	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	12	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง

จากตารางที่ ค.1 แสดงผลค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่ได้รับการตรวจสอบ จากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ละ 12 ข้อ ได้คำถามที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปทุกข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์  
เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
3	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
8	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
9	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
10	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
11	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
12	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
16	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
17	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
18	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
19	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
20	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
22	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
23	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
24	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
25	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
26	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
27	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
28	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
29	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
30	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
31	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
32	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่า IOC	ผลประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
33	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
34	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
35	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
36	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
37	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
38	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
39	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
40	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
41	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
42	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
43	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
44	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
45	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
46	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
47	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
48	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
49	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
50	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
51	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
52	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
53	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง
54	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
55	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
56	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
57	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
58	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
59	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
60	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง

จากตารางที่ ค.2 แสดงผลค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์  
เชิงพฤติกรรม ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนได้คำถามที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปทุกข้อ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ค่าความยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
1	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
2	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
3	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
4	14	6	0.67	ง่าย	0.53	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*5	2	0	0.07	ยากมาก	0.13	ใช้ไม่ได้	ไม่ยอมรับได้
6	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
7	13	4	0.57	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
8	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*9	14	7	0.70	ง่ายมาก	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
10	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
11	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
12	13	4	0.57	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

จากตารางที่ ค.3 แสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 12 ข้อ ได้ข้อสอบที่ยอมรับได้ 11 ข้อ ไม่ยอมรับ 1 ข้อ จึงตัดข้อที่ง่ายมาก 1 ข้อ

ตารางที่ ค.4 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ค่าความยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
1	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
2	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*3	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
4	15	9	0.80	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
5	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
6	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
7	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
8	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*9	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
10	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
11	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
12	9	4	0.43	ปานกลาง	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.5 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ค่าความยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
1	11	7	0.60	ปานกลาง	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
2	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
*3	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
4	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
5	14	7	0.70	ง่าย	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
6	15	4	0.63	ง่าย	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
7	13	4	0.57	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
8	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
9	14	7	0.70	ง่ายมาก	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
10	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
11	*14	10	0.80	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
12	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

ตารางที่ ค.6 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ค่าความยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
1	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
2	11	8	0.63	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
3	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
*4	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
5	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
6	14	6	0.67	ง่าย	0.53	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
7	15	12	0.90	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
8	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
9	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
10	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
11	15	9	0.80	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
12	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.7 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5

ข้อที่	กลุ่มเก่ง (RH)	กลุ่มอ่อน (RL)	ค่าความยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
1	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
*2	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
*3	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
4	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
5	5	2	0.23	ยาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
6	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
7	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
8	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
9	11	7	0.60	ปานกลาง	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
10	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
11	13	8	0.70	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
12	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5

จากตารางที่ ค.7 แสดงค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 จำนวน 12 ข้อ ได้ข้อสอบที่ยอมรับได้ 12 ข้อ ผู้วิจัยต้องการแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 จำนวน 10 ข้อ จึงตัดข้อที่ง่ายมาก 2 ข้อ คือ ข้อที่ 2 และข้อที่ 3

ตารางที่ ค.8 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง (RH)	กลุ่ม อ่อน (RL)	ค่าความ ยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
*1	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
2	15	8	0.77	ง่าย	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*3	5	1	0.20	ยาก	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
4	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
5	14	6	0.67	ง่าย	0.53	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
6	15	2	0.57	ปานกลาง	0.87	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
7	15	4	0.63	ง่าย	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
8	13	4	0.57	ปานกลาง	0.60	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
9	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
10	14	7	0.70	ง่ายมาก	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
11	14	3	0.57	ปานกลาง	0.73	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
12	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
13	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
14	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
15	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
16	14	6	0.67	ง่าย	0.53	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*17	2	0	0.07	ยากมาก	0.13	ใช้ไม่ได้	ไม่ยอมรับได้
18	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง (RH)	กลุ่ม อ่อน (RL)	ค่าความ ยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
19	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
20	11	8	0.63	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
21	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
*22	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
23	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
24	14	6	0.67	ง่าย	0.53	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
*25	15	12	0.90	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
26	13	7	0.67	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
27	12	6	0.60	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
28	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
29	15	9	0.80	ง่าย	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
30	14	9	0.77	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
*31	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
*32	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
33	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
*34	5	2	0.23	ยาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
35	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
36	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง (RH)	กลุ่ม อ่อน (RL)	ค่าความ ยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
37	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
38	14	10	0.80	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
39	13	8	0.70	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
40	10	4	0.47	ปานกลาง	0.40	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
41	13	10	0.77	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
42	13	8	0.70	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
43	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
44	11	7	0.60	ปานกลาง	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
45	12	8	0.67	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
*46	14	11	0.83	ง่ายมาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
47	12	9	0.70	ง่าย	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
48	11	7	0.60	ปานกลาง	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
49	8	5	0.43	ปานกลาง	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
50	11	7	0.60	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
*51	5	2	0.23	ยาก	0.20	ใช้ได้	ยอมรับได้
52	13	9	0.73	ง่าย	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
53	9	4	0.43	ปานกลาง	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่ม เก่ง (RH)	กลุ่ม อ่อน (RL)	ค่าความ ยากง่าย (p)	ผลวิเคราะห์	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	ผลวิเคราะห์	สรุป
54	11	6	0.57	ปานกลาง	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
55	11	7	0.60	ปานกลาง	0.27	ใช้ได้	ยอมรับได้
56	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
57	13	8	0.70	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
58	12	7	0.63	ง่าย	0.33	ใช้ได้	ยอมรับได้
59	14	7	0.70	ง่าย	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้
60	12	5	0.57	ปานกลาง	0.47	ใช้ได้ดี	ยอมรับได้

\* ข้อที่ไม่ได้นำมาเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากตารางที่ ค.8 แสดงผลวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ที่ผ่านการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับผลการเรียนรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC) มาแล้ว ซึ่งมีจำนวน 60 ข้อ ได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ที่ผ่านเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 59 ข้อ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20-0.90 จำนวน 50 ข้อ เพื่อนำไปหาค่าความเชื่อถือได้ ( $r_{tt}$ )

ตารางที่ ค.9 ค่าคะแนนของผู้ทดสอบและค่าคะแนนกำลังสองเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความ

แปรปรวน

ผู้ทดสอบ	X	$x^2$
กลุ่มสูงคนที่ 1	58	3364
กลุ่มสูงคนที่ 2	55	3025
กลุ่มสูงคนที่ 3	53	2500
กลุ่มสูงคนที่ 4	52	2500
กลุ่มสูงคนที่ 5	51	2809
กลุ่มสูงคนที่ 6	50	2401
กลุ่มสูงคนที่ 7	50	2704
กลุ่มสูงคนที่ 8	50	2601
กลุ่มสูงคนที่ 9	49	2500
กลุ่มสูงคนที่ 10	47	1936
กลุ่มสูงคนที่ 11	47	2209
กลุ่มสูงคนที่ 12	46	2209
กลุ่มสูงคนที่ 13	44	2116
กลุ่มสูงคนที่ 14	44	1936
กลุ่มสูงคนที่ 15	44	1936
กลุ่มอ่อนคนที่ 1	34	1156
กลุ่มอ่อนคนที่ 2	32	1024
กลุ่มอ่อนคนที่ 3	32	729
กลุ่มอ่อนคนที่ 4	30	900
กลุ่มอ่อนคนที่ 5	30	729
กลุ่มอ่อนคนที่ 6	29	729
กลุ่มอ่อนคนที่ 7	29	676
กลุ่มอ่อนคนที่ 8	29	900
กลุ่มอ่อนคนที่ 9	29	841
กลุ่มอ่อนคนที่ 10	27	729
กลุ่มอ่อนคนที่ 11	27	625
กลุ่มอ่อนคนที่ 12	27	841
กลุ่มอ่อนคนที่ 13	27	841
กลุ่มอ่อนคนที่ 14	26	841
กลุ่มอ่อนคนที่ 15	25	1024
<b>รวม</b>	<b>1,173</b>	<b>49,331</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตรค่าความแปรปรวน

$$S_t^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{30(49,331) - (1,173)^2}{30(30-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{1,479,930 - 1,375,929}{870}$$

$$S_t^2 = 119.54$$

การหาความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR = 20

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{12.07}{119.54} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{161,205}{173,333}$$

$$r_{tt} = 0.93$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์**  
**รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009)**

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ  
 2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มาตรฐาน IEC ย่อมาจากอะไร

ก. Internal Electric Commission

ข. International Electrotechnical Commission

ค. Input Electronic Control

ง. International Electronic Commission

2. มาตรฐาน DIN เป็นของประเทศใด

ก. อเมริกา

ข. เยอรมนี

ค. ญี่ปุ่น

ง. แคนาดา

3. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. ลิมิตสวิตช์

ข. หน้าสัมผัสสปกติปิด

ค. หน้าสัมผัสสปกติเปิด

ง. สวิตช์ลูกลอย

4. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. ฟิวส์

ข. หลอดสัญญาณ

ค. เซอร์กิตเบรกเกอร์

ง. คอยล์รีเลย์

5. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. หลอดไฟสัญญาณ

ข. มอเตอร์ 1 เฟส

ค. โอเวอร์โหลด

ง. ฟิวส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. ทำงานต่อถึงช่วงสั้น ๆ

ข. ทำงานแบบลือก

ค. ทำงานแบบใช้เท้าเหยียบ

ง. ทำงานด้วยมือทั่วไป

7. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. ทำงานด้วยอุณหภูมิต่ำ

ข. ทำงานด้วยแรงดัน

ค. แรงดันไฟฟ้าต่ำ

ง. กระแสไฟฟ้าเกิน

8. สัญลักษณ์ตามข้อใดแสดงสภาวะอุปกรณ์กำลังทำงาน

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

9. สัญลักษณ์ตามข้อใด แสดงการทำงานแบบลือกทางเดียว

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

10. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส

ข. โอเวอร์โหลด

ค. เซอร์กิตเบรกเกอร์

ง. คอนแทกต์ 2 ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 อุปกรณ์ในงานควบคุมมอเตอร์**  
**รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009)**

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ  
 2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือ Normally Close (NC)

ก. หน้าสัมผัสสปกติรอง

ข. หน้าสัมผัสสปกติปิด

ค. หน้าสัมผัสสปกติเปิด

ง. หน้าสัมผัสสปกติหลัก

2. ที่เรียกว่า เมนคอนแทก หมายถึง อะไร

ก. คอนแทกช่วย

ข. คอนแทกหลัก

ค. คอนแทกสปกติปิด

ง. คอนแทกสปกติเปิด

3. แมกเนติกคอนแทกเตอร์ จะเขียนกำกับไว้ด้วยอักษรใด

ก. A

ข. F

ค. H

ง. K

4. รีเลย์ช่วย จะเขียนกำกับไว้ด้วยตัวอักษรใด

ก. A

ข. F

ค. H

ง. K

5. อุปกรณ์ชนิดใดใช้ป้องกันมอเตอร์

ก. ฟิวส์

ข. เซอร์กิตเบรกเกอร์

ค. รีเลย์หน่วงเวลา

ง. โอเวอร์โวลทจรีเลย์

6. รีเลย์หน่วงเวลา จะเขียนกำกับไว้ด้วยตัวอักษรใด

ก. Y-A

ข. T

ค. H

ง. K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อุปกรณ์ชนิดใดใช้บังคับทิศทางกระแส

ก. Selector Switch

ข. Limit Switch

ค. Drum Switch

ง. Time Relay

8. ข้อใด หมายถึง สวิตช์สองขั้ว สับทางเดียว

ก. DPST

ข. DPDT

ค. TPST

ง. TPDT

9. Float Switch หมายถึง อะไร

ก. สวิตช์ความดัน

ข. สวิตช์ลากลอย

ค. สวิตช์ธรรมดา

ง. สวิตช์ใบมีด

10. Pilot Lamp หมายถึง

ก. หลอดสัญญาณ

ข. สวิตช์จำกัดระยะทาง

ค. หลอดธรรมดา

ง. หลอดไฟสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง**  
**รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009)**

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ  
 2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีกี่ชนิด

ก. 1 ชนิด

ข. 2 ชนิด

ค. 3 ชนิด

ง. 4 ชนิด

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน โดยทั่วไปเรียกว่าอะไร

ก. ซีรีส์มอเตอร์

ข. ชั้่นต์มอเตอร์

ค. คอมปาวด์มอเตอร์

ง. ซอร์ทชั้่นต์มอเตอร์

3. ข้อใดคืออุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ก. Tapping

ข. Transformer

ค. Rheostat

ง. Shunt Field

4. การกลับทิศทางการหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ทำได้กี่วิธี

ก. 1 วิธี

ข. 2 วิธี

ค. 3 วิธี

ง. 4 วิธี

5. การปฏิบัติตามข้อใด ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกลับทิศทางการหมุน

ก. ลดแรงดัน

ข. เพิ่มแรงดัน

ค. สลับสายจ่ายไฟเข้า

ง. กลับขั้วอาร์เมเจอร์

6. ข้อใดคือวิธีการเริ่มเดินซีรีส์มอเตอร์

ก. ต่อความต้านทานขนานอาร์เมเจอร์

ข. ต่อความต้านทานอนุกรมอาร์เมเจอร์

ค. กลับขั้วอาร์เมเจอร์

ง. ลดความต้านทานอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ข้อใดคืออุปกรณ์เริ่มเดินขั้นตมอเตอร์

ก. สตาร์ทติ่งบ็อก

ข. โฮลดีงคอยล์

ค. ชั้นตีฟิลด์

ง. ซีรีส์ฟิลด์

8. ข้อใดคือหลักการทำงานของ Holding Coil

ก. ตัวลือกทางกล

ข. ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

ค. แม่เหล็กถาวร

ง. สปริงติ่งกลับ

9. เมื่อต้องการกลับทิศทางการหมุนของขั้นตมอเตอร์ ควรใช้อุปกรณ์ชนิดใด

ก. DPST

ข. Limit Switch

ค. DPDT

ง. Circuit Breaker

10. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ซีรีส์มอเตอร์ มีแรงบิดเริ่มหมุนต่ำ

ข. ซีรีส์มอเตอร์ มีความเร็วรอบสูง

ค. ขั้นตมอเตอร์ไม่สามารถกลับทางหมุนได้

ง. อุปกรณ์เริ่มเดินขั้นตมอเตอร์ เรียกว่า Speed Control

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส**  
**รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009)**

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ  
 2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สปลิตเฟสมอเตอร์ มีขดลวดจำนวนกี่ชุด

ก. 1 ชุด

ข. 2 ชุด

ค. 3 ชุด

ง. 4 ชุด

2. ข้อใดคือขั้ว (Terminal) ของขดลวดชุดรันของสปลิตเฟสมอเตอร์

ก. A1-A2

ข. B1-B2

ค. U1-U2

ง. Z1-Z2

3. ข้อใดคือหน้าที่ของสวิตช์แรงเหวี่ยง

ก. ต่อดวงจรคาปาซิเตอร์

ข. ตัดวงจรรคาปาซิเตอร์

ค. ตัดขดลวดชุดรัน

ง. ตัดขดลวดชุดสตาร์ท

4. ที่ความเร็วเท่าใด สวิตช์แรงเหวี่ยงจึงจะเปิดวงจรร

ก. 50 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัด

ข. 71 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัด

ค. 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัด

ง. 95 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วพิกัด

5. การควบคุมมอเตอร์ ด้วยอุปกรณ์ชนิดใด ต้องมีทั้งวงจรรกำลังและวงจรรควบคุม

ก. DPST

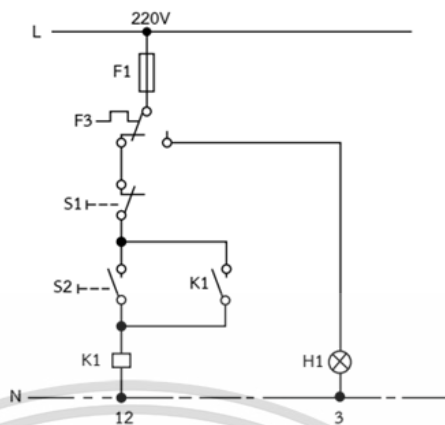
ข. DPDT

ค. แมกเนติกคอนแทกเตอร์

ง. ตรีမ်สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปวงจรที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 6-8



6. แมกเนติกคอนแทกเตอร์ K1 จะทำงานเมื่อใด

ก. เมื่อ S1 ถูกกด

ข. เมื่อ S2 ถูกกด

ค. เมื่อ S1 และ S2 ถูกกดพร้อมกัน

ง. เมื่อกด F3

7. สวิตช์ S1 ทำหน้าที่อะไร

ก. กดหยุด

ข. กดหยุดและเริ่มเดิน

ค. กดเริ่มเดินเท่านั้น

ง. ป้องกันมอเตอร์

8. หลอดไฟสัญญาณ H1 ใช้ประโยชน์อะไร

ก. ดูความผิดปกติของมอเตอร์

ข. ใช้วัดกระแส

ค. ใช้ตรวจสอบเฟส

ง. ใช้ตรวจระดับแรงดัน

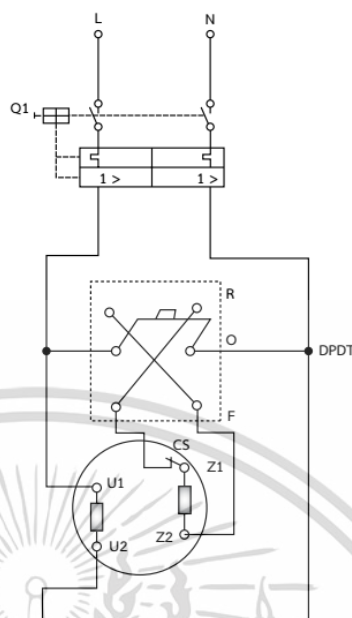
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปวงจรที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9-10

R = Reverse

O = Open

F = Forward



9. อุปกรณ์ที่ใช้เริ่มมอเตอร์คืออะไร

ก. DPDT

ข. Q1

ค. CS

ง. U1-U2

10. ขณะเริ่มเดินมอเตอร์ ไม่ควรให้สวิตช์อยู่ในตำแหน่งใด

ก. Reverse

ข. Forward

ค. Open

ง. Closed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบหลังเรียน**  
**หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส**  
**รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009)**

**คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ

2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใด **ไม่ใช่** ตัวอักษรที่เขียนกำกับไว้ที่ขั้วของมอเตอร์ 3 เฟส

ก. V1

ข. L2

ค. V2

ง. W2

2. ข้อใดเป็นการเริ่มเดินมอเตอร์แบบ Direct Online Starter

ก. ลดกระแสลงครึ่งหนึ่ง

ข. ลดแรงดันลงครึ่งหนึ่ง

ค. ลดแรงดัน 1/3 ส่วน

ง. จ่ายแรงดันเต็มพิกัด

3. ลักษณะของการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง คือข้อใด

ก. วงจรซับซ้อน

ข. กระแสต่ำ

ค. แรงบิดเริ่มเดินมีค่าสูง

ง. แรงดันจะมีค่าลดลง

4. เพราะเหตุใด มอเตอร์ขนาดใหญ่จึงไม่นิยมเริ่มเดินด้วยคัตเอาต์

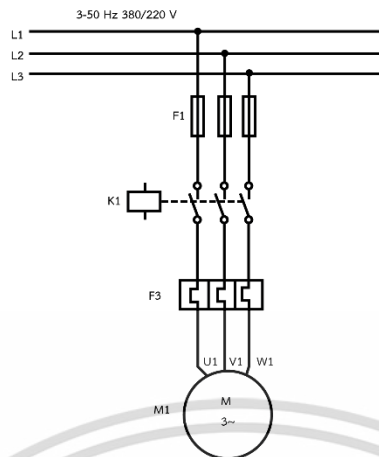
ก. จะเกิดการอาร์กของหน้าสัมผัส

ข. คัตเอาต์หายาก

ค. คัตเอาต์มีราคาแพง

ง. คัตเอาต์มีความบอบบาง

จากรูปวงจรที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 5-6



5. สัญลักษณ์ F1 คืออะไร

ก. โอเวอร์โวลต์ครีเลย์

ข. หน้าสัมผัสหลัก

ค. เมนฟิวส์

ง. ฟิวส์ควบคุม

6. สัญลักษณ์ F3 คืออะไร

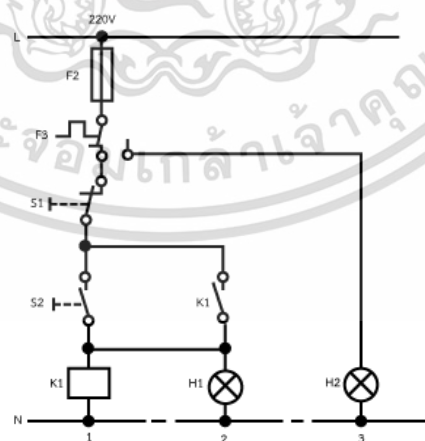
ก. สายเมน

ข. ฟิวส์ควบคุม

ค. ฟิวส์สำรอง

ง. โอเวอร์โวลต์ครีเลย์

จากรูปวงจรที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถามข้อ 7-10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สวิตช์ S2 ทำหน้าที่อะไร

ก. กดยหยุด

ข. กดสตาร์ท

ค. สวิตช์ฉุกเฉิน

ง. กดยหยุดและสตาร์ท

8. สัญลักษณ์ K1 คือถึงอะไร

ก. แมกเนติกคอนแทกเตอร์

ข. ฟิวส์ควบคุม

ค. ฟิวส์กำลัง

ง. สายนิวทรัล

9. สัญลักษณ์ H2 คืออะไร

ก. หลอดไฟสัญญาณที่ 2

ข. หน้าสัมผัสสปกติเปิด

ค. หน้าสัมผัสสปกติปิด

ง. คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์

10. จากรูปวงจร ถ้าวางจerkำลังมีกระแสไหลเกิน อุปกรณ์ชนิดใดจะทำงาน

ก. F2

ข. F3

ค. K1

ง. H1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้  
รายวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (20104-2009)**

- คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบเป็นปรนัยแบบเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ  
2. จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. นำสัมผัสปกติเปิด

ข. นำสัมผัสปกติปิด

**ค. สวิตช์ปุ่มกดเปิด**

ง. สวิตช์ปุ่มกดปิด

2. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. ลิมิตสวิตช์

ข. นำสัมผัสปกติปิด

ค. นำสัมผัสปกติเปิด

**ง. สวิตช์ลูกลอย**

3. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

**ก. ฟิวส์**

ข. หลอดสัญญาณ

ค. เซอร์กิตเบรกเกอร์

ง. คอยล์รีเลย์

4. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. หลอดไฟสัญญาณ

**ข. มอเตอร์ 3 เฟส**

ค. โอเวอร์โวลต์

ง. ฟิวส์

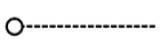
5. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

ก. หลอดไฟสัญญาณ

**ข. หลอดสัญญาณ**

ค. รีเลย์ตั้งเวลา

ง. คอยล์รีเลย์

6. สัญลักษณ์  หมายถึงอะไร

**ก. ทำงานแบบแรงกด**

ข. ทำงานแบบล็อก

ค. ทำงานแบบล็อกได้สองทาง

ง. ทำงานด้วยมือทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สัญลักษณ์ E----- หมายถึงอะไร

ก. ทำงานแบบกดลง

ข. ทำงานแบบแบบผลัก

ค. ทำงานแบบใช้เท้าเหยียบ

ง. ทำงานแบบดึงขึ้น

8. สัญลักษณ์ /----- หมายถึงอะไร

ก. ทำงานแบบกดลง

ข. ทำงานแบบแบบผลัก

ค. ทำงานแบบใช้เท้าเหยียบ

ง. ทำงานแบบดึงขึ้น

9. สัญลักษณ์ J----- หมายถึงอะไร

ก. ทำงานแบบกดลง

ข. ทำงานแบบแบบผลัก

ค. ทำงานแบบหมุน

ง. ทำงานแบบดึงขึ้น

10. สัญลักษณ์ O----- หมายถึงอะไร

ก. ทำงานแบบกดลง

ข. ทำงานแบบแบบผลัก

ค. ทำงานแบบหมุน

ง. ทำงานแบบดึงขึ้น

11. ตัวอักษร F3 หมายถึงอะไร

ก. ฟิวส์กำลัง

ข. ฟิวส์ควบคุม

ค. โอเวอร์โวลต์รีเลย์

ง. สวิตช์ควบคุมตัวที่ 3

12. ตัวอักษรตามข้อใดไม่ได้เขียนไว้ในวงจรควบคุม

ก. F1

ข. F2

ค. F3

ง. H1

13. แบบงานตามข้อใดเป็นการนำวงจรกำลังและวงจรควบคุมมาเขียนรวมเข้าด้วยกัน

ก. แบบทำงานจริง

ข. แบบวงจรสายเดี่ยว

ค. แบบเดินสายติดตั้ง

ง. แบบแสดงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ข้อใดคือลักษณะของขดลวดขนาน

ก. ขดลวดเส้นเล็ก พันมากรอบ

ข. ขดลวดเส้นเล็ก พันน้อยรอบ

ค. ขดลวดเส้นใหญ่ พันน้อยรอบ

ง. ขดลวดเส้นใหญ่ พันมากรอบ

15. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของสเตเตอร์ในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ก. เฟรม

ข. ขั้วแม่เหล็ก

ค. คอมมิวเตเตอร์

ง. ขดลวดสนามแม่เหล็ก

16. การปรับความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor) ให้ลดลงทำได้อย่างไร

ก. เปิดวงจรรอาร์เมเจอร์

ข. ต่อร์โอสถ่อนุกรมกับอาร์เมเจอร์

ค. ต่อร์โอสถ่อนุกรมกับขดลวดขนาน

ง. ต่อร์โอสถ่อนุกรมกับขดลวดอนุกรม

17. ในการควบคุมซีรืส์มอเตอร์สิ่งที่ต้องระวังมากที่สุดคืออะไร

ก. ระวังขดลวดสนามแม่เหล็ก

ข. ระวังความเร็วจะลดลงอย่างฉับพลัน

ค. ระวังการทำงานในสภาวะไม่มีโหลด

ง. ระวังกระแสไฟฟ้าไหลผ่านซีรืส์ฟิวลด์

18. ข้อใดคือลักษณะของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน (Shunt motor)

ก. ความเร็วคงที่

ข. แรงบิดเริ่มหมุนสูง

ค. แรงบิดต่ำความเร็วต่ำ

ง. แรงบิดสูงความเร็วสูง

19. ข้อใดหมายถึงสวิตช์แม่เหล็ก

ก. คอนแทคเตอร์

ข. คอถีย์

ค. คอนแทคเมน

ง. คอนแทคช่วย

20. Auxiliary Relay คืออะไร

ก. รีเลย์หลัก

ข. รีเลย์สำรอง

ค. รีเลย์ช่วย

ง. รีเลย์เสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21. ข้อใดหมายถึงรีเลย์ตั้งเวลา

ก. ไทม์เมอร์

ข. โอเวอร์โหลต

ค. เทอร์โมสตัดท์

ง. ไชเมทอล

22. หน้าคอนแทคแบบ On – Delay คืออะไร

ก. หน่วงเวลาหลังจากตัดไฟออก

ข. หน่วงเวลาตลอด

ค. หน่วงเวลาหลังจากจ่ายไฟเข้า

ง. หน่วงเวลาหลังจาก turn off

23. ข้อใดคือหน้าที่ของโอเวอร์โหลตรีเลย์

ก. ป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินกำลัง

ข. ป้องกันแรงดันเกิน

ค. ป้องกันสายเมน

ง. ป้องกันแรงดันต่ำ

24. การ Reset หมายถึงอะไร

ก. เริ่มต้นใหม่

ข. ป้องกันโรเตอร์

ค. สิ้นสุดการทำงาน

ง. ป้องกันฟิวส์ขาด

25. สวิตช์ STOP จะวางไว้ตำแหน่งใด

ก. บนสุด

ข. ก่อนเข้าคอยล์แมกเนติก

ค. ล่างสุด

ง. ระหว่างมอเตอร์กับโอเวอร์โหลตรีเลย์

26. สวิตช์กดสตาร์ทต้องต่ออย่างไร

ก. อนุกรมหน้าคอนแทคปกติเปิด

ข. ขนานกับคอล์ย

ค. ขนานกับหน้าคอนแทคปกติเปิด

ง. อนุกรมกับคอล์ย

27. ตัวอักษร REV ที่กำหนดในวงจรหมายถึงอะไร

ก. หมุนทิศทางเดิม

ข. หมุนต่อเนื่อง

ค. กลับทางหมุน/หมุนกลับทาง

ง. หมุนทวนรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28. วงจรที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ทำงานเรียกว่าอะไร

ก. วงจรควบคุม

ข. วงจรกำลัง

ค. วงจรป้องกันกลับ

ง. วงจรสตาร์ท

29. สัญลักษณ์ F1 จะเขียนในส่วนใดของวงจร

ก. ส่วนล่างสุดก่อนเข้ามอเตอร์

ข. ส่วนบนสุดที่มาจากแหล่งจ่ายของวงจรกำลัง

ค. ส่วนบนสุดของวงจรควบคุม

ง. ที่ใดก็ได้

30. เมนฟิวส์ (Main Fuse) เขียนแทนด้วยอักษรใด

ก. H1

ข. M1

ค. K1

ง. F1

31. โอเวอร์โวลต์รีเลย์ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ใด

ก. S1

ข. F2

ค. S2

ง. F3

32. หลอดสัญญาณเขียนแทนด้วยตัวอักษรใด

ก. M1

ข. S

ค. H

ง. K

33. รีเลย์ตั้งเวลาจะเขียนลงท้ายด้วยตัวอักษรใด

ก. M

ข. T

ค. A

ง. F

34. สัญลักษณ์คอยล์คอนแทคเตอร์ตัวที่ 3 เขียนกำกับไว้อย่างไร

ก. M3

ข. S3

ค. K3

ง. H3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35. ข้อใดไม่ใช่วิธีการควบคุมความเร็วของขั้นท์มอเตอร์

ก. ลดภาระหรือลดโหลด

ข. Rheostat Control

ค. Flux Control

ง. Voltage Control

36. ข้อใดเป็นการควบคุมค่าความต้านทานในวงจรรอแอมเจอร์

ก. ใช้ความต้านทานปรับค่าได้อนุกรมแอมเจอร์

ข. ใช้ความต้านทานปรับค่าได้อนุกรมกับขั้นท์ฟิลด์

ค. ปรับค่าแรงดันที่ป้อน

ง. เปลี่ยนทิศทางการกระแสไหลผ่านแอมเจอร์

37. ข้อใดคือจุดต่อสายของอุปกรณ์เริ่มเดินแบบสามจุด

ก. S, L, F

ข. L1, L2, L3

ค. C, F, A

ง. L, A, F

38. ถ้ามอเตอร์กระแสเกินพิกัดอุปกรณ์ใดจะเริ่มทำงาน

ก. สวิตช์หยุดทำงาน

ข. รีเลย์

ค. ฟิวส์

ง. โอเวอร์โหลด

39. ความต้านทานเริ่มเดินในการการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่าอะไร

ก. Big Register

ข. Shunt Field

ค. Starting Resistance

ง. Holding Coil

40. การกลับทางหมุนมอเตอร์ 1 เฟส ใช้หลักการใด

ก. สลับปลายสายขดสตาร์ทหรือขดรัน

ข. ลัดวงจรขดสตาร์ท

ค. สลับปลายสายขดสตาร์ทเท่านั้น

ง. สลับปลายสายขดรันเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41. การควบคุมโดยใช้สวิตช์เลือกหมายถึงใช้อุปกรณ์ตามข้อใด

ก. Cam Switch ข. Selector Switch

ค. Rotary Switch ง. Toggle Switch

42. การหมุนแบบ Forward คืออะไร

ก. หมุนไปข้างหน้าหรือตามเข็มนาฬิกา ข. หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ค. หมุนกลับหลัง ง. หมุนสลับไปมา

43. การหมุนแบบ Reward คืออะไร

ก. หมุนไปข้างหน้าหรือตามเข็มนาฬิกา ข. หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ค. หมุนกลับหลัง ง. หมุนสลับไปมา

44. การควบคุมกลับทางหมุนต้องใช้คอนแทคเตอร์อย่างน้อยกี่ตัว

ก. 1 ตัว ข. 2 ตัว

ค. 3 ตัว ง. 4 ตัว

45. Push Button Switch เรียกกันทั่วไปว่าอะไร

ก. สวิตช์มอเตอร์ ข. สวิตช์กดติด ปล่อยดับ

ค. สวิตช์ตัดตอน ง. สวิตช์สตาร์ท

46. สวิตช์ STOP จะใช้โค้ดสีใด

ก. สีเขียว ข. สีส้ม

ค. สีเหลือง ง. สีแดง

47. ปุ่มรีเซท (reset) ติดตั้งอยู่ในอุปกรณ์ควบคุมชนิดใด

ก. โอเวอร์โวลต์รีเลย์ ข. ฟิวส์กำลัง

ค. คอนแทคเตอร์ ง. เพอร์เซอรัลสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48. ข้อใดคือลักษณะการใช้งานของดรัมสวิตช์

ก. เลื่อน

ข. ผลักไปมา

ค. หมุน

ง. กด

49. วงจรที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ทำงานเรียกว่าอะไร

ก. วงจรควบคุม

ข. วงจรกำลัง

ค. วงจรป้อนกลับ

ง. วงจรสตาร์ท

50. แรงดันไฟฟ้า 3 เฟส ที่ใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้ามีค่าเท่าใด

ก. 220 V

ข. 380 V

ค. 440 V

ง. 1,000 V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม  
เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					
		ผู้ทรงคุณวุฒิ			μ	S.D.	ระดับคุณภาพ
		1	2	3			
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	5	4	4	4.33	0.58	ดี
2	เนื้อหา มีความเหมาะสมกับ ผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3	ปริมาณเนื้อหา มีความ เหมาะสมกับผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4	ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	4	4.33	0.58	ดี
5	การจัดเรียงลำดับเนื้อหา เหมาะสมและเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
6	การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา ที่เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
7	ภาษาที่ใช้ อธิบายสื่อ ความหมายเข้าใจได้ง่าย	5	4	4	4.33	0.58	ดี
8	ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ประกอบเนื้อหา มีความถูกต้อง เหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	ดี
9	ความเหมาะสมของตัวอักษร	4	4	5	4.33	0.58	ดี
10	ภาพประกอบสื่อความหมายได้ ตรงกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
11	วิดีโอสื่อความหมายตรงกับ เนื้อหา	5	5	4	4.66	0.58	ดีมาก
รวม					4.66	0.31	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี  
ความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ลำดับ ที่	รายการที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น						
		ผู้ทรงคุณวุฒิ			μ	S.D.	ระดับ คุณภาพ	
		1	2	3				
<b>1</b>	<b>รูปแบบสื่อและการนำเสนอ</b>							
1.1	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก	
1.2	รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	ดี	
1.3	ขนาดของรูปภาพและขนาดของ marker เหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก	
1.4	การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อกับผู้เรียน	4	5	4	4.33	0.58	ดี	
	ค่าเฉลี่ย				4.50	0.58	ดีมาก	
<b>2</b>	<b>การออกแบบจอแสดงผล</b>							
2.1	การออกแบบกราฟฟิกมีความเหมาะสมและสวยงาม	5	4	4	4.33	0.58	ดี	
2.2	การจัดวางองค์ประกอบในหน้าจอ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก	
2.3	สีที่ใช้ในสื่อการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	ดี	
2.4	ปุ่มการใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก	
2.5	การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก	
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.46	ดีมาก	
<b>3</b>	<b>รูปภาพ</b>							
3.1	รูปภาพมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก	
3.2	รูปภาพสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก	
3.3	รูปภาพมีขนาดเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก	
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38	ดีมาก	
<b>4</b>	<b>วิดีโอประกอบสื่อ</b>							
4.1	วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก	
4.2	วิดีโอสื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก	
4.3	วิดีโอมีขนาดเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	ดี	
	ค่าเฉลี่ย				4.56	0.58	ดีมาก	
<b>5</b>	<b>ตัวอักษร</b>							
5.1	ตัวอักษรมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก	
5.2	รูปแบบตัวอักษรเหมาะสม อ่านง่าย	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก	
5.3	ขนาดตัวอักษรเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก	
5.4	สีตัวอักษรเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	ดี	
	ค่าเฉลี่ย				4.75	0.29	ดีมาก	
	<b>รวม</b>				<b>4.63</b>	<b>0.45</b>	<b>ดีมาก</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ.3 ผลการหาประสิทธิภาพคะแนนจากแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้และคะแนน  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

คนที่	แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้					รวม (E1)	หลังเรียน (E2)
	ชุดที่ 1	ชุดที่2	ชุดที่3	ชุดที่4	ชุดที่5		
คะแนน	10	10	10	10	10	50	50
1	7	7	7	9	9	39	42
2	8	8	8	8	8	40	37
3	10	9	9	9	8	45	40
4	9	6	6	9	6	36	38
5	7	9	5	10	10	41	44
6	10	10	8	8	8	44	42
7	8	9	6	7	9	39	39
8	5	5	10	8	10	38	47
9	10	7	7	10	9	43	37
10	6	10	8	9	7	40	38
11	9	6	6	5	8	34	46
12	10	8	10	6	8	42	43
13	7	10	6	7	6	36	37
14	9	9	9	10	8	45	47
15	10	10	10	8	6	44	45
16	6	6	6	8	7	33	39
17	7	8	7	10	8	40	39
18	10	5	8	8	7	38	38
19	8	9	9	7	10	43	44
20	8	10	6	9	9	42	36
21	8	6	9	10	8	41	36
22	6	7	10	6	6	35	44
23	8	10	8	10	9	45	42
24	6	8	10	8	10	42	39
25	5	5	9	9	8	36	37
คะแนนรวม	197	197	197	208	202	1001	1016
เฉลี่ย	7.88	7.88	7.88	8.32	8.08	40.04	40.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ  $E_1/E_2$

$$\text{จากสูตร} \quad E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100$$

$$\text{แทนค่าสูตร} \quad E_1 = \frac{\frac{1001}{25}}{50} \times 100 \quad E_2 = \frac{\frac{1016}{25}}{50} \times 100$$

$$E_1 = \frac{2002}{25}$$

$$E_2 = \frac{2032}{25}$$

$$E_1 = 80.08$$

$$E_2 = 81.28$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อการวิจัย**  
**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**

**คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ**

1. แบบสอบถามความพึงพอใจมีทั้งหมด 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความพึงพอใจสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม  
เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

2. ค่าระดับความพึงพอใจในแบบประเมินมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มาก

ระดับ 3 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้ สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ในการวิจัยครั้งนี้จะสำเร็จได้ต้องอาศัยความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยใคร่ขอความกรุณาโปรดสละเวลาตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยให้ข้อมูลที่ถูกต้องครบถ้วนตรงความเป็นจริง ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะถูกเก็บเป็นความลับ และจะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อการวิจัยนี้เท่านั้น ทางผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่เสียสละเวลาในการให้ความร่วมมือครั้งนี้

ชุรีพร สุนทรวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อการวิจัย**  
**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**คำชี้แจง** โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

1. เพศ

- ชาย  หญิง

2. อายุ

- 16-19 ปี  20-24 ปี  
 25-29 ปี  มากกว่า 30 ปีขึ้นไป

3. ท่านมีประสบการณ์การใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในลักษณะนี้หรือไม่

- เคย  ไม่เคย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความพึงพอใจของท่าน

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
2	รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม					
3	การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก					
4	รูปภาพ วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน					
5	การใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย					
6	ความสวยงาม เหมาะสมโดยรวมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น					
7	การนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ไปใช้งานได้จริง					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่เสียสละเวลาในการให้ความร่วมมือครั้งนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี  
ความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (N = 25)		
		$\mu$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.56	0.50	มากที่สุด
2	รูปแบบและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
3	การเชื่อมโยงกันของส่วนต่างๆ มีความสะดวก	4.40	0.50	มาก
4	รูปภาพ วิดีโอมีความคมชัด มองเห็นได้ชัดเจน	4.24	0.43	มาก
5	การใช้งานออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย	4.24	0.43	มาก
6	ความสวยงาม เหมาะสมโดยรวมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น	5.00	0.00	มากที่สุด
7	การนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น ไปใช้งานได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
	รวม	4.63	0.27	มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายวิชาการควบคุมมอเตอร์  
ไฟฟ้า (20104-2009)



**สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี**  
**ความเป็นจริงเสริม**  
**เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น**  
LEARNING MEDIA WITH AUGMENTED REALITY  
TECHNOLOGY ON BASIC MOTOR CONTROL

**สาขา**  
วิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

---

**คณะ**  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

---

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**



**ชวีพร สุนทรวัฒน์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คู่มือการใช้งาน  
และการติดตั้ง**

**zappar**

ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน Zappar  
จาก App Store หรือ Play Store

**1** เปิดแอปพลิเคชัน Zappar  
จากสมาร์ทโฟน

**2** แสกน  
AR Code

**3** เรียนรู้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี  
ความเป็นจริงเสริมเรื่องการควบคุม  
มอเตอร์ไฟฟ้าเบื้องต้น

GET IT ON  
Google Play

Download on the  
App Store





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน่วยที่ 1 สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	1
หน่วยที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	2
หน่วยที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	3
หน่วยที่ 4 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส.....	10
หน่วยที่ 5 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	15
แบบทดสอบ.....	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 1 สัญลักษณ์ ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

## มาตรฐานทางไฟฟ้า

มาตรฐานทางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐานประจำชาติ (National Standard) และมาตรฐานสากล (International Standard)

1. มาตรฐานประจำชาติ เป็นมาตรฐานที่แต่ละประเทศร่างขึ้นมาใช้ปฏิบัติเองภายในประเทศตามสภาวะภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม และอุตสาหกรรมภายในประเทศนั้นๆ ปัจจุบันในหลายประเทศได้ยกเลิกการทำมาตรฐานของตนเองและนำมาตรฐานสากลฉบับภาษาอังกฤษมาใช้แทน
2. มาตรฐานสากล เป็นมาตรฐานที่มีสมาชิกหลายประเทศ ถ้าเป็นมาตรฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คือ มาตรฐานไออีซี (International Electro Technical Commission : IEC)

## สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์มีหลายมาตรฐานแต่ที่เราคุ้นเคยและใช้กันทั่วไปประกอบด้วย สัญลักษณ์ตามมาตรฐาน DIN, IEC, ANSI และ SI ที่สำคัญ มีดังนี้

- **DIN** (Deutsches Institute Fur Normung) เป็นมาตรฐานของประเทศเยอรมนี
- **IEC** (International Electrotechnical Commission) เป็นมาตรฐานนานาชาติ
- **ANSI** (American National Standard Institute) เป็นมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา
- **SI** (International System of Unit) เป็นมาตรฐานระบบหน่วยนานาชาติ



แบบทดสอบหน่วยที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2

## 2 วัสดุ อุปกรณ์ ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

**อุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์**

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุมมอเตอร์มีหลายชนิด  
การนำไปใช้งานจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทำงาน  
โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของมอเตอร์  
และผู้ควบคุมเป็นสำคัญ

แบบทดสอบหน่วยที่ 2

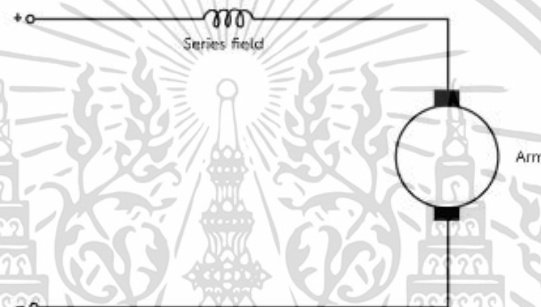
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

### 3.1 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

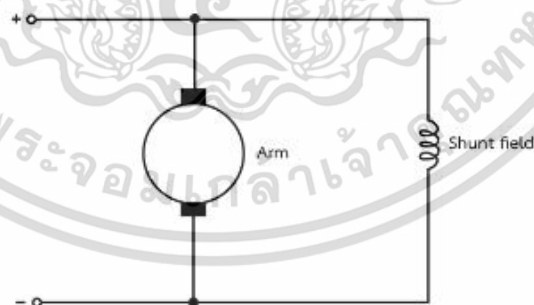
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มี 3 ชนิด ได้แก่

**1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม** นิยมเรียกอีกอย่างว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) คุณลักษณะที่สำคัญคือ แรงบิดเริ่มหมุนสูง ความเร็วรอบสูง เนื่องจากขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่ ผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 3.1 วงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบอนุกรม

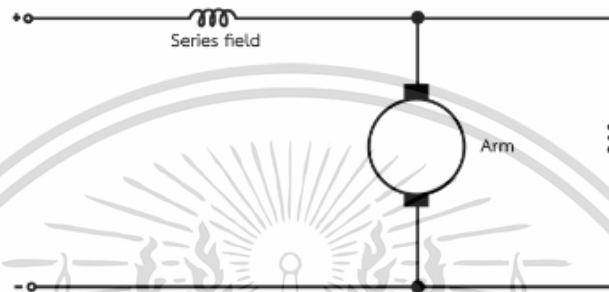
**2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน** นิยมเรียกอีกอย่างว่า ชันต์มอเตอร์ (Shunt Motor) คุณลักษณะที่สำคัญ คือ ความเร็วรอบคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำกว่าแบบอนุกรม



ภาพที่ 3.2 วงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน

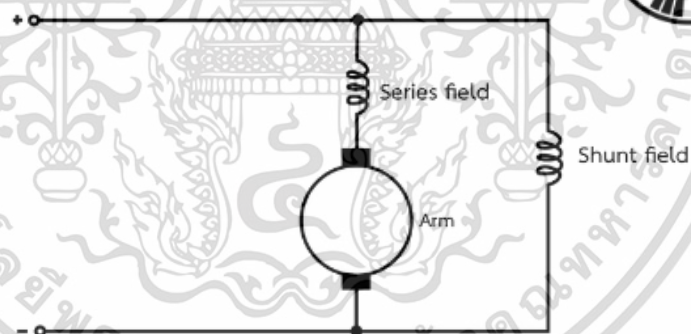
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม** นิยมเรียกอีกอย่างว่า คอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor) แบ่งย่อยออกเป็น 2 แบบ คือ  
 ก. แบบชอร์ตชัณฑ์ (Short Shunt Compound Motor)



ภาพที่ 3.3 วงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชอร์ตชัณฑ์

ข. แบบลองชัณฑ์ (Long Shunt Compound Motor)



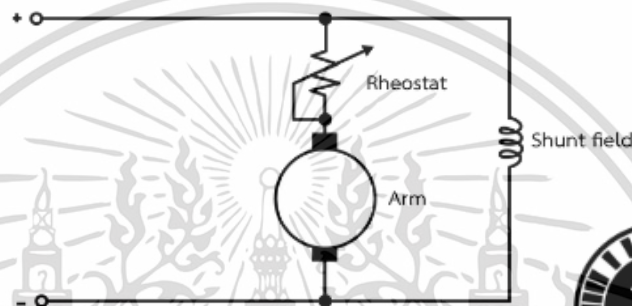
ภาพที่ 3.4 วงจรภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลองชัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

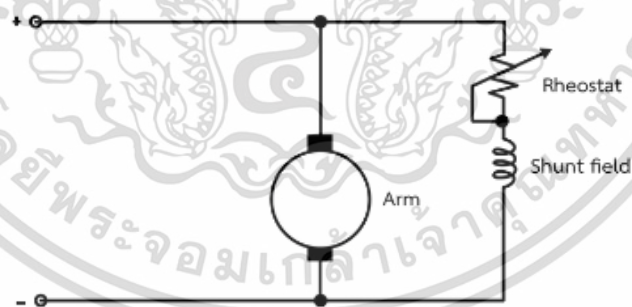
การควบคุมความเร็ว (Speed Control) จะมี 2 ลักษณะ คือ การปรับให้ความเร็วลดลงและการปรับให้ความเร็วสูงขึ้น

**1. การปรับให้ความเร็วลดลง** จะใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์เมื่อปรับความต้านทาน Rheostat เพิ่มสูงขึ้น แรงเคลื่อนที่ตกคร่อมอาร์เมเจอร์จะมีค่าลดต่ำลง ส่งผลให้ความเร็วรอบลดลงต่ำกว่าความเร็วพิกัด



ภาพที่ 3.5 การปรับให้ความเร็วลดลง

**2. การปรับให้ความเร็วสูงขึ้น** เป็นการปรับความเข้มของเส้นแรงแม่เหล็กด้วยการปรับรีโอสตาร์ดให้กระแสฟลด์ลดลง ส่งผลให้ความเร็วรอบเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าความเร็วพิกัด



ภาพที่ 3.6 การปรับกระแสฟลด์ทำให้ความเร็วสูงขึ้นมากกว่าความเร็วเต็มพิกัด

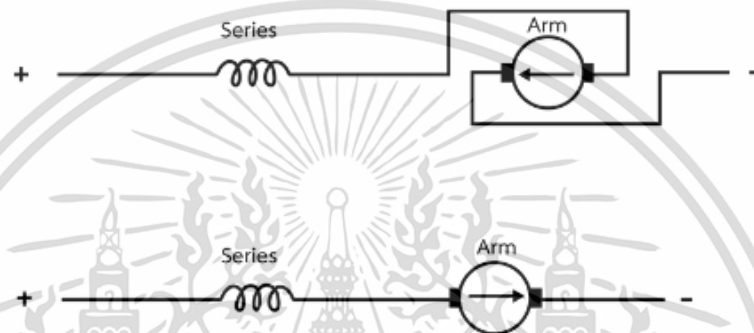
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การกลับทิศทางการหมุน

การกลับทิศทางการหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง **ทำได้ 2 วิธี** คือ

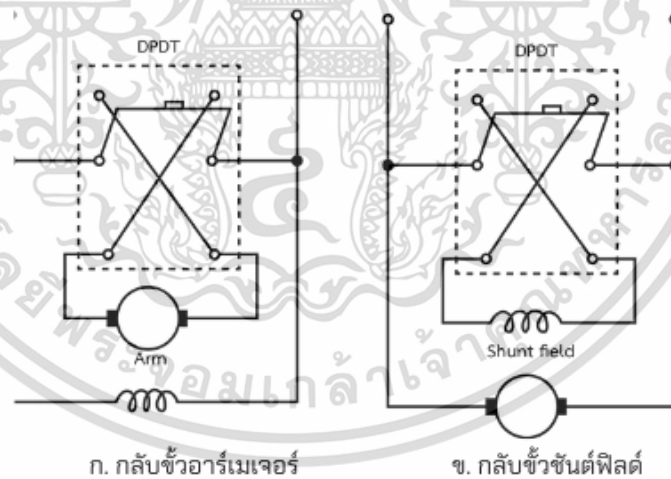
1. เปลี่ยนทิศทางการไหลผ่านอาร์เมเจอร์ (กลับขั้วอาร์เมเจอร์)
2. เปลี่ยนทิศทางการไหลผ่านขดลวดขั้วฟิลด์ (กลับขั้วขั้วฟิลด์)

#### 1. ซีรีส์มอเตอร์



ภาพที่ 3.7 กลับทิศทางการหมุนซีรีส์มอเตอร์

#### 2. ขั้วดัมมอเตอร์



ก. กลับขั้วอาร์เมเจอร์

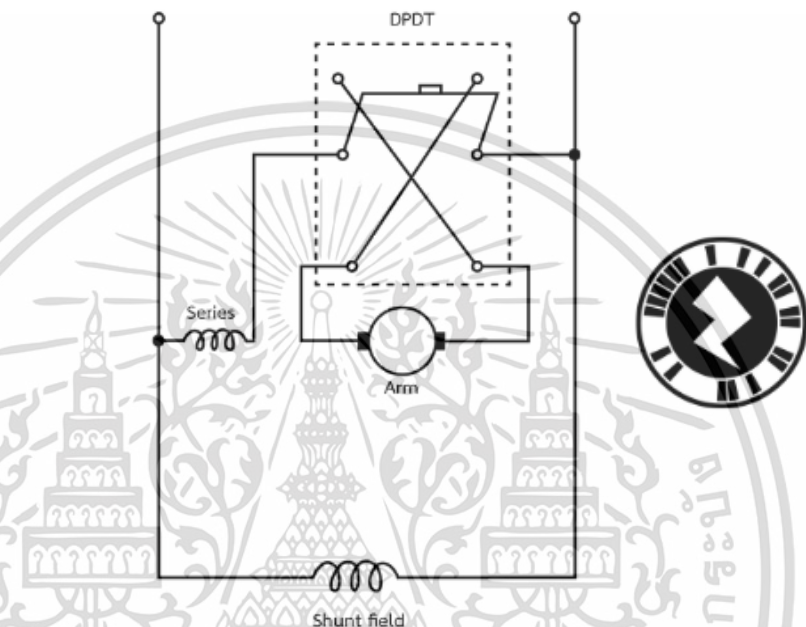
ข. กลับขั้วขั้วฟิลด์

ภาพที่ 3.8 กลับทิศทางการหมุนขั้วดัมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. คอมพิวเตอร์มอเตอร์

เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีขดลวดหลายชุดคือ ซีรีส์ฟิลด์ ขดลวดขั้วฟิลด์และขดลวดอาร์เมเจอร์ เพื่อความสะดวกควรกลับขั้วอาร์เมเจอร์เพียงอย่างเดียว เพื่อเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสในอาร์เมเจอร์



ภาพที่ 3.9 กลับทิศทางการหมุนคอมพิวเตอร์ด้วยการกลับขั้วอาร์เมเจอร์

### 3.4 การเริ่มต้นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

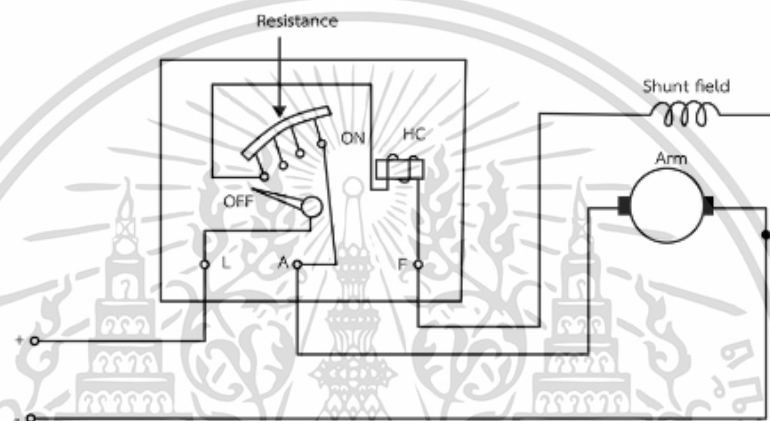
เนื่องจากความต้านทานขดลวดอาร์เมเจอร์มีค่าน้อย ดังนั้น ขณะเริ่มต้นมอเตอร์ จะต้องใช้ความต้านทานมาต่ออนุกรมกับอาร์เมเจอร์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันกระแสกระชากในตอนสตาร์ท

#### 1. การเริ่มต้นซีรีส์มอเตอร์

หลักการคือ การเพิ่มความต้านทานให้กับอาร์เมเจอร์ขณะเริ่มต้นและรอนจนหมดได้เป็นปกติแล้วค่อย ๆ ตัดความต้านทานออกไป

## 2. การเริ่มเดินขั้นต่อมอเตอร์ จะใช้ความต้านทาน (Resistance)

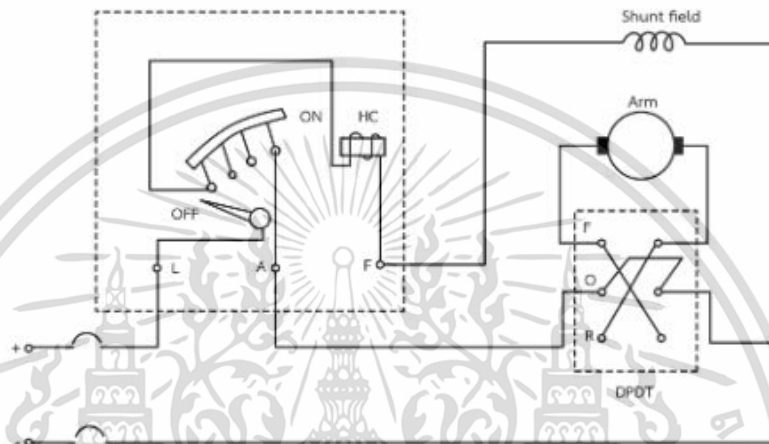
สามารถทนกระแสสูง ๆ หลายตัวมาต่อเรียงกันแล้วบรรจุไว้ในกล่อง เพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน ขั้ว L ต่อเข้ากับแรงดันจาก มีชื่อเรียกว่า สตาร์ทตั้งบ็อก (Starting Box) โดยมีอักษรกำกับขั้วจำนวน 3 ขั้ว คือ L, A, F แหล่งจ่าย ขั้ว A ต่อเข้ากับอาร์เมเจอร์และขั้ว F ต่อเข้ากับขดลวดชั้นดีฟิวด์



ภาพที่ 3.10 การต่อขั้ว L, A, F

จากรูปเมื่อเลื่อนคันโยก (Handle) ของสตาร์ทตั้งบ็อก จากตำแหน่ง OFF ไปยังความต้านทานอันแรก ขณะนี้จะมีกระแสไฟฟ้าแยกไหลเป็น 2 ส่วนหรือ 2 ทาง ส่วนที่หนึ่งจะไหลผ่านความต้านทานเริ่มเดินและอาร์เมเจอร์ ส่วนที่ 2 จะไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Holding Coil ; HC) และขดลวดชั้นดีฟิวด์ ดังนั้น ขณะนี้มอเตอร์จะเริ่มหมุนได้อย่างปลอดภัย ต่อมาจึงเลื่อนคันโยกไปทางขวามือตามลำดับ จนถึงตำแหน่งสุดท้ายคือตำแหน่ง ON เป็นการปลดความต้านทานออกจากวงจรอาร์เมเจอร์ ขณะเดียวกันขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (HC) จะสร้างอำนาจแม่เหล็กดึงดูดคัน โยกไว้ตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะว่าขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (HC) ต่ออนุกรมกับชั้นดีฟิวด์นั่นเอง

ต่อมาหากว่าขดลวดขั้วฟิลด์เปิดวงจรออก (Open Circuit) จะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า และหมดอำนาจแม่เหล็ก ส่งผลให้คันโยกถูกดึงกลับไปยังตำแหน่ง OFF (ซ้ายมือจนสุด) มอเตอร์ จะหยุดหมุนจึงเป็นการป้องกันมอเตอร์ เพราะว่าเมื่อขดลวดขั้วฟิลด์ ของขั้วมอเตอร์เปิดวงจรออก ความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก จนอาจเป็นอันตรายกับมอเตอร์ได้



ภาพที่ 3.11 วงจรการเริ่มต้นและกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



แบบทดสอบหน่วยที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4

## การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

## 4.1 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส แบ่งออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor)
2. คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor)
3. รีพัลชันไทป์มอเตอร์ (Repulsion Type Motor)
4. ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor)
5. เซดเดดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor)

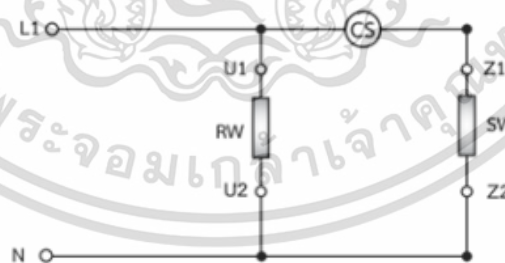
ในที่นี้จะกล่าวถึงมอเตอร์ที่นิยมใช้งานทั่วไป คือ สปลิตเฟสมอเตอร์ และคาปาซิเตอร์มอเตอร์ซึ่งถูกนำไปใช้เป็นเครื่องต้นกำลัง ในเครื่องซักผ้า ปีม้าขนาดเล็ก และปัมลม เป็นต้น โครงสร้างภายในของสปลิตเฟสมอเตอร์จะประกอบด้วยขดลวดชุดรัน

(Running Winding : RW) ขดลวดชุดสตาร์ท (Saring Winding : SW)

โดยมีสวิตช์แรงเหวี่ยง (Centifugal Swich : CS) ต่อกันกับขดลวดชุดสตาร์ท เมื่อมอเตอร์หมุนได้เร็วถึงประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วมอเตอร์

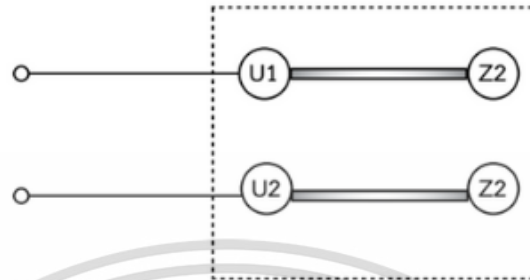
สวิตช์แรงเหวี่ยง (CS) จะตัดวงจรขดลวดชุดสตาร์ทออกไป ให้เหลือไว้เฉพาะขดลวดชุดรันเท่านั้น สำหรับขั้วต่อสาย (Terminal) กำหนดไว้ ดังนี้

- U1 - U2 คือ ขดลวดชุดรัน
- Z1 - Z2 คือ ขดลวดชุดสตาร์ท



ก. วงจรขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข. ขั้วต่อสาย

ภาพที่ 4.1 แสดงวงจรและขั้วต่อสายมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

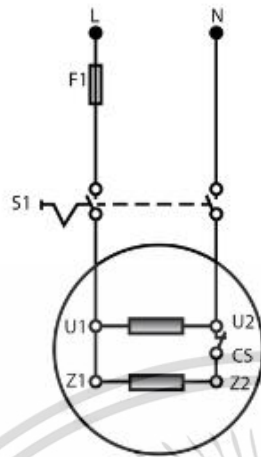
สำหรับคาปาซิเตอร์มอเตอร์จะต่อเพิ่มคาปาซิเตอร์เข้าไป ทำให้กระแสในขดลวดขุดสตาร์ทมีหน้าขดลวดขุดรัน ทั้งนี้การนำหน้าดังกล่าวจะมากกว่าสปลิตเฟสมอเตอร์ ส่งผลให้มีแรงบิดเริ่มหมุน (Starting Torque) มากกว่าหรือดีกว่าสปลิตเฟสมอเตอร์ ซึ่งมี 2 แบบ คือ

**1. Capacitor Start Motor** แบบนี้ขดลวดขุดสตาร์ทและคาปาซิเตอร์จะถูกตัดออกโดยสวิตช์แรงเหวี่ยง ภายหลังจากที่ความเร็วเพิ่มสูงขึ้นถึง 75 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วเต็มพิกัด

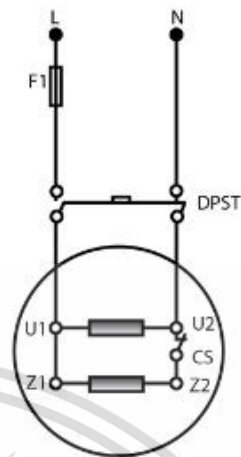
**2. Capacitor Start and Run Motor** แบบนี้ขดลวดขุดสตาร์ทและคาปาซิเตอร์จะต่อวงจรอยู่ตลอดเวลา และไม่มีสวิตช์แรงเหวี่ยง

เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส มีขนาดเล็กกินกระแสไฟฟ้าไม่มากนัก อุปกรณ์ที่ใช้ในการเริ่มเดิน จึงมีหลายชนิด ดังนี้

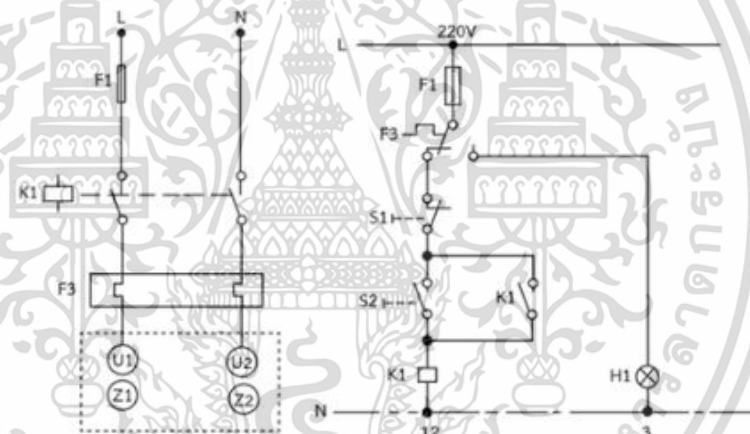
1. ใช้สวิตช์เปิด-ปิด แบบธรรมดา
2. ใช้สวิตช์ 2 ขั้ว สับทางเดียว (DPST)
3. ใช้แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (ประกอบด้วยวงจรถูกำลังและวงจรถวควบคุม)



ภาพที่ 4.2 เริ่มเดินมอเตอร์ด้วยสวิตช์เปิด-ปิดแบบธรรมดา



ภาพที่ 4.3 เริ่มเดินมอเตอร์ด้วยสวิตช์ 2 ขั้วสับทางเดียว (DPST)



ก. วงจรกำลัง

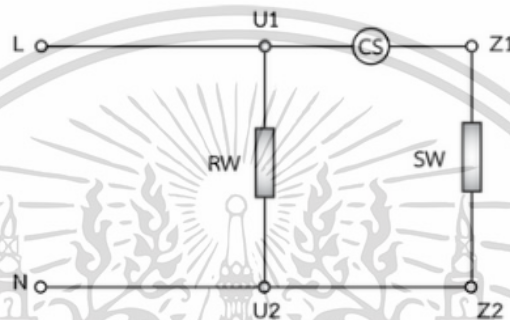
ข. วงจรควบคุม

ภาพที่ 4.4 เริ่มเดินมอเตอร์ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์

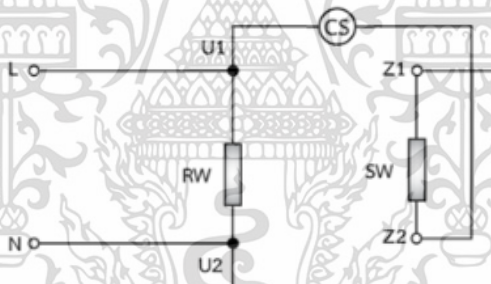
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

การกลับทางหมุนทำได้ 2 วิธี ซึ่งให้ผลลัพธ์เหมือนกันทุกประการ คือ สลับทิศทางกระแสที่ไหลเข้าขดลวดชุดสตาร์ท หรือที่ขดลวดชุดรัน สำหรับ อุปกรณ์ที่ใช้มีหลายชนิด ได้แก่ สวิตซ์ 2 ขั้ว สับ 2 ทาง แมกเนติกคอนแทกเตอร์หรือใช้ดรัมสวิตซ์



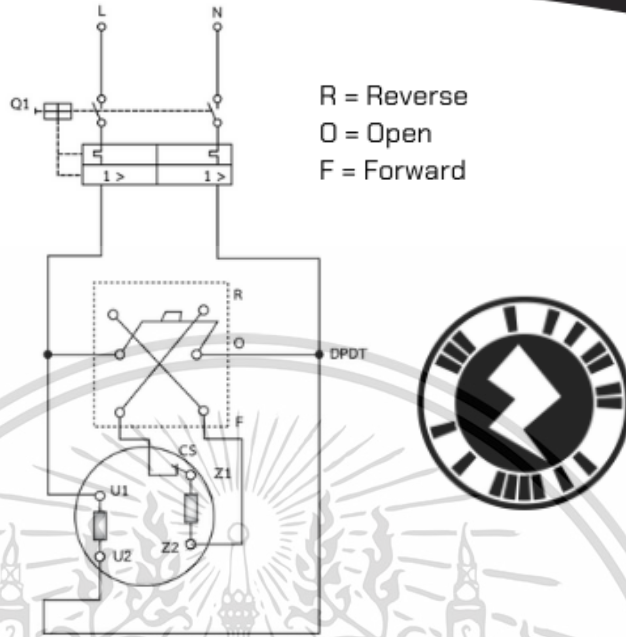
ก. หมุนตามเข็มนาฬิกา



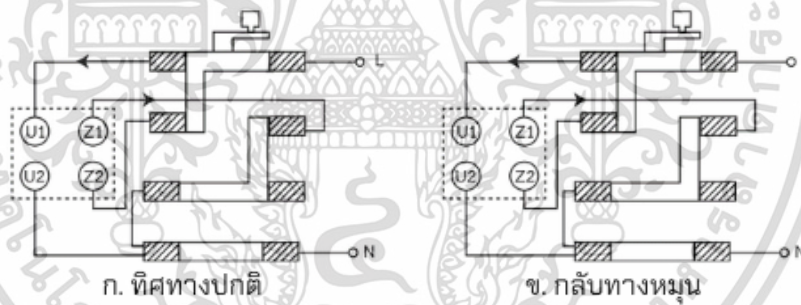
ข. หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ภาพที่ 4.5 หลักการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.6 กลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส ด้วยสวิตช์ 2 ขั้ว สับ 2 ทาง (DPDT)



ภาพที่ 4.7 กลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส ด้วยดรัมสวิตช์ (Drum Switch)



แบบทดสอบหน่วยที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6

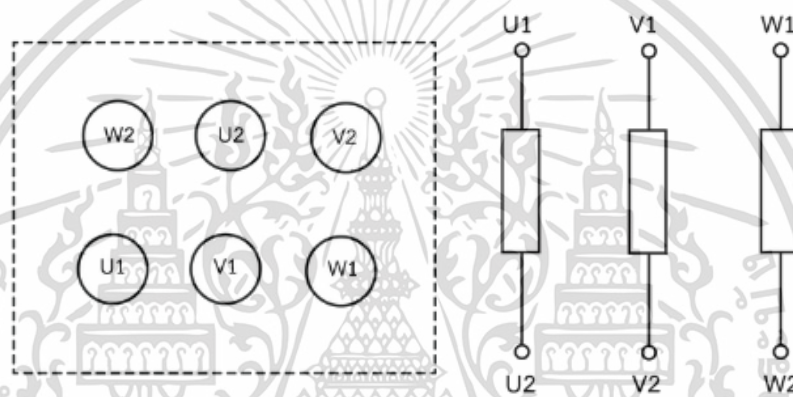
## การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

15

## 5.1 ขั้วของมอเตอร์

เนื่องจากโครงสร้างภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะพันขดลวดไว้ในร่อง (Slot) ของสเตเตอร์ (Stator Winding) จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดวางห่างกัน 120 องศา ทางไฟฟ้าโดยเขียนบอกขั้วด้วยตัวอักษร ดังนี้

- U1 - V1 - W1 หมายถึง ด้านต้นของขดลวดแต่ละชุด
- U2 - V2 - W2 หมายถึง ด้านปลายของขดลวดแต่ละชุด



ก. ขั้วมอเตอร์ 3 เฟส

ข. โครงสร้างภายใน

ภาพที่ 5.1 ขั้วและโครงสร้างภายในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

## 5.2 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบเหนี่ยวนำส่วนใหญ่จะนิยมการเริ่มเดินมอเตอร์ (การเริ่มหมุนมอเตอร์) ด้วยวิธีการ 2 วิธี คือ

1. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (Direct Online Starter)
2. การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยการลดแรงดันไฟฟ้า (Reduced Voltage Starter)

หน่วยการเรียนนี้จะกล่าวถึงการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง ส่วนวิธีการเริ่มเดินด้วยการลดแรงดันไฟฟ้าจะกล่าวในลำดับถัดไป

### 5.3 การเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (Direct Online Starter)

เริ่มเดินวิธีนี้เป็นการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวดมอเตอร์ เท่ากับแรงดันเต็มพิกัดของมอเตอร์ เช่น แรงดันไฟฟ้าเต็มพิกัด คือ 380 V ขณะที่เริ่มเดินก็จะจ่ายแรงดัน 380 V ให้กับมอเตอร์ ซึ่งมีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

#### ข้อดี

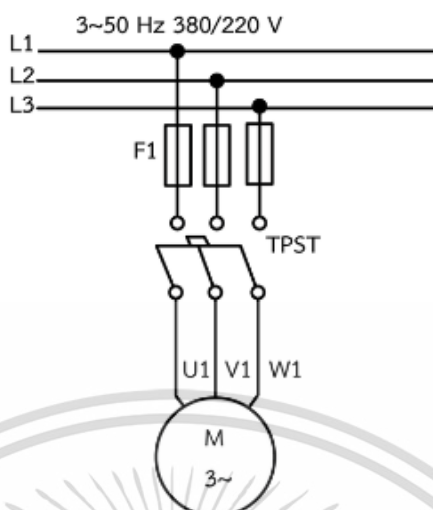
1. แรงบิดขณะเริ่มเดินมอเตอร์ (Starting Torque) จะมีค่าสูงสามารถดูดโหลดได้ดี
2. ไม่ต้องใช้อุปกรณ์อย่างอื่นเข้ามาช่วยขณะเริ่มเดิน
3. วงจรควบคุมง่ายไม่ซับซ้อน

#### ข้อเสีย

1. ทำให้ขดลวดร้อน ฉนวนของขดลวดจะเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้น เนื่องจากกระแสขณะเริ่มเดินมีค่า 4-8 เท่า ของพิกัดกระแสมอเตอร์ ดังนั้น มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 7.5 KW หรือ 10 hp ขึ้นไปจะไม่นิยมใช้การเริ่มเดินแบบนี้
2. ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าลดลงชั่วขณะ ส่งผลต่อการทำงานของหลอดไฟฟ้าและโหลดบริเวณใกล้เคียง ทำให้หลอดไฟฟ้ามียอายุการใช้งานสั้นลง
3. อุปกรณ์ป้องกันอาจสั่งปลดวงจรได้ สำหรับวิธีการเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรงที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ การเริ่มเดินด้วยคัตเอาต์ (สวิตช์ 3 ขั้ว สับ 1 ทาง ; TPST) สวิตช์เปิด-ปิด (ON-OFF) และเริ่มเดิน โดยใช้แมกเนติกคอนแทกเตอร์

#### การเริ่มเดินด้วยคัตเอาต์ 3 เฟส

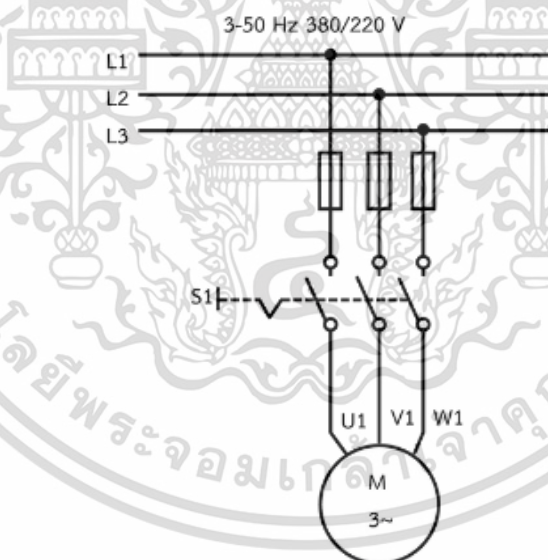
หมายถึง การใช้สวิตช์ 3 ขั้ว สับ 1 ทาง (Tripple Pole Single Throw Swich, TPST) เป็นอุปกรณ์ในการตัด-ต่อวงจร แต่การใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ จะมีข้อจำกัดในเรื่องการอาร์กของหน้าสัมผัสของคัตเอาต์ การเริ่มเดิน ด้วยคัตเอาต์ 3 เฟส จึงเหมาะสำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กไม่เกิน 7.5 kW



ภาพที่ 5.2 วงจรเริ่มเดินด้วยคัตเอาต์ 3 เฟส

### การเริ่มเดินด้วยสวิตช์ เปิด-ปิด (ON-OFF)

การเริ่มเดินด้วยสวิตช์ เปิด - ปิด จะมีข้อจำกัดเรื่องการอาร์กของหน้าสัมผัส เช่นเดียวกับการเริ่มเดินด้วยคัตเอาต์ 3 เฟส

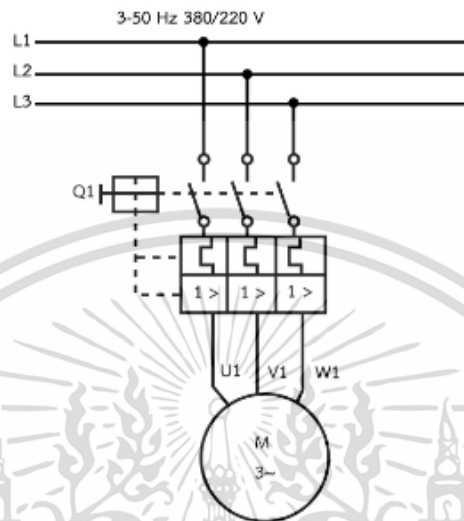


ภาพที่ 5.3 วงจรการเริ่มเดินด้วยสวิตช์ เปิด-ปิด (ON-OFF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเริ่มต้นด้วยมอเตอร์เบรกเกอร์หรือสวิตช์อัตโนมัติ

การเริ่มต้นวิธีนี้อุปกรณ์ที่ใช้จะเป็นทั้งสวิตช์ตัด-ต่อ และเป็นทั้งอุปกรณ์ป้องกัน รวมอยู่ในชุดเดียวกัน



ภาพที่ 5.4 วงจรการเริ่มต้นด้วยมอเตอร์เบรกเกอร์หรือสวิตช์อัตโนมัติ

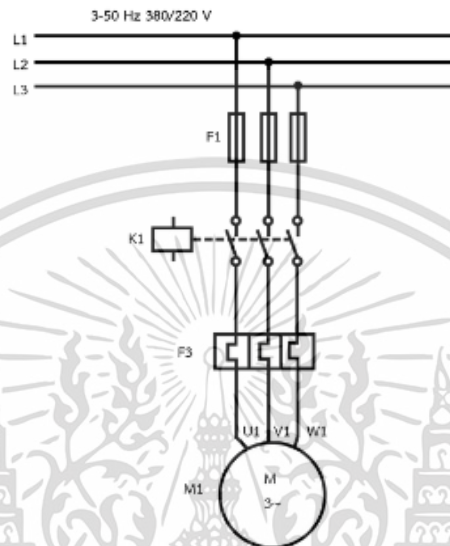
### การเริ่มต้นด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์

การเริ่มต้นมอเตอร์วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้ทั่วไป เนื่องจากมีความปลอดภัยจากการอาร์กของหน้าสัมผัส เพราะว่าแมกเนติกคอนแทกเตอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับมอเตอร์ โดยเฉพาะการควบคุมให้มอเตอร์ทำงานจะแยกออกเป็น 2 วงจร คือ วงจรกำลังและวงจรควบคุม

- **วงจรกำลัง (Power Circuit)** คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อ ค่าแรงดันจากแหล่งจ่ายไปยังขดลวดของมอเตอร์ ดังนั้น วงจรกำลังจึงมีค่ากระแสสูง ส่วนประกอบหลักของวงจรกำลัง ประกอบด้วย
  1. F1 หมายถึง ฟิวส์ป้องกันหลัก นิยมเรียกทับศัพท์ว่า เมนฟิวส์ (Main Fuse)
  2. F3 หมายถึง โอเวอร์โวลต์รีเลย์ (Overload Relay) ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์เนื่องจากกระแสเกินหรือลัดวงจร (Short Circuit)
  3. K1 หมายถึง หน้าสัมผัสหลักหรือหน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์

4. M1 หมายถึง มอเตอร์ไฟฟ้าที่ต้องการจะควบคุม ในกรณีที่มีมอเตอร์จำนวน 3 ตัว จะเขียนแทนด้วย M1, M2 และ M3 ตามลำดับ

5. สายไฟฟ้า จะต้องสามารถทนต่อกระแสทำงานต่อเนื่องได้ เพราะหากสายมีขนาดเล็กเกินไป จะเกิดการสะสมความร้อนจนฉนวนของสายไฟฟ้าละลายนำไปสู่การลัดวงจรได้



ภาพที่ 5.5 วงจรกำลัง

• **วงจรควบคุม (Control Circuit)** คือส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมหรือเป็นตัวสั่งการให้วงจรกำลังสามารถทำงานได้ ตามที่ผู้ควบคุมต้องการหรือให้เป็นไปตามขั้นตอนเงื่อนไข โดยปกติวงจรควบคุมจะใช้สายไฟฟ้าขนาดเล็ก เพราะใช้กระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับวงจรกำลัง ส่วนประกอบหลักของวงจรควบคุม แสดงดังรูปที่ 6.6 ประกอบด้วย

1. F2 หมายถึง ฟิวส์ควบคุม ทำหน้าที่ป้องกันวงจรควบคุมทั้งหมด รวมทั้งป้องกันสายไฟฟ้าด้วย

2. F3 หมายถึง หน้าสัมผัสปกติปิด และปกติเปิดของโอเวอร์โวลต์รีเลย์ จะต่ออนุกรมเข้ากับวงจรควบคุมทั้งนี้ เมื่อโอเวอร์โวลต์รีเลย์ในวงจรกำลังทำงานตัดวงจรจะมีผลต่อวงจรควบคุมด้วยเช่นกัน

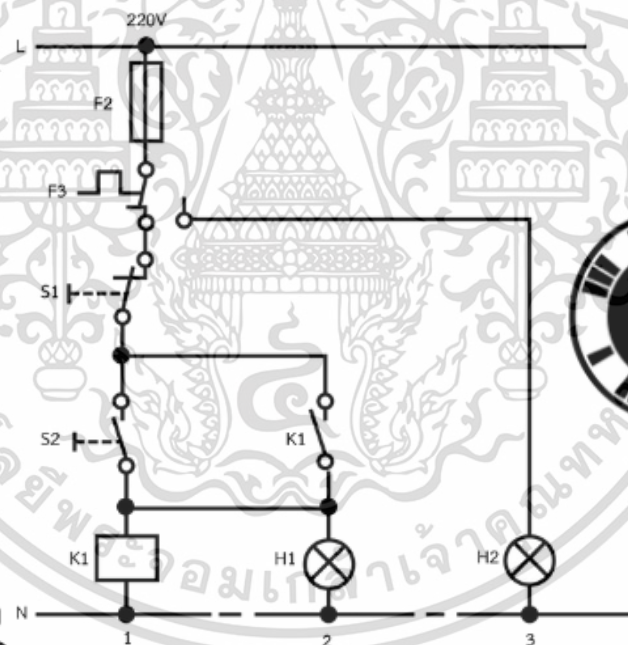
3. S1 หมายถึง สวิตช์ปุ่มกด ปกติปิด (NC) ทำหน้าที่ตัดวงจรหรือสั่งหยุดไม่ให้วงจรทำงาน ทั้งนี้จะส่งผลต่อวงจรกำลังด้วยเช่นกันคือมอเตอร์จะหยุดหมุน

4. S2 หมายถึง สวิตช์ปุ่มกด ปกติเปิด (NO) ทำหน้าที่สั่งให้วงจรทำงานหรือสั่งให้มอเตอร์เริ่มเดินหรือเริ่มหมุนนั่นเอง

5. K1 หมายถึง ขดลวดหรือคอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ถ้าหากในวงจรกำลังมีจำนวน 3 ตัว จะเขียนแทนด้วย K1, K2 และ K3 ตามลำดับ

6. H1, H2 หมายถึง จำนวนหลอดไฟสัญญาณที่ใช้ในวงจรควบคุม สีเขียว หมายถึง วงจรกำลังทำงาน มอเตอร์หมุนเป็นปกติ สำหรับสีส้ม หมายถึง เกิดผิดปกติขึ้นในวงจรกำลัง

7. หน้าสัมผัสปกติเปิด K1 หมายถึง หน้าสัมผัสช่วย (Auxillary Contact) ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ตัวที่ 1 (K1) ใส่ไว้ในแถวที่ 2 หรืออาจจะใส่ไว้ในแถวใด ๆ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทำงาน



ภาพที่ 5.6 วงจรควบคุม

### แบบทดสอบหน่วยที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## แบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวชฎิพร สุนทรวัฒน์  
 วัน-เดือน-ปี เกิด วัน ศุกร์ ที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2538  
 ภูมิลำเนา จังหวัดร้อยเอ็ด  
 ที่อยู่ปัจจุบัน 19/112 แขวงคลองถนน เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร 10220

ประวัติการศึกษา  
 ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนศิริวัฒนวิทยา  
 กรุงเทพมหานคร  
 ปีการศึกษา 2562 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี  
 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์วิศวกรรม  
 แขนงวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
 และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
 ปีการศึกษา 2565 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท  
 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
 ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม แขนงวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้