การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

The construction and development of the demonstration model for fault finding in motor controller

คมกริช แสงสุรินทร์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความเรียบร้อยอย่างดียิ่งเนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้คำปรึกษาแนะนำจาก ดร.คำนึง ทองเกตุ อาจารย์วีระเดช จองสุรียภาส อาจารย์จรัญ คนแรง อาจารย์ธนิศร์ พันธุ์ประยูร และอาจารย์นฐกร กาตาสาย ผู้เชี่ยวชาญที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาชี้แนะกำลังใจในการจัดทำวิจัย ตลอดจนตรวจสอบกรอบวิธีการจัดทำการสร้างและจัดเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ประเมินผล จนสามารถจัดทำวิจัยในครั้งนี้แล้วเสร็จ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณครูแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง เจ้าหน้าที่ วิทยาลัยเทคนิคเชียงรายทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะปรับปรุงแก้ไข รูปแบบโครงสร้าง รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ได้ร่วมทดสอบชุดสาธิตในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่-น้อง และสมาชิกในครอบครัวทุกคนที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด จนสามารถจัดทำและดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

คมกริช แสงสุรินทร์

ชื่อรายงาน : การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
ชื่อผู้วิจัย : คมกริช แสงสุรินทร์
แผนกวิชา : ช่างไฟฟ้ากำลัง
สถานศึกษา : วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ปีการศึกษา : 2557

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย ผู้สร้างได้สร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยชุดสาธิต แบบตอบถามท้ายการปฏิบัติงาน ใบงาน และแบบทดสอบ ชุดสาธิตนี้ได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 42 คน หลังจากจบการใช้ชุดสาธิตในแต่ละหัวข้อให้นักเรียนตอบถามท้ายการปฏิบัติงาน ใบงานในหัวข้อนั้น ๆ ทันที และเมื่อเรียนจบทุกเรื่องแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ หลังจากนั้นจึงนำคะแนนที่ได้จากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงาน ใบงาน และทำแบบทดสอบ มาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดสาธิต

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ปรากฏว่า ประสิทธิภาพซึ่งได้จากแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความคิดเห็นค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.78 นั่นคือ ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อยู่ในระดับดี ผลการประเมินคู่มือการใช้งานของชุดสาธิต มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.72 นั่นคืออยู่ในระดับดี แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิตของผู้เรียนจำนวน 42 คน มีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.81 นั่นคืออยู่ในระดับดี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.41 / 82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80 ที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้ชุดสาธิต ทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

Title : The construction and development of the demonstration model for fault finding in motor controller

Researcher : Mr.Komgrit Sangsurin

Major Field : Electrical Power

Academy : Chiangrai Technical College

Academic Year : 2014

Abstract

This experimental research aims at creating and developing a demonstration set for faults finding of motor controlling device in the subject of 21042109 “Programming and Electrical Controlling” on the topic of electric motor control. This subject is the requirement of the vocational certificate of Chiangrai Technical College under the supervision of OVEC (Office of Vocational Education Commission).

The researcher designed and constructed the demonstration set for faults finding of motor controlling device consisting of the demonstration set, report of work practice, work sheet, and test. The developed demonstration set was tried with the sample group of 42 - 3rd year students in the Department of Electrical Power, vocational certificate level in the 2nd semester of the academic year 2557. After studying on each topic of the demonstration set, the students completed the assessment test and the work sheet. The scores from the test of each topic and the work sheet were then calculated to find the efficiency of the demonstration set. Moreover, after finishing every topic, the students have to do the achievement test.

The results showed that the efficiency of the appropriateness validated by 5 specialists was at the average of 3.78 or at good level. In addition, the specialists evaluated the handbook of the demonstration set at the average of 3.72 or good level. The students reported their satisfaction on learning with the demonstration set at the average of 3.81 with the efficiency of 83.41/ 82.27 higher than the set criteria at 80/80. The results of the achievement test showed that the posttest score was higher than the pretest score at the statistically significant level of 0.01.

Keywords : demonstration set for faults finding of motor controlling device

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 สมมุติฐานของงานวิจัย	3
1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 การเรียนรู้ลักษณะการสาธิต	6
2.2 การสร้างชุดสาธิต	9
2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาชุดสาธิต	10
2.4 ส่วนประกอบและการเขียนคู่มือการใช้งาน	10
2.5 ประโยชน์ของชุดสาธิต	11
2.6 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	11
2.7 แบบที่ใช้เขียนวงจรการควบคุมมอเตอร์	18
2.8 ชนิดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	21
2.9 วงจรควบคุมและวงจรกำลัง	23
2.10 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	27
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	34
3.1 ศึกษาข้อมูล	36
3.2 การออกแบบชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	37
3.3 การออกแบบวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	39
3.4 การทดสอบอุปกรณ์ควบคุม	45
3.5 ประกอบอุปกรณ์/ทดสอบชุดสาธิต และการจัดทำคู่มือ	47
3.6 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ	50
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล	52
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	58
4.1 การวิเคราะห์ผลของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	59
4.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ	65
4.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพคู่มือการใช้งานชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ	70
4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิตโดยผู้เรียน	71
4.5 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	76
4.6 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน	77
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	80
5.1 สรุปผลการวิจัย	81
5.2 การอภิปรายผล	82
5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	83
5.4 ข้อเสนอแนะทั่วไป	83
บรรณานุกรม	84

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ก	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินชุดสาธิต หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	86
ภาคผนวก ข	ลักษณะรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า	108
ภาคผนวก ค	คู่มือการใช้งานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	110
ภาคผนวก ง	แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต	129
ภาคผนวก จ	แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต	134
ภาคผนวก ฉ	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ความพึงพอใจ ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ	138
ภาคผนวก ช	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้งาน	140
ภาคผนวก ซ	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพ	142
ภาคผนวก ฌ	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถาม ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งาน	144
ภาคผนวก ญ	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งาน	146
ภาคผนวก ฎ	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต	153
ภาคผนวก ฏ	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตารางวิเคราะห์ความสอดคล้อง ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ	160
ภาคผนวก ฐ	ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ	168
ภาคผนวก ฑ	การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุม มอเตอร์	170
ภาคผนวก ฒ	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t-test) คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน	175
ภาคผนวก ณ	ใบงาน	178

สารบัญ(ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ด	การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดสาธิตเดิม)	217
ภาคผนวก ต	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t-test) คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน (ชุดสาธิตเดิม)	222
ภาคผนวก ถ	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต (ชุดสาธิตเดิม)	225
ภาคผนวก ท	การเผยแพร่ผลงาน	231
ภาคผนวก ธ	การอบรมสัมมนาทางวิชาการ	245
ภาคผนวก น	ประวัติผู้วิจัย	253

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2 - 1	ขนาดกระแสที่ตัวฟิวส์และสีเครื่องหมาย	12
2 - 2	แสดงการจำแนก PLC ตามขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมและจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต	28
4 - 1	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์	61
4 - 2	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด	62
4 - 3	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ	64
4 - 4	ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่อง	64
4 - 5	สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน	65
4 - 6	สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน	68
4 - 7	สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินคู่มือการใช้งานการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิมและชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน	70
4 - 8	สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) จากผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน	71
4 - 9	สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) จากผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน	74
4 - 10	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในกรณีเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน	75

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4 - 11	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในกรณีเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ ของผู้เรียน กลุ่ม 1-2 จำนวน 42 คน	76
4 - 12	แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน	76
4 - 13	แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน	77
4 - 14	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน (ชุดใหม่) กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน	78
4 - 15	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน (ชุดเดิม) กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน	78

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1 - 1	ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	2
2 - 1	ปลั๊กฟิวส์และลูกฟิวส์	11
2 - 2	คอนแทกเตอร์แบบต่าง ๆ	13
2 - 3	ลักษณะโครงสร้างภายในของแมกนีติกคอนแทกเตอร์	14
2 - 4	โอเวอร์โหลดรีเลย์	16
2 - 5	สวิตช์ปุ่มกด	17
2 - 6	หลอดไฟสัญญาณ	17
2 - 7	รีเลย์ตั้งเวลา	18
2 - 8	แบบงานจริง	19
2 - 9	วงจรกำลังและวงจรควบคุม	20
2 -10	แบบวงจรเส้นเดียว	20
2 - 11	แบบวงจรประกอบการติดตั้ง	21
2 - 12	มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟสแบบสปลิทเฟส	22
2 - 13	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชั่น	22
2 - 14	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบซิงโครนัส	23
2 - 15	วงจรกำลังและวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	24
2 - 16	วงจรกำลังและวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	25
2 - 17	วงจรกำลังและวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา	26
2 - 18	โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก	28
2 - 19	โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดกลาง	28
2 - 20	โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดใหญ่	29
2 - 21	โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีโครงสร้างแบบ Computer	29
2 - 22	ลักษณะโครงสร้างของ PLC	31
3 - 1	ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย	34
3 - 2	โครงสร้างอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	36
3 - 3	การออกแบบแผงหน้าชุดสาธิต	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3 - 4	โครงสร้างกล่องชุดสาธิต	38
3 - 5	การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งหน้าสัมผัส	40
3 - 6	วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง (วงจรรีเลย์ทำงานปกติ)	40
3 - 7	การสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง โดยใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	41
3 - 8	การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์	41
3 - 9	การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งหน้าสัมผัส	42
3 - 10	การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด	42
3 - 11	การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า	43
3 - 12	การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ	43
3 - 13	การติดตั้งโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์	44
3 - 14	ชุดสาธิตเดิม	44
3 - 15	ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่	45
3 - 16	การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	45
3 - 17	การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ	47
3 - 18	ตรวจสอบการเชื่อมต่อจุดขั้วต่อสายต่าง ๆ กับอุปกรณ์ควบคุมด้วยมัลติมิเตอร์	47
3 - 19	ทดสอบวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง	48
3 - 20	หมายเลขส่วนประกอบของชุดสาธิตในคู่มือการใช้งาน	49
3 - 21	แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	53
4 - 1	การพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	58
4 - 2	ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP1	59
4 - 3	ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP2	59
4 - 4	ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP3	59
4 - 5	วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง (วงจรรีเลย์ทำงานปกติ)	60
4 - 6	การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์	60
4 - 7	การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4 - 8	การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า	63
5 - 1	ชุดสาธิตที่พัฒนา คู่มือการใช้งานชุดสาธิตและใบงาน	80

บทที่ 1
บทนำ

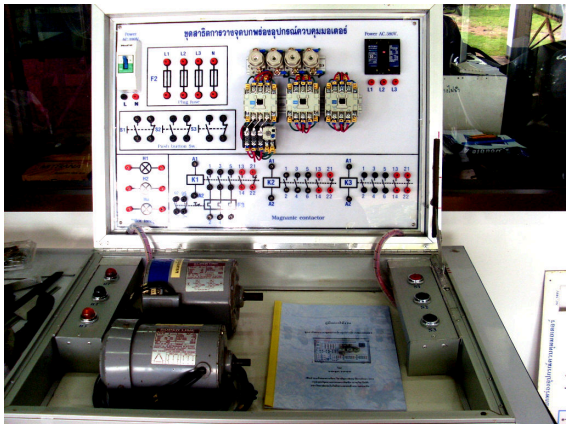
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มอเตอร์ไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญหลัก ๆ ของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้สอยอยู่ในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหรือที่พักอาศัย สถานศึกษา หน่วยงานราชการ รวมไปถึงในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ อาทิเช่น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำ พัดลม เครื่องปั่นอาหาร รวมไปถึงเครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจะมีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบ จึงถือได้ว่ามอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากในงานทางด้านไฟฟ้าหรือไฟฟ้ากำลัง การศึกษาเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง มอเตอร์ไฟฟ้าจึงถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ผู้เรียนทางด้านไฟฟ้ากำลังต้องมีความรู้เข้าใจเป็นอย่างดีทั้งในส่วนของเนื้อที่เป็นทฤษฎีและปฏิบัติ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างหรือการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ในการเรียนการสอนในเรื่องมอเตอร์ไฟฟ้านั้นเนื้อหาที่ถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งคือการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เนื่องจากการนำมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ นั้น การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้านั้นถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะการออกแบบในการควบคุมการทำงานมอเตอร์นั้นถ้ามีการออกแบบระบบควบคุมที่ดีจะทำมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ลดการเสียหายของมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้นและยืดอายุการใช้งานมอเตอร์ได้อีกด้วย จึงกล่าวได้ว่าการควบคุมการมอเตอร์ไฟฟ้านั้นถือได้ว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก ดังนั้นผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้าต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอย่างดี ซึ่งในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยปกติจะมีองค์ประกอบพื้นฐานของวงจรควบคุมที่นิยมใช้โดยจะมีองค์ประกอบของ สวิตซ์ปุ่มกด แมกนีติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลดรีเลย์ และหลอดไฟสัญญาณเป็นต้น

ในการศึกษาภาคปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้านั้น หากมีการศึกษาจุดบกพร่องอันเกิดจากอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ ก็จะทำให้ผู้ที่ศึกษาสามารถวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุและค้นหาจุดบกพร่องอันเกิดจากอุปกรณ์นั้นได้และนำไปสู่การแก้ปัญหาข้อบกพร่องหรืออาการเสียดังกล่าวได้ ซึ่งในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้านั้นปัญหาหรือสาเหตุหลักที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มักจะเกิดกับอุปกรณ์ที่ใช้ในงานควบคุม เช่น แมกนีติกคอนแทกเตอร์ซึ่งโดยทั่วไปเกิดจากคอยล์ไม่ทำงานหรืออาจจะขาดไหม้ได้ หรือหน้าสัมผัสคอนแทกเมนและหน้าสัมผัสคอนแทกช่วยทำงานไม่ปกติเกิดจากการอาร์กระหว่างหน้าสัมผัส ทำให้หน้าหน้าสัมผัสติดกัน ทำให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์

ได้ นั่นคือมอเตอร์ทำงานตลอดเวลา ซึ่งสาเหตุดังที่กล่าวมาขั้นต้นนั้นถือได้ว่าเป็นปัญหาหลัก ๆ ที่เกิดขึ้นในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า หากในกระบวนการเรียนการสอนในเนื้อหาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าในภาคปฏิบัติได้มีการปฏิบัติจำลองโดยกำหนดจุดบกพร่องที่เกิดจากการควบคุมมอเตอร์จากกรณีต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้นแล้วสามารถทำการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้ก็จะสามารถทำให้ผู้เรียนได้เกิดความเข้าใจในเรื่องการควบคุมมอเตอร์ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งที่ผ่านมานั้นในกระบวนการเรียนการสอนในเนื้อหาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าของสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงรายนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเรียนการสอนโดยใช้ชุดสาธิตการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอนที่มีอยู่ก่อนหน้านี้แล้วดังภาพที่ 1-1 โดยชุดสาธิตดังกล่าว เมื่อผู้วิจัยได้ทำการนำมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนได้พบว่าชุดสาธิตดังกล่าวมีจุดบกพร่องและมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานอยู่หลายส่วนอีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมีความล้าสมัยไม่ทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน อีกทั้งไม่สามารถนำมาประกอบการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องการควบคุมมอเตอร์ได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบพัฒนาและสร้างชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ โดยทำการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นจากชุดสาธิตเดิม อีกทั้งได้มีการปรับปรุงให้ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีความทันสมัยและครอบคลุมเนื้อหาในการเรียนการสอนเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า นอกจากนี้ได้ทำการหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำการพัฒนาขึ้นมา หลังจากนั้นได้ทำการนำชุดสาธิตไปใช้ร่วมในการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น



ภาพที่ 1-1 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1.2.3 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ใช้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ในครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

1.3.1 การหาประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1) ตัวแปรต้นคือชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

2) ตัวแปรตามคือการวางจุดบกพร่อง

1.3.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) ตัวแปรต้นคือชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

2) ตัวแปรตามคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3.3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1) ตัวแปรต้นคือชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

2) ตัวแปรตามคือความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

1.4 สมมุติฐานของงานวิจัย

1.4.1 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้ประกอบการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ใช้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.4.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์อยู่ในระดับมาก

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การสร้างหมายถึงการจัดทำส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ การประกอบชิ้นส่วนตามแบบและการปรับปรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้สามารถทำงานได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.5.2 การพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์หมายถึงการออกแบบและการปรับปรุงระบบด้านการออกแบบ ด้านการใช้งานและคุณภาพให้มีสมรรถนะที่ดีขึ้น

1.5.3 ประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์หมายถึงคุณภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวัดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนนักศึกษาทั้งหมดจากการตอบแบบคำถามท้ายการปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 / 80 คือ

1) 80 ตัวแรกหมายถึงร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยจากการตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานทั้งหมด

2) 80 ตัวหลังหมายถึงร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาทั้งหมด

1.5.4 ผู้เชี่ยวชาญหมายถึงผู้ที่มีวุฒิการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรี และมีประสบการณ์ด้านการสอนเกี่ยวกับวิชาการควบคุมมอเตอร์ หรือผู้ที่สอนวิชาที่มีเนื้อหาใกล้เคียงไม่น้อยกว่า 10 ปี

1.5.5 ผู้เรียนหมายถึงนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า ในปีการศึกษา 2557 วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จังหวัดเชียงราย

1.5.6 ความพึงพอใจของผู้เรียนหมายถึงความรู้สึกที่มีต่อการออกแบบ คุณภาพและการใช้งานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนด จะเกิดความรู้พึงพอใจ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไม่สามารถทำงานได้ตามข้อกำหนด หรือทำงานได้ไม่เต็มข้อกำหนดจะเกิดความรู้สึกไม่พอใจ

1.5.7 คุณภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์หมายถึงการวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลดและหลอดไฟสัญญาณ ให้ทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบเอาไว้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

1.6.2 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเรียนให้สูงขึ้น

1.6.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดสาธิตในหัวข้อวิชาการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และสาขาวิชาอื่น ๆ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทั้งด้านทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเสนอหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 การเรียนรู้ลักษณะการสาธิต
2.2 การสร้างชุดสาธิต
2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาชุดสาธิต
2.4 ส่วนประกอบและการเขียนคู่มือการใช้งาน
2.5 ประโยชน์ของชุดสาธิต
2.6 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
2.7 แบบที่ใช้เขียนวงจรการควบคุมมอเตอร์
2.8 ชนิดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ
2.9 วงจรควบคุมและวงจรกำลัง
2.10 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้ลักษณะการสาธิต

การสาธิตด้วยตนเอง หมายถึงการสอนเนื้อหาวิชาโดยให้นักศึกษาทำการสาธิตด้วยตนเอง เป็นวิธีการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้จากการค้นพบจากผลการสาธิต นักศึกษาได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นรูปธรรมมากที่สุด การเรียนรู้เป็นจุดหมายปลายทางของการ ศึกษาควรจะส่งเสริมให้มีการเรียนการสอนแบบสาธิตมาก ๆ

2.1.1 ประโยชน์ของการสอนโดยให้นักศึกษาทำการสาธิตด้วยตนเองมีดังนี้

1) ทำให้เกิดความสนใจในบทเรียน
2) ทำให้มองเห็นว่าเป็นสิ่งแปลกใหม่
3) ทำให้มองเห็นและจับต้องได้
4) ทำให้ค้นหาคำตอบได้เอง

5) ทำให้สนุกสนานกับการเรียน

6) ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

2.1.2 การสาธิตด้วยตนเองสอดคล้องกับหลักการเรียนที่ดีคือ

1) บอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน นักศึกษาทราบว่าตนเองจะทำการสาธิต เพื่อพิสูจน์หรือ ค้นหาคำตอบอะไร

2) บอกความคาดหมายผลสุดท้ายที่ตนทำการสาธิต ได้แม้การสาธิตนั้นจะล้มเหลว

3) การสาธิตด้วยตนเองจะต้องทำไปทีละน้อยตามลำดับขั้น

4) นักศึกษาเป็นผู้สาธิตเอง

5) บอกวิธีเรียนคือการสาธิตด้วยตนเอง

6) เป็นการทำซึ่งจำได้แม่นยำ เพราะหากการสาธิตไม่ตรงตามความคาดหมายจะต้องกลับไปทำใหม่

7) เนื้อหาตรงจุดมุ่งหมาย หมายถึง กระบวนการปฏิบัติจะต้องสอดคล้องกับสิ่งที่ตนต้อง การสาธิตหรือพิสูจน์เพื่อให้ได้คำตอบ

8) การสาธิตขั้นที่ 1 ไปสู่ขั้นที่ 2 จนถึงขั้นสุดท้ายเป็นการปฏิบัติแบบต่อเนื่อง

9) การสาธิตเป็นการล่อใจ

10) เป็นการเรียนด้วยการปฏิบัติจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจและจำได้แม่นยำ

2.1.3 จุดมุ่งหมายของการทำการสาธิตด้วยตนเอง

ผู้สอนจะต้องตระหนักถึงนิสัยในการเรียนของนักศึกษา โดยระลึกอยู่เสมอว่าเมื่อสอนด้วยการให้นักศึกษาสาธิตด้วยตนเองนั้น จะก่อให้เกิดวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับนักศึกษา กล่าวคือ นักศึกษาจะต้องมีนิสัยที่สามารถแก้ปัญหาในชีวิตโดยคิดอย่างมีเหตุผลตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เมื่อมีปัญหาข้อสงสัยหรือเกิดการอยากรู้ จะต้องทำความเข้าใจได้แจ่มแจ้งว่าปัญหาข้อ สงสัยความอยากรู้นั้นเรื่องอะไร ถ้าไม่ทำเสียก่อนย่อมทำให้การดำเนินหาคำตอบทำได้ยาก

2) ต้องค้นหาคำตอบ สาเหตุของปัญหาอาจเป็นคำตอบเดียวหรือหลายคำตอบก็ได้ คำตอบนั้นๆ จะต้องเข้าได้กับความจริงซึ่งทราบกันอยู่แล้ว ขั้นนี้เรียกว่า ขั้นตั้งสมมติฐาน

3) เมื่อทราบปัญหาสมมติฐานแล้ว ต้องพยายามหาความรู้ให้มากที่สุดโดยการอ่าน ถามครู ถามผู้ใหญ่ และรวบรวมความรู้ที่ได้นำไปลองทำดู เรียกว่าขั้นสาธิต

4) วิเคราะห์ผลการสาธิต คือการตรวจดูผลการสาธิตที่ได้ทำแล้ว เมื่อสมมติฐานได้ไม่เข้ากับความเป็นจริงก็ตัดสมมติฐานนั้นทิ้งไป คงไว้แต่สมมติฐานที่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์การสาธิต

5) บันทึกสมมติฐานที่ได้พิสูจน์แล้ว เป็นกฎเกณฑ์เพื่อจะได้นำเอากฎเกณฑ์ไปใช้อธิบายเรื่องอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน

2.1.4 หลักการสอนโดยให้นักศึกษาทำการสาธิตด้วยตนเอง

1) ต้องเป็นการสาธิตที่เร้าใจเกิดความคิด และประหลาดใจจนถึงนำไปสู่การแก้ปัญหา

2) นักศึกษาจะต้องรู้จุดมุ่งหมายของการสาธิตแต่ละครั้งเสมอ

3) ครูต้องเตรียมแผนการสาธิตด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

4) ให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการสาธิตมากที่สุด

5) ครูต้องให้นักศึกษาปฏิบัติโดยเป็นตัวของตัวเองมากที่สุด

6) ครูต้องทำการสาธิตก่อนเพื่อความแน่ใจ

7) ครูต้องสร้างให้นักศึกษาเกิดความสังเกต ควบคู่ไปกับการสาธิตเสมอ ๆ โดยกำหนดไว้ตามขั้นตอนต่าง ๆ

8) ใช้อุปกรณ์ง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน

9) การสาธิตทุกครั้งต้องสรุปผล และถ้าเป็นไปได้ควรเขียนรายงานสรุปด้วยตนเอง

2.1.5 ประเภทของงานสาธิตสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) งานสาธิตตามแบบแผน หมายถึงงานสาธิตที่ต้องปฏิบัติตามแบบแผน หรือฟอร์มที่กำหนดโดยอาจารย์ผู้สอน นักศึกษามีหน้าที่เพียงแต่ปฏิบัติตามขั้นตอนและสรุปผลตามคำสั่งที่กำหนด งานสาธิตตามแบบแผนโดยปกติใช้สำหรับงานที่เป็นพื้นฐาน เช่น เมื่อนักศึกษากำลังเริ่มเข้าเรียนวิชาการสาธิต ในการวางแผนการสอนอาจารย์ผู้สอนจะต้องจัดเตรียมใบสาธิต ใบความรู้ ใบทดสอบ ไว้ให้นักศึกษาเพื่อจะได้ปฏิบัติงานตามนั้น

2) งานสาธิตที่ไม่มีแบบแผน หมายถึงงานสาธิตที่ไม่ต้องมีแบบแผน หรือ ฟอร์มใด ๆ สิ่งที่กำหนดจากอาจารย์ผู้สอนคือ จุดประสงค์ของงานปฏิบัตินั้น ๆ เท่านั้น ส่วนการกำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้วิธีและลำดับขั้นการปฏิบัติงานนักศึกษาจะมีหน้าที่ค้นคว้าขึ้นมาโดยคำแนะนำของอาจารย์ผู้สอน การเตรียมงานสำหรับอาจารย์ผู้สอนในเรื่องของเอกสารจะมีไม่มาก และอาจารย์ผู้สอนจะต้องมีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ในงานนั้น ๆ เป็นอย่างดี

การสอนแบบสาธิตนักศึกษาทุกคนจะได้มีโอกาสทำการสาธิตทั่วถึงกัน เพื่อที่จะได้ศึกษาข้อเท็จจริงด้วยตนเอง ซึ่งการสอนแบบให้นักศึกษาเป็นผู้สาธิตไม่ได้เน้นว่านักศึกษาจะทราบผลการประลองล่วงหน้าหรือไม่ เท่าที่ทำกันอยู่ส่วนใหญ่ ครูมักจะให้กฎเกณฑ์ไว้ก่อนแล้ว นักศึกษาทำการสาธิตเพื่อพิสูจน์กฎเกณฑ์นั้น ๆ ถึงแม้วิธีการสอนที่สิ้นเปลืองใช้เวลาการสอนมากกว่าการบรรยายเครื่องมือและอุปกรณ์มีราคาแพงอาจจะไม่คุ้มกับผลลัพธ์ที่ได้ นักศึกษาอาจจะสนุกกับเครื่องมือจนลืมหลักการที่ต้องเรียนรู้ เป็นต้น

2.1.6 ข้อดี ข้อเสีย ของวิชาการสอนแบบสาธิต

วิธีการสอนแบบการสาธิตมีข้อดีดังนี้

1) ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

2) วัสดุจริงช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจทำให้การเรียนการสอนจริงจังและมีชีวิตชีวา

3) ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ

4) เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ

5) สิ่งประทับใจได้จากการสัมผัสหลาย ๆ ทางย่อมทำให้เกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น

6) การได้มีประสบการณ์จริงย่อมเป็นสิ่งชัดเจนกว่า

วิธีการสอนแบบการสาธิตมีข้อเสียดังนี้

1) ใช้เวลาในการสอนมาก

2) ถ้าไม่รู้จักเลือกประดิษฐ์ เครื่องมือ ทำให้สิ้นเปลือง

3) นักศึกษาอาจจะสนุกกับการเล่นเครื่องมือ จนลืมหลักการที่ต้องเรียนรู้

2.2 การสร้างชุดสาธิต

1) การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ นอกเหนือจากข้อมูลความรู้ และประสบการณ์ต่าง ๆ ยังมีเครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยในการกำหนดและตัดสินใจเลือกเนื้อหาก็คือ การวิเคราะห์กิจกรรม (Task Analysis) หัวข้อที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจะถูกนำมาเขียนในรูปวัตถุประสงค์และเขียนเป็นเนื้อหา ซึ่งเนื้อหาวิชาดังกล่าวก็นำมาใช้สำหรับการสอนด้านประลอง

2) การออกแบบและสร้างชุดสาธิต องค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบแล้วสร้างชุดสาธิต คือ กิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งวัตถุประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะเป็นแนวทางสำหรับการออกแบบสร้างชุดสาธิต และคู่มือการใช้งาน ต่อไป

3) การทดลองใช้ชุดสาธิต จะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่างๆ เช่นความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวกในการลอกเลียนแบบขึ้นมาใหม่

4) การปรับปรุงข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดสาธิตให้มีคุณภาพ จนเป็นที่ยอมรับได้

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาชุดสาธิต

1) ทดสอบประสิทธิภาพด้านโครงสร้างชุดสาธิต ได้แก่การวิเคราะห์โดยดูจากโครงสร้างชุดสาธิตในด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุที่นำมาสร้างชุดสาธิตมีความแข็งแรงทนทานเพียงใดในด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ขนาดของชุดสาธิต มีขนาดพอเหมาะกับจำนวนผู้เรียนขณะทดลอง หรือไม่ เป็นต้น

2) ประสิทธิภาพด้านการนำไปใช้งาน ได้แก่การทดสอบด้วยความสะดวกในการทดลองความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน มีความคล่องตัวในการติดตั้งเข้ากับระบบอื่น ๆ

3) พัฒนาโดยการนำเอาโปรแกรมเมเบิลลอจิคอนโทรลเลอร์ ติดตั้งเพิ่มเข้าเพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โดยแปลงจากวงจรรีเลย์

2.4 ส่วนประกอบและการเขียนคู่มือการใช้งาน

1) คำนำ เป็นส่วนที่แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นของผู้ผลิต เพื่อให้ผู้ใช้ได้เห็นคุณค่าของชุดสาธิต และเป็นการชี้แจงให้ผู้ใช้ทราบถึงคุณปัญหา จุดอ่อนและจุดเด่นต่าง ๆ ในกรณีที่ชุดสาธิต ได้ผ่านการหาประสิทธิภาพมาแล้ว ควรบอกระดับประสิทธิภาพของชุดสาธิตไว้ด้วย

2) ส่วนประกอบของชุดสาธิต เพื่อกระตุ้นให้มีการตรวจตราวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนการนำไปใช้

3) คำชี้แจงสำหรับผู้สอน เป็นการกำหนดสิ่งที่ครูควรปฏิบัติ เพื่อจะได้ดำเนินการสอนแบบศูนย์การเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) สิ่งที่ผู้สอนและผู้เรียนต้องเตรียม กำหนดสิ่งที่ครู และผู้เรียนจะต้องจัดเตรียมและจัดหาไว้ล่วงหน้าก่อนสอน เช่น การไปยืมอุปกรณ์จากหน่วยงานอื่น เป็นต้น

5) บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน เป็นบทบาทที่ครูและผู้เรียนควรปฏิบัติในเวลาเรียน ผู้สอนควรจะต้องเป็นผู้ชี้แจงบทบาทของผู้เรียนให้ทราบก่อนใช้ชุดสาธิตทุกครั้ง

6) การจัดห้องเรียน มีการอธิบายการจัดห้องเรียนพร้อมทั้งทำแผนผังแสดงศูนย์กิจกรรมต่าง ๆ

2.5 ประโยชน์ของชุดสาธิต

1) ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลา

2) ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดสาธิตสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากคู่มือการใช้งาน

3) ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะผู้เรียนสามารถนำชุดสาธิตไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4) ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู เพราะสามารถนำไปใช้ได้ทันที

5) เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

6) ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

7) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและมีความรับผิดชอบ

8) ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6 อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

2.6.1 ปลั๊กฟิวส์ (Plug fuse)

ฟิวส์ที่ใช้ในวงจรควบคุมและวงจรกำลัง จะเป็นฟิวส์แรงดันต่ำที่เรียกว่าปลั๊กฟิวส์ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างหลายแบบฟิวส์ดังกล่าวเป็น เอช อาร์ ซี ฟิวส์ (High rupture capacity fuse) ซึ่งมีคุณลักษณะพิเศษคือสามารถตัดกระแสลัดวงจรจำนวนมากๆ ได้อย่างปลอดภัย แม้ตัวฟิวส์จะมีพิกัดกระแสต่ำ ๆ ก็ตาม

ภาพที่ 2-1 ปลั๊กฟิวส์และลูกฟิวส์

ตารางที่ 2-1 ขนาดกระแสที่ตัวฟิวส์และสีเครื่องหมาย

ขนาด กระแส (A)	**2 4 6 10**	**16 20 25**	**35**	**50 63 80 100 125 160 200**
สี เครื่องหมาย	ชมพู น้ำตาล เขียว แดง	เทา น้ำเงิน เหลือง	ดำ	ขาว ทองแดง เงิน แดง เหลือง ทองแดง น้ำเงิน

1) ฟิวส์สำหรับป้องกันสายจ่ายไฟย่อยของมอเตอร์

F1 เป็นฟิวส์ที่ต่อไว้ในวงจรกำลังเพื่อทำหน้าที่ป้องกันสาย หากเกิดการลัดวงจรของวงจรกำลัง (ในกรณีที่มอเตอร์มีการป้องกันด้วยโอเวอร์โหลดอยู่แล้ว) ขนาดของ F1 ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด และวิธีการสตาร์ตมอเตอร์ ซึ่งกินกระแสสตาร์ตไม่เท่ากัน ขนาดของฟิวส์ F1 นี้จะต้องใหญ่ (มี Time current characteristic) พอที่จะทนกระแสในช่วงสตาร์ตได้ ค่ากระแสสูงสุดของ F1 เมื่อเป็นฟิวส์ชนิดขาดเร็วมีดังนี้

(1) มีค่าอัตรากระแสสูงเป็น 3 เท่าของกระแสของมอเตอร์ขณะรับโหลดเต็มที่ เมื่อมอเตอร์นั้นเป็นมอเตอร์กระแสสลับเฟสเดียวหรือหลายเฟสที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก (แบบทั่ว ๆ ไปไม่มีโค้ดอักษรกำกับ) หรือเป็นซิงโครนัสมอเตอร์ และมอเตอร์ดังกล่าวใช้วิธีการสตาร์ตตรงสตาร์ตโดยใช้ตัวต้านทาน หรือใช้รีแอคเตอร์

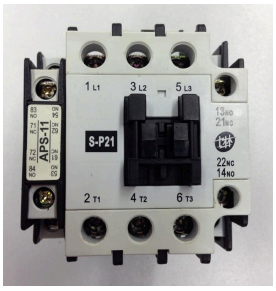
(2) มีอัตรากระแสสูงเป็น 1.5 เท่าของกระแสของมอเตอร์ขณะรับโหลดเต็มที่ เมื่อมอเตอร์นั้นเป็นวาวด์โรเตอร์ หรือมอเตอร์กระแสตรง (แบบทั่ว ๆ ไปไม่มีโค้ดอักษรกำกับ)

2) ฟิวส์ในวงจรควบคุม

F2 เป็นฟิวส์ซึ่งมีไว้สำหรับป้องกันสายของวงจรควบคุม ขนาดของฟิวส์ขึ้นอยู่กับขนาดของสายที่ใช้ในวงจรควบคุม โดยจะต้องมีค่ากระแสต่ำกว่ากระแสสูงสุดที่สายทนได้ เพื่อที่จะให้ควบคุมมีโอกาสหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อฟิวส์ในวงจรกำลังเปิดวงจรฟิวส์ของวงจรควบคุมจะต่ออยู่หลัง F1

2.6.2 คอนแทกเตอร์ (Contactor)

เป็นสวิตช์แม่เหล็กที่ใช้ในการตัด-ต่อวงจรกำลัง มีหลายขนาดในตัวของมันเอง นอกจากจะมีคอนแทกสำหรับวงจรกำลังแล้ว จะมีคอนแทกช่วยทั้งปกติปิดและปกติเปิดอีกด้วย ซึ่งอาจจะมีอยู่อย่างละ 1 หรือ 2 คอนแทก ให้เลือกใช้ตามความจำเป็นของวงจรควบคุม



ภาพที่ 2-2 คอนแทกเตอร์แบบต่าง ๆ

1) ความหมายของรีเลย์และคอนแทกเตอร์

รีเลย์หมายถึงสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม เช่น คอยล์ของแทกเตอร์รีเลย์ตัวอื่นๆ โซลินอยด์ (Solinoids) แต่ก็ใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็กบ้างเหมือนกัน เช่นวงจรหลอดสัญญาณ หวูดสัญญาณ หรือมอเตอร์ขนาดเล็กเป็นต้น

คอนแทกเตอร์หมายถึงสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลังที่ใช้กระแสค่อนข้างสูง (ประมาณ 30 – 300 A) คอนแทกเตอร์มีส่วนประกอบและโครงสร้างเหมือนกับรีเลย์ แต่มีขนาดใหญ่กว่า และอาจมีอุปกรณ์ช่วยดับการอาร์คที่คอนแทกเพิ่มขึ้น

2) ข้อดีของการใช้คอนแทกเตอร์เมื่อเทียบกับสวิตช์กำลังอื่น ๆ

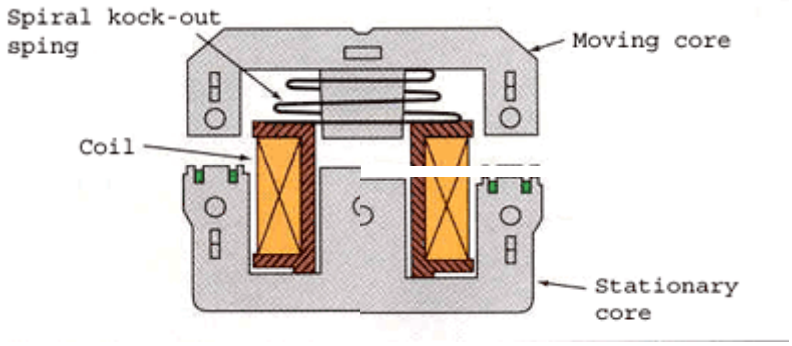
ให้ความปลอดภัยสำหรับผู้ควบคุม อันตรายจากการตัดต่อของวงจรกำลังซึ่งมีกระแสไฟฟ้าไหลค่อนข้างสูง (เช่น การสตาร์ตมอเตอร์ตัวใหญ่ ๆ และจะทำให้เกิดการอาร์คที่หน้าคอนแทกขณะเริ่มสตาร์ต) ทั้งนี้เพราะสามารถใช้กระแส หรือแรงเคลื่อนต่ำ ๆ ไปควบคุมคอยล์ของคอนแทกเตอร์ ทำให้เกิดการตัดต่อในวงจรกำลัง แทนการสับสวิตช์กำลังด้วยมือโดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถย้ายจุดควบคุมไปอยู่ในที่ ๆ ปลอดภัยและห่างจกวงจรกำลังได้

(1) ให้ความสะดวกในการควบคุม เพราะสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น Push button switch Pressure switch, Flow switch, Float switch, Limit switch ฯลฯ ในการควบคุมวงจรต่างๆ เช่น วงจรลิฟต์ ซึ่งสามารถควบคุมให้หยุดได้เองเมื่อลิฟต์วิ่งถึงชั้นที่ต้องการ

(2) ประหยัดเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยมือ (Manual control) ในบางกรณีภาระ (load) ที่ต้องการควบคุม จำเป็นต้องอยู่ห่างจากแหล่งจ่ายไฟ และจุดควบคุม ถ้าใช้การควบคุมด้วยมือ สายของวงจรกำลังจะต้องเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังจุดควบคุมจากนั้นจึงเดินไปยังภาระ แต่เมื่อ

ใช้การควบคุมด้วยคอนแทกเตอร์ จะช่วยให้ประหยัด เพราะสายของวงจรกำลังสามารถเดินจากแหล่งจ่ายไฟไปยังภาระได้โดยตรง ส่วนสายที่เดินไปยังจุดควบคุมจะเป็นสายของวงจรควบคุม ซึ่งมีขนาดเล็ก

3) โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์และคอนแทกเตอร์



ภาพที่ 2-3 ลักษณะโครงสร้างภายในของแมกนีติกคอนแทกเตอร์

รีเลย์และคอนแทกเตอร์จะมีโครงสร้างและการทำงานเหมือนกัน กล่าวคือ จะมีแกนเหล็กรูปตัว E อัดซ้อนกันเป็นแท่งอยู่ 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่ ที่ขากลางของแกนเหล็กชุดนี้จะมีขดลวดซึ่งพันอยู่บนบอบปิ้นสวมอยู่ ขดลวดชุดนี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา ส่วนที่ขาตัว E อีก 2 ข้าง จะมีลวดทองแดงเส้นใหญ่ต่อลัดวงจรไว้เป็นรูปวงแหวน และฝังอยู่ที่ผิวหน้าของแกนเพื่อช่วยลดการสั่นของแกนอันเนื่องมาจากกระแสสลับ เรียกวงแหวนนี้ว่า Shaded ring สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้ โดยมีตัวคอนแทกยึดติดอยู่ แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้ทำมาจากเหล็กแผ่นบาง ๆ ที่ผิดเคลือบด้วยฉนวน (laminated sheet steel)

ในสภาวะปกติ (Off) แกนเหล็กทั้ง 2 ชุดนี้จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริงที่ขาทั้ง 2 ข้างของแกน ทำให้ตัวคอนแทกบางตัวต่อวงจรของจุดสัมผัสให้ถึงกันจะเรียกคอนแทกชุดนี้ว่า “คอนแทกปกติปิด” ในขณะเดียวกัน ก็จะมีคอนแทกบางตัวที่ไม่ได้ต่ออยู่กับจุดสัมผัสจะเรียกคอนแทกชุดนี้ว่า “คอนแทกปกติเปิด”

ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เมื่อมันได้รับพลังงานไฟฟ้า แรงจากอำนาจแม่เหล็กจะชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่เคลื่อนที่ลงมา ในสภาวะนี้ (on) คอนแทกทั้ง 2 ชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงาน คือ คอนแทกปกติปิด จะเปิดวงจรของจุดสัมผัสออก และคอนแทกแบบปกติเปิด จะต่อวงจรของจุดสัมผัส คอนแทกทั้ง 2 ชุดนี้จะกลับไปอยู่ในสภาวะเดิมอีกครั้งเมื่อหยุดการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับขดลวด

โดยปกติคอนแทกแบบปิดจะใช้ตัด-ต่อวงจรควบคุมเท่านั้น ส่วนคอนแทกแบบปกติเปิดบางชุดจะทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรควบคุม และบางชุดจะทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรกำลังเราเรียกคอนแทกที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อควบคุมว่า คอนแทกช่วย (Auxiliary contact) และเรียกคอนแทกที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรกำลังว่า คอนแทกเมน (Main contact)

คอนแทกเมนของคอนแทกเตอร์ จะมีขนาดใหญ่กว่าคอนแทกช่วย แต่สำหรับรีเลย์คอนแทกที่ทำหน้าที่คอนแทกเมนจะมีขนาดพอ ๆ กับคอนแทกช่วย เนื่องจากจ่ายกระแสให้กับภาระขนาดเล็กเท่านั้น

4) ชนิดและขนาดของคอนแทกเตอร์ไฟสลับ

คอนแทกเตอร์ที่ใช้กับไฟกระแสสลับ แบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะของโหลดและการใช้งาน คือ AC1, AC2, AC3 และ AC4

(1) AC1 : คอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับโหลดเป็นความต้านทาน หรือในวงจรที่มีค่าอินดักทีฟน้อย ๆ

(2) AC2 : คอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้กับโหลดที่เป็นสลิปริงมอเตอร์

(3) AC3 : คอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับใช้สตาร์ต และหยุดโหลดที่เป็นมอเตอร์กรงกระรอก

(4) AC4 : คอนแทกเตอร์ที่เหมาะสำหรับการสตาร์ต - หยุดมอเตอร์ วงจร jogging และกลับทางหมุนของมอเตอร์แบบโรเตอร์กรงกระรอก

ขนาดของคอนแทกเตอร์นิยมเรียกเป็น Size 0, size 1, size 2, เป็นต้น Size ซึ่งตามด้วยตัวเลขที่มีค่ามากกว่าจะแสดงถึงขนาดของคอนแทกเตอร์ที่ใหญ่กว่า

สำหรับการพิจารณาเลือกขนาดของคอนแทกเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์จะพิจารณาที่ rated current และแรงดันของมอเตอร์กับ rated operating current และแรงดันของคอนแทกเตอร์กับ rated current ของมอเตอร์จะต่ำกว่าของ rated operating ของคอนแทกเตอร์ที่แรงดันเท่ากัน ซึ่งคอนแทกเตอร์ขนาดหนึ่งอาจใช้ได้กับมอเตอร์ที่มี KW ต่างกันได้ เช่น คอนแทกเตอร์ size 0 คอนแทกเตอร์มี rated current 9 A ที่ 380 V หรือน้อยกว่า และ 5 A ที่ 500 A จะสามารถใช้ได้กับมอเตอร์ที่มีขนาดถึง 2.2 KW 220 V ซึ่งมี่ rated current ประมาณ 8.7 A หรือใช้ได้กับมอเตอร์ที่มีขนาดถึง 4 KW 380 V ซึ่งมี rated current ประมาณ 8.5 A และใช้ได้กับมอเตอร์ 3 KW 500 V ซึ่งมี rated current ประมาณ 5 A

ในการพิจารณาเลือกคอนแทกเตอร์ นอกจากลักษณะและขนาดของโหลดที่ใช้แล้วยังจะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นอีกเช่น ถ้าความถี่ของการทำงานต่ำมากเพียงครั้งหรือ 2 ครั้งในหนึ่งวัน เราอาจเลือกใช้คอนแทกเตอร์แบบ AC 3 แทน AC 4 ได้

การเลือกคอนแทกเตอร์ที่เหมาะสมกับงานจะต้องดู Technical data ของคอนแทกเตอร์จากบริษัทผู้ผลิตให้เหมาะสมกับงานซึ่งพิจารณาคือ

(1) ลักษณะของโหลดและการใช้งาน

(2) แรงดันและความถี่

(3) สถานที่ใช้งาน

(4) ความบ่อยครั้งในการใช้งาน

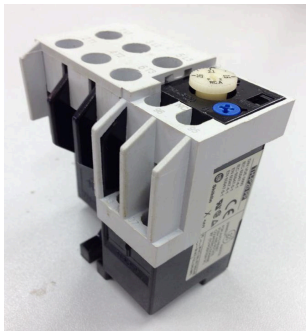
(5) การป้องกันจากการสัมผัส และการป้องกันน้ำ

(6) ความคงทนทางกลและทางไฟฟ้า

2.6.3 โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Over load relay)

ทั่ว ๆ ไปแล้วโอเวอร์โหลดรีเลย์นิยมทำเป็นแบบไบมีทัล โดยใช้กระแสที่ไหลผ่านโหลดเป็นตัวควบคุมอีกที่หนึ่งการตัดวงจรอาศัยการงอของไบมีทัล ขณะร้อนเนื่องจากกระแสไหลมาก และจะกลับมาต่อวงจรอีกครั้งเมื่อไบมีทัลเย็นตัวลง

Overload relay หรือ Protective motor relay แบ่งโดยทั่วไปแล้ว มีแบบธรรมดา คือ เมื่องอไปแล้วจะกลับมาอยู่ตำแหน่งเดิมเมื่อเย็นตัวเหมือนในเตารีด กับแบบที่มี RESET คือ เมื่อตัดวงจรไปแล้ว คอนแทกจะถูกล็อคเอาไว้ ถ้าต้องการจะให้วงจรทำงานอีกครั้ง ทำได้โดยกดที่ปุ่ม RESET ให้คอนแทกกลับมาต่อวงจรเหมือนเดิม

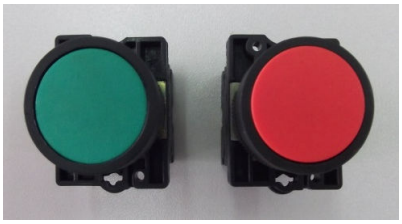


ภาพที่ 2-4 โอเวอร์โหลดรีเลย์

2.6.4 สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch)

โดยทั่วไปตัวสวิตช์จะมีคอนแทกปกติปิดและเปิด อย่างละหนึ่งคอนแทกในตัวเดียวกัน แต่สามารถนำคอนแทกมาต่อเพิ่มเติมได้ตามต้องการ ตัวปุ่มกดมีหลายแบบให้เลือกใช้

รายละเอียดเทคนิคเวลาเลือกใช้ก็คือ กระแสของคอนแทก จำนวน และชนิดของคอนแทก แรงดันใช้งาน ขนาดและรูปแบบที่ต้องการใช้



ภาพที่ 2-5 สวิตช์ปุ่มกด

2.6.5 หลอดไฟสัญญาณ (Signal lamp, Pilot lamp)

เป็นหลอดไฟที่ใช้แสดงสถานะในการทำงานมีหลายสีหลายแบบ บางชนิดเป็นแบบรวมอยู่กับสวิตช์ปุ่มกดหรือหม้อแปลงเล็ก สำหรับจ่ายไฟให้หลอดที่ใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ รายละเอียดและเทคนิคเวลาเลือกใช้ก็คือ แรงดันใช้งาน รูปแบบ และสีของเลนซ์

การต่อหลอดสัญญาณจะไม่ต่อขนานกับขดลวดของรีเลย์เนื่องจากขดลวดของรีเลย์จะเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าสูงขณะ ON - OFF ทำให้หลอดมีอายุการใช้งานสั้นลง และในกรณีที่ขดลวดของรีเลย์ขาด อาจทำให้การตรวจพบลำบาก เนื่องจากไปวัดความต้านทานของหลอดไฟเข้า

ภาพที่ 2-6 หลอดไฟสัญญาณ

2.6.6 รีเลย์ตั้งเวลา (Timer relay)

เป็นรีเลย์ที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของคอนแทกได้มีหลายชนิด แบ่งตามชนิดการทำงานของคอนแทก มี 2 แบบคือ

1) หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟเข้า

เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา คอนแทกจะอยู่ใตตำแหน่งเดิมก่อน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วคอนแทกจึงเปลี่ยนไปที่สภาวะตรงข้าม และจะค้างอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับรีเลย์

2) หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟออก

เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลาคอนแทกจะเปลี่ยนสภาวะทันที หลังจากที่เอาไฟออกจากขดลวดแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้ คอนแทกจึงกลับมาอยู่สภาวะเดิม รีเลย์ตั้งเวลาแบบอิเล็กทรอนิกส์ และแบบใช้มอเตอร์ขับไม่สามารถทำงานแบบนี้ได้

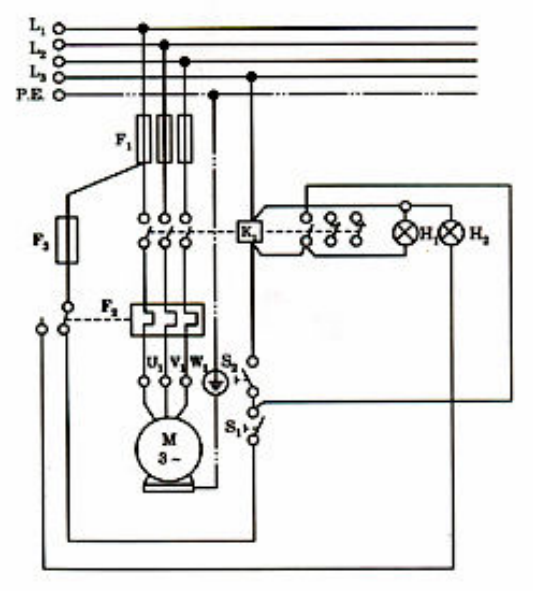
ภาพที่ 2-7 รีเลย์ตั้งเวลา

2.7 แบบที่ใช้เขียนวงจรการควบคุมมอเตอร์

แบบที่ใช้เขียนวงจรที่เกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์ แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

2.7.1 แบบงานจริง (Working diagram)

แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายลักษณะงานจริง คือ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ใด ๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียวไม่แยกออกจากกัน และสายต่าง ๆ จะต่อกันที่จุดเข้าสายของอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งเหมือนกับลักษณะของงานจริง ๆ



ภาพที่ 2-8 แบบงานจริง

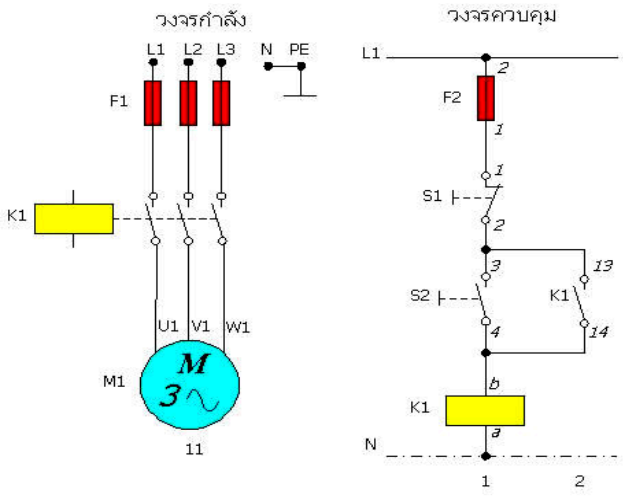
2.7.2 แบบแสดงการใช้งาน (Schematic diagram) แบบแสดงการใช้งาน แบ่งตามลักษณะวงจรได้ 2 แบบ คือ

1) แบบแสดงการทำงานของวงจรกำลัง (Power circuit)

แบบชนิดนี้เป็นการนำเอาเฉพาะส่วนของวงจรกำลังมาเขียนเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์บางชิ้นจึงตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออก เช่น โอเวอร์โหลดรีเลย์ จะไม่เขียนส่วนที่เป็นคอนแทก ซึ่งใช้สำหรับวงจรควบคุมส่วนสายต่าง ๆ ที่ต่อถึงกันจะแสดงด้วยจุดต่อทึบและจากจุดต่อแต่ละจุดจะลากเพียงสายเดียวไปเข้าจุดต่อสายของอุปกรณ์

2) แบบแสดงการทำงานของวงจรควบคุม (Control circuit)

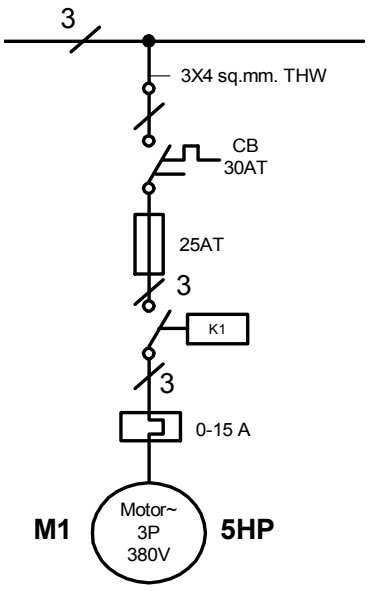
แบบนี้ได้จากการจับต้นและปลายของวงจรควบคุมในแบบงานจริงยืดออกเป็นเส้นตรง สายแยกต่าง ๆ จะเขียนในแนวดิ่งและแนวระนาบเท่านั้น ส่วนประกอบของอุปกรณ์จะนำมาเขียนเฉพาะส่วนที่ใช้ในวงจรควบคุมเท่านั้น คอนแทกของรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์สามารถเขียนแยกกันอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของวงจรได้ โดยจะเขียนกำกับด้วยอักษรและตัวเลข ให้รู้ว่าเป็นของคอนแทกเตอร์ตัวใด



ภาพที่ 2-9 วงจรกำลังและวงจรควบคุม

2.7.3 วงจรสายเดียว (One line diagram)

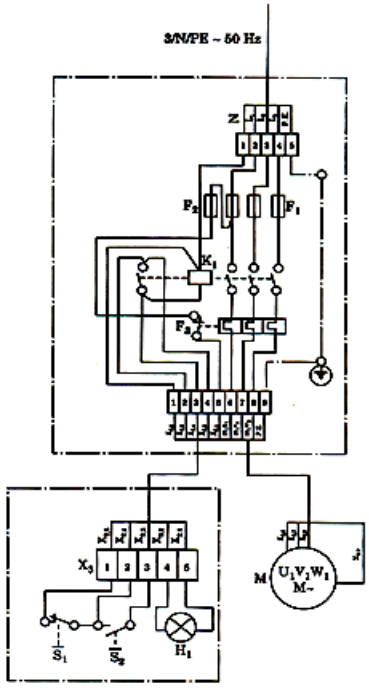
เป็นแบบแสดงการทำงานของวงจรกำลังอีกแบบหนึ่ง แต่เขียนวงจรด้วยสายเส้นเดียว และมีตัวเลขแสดงจำนวนสายกำกับไว้ (สำหรับวงจรของมอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสที่มีจำนวนสายแต่ละจุดของวงจรเท่า ๆ กันคือ 3 เส้น อาจจะไม่เขียนเส้นกำกับไว้เลย)



ภาพที่ 2-10 แบบวงจรเส้นเดียว

2.7.4 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram)

ในระบบควบคุม จะประกอบด้วยแผงควบคุม ตู้สวิตช์บอร์ด และโหลดที่ต้องการควบคุม ซึ่งมักจะแยกกันอยู่ในที่ต่างกัน ในส่วนต่าง ๆ เหล่านี้จะเขียนแสดงรายละเอียดด้วยวงจรงานจริง และจะประกอบเข้าด้วยกันที่แผงต่อสาย โดยใช้วงจรสายเดียว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอันจะมีโค๊ตกำกับให้รู้ว่าสายนั้นจะไปต่อเข้ากับจุดใด

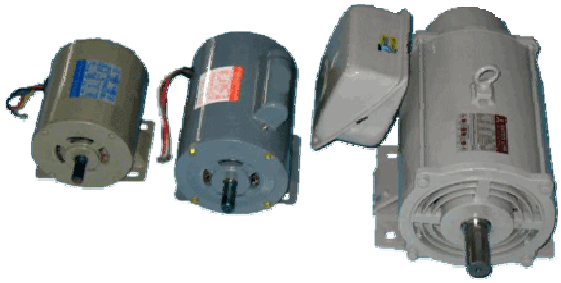


ภาพที่ 2-11 แบบวงจรประกอบการติดตั้ง

2.8 ชนิดมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

2.8.1 มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟส (Single phase motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสลับชนิดเฟสเดียวแบบสปลิทเฟสมอเตอร์มีขนาดแรงม้าขนาดตั้งแต่ 1/4 แรงม้า , 1/3 แรงม้า, 1/2 แรงม้าจะมีขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า บางทีนิยมเรียกว่าสปลิทเฟสมอเตอร์นี้ว่าอินดักชั่นมอเตอร์ (Induction motor) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในตู้เย็น เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก เครื่องซักผ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2-12 มอเตอร์ไฟฟ้าหนึ่งเฟสแบบสปลิทเฟส

2.8.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส (Three phase motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบ่งออกตามโครงสร้างและหลักการทำงานของมอเตอร์ได้ 2 แบบ คือ

2.8.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชั่น (3 Phase Induction Motor)

มอเตอร์ไฟสลับ 3 ที่มีคุณสมบัติที่ดี คือมีความเร็วรอบคงทีเนื่องจากความเร็วรอบอินดักชั่นมอเตอร์ขึ้นอยู่กับความถี่ (Frequency) ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ มีราคาถูก โครงสร้างไม่ซับซ้อน สะดวกในการบำรุงรักษาเพราะไม่มีคอมมิวเตเตอร์ และแปรงถ่านเหมือนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องควบคุมความเร็วแบอินเวอร์เตอร์ (Inverter) สามารถควบคุมความเร็ว (Speed) ได้ตั้งแต่ศูนย์จนถึงความเร็วตามพิกัดของมอเตอร์นิยมใช้กันมาก เป็นต้น กำลังในโรงงานอุตสาหกรรม ขับเคลื่อนลิฟต์ขับเคลื่อนสายพานลำเลียง ขับเคลื่อนเครื่องจักรไฟฟ้า เช่น เครื่องไส เครื่องกลึงไฟฟ้า

ภาพที่ 2-13 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบอินดักชั่น

2.8.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบซิงโครนัส (3 Phase Synchronous Motor)

ซิงโครนัสมอเตอร์เป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่สุด ทีขนาดพิกัดของกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 150 KW (200 Hp) จนถึง 15 MW (20,000 Hp) มีความเร็วตั้งแต่ 150 ถึง 1,800 RPM

ภาพที่ 2-14 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสแบบซิงโครนัส

2.9 วงจรควบคุมและวงจรกำลัง

2.9.1 การควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง (DIRECT START MOTOR)

เป็นการควบคุมการเริ่มเดินและหยุดเดินมอเตอร์โดยใช้แมกนีติกคอนแทกเตอร์ในการตัดต่อในการการควบคุมการทำงานและมีอุปกรณ์ป้องการมอเตอร์ไม่ให้เกิดการเสียหายและสามารถเริ่มเดินเครื่อง โดยกดปุ่มทีสวิตช์ปุ่มกดให้มอเตอร์ทำงานได้ โดยตรง และเมื่อต้องการหยุดก็กดที่สวิตช์ปุ่มกดอีกตัวได้ ดังนั้นต้องใช้อุปกรณ์มาประกอบเป็นวงจรในการควบคุมเพื่อให้เกิดการควบคุมได้ตามที่ต้องการและเกิดความปลอดภัย

1) ขั้นตอนการทำงาน

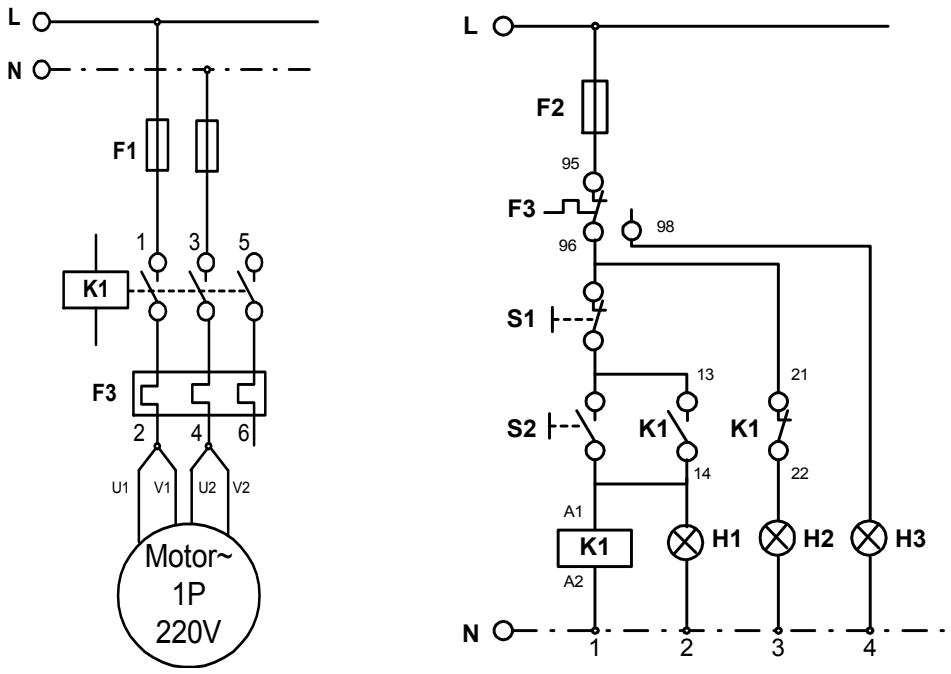
(1) กดสวิตช์ S2 คอนแทกเตอร์ K1ทำงาน ปล่อยสวิตช์ 2 คอนแทกเตอร์ K1 ยังทำงานอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากหน้าสัมผัสช่วยปกติเปิด K1 ในแถวที่ 2 ทำงานหน้าสัมผัสจะปิดกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปในขดลวดของแมกนีติกตลอดเวลา

(2) เมื่อเกิดสภาวะโอเวอร์โหลดหน้าสัมผัสของโอเวอร์โหลดปกติปิด (F3) จะตัดวงจรไม่มีกระแส ไหลเข้าขดลวดคอนแทกเตอร์ K1 จะหยุดทำงาน

(3) ในการหยุดการทำงานของวงจรให้กดสวิตช์ S1

(4) ถ้าฟิวส์ F2 ขาดวงจรก็จะหยุดทำงาน

(5) เมื่อเกิดสภาวะโอเวอร์โหลดให้วงจรทำงานใหม่ให้กดปุ่มรีเซ็ต โอเวอร์โหลดหน้าสัมผัสกลับสู่สภาพเดิม แล้วทำการ กด S2ใหม่ มอเตอร์ก็จะกลับมาทำงานตามเดิม



ภาพที่ 2-15 วงจรกำลังและวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง

2.9.2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

หลักการวงจรกำลังการกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ในการกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟสนั้นทำได้โดยการสลับสายเมนคู่ใดคู่หนึ่งเข้ามอเตอร์ ส่วนอีกเส้นหนึ่งต่อไว้ดังเดิมในการกลับทางหมุน ในงานควบคุมจำเป็นต้องเอาคอนแทกเตอร์มาช่วยในการสลับสายให้มอเตอร์กลับทางหมุนดังนี้

กำหนดให้ คอนแทตเตอร์ K1 ต่อให้มอเตอร์หมุนขวา คอนแทกเตอร์ K2 ต่อให้มอเตอร์หมุนซ้าย

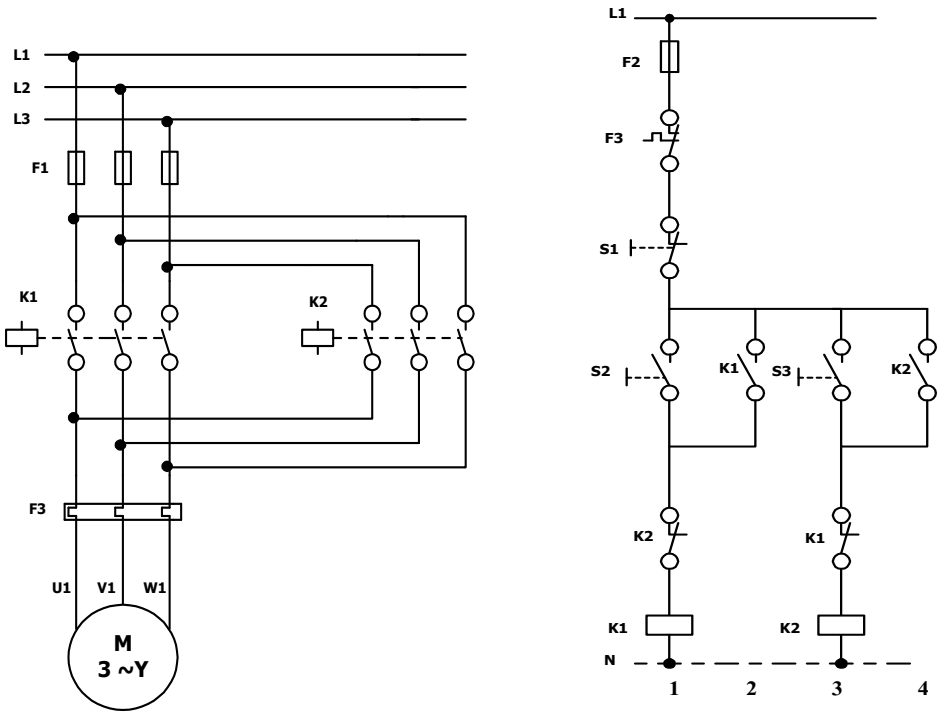
1) ขั้นตอนการทำงาน

(1) กดสวิตช์ S2 คอนแทกเตอร์ K1 ทำงานหมุนขวา คอนแทกปกติปิดของ K1 ในแถวที่ 3 ตัดวงจร ไม่มีกระแสไหลไปยังคอนแทกเตอร์ K2 คอนแทกเตอร์ K2 จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อคอนแทกเตอร์ K1 หยุดทำงาน

(2) การเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์จากหมุนขวาเป็นหมุนซ้ายจะเปลี่ยนเลยไม่ได้ต้องทำการกดสวิตช์ S1 ก่อน

(3) เมื่อทำการกด S1 คอนแทกเตอร์ K1 หยุดการทำงาน จะให้มอเตอร์หมุนซ้ายทำการกด S3 ให้คอนแทกเตอร์ K2 ทำงานคอนแทกปกติปิด K2 ในแถวที่1 ตัดวงจรไม่มีกระแสไหลไปยังคอนแทกเตอร์ K1 จะให้คอนแทกเตอร์ K1 ทำงานต้องให้หยุดคอนแทกเตอร์ K2 ก่อนโดยกดสวิตช์ S1 แล้วทำตามขั้นตอนที่ 1

(4) ถ้าหากกดสวิตช์ S2 และ S3 พร้อมกัน ตัวคอนแทกเตอร์ตัวใดที่ได้รับกระแสก่อนจะทำงานก่อน คอนแทกเตอร์ทั้งสองไม่มีโอกาสทำงานพร้อมกันได้เพราะมีคอนแทกช่วยสลับกันเราเรียกว่ามี Interlock ซึ่งกันและกัน ในวงจรกำลังคอนแทกเตอร์สองตัวจะทำงานพร้อมกันไม่ได้ถ้าทำงานพร้อมกันจนเกิดการลัดวงจรระหว่าง L1 กับ L3 ดังนั้นคอนแทกเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งทำงานอยู่อีกตัวต้องหยุดทำงาน การป้องกันไม่ให้คอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกัน ทำได้โดยต่อคอนแทกปกติปิด ไว้ก่อนเข้าขดลวดของคอนแทกเตอร์สลับกัน ซึ่งเรียกว่า Interlocked Contact



ภาพที่ 2-16 วงจรกำลังและวงจรควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2.9.3 การควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา (STAR-DELTA MOTOR)

การสตาร์ตมอเตอร์ 3 เฟส ที่มีขนาดใหญ่กระแสขณะสตาร์ตมีค่าสูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดอันตรายต่อมอเตอร์ได้ ดังนั้นขณะสตาร์ตมอเตอร์จะต้องหาวิธีการในการลดกระแสจำนวนนี้ วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้คือ การสตาร์ตมอเตอร์แบบสตาร์ และรันแบบเดลตา หรือแบบ (Y-Δ) ซึ่งวิธีการต่อแบบสตาร์-เดลตา สำหรับระบบแรงดัน 380/220 โวลต์ สามารถทำการสตาร์ตแบบสตาร์-เดลตาได้ มอเตอร์จะต้องมีพิกัดเท่ากับ 380/660 โวลต์

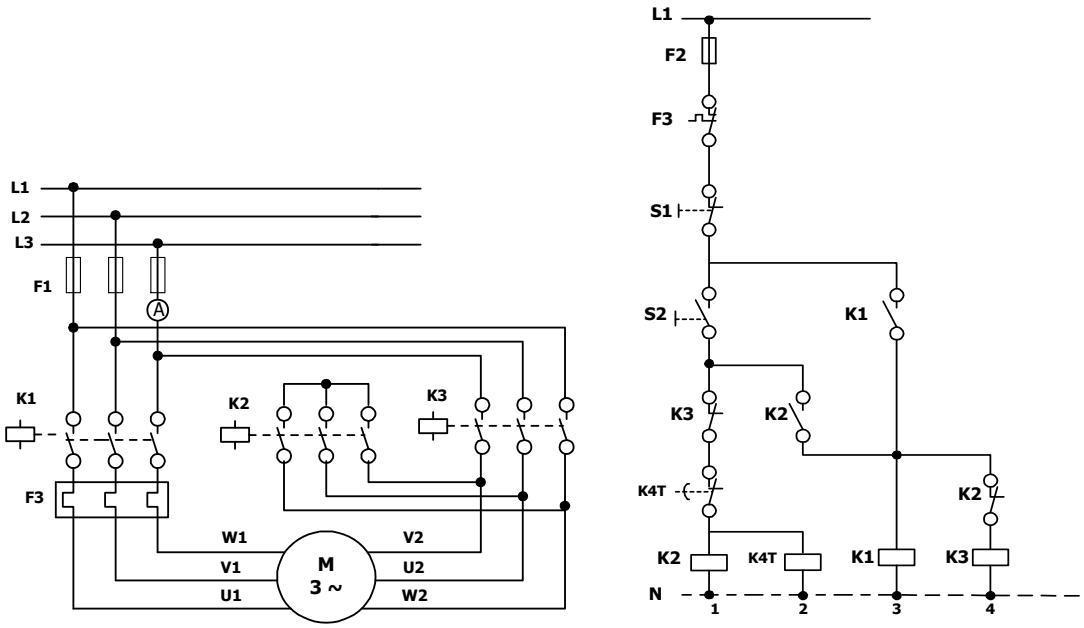
1) ขั้นตอนการทำงาน

(1) กด S2 ทำให้คอนแทกเตอร์สตาร์ (Y) K2 และไทเมอร์รีเลย์ K4T ทำงาน หน้าสัมผัสปกติปิดของ K2 ในแถว 4 ตัดวงจร K3 และหน้าสัมผัสปกติปิดในแถว 2 ต่อวงจรให้เมนคอนแทกเตอร์ K1

(2) มอเตอร์ทำงานแบบสตาร์หลังจากที่ K1 ทำงานและปล่อย S2 ไปแล้ว K2, K4T และ K1 จะทำงานตลอดเวลาด้วย Holding contact ของ K1 ในแถว 3

(3) รีเลย์ตั้งเวลา K4T ทำงานหลังจากเวลาที่ตั้งไว้ K2 และ K4T จะถูกตัดวงจรด้วยหน้าสัมผัสของรีเลย์ตั้งเวลา K4T และหน้าสัมผัสปกติปิดของ K2 ในแถว 4 กำลังกลับตำแหน่งเดิม

(4) ช่วงทำงานแบบเดลตา เมื่อหน้าสัมผัสของ K2 กลับมาที่เดิมเรียบร้อยแล้ว K3 จะทำงานคู่กับ K1 ขณะนี้มอเตอร์หมุนแบบเดลตา และ K2 จะถูก Interlock ด้วยหน้าสัมผัสของ K3



ภาพที่ 2-17 วงจรกำลังและวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา

2.10 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

จากคำนิยามของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ซึ่งตามมาตรฐานของ IEC 1131 PART 1 ระบบปฏิบัติการทางด้านดิจิตอลออกแบบมาใช้ในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งใช้หน่วยความจำที่สามารถโปรแกรมได้ในการเก็บคำสั่งที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดฟังชั่นหรือเงื่อนไขในการทำงานเช่น การทำงานแบบลอจิก การทำงานแบบซีเควนซ์ การใช้ไทม์เมอร์ การใช้เคาน์เตอร์ และฟังชั่นทางคณิตศาสตร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุตหรือแอนาลอกอินพุตและเอาต์ของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตต่างๆนอกจากนั้นทั้งระบบ PLC และอุปกรณ์ภายนอกนอกที่ใช้งานจะต้องสามารถเชื่อมต่อหรือสื่อสารกับระบบควบคุมอุตสาหกรรมเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ และใช้งานร่วมกันได้ง่าย

ในอดีต โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ถูกเรียกในนามโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PC) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตต่างๆ ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบลอจิก (Logic Control System) หรือแบบซีเควนซ์ (Sequence Control System) เท่านั้น ซึ่งเซนเซอร์และอุปกรณ์การทำงาน (Actuator) ที่ควบคุมการทำงานภายในเครื่องจักร หรือกระบวนการผลิตต่างๆเหล่านั้นมีลักษณะของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตเป็นสัญญาณไบนารี่เท่านั้น ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนระกว่างคำว่า PC : Personal Computer กับโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PC) ในปัจจุบันจึงถูกเรียกว่า โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) ซึ่งได้มีการพัฒนาโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ทำให้สามารถทำการวัดและควบคุมสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่เป็นลักษณะแอนาลอก (Analog Signal) การควบคุมตำแหน่ง (Positioning Control) การควบคุมแบบ PID รวมถึงการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก

ดังนั้นจะเห็นว่าความหมายของชื่อเดิมคือ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PC) ไม่ครอบคลุมความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นมา จึงได้มีการกำหนดชื่อของอุปกรณ์ควบคุมนี้ว่า โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) เพื่อให้ความหมายกว้างขึ้นและครอบคลุมความสามารถในการทำงานมากขึ้น

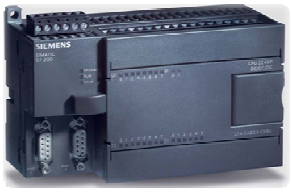
1) การจำแนกขนาดของ PLC

เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้งานอย่างกว้างขวาง ซึ่งในการนำเอาโปรมแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ไปใช้งานในแต่ละชนิดนั้นจะพิจารณาจากขนาดของงานที่จะนำไปควบคุมเป็นหลัก ดังนั้นจึงเป็นผลให้ผู้ผลิตโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ทำการผลิตออกมาหลายระดับซึ่งในแต่ละระดับก็มีประสิทธิภาพต่างกันเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท

โดยทั่วไปการแบ่งขนาดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะพิจารณาจากขนาดของหน่วยความจำโปรมแกรม (Program Memory) และจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต (Input/ Output Channels) สูงสุดที่ระบบโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถรับรองได้ ดังในภาพที่ 2-18 (ก), (ข) 2-19 (ก), (ข) และ2-20 (ก), (ข)

ตารางที่ 2-2 แสดงการจำแนก PLC ตามขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมและจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต

ขนาดของ PLC	จำนวน Input / Output สูงสุด	หน่วยความจำโปรแกรม
ขนาดเล็ก (Small Size)	ไม่เกิน 128 / 128จุด	4 kbyte (2000 Statement)
ขนาดกลาง (Medium Size)	ไม่เกิน 1024 / 1024จุด	16 kbyte (8000 Statement)
ขนาดใหญ่ (Large Size)	ไม่เกิน 2048 / 2048จุด	64 kbyte (32000 Statement)
ขนาดใหญ่มาก (Very Large Size)	ไม่เกิน 8192 / 8192จุด	256 kbyte (128000 Statement)



(ก) SIEMENS รุ่น SIMATIC S7-200

(ข) OMRON รุ่น SYSMAC CPIE

ที่มา : http://www.kmitl.ac.th/~s2011299/Assignment ที่มา : http://automation.en.alibaba.com

ภาพที่ 2-18 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก

(ก)

(ข)

ที่มา : http://www.isgautomation.com/Simatic-S7-300 ที่มา : http://www.automation-drive.com

ภาพที่ 2-19 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดลาง

(ก)

(ข)

ที่มา : http://www.nce.com.hk/siemens-plc-s7-400 ที่มา : http://www.lakewoodautomation.com

ภาพที่ 2-20 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ขนาดใหญ่

อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาคุณสมบัติของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะนำไปใช้งานจะต้องพิจารณาองค์ประกอบหรือคุณสมบัติอื่น ๆ ประกอบด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ยังถูกแบ่งตามโครงสร้างออกเป็น 2 ลักษณะคือ

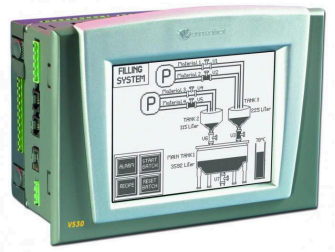
(1) แบบ Computer เป็นโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็ก กะทัดรัด มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตและหน่วยสำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูลประกอบรวมกันอยู่ภายในโครงสร้างเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 2-21 (ก) (ข) (ค) และ(ง) ซึ่งโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะได้แก่ PLC Simatic S7-200 / Siemens LOGO ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่มีการกำหนดจำนวนอินพุต/เอาต์พุตที่แน่นอนและมีจำนวนไม่มาก เช่น ใช้การควบคุมเครื่องจักร เป็นต้น

(ก) SIEMENS รุ่น LOGO

(ข) MITSUBISHI รุ่น Alpha Series

ที่มา : http://th.element14.com/productimages ที่มา : http://keemin.com.au/pictures/userpics/Alpha2

ภาพที่ 2-21 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีโครงสร้างแบบ Computer



(ค) Vision530 รุ่น V530 Touch PLC (ง) OMRON รุ่น Zen 10C1AR - A

ที่มา : http://www.visionautomation.co.za/file/product ที่มา : http://www.soselectronic.com/a_info

ภาพที่ 2-21 (ต่อ) โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีโครงสร้างแบบ Computer

(2) แบบ Modular เป็นโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะเป็นโมดุลเชื่อมต่ออยู่บน Rack สามารถทำการถอดและเสียบโมดูลที่ต้องการใช้งานบน Rack ได้ภายใต้ข้อกำหนดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นั้น ๆ โดยบน Rack จะมีบัสต่าง ๆ ซึ่งโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันที่จะมีโครงสร้างในลักษณะนี้ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในเรื่องของจำนวนอินพุต / เอาต์พุต และโมดูลฮาร์ดแวร์ที่ใช้ ซึ่งโครงสร้างของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะนี้ได้แก่ PLC S5 95U , S7 300 , S7 400 เป็นต้น

2) โครงสร้างของ PLC

โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC จะคล้ายกับคอมพิวเตอร์หรือได้เปรียบกว่า PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะ โดยมีโครงสร้างพื้นฐานดังนี้

(1) ภาคอินพุต (Input Device) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุต ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณจากเซนเซอร์ (Sensors) เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoders) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switches) พร็อกซิมิตี้สวิตช์ (Proximity Switch) จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังประมวลผล (CPU) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

(2) หน่วยประมวลผล (PCU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิก มีไมโครโปรเซสเซอร์เบสใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

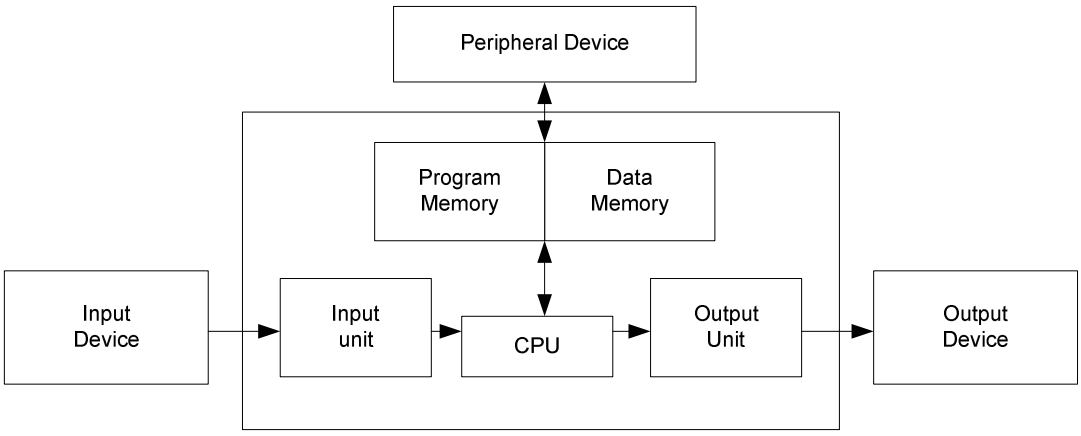
(3) หน่วยความจำ (Memory) ทำหน้าที่รักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิตจะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่งซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิดคือ RAM และ ROM

(4) ภาคเอาต์พุต (Output Device) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น มอเตอร์ หลอดไฟ และโซลีนอยล์วาล์วเป็นต้น

(5) แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU หน่วยความจำและหน่วยอินพุต / เอาต์พุต

(6) ส่วนเขียนโปรแกรม (Programming Device) ทำหน้าที่ในการเขียนและการป้อนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ PLC อาจจะใช้ Handy Program Computer หรือใช้ PLC อื่นมาควบคุมได้

สรุปได้ว่า PLC มีส่วนประกอบต่าง ๆ เหมือนกับคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งเป็น 6 ส่วนคือ ภาคอินพุต หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ แหล่งจ่ายไฟ และส่วนเขียนโปรแกรมซึ่งอุปกรณ์อินพุตของคอมพิวเตอร์ คือ หน้าจอ ส่วนอุปกรณ์เอาต์พุตของ PLC เป็นการควบคุมโหลดทางไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ โซลีนอยด์วาล์ว หลอดไฟ เป็นต้น



ภาพที่ 2-22 ลักษณะโครงสร้างของ PLC

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

จรินทร์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลจากการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.021/84.067 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ตามการทดสอบด้วยสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ทนงศักดิ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนฝึกปฏิบัติระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องปรับอากาศ ภายใต้วิเคราะห์ประเด็นการฝึกจากลักษณะงานจริง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขางานเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลจากการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.38/87.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

กรี (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2535 ผลจากการวิจัยปรากฏว่าชุดทดลองวิชา อิเล็กทรอนิกส์ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.91/80.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน

อดิศร (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราช-มงคล ผลการวิจัยในครั้งนี้ปรากฏว่าชุดการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบฝึกหัดของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดโดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.09 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 81.40 แสดงว่าประสิทธิภาพของชุดการสอนของวิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1 มีค่าสูงกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ 80/80 ตามการทดสอบด้วยสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ทัศนีย (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรมเรื่องภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ผลการฝึกอบรมปรากฏว่าชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.64/81.67 ซึ่งมีค่าสูงกว่าตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 มีความก้าวหน้าของการฝึกอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีความเห็นด้วยมากต่อการฝึกอบรมและชุดฝึกอบรมที่สร้างขึ้น

ยุทธนา (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 3 ตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536) ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนอิเล็กทรอนิกส์ 3 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.90/84.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ระดับ 80/80

สุธน (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 2 เรื่องวงจรไฟฟ้า 3 เฟส สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลจากการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.87/82.45 ซึ่งสูงกว่าตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

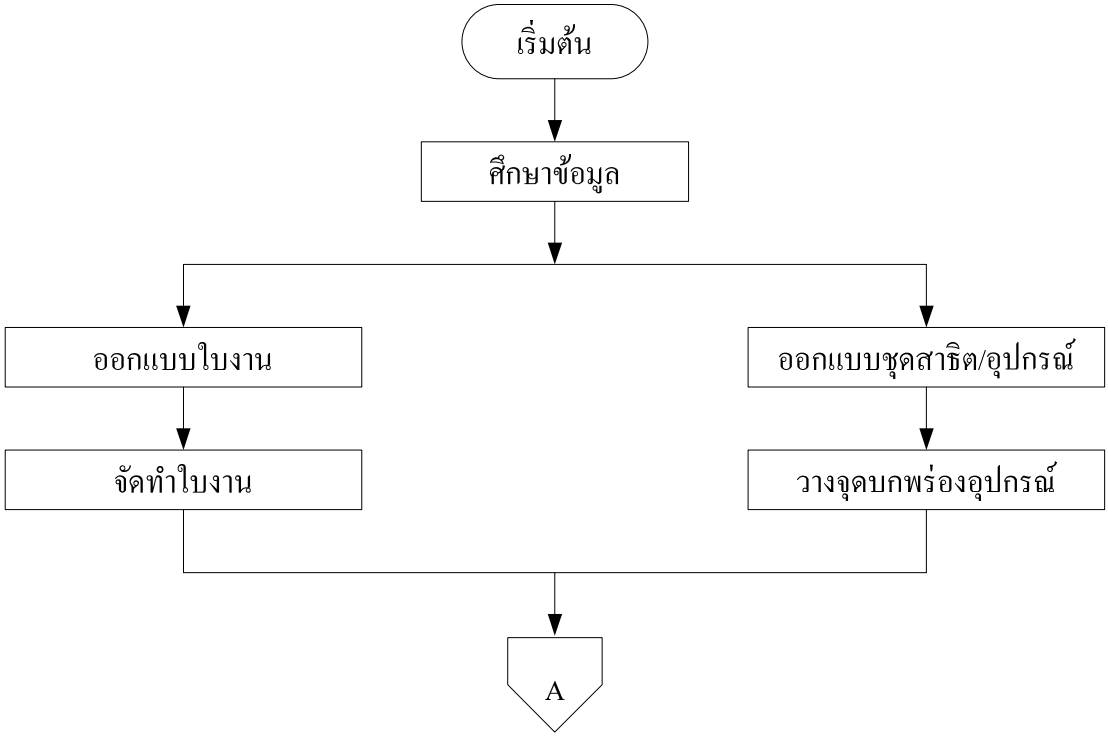
อรอนงค์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิตอล หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พุทธศักราช 2543 ผลจากการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.60/80.71 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งชุดการสอนที่สร้างขึ้นนี้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิตอลได้

สุรศักดิ์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า (111001) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2541 ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนวิชาปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.33/81.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

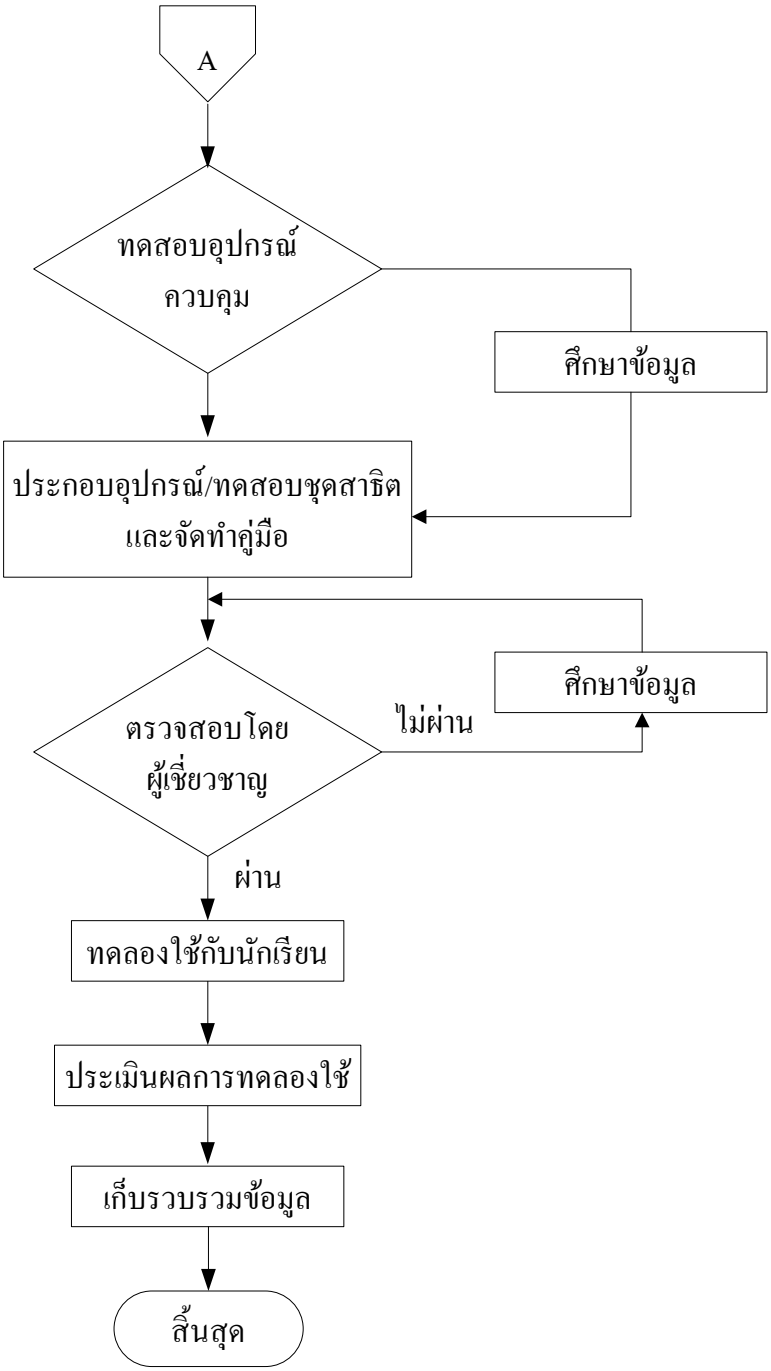
ชูชาติ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่องอนุกรมฟูเรียร์ การแปลงฟูเรียร์ การประยุกต์ใช้งานฟูเรียร์ในวงจรไฟฟ้า และวงจรสองพอร์ต หลักสูตรครุศาสตร์อุสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลจากการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.66/78.24 แบบฝึกหัดเป็นไปตามเกณฑ์ ส่วนแบบทดสอบต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ถือได้ว่ายังมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ในบทนี้จะได้กล่าวถึงวิธีดำเนินงานวิจัย ซึ่งจะประกอบไปด้วย การออกแบบชุดสาธิต การออกแบบใบงาน การออกแบบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน การออกแบบวิธีการทดสอบและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ ในการออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์นั้นเป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนวิธีการดำเนินงานดังแสดงในภาพที่ 3-1 ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3-1 (ต่อ) ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

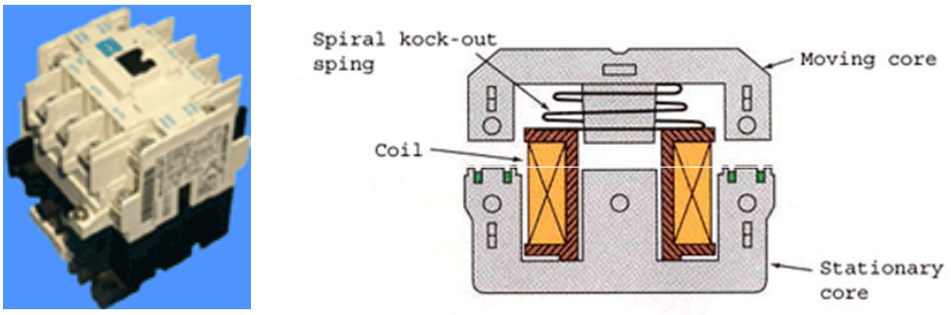
3.1 ศึกษาข้อมูล

การศึกษาเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

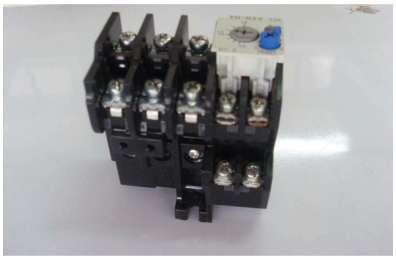
3.1.1 ศึกษาการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และจากประสบการณ์จากทำงานจริง ซึ่งมักจะเจอปัญหาจากตัวอุปกรณ์เอง และวงจรที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าจึงมีแนวคิดที่จะทดสอบการวางจุดบกพร่องในการควบคุมที่มักจะเกิดขึ้นเป็นประจำในการต่อวงจรการใช้งานในวงจรกำลัง และวงจรควบคุม

3.1.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดสาธิต การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิต และเนื้อหาทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมมอเตอร์เพื่อนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบชุดสาธิต

3.1.3 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์แต่ละตัวชนิด โดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบโครงสร้าง วงจรภายใน และระบบกลไกของอุปกรณ์ วิเคราะห์ และพิจารณาความเป็นไปได้ในการวางจุดบกพร่องภายในอุปกรณ์ และการถอดประกอบชิ้นส่วนของอุปกรณ์ควบคุม แมกนีติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด และหลอดไฟสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 3-2 (ก) (ข) และ (ค)



(ก) แมกนีติกคอนแทกเตอร์



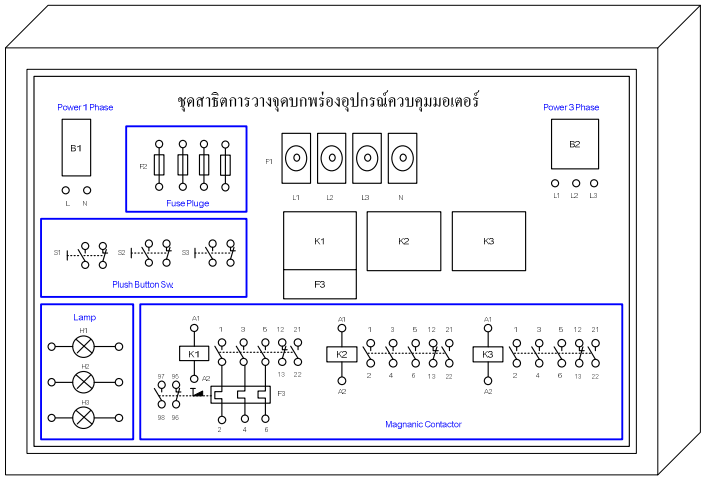
(ข) โอเวอร์โหลด

(ค) หลอดไฟสัญญาณ

ภาพที่ 3-2 โครงสร้างอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

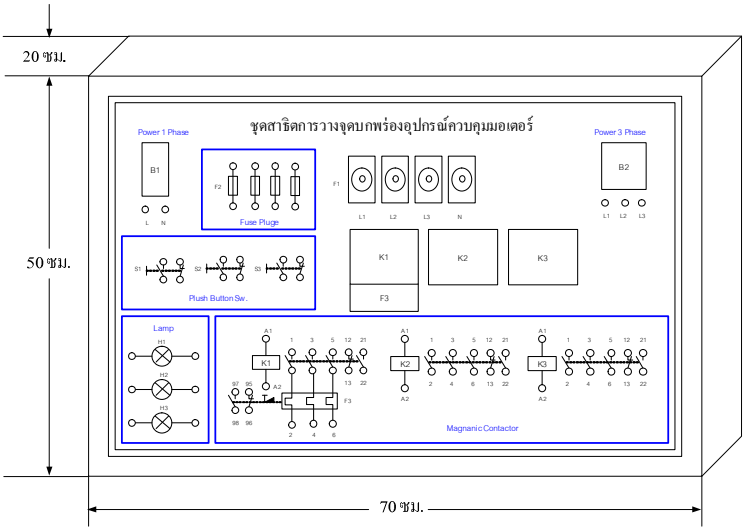
3.2 การออกแบบชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

3.2.1 การออกแบบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ในการออกแบบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์โดยออกแบบให้มีขนาดของสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่อใช้งานง่าย ขนาดที่เหมาะสม แยกส่วนของอุปกรณ์อย่างชัดเจน ตัวอักษรในการบอกรายละเอียดต่าง ๆ ของอุปกรณ์มีความชัดเจนและสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนเช่น ชื่อชนิดของอุปกรณ์ ตำแหน่งขาของอุปกรณ์ โดยในการออกแบบตำแหน่งการจัดวางได้แสดงในภาพที่ 3-3 และ 3-4 โดยในภาพที่ 3-3 ได้แสดงถึงแบบร่างการออกแบบตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ชุดสาธิต และภาพที่ 3-4 แสดงแผงหน้าตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ชุดสาธิตที่สร้างขึ้นจริง

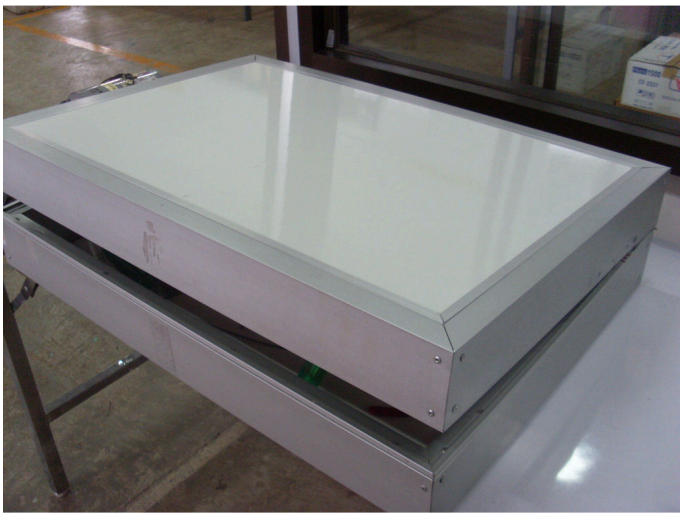


ภาพที่ 3-3 การออกแบบแผงหน้าชุดสาธิต

3.2.2 การออกแบบโครงสร้างสำหรับตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ของชุดสาธิต ในการออกแบบโครงสร้างชุดสาธิตนั้น ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโครงสร้างให้มีลักษณะรูปแบบคล้ายกระเป๋าหิ้วแบบพับเก็บได้ โดยมีขนาดความกว้างเท่ากับ 70 เซนติเมตร ยาวเท่ากับ 20 เซนติเมตร และสูงเท่ากับ 50 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3-4 (ก)

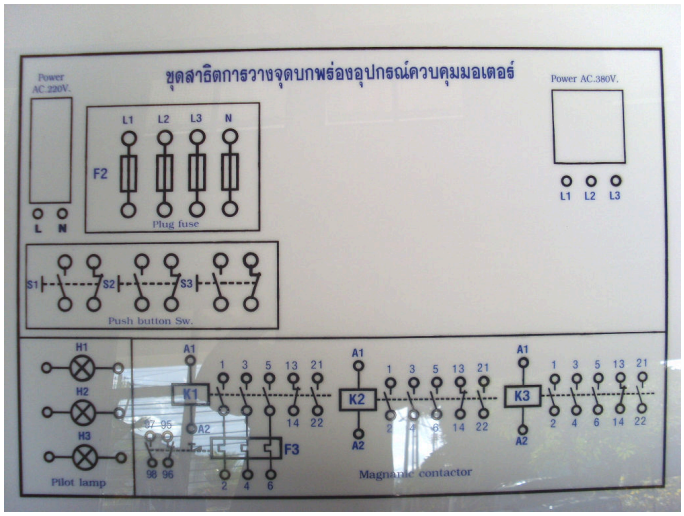


(ก) โครงสร้างกล่องชุดสาธิต



(ข) โครงสร้างกล่องชุดสาธิตที่สร้างขึ้นจริง

ภาพที่ 3-4 โครงสร้างกล่องชุดสาธิต



(ค) โครงสร้างแผงหน้าชุดสาธิตที่สร้างขึ้นจริง

ภาพที่ 3-4 (ต่อ) โครงสร้างกล่องชุดสาธิต

3.3 การออกแบบวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการออกแบบชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบเพื่อกำหนดจุดบกพร่องของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ของชุดสาธิตที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)
2. การวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
3. การวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ (H1)
4. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ (PLC)

1. การออกแบบวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)

ในการออกแบบการวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3-8 (ก) และ (ข) นั้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงวงจรภายในแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ไม่ให้เกิดเสียงดัง และสั่น เมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่ง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ออกแบบวงจรภายในตัวอุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ ตามสัญลักษณ์วงจรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3-5 (ก)

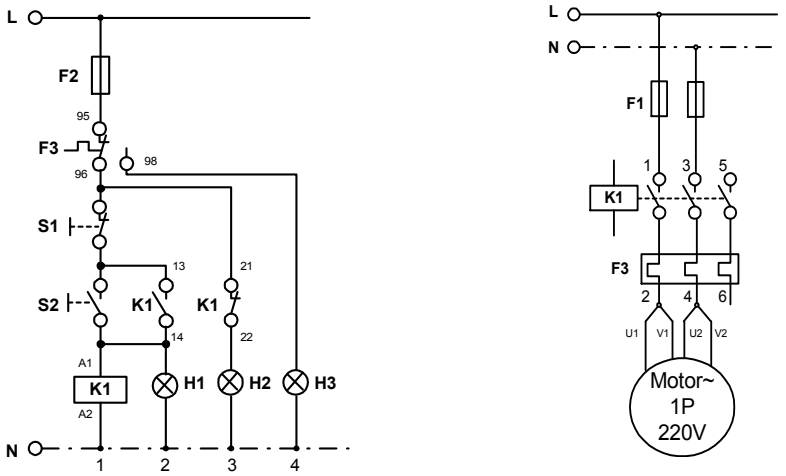
2) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแมกนีติกคอนแทกเตอร์ วงจรภายใน และระบบกลไกภายในแยกออกจากกันแล้วทำการบัดกรีต่อสายไฟบนสวิตช์แบบจัมเปอร์

3) ประกอบต่อวงจรภายในการวางจุดบกพร่องระหว่างสวิตช์แบบจัมเปอร์กับตำแหน่งวงจรคอยล์ หน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วย ดังแสดงในภาพที่ 3-5 (ข) หลังจากนั้นทำการประกอบชิ้นส่วนคอนแทกเตอร์เข้าด้วยกัน

(ก) วงจรปกติแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (ข) วางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์

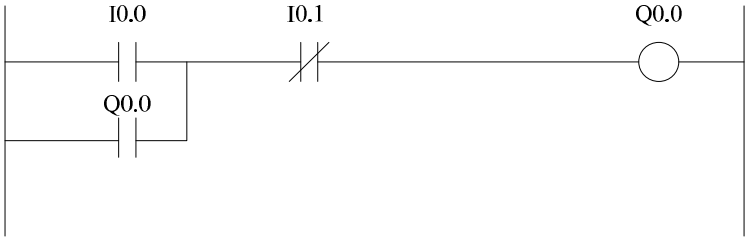
ภาพที่ 3-5 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งหน้าสัมผัส

การสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง เป็นการควบคุมการเริ่มเดินและหยุดเดินมอเตอร์โดยใช้แมกนีติกคอนแทคเตอร์ในการตัดต่อ ในการการควบคุมการทำงานและมีอุปกรณ์ป้องการมอเตอร์ไม่ให้เกิดการเสียหายและสามารถเริ่มเดินเครื่อง โดยกดสวิตช์ปุ่มกด S2 ให้มอเตอร์ทำงานได้โดยตรงและเมื่อต้องการหยุดโดยการกดสวิตช์ปุ่มกด S1 ดังแสดงในภาพที่ 3-6 (ก) และ(ข) นอกจากการใช้วงจรรีเลย์ควบคุมมอเตอร์แล้วยังสามารถออกแบบโดยใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 3-7



(ก) วงจรควบคุม (ข) วงจรกำลัง

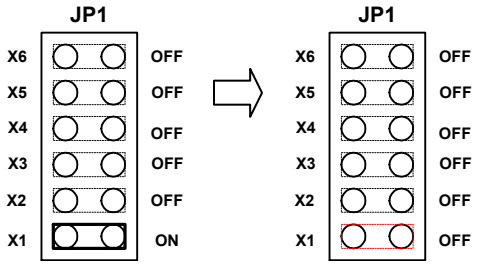
ภาพที่ 3-6 วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง (วงจรรีเลย์ทำงานปกติ)



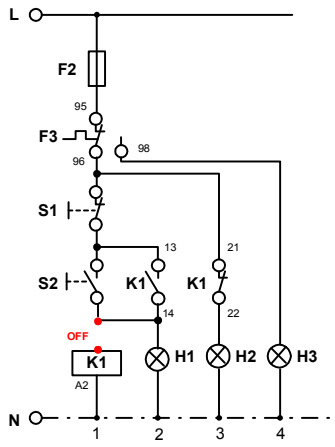
ภาพที่ 3-7 วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง โดยใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การกำหนดตำแหน่งของอินพุตและเอาต์พุต

อินพุต	**ตำแหน่ง**
START	I0.0
STOP	I0.1
เอาต์พุต	**ตำแหน่ง**
MOTOR	Q0.0



(ก) JP1 ตำแหน่งจัมเปอร์ X1 (ON → OFF)



(ข) จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ภาพที่ 3-8 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์

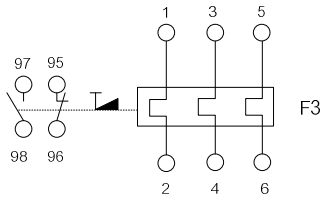
2. การวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์โอเวอร์โหลด (F3)

ในการออกแบบการวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์โอเวอร์โหลด ดังแสดงในภาพที่ 3-10 (ก) และ (ข) ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงวงจรภายในโอเวอร์โหลด ให้มีการต่อสายไฟวงจรภายในของอุปกรณ์มีจำนวนขั้วต่อสายน้อยลง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

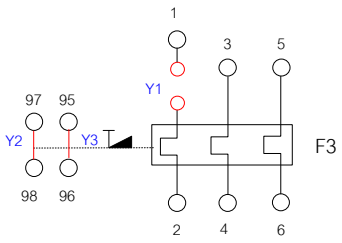
1) ออกแบบวงจรภายในตัวอุปกรณ์โอเวอร์โหลด ตามสัญลักษณ์วงจรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3-9 (ก)

2) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโอเวอร์โหลดวงจรภายใน และระบบกลไกภายในแยกออกจากกันแล้วทำการบัดกรีต่อสายไฟบนสวิตช์แบบจัมเปอร์

3) ประกอบวงจรภายในวางจุดบกพร่องระหว่างสวิตช์แบบจัมเปอร์กับตำแหน่งแผ่นไบเมลทัล และหน้าสัมผัส NO และ NC ดังแสดงในภาพที่ 3-9 (ข) หลังจากนั้นทำการประกอบชิ้นส่วนโอเวอร์โหลดเข้าด้วยกัน

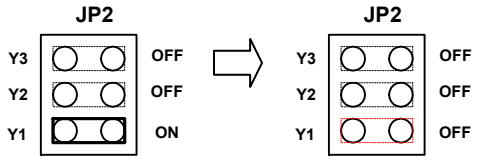


(ก) วงจรปกติโอเวอร์โหลด

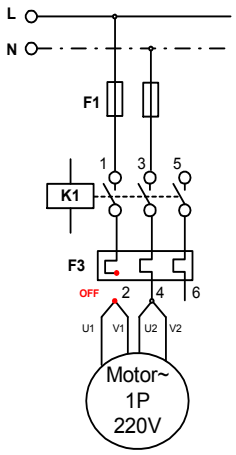


(ข) การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

ภาพที่ 3-9 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งหน้าสัมผัส



(ก) JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF)



(ข) จุดต่อวงจรกำลังไม่ครบวงจร

ภาพที่ 3-10 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

3. การวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ (H1)

ในการออกแบบการวางจุดบกพร่องบนอุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 3-12 (ก) และ (ข) ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงวงจรภายในหลอดไฟสัญญาณ ให้มีการต่อสายไฟวงจรภายในของอุปกรณ์มีจำนวนขั้วต่อสายน้อยลง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

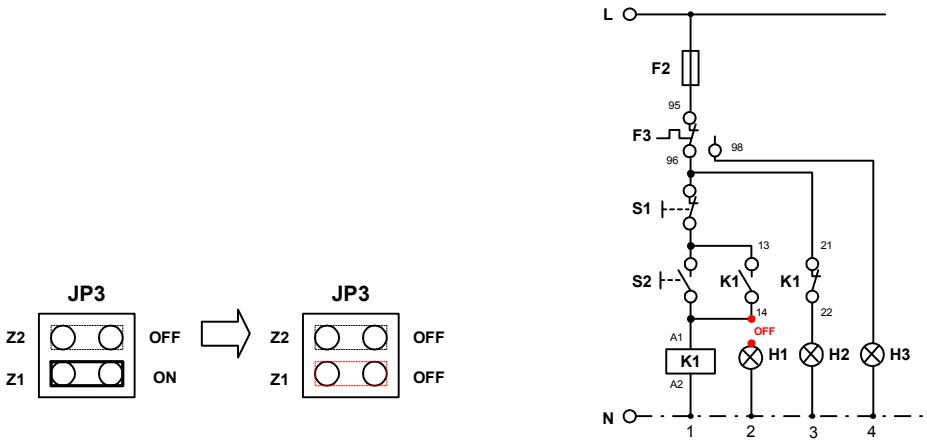
1) ออกแบบวงจรภายในตัวอุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ ตามสัญลักษณ์วงจรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3-11 (ก)

2) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหลอดไฟสัญญาณวงจรภายใน แยกออกจากกันแล้วทำการบัดกรีต่อสายไฟบนสวิตช์แบบจัมเปอร์

3) ประกอบวงจรภายในการวางจุดบกพร่องระหว่างสวิตช์แบบจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า และวงจรขั้วหลอดไฟ 12 V ดังแสดงในภาพที่ 3-11 (ข) หลังจากนั่นทำการประกอบชิ้นส่วนหลอดไฟสัญญาณเข้าด้วยกัน

(ก) วงจรปกติหลอดไฟสัญญาณ (ข) วางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ

ภาพที่ 3-11 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

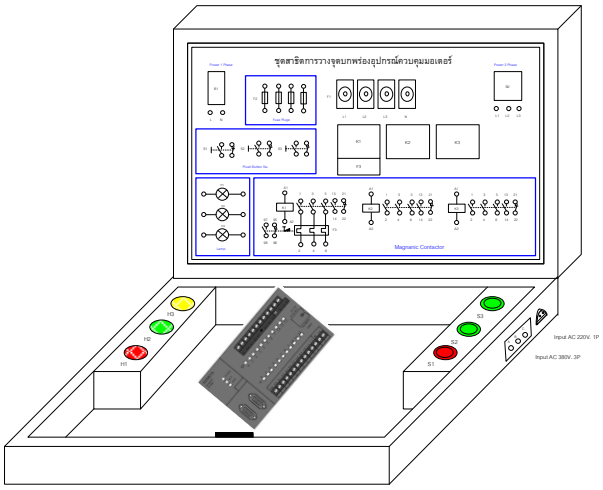


(ก) JP3 ตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (ON → OFF) (ข) จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ภาพที่ 3-12 การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ

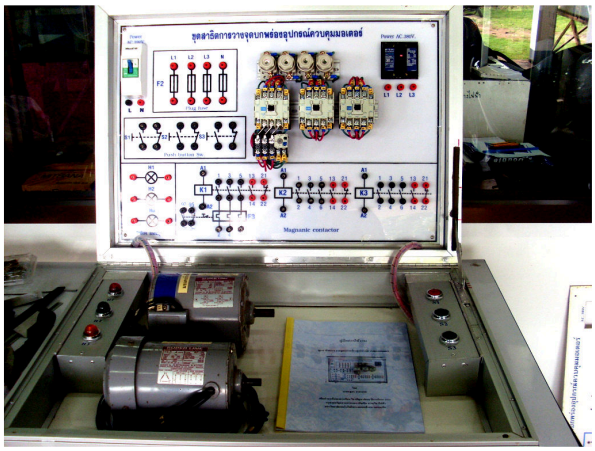
4. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

ได้พัฒนาโดยการติดตั้งโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ยี่ห้อ Siemen S7-200 CPU 222 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรม ออกแบบโปรแกรม ป้อนโปรแกรม นำเอาภาคอินพุตและภาคอินพุตเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ไปใช้ในการควบคุมมอเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟสได้ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 3-13

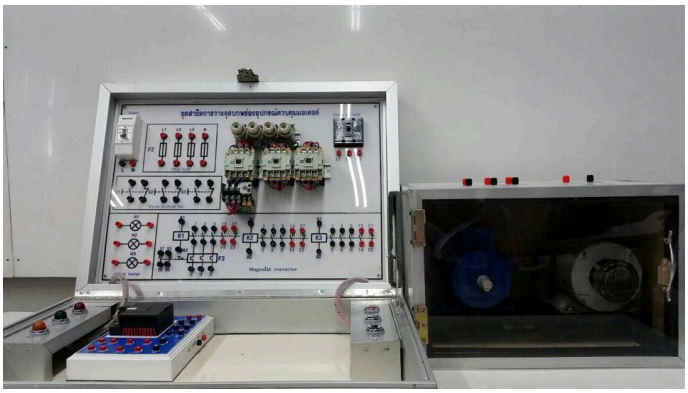


ภาพที่ 3-13 การติดตั้งโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

การวางตำแหน่งมอเตอร์ 1 เฟส และ 3 เฟส ดังในภาพที่ 3-14 ไม่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายชุดสาธิตเพราะต้องถอดตัวมอเตอร์ออกทุกครั้งที่มีการเคลื่อนหรือจัดเก็บ จึงได้พัฒนาโดยการทำที่จัดเก็บมอเตอร์แยกออกจากชุดสาธิต ดังในภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-14 ชุดสาธิตเดิม

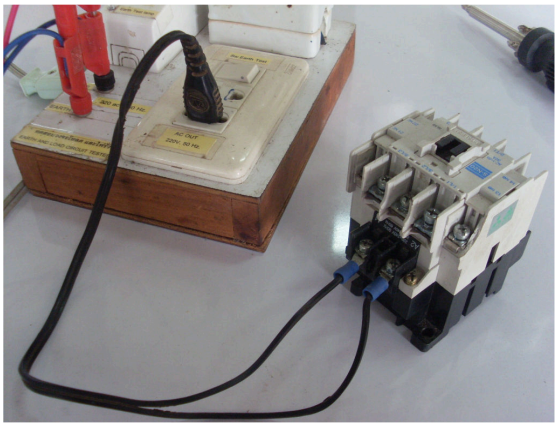


ภาพที่ 3-15 ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่

3.4 การทดสอบอุปกรณ์ควบคุม

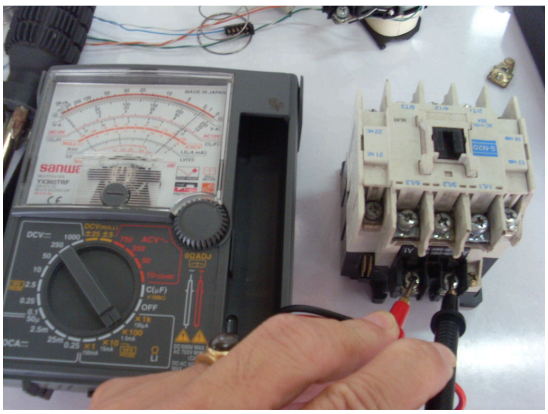
1) ทดสอบการจ่ายไฟ 220 VAC สำหรับอุปกรณ์ควบคุมให้ทำงานตามสภาวะปกติ หากอุปกรณ์ตัวใดทำงานไม่ถูกต้องจะต้องทำการแก้ไข ออกแบบวงจรการวางจุดบกพร่อง และต่อวงจรภายในให้อุปกรณ์ทำงานถูกต้องตามสภาวะปกติ ดังในภาพที่ 3-16 (ก)

2) ทำการตรวจสอบการต่อเชื่อมวงจรภายในกับสวิตช์จัมเปอร์ด้วยมัลติมิเตอร์ โดยตั้งค่าความต้านทาน Rx10 วัดจุดต่อสายสวิตช์จัมเปอร์กับขั้วอุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ จุดตำแหน่ง JP1 (X1-X2) โอเวอร์โหลดจุดตำแหน่ง JP2 (Y1-Y3) และหลอดไฟสัญญาณจุดตำแหน่ง JP3 (Z1-Z2) ดังในภาพที่ 3-16 (ข), (ค) และ(ง)

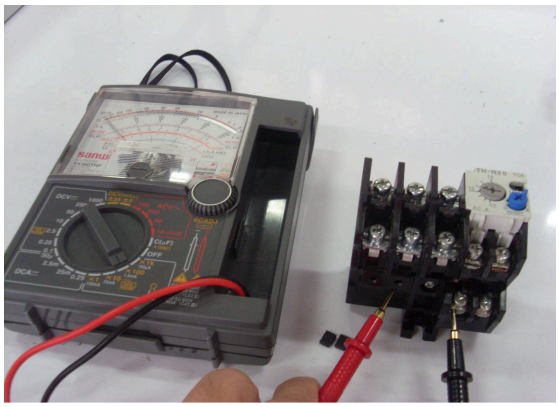


(ก) ทดสอบแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ด้วยแหล่งจ่ายไฟ 220 VAC

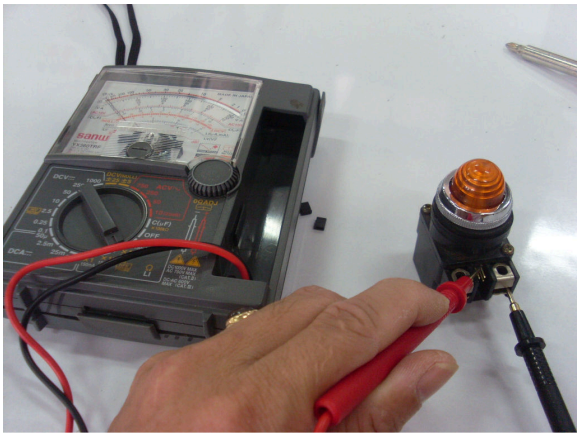
ภาพที่ 3-16 การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



(ข) ตรวจสอบจุดต่อสายแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ด้วยมัลติมิเตอร์



(ค) ตรวจสอบโอเวอร์โหลดด้วยมัลติมิเตอร์

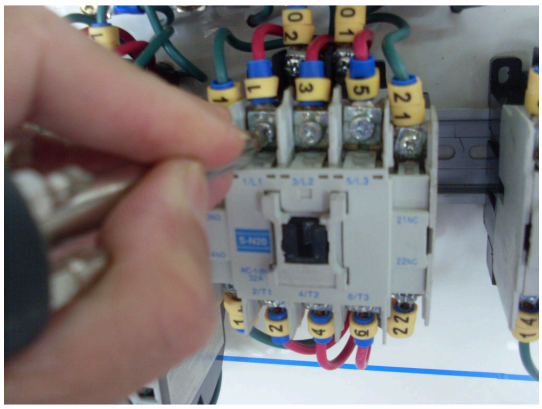


(ง) ตรวจสอบหลอดไฟสัญญาณด้วยมัลติมิเตอร์

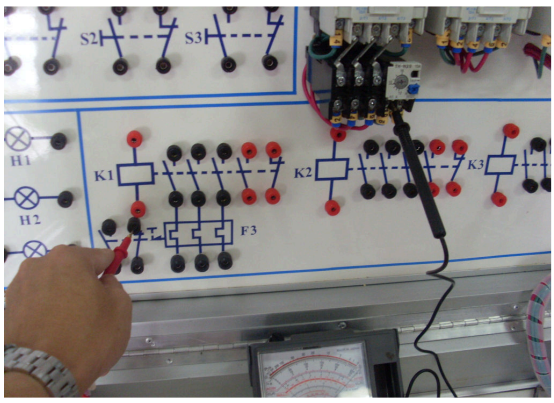
ภาพที่ 3-16 (ต่อ) การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

3.5 ประกอบอุปกรณ์/ทดสอบชุดสาธิต และการจัดทำคู่มือ

3.5.1 ทำการติดตั้งอุปกรณ์และเชื่อมต่อสายไฟในวงจรอุปกรณ์ แหล่งจ่ายไฟ เบรกเกอร์ แมกนีติกคอนแทกเตอร์ เวอร์โหลด สวิตช์แบบปุ่มกด โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ และขั้วต่อวงจรต่าง ๆ บนแผงด้านหน้าชุดสาธิต ตรวจสอบการต่อเชื่อมแผงสาธิตกับอุปกรณ์ควบคุมจุดต่าง ๆ ด้วยมัลติมิเตอร์ ดังในภาพที่ 3-17 และ3-18

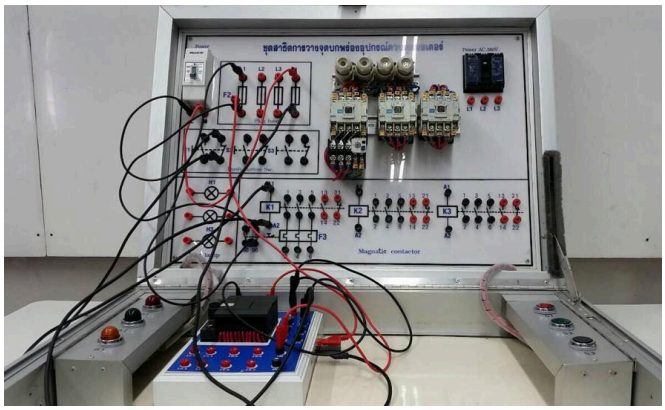


ภาพที่ 3-17 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ



ภาพที่ 3-18 ตรวจสอบการเชื่อมต่อจุดขั้วต่อสายต่าง ๆ กับอุปกรณ์ควบคุมด้วยมัลติมิเตอร์

3.5.2 ทดสอบการทำงานแผงชุดสาธิต โดยการต่อวงจรการใช้งานการควบคุม และวงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง ซึ่งมีวิธีการทดสอบชุดทดลอง 2 วิธีคือใช้วงจรรีเลย์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ดังในภาพที่ 3-19



ภาพที่ 3-19 ทดสอบวงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง

3.5.3 ออกแบบใบงานและจัดทำใบงาน

จากคำอธิบายรายวิชาภาคปฏิบัติ เป็นการปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยแมกนีติกคอนแทกเตอร์ และควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ ได้จัดทำใบงานภาคปฏิบัติ มีจำนวนทั้งสิ้น 3 ใบงาน ประกอบด้วย

1) ใบงานที่ 1 เรื่องการวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ จำนวน 4 ชั่วโมง

2) ใบงานที่ 2 เรื่องการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลดรีเลย์ จำนวน 4 ชั่วโมง

3) ใบงานที่ 3 เรื่องการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ จำนวน 4 ชั่วโมง

3.5.4 จัดทำคู่มือการใช้งานชุดสาธิต

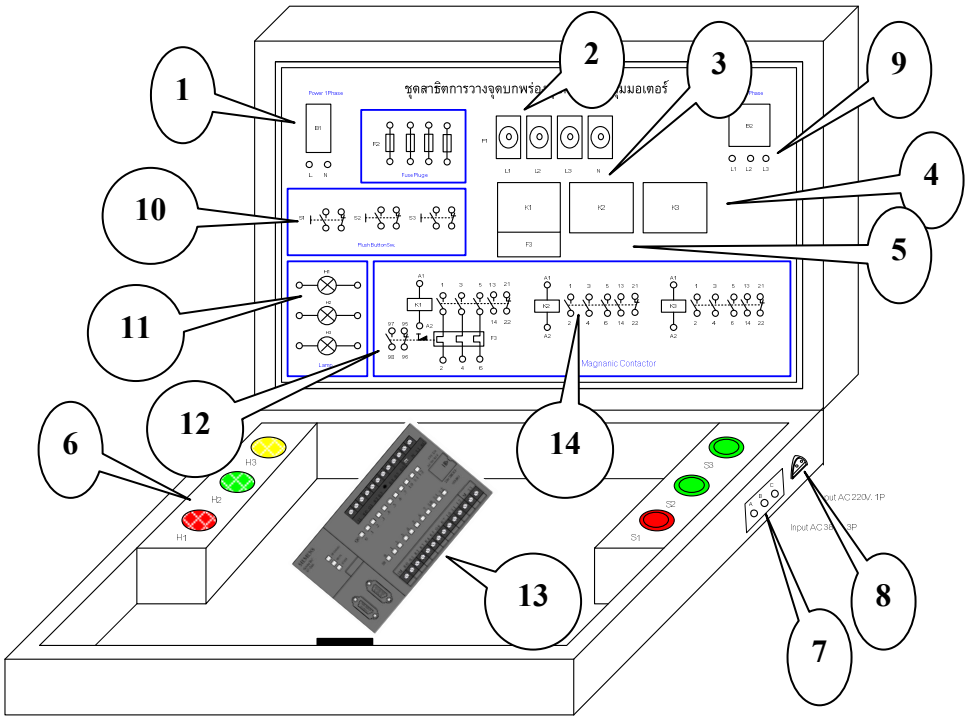
เขียนคู่มือการใช้งาน ส่วนประกอบที่สำคัญในตัวอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในชุดสาธิต ลำดับขั้นตอนการใช้งาน กำกับหมายเลขต่าง ๆ แสดงความหมาย ดังในภาพที่ 3-20 ทำไว้เพื่อให้ผู้ใช้งานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ สามารถใช้งานได้ด้วยตนเองอย่างถูกวิธีและมีความปลอดภัยในการทำงานด้วย ซึ่งประกอบด้วย

1) ส่วนประกอบของชุดสาธิต

2) ตำแหน่งการวางจุดบกพร่องในอุปกรณ์ควบคุม

3) รายงานข้อจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

4) การนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมแบบต่าง ๆ



ภาพที่ 3-20 หมายเลขส่วนประกอบของชุดสาธิตในคู่มือการใช้งาน

หมายเลข 1 แหล่งจ่ายไฟ AC 380 V 50 Hz (L1, L2, L3)

หมายเลข 2 ปลั๊กฟิวส์ขนาด AC 220 V 6 A (F1)

หมายเลข 3 จุดวางข้อบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ 220V (K1, K2, K3)

หมายเลข 4 จุดวางข้อบกพร่องโอเวอร์โหลด (F3)

หมายเลข 5 จุดวางข้อบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot lamp) (H1, H2, H3)

หมายเลข 6 สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch) Start-Stop (S1, S2, S3)

หมายเลข 7 จุดจ่ายไฟเข้า AC 380 V 50 Hz 2P (L1, L2, L3)

หมายเลข 8 จุดจ่ายไฟเข้า AC 220 V 50 Hz 2P (L, N)

หมายเลข 9 สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์ปลั๊กฟิวส์ (F1)

หมายเลข 10 สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์สวิตช์ปุ่มกด (S1, S2, S3)

หมายเลข 11 สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ (H1, H2, H3)

หมายเลข 12 สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1, K2, K3) และโอเวอร์โหลด (F3)

หมายเลข 13 โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ Siemens S7-200

หมายเลข 14 สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1,K2,K3) และโอเวอร์โหลด (F3)

3.6 ตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.6.1 การวิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง จำนวน 5 ท่าน (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 86)

3.6.2 ประเมินความคิดเห็น โดยนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ศึกษารายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 ประจำปีการศึกษา 2557 จำนวน 42 คน ประเมินความพึงพอใจ

3.6.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยชุดสาธิต แบบประมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ง และ จ หน้า 129 และ134) ซึ่งมีเครื่องมือเพื่อใช้ในการวิจัยดังนี้

1) การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
2) การสร้างแบบสอบถามประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
3) การสร้างแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

3.6.4 สร้างแบบสอบถามประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหลังจากดำเนินการออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยแบ่งการประเมินผลด้านการออกแบบ ด้านการใช้งาน และด้านคุณภาพ แล้วสร้างเป็นแบบสอบถามตามวิธีประเมินค่าโดยกำหนดความคิดเห็นเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ให้น้ำหนักคะแนนระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนนเท่ากับ 5 คือเห็นด้วยในระดับมากที่สุด
ระดับคะแนนเท่ากับ 4 คือเห็นด้วยในระดับมาก
ระดับคะแนนเท่ากับ 3 คือเห็นด้วยในระดับปานกลาง
ระดับคะแนนเท่ากับ 2 คือเห็นด้วยในระดับน้อย
ระดับคะแนนเท่ากับ 1 คือเห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

3.6.5 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย แบบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน มีวิธีการสร้างดังนี้

1) ศึกษาหลักการและทฤษฎี เนื้อหาที่เกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ

2) กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน

3) เขียนแบบทดสอบรายข้อ ผู้ศึกษาได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนวัดระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ชนิด 4 ตัวเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน

4) ตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพแบบทดสอบ ผู้ศึกษานำแบบทดสอบพร้อมกับแบบฝึกหัดให้ผู้เชี่ยวชาญและประเมินคุณภาพตามแบบประเมิน ผลการตรวจสอบปรากฏว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดี (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฏ หน้า 160) ผู้ศึกษาได้ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือแก้ไขคำถามบางข้อในเรื่องคำถามไม่ชัดเจนและตัวเลือกบางข้อที่ไม่สอดคล้องกับคำถาม เป็นต้น

5) ทดลองใช้แบบทดสอบ ผู้ศึกษาได้ทดลองใช้แบบทดสอบกับนักเรียน แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ที่เคยได้เรียนวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้ามาแล้ว จำนวน 42 คน

6) หาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยาก ง่าย นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน นำกระดาษคำตอบมาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งแบบทดสอบนี้มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.35 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.44 – 0.85 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฐ หน้า 168)

7) ปรับปรุงแบบทดสอบ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการดังนี้

(1) เปลี่ยนคำถามและตัวเลือกใหม่สำหรับแบบทดสอบจุดประสงค์เดียวกันที่มีที่มีค่า p สูงกว่า 0.8

(2) ปรับปรุงตัวเลือกตอบสำหรับแบบทดสอบที่มีค่า r ต่ำกว่า 0.2

8) จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปจัดพิมพ์ดังนี้

(1) แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารประกอบการเรียนประจำรายวิชา และการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อยู่ในส่วนหน้าก่อนเรียน

(2) แบบทดสอบหลังเรียน เป็นส่วนหนึ่งของเอกสารประกอบการเรียนประจำรายวิชา และการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ อยู่ในส่วนท้ายการเรียนหลังจากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.7.1 ผู้วิจัยได้นำชุดสาธิต และเอกสารคู่มือที่เสร็จสมบูรณ์ พร้อมแบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านทำการประเมินความคิดเห็น และนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 42 คน ประเมินความพึงพอใจ ซึ่งนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพระดับคะแนนเฉลี่ยของคำถามในแต่ละข้อผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการกำหนดช่วงคะแนน

3.7.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามขั้นตอนดังนี้

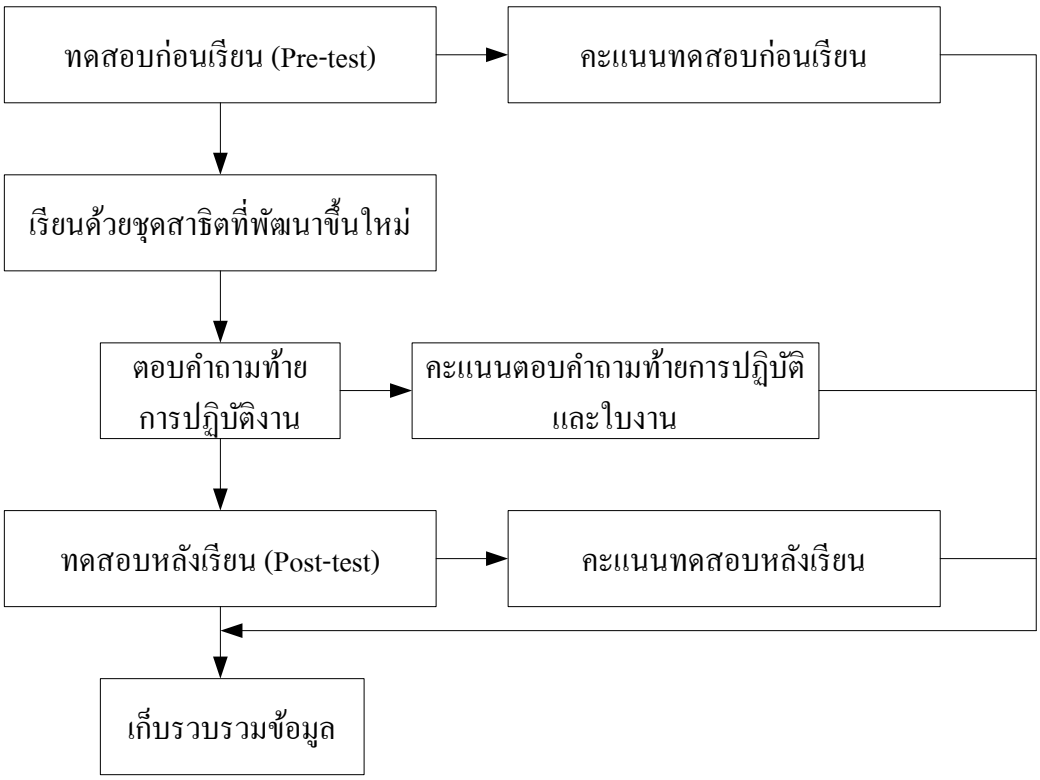
การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดลองแบบกลุ่มเดียว ลักษณะการทดลองแบบนี้ คือ มีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวแล้วทำการทดลองเมื่อทำการทดลองแล้วจึงทำการทดสอบ เพื่อดูผลการทดลอง ดังในภาพที่ 3-21 โดยรายละเอียดการดำเนินการทดลองมีดังนี้

1) ทดสอบความรู้พื้นฐาน (Pretest) ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2) กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้น ตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน

3) ทดสอบหลังการเรียน (Posttest) หลังจากนักเรียนผ่านการเรียนด้วยชุดสาธิตแล้วทำการทดสอบผลการเรียนอีกครั้งหนึ่ง ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

4) นำผลที่ได้จากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงาน ใบงานและทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อทำการหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 3-21 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.7.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) การวิเคราะห์หาคุณภาพชุดสาธิตจากผู้เชี่ยวชาญและทำหลังจากรวบรวมแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่ผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ประเมิน จากนั้นหาค่าเฉลี่ย (Mean) (ล้วนและอังคณา, 73 : 2538) ระดับความเห็นหาได้จากสูตร

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

เมื่อ $\overline{X}$ คือคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ คือผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือจำนวนข้อมูล

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (กานดา, 55 : 2539) หาได้จากสูตร

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

เมื่อ S.D. คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X^2$ คือผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$\left(\sum X\right)^2$ คือผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n คือจำนวนข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

3) สถิติ t-test สำหรับทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน (รัตนา, 86 : 2527)

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

เมื่อ t คือค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D คือความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n คือจำนวนคู่

4) สูตรคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอน (เสาวนีย์, 294-295 : 2538)

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

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

เมื่อ E_1 คือประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้ในเอกสารประกอบการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัดและใบงาน

E_2 คือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังจากเรียนด้วยเอกสารประกอบการสอนแล้ว) คิดเป็นร้อยละจากการทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ คือคะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัดและใบงานได้

$\sum F$ คือคะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N คือจำนวนนักเรียน

A คือคะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและใบงาน

B คือคะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน

5) การหาความยากง่าย (Difficulty : P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วนและอังคณา, 209-217 : 2538)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R คือจำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก

N คือจำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

การหาค่าความยากง่าย (Difficulty : P) เป็นค่าแสดงถึงร้อยละหรือสัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบ ระดับความยากเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “ P ” มีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยสามารถแปลความหมายของค่า “ P ” ได้ดังนี้

0.81 – 1.00 หรือ 81 % - 100 % แปลว่าแบบทดสอบข้อนั้นง่ายมาก

0.61 – 0.80 หรือ 61 % - 80 % แปลว่าแบบสอบข้อนั้นค่อนข้างง่าย

0.41 – 0.60 หรือ 41 % - 60 % แปลว่าแบบทดสอบข้อนั้นยากง่ายพอเหมาะ

0.20 – 0.40 หรือ 20 % - 40 % แปลว่าแบบทดสอบข้อนั้นค่อนข้างยาก

0.00 – 0.09 หรือ 0 % - 19 % แปลว่าแบบทดสอบข้อนั้นยากมาก

6) การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : r)

เป็นการวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยได้เอานำแบบทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : r) หลังจากที่ได้นำแบบทดสอบไปทำการทดสอบกลุ่มนักเรียนที่เคยมีพื้นฐานการเรียนในรายวิชาวงจรไฟฟ้ามาแล้ว

การหาค่าอำนาจจำแนกโดยวิธีเทคนิค 27 % จากตารางจุงเตแฟน (Chung - The Fan) เป็นการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำโดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วนและอังคณา, 212-217 : 2538)

$$D = P_H - P_L$$

เมื่อ P_H คือสัดส่วนของกลุ่มเก่ง

P_L คือสัดส่วนของกลุ่มอ่อน

ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination : r) เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ “r” มีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยสามารถแปลความหมายของค่า “r” ได้ดังนี้

0.00 – 0.19 หมายความว่าจำแนกกลุ่มสูง ต่ำไม่ได้เป็นข้อสอบที่ไม่ควรนำมาใช้วัด

0.20 – 0.49 หมายความว่าจำแนกใช้ได้เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์

0.50 – 0.99 หมายความว่าจำแนกได้ค่อนข้างสูงเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี

1.00 หมายความว่าจำแนกกลุ่มสูงต่ำได้อย่างสมบูรณ์เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี

สรุปข้อสอบที่มีคุณภาพในด้านอำนาจจำแนกควรมีค่าเป็นบวกข้อสอบที่จะได้คัดเลือกเข้าเป็นแบบทดสอบจะต้องมีอำนาจจำแนกไม่ต่ำกว่า 0.20 ผลการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่ามีข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.35 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่จำแนกเข้าเกณฑ์ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฐ หน้า 168)

7) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability of Test)

เป็นการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นรายข้อไปทำการคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson20 : KR-20) (ล้วน และอังคณา, 197-198 : 2538)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ n คือจำนวนข้อของเครื่องมือวัด

p คือสัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ นั่นคือสัดส่วนของคนทำถูกกับคนทั้งหมด

q คือสัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ 1 – p

S_t^2 คือคะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

8) ค่าความแปรปรวนของคะแนนผู้เข้าสอบ (S_t^2) ใช้สูตรดังนี้

$$S_t^2 = \frac{N\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ $\sum X^2$ คือผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$\sum X$ คือคะแนนจากการทำแบบทดสอบของผู้สอบ

N คือจำนวนผู้เข้าสอบ

การแปลความหมายค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่าตั้งแต่ – 1.00 ถึง + 1.00 แบบทดสอบที่มีค่าประสิทธิภาพความเที่ยงของแบบทดสอบ + 1.00 แสดงว่ามีค่าความเที่ยงสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือได้ แบบทดสอบที่มีค่าประสิทธิภาพเที่ยงของแบบทดสอบ 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 ไปจนถึงค่า – 1.00 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีความเที่ยง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือไม่ได้ ไม่ควรนำไปใช้ในการทดสอบ จากการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน พบว่าได้ค่าความเชื่อมั่น (KR-20) ของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.92 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฎ หน้า 167)

บทที่ 4
ผลการดำเนินการ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 4-1 ในบทนี้จะได้อธิบายเกี่ยวกับผลการดำเนินการ เมื่อผู้วิจัยได้ทำการออกแบบพัฒนาชุดสาธิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการนำชุดสาธิตที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นไปทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ โดยประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และผลการดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์ผลของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

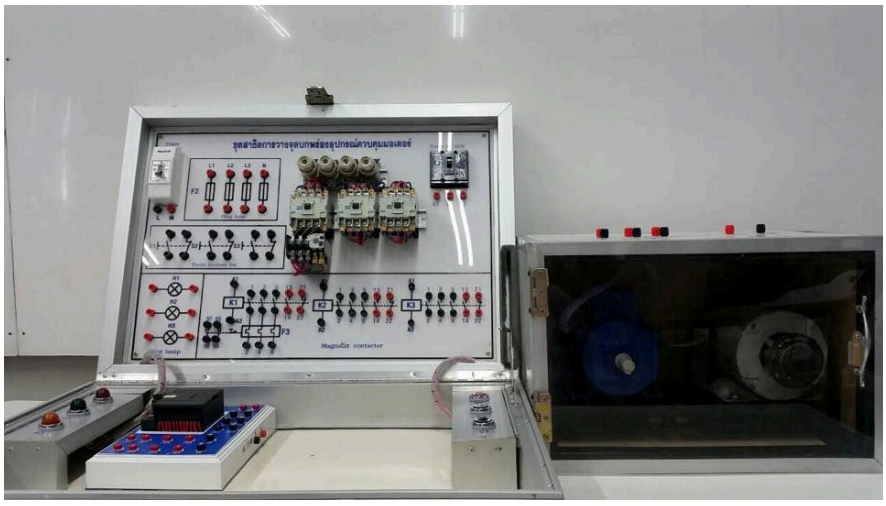
4.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพคู่มือการใช้งานชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิตโดยผู้เรียน

4.5 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

4.6 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน



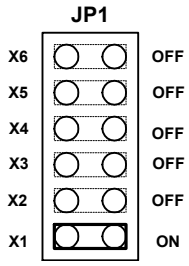
ภาพที่ 4-1 การพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

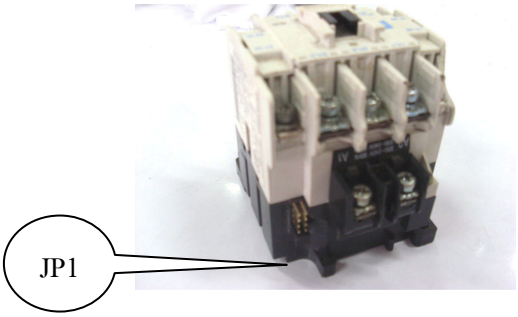
4.1 การวิเคราะห์ผลของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ได้พัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ พร้อมคู่มือการใช้งาน และอุปกรณ์ควบคุมแมกเนติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด และหลอดไฟสัญญาณ จำนวน 3 ตัว ซึ่งได้วางจุดบกพร่องเป็นสวิตช์จัมเปอร์บนตัวอุปกรณ์ควบคุม ดังในภาพที่ 4-2, 4-3 และ4-4

4.1.1 ตำแหน่งการวางจุดบกพร่องในอุปกรณ์ควบคุม

1) แมกเนติกคอนแทกเตอร์

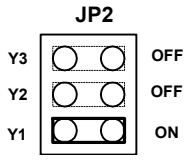


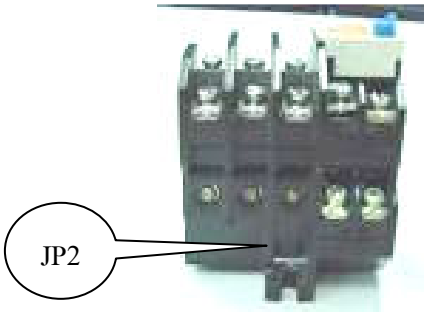


ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

ภาพที่ 4-2 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP1

2) โอเวอร์โหลด

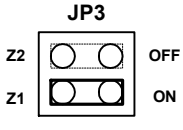


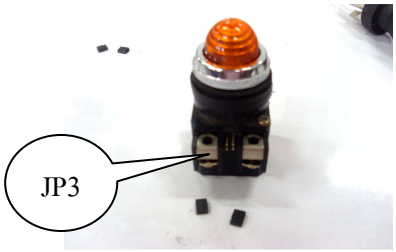


ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

ภาพที่ 4-3 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP2

3) หลอดไฟสัญญาณ



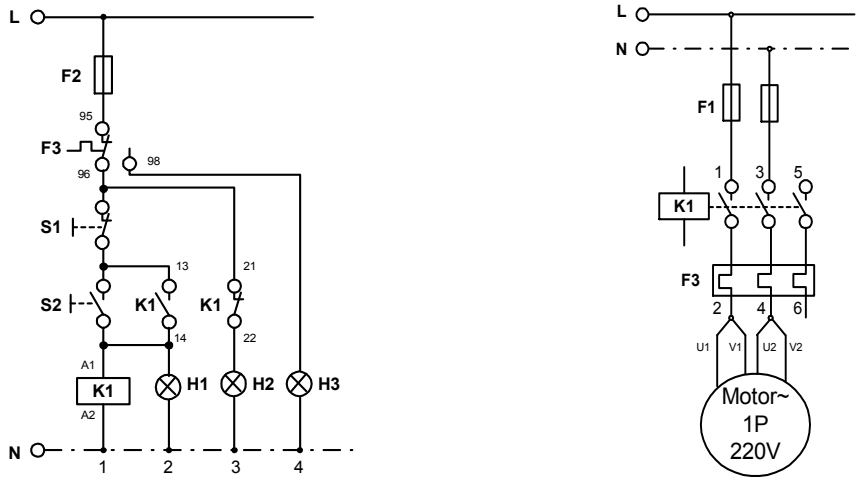


ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

ภาพที่ 4-4 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP3

4.1.2 ผลการทดสอบการวางจุดบกพร่องในวงจรควบคุมมอเตอร์

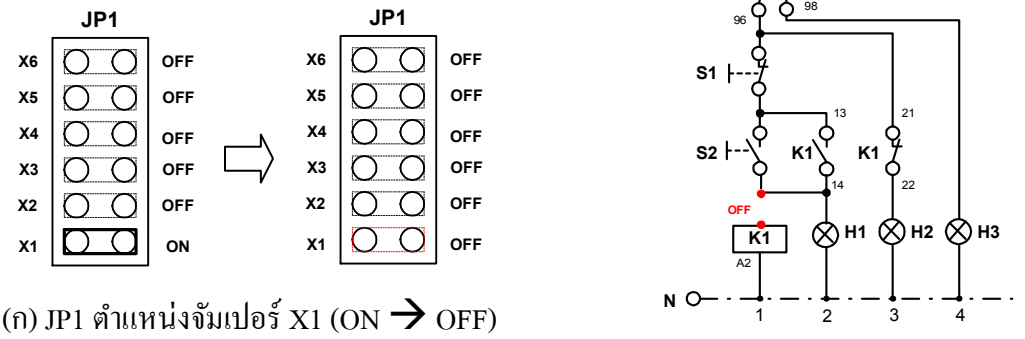
วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง



(ก) วงจรควบคุม (ข) วงจรกำลัง

ภาพที่ 4-5 วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง (วงจรรีเลย์ทำงานปกติ)

1) วางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (K1)



(ก) JP1 ตำแหน่งจัมเปอร์ X1 (ON → OFF)

(ข) จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ภาพที่ 4-6 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์

การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตเรื่องวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ โดยต่อ JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF) ดังในภาพที่ 4-6 มีการทดสอบการใช้งานจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

(1) วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน

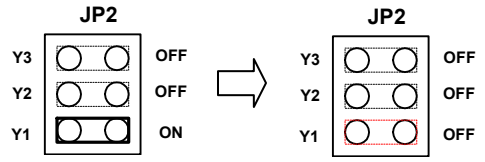
(2) คอยล์แมกเนติกคอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร (ขาด)

ตารางที่ 4-1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์

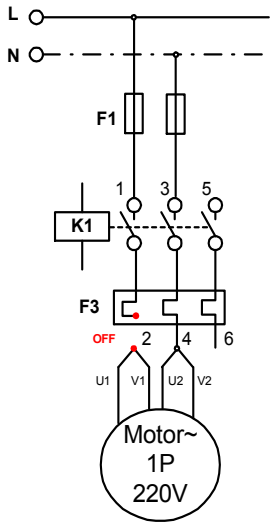
การทดลองครั้งที่	**ผลการทำงานวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน**	**ผลการทำงานคอยล์แมกเนติกคอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร**
1	ถูกต้อง	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	ถูกต้อง
8	ถูกต้อง	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	ถูกต้อง
เฉลี่ย	**100 %**	**100 %**

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการทำงานจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4-1 ในการทดลองการทำงานการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ จากการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 ครั้ง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ซึ่งคิดเป็น 100%

2) วางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (F3)



(ก) JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF)



(ข) จุดต่อวงจรกำลังไม่ครบวงจร

ภาพที่ 4-7 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตเรื่องวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลดโดยต่อ JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF) ดังในภาพที่ 4-7 มีการทดสอบการใช้งานจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

(1) วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน

(2) แผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

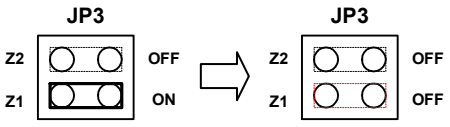
การทดลองครั้งที่	**ผลการทำงานวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน**	**ผลการทำงานแผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา**
1	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
2	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
3	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
4	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
5	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
6	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
7	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

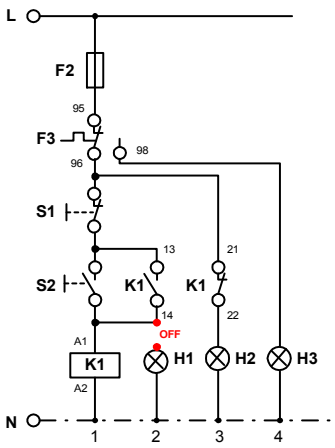
การทดลองครั้งที่	ผลการทำงานวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน	ผลการทำงานแผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา
8	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
9	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
10	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
เฉลี่ย	100 %	100 %

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการทำงานจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4-2 ในการทดลองการทำงานการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด จากการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 โดยคิดเป็นเปอร์เซนต์ความถูกต้องโดยคิดเป็น 100%

3) วางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (H1)



(ก) JP3 ตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (ON → OFF)



(ข) จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ภาพที่ 4-8 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตเรื่องวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ โดยต่อ JP3 ตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (ON → OFF) ดังในภาพที่ 4-8 มีการทดสอบการใช้งานจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

(1) หลอดไฟสัญญาณ H1ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)

(2) ขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ

การทดลองครั้งที่	**ผลการทำงานหลอดไฟสัญญาณ H1 ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน**	**ผลการทำงานขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร**
1	ถูกต้อง	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	ถูกต้อง
8	ถูกต้อง	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	ถูกต้อง
เฉลี่ย	**100 %**	**100 %**

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการทำงานจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4-3 ในการทดลองการทำงานการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ จากการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 โดยคิดเป็นเปอร์เซนต์ความถูกต้องโดยคิดเป็น 100%

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่อง

ลำดับที่	**รายการ**	**ประสิทธิภาพการทำงาน**
1	การวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์	100 %
2	การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด	100 %
3	การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ	100 %

จากการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการกำหนดจุดบกพร่องต่างๆ โดยประกอบไปด้วยการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด และการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ จากการทดสอบประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4-4 จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องในการกำหนดจุดบกพร่องต่างๆ พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยคิดเป็นเปอร์เซนต์ความถูกต้องในการว่างจุดบกพร่องในแต่ละด้านคิดเป็น 100%

4.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4–5 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ			
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.60	0.55	มาก
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.80	0.45	มาก
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.40	0.55	ปานกลาง
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.60	0.55	มาก
1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	3.80	0.45	มาก
1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.80	0.45	มาก
1.7 การวางตำแหน่ง PLC	3.60	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.66**	**0.19**	**มาก**
2. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
2.1 ใช้งานได้สะดวก	3.60	0.55	มาก
2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์	4.20	0.45	มาก
2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.60	0.55	มาก
2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.20	0.45	มาก

ตารางที่ 4–5 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น $\bar{X}$	S.D.	แปลผล
2.5 มีความทนทานแข็งแรง	3.80	0.45	มาก
2.6 ง่ายการต่อใช้งานวงจร PLC	4.20	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.93**	**0.09**	**มาก**
3. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ			
3.1 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)			
3.1.1 วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน	3.60	0.55	มาก
3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด	3.40	0.55	ปานกลาง
3.1.3 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด	4.00	0.71	มาก
3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.00	0.71	มาก
3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.00	0.71	มาก
3.2 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (Overload) (F3)			
3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน	3.80	0.45	มาก
3.2.2 หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Overload) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)	3.40	0.55	ปานกลาง
3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติเมื่อกดปุ่มทิป (Tip)	3.80	0.45	มาก

ตารางที่ 4–5 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น $\overline{X}$	S.D.	แปลผล
3.3 การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3)			
3.3.1 หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)	4.00	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.78**	**0.25**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.78**	**0.15**	**มาก**

จากตารางที่ 4–5 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ =3.66) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.1 ความประณีตความสวยงาม ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 1.2 ความเหมาะและขนาดชุดสาธิต ($\overline{X}$ = 3.80) ข้อ 1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะ ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม ($\overline{X}$ = 3.80) ข้อ 1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต ($\overline{X}$ = 3.80) และข้อ 1.7 การวางตำแหน่ง PLC ($\overline{X}$ = 3.60) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.3

2) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ =3.93) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.1 ใช้งานสะดวก ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์ ($\overline{X}$ = 4.20) ข้อ 2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ($\overline{X}$ = 4.20) ข้อ 2.5 มีความทนทานแข็งแรง ($\overline{X}$ = 3.80) และข้อ 2.6 ง่ายต่อการใช้งานวงจร PLC ($\overline{X}$ = 4.20)

3) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.78) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 3.1.1 วงจรการควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 3.1.3 วงจรการควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 Start สว่างตลอดเวลา ($\overline{X}$ = 4.00) ข้อ 3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ($\overline{X}$ = 4.00) ข้อ 3.1.5

วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ($\overline{X}$ = 4.00) ข้อ 3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน ($\overline{X}$ =3.80) ข้อ 3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติเมื่อกดปุ่มทิป (Tip) ($\overline{X}$ = 3.80) และข้อ 3.3.1 หลอดไฟสัญญาณในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง) ($\overline{X}$ = 4.00) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ ข้อ 3.1.2 และข้อ 3.2.2

จากตารางที่ 4–5 พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.66) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.93) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.78) และโดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.78) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ญ หน้า 146)

ตารางที่ 4–6 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	$\overline{X}$	S.D.	
1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ			
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.80	0.45	มาก
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.60	0.55	มาก
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.60	0.55	มาก
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.20	0.45	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.55**	**0.21**	**มาก**
2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ			
2.1 มีความทนทานแข็งแรง	3.80	0.45	มาก
2.2 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	3.80	0.45	มาก
2.3 การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์	2.60	0.89	ปานกลาง
2.4 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.80	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.50**	**0.31**	**ปานกลาง**

ตารางที่ 4–6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น $\overline{X}$	S.D.	แปลผล
3. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
3.1 ใช้งานได้สะดวก	3.80	0.45	มาก
3.2 ง่ายต่อการใช้งาน	3.60	0.55	มาก
3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	0.00	มาก
3.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	2.60	0.89	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.50**	**0.31**	**ปานกลาง**
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.52**	**0.11**	**มาก**

จากตารางที่ 4–6 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ =3.55) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.1 ความประณีตความสวยงาม ($\overline{X}$ = 3.80) ข้อ 1.2 ความเหมาะและขนาดชุดสาธิต ($\overline{X}$ = 3.60) และข้อ 1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม ($\overline{X}$ = 3.60) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.4

2) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ =3.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.1 มีความทนทานแข็งแรง ($\overline{X}$ = 3.80) ข้อ 2.2 ความถูกต้องของวงจรควบคุม ($\overline{X}$ = 3.80) และข้อ 2.4 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต ($\overline{X}$ = 3.80) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 2.3

3) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 3.1 ใช้งานได้สะดวก ($\overline{X}$ = 3.80) ข้อ 3.2 ง่ายต่อการใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน($\overline{X}$ = 4.00) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ ข้อ 3.4

จากตารางที่ 4–6 พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.55) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.50) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ =3.50) และโดยภาพรวม มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.52) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ถ หน้า 225)

4.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพคู่มือการใช้งานชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4–7

ตารางที่ 4–7 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินคู่มือการใช้งานการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิมและชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	$\overline{X}$	S.D.	
1. การลำดับขั้นตอนการใช้งาน	3.60	0.55	มาก
2. ข้อความรูปภาพเห็นชัดเจน	3.60	0.55	มาก
3. เนื้อหาคู่มือครบถ้วนสมบูรณ์	4.00	0.71	มาก
4. คำอธิบายวงจรอ่านแล้วเข้าใจ	3.60	0.55	มาก
5. สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย	3.80	0.84	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.72**	**0.18**	**มาก**

จากตารางที่ 4–7 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1 การลำดับขั้นตอนการใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 2 ข้อความรูปภาพเห็นชัดเจน ($\overline{X}$ = 3.60) ข้อ 3 เนื้อหาคู่มือครบถ้วนสมบูรณ์ ($\overline{X}$ = 4.00) ข้อ 4 คำอธิบายวงจรอ่านแล้วเข้าใจ ($\overline{X}$ = 3.60) และข้อ 5 สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ($\overline{X}$ = 3.80) โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.72) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ญ หน้า 150)

4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิตโดยผู้เรียน

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ที่มีต่อชุดสาธิตเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เรียน จำนวน 22 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 4–8

ตารางที่ 4–8 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) จากผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

รายการ	ระดับความคิดเห็น $\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ			
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.95	0.72	มาก
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.55	0.51	มาก
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.86	0.83	มาก
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.50	0.51	ปานกลาง
1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	4.00	0.69	มาก
1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.73	0.46	มาก
1.7 การวางตำแหน่ง PLC	3.50	0.51	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.73**	**0.22**	**มาก**
2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ			
2.1 ใช้งานได้สะดวก	3.64	0.73	มาก
2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์	4.09	0.61	มาก
2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.77	0.69	มาก
2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	3.95	0.65	มาก
2.5 มีความทนทานแข็งแรง	3.64	0.49	มาก
2.6 ง่ายการต่อใช้งานวงจร PLC	4.05	0.65	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.86**	**0.06**	**มาก**

ตารางที่ 4–8 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) จากผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

รายการ	ระดับความคิดเห็น $\overline{X}$	S.D.	แปลผล
3. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
3.1 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)			
3.1.1 วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน	3.50	0.51	ปานกลาง
3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด	3.64	0.79	มาก
3.1.3 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด	3.73	0.83	มาก
3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.18	0.59	มาก
3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.23	0.43	มาก
3.2 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (Overload) (F3)			
3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน	3.95	0.65	มาก
3.2.2 หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Overload) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)	3.50	0.51	ปานกลาง
3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติเมื่อกดปุ่มทิป (Tip)	3.95	0.65	มาก
3.3 การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3)			
3.3.1 หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)	3.95	0.79	มาก
ค่าเฉลี่ย	**3.85**	**0.25**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.81**	**0.14**	**มาก**

จากตารางที่ 4–8 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ =3.73) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.1 ความประณีตความสวยงาม ($\overline{X}$ = 3.95) ข้อ 1.2 ความเหมาะและขนาดชุดสาธิต ($\overline{X}$ = 3.55) ข้อ 1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม ($\overline{X}$ =3.86) ข้อ 1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม ($\overline{X}$ =4.00) และข้อ 1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต ($\overline{X}$ = 3.73) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.4 และ ข้อ 1.7

2) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ =3.86) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.1 ใช้งานสะดวก ($\overline{X}$ = 3.64) ข้อ 2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์ ($\overline{X}$ = 4.09) ข้อ 2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.77) ข้อ 2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ($\overline{X}$ = 3.95) ข้อ 2.5 มีความทนทานแข็งแรง ($\overline{X}$ = 3.64) และข้อ 2.6 ง่ายต่อการใช้งานวงจร PLC ($\overline{X}$ = 4.05)

3) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.85) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H1 (Stop) สว่างตลอดเวลา ($\overline{X}$ = 3.64) ข้อ 3.1.3 วงจรการควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 Start สว่างตลอดเวลา ($\overline{X}$ = 3.73) ข้อ 3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ($\overline{X}$ = 4.18) และข้อ 3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ($\overline{X}$ = 4.23) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ 3.1.1 และข้อ 3.2.2

จากตารางที่ 4–8 พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.73) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.86) และด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.85) และโดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ($\overline{X}$ = 3.81) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ฎ หน้า 154)

ตารางที่ 4–9 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) จากผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	$\overline{X}$	S.D.	
1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ			
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.40	0.50	ปานกลาง
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.50	0.61	ปานกลาง
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.65	0.49	มาก
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.35	0.49	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.48**	**0.29**	**ปานกลาง**
2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ			
2.1 มีความทนทานแข็งแรง	3.45	0.51	ปานกลาง
2.2 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	3.40	0.50	ปานกลาง
2.3 การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์	3.60	0.50	มาก
2.4 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.50	0.51	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	**3.49**	**0.25**	**ปานกลาง**
3. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน			
3.1 ใช้งานได้สะดวก	3.25	0.44	ปานกลาง
3.2 ง่ายต่อการใช้งาน	3.20	0.41	ปานกลาง
3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.45	0.51	ปานกลาง
3.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	2.40	0.50	น้อย
ค่าเฉลี่ย	**3.08**	**0.20**	**ปานกลาง**
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.35**	**0.17**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 4-9 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนมีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม ($\overline{X}$ = 3.65) และส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.1 ข้อ 1.2 และข้อ 1.4

2) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ =3.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.3 การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์ ($\overline{X}$ = 3.60) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 2.1 ข้อ 2.2 และข้อ 2.4

3) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ 3.1 ใช้งานได้สะดวก ($\overline{X}$ = 3.25) ข้อ 3.2 ง่ายต่อการใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.20) ข้อ 3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 3.45) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อยคือข้อ 3.4

จากตารางที่ 4-9 พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.48) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.49) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ =3.08) และโดยภาพรวม มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ($\overline{X}$ = 3.35) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ถ หน้า 225)

ตารางที่ 4–10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในกรณีเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ชุดสาธิตเดิม		แปลผล	ชุดสาธิตพัฒนา		แปลผล
	$\overline{X}$	SD		$\overline{X}$	SD	
1. ด้านการออกแบบ	3.55	0.21	มาก	3.66	0.19	มาก
2. ด้านคุณภาพ	3.50	0.31	ปานกลาง	3.78	0.25	มาก
3. ด้านการใช้งาน	3.50	0.31	ปานกลาง	3.93	0.09	มาก
4. ด้านคู่มือการใช้งาน	3.72	0.18	มาก	3.72	0.18	มาก

จากตารางที่ 4-10 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต ด้านการออกแบบ และด้านคู่มือการใช้งาน มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ส่วนในด้านคุณภาพ และด้านการใช้งานชุดสาธิตเดิมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ส่วนชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่มีคุณภาพดีกว่าชุดสาธิตเดิม

ตารางที่ 4–11 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในกรณีเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ ของผู้เรียน กลุ่ม 1-2 จำนวน 42 คน

รายการ	ชุดสาธิตเดิม		แปลผล	ชุดสาธิตพัฒนา		แปลผล
	$\overline{X}$	SD		$\overline{X}$	SD	
1. ด้านการออกแบบ	3.48	0.29	ปานกลาง	3.73	0.22	มาก
2. ด้านคุณภาพ	3.49	0.25	ปานกลาง	3.86	0.06	มาก
3. ด้านการใช้งาน	3.08	0.20	ปานกลาง	3.81	0.14	มาก

จากตารางที่ 4-11 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตเดิม ด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพและด้านการใช้งาน มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ส่วนชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่มีคุณภาพดีกว่าชุดสาธิตเดิม

4.5 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4–12 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	ΣX	$\overline{X}$	ร้อยละ
คะแนนจากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน (E_1)	22	200	3670	166.82	83.41
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2)	22	20	362	16.45	82.27

จากตารางที่ 4–12 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 22 คน คะแนนจากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานได้ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 83.41 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำข้อสอบในแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1.3.1 (รายละเอียดในภาคผนวก ฑ หน้า 170)

ตารางที่ 4–13 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	ΣX	$\overline{X}$	ร้อยละ
คะแนนจากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน (E_1)	20	200	3242	162.10	81.05
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2)	20	20	321	16.05	80.25

จากตารางที่ 4-13 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 20 คน คะแนนจากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานได้ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 81.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำข้อสอบในแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1.3.1 (รายละเอียดในภาคผนวก ด หน้า 217)

จากตารางที่ 4-12 และ 4-13 แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตเดิม คะแนนจากการตอบถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานเฉลี่ยร้อยละ 81.05 และทำข้อสอบในแบบทดสอบเฉลี่ยร้อยละ 80.25 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าชุดสาธิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่คือ 83.41 และ 82.27 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพสูงกว่าชุดสาธิตเดิม

4.6 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 1.3.2 โดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบความแตกต่างโดยใช้ t-test dependent ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4–14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน (ชุดใหม่) กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

	Mean	**S.D.**	**ค่าเฉลี่ยของผลต่าง**	**S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง**	**t**	**df**	**Sig 1 tailed**
ก่อนเรียน	7.18	1.736	7.64	2.194	16.325**	21	0.000
หลังเรียน	14.82	1.220					

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-14 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 7.18 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 14.82 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รายละเอียดในภาคผนวก ฒ หน้า 175)

ตารางที่ 4–15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน (ชุดเดิม) กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน

	Mean	**S.D.**	**ค่าเฉลี่ยของผลต่าง**	**S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง**	**t**	**df**	**Sig 1 tailed**
ก่อนเรียน	4.95	1.276	5.80	2.966	8.744**	19	0.000
หลังเรียน	10.75	2.381					

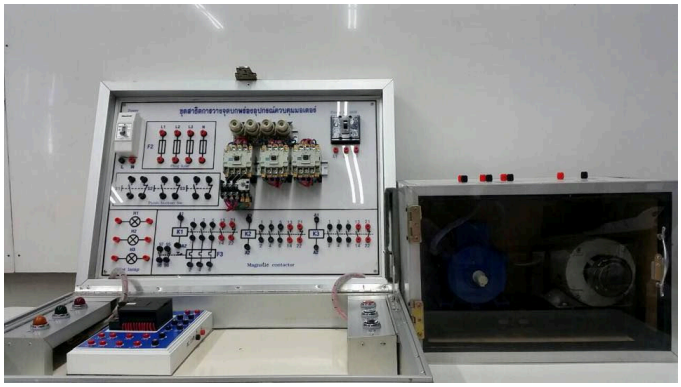
**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-15 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รายละเอียดในภาคผนวก ต หน้า 222)

จากตารางที่ 4-14 และ 4-15 แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตเดิม คะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 คะแนน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าชุดสาธิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่คือ 7.18 และ 14.82 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการสูงกว่าชุดสาธิตเดิม

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 กลุ่ม 1-2 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โดยในการออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จะประกอบไปด้วย ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า คู่มือการใช้งาน ชุดสาธิต ใบงาน แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ดังแสดงในภาพที่ 5-1 (ก) และ (ข)



(ก) ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้น

(ข) คู่มือการใช้งานชุดสาธิตและใบงาน

ภาพที่ 5-1 ชุดสาธิตที่พัฒนา คู่มือการใช้งานชุดสาธิตและใบงาน

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการสร้างและออกแบบพัฒนาชุดสาธิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าและด้านการออกแบบพัฒนาชุดสาธิตทางด้านเทคโนโลยีไฟฟ้าเป็นผู้ประเมินและทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิต หลังจากนั้นได้ทำการนำชุดสาธิตที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยกลุ่มตัวอย่างหรือผู้เรียนเป็นแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จำนวน 42 คน เมื่อทำการนำชุดสาธิตไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อทำการเรียนการสอนด้วยชุดสาธิตที่ได้ทำการออกแบบพัฒนาขึ้นและให้กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิต หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสรุปและวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตจากผู้เชี่ยวชาญและผู้เรียน โดยผลสรุปการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้ามีดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาชุดสาธิตเรียบร้อยแล้ว ได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละด้าน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านและกลุ่มตัวอย่างหรือผู้เรียนจำนวน 42 คน จากผลการประเมินและทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตพบว่า ผลการวิจัยซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า

1) จากการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านพบว่าความพึงพอใจด้านการออกแบบมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.55 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านคุณภาพมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และความพึงพอใจด้านการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.50 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านพบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.52 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

2) จากการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่าความพึงพอใจด้านการออกแบบมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.66 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านคุณภาพมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.78 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจด้านการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.93 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านพบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.78 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

3) จากการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) จากผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน พบว่าความพึงพอใจด้านการออกแบบมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.48 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง ความพึงพอใจด้านคุณภาพมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.49 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และความพึงพอใจด้านการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.08 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านพบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.35 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

4) จากการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) จากผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน พบว่าความพึงพอใจด้านการออกแบบมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.73 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านคุณภาพมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.86 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจด้านการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.85 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านพบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

5) จากผลการวิเคราะห์แบบประเมินคู่มือการใช้งานการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิมและชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่าความพึงพอใจด้านการออกแบบมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.73 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านคุณภาพมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.86 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจด้านการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 3.85 ซึ่งอยู่ในระดับมาก โดยเมื่อทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านพบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.81 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

5.2 การอภิปรายผล

ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น พบว่าสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชา การโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า รวมทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมมอเตอร์แบบต่าง ๆ ได้พร้อมกับเอกสารคู่มือการใช้งาน จากผลการประเมินความเหมาะสมของชุดสาธิตให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านทำการประเมินความคิดเห็น และความพึงพอใจ พอจะสรุปผลต่อไปนี้คือ

1) การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานชุดสาธิต จำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 ครั้ง โดยคิดเป็นเปอร์เซนต์ความถูกต้องโดยคิดเป็น 100%

2) การประเมินและทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่านที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ และคู่มือการใช้งานที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้น

3) พบว่าการประเมินในส่วนของชุดสาธิตของผู้เชี่ยวชาญมีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.79 ซึ่งอยู่ในระดับมาก และในส่วนคู่มือการใช้งานมีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.72 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

4) ประสิทธิภาพชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ได้ออกแบบและวิจัยพัฒนาขึ้น พบว่าประสิทธิภาพที่ได้ 83.41 / 82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 80/80 ที่กำหนดไว้

5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ทำให้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือนักเรียนที่ใช้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นจริงเชื่อถือได้ 99 %

6) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่พัฒนาขึ้น พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 3.66 นั่นคือ ผู้เรียนมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับเห็นด้วยมากกับชุดสาธิตที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

5.3 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

1) อุปกรณ์ควบคุมบางยี่ห้อมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้การวางจุดบกพร่องในวงจรยากมาก ซึ่งในการวางจุดบกพร่องในตัวอุปกรณ์จะต้องหาอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่

2) การต่อสายไฟวงจรภายในของอุปกรณ์มีจำนวนขั้วต่อสายมากเกินไป ทำให้ระบบกลไกการทำงานผิดพลาด ทำให้ในบางครั้งมีเสียงดัง และสั่นได้ ซึ่งจะต้องใช้สายไฟที่มีขนาดเล็กและทนต่อกระแสไฟสูง ๆ ได้

5.4 ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิจัยทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผู้ทำวิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) ควรจัดทำในรูปแบบของใบงานการทดลองวงจรควบคุมมอเตอร์แบบต่าง ๆ ให้มากขึ้น

2) ขยายผลการวิจัยเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดสาธิตให้มากขึ้น โดยการเผยแพร่ไปยังสถานศึกษาอื่นใกล้เคียงให้มากขึ้น โดยเฉพาะสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอน ในหัวข้อวิชานี้

3) ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมให้มากขึ้น และออกแบบให้อุปกรณ์แสดงอาการในรูปแบบต่าง ๆ ที่พบบ่อยครั้งให้มากขึ้น

ภาคผนวก ข
ลักษณะรายวิชาการโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า

จุดประสงค์และคำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา 2104-2109 **ชื่อวิชา** การโปรแกรมและควบคุมไฟฟ้า
จำนวน 2 **หน่วยกิต** 4 **ชั่วโมง / สัปดาห์** **หลักสูตร** ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ประเภทวิชา อุตสาหกรรม **สาขาวิชา** ช่างไฟฟ้ากำลัง

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. รู้ เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง ส่วนประกอบ การป้อนคำสั่ง โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2. มีทักษะเกี่ยวกับการใช้คำสั่ง แก้ไข ปรับปรุงโปรแกรมงานควบคุมประเภทต่าง ๆ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน มีความละเอียดรอบครอบ ปลอดภัย เป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลา มีความซื่อสัตย์และมีความรับผิดชอบ

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
2. ใช้ชุดคำสั่ง ควบคุมงานไฟฟ้า
3. ต่อวงจรใช้งานควบคุมมอเตอร์ ระบบนิวเมติกส์ และอุปกรณ์ไฟฟ้า

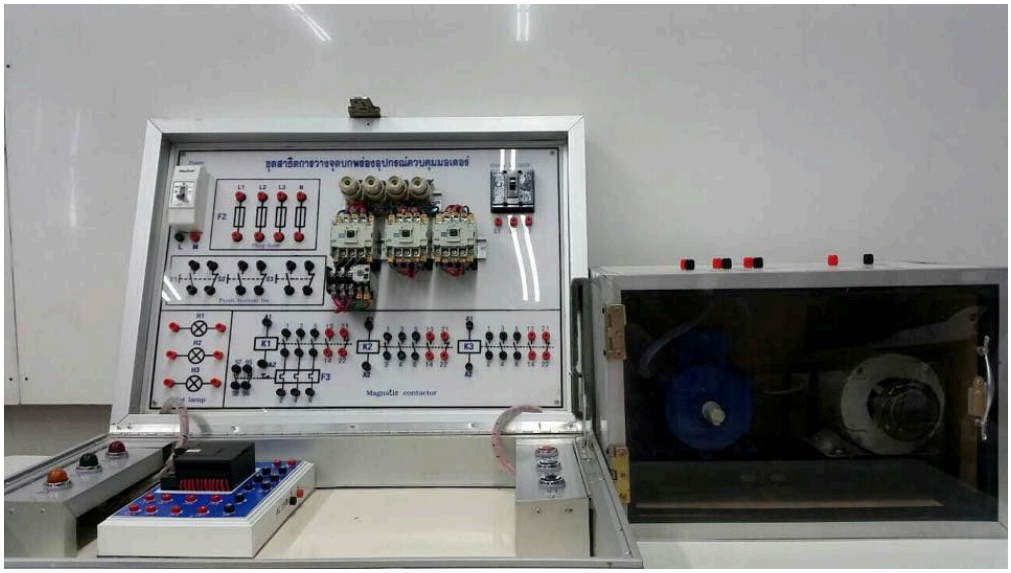
คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้าง ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ คำสั่งการป้อนข้อมูล วงจรการใช้งานควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ วงจรควบคุมระบบนิวเมติกส์ การแก้ไขและปรับปรุงป้อนข้อมูล

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

คู่มือการใช้งาน
ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์



จัดทำโดย

นายคมกริช แสงสุรินทร์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง **วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย**

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา **กระทรวงศึกษาธิการ**

คำนำ

คู่มือชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์นี้ เป็นแนวทางสำหรับการใช้งาน ซึ่งในคู่มือนี้จะประกอบไปด้วย ส่วนประกอบของชุดสาธิต ตำแหน่งการวางจุดบกพร่องในอุปกรณ์ควบคุม รายงานข้อจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ วิธีการวางจุดบกพร่องวงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง และการนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมแบบต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ชุดสาธิตนี้ จะมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ที่การวางจุดบกพร่องที่อุปกรณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์เป็นหลักในการควบคุมวงจรต่าง ๆ และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวงจรควบคุมอื่นได้

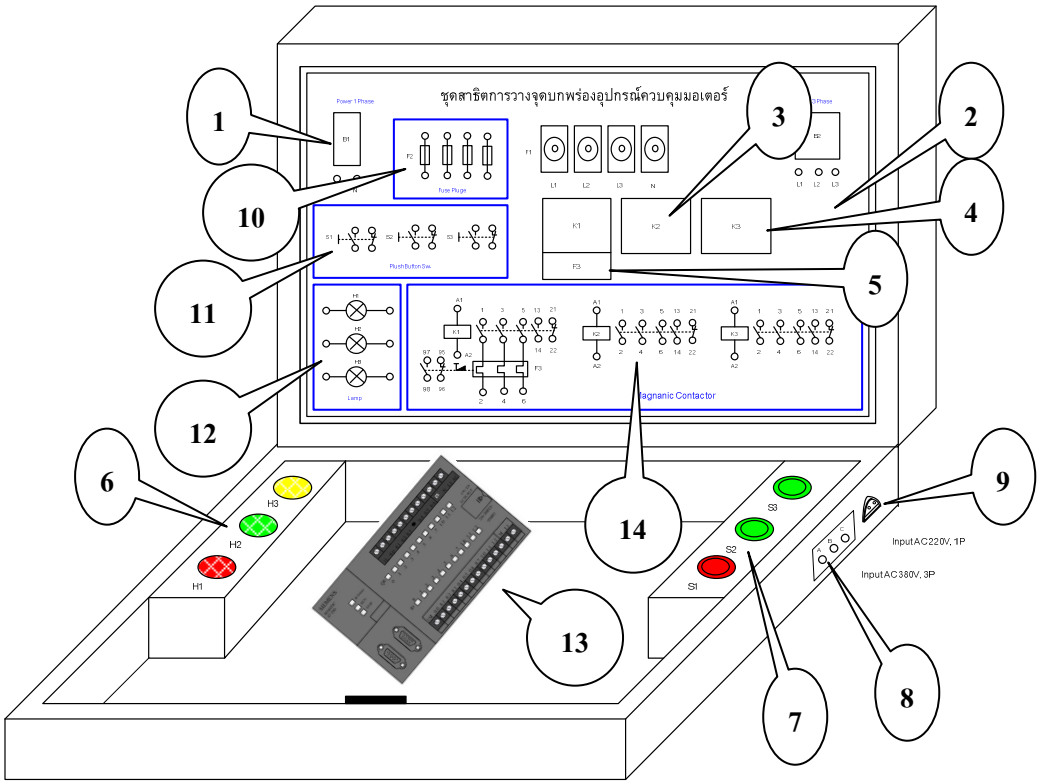
ผู้จัดทำหวังว่าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ คงจะมีประโยชน์ต่อผู้สนใจมาก ถ้ามีข้อบกพร่องประการใดทางผู้จัดทำขอรับไว้และจะนำไปปรับปรุงในโอกาสต่อไป

นายคมกริช แสงสุรินทร์

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง	**หน้า**
ส่วนประกอบของชุดสาธิต	1
ตำแหน่งการวางจุดบกพร่องในอุปกรณ์ควบคุม	2
รายงานข้อจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์	3
วิธีการวางจุดบกพร่องวงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง	7
การนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมแบบต่าง ๆ	10

1. ส่วนประกอบของชุดสาธิต

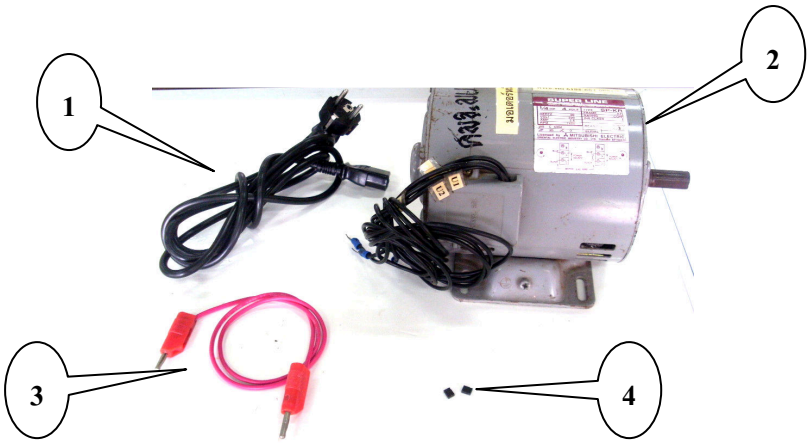


หมายเลขส่วนประกอบ

1. แหล่งจ่ายไฟ AC.220V 50 Hz. (L,N)
2. แหล่งจ่ายไฟ AC.380V 50 Hz. (L1,L2,L3)
3. ปลั๊กฟิวส์ขนาด AC.220V 6A (F1)
4. จุดวางข้อบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ 220V (K1,K2,K3)
5. จุดวางข้อบกพร่องโอเวอร์โหลด (F3)
6. จุดวางข้อบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot lamp) (H1,H2,H3)
7. สวิตช์ปุ่มกด (Push button switch) Start-Stop (S1, S2,S3)
8. จุดจ่ายไฟเข้า AC.380V 50 Hz. 2P (L1,L2,L3)
9. จุดจ่ายไฟเข้า AC.220V 50 Hz. –P (L,N)
10. สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์ปลั๊กฟิวส์ (F1)
11. สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์สวิตช์ปุ่มกด (S1, S2,S3)
12. สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ (H1,H2,H3)
13. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ Siemens S7-200
14. สัญลักษณ์จุดต่ออุปกรณ์แมกนีติกส์คอนแทกเตอร์(K1,K2,K3)และโอเวอร์โหลด (F3)

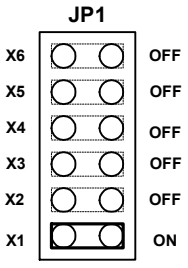
<u>อุปกรณ์เพิ่มเติม</u>

1. สายปลั๊กไฟ AC AC.220V
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสและสามเฟส
3. สายเสียบตัวผู้
4. จัมเปอร์

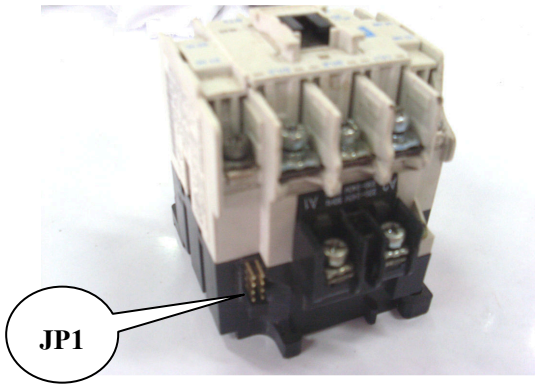


2. ตำแหน่งการวางจุดบกพร่องในอุปกรณ์ควบคุม

2.1 แมกนีติกคอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor)

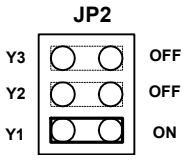


ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

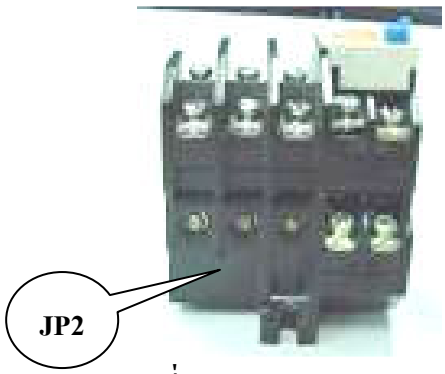


ภาพที่ 2-1-1 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP1

2.2 โอเวอร์โหลด (Overload)

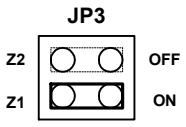


ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

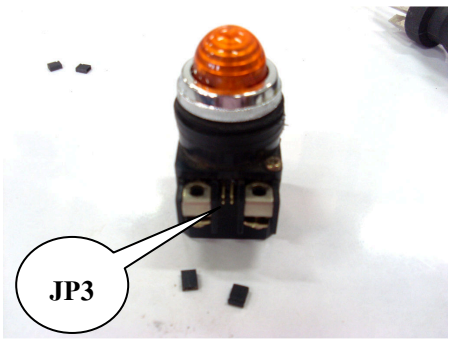


ภาพที่ 2-1-2 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP2

2.3 หลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp)



ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ



ภาพที่ 2-1-3 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP3

หมายเหตุ..

ตำแหน่งจัมเปอร์ ON หมายถึง สภาวะปกติของอุปกรณ์ทำงานปกติ

ตำแหน่งจัมเปอร์ OFF หมายถึง สภาวะปกติของอุปกรณ์ทำงานไม่ปกติ

3. รายงานข้อจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

รหัสจัมเปอร์ **XX**

A) รายงานการทดสอบ

B) รายงานจุดบกพร่อง

C) การหาจุดบกพร่อง

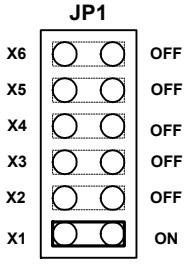
3.1 แมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)

รายละเอียดของแมกนีติกคอนแทกเตอร์

ยี่ห้อ NIKKO รุ่น S-N20 ขนาด AC-3 220V 32 A

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ X1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF)

A) วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน



B) คอยล์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร (ขาด)

C) ตรวจพบโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน)และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วคอยล์ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คต่อไปจะพบว่าคอยล์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ขาด

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ X2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด

B) คอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) จุดขั้ว 21, 22 ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วของหลอดไฟสัญญาณ (Stop) ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าหน้าสัมผัสของคอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) จะปิดวงจรตลอดเวลา (ทดสอบให้กดปุ่มตรงกลางของแมกนีติกขึ้น-ลง)

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ X3 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H2(Start)สว่างตลอด

B) คอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) ตำแหน่ง 13,14 ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วของคอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) ตำแหน่ง 13 หรือ 14 ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่า หน้าสัมผัสของคอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) จะปิดวงจรตลอด (ให้กดแมกนีติกส์ขึ้น-ลง)

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ X4 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start

B) คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้ว (5 – 6) ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อ ระหว่างขั้วคอนแทกเมน (5 – 6) ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าหน้าสัมผัสของคอนแทกเมนจะปิดวงจรตลอดเวลา

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ X5 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start

B) คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (3 – 4) ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อ ระหว่างขั้วคอนแทกเมน (3 – 4) ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าหน้าสัมผัสของคอนแทกเมนจะปิดวงจรตลอดเวลา

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ X6 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start

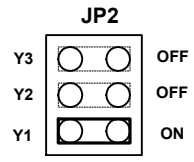
B) คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (1 – 2) ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วคอนแทกเมน (1 – 2) ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าหน้าสัมผัสของคอนแทกเมนจะปิดวงจรตลอดเวลา

3.2 โอเวอร์โหลด (Overload) (F3)

รายละเอียดของโอเวอร์โหลด

ยี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น TH-N20 ขนาด 15 A



รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF)

A) วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน

B) แผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วเมน 2 ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าแผ่นไบเมลทัลในโอเวอร์โหลดจะเปิดวงจรตลอดเวลา

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ Y2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Over load) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)

B) หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-98 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้ว 97-98 (NO.) ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าหน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-97 (NO.) ในโอเวอร์โหลดจะปิดวงจรตลอดเวลา (ทดสอบให้กดปุ่มทิป (Tip) โอเวอร์โหลด)

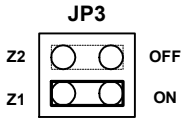
รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ Y3 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

A) วงจรควบคุมทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่มทิป (Tip)

B) หน้าสัมผัสจุดขั้ว 95-96 (NC.) ปิดวงจรตลอดเวลา

C) ตรวจพบโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้ว 95-96 (NC.) ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าหน้าสัมผัสจุดขั้ว 95-96 (NC.) ในโอเวอร์โหลดจะปิดวงจรตลอดเวลา (ทดสอบให้กดปุ่มTip โอเวอร์โหลด)

3.3 หลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3)



รายละเอียดของหลอดไฟสัญญาณ

Pilot Light 220 V / 6.3 V 50 Hz

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF)

A) หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)

B) ขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

C) ตรวจเช็คโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วหลอดไฟสัญญาณ ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าวงจรขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

รหัสตำแหน่งจัมเปอร์ Z2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

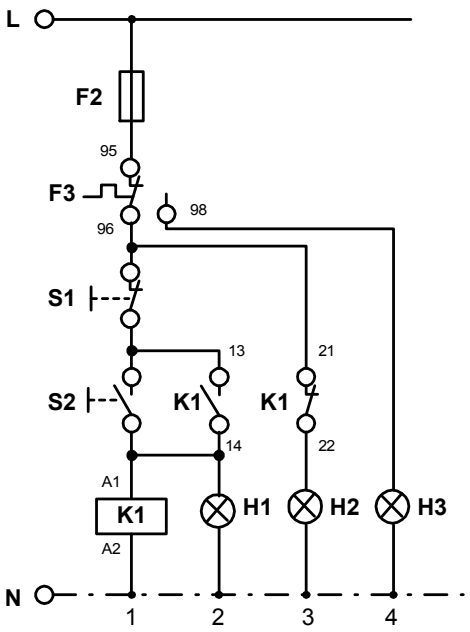
A) หลอดไฟสัญญาณในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)

B) วงจรหลอดไฟ 6.3 V ไม่ครบวงจร (ขาด)

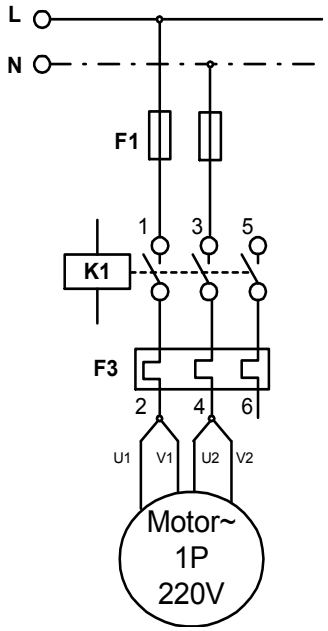
C) ตรวจเช็คโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วหลอดไฟสัญญาณออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าขั้ววงจรหลอดไฟ 6.3 Vไม่ครบวงจร (แต่หลอดไฟ 6.3 V ไม่ขาดใช้งานได้)

4. วิธีการวางจุดบกพร่องวงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง

วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง

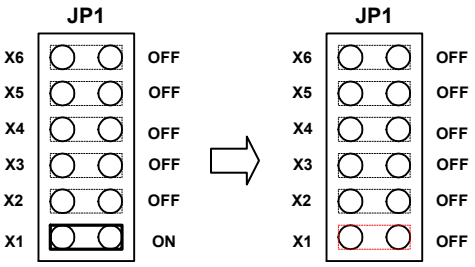


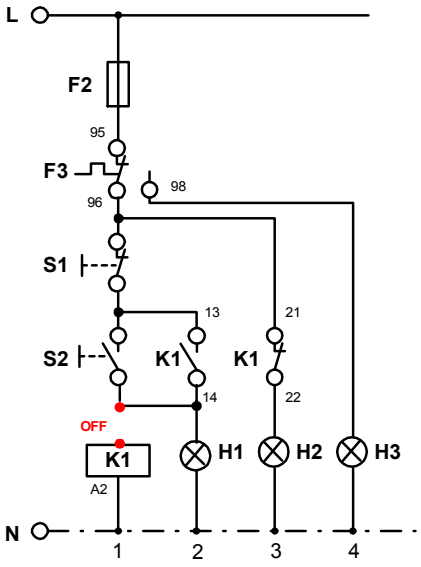
ภาพที่ 4-1-1 วงจรควบคุม



ภาพที่ 4-1-2 วงจรกำลัง

4.1 วางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์(K1)

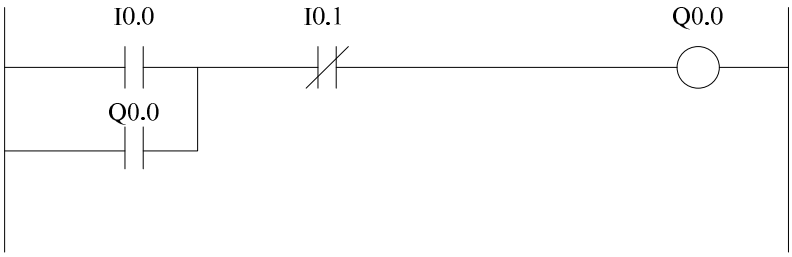




ภาพที่ 4-1-3 JP1 ตำแหน่งจัมเปอร์ X1 (ON → OFF) **ภาพที่ 4-1-4** จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

แลดเดอร์ไดอะแกรม

อินพุต	เอาท์พุต
I0.0 = START	Q0.0 = มอเตอร์
I0.1 = STOP	



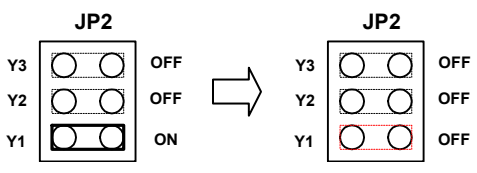
ผลการทดสอบ

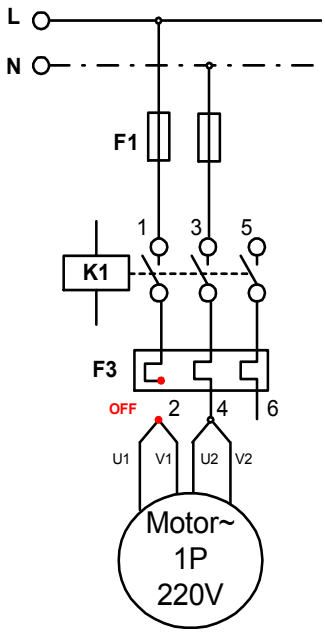
D) วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน

E) คอยล์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร (ขาด)

F) ตรวจพบโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน)และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วคอยล์ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คต่อไปจะพบว่าคอยล์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ขาด

4.2 วางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด(F3)





ภาพที่ 4-1-5 JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF) **ภาพที่ 4-1-6** จุดต่อวงจรกำลังไม่ครบวงจร

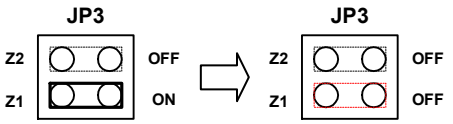
ผลการทดสอบ

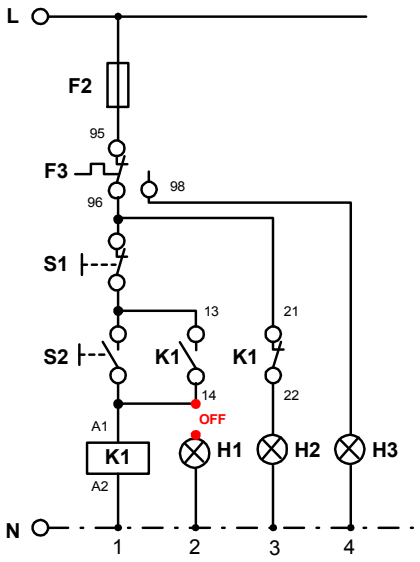
D) วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน

E) แผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา

F) ตรวจพบได้โดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วเมน 2 ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าแผ่นไบเมลทัลในโอเวอร์โหลดจะเปิดวงจรตลอดเวลา

4.3 วางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (H1)





ภาพที่ 4-1-7 JP3 ตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (ON → OFF) **ภาพที่ 4-1-8** จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ผลการทดสอบ

D) หลอดไฟสัญญาณ H1ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)

E) ขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

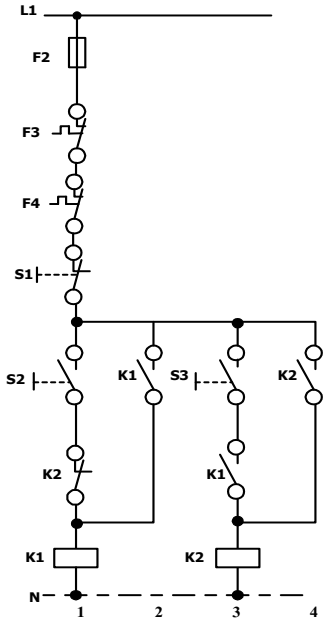
F) ตรวจเช็คโดยการใช้โอห์มมิเตอร์ (ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟออกก่อน) และให้ปลดจุดต่อระหว่างขั้วหลอดไฟสัญญาณ ออกก่อน เมื่อตรวจเช็คจะพบว่าวงจรขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

5. การนำไปประยุกต์ใช้งานกับวงจรควบคุมแบบต่าง ๆ

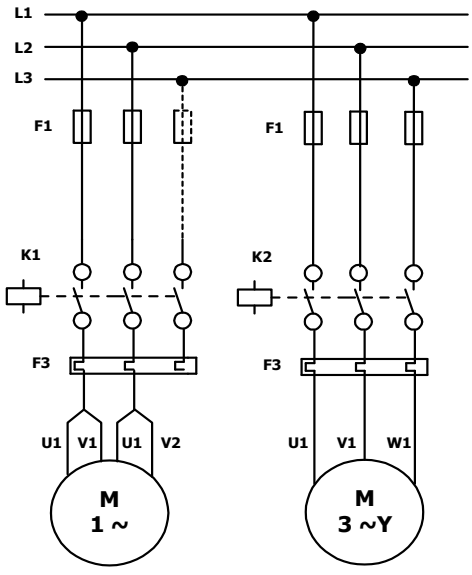
- ✍ การควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงตามลำดับ
- ✍ การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 2 ชนิด
- ✍ การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
- ✍ การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส
- ✍ การควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา

5.1 การควบคุมมอเตอร์ทำงานเรียงตามลำดับ

ในการควบคุมมอเตอร์เรียงตามลำดับนั้นจะต้องให้มอเตอร์ตัวแรกทำงานก่อนและมอเตอร์ตัวที่สองถึงจะทำงานตามได้เมื่อต้องการหยุดการทำงานสามารถหยุดการทำงานของมอเตอร์ทั้งสองตัวพร้อมกันได้และเมื่อมอเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งเกิดทำงานเกินกำลังมอเตอร์จะหยุดพร้อมกันทั้งสองตัว วงจรมอเตอร์ทำงานเรียงตามลำดับนี้นิยมใช้กับงานสายพานลำเลียงหรืองานที่มีการควบคุมต่อเนื่องและหยุดพร้อมกัน ตามรูปที่. 4-1-1 และ 4-1-2



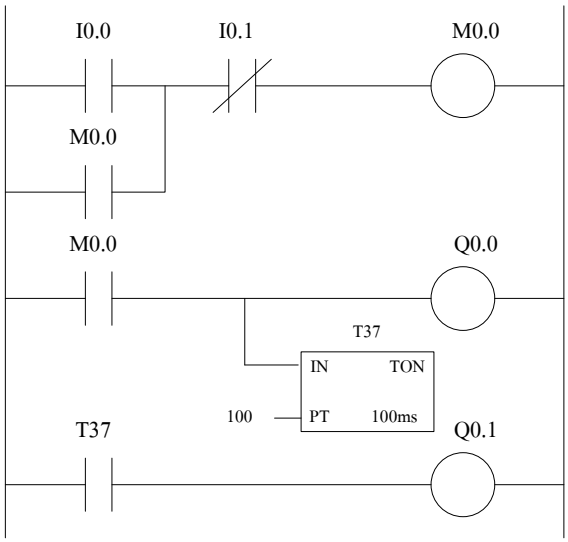
ภาพที่ 5-1-1 วงจรควบคุม (เรียงลำดับ)



ภาพที่ 5-1-2 วงจรกำลัง (เรียงลำดับ)

แลดเดอร์ไดอะแกรม

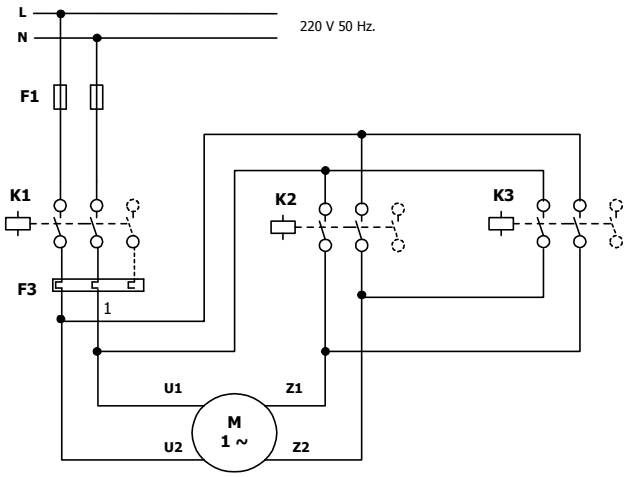
อินพุต	เอาต์พุต
I0.0 = สวิตช์สตาร์ต	Q0.0 = K1
I0.1 = สวิตช์หยุดทำงาน	Q0.1 = K2

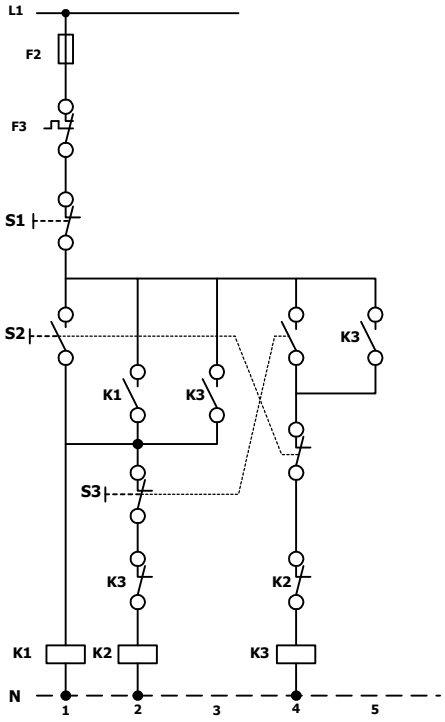


5.2 การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมีทั้งมอเตอร์ที่ใช้กับ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟสการกลับทางหมุนมอเตอร์ มีความจำเป็นอย่างหนึ่งที่ใช้ ในงานอุตสาหกรรม มีการกลับทางหมุนมอเตอร์ทั้งมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟสและ 3 เฟส ดังนั้นจึงมีวงจรในการควบคุมในการกลับทางหมุนมอเตอร์อยู่หลายแบบด้วยกันเช่นการกลับทางหนุนมอเตอร์ ได้ทันที่ที่ไม่ต้องหยุดการทำงานของมอเตอร์และการการกลับทางหมุนมอเตอร์ แบบต้องหยุดการทำงาน ของมอเตอร์ที่จะต้องศึกษาวงจรและหลักการต่อไป การควบคุมการกลับทางหมุน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส มีการควบคุมหลายแบบแต่ในที่นี้เป็นการใช้สวิตช์ปุ่มกดในการควบคุม ซึ่งการควบคุมมีวงจรกำลังที่ใช้ในการกลับทางหมุนและวงจรควบคุมตัวอย่างในการควบคุมนี้เป็นการหยุดมอเตอร์ทุกครั้งก่อนกลับทางหมุน ที่เรียกว่าวงจร Reversing After stop

1) การกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1เฟส



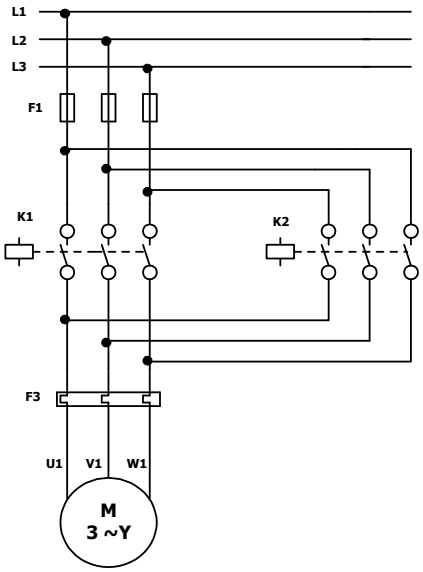


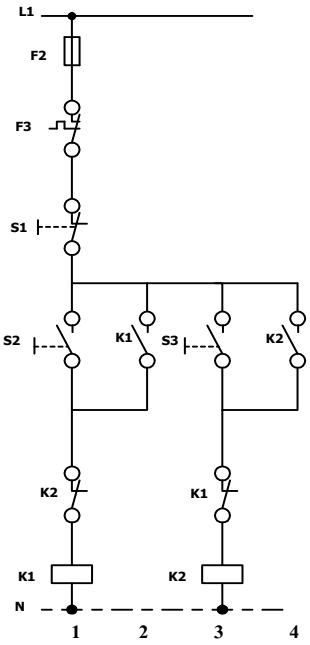
ภาพที่ 5-1-3 วงจรกำลัง (กลับทางหมุน 1 เฟส) **ภาพที่ 5-1-4** วงจรควบคุม (กลับทางหมุน 1 เฟส)

2) การควบคุมการกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3เฟส

หลักการวงจรกำลังการกลับทิศทางหมุนของมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ในการกลับทางหมุนมอเตอร์3เฟสนั้นทำได้โดยการสลับสายเมนคู่ใดคู่หนึ่งเข้ามอเตอร์ ส่วนอีกเส้นหนึ่งต่อไว้ดังเดิมในการกลับทางหมุน ในงานควบคุมจำเป็นต้องเอาคอนแทกเตอร์มาช่วยในการสลับสายให้มอเตอร์กลับทางหมุนดังนี้

กำหนดให้ คอนแทกเตอร์ K1 ต่อให้มอเตอร์หมุนขวา คอนแทกเตอร์ K2 ต่อให้มอเตอร์หมุนซ้าย



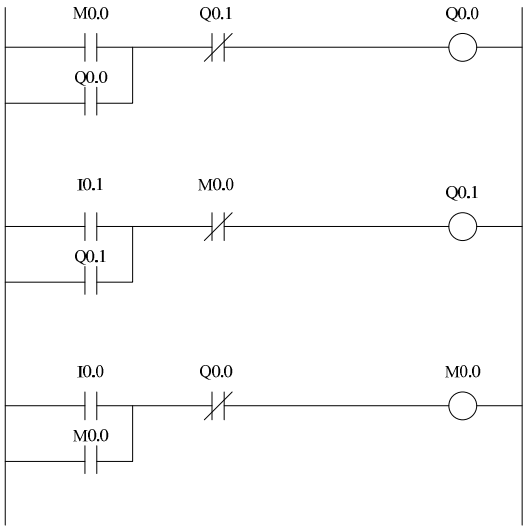


ภาพที่ 5-1-5 วงจรกำลัง (กลับทางหมุน 3 เฟส)

ภาพที่ 5-1-6 วงจรควบคุม (กลับทางหมุน 3 เฟส)

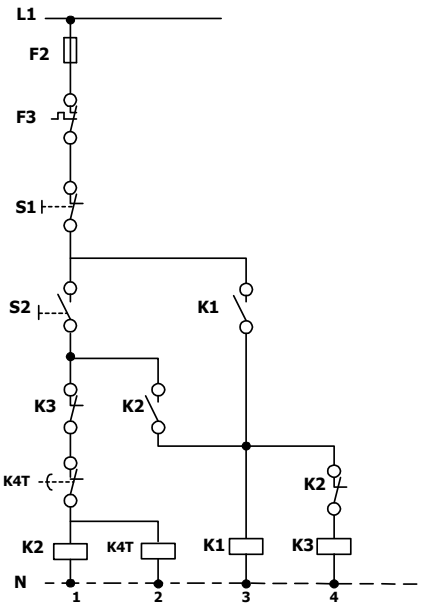
<u>แลดเดอร์ไดอะแกรม</u>

อินพุต	เอาต์พุต
I0.0 = START	Q0.0 = FORWARD
I0.1 = STOP	Q0.1 = REWARD

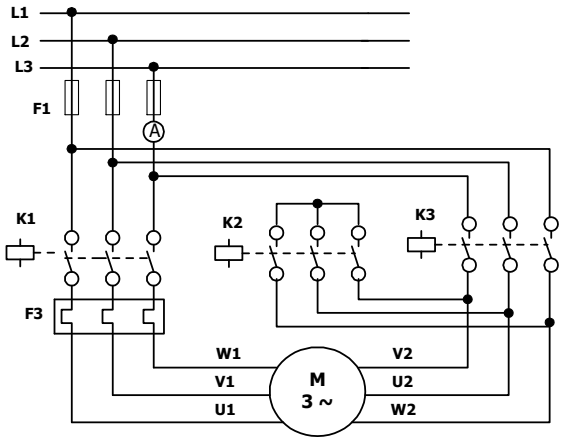


5.3 การควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์แบบสตาร์-เดลตา

เป็นการควบคุมการเริ่มเดินและหยุดเดินมอเตอร์โดยใช้แมกนีติกคอนแทกเตอร์ในการตัดต่อในการการควบคุมการทำงานและมีอุปกรณ์ป้องการมอเตอร์ไม่ให้เกิดการเสียหายและสามารถเริ่มเดินเครื่อง โดยกดปุ่มทีสวิตช์ปุ่มกดให้มอเตอร์ทำงานได้ โดยตรง และเมื่อต้องการหยุดก็กดที่สวิตช์ปุ่มกดอีกตัวได้ดังนั้นต้องใช้อุปกรณ์มาประกอบเป็นวงจรในการควบคุมเพื่อให้เกิดการควบคุมได้ตามที่ต้องการและเกิดความปลอดภัย



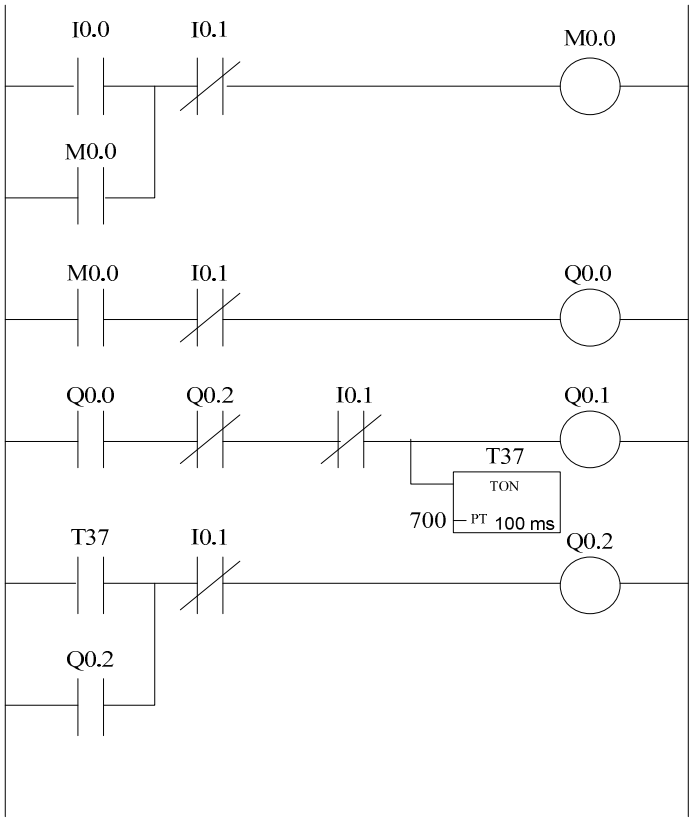
รูปที่. 5-1-7 วงจรควบคุม (แบบสตาร์-เดลตา)



รูปที่. 5-1-8 วงจรกำลัง (แบบสตาร์-เดลตา)

<u>แลดเดอร์ไดอะแกรม</u>

อินพุต	เอาต์พุต
I0.0 = START	Q0.0 = K1
I0.1 = STOP	Q0.1 = K2
	Q0.2 = K3



****

ภาคผนวก ง
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต

แบบประเมินชุดสาธิต

แบบประเมินชุดสาธิตนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต การวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้ แบ่งออกเป็น 4 ตอน
   ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน
   ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต
   ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานของชุดสาธิต
   ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ
2. แบบประเมินนี้ใช้สำหรับหาข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติหน้าที่ และสถานภาพทางราชการแต่ประการใด คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาปรับปรุงชุดสาธิต

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บหน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. ระดับการศึกษา
   ( ) ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า
   ( ) ปริญญาโท หรือเทียบเท่า
   ( ) ปริญญาเอก หรือเทียบเท่า
   ( ) อื่น ๆ ระบุ .....
2. ประสบการณ์ด้านการสอน
   ( ) ต่ำกว่า 5 ปี
   ( ) 6 – 15 ปี
   ( ) มากกว่า 15 ปี
3. ด้านการสอน ทำหน้าที่สอนวิชา
   ( ) ด้านไฟฟ้ากำลัง
   ( ) ด้านการศึกษา หรือสื่อการสอน
   ( ) อื่น ๆ ระบุ .....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต

คำชี้แจง โปรดให้ความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

<u>ระดับความคิดเห็น</u>

5 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก

3 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อย

1 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	หัวข้อที่นำมาประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	**ด้านการออกแบบ**					
	1.1 ความประณีต ความสวยงาม					
	1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต					
	1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม					
	1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม					
	1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม					
	1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต					
	1.7 การวางตำแหน่ง PLC					
2	**ด้านการใช้งาน**					
	2.1 ใช้งานได้สะดวก					
	2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์					
	2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
	2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
	2.5 มีความทนทานแข็งแรง					
	2.6 ง่ายการต่อใช้งานวงจร PLC					

ข้อที่	หัวข้อที่นำมาประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
3	**ด้านคุณภาพ**					
	3.1 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)					
	3.1.1 วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน					
	3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด					
	3.1.3 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด					
	3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start					
	3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start					
	3.2 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (Overload) (F3)					
	3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน					
	3.2.2 หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Overload) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)					
	3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติเมื่อกดปุ่มทิป (Tip)					
	3.3 **การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3)**					
	3.3.1 หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)					

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานของชุดสาธิต

คำชี้แจง โปรดให้ความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

<u>ระดับความคิดเห็น</u>

5 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก

3 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อย

1 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	หัวข้อที่นำมาประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การลำดับขั้นตอนการใช้งาน					
2	ข้อความรูปภาพเห็นชัดเจน					
3	เนื้อหาคู่มือครบถ้วนสมบูรณ์					
4	คำอธิบายวงจรอ่านแล้วเข้าใจ					
5	สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย					

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

1. ด้านการออกแบบ.....

.....

.....

2. ด้านการใช้งาน.....

.....

.....

3. ด้านคุณภาพ.....

.....

.....

ลงชื่อ……ผู้ประเมิน

(……)

……/……./…….

ภาคผนวก จ
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต

แบบประเมินชุดสาธิต

แบบประเมินชุดสาธิตนี้เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปี 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน
   ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน
   ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต
2. แบบประเมินนี้ใช้สำหรับหาข้อมูลเพื่อการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่มีผลกระทบต่อการปฏิบัติหน้าที่ และสถานภาพทางราชการแต่ประการใด คำตอบของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาปรับปรุงชุดการสาธิต

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบประเมิน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บหน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ ( ) ชาย
   ( ) หญิง
2. อายุ ( ) 15-20 ปี ( ) 21-30 ปี
   ( ) 31-40 ปี ( ) 41 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต

คำชี้แจง โปรดให้ความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

<u>ระดับความคิดเห็น</u>

5 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก

3 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อย

1 หมายถึงมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	หัวข้อที่นำมาประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	**ด้านการออกแบบ**					
	1.1 ความประณีต ความสวยงาม					
	1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต					
	1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม					
	1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม					
	1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม					
	1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต					
	1.7 การวางตำแหน่ง PLC					
2	**ด้านการใช้งาน**					
	2.1 ใช้งานได้สะดวก					
	2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์					
	2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
	2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย					
	2.5 มีความทนทานแข็งแรง					
	2.6 ง่ายการต่อใช้งานวงจร PLC					

ข้อที่	หัวข้อที่นำมาประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
3	**ด้านคุณภาพ**					
	3.1 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)					
	3.1.1 วงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน					
	3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด					
	3.1.3 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด					
	3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start					
	3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start					
	3.2 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (Overload) (F3)					
	3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงาน					
	3.2.2 หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Overload) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)					
	3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติเมื่อกดปุ่มทิป (Tip)					
	3.3 **การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3)**					
	3.3.1 หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)					

ขอขอบคุณทุกท่านในการเสียสละตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ด้านการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม (∑R)	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.3	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
1.4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
1.5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.7	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
					เฉลี่ย	4.57	0.91

จากตาราง พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามแต่ละข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขแต่อย่างใด

ภาคผนวก ช

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้งาน

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ด้านการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม (∑R)	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
2.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2.4	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
2.5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
2.6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
					เฉลี่ย	4.67	0.93

จากตาราง พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามแต่ละข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขแต่อย่างใด

ภาคผนวก ซ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ด้านคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม (∑R)	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3.1.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.1.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.1.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.1.4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
3.1.5	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
3.2.1	+1	+1	0	+1	0	4	0.8
3.2.2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.2.3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
3.3.1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
					เฉลี่ย	4.67	0.93

จากตาราง พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามแต่ละข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขแต่อย่างใด

ภาคผนวก ฌ

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งาน

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ
ที่มีต่อคู่มือการใช้งานโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม (∑R)	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
2	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
					เฉลี่ย	4.4	0.88

จากตาราง พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามแต่ละข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องปรับปรุงแก้ไขแต่อย่างใด

ภาคผนวก ญ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งาน

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านการออกแบบของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1.1	ข้อที่ 1.2	ข้อที่1.3	ข้อที่ 1.4	ข้อที่ 1.5	ข้อที่ 1.6	ข้อที่ 1.7
จำนวนคน	5	5	5	5	5	5	5
คะแนนรวม	18	19	17	18	19	19	18
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	4	4	4	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.60	3.80	3.40	3.60	3.80	3.80	3.60
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.45	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55
C.V.(%)	15.21	11.77	16.11	15.21	11.77	11.77	15.21
แปลผล	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	128
ค่าเฉลี่ย	3.66
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.19
C.V.(%)	5.24
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านการใช้งานของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5	ข้อที่ 2.6
จำนวนคน	5	5	5	5	5	5
คะแนนรวม	18	21	18	21	19	21
คะแนนต่ำสุด	3	4	3	4	3	4
คะแนนสูงสุด	4	5	4	5	4	5
ค่าเฉลี่ย	3.60	4.20	3.60	4.20	3.80	4.20
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.45	0.55	0.45	0.45	0.45
C.V.(%)	15.21	10.65	15.21	10.65	11.77	10.65
แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	118
ค่าเฉลี่ย	3.93
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.09
C.V.(%)	2.32
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 3.1.1	ข้อที่ 3.1.2	ข้อที่ 3.1.3	ข้อที่ 3.1.4	ข้อที่ 3.1.5	ข้อที่ 3.2.1	ข้อที่ 3.2.2	ข้อที่ 3.2.3	ข้อที่ 3.3.1
จำนวนคน	5	5	5	5	5	5	5	5	5
คะแนนรวม	18	17	20	20	20	19	17	19	20
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	4	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	5	5	4	4	4	4	5
ค่าเฉลี่ย	3.60	3.40	4.00	4.00	4.00	3.80	3.40	3.80	4.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.55	0.71	0.71	0.00	0.45	0.55	0.45	0.71
C.V.(%)	15.21	16.11	17.68	17.68	0.00	11.77	16.11	11.77	17.68
แปลผล	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	170
ค่าเฉลี่ย	3.78
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.25
C.V.(%)	6.58
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานของชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5
จำนวนคน	5	5	5	5	5
คะแนนรวม	18	18	20	18	19
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	5	4	5
ค่าเฉลี่ย	3.60	3.60	4.00	3.60	3.80
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.55	0.71	0.55	0.84
C.V.(%)	15.21	15.21	17.68	15.21	22.02
แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	**ภาพรวม**
คะแนนรวม	93
ค่าเฉลี่ย	3.72
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.18
C.V.(%)	4.81
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1.1	ข้อที่ 1.2	ข้อที่ 1.3	ข้อที่ 1.4	ข้อที่ 1.5	ข้อที่ 1.6	ข้อที่ 1.7	ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5	ข้อที่ 2.6	ข้อที่ 3.1.1	ข้อที่ 3.1.2	ข้อที่ 3.1.3	ข้อที่ 3.1.4	ข้อที่ 3.1.5	ข้อที่ 3.2.1	ข้อที่ 3.2.2	ข้อที่ 3.2.3	ข้อที่ 3.3.1
จำนวนคน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
คะแนนรวม	18	19	17	18	19	19	18	18	21	18	21	19	21	18	17	20	20	20	19	17	19	20
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5
ค่าเฉลี่ย	3.60	3.80	3.40	3.60	3.80	3.80	3.60	3.60	4.20	3.60	4.20	3.80	4.20	3.60	3.40	4.00	4.00	4.00	3.80	3.40	3.80	4.00
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55	0.45	0.55	0.55	0.45	0.45	0.55	0.55	0.45	0.55	0.45	0.45	0.45	0.55	0.55	0.71	0.71	0.00	0.45	0.55	0.45	0.71
C.V.(%)	15.21	11.77	16.11	15.21	11.77	11.77	15.21	15.21	10.65	15.21	10.65	11.77	10.65	15.21	16.11	17.68	17.68	0.00	11.77	16.11	11.77	17.68
แปลผล	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	416
ค่าเฉลี่ย	3.78
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.15
C.V.(%)	3.93
แปลผล	มาก

ภาคผนวก ฎ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านการออกแบบของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1.1	ข้อที่ 1.2	ข้อที่1.3	ข้อที่ 1.4	ข้อที่ 1.5	ข้อที่ 1.6	ข้อที่ 1.7
จำนวนคน	22	22	22	22	22	22	22
คะแนนรวม	87	78	85	77	88	82	77
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	5	4	5	4	5	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.95	3.55	3.86	3.50	4.00	3.73	3.50
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.72	0.51	0.83	0.51	0.69	0.46	0.51
C.V.(%)	18.26	14.37	21.57	14.62	17.25	12.23	14.62
แปลผล	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	574
ค่าเฉลี่ย	3.73
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.22
C.V.(%)	5.90
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านใช้งานของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5	ข้อที่ 2.6
จำนวนคน	22	22	22	22	22	22
คะแนนรวม	80	90	83	87	80	89
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	5	5	5	5	4	5
ค่าเฉลี่ย	3.64	4.09	3.77	3.95	3.64	4.05
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.73	0.61	0.69	0.65	0.49	0.65
C.V.(%)	19.99	14.92	18.17	16.51	13.54	16.14
แปลผล	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	509
ค่าเฉลี่ย	3.86
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.06
C.V.(%)	1.52
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านคุณภาพของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 3.1.1	ข้อที่ 3.1.2	ข้อที่ 3.1.3	ข้อที่ 3.1.4	ข้อที่ 3.1.5	ข้อที่ 3.2.1	ข้อที่ 3.2.2	ข้อที่ 3.2.3	ข้อที่ 3.3.1
จำนวนคน	22	22	22	22	22	22	22	22	22
คะแนนรวม	77	80	82	92	93	87	77	87	87
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	4	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	5	5	5	5	5	4	5	5
ค่าเฉลี่ย	3.50	3.64	3.73	4.18	4.23	3.95	3.50	3.95	3.95
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.51	0.79	0.83	0.59	0.43	0.65	0.51	0.65	0.79
C.V.(%)	14.62	21.71	22.19	14.07	10.15	16.51	14.62	16.51	19.86
แปลผล	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	762
ค่าเฉลี่ย	3.85
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.25
C.V.(%)	6.52
แปลผล	มาก

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจภาพรวมของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1.1	ข้อที่ 1.2	ข้อที่ 1.3	ข้อที่ 1.4	ข้อที่ 1.5	ข้อที่ 1.6	ข้อที่ 1.7	ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5	ข้อที่ 2.6	ข้อที่ 3.1.1	ข้อที่ 3.1.2	ข้อที่ 3.1.3	ข้อที่ 3.1.4	ข้อที่ 3.1.5	ข้อที่ 3.2.1	ข้อที่ 3.2.2	ข้อที่ 3.2.3	ข้อที่ 3.3.1
จำนวนคน	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
คะแนนรวม	87	78	85	77	88	82	77	80	90	83	87	80	89	77	80	82	92	93	87	77	87	87
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5
ค่าเฉลี่ย	3.95	3.55	3.86	3.50	4.00	3.73	3.50	3.64	4.09	3.77	3.95	3.64	4.05	3.50	3.64	3.73	4.18	4.23	3.95	3.50	3.95	3.95
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.72	0.51	0.83	0.51	0.69	0.46	0.51	0.73	0.61	0.69	0.65	0.49	0.65	0.51	0.79	0.83	0.59	0.43	0.65	0.51	0.65	0.79
C.V.(%)	18.26	14.37	21.57	14.62	17.25	12.23	14.62	19.99	14.92	18.17	16.51	13.54	16.14	14.62	21.71	22.19	14.07	10.15	16.51	14.62	16.51	19.86
แปลผล	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	ปานกลาง	มาก	มาก

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	1845
ค่าเฉลี่ย	3.81
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.14
C.V.(%)	3.69
แปลผล	มาก

ภาคผนวก ฎ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

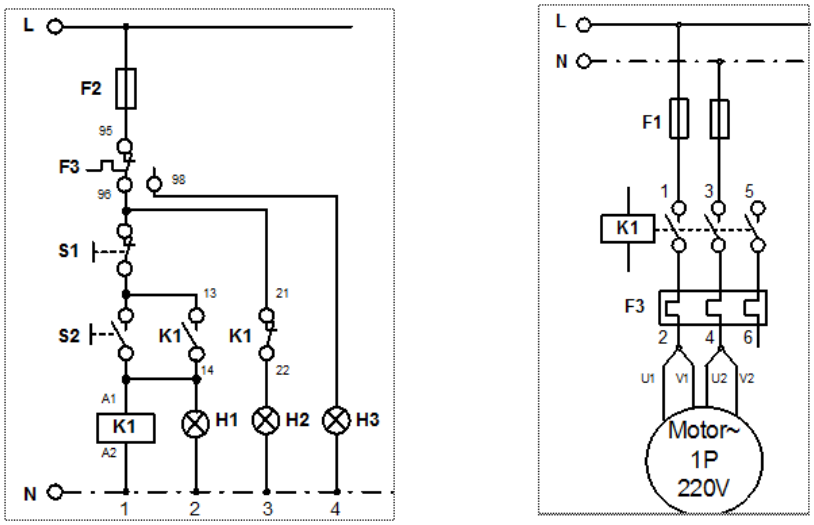
	แยกตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	**คะแนนเต็ม 10 คะแนน**
	วิชา การโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า	**คะแนนที่ได้**……..

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....ชั้น.....

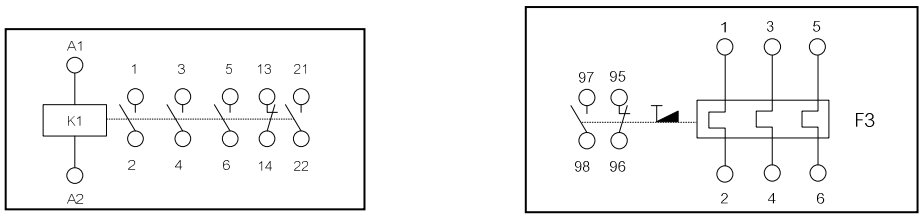
<u>คำชี้แจง</u> แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อ ให้นักศึกษาเลือกตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมาย (✕) ลงในกระดาษคำตอบ

1.1 เพื่อบอกสาเหตุหรือจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ได้

<u>รูปที่ 1 และ 2</u> ใช้ประกอบสำหรับตอบคำถามแบบทดสอบ



รูปที่ 1



สัญลักษณ์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ สัญลักษณ์โอเวอร์โหลด

รูปที่ 2

1. ข้อใดคือสาเหตุทำให้แมกนีติกคอนแทกเตอร์ไม่ทำงานในวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง

ก. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (3 – 4) ปิดวงจรตลอดเวลา

ข. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (3 – 4) เปิดวงจรตลอดเวลา

ค. คอยล์แมกนีติกคอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร (ขาด)

ง. คอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) ตำแหน่ง 13, 14 ปิดวงจรตลอดเวลา

2. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H1 (Stop) สว่างตลอด

ก. คอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) จุดขั้ว 21, 22 เปิดวงจรตลอดเวลา

ข. คอนแทกเตอร์ช่วย (NC.) จุดขั้ว 21, 22 ปิดวงจรตลอดเวลา

ค. หน้าสัมผัสโอเวอร์โหลดจุดขั้ว 97-98 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

ง. หน้าสัมผัสโอเวอร์โหลดจุดขั้ว 97-98 (NO.) เปิดวงจรตลอดเวลา

3. คอนแทกเตอร์ช่วยตำแหน่งใด ที่ทำให้วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด

ก. ตำแหน่ง 21, 22 เปิดวงจรตลอดเวลา

ข. ตำแหน่ง 21, 22 ปิดวงจรตลอดเวลา

ค. ตำแหน่ง 13, 14 เปิดวงจรตลอดเวลา

ง. ตำแหน่ง 13, 14 ปิดวงจรตลอดเวลา

4. วงจรควบคุมและวงจรกำลัง การสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start (S2) เกิดจากสาเหตุใด

ก. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้ว (5 – 6) เปิดวงจรตลอดเวลา

ข. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้ว (5 – 6) ปิดวงจรตลอดเวลา

ค. คอนแทกช่วยของแมกนีติก จุดขั้ว 21, 22 เปิดวงจรตลอดเวลา

ง. คอนแทกช่วยของแมกนีติก จุดขั้ว 21, 22 ปิดวงจรตลอดเวลา

5. วงจรกำลัง การสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start (S2) เกิดจากสาเหตุใด

ก. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (3 – 4) ปิดวงจรตลอดเวลา

ข. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (3 – 4) เปิดวงจรตลอดเวลา

ค. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (4 – 5) ปิดวงจรตลอดเวลา

ง. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (4 – 5) เปิดวงจรตลอดเวลา

6. วงจรกำลัง การสตาร์ตมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start (S2) เกิดจากสาเหตุใด

ก. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (1 – 2) ปิดวงจรตลอดเวลา

ข. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (1 – 3) ปิดวงจรตลอดเวลา

ค. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (2 – 5) ปิดวงจรตลอดเวลา

ง. คอนแทกเมนของแมกนีติก จุดขั้วเมน (1 – 2) ปิดวงจรตลอดเวลา

1.2 เพื่อบอกสาเหตุหรือจุดบกพร่องโอเวอร์โหลดได้

1. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้วงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ไม่ทำงานเมื่อเกิดโอเวอร์โหลด

ก. แผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 ปิดวงจรตลอดเวลา

ข. แผ่นไบเมลทัลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา

ค. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-98 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

ง. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-98 (NO.) เปิดวงจรตลอดเวลา

2. เมื่อเกิดโอเวอร์โหลดหลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Over load) (วงจรควบคุมทำงานปกติ) เกิดจากสาเหตุใด

ก. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 95-96 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

ข. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-96 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

ค. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-98 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

ง. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 95-98 (NO.) ปิดวงจรตลอดเวลา

3. ข้อใดกล่าวถึงสาเหตุโอเวอร์โหลดในวงจรควบคุมทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่มทิป (Tip) ได้ถูกต้อง

ก. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-96 (NC.) เปิดวงจรตลอดเวลา

ข. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 97-96 (NC.) ปิดวงจรตลอดเวลา

ค. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 95-96 (NC.) เปิดวงจรตลอดเวลา

ง. หน้าสัมผัสจุดขั้ว 95-96 (NC.) ปิดวงจรตลอดเวลา

1.3 **เพื่อบอกสาเหตุหรือจุดบกพร่อง**หลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3) ได้

1. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)

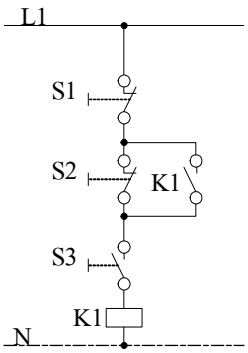
ก. ขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

ข. วงจรหลอดไฟ 6.3 V ไม่ครบวงจร (ขาด)

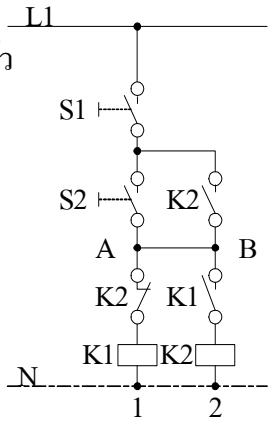
ค. โอเวอร์โหลดทริป

ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.

1.4 เพื่อควบคุมวงจรเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ได้

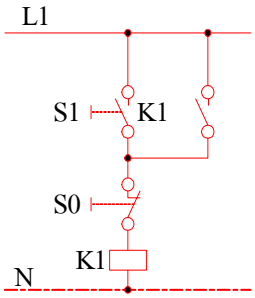


1. จากวงจรทางขวามือคอนแทกเตอร์ K1 จะทำงานเมื่อใด
   ก. เมื่อกด S1 และ S2 พร้อมกัน
   ข. เมื่อกด S3
   ค. เมื่อกด S1
   ง. เมื่อกด S2 และ S3 พร้อมกัน
2. จากวงจรทางขวามือ จะต้องมีการแก้ไขวงจรอย่างไร เพื่อที่จะทำให้คอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงานได้หลังจากกด S2 แล้ว
   ก. ปลดคอนแทกปกติปิด K2 ในแถวที่ 1 ออกแล้วต่อโดยตรง
   ข. คอนแทกปกติเปิด K2 ในแถวที่ 2 ต่อขนานกับสวิตซ์ S1 และ S2
   ค. คอนแทกเตอร์ K1 ควรเปลี่ยนเป็น Time-relay
   ง. คอนแทกเตอร์ K2 ควรเปลี่ยนเป็น Time-relay

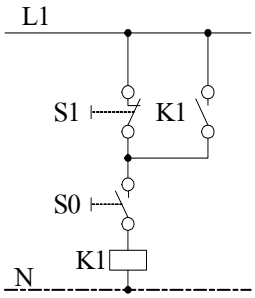


3. วงจรใดที่สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขต่อไปนี้
   เมื่อกดสวิตซ์ คอนแทกเตอร์ทำงานและหยุดทำงานเมื่อกดสวิตซ์อีกตัวหนึ่ง

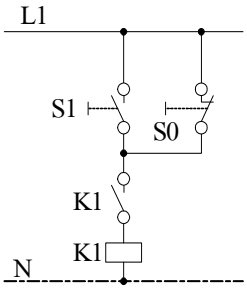
ก.



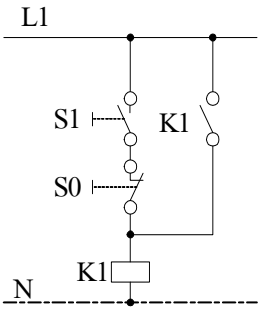
ข.



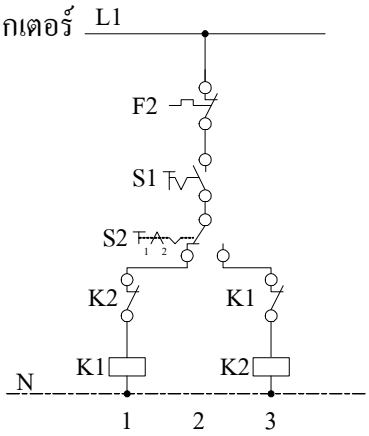
ค.



ง.



4. จากวงจรทางขวามือ ข้อความใดถูกต้อง สำหรับคอนแทกเตอร์ปกติปิด K1 ในแถวที่ 3



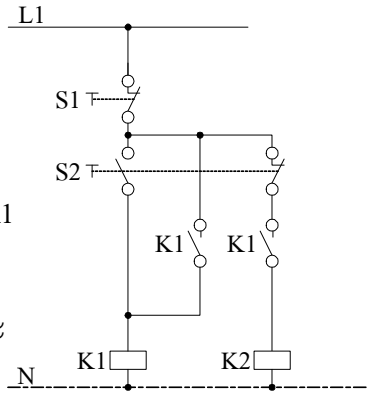
ก. ไม่มีหน้าที่ใด ๆ ในวงจร

ข. ช่วยให้คอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกัน

ค. ป้องกันไม่ให้คอนแทกเตอร์ K2 ทำงานในขณะที่คอนแทกเตอร์ K1 ทำงาน

ง. ป้องกันกระแสไหลเกินพิกัด ในขณะที่ S2 เปลี่ยนตำแหน่ง

5. จากวงจรทางขวามือ ข้อความใดถูกต้อง



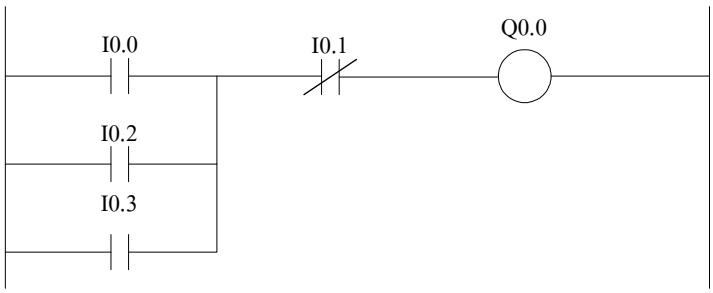
ก. เมื่อกด S2 คอนแทกเตอร์ K1 ทำงานและถ้าปล่อย S2 คอนแทกเตอร์ K2 จะทำงานด้วย

ข. เมื่อกด S2 คอนแทกเตอร์ K1 ทำงานและถ้าปล่อย S2 คอนแทกเตอร์ K2 จะทำงานแต่คอนแทกเตอร์ K1 หยุดทำงาน

ค. เมื่อกด S2 คอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงานและจะหยุดทำงานหลังจากปล่อย S2

ง. เมื่อกด S2 คอนแทกเตอร์ K1 และ K2 ทำงานพร้อมกัน

1.5 เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้



1. จากแลดเดอร์ไดอะแกรมเราสามารถควบคุมให้ Q0.0 ทำงานได้กี่ตำแหน่ง

ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

2. การที่จะให้ Q00 ทำงานตลอดเวลาจะต้องทำอย่างไร

   ก. กด I0.0

   ข. กดปล่อย I0.1

   ค. กดปล่อย I0.2

   ง. กด I0.3 ค้างเอาไว้

3. เมื่อเราต้องการให้ Q0.0 หยุดทำงานต้องทำอย่างไร

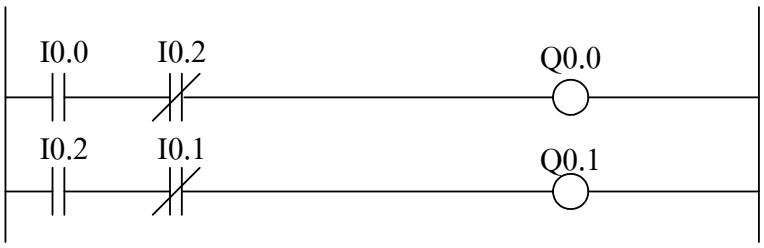
   ก. กด I0.0

   ข. กด I0.1

   ค. กด I0.2

   ง. กด I0.3

1.6 เพื่อเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมกลับทางหมุนมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้



1. จากแลดเดอร์ไดอะแกรมเป็นวงจรทางหมุนมอเตอร์แบบใด

   ก. Jogging

   ข. Plugging

   ค. Reversing After Stop

   ง. Reversing After Stop Star – Delta

2. ถ้ากด I0.1 และ I0.2 พร้อมกันเอาต์พุตจะเป็นอย่างไร

   ก. Q0.0 ทำงาน

   ข. Q0.1 ทำงาน

   ค. Q0.0 และ Q0.1 ทำงาน

   ง. Q0.0 และ Q0.1 ไม่ทำงาน

ตารางที่ ฎ – 1 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบ

วัตถุประสงค์ข้อที่	ข้อสอบข้อที่	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ผลรวม ($\sum R$)	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	5	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
	6	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8
1.2	1	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.3	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.4	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	+1	0	0	+1	+1	3	0.6
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8
	5	0	+1	+1	+1	0	3	0.6
1.5	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
1.6	1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
	2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1
$\sum R$							92	-
$\overline{X}$							4.6	0.92

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จากแบบทดสอบทั้งหมด 20 ข้อ พบว่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับแบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.00 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.92 แสดงว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ภาคผนวก ฐ

ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบรายข้อ

ตารางที่ ฐ – 1 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบ

ข้อที่	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.54	ใช้ได้	0.20*	0.0210	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.41	ใช้ได้	0.31*	0.0230	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.36	ใช้ได้	-0.16*	0.0340	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.36	ใช้ได้	0.46*	0.0350	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.36	ใช้ได้	0.15*	0.0410	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.23	ใช้ได้	0.06*	0.0310	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.41	ใช้ได้	-0.25*	0.0210	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.32	ใช้ได้	0.45*	0.0250	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.36	ใช้ได้	-0.16*	0.0360	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.32	ใช้ได้	0.06*	0.0300	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.36	ใช้ได้	0.46*	0.0306	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.36	ใช้ได้	0.12*	0.0300	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.36	ใช้ได้	0.25*	0.0200	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.32	ใช้ได้	0.45*	0.0369	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.36	ใช้ได้	0.25*	0.0300	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.36	ใช้ได้	0.46*	0.0400	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.32	ใช้ได้	0.06*	0.0400	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.36	ใช้ได้	0.46*	0.0306	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.36	ใช้ได้	0.15*	0.0500	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.36	ใช้ได้	-0.16*	0.0300	ใช้ได้	ใช้ได้

ภาคผนวก ฑ

การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ตารางที่ ฑ – 1 ผลของคะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (คำถามท้ายการปฏิบัติงาน)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (คำถามท้ายการปฏิบัติงาน)			
	คำถามท้ายการปฏิบัติงานใบงานที่			รวมคะแนน (100)
	1 (50)	2 (30)	3 (20)	
1	38	28	18	84
2	38	27	19	84
3	37	28	19	84
4	38	27	19	84
5	37	28	18	83
6	38	27	19	84
7	38	28	19	85
8	38	28	18	84
9	37	27	18	82
10	37	28	18	83
11	38	27	19	84
12	38	28	19	85
13	38	28	19	85
14	37	27	18	82
15	38	28	18	84
16	37	27	19	83
17	37	28	19	84
18	38	28	19	85
19	38	27	18	83
20	38	28	19	85
21	38	28	18	84
22	37	28	18	83
รวม	**828**	**608**	**408**	**1844**
ค่าเฉลี่ย	**37.64**	**27.64**	**18.55**	**83.82**

ตารางที่ ฑ – 2 ผลของคะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (ใบงาน)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (ใบงาน)			
	ใบงานที่			รวมคะแนน (100)
	1 (50)	2 (30)	3 (20)	
1	37	28	18	83
2	38	27	17	82
3	38	28	18	84
4	38	28	17	83
5	37	27	18	82
6	38	29	18	85
7	37	28	18	83
8	37	27	17	81
9	38	27	18	83
10	37	28	17	82
11	38	28	18	84
12	37	27	18	82
13	38	27	17	82
14	38	28	18	84
15	38	28	18	84
16	38	28	17	83
17	38	28	17	83
18	38	27	18	83
19	38	28	18	84
20	37	27	18	82
21	38	28	18	84
22	38	28	17	83
รวม	**829**	**609**	**388**	**1826**
ค่าเฉลี่ย	**37.68**	**27.68**	**17.64**	**83.00**

ตารางที่ ฑ - 3 ผลของคะแนนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน		
	X	**X^2**	**ร้อยละ**
1	18	324	90
2	17	289	85
3	16	256	80
4	18	324	90
5	17	289	85
6	17	289	85
7	17	289	85
8	16	256	80
9	17	289	85
10	15	225	75
11	17	289	85
12	16	256	80
13	17	289	85
14	17	289	85
15	15	225	75
16	13	169	65
17	14	196	70
18	16	256	80
19	18	324	90
20	17	289	85
21	17	289	85
22	17	289	85
รวม	**362**	**5990**	**1810**
ค่าเฉลี่ย	**16.45**	**272.27**	**82.27**

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

1. คำนวณหาประสิทธิภาพระหว่างเรียนของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ค่าเฉลี่ยคำถามท้ายการปฏิบัติงาน (E_{11}) มีค่าเท่ากับ 83.82

ค่าเฉลี่ยใบงาน (E_{12}) มีค่าเท่ากับ 83.00

ดังนั้น ประสิทธิภาพระหว่างเรียนชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ คำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน

$$E_1 = \frac{E_{11} + E_{12}}{2}$$

$$= \frac{83.82 + 83.00}{2}$$

$$= 83.41$$

2. หาประสิทธิภาพหลังเรียนของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ประสิทธิภาพหลังเรียนของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ มีค่าเท่ากับ $E_2 = 82.27$

สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 83.41 /82.27 นั่นคือ คะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำคำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 83.41 และคะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 82.27 ซึ่งมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

ภาคผนวก ฒ

ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t-test)
คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ฒ–1 ผลของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่ม ตัวอย่าง	ก่อนเรียน (X_1)	หลังเรียน (X_2)	$D = (X_2-X_1)$	D^2
1	9	16	7	49
2	7	14	7	49
3	8	16	8	64
4	7	13	6	36
5	10	15	5	25
6	7	14	7	49
7	5	15	10	100
8	8	16	8	64
9	6	14	8	64
10	9	13	4	16
11	7	15	8	64
12	5	16	11	121
13	7	16	9	81
14	6	15	9	81
15	8	13	5	25
16	5	15	10	100
17	9	14	5	25
18	5	14	9	81
19	9	16	7	49
20	7	13	6	36
21	10	16	6	36
22	4	17	13	169
Σ	158	326	168	1384
$\overline{X}$	7.18	14.82	7.64	

ผลการทดสอบค่าที (t – dependent) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งหน่วยการเรียน

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ก่อนเรียน	22	7.18	1.736	0.370
	หลังเรียน	22	14.82	1.220	0.260

Paired Samples Test

	Paired Difference					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1 ก่อนเรียน หลังเรียน	7.64	2.194	0.468	6.312	8.961	16.325	21	0.000

สรุปผลการวิเคราะห์

ตารางที่ ฒ–1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	7.18	1.736	7.64	2.194	16.325**	21	0.000
หลังเรียน	14.82	1.220					

จากตารางที่ ฒ–1 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 7.18 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 14.82 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ใบงาน

การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลดและหลอดไฟสัญญาณ

รหัส 2104-2109 วิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

จัดทำโดย

นายคมกริช แสงสุรินทร์

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

	ใบงานที่ 1	**หน่วยที่**……
	ชื่อวิชา การโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า	**สอนครั้งที่** ……..
	ชื่อหน่วย การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	**ชั่วโมงรวม** 4 **ชั่วโมง**
ชื่องาน การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

จุดประสงค์การเรียนการสอน	**รายการสอน**
จุดประสงค์ทั่วไป 1. ปฏิบัติการหาจุดบกพร่องการทำงานแมกนีติกคอนแทกเตอร์ 2. ปฏิบัติการต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ตคุมมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง 3. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 4. รับผิดชอบในการใช้บำรุงรักษาวัสดุ-อุปกรณ์และเก็บรักษาหลังจากปฏิบัติงานเสร็จแล้ว **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. รายงานจุดบกพร่องการทำงานแมกนีติกคอนแทกเตอร์ได้ 2. หาจุดบกพร่องการทำงานแมกนีติกคอนแทกเตอร์ได้ 3. ต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ทมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรงได้ 4. เขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ท มอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ 5. ให้ความร่วมมือในการใช้บำรุงรักษาวัสดุ-อุปกรณ์ และการเก็บรักษา	1. การหาจุดบกพร่องการทำงานแมกนีติกคอนแทกเตอร์ 2. การต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ตคุมมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง 3. การเขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

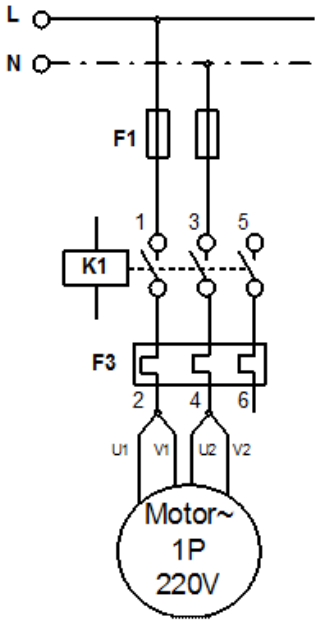
เครื่องมือ / อุปกรณ์	วัสดุ
เครื่องมือ 1. ไขควงแบน 1 ตัว 2. ไขควงแฉก 1 ตัว 3. ไขควงเชกไฟ 1 ตัว 4. คีมปากแหลม 1 ตัว 5. คีมช่าง 1 ตัว 6. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว **อุปกรณ์การทดลอง** 1. ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด 2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว 3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ จำนวน 1 ตัว	**วัสดุ** 1. สายเสียบวงจร จำนวน 20 เส้น

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

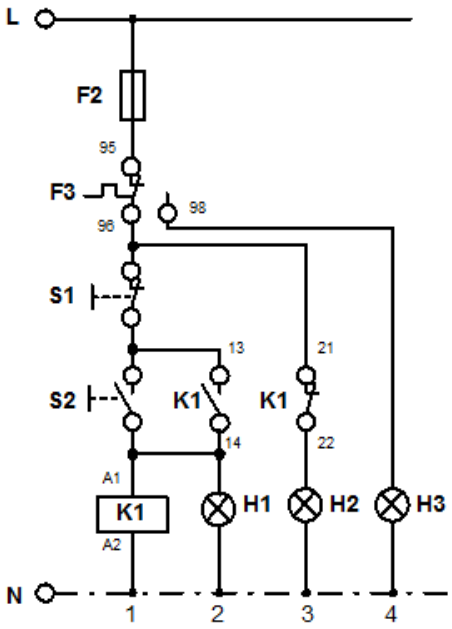
1. เตรียมชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ตรวจเชกให้พร้อมทำงาน

2. เตรียมสายเสียบวงจร ตรวจเชกวงจรสายเสียบวงจรทุกเส้นด้วยมัลติมิเตอร์

3. ต่อวงจรกำลัง และวงจรควบคุมวงจรสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง 1 เฟส ดังในภาพที่ 1.1 และ 1.2



ภาพที่ 1.1 วงจรกำลัง

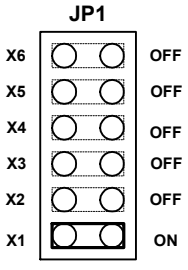


ภาพที่ 1.2 วงจรควบคุม

4. เปิดเมนจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดสาธิต

5. ทดสอบการทำงานของวงจรโดยกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ มอเตอร์จะทำงาน และเมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ มอเตอร์จะหยุดทำงาน นั่นคืออุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ทำงานอยู่ในสภาวะปกติ

6. ครูทดสอบเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ที่ X1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF) ของแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ดังในภาพที่ 1.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ



ภาพที่ 1.1

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

7. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ไปที่ X2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ในภาพที่ 1.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรควบคุม และหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

8. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ไปที่ X3 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ในภาพที่ 1.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรควบคุม และหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

9. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ไปที่ X4 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ในภาพที่ 1.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ตมอเตอร์ เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

10. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ไปที่ X5 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ในภาพที่ 1.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรกำลัง เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

11. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ไปที่ X6 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ในภาพที่ 1.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรกำลัง เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

12. ปิดเมนสวิตช์ถอดและเก็บสายเสียบวงจรทั้งหมด
13. เก็บวัสดุ – อุปกรณ์
14. ให้ตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงาน

คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 6 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการทำงานวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง ของแมกนีติกคอนแทกเตอร์ เมื่อเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ที่ X1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF)

……

……

……

2. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 7 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการทำงานวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง ของแมกนีติกคอนแทกเตอร์ เมื่อเสียบจัมเปอร์ที่ X2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

……

……

……

3. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 8 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการทำงานวงจรควบคุมการสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง ของแมกนีติกคอนแทกเตอร์ เมื่อเสียบจัมเปอร์ที่ X3 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

……

……

……

สรุปผลการปฏิบัติงาน

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ข้อควรระวัง

1. อย่าเสียบสายวงจรไว้ข้างเดียวโดยปล่อยอีกข้างไว้ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือทำให้ไฟฟ้าดูดได้
2. จุดต่อสายที่หลวม จะทำให้ไฟฟ้ามีโอกาสรั่วลงโครง หรือจุดต่อสายภายในหลวมทำให้เกิดการอาร์คได้
3. อุปกรณ์ที่ติดตั้งในชุดทดลอง น๊อตและโบลท์ และตัวล๊อกอุปกรณ์ทุกตัวระวังอย่างให้หลวมต้องตรวจเชกอยู่เสมอ
4. ระวังไฟฟ้ารั่วลงโครง

ข้อเสนอแนะ

1. ปิดเมนสวิตช์ทุกครั้งขณะต่อวงจร
2. ตรวจวงจร จุดต่อสาย และสายเสียบวงจรให้เรียบร้อยก่อนการทดสอบการทำงานของวงจร
3. ทดสอบการรั่วลงโครงด้วยไขควงเชกไฟทุกครั้งก่อนการทดสอบวงจร
4. ตรวจเชก ซ่อม อุปกรณ์ที่มีปัญหาก่อนการใช้งานทุกครั้ง
5. การทดสอบการทำงานของวงจรของวงจรควรจะทำทีละแถว เมื่อต่อวงจรในแถวนั้น ๆ เสร็จแล้ว

การวัดและประเมิลผล

การวัดผล

1. สังเกตการปฏิบัติงาน วัดผลตามหัวข้อในแบบสังเกตวัดการปฏิบัติงานดังนี้

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. ขั้นเตรียม		
1.1 เตรียมเครื่องมือ	2	2 มีครบ 1 ไม่ครบ 0 ไม่มี
1.2 เตรียมอุปกรณ์	6	
1.2.1 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์		2 ถูกต้อง 1 ถูกบ้าง 0 ไม่ถูก
1.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ประ กอบ		2 ถูกต้อง 1 ถูกบ้าง 0 ไม่ถูก
1.2.3 การตรวจเชกอุปกรณ์ ก่อนการปฏิบัติงาน		2 เชกครบหมด 1 เชกไม่ครบ 0 ไม่เชก
1.3 เตรียมวัสดุ	2	
1.3.1 เตรียมสายเสียบวงจร		1 ครบ 0.5 ไม่ครบ 0 ไม่เตรียม
1.3.2 ตรวจเชกสายเสียบ		1 เชกครบทุกเส้น 0.5 เชกไม่ครบ 0 ไม่เชก
รวม	**10**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
2. ขั้นปฏิบัติ		
2.1 ต่อวงจรกำลัง	10	10 ถูกต้อง 6 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
2.2 ต่อวงจรควบคุม	10	10 ถูกต้อง 6 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
รวม	**20**	
3. ขั้นผลสำเร็จ		
3.1 ทดสอบการทำงานของวงจรตามลำดับขั้นการปฏิบัติงานข้อที่ 6 – 12 ตามลำดับ	20	20 ถูกต้อง 12 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
3.2 ความปลอดภัยจากการปฏิบัติงาน	5	5 ไม่มีปัญหา 3 มีปัญหาแต่แก้ได้ 0 แก้ปัญหาไม่ได้
3.3 รายงานผลการปฏิบัติงาน	15	
3.1.1 รูปแบบและลำดับหัวข้อ		5 ถูกต้อง 3 ถูกบางส่วน 0 ไม่ถูก
3.1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา		10 ถูกต้อง 5 ถูกบางส่วน 0 ไม่ถูก
รวม	**40**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
4. ขั้นกิจนิสัยในการปฏิบัติงาน		
4.1 การใช้และบำรุงรักษา เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์	2	2 ทำตลอด 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ
4.2 การเก็บวัสดุ-อุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน	2	2 ทำทั้งหมด 1 ทำบางส่วน 0 ไม่ทำ
4.3 ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด	6	6 พอดี 4 มากกว่า 100 นาที 0 เกิน 150 นาที
รวม	**10**	
รวมทั้งหมด	**80**	

2. ให้นักศึกษาตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงาน

การประเมินผล

1. ให้ประเมินผลตามตารางดังต่อไปนี้

รายชื่อนักศึกษา	คะแนนวัดผล														ผลการประเมิน
	ขั้นเตรียม			ขั้นปฏิบัติ			ขั้นผล			ขั้นกิจนิสัย			แบบฝึกหัด	รวมคะแนน	
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3			
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6															
7.															
8.															
9.															
10.															
11.															
12.															
13															
14.															
15.															
16.															
17.															
18.															
19.															
20.															
21.															
22.															
23.															
24.															
25															

2. เกณฑ์ผ่าน

2.1 ต้องได้คะแนนขั้นปฏิบัติไม่น้อยกว่า 20 คะแนน

2.2 ต้องได้คะแนนขั้นผลไม่น้อยกว่า 35 คะแนน

3. เกณฑ์ประเมิน

3.1 คะแนนเกณฑ์ผ่านต่ำกว่าที่ตั้งไว้ถือว่าไม่ผ่าน

3.2 เมื่อผ่านเกณฑ์ประเมินในหัวข้อที่ 2.1 แล้วให้นำคะแนนรวมจากการวัดผลรวมกับคะแนนจาก

แบบฝึกหัด แล้วใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนนรวม 85 ขึ้นไป	ดีมาก
คะแนนรวม 80-84	ดี
คะแนนรวม 75-79	ปานกลาง
คะแนนรวม 70-74	พอใช้
คะแนนรวมต่ำกว่า 70	ต้องปรับปรุง

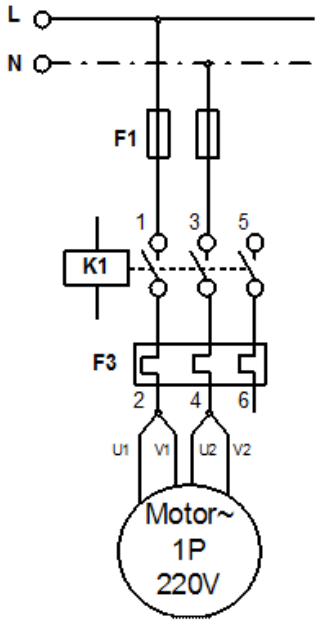
	ใบงานที่ 2	**หน่วยที่**……
	ชื่อวิชา การโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า	**สอนครั้งที่** ……..
	ชื่อหน่วย การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	**ชั่วโมงรวม** 4 **ชั่วโมง**
ชื่องาน การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

จุดประสงค์การเรียนการสอน	**รายการสอน**
จุดประสงค์ทั่วไป 1. ปฏิบัติการหาจุดบกพร่องการทำงานโอเวอร์โหลด 2. ปฏิบัติการต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ตคุมมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง 3. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 4. รับผิดชอบในการใช้บำรุงรักษาวัสดุ-อุปกรณ์ และเก็บรักษาหลังจากปฏิบัติงานเสร็จแล้ว **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. รายงานจุดบกพร่องการทำงานโอเวอร์โหลด 2. หาจุดบกพร่องการทำงานโอเวอร์โหลด 3. ต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ทมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรงได้ 4. เขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ท มอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ 5. ให้ความร่วมมือในการใช้บำรุงรักษาวัสดุ-อุปกรณ์ และการเก็บรักษา	1. การหาจุดบกพร่องการทำงานโอเวอร์โหลด 2. การต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ตคุมมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง 3. การเขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

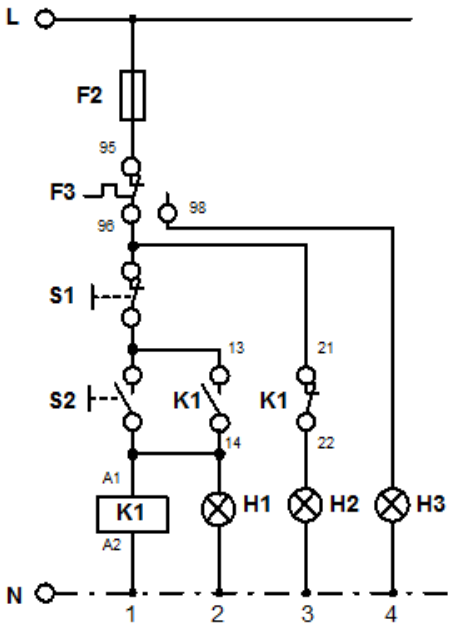
เครื่องมือ / อุปกรณ์	วัสดุ
เครื่องมือ 1. ไขควงแบน 1 ตัว 2. ไขควงแฉก 1 ตัว 3. ไขควงเชกไฟ 1 ตัว 4. คีมปากแหลม 1 ตัว 5. คีมช่าง 1 ตัว 6. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว **อุปกรณ์การทดลอง** 1. ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด 2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว 3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ จำนวน 1 ตัว	**วัสดุ** 1. สายเสียบวงจร จำนวน 20 เส้น

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ตรวจเชกให้พร้อมทำงาน
2. เตรียมสายเสียบวงจร ตรวจเชกวงจรสายเสียบวงจรทุกเส้นด้วยมัลติมิเตอร์
3. ต่อวงจรกำลัง และวงจรควบคุมวงจรสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง 1 เฟส ดังในภาพที่ 2.1 และ 2.2

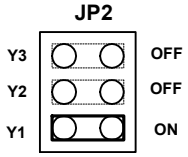


ภาพที่ 2.1 วงจรกำลัง



ภาพที่ 2.2 วงจรควบคุม

4. เปิดเมนจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดสาธิต
5. ทดสอบการทำงานของวงจรโดยกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ มอเตอร์จะทำงาน และเมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ มอเตอร์จะหยุดทำงาน นั่นคืออุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ทำงานอยู่ในสภาวะปกติ
6. ครูทดสอบเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF) ของตัวโอเวอร์โหลด ดังในภาพที่ 2.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรกำลังขณะสตาร์ตมอเตอร์ เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ



ภาพที่ 2.3

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

7. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ Y2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวโอเวอร์โหลดภาพที่ 2.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานของหลอดไฟสัญญาณ (วงจรควบคุมทำงานปกติ) เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

8. ครูทดสอบเลื่อนตำแหน่งเสียบจัมเปอร์ Y3 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ที่ตัวโอเวอร์โหลดในภาพที่ 2.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานวงจรควบคุมขณะทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่มทิป (Tip) เสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

9. ปิดเมนสวิตช์ถอดและเก็บสายเสียบวงจรทั้งหมด

10. เก็บวัสดุ – อุปกรณ์

11. ให้ตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงาน

คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 6 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการทำงานวงจรกำลังขณะสตาร์ตมอเตอร์ ของโอเวอร์โหลด เมื่อเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF)

……

……

……

2. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 7 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการทำงานหลอดไฟสัญญาณ (วงจรควบคุมทำงานปกติ) ของโอเวอร์โหลด เมื่อเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ Y2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

……

……

……

3. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 8 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการทำงานวงจรควบคุมขณะทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่มทิป (Tip) ของโอเวอร์โหลด เมื่อเสียบจัมเปอร์ที่ Y3 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON)

……

……

……

สรุปผลการปฏิบัติงาน

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ข้อควรระวัง

1. อย่าเสียบสายวงจรไว้ข้างเดียวโดยปล่อยอีกข้างไว้ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือทำให้ไฟฟ้าดูดได้
2. จุดต่อสายที่หลวม จะทำให้ไฟฟ้ามีโอกาสรั่วลงโครง หรือจุดต่อสายภายในหลวมทำให้เกิดการอาร์คได้
3. อุปกรณ์ที่ติดตั้งในชุดทดลอง น๊อตและโบลท์ และตัวล๊อกอุปกรณ์ทุกตัวระวังอย่างให้หลวมต้องตรวจเชกอยู่เสมอ
4. ระวังไฟฟ้ารั่วลงโครง

ข้อเสนอแนะ

1. ปิดเมนสวิตช์ทุกครั้งขณะต่อวงจร
2. ตรวจวงจร จุดต่อสาย และสายเสียบวงจรให้เรียบร้อยก่อนการทดสอบการทำงานของวงจร
3. ทดสอบการรั่วลงโครงด้วยไขควงเชกไฟทุกครั้งก่อนการทดสอบวงจร
4. ตรวจเชก ซ่อม อุปกรณ์ที่มีปัญหาก่อนการใช้งานทุกครั้ง
5. การทดสอบการทำงานของวงจรของวงจรควรจะทำทีละแถว เมื่อต่อวงจรในแถวนั้น ๆ เสร็จแล้ว

การวัดและประเมิลผล

การวัดผล

1. สังเกตการปฏิบัติงาน วัดผลตามหัวข้อในแบบสังเกตวัดการปฏิบัติงานดังนี้

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. ขั้นเตรียม		
1.1 เตรียมเครื่องมือ	2	2 มีครบ 1 ไม่ครบ 0 ไม่มี
1.2 เตรียมอุปกรณ์	6	
1.2.1 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์		2 ถูกต้อง 1 ถูกบ้าง 0 ไม่ถูก
1.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ประ กอบ		2 ถูกต้อง 1 ถูกบ้าง 0 ไม่ถูก
1.2.3 การตรวจเชกอุปกรณ์ ก่อนการปฏิบัติงาน		2 เชกครบหมด 1 เชกไม่ครบ 0 ไม่เชก
1.3 เตรียมวัสดุ	2	
1.3.1 เตรียมสายเสียบวงจร		1 ครบ 0.5 ไม่ครบ 0 ไม่เตรียม
1.3.2 ตรวจเชกสายเสียบ		1 เชกครบทุกเส้น 0.5 เชกไม่ครบ 0 ไม่เชก
รวม	**10**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
2. ขั้นปฏิบัติ		
2.1 ต่อวงจรกำลัง	10	10 ถูกต้อง 6 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
2.2 ต่อวงจรควบคุม	10	10 ถูกต้อง 6 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
รวม	**20**	
3. ขั้นผลสำเร็จ		
3.1 ทดสอบการทำงานของวงจรตามลำดับขั้นการปฏิบัติงานข้อที่ 6 – 8 ตามลำดับ	20	20 ถูกต้อง 12 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
3.2 ความปลอดภัยจากการปฏิบัติงาน	5	5 ไม่มีปัญหา 3 มีปัญหาแต่แก้ได้ 0 แก้ปัญหาไม่ได้
3.3 รายงานผลการปฏิบัติงาน	15	
3.1.1 รูปแบบและลำดับหัวข้อ		5 ถูกต้อง 3 ถูกบางส่วน 0 ไม่ถูก
3.1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา		10 ถูกต้อง 5 ถูกบางส่วน 0 ไม่ถูก
รวม	**40**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
4. ขั้นกิจนิสัยในการปฏิบัติงาน		
4.1 การใช้และบำรุงรักษา เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์	2	2 ทำตลอด 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ
4.2 การเก็บวัสดุ-อุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน	2	2 ทำทั้งหมด 1 ทำบางส่วน 0 ไม่ทำ
4.3 ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด	6	6 พอดี 4 มากกว่า 100 นาที 0 เกิน 150 นาที
รวม	**10**	
รวมทั้งหมด	**80**	

2. ให้นักศึกษาตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงาน

การประเมินผล

1. ให้ประเมินผลตามตารางดังต่อไปนี้

รายชื่อนักศึกษา	คะแนนวัดผล														ผลการประเมิน
	ขั้นเตรียม			ขั้นปฏิบัติ			ขั้นผล			ขั้นกิจนิสัย			แบบฝึกหัด	รวมคะแนน	
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3			
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6															
7.															
8.															
9.															
10.															
11.															
12.															
13															
14.															
15.															
16.															
17.															
18.															
19.															
20.															
21.															
22.															
23.															
24.															
25															

2. เกณฑ์ผ่าน

2.1 ต้องได้คะแนนขั้นปฏิบัติไม่น้อยกว่า 20 คะแนน

2.2 ต้องได้คะแนนขั้นผลไม่น้อยกว่า 35 คะแนน

3. เกณฑ์ประเมิน

3.1 คะแนนเกณฑ์ผ่านต่ำกว่าที่ตั้งไว้ถือว่าไม่ผ่าน

3.2 เมื่อผ่านเกณฑ์ประเมินในหัวข้อที่ 2.1 แล้วให้นำคะแนนรวมจากการวัดผลรวมกับคะแนนจาก

แบบฝึกหัด แล้วใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนนรวม 85 ขึ้นไป	ดีมาก
คะแนนรวม 80-84	ดี
คะแนนรวม 75-79	ปานกลาง
คะแนนรวม 70-74	พอใช้
คะแนนรวมต่ำกว่า 70	ต้องปรับปรุง

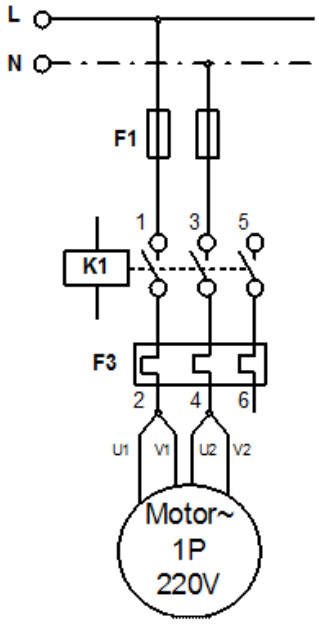
	ใบงานที่ 3	**หน่วยที่**……
	ชื่อวิชา การโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า	**สอนครั้งที่** ……..
	ชื่อหน่วย การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า	**ชั่วโมงรวม** 4 **ชั่วโมง**
ชื่องาน การวางจุดบกพร่อง**หลอดไฟสัญญาณ**		**จำนวน 4 ชั่วโมง**

จุดประสงค์การเรียนการสอน	**รายการสอน**
จุดประสงค์ทั่วไป 1. ปฏิบัติการหาจุดบกพร่องการทำงานหลอดไฟสัญญาณ 2. ปฏิบัติการต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ตคุมมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง 3. ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ 4. รับผิดชอบในการใช้บำรุงรักษาวัสดุ-อุปกรณ์และเก็บรักษาหลังจากปฏิบัติงานเสร็จแล้ว **จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม** 1. รายงานจุดบกพร่องการทำงานโอเวอร์โหลด 2. หาจุดบกพร่องการทำงานโอเวอร์โหลด 3. ต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ทมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรงได้ 4. เขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ท มอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ได้ 5. ให้ความร่วมมือในการใช้บำรุงรักษาวัสดุ-อุปกรณ์ และการเก็บรักษา	1. การหาจุดบกพร่องการทำงานหลอดไฟสัญญาณ 2. การต่อวงจรรีเลย์ควบคุมสตาร์ตคุมมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง 3. การเขียนโปรแกรมควบคุมสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

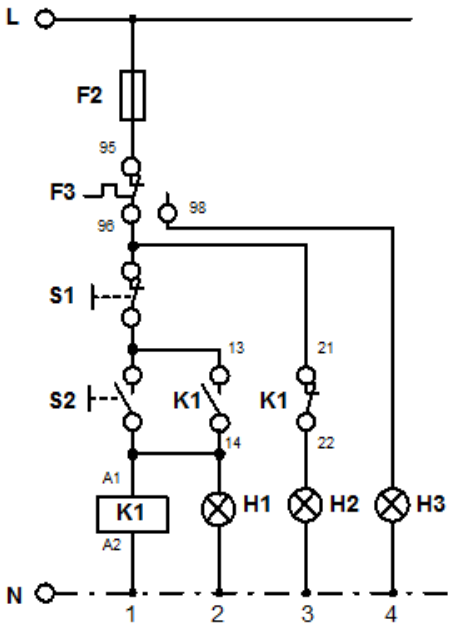
เครื่องมือ / อุปกรณ์	วัสดุ
เครื่องมือ 1. ไขควงแบน 1 ตัว 2. ไขควงแฉก 1 ตัว 3. ไขควงเชกไฟ 1 ตัว 4. คีมปากแหลม 1 ตัว 5. คีมช่าง 1 ตัว 6. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว **อุปกรณ์การทดลอง** 1. ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด 2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว 3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ จำนวน 1 ตัว	**วัสดุ** 1. สายเสียบวงจร จำนวน 20 เส้น

ลำดับขั้นการปฏิบัติงาน

1. เตรียมชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ตรวจเชกให้พร้อมทำงาน
2. เตรียมสายเสียบวงจร ตรวจเชกวงจรสายเสียบวงจรทุกเส้นด้วยมัลติมิเตอร์
3. ต่อวงจรกำลัง และวงจรควบคุมวงจรสตาร์ตมอเตอร์โดยตรง 1 เฟส ดังในภาพที่ 3.1 และ 3.2

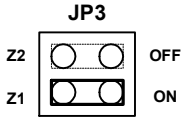


ภาพที่ 3.1 วงจรกำลัง



ภาพที่ 3.2 วงจรควบคุม

4. เปิดเมนจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดสาธิต
5. ทดสอบการทำงานของวงจรโดยกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ มอเตอร์จะทำงาน และเมื่อกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ มอเตอร์จะหยุดทำงาน นั่นคืออุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ทำงานอยู่ในสภาวะปกติ
6. ครูทดสอบเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF) ของตัวโอเวอร์โหลด ดังในภาพที่ 3.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานหลอดไฟสัญญาณเสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ



ภาพที่ 3.3

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

7. ครูทดสอบเสียบตำแหน่งจัมเปอร์ Z2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON) ของตัวโอเวอร์โหลด ดังในภาพที่ 3.3 พร้อมกับกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อยมือ ให้นักเรียนสังเกตการทำงานหลอดไฟสัญญาณเสร็จแล้วกดสวิตช์ S1 แล้วปล่อยมือ

รายงานผลการทดสอบ

……

……..

……

รายงานจุดบกพร่อง

……

……..

……

8. ปิดเมนสวิตช์ถอดและเก็บสายเสียบวงจรทั้งหมด

9. เก็บวัสดุ – อุปกรณ์

10. ให้ตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงาน

คำถามท้ายการปฏิบัติงาน

1. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 6 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการการทำงานหลอดไฟสัญญาณ ของหลอดไฟสัญญาณ เมื่อเสียบจัมเปอร์ตำแหน่ง Z1 (เสียบจัมเปอร์ ON → OFF)

……

……

……

2. จากการทดลองลำดับการปฏิบัติงานที่ 7 จงอธิบายวิธีการหาจุดบกพร่องการการทำงานหลอดไฟสัญญาณ ของหลอดไฟสัญญาณ เมื่อเสียบจัมเปอร์ตำแหน่ง Z2 (เสียบจัมเปอร์ OFF → ON))

……

……

……

สรุปผลการปฏิบัติงาน

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ข้อควรระวัง

1. อย่าเสียบสายวงจรไว้ข้างเดียวโดยปล่อยอีกข้างไว้ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือทำให้ไฟฟ้าดูดได้
2. จุดต่อสายที่หลวม จะทำให้ไฟฟ้ามีโอกาสรั่วลงโครง หรือจุดต่อสายภายในหลวมทำให้เกิดการอาร์คได้
3. อุปกรณ์ที่ติดตั้งในชุดทดลอง น๊อตและโบลท์ และตัวล๊อกอุปกรณ์ทุกตัวระวังอย่างให้หลวม ต้องตรวจเชกอยู่เสมอ
4. ระวังไฟฟ้ารั่วลงโครง

ข้อเสนอแนะ

1. ปิดเมนสวิตช์ทุกครั้งขณะต่อวงจร
2. ตรวจวงจร จุดต่อสาย และสายเสียบวงจรให้เรียบร้อยก่อนการทดสอบการทำงานของวงจร
3. ทดสอบการรั่วลงโครงด้วยไขควงเชกไฟทุกครั้งก่อนการทดสอบวงจร
4. ตรวจเชก ซ่อม อุปกรณ์ที่มีปัญหาก่อนการใช้งานทุกครั้ง
5. การทดสอบการทำงานของวงจรของวงจรควรจะทำทีละแถว เมื่อต่อวงจรในแถวนั้น ๆ เสร็จแล้ว

การวัดและประเมิลผล

การวัดผล

1. สังเกตการปฏิบัติงาน วัดผลตามหัวข้อในแบบสังเกตวัดการปฏิบัติงานดังนี้

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
1. ขั้นเตรียม		
1.1 เตรียมเครื่องมือ	2	2 มีครบ 1 ไม่ครบ 0 ไม่มี
1.2 เตรียมอุปกรณ์	6	
1.2.1 ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์		2 ถูกต้อง 1 ถูกบ้าง 0 ไม่ถูก
1.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า และอุปกรณ์ประ กอบ		2 ถูกต้อง 1 ถูกบ้าง 0 ไม่ถูก
1.2.3 การตรวจเชกอุปกรณ์ ก่อนการปฏิบัติงาน		2 เชกครบหมด 1 เชกไม่ครบ 0 ไม่เชก
1.3 เตรียมวัสดุ	2	
1.3.1 เตรียมสายเสียบวงจร		1 ครบ 0.5 ไม่ครบ 0 ไม่เตรียม
1.3.2 ตรวจเชกสายเสียบ		1 เชกครบทุกเส้น 0.5 เชกไม่ครบ 0 ไม่เชก
รวม	**10**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
2. ขั้นปฏิบัติ		
2.1 ต่อวงจรกำลัง	10	10 ถูกต้อง 6 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
2.2 ต่อวงจรควบคุม	10	10 ถูกต้อง 6 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
รวม	**20**	
3. ขั้นผลสำเร็จ		
3.1 ทดสอบการทำงานของวงจรตามลำดับขั้นการปฏิบัติงานข้อที่ 6 – 7 ตามลำดับ	20	20 ถูกต้อง 12 ถูกแต่ต้องทำหลายครั้ง 0 ไม่ถูกต้อง
3.2 ความปลอดภัยจากการปฏิบัติงาน	5	5 ไม่มีปัญหา 3 มีปัญหาแต่แก้ได้ 0 แก้ปัญหาไม่ได้
3.3 รายงานผลการปฏิบัติงาน	15	
3.1.1 รูปแบบและลำดับหัวข้อ		5 ถูกต้อง 3 ถูกบางส่วน 0 ไม่ถูก
3.1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา		10 ถูกต้อง 5 ถูกบางส่วน 0 ไม่ถูก
รวม	**40**	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	น้ำหนักคะแนน	เกณฑ์ที่ใช้ในการสังเกต
4. ขั้นกิจนิสัยในการปฏิบัติงาน		
4.1 การใช้และบำรุงรักษา เครื่องมือ วัสดุ-อุปกรณ์	2	2 ทำตลอด 1 ทำบางครั้ง 0 ไม่ทำ
4.2 การเก็บวัสดุ-อุปกรณ์ หลังการปฏิบัติงาน	2	2 ทำทั้งหมด 1 ทำบางส่วน 0 ไม่ทำ
4.3 ทำงานเสร็จในเวลาที่กำหนด	6	6 พอดี 4 มากกว่า 100 นาที 0 เกิน 150 นาที
รวม	**10**	
รวมทั้งหมด	**80**	

2. ให้นักศึกษาตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงาน

การประเมินผล

1. ให้ประเมินผลตามตารางดังต่อไปนี้

รายชื่อนักศึกษา	คะแนนวัดผล														ผลการประเมิน
	ขั้นเตรียม			ขั้นปฏิบัติ			ขั้นผล			ขั้นกิจนิสัย			แบบฝึกหัด	รวมคะแนน	
	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3			
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6															
7.															
8.															
9.															
10.															
11.															
12.															
13															
14.															
15.															
16.															
17.															
18.															
19.															
20.															
21.															
22.															
23.															
24.															
25															

2. เกณฑ์ผ่าน

2.1 ต้องได้คะแนนขั้นปฏิบัติไม่น้อยกว่า 20 คะแนน

2.2 ต้องได้คะแนนขั้นผลไม่น้อยกว่า 35 คะแนน

3. เกณฑ์ประเมิน

3.1 คะแนนเกณฑ์ผ่านต่ำกว่าที่ตั้งไว้ถือว่าไม่ผ่าน

3.2 เมื่อผ่านเกณฑ์ประเมินในหัวข้อที่ 2.1 แล้วให้นำคะแนนรวมจากการวัดผลรวมกับคะแนนจาก

แบบฝึกหัด แล้วใช้เกณฑ์ประเมินดังนี้

คะแนนรวม 85 ขึ้นไป	ดีมาก
คะแนนรวม 80-84	ดี
คะแนนรวม 75-79	ปานกลาง
คะแนนรวม 70-74	พอใช้
คะแนนรวมต่ำกว่า 70	ต้องปรับปรุง

ภาคผนวก ด

การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

(ชุดสาธิตเดิม)

ตารางที่ ด–1 ผลของคะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (คำถามท้ายการปฏิบัติงาน)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (คำถามท้ายการปฏิบัติงาน)			
	คำถามท้ายการปฏิบัติงานใบงานที่			รวมคะแนน (100)
	1 (50)	2 (30)	3 (20)	
1	35	28	16	79
2	36	27	17	80
3	36	27	17	80
4	37	28	18	83
5	36	27	17	80
6	37	28	18	83
7	35	27	17	79
8	36	27	17	80
9	37	25	17	79
10	36	26	17	79
11	37	27	17	81
12	36	25	18	79
13	36	27	17	80
14	37	27	18	82
15	36	27	18	81
16	37	27	17	81
17	36	28	18	82
18	36	27	17	80
19	36	27	18	81
20	37	27	18	82
รวม	**725**	**529**	**347**	**1601**
ค่าเฉลี่ย	**36.25**	**26.45**	**17.35**	**80.05**

ตารางที่ ด–2 ผลของคะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (ใบงาน)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากการทำแบบประเมินความก้าวหน้าระหว่างเรียน (ใบงาน)			
	ใบงานที่			รวมคะแนน (100)
	1 (50)	2 (30)	3 (20)	
1	37	28	17	82
2	38	27	17	82
3	37	28	18	83
4	38	27	17	82
5	38	27	17	82
6	37	27	17	81
7	38	27	18	83
8	38	27	17	82
9	37	27	17	81
10	38	27	17	82
11	37	26	17	80
12	38	27	18	83
13	38	28	17	83
14	37	28	18	83
15	37	27	17	81
16	37	27	17	81
17	37	28	18	83
18	38	28	18	84
19	38	27	17	82
20	37	27	17	81
รวม	**750**	**545**	**346**	**1641**
ค่าเฉลี่ย	**37.50**	**27.25**	**17.30**	**82.05**

ตารางที่ ด–3 ผลของคะแนนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนจากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน		
	X	**X^2**	**ร้อยละ**
1	16	256	80
2	17	289	85
3	16	256	80
4	15	225	75
5	16	256	80
6	16	256	80
7	15	225	75
8	18	324	90
9	17	289	85
10	17	289	85
11	17	289	85
12	16	256	80
13	16	256	80
14	13	169	65
15	16	256	80
16	16	256	80
17	16	256	80
18	17	289	85
19	16	256	80
20	15	225	75
รวม	**321**	**5173**	**1605**
ค่าเฉลี่ย	**16.05**	**258.65**	**80.25**

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

1. คำนวณหาประสิทธิภาพระหว่างเรียนของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ค่าเฉลี่ยคำถามท้ายการปฏิบัติงาน (E_{11}) มีค่าเท่ากับ 80.05

ค่าเฉลี่ยใบงาน (E_{12}) มีค่าเท่ากับ 82.05

ดังนั้น ประสิทธิภาพระหว่างเรียนชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ คำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน

$$E_1 = \frac{E_{11} + E_{12}}{2}$$

$$= \frac{80.05 + 82.05}{2}$$

$$= 81.05$$

2. หาประสิทธิภาพหลังเรียนของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ประสิทธิภาพหลังเรียนของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ มีค่าเท่ากับ $E_2 = 80.25$

สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ ร้อยละ 81.05 /80.25 นั่นคือ คะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำคำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 81.05 และคะแนนที่ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80.25 ซึ่งมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

ภาคผนวก ต

ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที (t-test)

คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

(ชุดสาธิตเดิม)

ตารางที่ ต–1 ผลของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน **(X_1)**	หลังเรียน **(X_2)**	**$D = (X_2-X_1)$**	**D^2**
1	5	10	5	25
2	4	13	9	81
3	3	11	8	64
4	5	13	8	64
5	6	11	6	36
6	7	13	6	36
7	5	14	11	121
8	4	13	8	64
9	4	12	8	64
10	5	10	5	25
11	6	9	3	9
12	4	7	3	9
13	7	12	5	25
14	5	9	4	16
15	5	7	2	4
16	3	11	8	64
17	4	12	8	64
18	6	8	2	4
19	7	6	-1	1
20	5	13	8	64
Σ	**100**	**214**	**116**	**840**
$\overline{X}$	**5**	**10.7**	**5.8**	

ผลการทดสอบค่าที (t – dependent) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งหน่วยการเรียน

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ก่อนเรียน	20	4.95	1.276	0.285
	หลังเรียน	20	10.75	2.381	0.532

Paired Samples Test

	Paired Difference					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1 ก่อนเรียน หลังเรียน	5.80	2.966	0.663	3.902	7.698	8.744	19	0.000

สรุปผลการวิเคราะห์

ตารางที่ ต–1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	4.95	1.276	5.80	2.966	8.744**	19	0.000
หลังเรียน	10.75	2.381					

จากตารางที่ ต–1 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคผนวก ฉ

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิต (ชุดสาธิตเดิม)

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านการออกแบบของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1.1	ข้อที่ 1.2	ข้อที่ 1.3	ข้อที่ 1.4	ข้อที่ 1.5	ข้อที่ 1.6	ข้อที่ 1.7
จำนวนคน	20	20	20	20	20	20	20
คะแนนรวม	69	71	70	69	72	70	67
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	5	4	5	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.45	3.55	3.50	3.45	3.60	3.50	3.35
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.51	0.51	0.69	0.51	0.60	0.51	0.49
C.V.(%)	14.79	14.38	19.66	14.79	16.62	14.66	14.61
แปลผล	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	488
ค่าเฉลี่ย	3.49
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.18
C.V.(%)	5.22
แปลผล	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านใช้งานของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5	ข้อที่ 2.6
จำนวนคน	20	20	20	20	20	20
คะแนนรวม	69	69	69	69	67	70
คะแนนต่ำสุด	3	2	2	2	2	2
คะแนนสูงสุด	5	5	5	5	4	5
ค่าเฉลี่ย	3.45	3.45	3.45	3.45	3.35	3.50
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.69	0.89	0.83	1.00	0.59	0.83
C.V.(%)	19.89	25.71	23.93	28.95	17.53	23.63
แปลผล	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	413
ค่าเฉลี่ย	3.44
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.55
C.V.(%)	16.04
แปลผล	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจด้านคุณภาพของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 3.1.1	ข้อที่ 3.1.2	ข้อที่ 3.1.3	ข้อที่ 3.1.4	ข้อที่ 3.1.5	ข้อที่ 3..2.1	ข้อที่ 3.2.2	ข้อที่ 3.2.3	ข้อที่ 3.3.1
จำนวนคน	20	20	20	20	20	20	20	20	20
คะแนนรวม	67	65	67	67	69	71	70	71	68
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	2	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.35	3.25	3.35	3.35	3.45	3.55	3.50	3.55	3.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.49	0.44	0.49	0.59	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50
C.V.(%)	14.61	13.67	14.61	17.53	14.79	14.38	14.66	14.38	14.78
แปลผล	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	615
ค่าเฉลี่ย	3.42
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.13
C.V.(%)	3.93
แปลผล	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจภาพรวมของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตรายข้อ

ผลการวิเคราะห์	ข้อที่ 1.1	ข้อที่ 1.2	ข้อที่ 1.3	ข้อที่ 1.4	ข้อที่ 1.5	ข้อที่ 1.6	ข้อที่ 1.7	ข้อที่ 2.1	ข้อที่ 2.2	ข้อที่ 2.3	ข้อที่ 2.4	ข้อที่ 2.5	ข้อที่ 2.6	ข้อที่ 3.1.1	ข้อที่ 3.1.2	ข้อที่ 3.1.3	ข้อที่ 3.1.4	ข้อที่ 3.1.5	ข้อที่ 3.2.1	ข้อที่ 3.2.2	ข้อที่ 3.2.3	ข้อที่ 3.3.1
จำนวนคน	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
คะแนนรวม	69	71	70	69	72	70	67	69	69	69	69	67	70	67	65	67	67	69	71	70	71	68
คะแนนต่ำสุด	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3
คะแนนสูงสุด	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ค่าเฉลี่ย	3.45	3.55	3.50	3.45	3.60	3.50	3.35	3.45	3.45	3.45	3.45	3.35	3.50	3.35	3.25	3.35	3.35	3.45	3.55	3.50	3.55	3.40
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.51	0.51	0.69	0.51	0.60	0.51	0.49	0.69	0.89	0.83	1.00	0.59	0.83	0.49	0.44	0.49	0.59	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50
C.V.(%)	14.79	14.38	19.66	14.79	16.62	14.66	14.61	19.89	25.71	23.93	28.95	17.53	23.63	14.61	13.67	14.61	17.53	14.79	14.38	14.66	14.38	14.78
แปลผล	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง	มาก	ปานกลาง

ผลการวิเคราะห์	ภาพรวม
คะแนนรวม	1516
ค่าเฉลี่ย	3.45
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.18
C.V.(%)	5.20
แปลผล	ปานกลาง

ภาคผนวก ท

การเผยแพร่ผลงาน

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
รับที่ 1180
วันที่ 21 ต.ค. 2558
เวลา 08.30 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ที่ **วันที่** 20 ตุลาคม ๒๕๕๘
เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่งานวิจัยนวัตกรรมเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผ่านเว็ปไซต์วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ด้วยข้าพเจ้านายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำนวัตกรรมเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ดังนั้น เพื่อเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนในงานวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจึงใคร่ขออนุญาตเผยแพร่งานวิจัยนวัตกรรมเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผ่านเว็ปไซต์วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย (WWW.CTC.AC.TH)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาอนุญาต

เรียน ผอ.
- เพื่อโปรดทราบ
- เห็นควรอนุญาต

22 ต.ค. 58

(นายคมกริช แสงสุรินทร์)
ครู คศ.๓

☐ อนุญาต ☐ อนุมัติ.....
☐ ทราบ ☑ มอบ ฝ่าย ดอย, ฝ่ายแผนฯ และสำรวจ ด่วน.
☐ อนุเคราะห์ ☐ แจ้ง.....
อื่นๆ.....

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคน่าน

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพะเยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

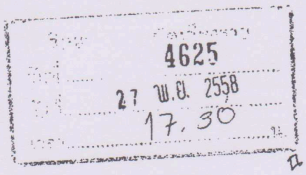
ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย



ที่ ศธ. ๐๖๒๔.๖/๒๔๙๔

วิทยาลัยเทคนิคเลย
ถ.เจริญรัฐ อ.เมือง จ.เลย
๔๒๐๐๐

๒๔ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

อ้างถึง หนังสือที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕ ลงวันที่ ๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้ส่งเอกสารผลงานวิชาการ รายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างและพัฒนาชุดสาธิการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ซึ่งเป็นผลงานทางวิชาการของ นายคมกริช แสงสุรินทร์ ตำแหน่ง ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย เพื่อเป็นการเผยแพร่และใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนในสถานศึกษา ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเลย ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และจะนำไปเผยแพร่ในสถานศึกษาต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เพื่อโปรดพิจารณา
-มอบฝ่ายวิชาการ
มอบ.....
.....
.....
.....
27 พ.ย. 2558

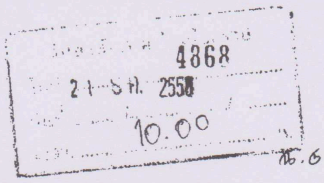
ขอแสดงความนับถือ ☐ อนุญาต ☐ อนุมัติ.....
☑ ทราบ ☑ มอบ.....
☐ อนุเคราะห์ ☐ แจ้ง.....
☐ อื่นๆ.....

(นายบรรจง สุรพุทธ)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

รับที่ ๑๓๑๐
๒๗ พ.ย. ๒๕๕๘
๐๘.๓๐ น.

ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๒๘๑-๑๕๙๑ ต่อ ๑๑๓
โทรสาร ๐-๔๒๘๑-๑๕๙๑ ต่อ ๑๑๐
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : loei ๐๑
www.loei@loeitech.ac.th



ที่ ศธ ๐๖๒๖.๓/๑๐๗๗๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๓
วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ๔๕๐๐๐

๒๑ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕ ลงวันที่ ๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเชียงรายได้ส่งเอกสารผลงานวิจัยเรื่อง การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผลงานของ นายคมกริช แสงสุรินทร์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดได้รับเอกสารเผยแพร่ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และจะนำไปเผยแพร่ในสถานศึกษาต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เพื่อโปรดทราบ
- มอบ ฝ่ายวิชาการ
มอบ ดำเนินการ
21 ธ.ค. 2558

ขอแสดงความนับถือ ☐อนุมัติ ☑ทราบ ☑มอบ ☑อนุเคราะห์ ☐แจ้ง ☐อื่นๆ

(นายสิทธิศักดิ์ เพิ่มพูล)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

(สมฤทธิ์ ไกลถิ่น)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
โทร. ๐-๔๓๕๑-๑๒๘๙ ต่อ ๑๕๒
โทรสาร ๐-๔๓๕๑-๓๐๓๙

ภาคผนวก ท

การเผยแพร่ผลงาน

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
รับที่ 1180
วันที่ 21 ต.ค. 2558
เวลา 08.30 น.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ที่ **วันที่** 20 ตุลาคม ๒๕๕๘
เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่งานวิจัยนวัตกรรมเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผ่านเว็ปไซต์วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ด้วยข้าพเจ้านายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำนวัตกรรมเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ดังนั้น เพื่อเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่สนในงานวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจึงใคร่ขออนุญาตเผยแพร่งานวิจัยนวัตกรรมเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผ่านเว็ปไซต์วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย (WWW.CTC.AC.TH)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาอนุญาต

เรียน ผอ.
- เพื่อโปรดทราบ
- เห็นควรอนุญาต

22 ต.ค. 58

(นายคมกริช แสงสุรินทร์)
ครู คศ.๓

☐ อนุญาต ☐ อนุมัติ.....
☐ ทราบ ☑ มอบ ฝ่าย ดอย, ฝ่ายแผนฯ และสำรวจ ด่วน.
☐ อนุเคราะห์ ☐ แจ้ง.....
อื่นๆ.....

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคน่าน

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคแพร่

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพะเยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย
ถนนสนามบิน อ. เมือง
จ.เชียงราย ๕๗๐๐๐

๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเผยแพร่เอกสารผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานการวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ จำนวน ๑ เล่ม

ด้วย นายคมกริช แสงสุรินทร์ ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้จัดทำผลงานทางวิชาการเพื่อขอเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โดยได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

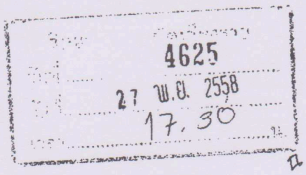
ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จึงขอส่งรายงานการวิจัย เรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อเผยแพร่และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายวิชาการ
โทร. ๐-๕๓๗๑-๓๐๓๘ ต่อ ๑๐๒
โทรสาร. ๐-๕๓๗๑-๑๐๒๕
ระบบ AMS: วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย



ที่ ศธ. ๐๖๒๔.๖/๒๔๙๔

วิทยาลัยเทคนิคเลย
ถ.เจริญรัฐ อ.เมือง จ.เลย
๔๒๐๐๐

๒๔ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

อ้างถึง หนังสือที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕ ลงวันที่ ๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ได้ส่งเอกสารผลงานวิชาการ รายงานการวิจัย เรื่อง การสร้างและพัฒนาชุดสาธิการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ซึ่งเป็นผลงานทางวิชาการของ นายคมกริช แสงสุรินทร์ ตำแหน่ง ข้าราชการครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย เพื่อเป็นการเผยแพร่และใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนในสถานศึกษา ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

ในการนี้ วิทยาลัยเทคนิคเลย ได้รับเอกสารเผยแพร่ผลงานวิชาการดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และจะนำไปเผยแพร่ในสถานศึกษาต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เพื่อโปรดพิจารณา
-มอบฝ่ายวิชาการ
มอบ.....
.....
.....
.....
27 พ.ย. 2558

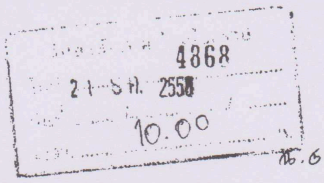
ขอแสดงความนับถือ ☐ อนุญาต ☐ อนุมัติ.....
☑ ทราบ ☑ มอบ.....
☐ อนุเคราะห์ ☐ แจ้ง.....
☐ อื่นๆ.....

(นายบรรจง สุรพุทธ)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเลย

(นายสมคิด จีนจรรยา)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

รับที่ ๑๓๑๐
๒๗ พ.ย. ๒๕๕๘
๐๘.๓๐ น.

ฝ่ายวิชาการ
โทรศัพท์ ๐-๔๒๘๑-๑๕๙๑ ต่อ ๑๑๓
โทรสาร ๐-๔๒๘๑-๑๕๙๑ ต่อ ๑๑๐
สารบรรณอิเล็กทรอนิกส์ : loei ๐๑
www.loei@loeitech.ac.th



ที่ ศธ ๐๖๒๖.๓/๑๐๗๗๖

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ๓
วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ๔๕๐๐๐

๒๑ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับเอกสารเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

อ้างถึง หนังสือวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ที่ ศธ ๐๖๓๐.๑/ว ๑๖๑๕ ลงวันที่ ๖ พฤศจิกายน ๒๕๕๘

ตามหนังสือที่อ้างถึง วิทยาลัยเทคนิคเชียงรายได้ส่งเอกสารผลงานวิจัยเรื่อง การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ผลงานของ นายคมกริช แสงสุรินทร์ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ ความละเอียดแจ้งแล้วนั้น

วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ดได้รับเอกสารเผยแพร่ดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว และจะนำไปเผยแพร่ในสถานศึกษาต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

เพื่อโปรดทราบ
- มอบ ฝ่ายวิชาการ
มอบ ดำเนินการ
21 ธ.ค. 2558

ขอแสดงความนับถือ ☐อนุมัติ ☑ทราบ ☑มอบ ☑อนุเคราะห์ ☐แจ้ง ☐อื่นๆ

(นายสิทธิศักดิ์ เพิ่มพูล)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด

(สมฤทธิ์ ไกลถิ่น)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ
งานวิจัย พัฒนา นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์
โทร. ๐-๔๓๕๑-๑๒๘๙ ต่อ ๑๕๒
โทรสาร ๐-๔๓๕๑-๓๐๓๙

ภาคผนวก ธ

การอบรมสัมมนาทางวิชาการ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

ร่วมกับ

สมาคมนักวิจัย และสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒ จังหวัดพะเยา

มอบวุฒิบัตรนี้ ให้แก่

นายคมกริช แสงสุรินทร์

เพื่อแสดงว่า ได้ผ่านการฝึกอบรม โครงการฝึกอบรม "สร้างนักวิจัยรุ่นใหม่" รุ่นที่ ๒

ณ วันที่ ๑๒ กุมภาพันธ์ พุทธศักราช ๒๕๕๙

(ดร.อำนวย เถาตะกูล)
เลขาธิการสมาคมนักวิจัย
สมาคมนักวิจัย

(นางสาวสุกัญญา ชีระกุรณ์ลิศ)
รองเลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
รักษาราชการแทน เลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

(ดร.อุดม รูปดี)
ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ ๒
จังหวัดพะเยา

บริษัท เอบีบี (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด วิทยาลัยเทคนิคพะเยา

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายคมกริช แสงสุรินทร์

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ได้เข้าร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการ การออกแบบ การประเมินราคา ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้า

ระหว่างวันที่ 24 - 26 มีนาคม พ.ศ. 2558

ณ โรงแรมเคเอ็ม กว้านพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

ให้ไว้ ณ วันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2558

นายธีรชัย เจียมจิต
Special Business Manager
บริษัท ภัทรเมธากิจ จำกัด

นายอุดม รูปดี
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพะเยา

PRIMUS

บริษัท ไพรมัส จำกัด

ขอมอบเกียรติบัตรนี้เพื่อแสดงว่า

คุณคมกริช แสงสุรินทร์

ได้ผ่านการสัมนา “PLC UNITRONIC กับการประยุกต์ใช้งาน

UNITRONICS® UNISTREAM™

ให้ไว้ ณ วันที่ ๓๐ เมษายน ๒๕๕๘

โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ 2000 จ.เชียงใหม่

(คุณสุวิชา ยิ้มอยู่)

(กรรมการผู้จัดการ)

บริษัท ไพรมัส จำกัด

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

Research and Academic Service Division and Pre-Engineering Division

Cooperation in the field of electronic technology. Faculty of industry technology. Buriram rajabhat University.

This is to certify that

Mr.Komgrit Sangsurin

actively participated in a training course on “Modern Digital Circuit Design by Using CPLD and Fundamental VHDL for Lecturer”

(Asst.Prof.Chakkrit Rakphanit)
Dean, Faculty of Industrial Technology
Buriram Rajabhat University

(Asst.Prof.Wanchart Suwattee)
Director

(Asst.Prof.Dr.Panich Intra)
Deputy Director for
Research and Academic Service

APEX INSTRUMENT

RUEE RMUTL

Bosch Rexroth Training Center
Mechatronics Engineering Laboratory
Faculty of Engineering, Assumption University

Rexroth
Bosch Group
Trainingspartner

Certificate

This certificate is given to

KOMGRIT SANGSURIN

for having successfully completed the special training on

PLC Training

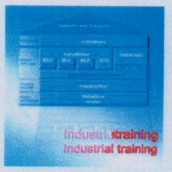
from **29,30 April, 1 May 2013** with the following content:

- PLC L20
  - Introduction to PLC
  - Ladder diagram (LD)
  - Structure text (ST)
  - Sequential flow chart (SFC)
  - Visualization

Dr. Narong Aphiratsakun
Chairperson of Mechatronics Engineering
Faculty of Engineering

Electric Drives and Controls | Hydraulics | Linear Motion Assembly Technologies | Pneumatics | Service

Rexroth Bosch Group
Training Partner



Certificate of Achievement*

TRAINING

นายคมกริช แสงสุรินทร์

Mr. KOMGRIT SANGSURIN

has successfully participate on April 29-30 to May 1-4, 2013 at the seminar

หลักสูตร : พื้นฐานการโปรแกรมพีแอลซีและนิวเมติกส์ชั้นสูง

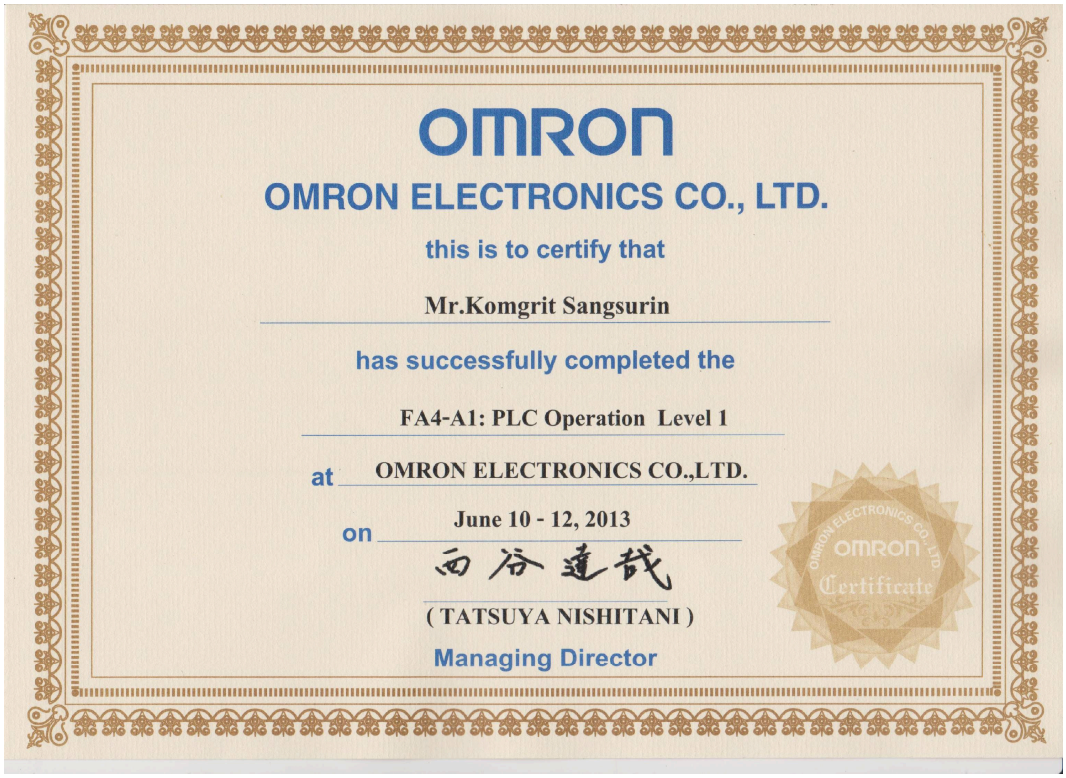
(Basic PLC Programming and Pneumatics)

IATC
Engineering KU

The Industrial Automation Training Center, Faculty of Engineering, Kasetsart University and Bosch-Rexroth AG confirm that the above mentioned participant has achieved high standard level with the Faculty of Engineering, Kasetsart University and Bosch-Rexroth Training Center guideline.

(Dr.Chana Raksiri)
Instructor

(Assoc.Prof.Dr.Thanya Kiatiwat)
The Dean of Faculty of Engineering
Kasetsart University



OMRON

OMRON ELECTRONICS CO., LTD.

this is to certify that

Mr.Komgrit Sangsurin

has successfully completed the

FA4-A1: PLC Operation Level 1

at OMRON ELECTRONICS CO.,LTD.

on June 10 - 12, 2013

西谷達哉

(TATSUYA NISHITANI)

Managing Director

OMRON ELECTRONICS CO., LTD. OMRON Certificate

สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

ร่วมกับ

ชมรมครูวิชาชีพช่างไฟฟ้า และวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

ขอมอบบัตรนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายคมกฤช แสงสุรินทร์

ได้รับการอบรม โครงการอบรมสัมมนาเชิงปฏิบัติการพัฒนาศักยภาพครูวิชาชีพช่างไฟฟ้า

"ด้านเทคโนโลยีการควบคุมทางไฟฟ้าในงานอุตสาหกรรม"

วันที่ ๙ – ๑๒ กรกฎาคม ๒๕๕๖

ณ โรงแรมราชศุภมิตร จังหวัดกาญจนบุรี

(นายอภิปโดย โพแดง)

นักทรัพยากรบุคคลชำนาญการพิเศษ รักษาราชการแทน

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา

(นายสมหมาย สว่างศรี)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคกาญจนบุรี

Bureau of Personnel Competency Development BPCD

Certificate of Participation

CHIANG RAI TECHNICAL COLLEGE

hereby certifies that

MR. KOMGRIT SANGSURIN

has completed "English for Communication"
during the period of 21st April - 2nd May 2014
Awarded on 4th May 2014

Somkit Chinchanya

(Mr. Somkit Chinchanya)
Director
Chiang Rai Technical College

วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

ขอมอบเกียรติบัตรนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายคมกริช แสงสุรินทร์

เข้าร่วมอบรมโครงการการเขียนโปรแกรมและควบคุมด้วยระบบ PLC

วันที่ ๖ – ๘ พฤศจิกายน ๒๕๕๕

ณ วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

(นายสุวัฒน์ชัย ศรีสุพัฒนะกุล)

ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์

วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นายคมกริช แสงสุรินทร์

ได้เข้ารับการฝึกอบรมการพัฒนาศักยภาพบุคลากรทางการศึกษา
เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนด้วยกระบวนการวิจัย
ระยะที่ ๑ ระหว่าง วันที่ ๒๕-๒๖ พฤษภาคม ๒๕๕๕ ระยะที่ ๒ ระหว่าง วันที่ ๑๔-๑๕ กรกฎาคม ๒๕๕๕
ณ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

ขอให้มีความเจริญก้าวหน้า และประสบความสำเร็จตลอดไป
ให้ไว้ ณ วันที่ ๑๕ กรกฎาคม ๒๕๕๕

นายจีระพงษ์ หอมสุวรรณ
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

บริษัท เยนเนอรัล อินสทรูเม้นท์ จำกัด
SIEMENS
ขอมอบบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า
นายคมกริช แสงสุรินทร์ อาจารย์ผู้ควบคุม
ได้เข้ารับการอบรม
ในการแข่งขันทักษะวิชาชีพระดับภาค ภาคเหนือ
สาขาวิชา ช่างไฟฟ้า งานเขียนโปรแกรมและควบคุมด้วยระบบ PLC ระดับ ปวส.
ณ แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคอุตรดิตถ์
วันที่ 6 – 8 พฤศจิกายน 2555
ขอให้มีความสุข ความเจริญ ก้าวหน้าในวิชาชีพยิ่งขึ้นไป

(นายสมเจตน์ นามสุวรรณ)
ผู้จัดการแผนกฝึกอบรมและสัมมนา
บริษัท เยนเนอรัล อินสทรูเม้นท์ จำกัด

(นายประสิทธิ์ เสริมสุขสุข)
กรรมการผู้จัดการ
บริษัท เยนเนอรัล อินสทรูเม้นท์ จำกัด

ภาคผนวก น
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายคมกริช แสงสุรินทร์

ชื่องานวิจัย : การสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

แผนกวิชา : ช่างไฟฟ้ากำลัง

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว

เกิดเมื่อ วันที่ 9 มิถุนายน 2512

สัญชาติไทย เชื้อชาติไทย ศาสนาพุทธ

ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 1046/5 ถ.สนามบิน ต.เวียง อ.เมือง จ.เชียงราย

รหัสไปรษณีย์ 57000 โทรศัพท์มือถือ 08-1288-2822

ประวัติการศึกษา

2550 – 2552 ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2543 – 2545 ปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง)

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเชียงราย

2530 – 2532 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซีเมนต์ไทยอนุสรณ์ จ.สระบุรี

2527 – 2530 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด จ.ร้อยเอ็ด

ประวัติการทำงาน

ปัจจุบันรับราชการ ตำแหน่งครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จ.เชียงราย

บรรณานุกรม

กรี แทนเคน. **การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง วิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2.** ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

กานดา พูนทวี. **การวัดและประเมินผลการศึกษา.** ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.

จรินทร์ จุลวานิช. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.

ชูชาติ สีเทา. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 2 เรื่องอนุกรมฟูเรียร์ การแปลงฟูเรียร์ การประยุกต์ใช้งานฟูเรียร์ในวงจรไฟฟ้าและวงจรสองพอร์ต** หลักสูตรครุศาสตร์อุสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

ทนงศักดิ์ บุนนาค. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนฝึกปฏิบัติ ระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องปรับอากาศ ภายใต้วิเคราะห์ประเด็นการฝึกจากลักษณะงานจริง** หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

ทัศนีย เจริญวิโรจน์. **ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม เรื่องภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

ยุทธนา อุทปา. **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 3**. ตามหลักสูตรอนุปริญญาวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2536) วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.

รัตนา ศิริพานิช. **สถิติและวิจัยการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : คณะศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2527.

สุธน แก่นต้น. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้า 2 เรื่องวงจรไฟฟ้า 3 เฟส.** หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

สุรศักดิ์ ชื่นเทศ. **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาปฏิบัติการวงจรไฟฟ้า (111001)** หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2546.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2538.

เสาวนีย์ สิขาบัณฑิต. **เทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.

อรอนงค์ วิริยนุรักษ์นคร. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการวิเคราะห์และออกแบบวงจรดิจิตอล.** หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

อดิศร ก้อนวัน. **การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม 1**. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.