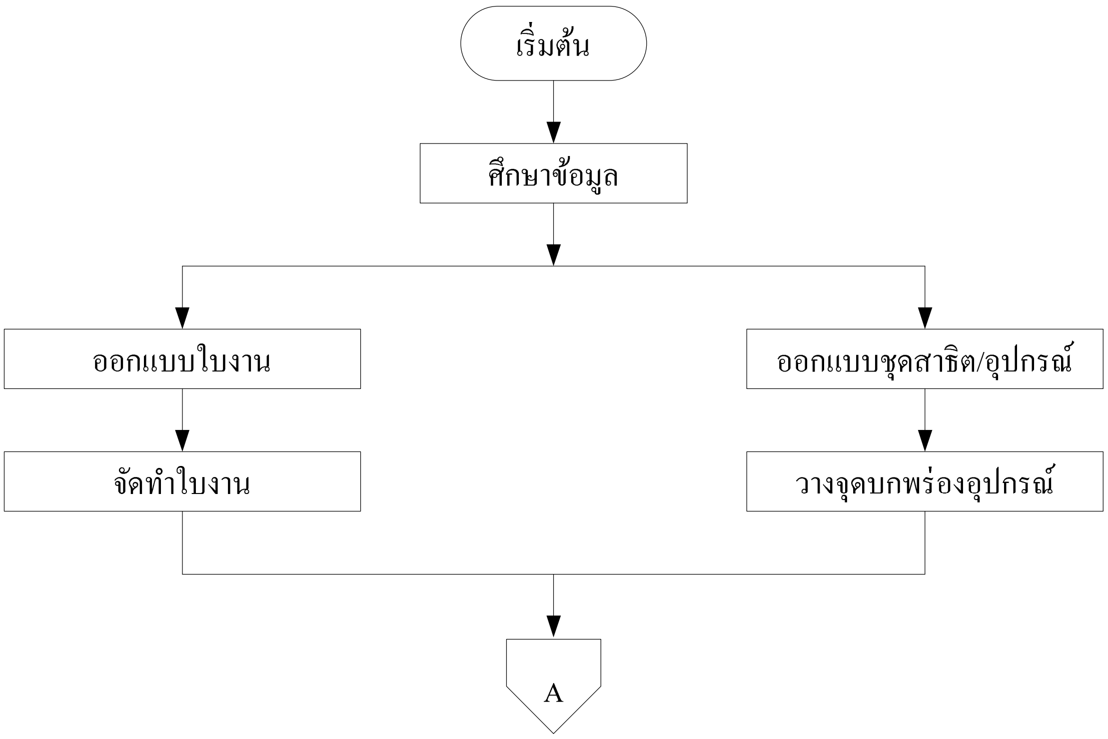
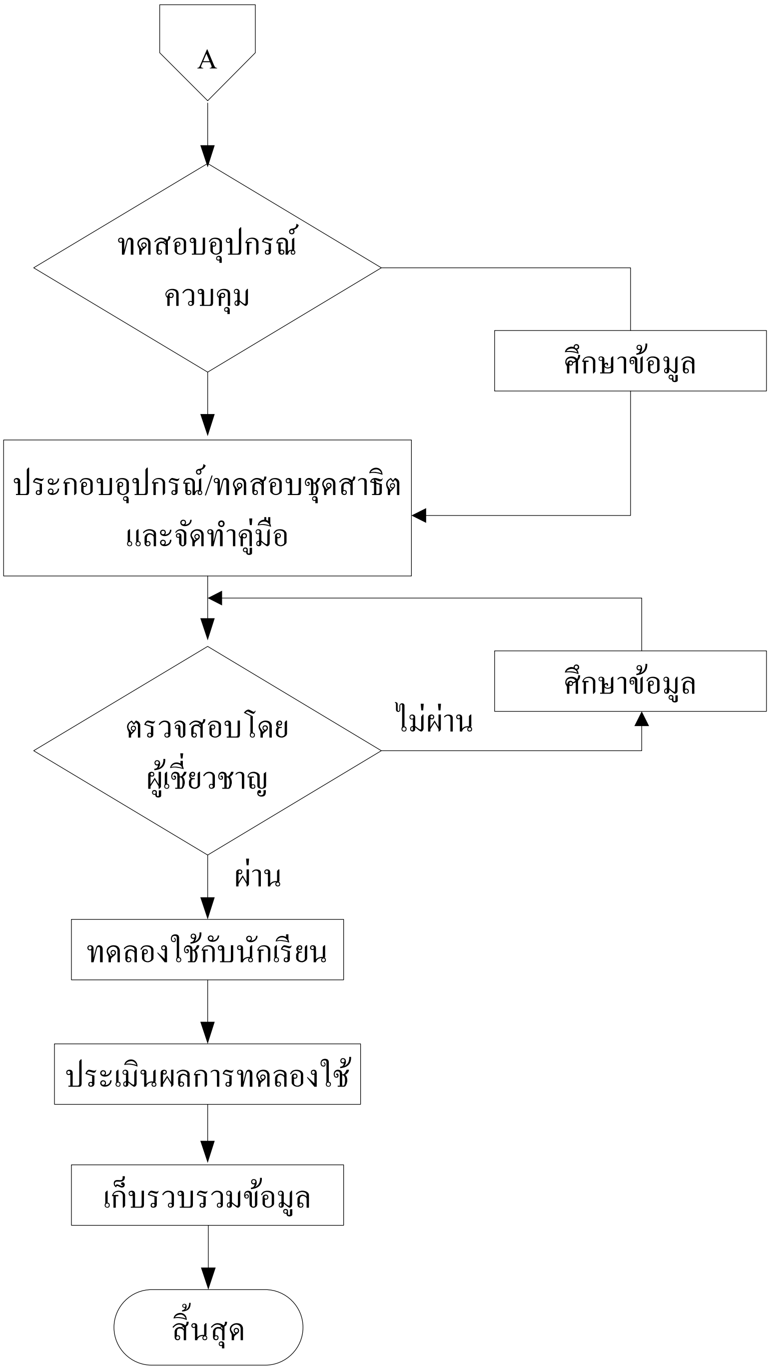
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

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



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย



ภาพที่ 3-1 (ต่อ) ขั้นตอนวิธีการดำเนินงานวิจัย

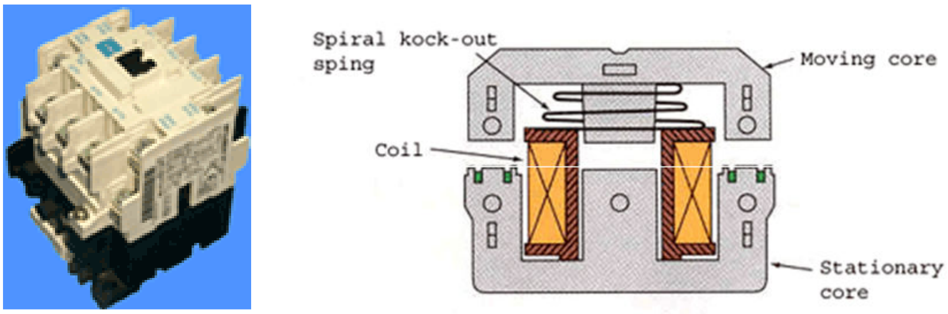
3.1 ศึกษาข้อมูล

การศึกษาเพื่อการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

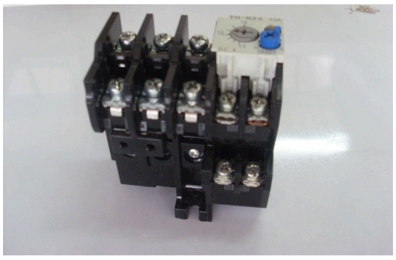
3.1.1 ศึกษาการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และจากประสบการณ์จากทำงานจริง ซึ่งมักจะเจอปัญหาจากตัวอุปกรณ์เอง และวงจรที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า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



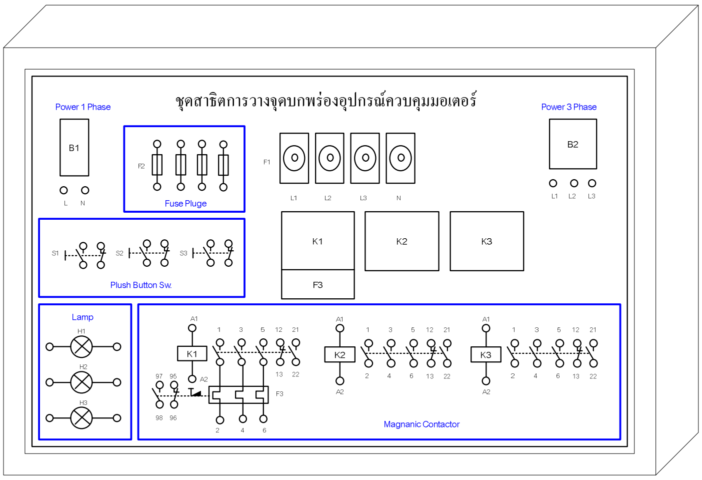
(ข) โอเวอร์โหลด

(ค) หลอดไฟสัญญาณ

ภาพที่ 3-2 โครงสร้างอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

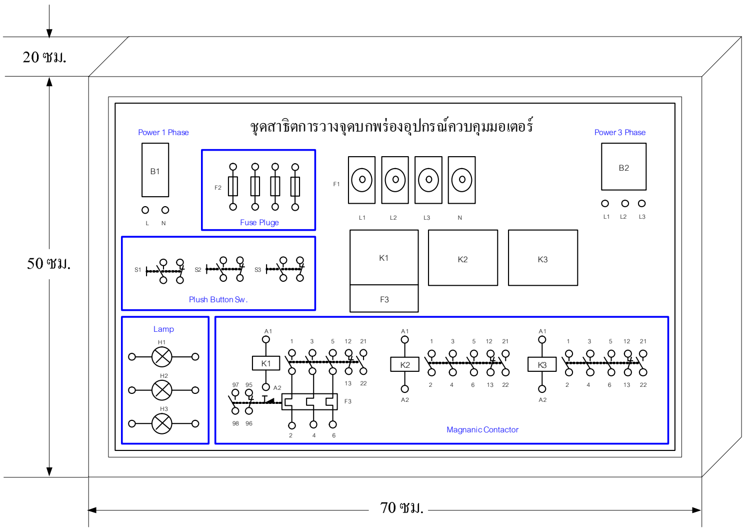
3.2 การออกแบบชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

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

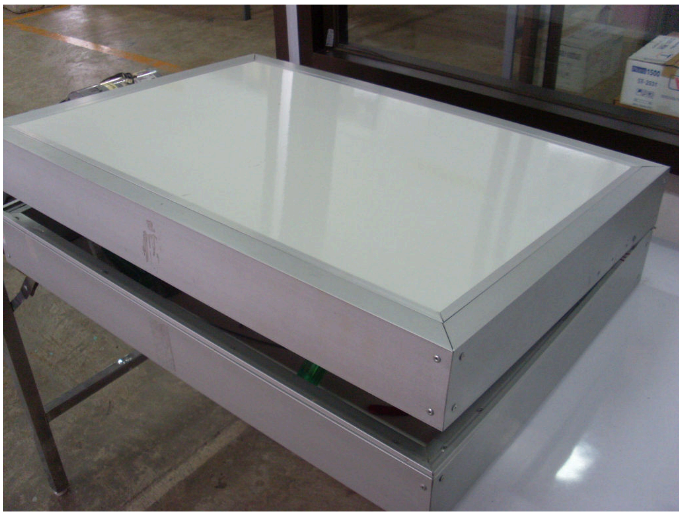


ภาพที่ 3-3 การออกแบบแผงหน้าชุดสาธิต

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

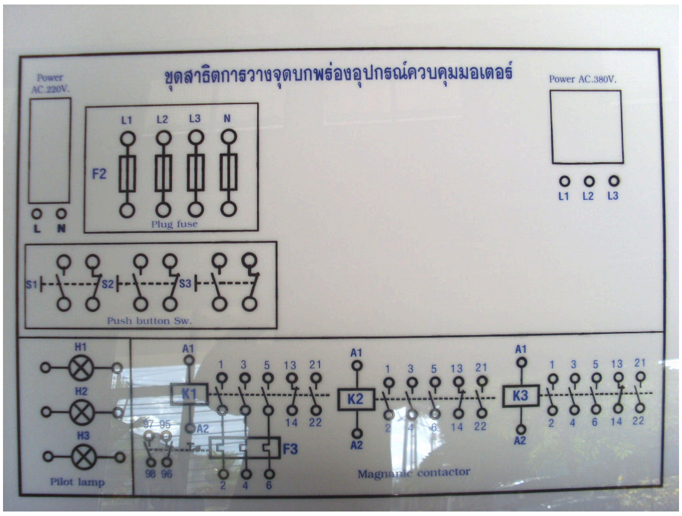


(ก) โครงสร้างกล่องชุดสาธิต



(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)

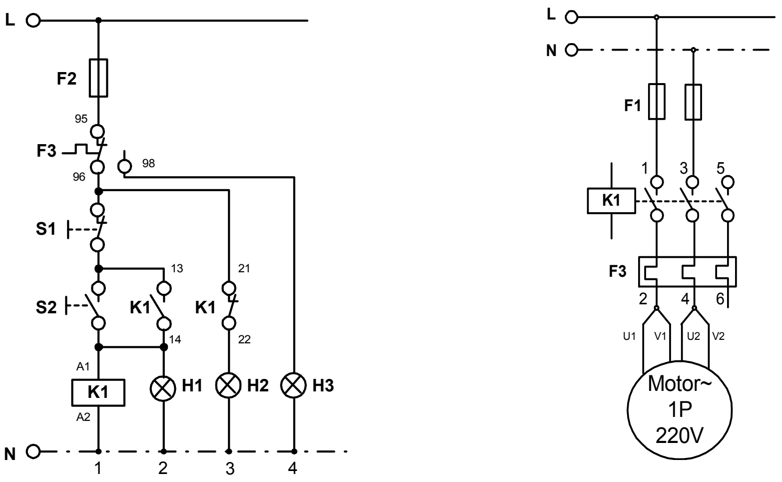
2) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแมกนีติกคอนแทกเตอร์ วงจรภายใน และระบบกลไกภายในแยกออกจากกันแล้วทำการบัดกรีต่อสายไฟบนสวิตช์แบบจัมเปอร์

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

(ก) วงจรปกติแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (ข) วางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์

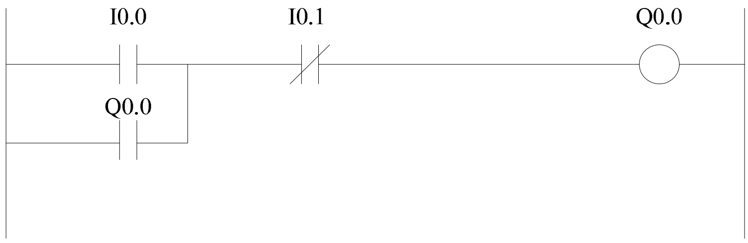
ภาพที่ 3-5 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งหน้าสัมผัส

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



(ก) วงจรควบคุม (ข) วงจรกำลัง

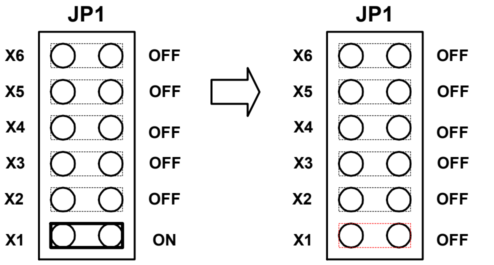
ภาพที่ 3-6 วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง (วงจรรีเลย์ทำงานปกติ)



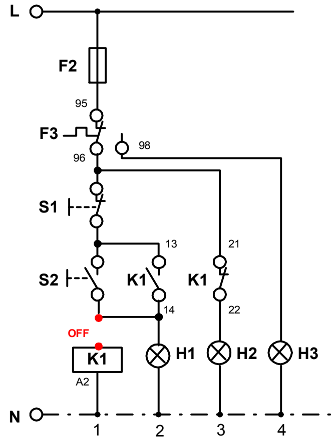
ภาพที่ 3-7 วงจรการสตาร์ตมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง โดยใช้โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

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

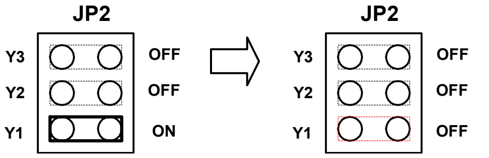
1) ออกแบบวงจรภายในตัวอุปกรณ์โอเวอร์โหลด ตามสัญลักษณ์วงจรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3-9 (ก)

2) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของโอเวอร์โหลดวงจรภายใน และระบบกลไกภายในแยกออกจากกันแล้วทำการบัดกรีต่อสายไฟบนสวิตช์แบบจัมเปอร์

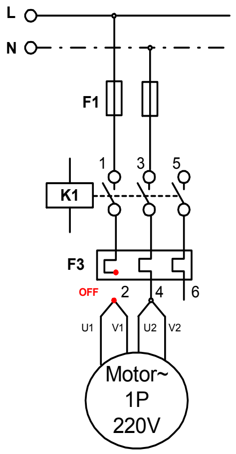
3) ประกอบวงจรภายในวางจุดบกพร่องระหว่างสวิตช์แบบจัมเปอร์กับตำแหน่งแผ่นไบเมลทัล และหน้าสัมผัส NO และ NC ดังแสดงในภาพที่ 3-9 (ข) หลังจากนั้นทำการประกอบชิ้นส่วนโอเวอร์โหลดเข้าด้วยกัน

(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

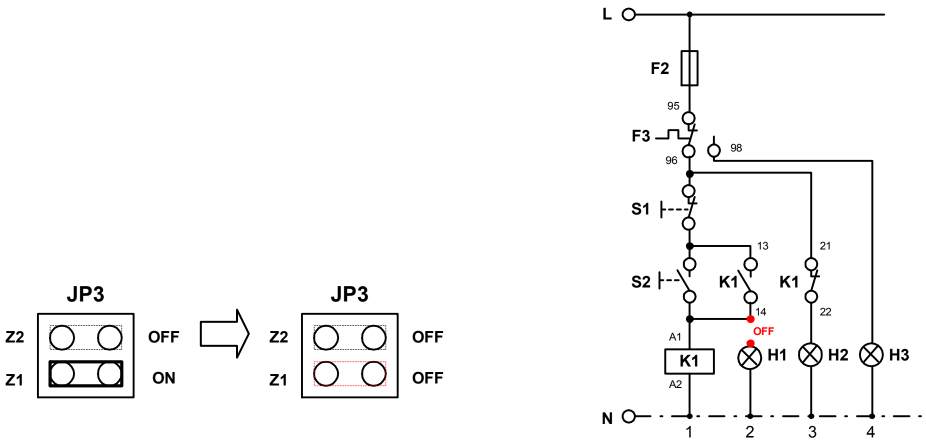
1) ออกแบบวงจรภายในตัวอุปกรณ์หลอดไฟสัญญาณ ตามสัญลักษณ์วงจรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3-11 (ก)

2) ถอดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหลอดไฟสัญญาณวงจรภายใน แยกออกจากกันแล้วทำการบัดกรีต่อสายไฟบนสวิตช์แบบจัมเปอร์

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

(ก) วงจรปกติหลอดไฟสัญญาณ (ข) วางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ

ภาพที่ 3-11 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

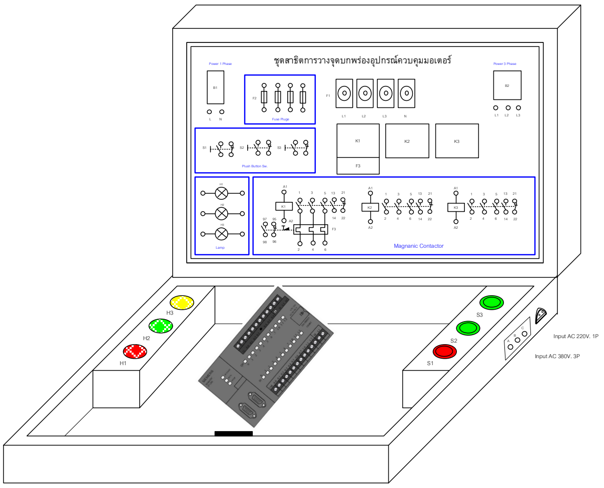


(ก) JP3 ตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (ON → OFF) (ข) จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ภาพที่ 3-12 การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ

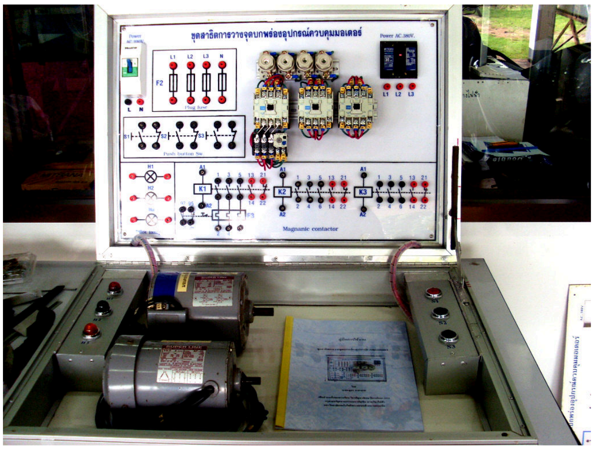
4. โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

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

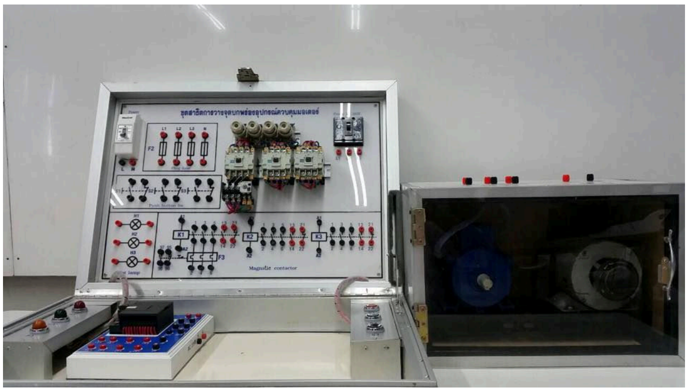


ภาพที่ 3-13 การติดตั้งโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

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



ภาพที่ 3-14 ชุดสาธิตเดิม

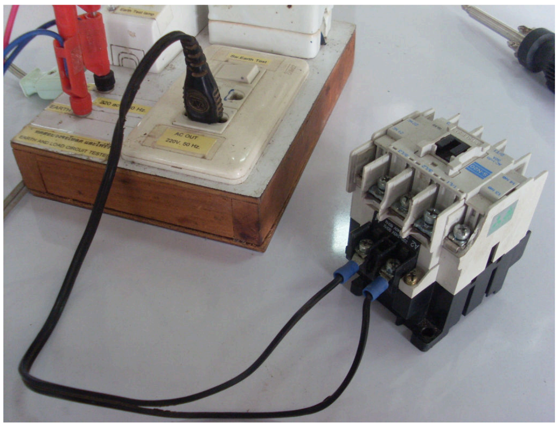


ภาพที่ 3-15 ชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่

3.4 การทดสอบอุปกรณ์ควบคุม

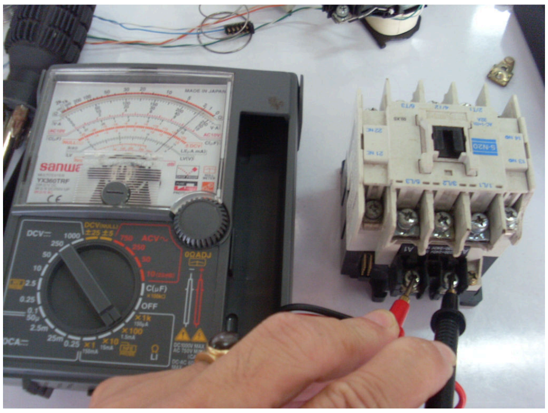
1) ทดสอบการจ่ายไฟ 220 VAC สำหรับอุปกรณ์ควบคุมให้ทำงานตามสภาวะปกติ หากอุปกรณ์ตัวใดทำงานไม่ถูกต้องจะต้องทำการแก้ไข ออกแบบวงจรการวางจุดบกพร่อง และต่อวงจรภายในให้อุปกรณ์ทำงานถูกต้องตามสภาวะปกติ ดังในภาพที่ 3-16 (ก)

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

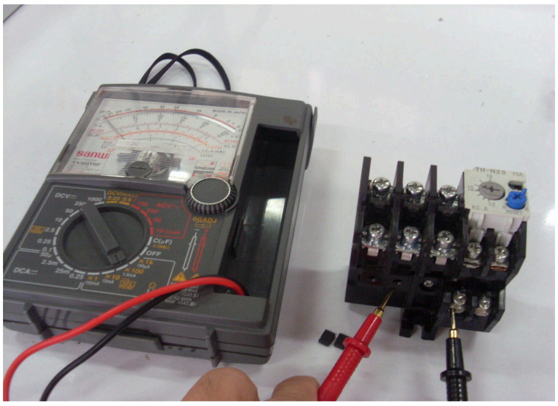


(ก) ทดสอบแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ด้วยแหล่งจ่ายไฟ 220 VAC

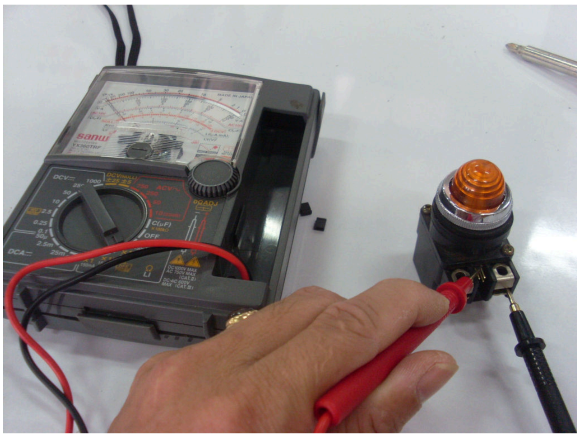
ภาพที่ 3-16 การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



(ข) ตรวจสอบจุดต่อสายแมกนีติกคอนแทกเตอร์ ด้วยมัลติมิเตอร์



(ค) ตรวจสอบโอเวอร์โหลดด้วยมัลติมิเตอร์

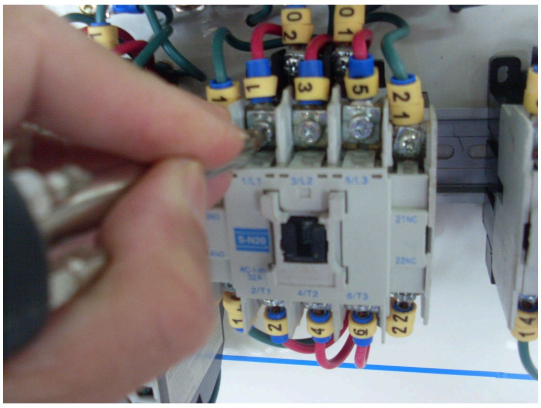


(ง) ตรวจสอบหลอดไฟสัญญาณด้วยมัลติมิเตอร์

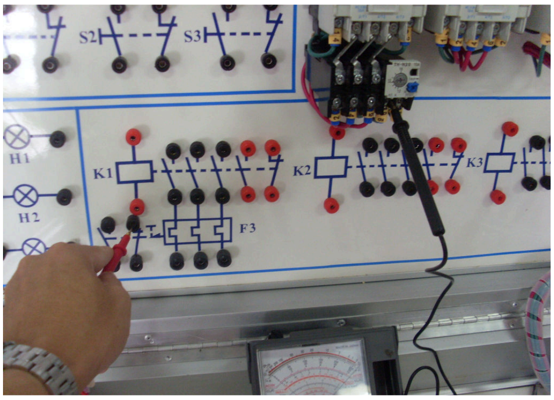
ภาพที่ 3-16 (ต่อ) การตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

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

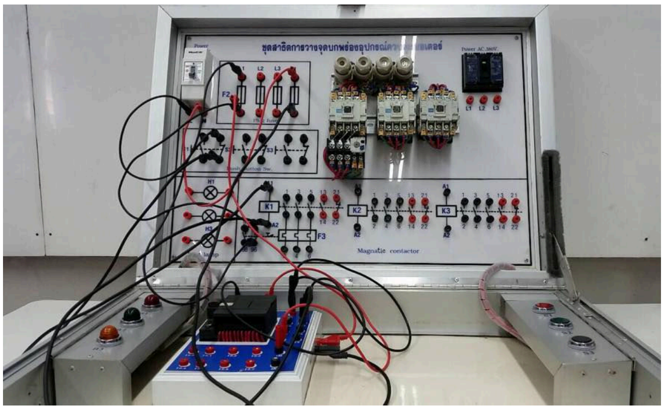


ภาพที่ 3-17 การติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ



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

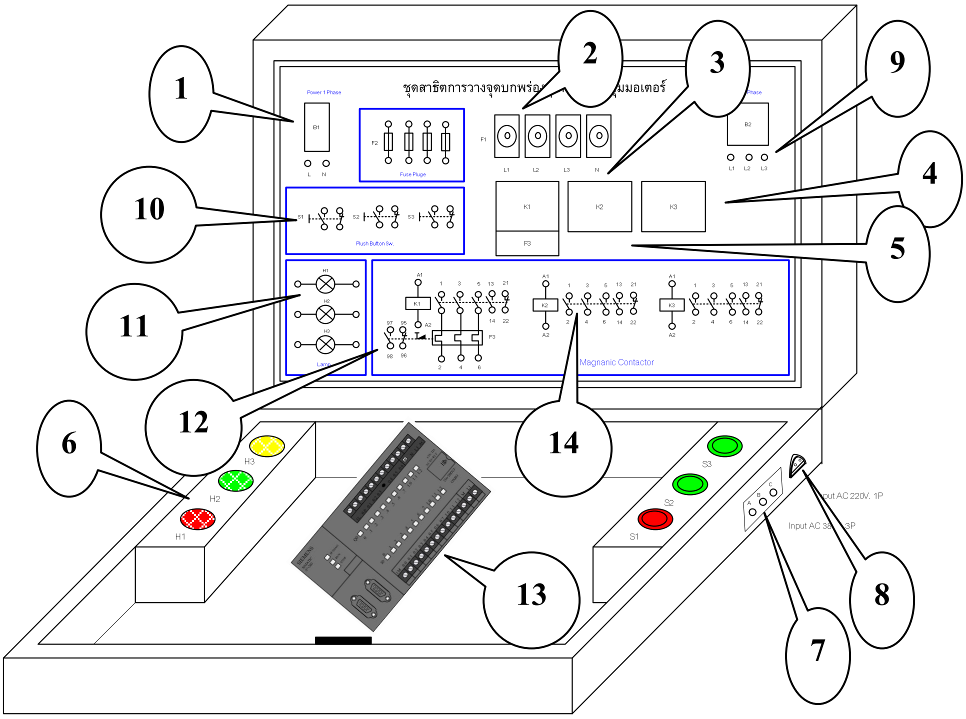
เขียนคู่มือการใช้งาน ส่วนประกอบที่สำคัญในตัวอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในชุดสาธิต ลำดับขั้นตอนการใช้งาน กำกับหมายเลขต่าง ๆ แสดงความหมาย ดังในภาพที่ 3-20 ทำไว้เพื่อให้ผู้ใช้งานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ สามารถใช้งานได้ด้วยตนเองอย่างถูกวิธีและมีความปลอดภัยในการทำงานด้วย ซึ่งประกอบด้วย

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 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 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

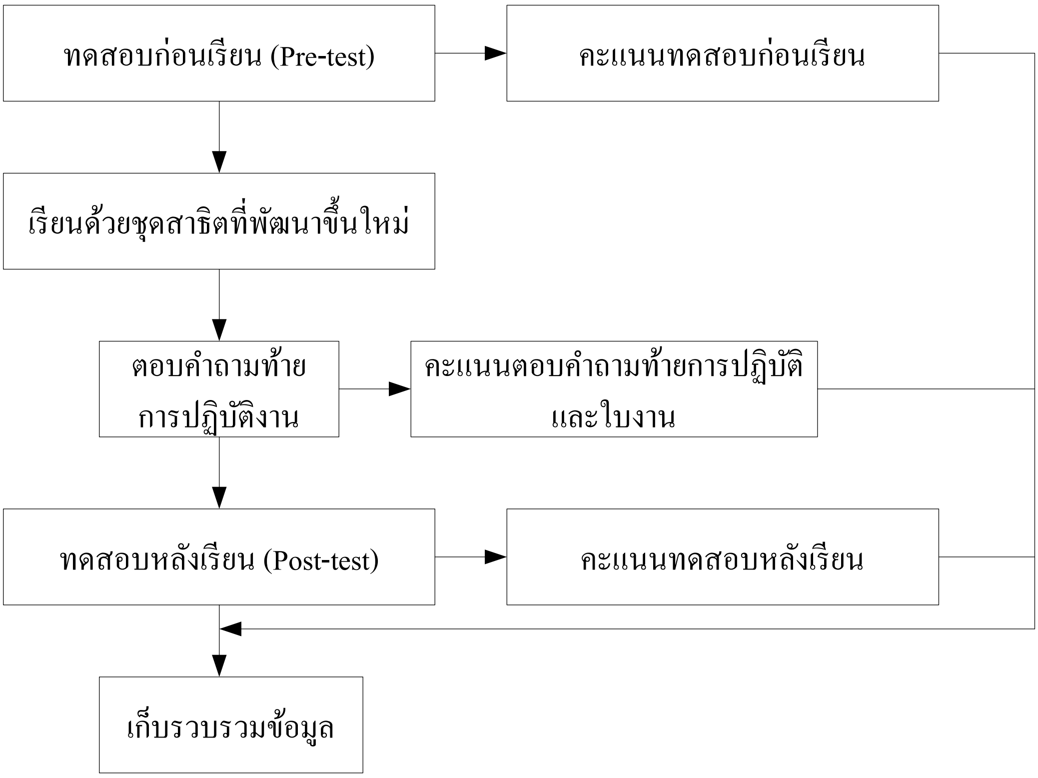
การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดลองแบบกลุ่มเดียว ลักษณะการทดลองแบบนี้ คือ มีกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวแล้วทำการทดลองเมื่อทำการทดลองแล้วจึงทำการทดสอบ เพื่อดูผลการทดลอง ดังในภาพที่ 3-21 โดยรายละเอียดการดำเนินการทดลองมีดังนี้

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

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

เมื่อ S.D. คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X^2$ คือผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ 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 ฏ หน้า 167)