

ST-005

การออกแบบและสร้างชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

The Design and Construction of an Electrical Signal Training Kit for an Electric Vehicle Controlled by a Programmable Logic Controller

วิชาญ ศรีสุวรรณ¹ ธนกร ศิริมงคลกานต์² ชัยพร อัดโดด^{3,*} และ เอกวุฒิ เสริมสุขสกุลชัย⁴

Wichan Srisuwan¹ Thanakorn Siramongkolkan² Chaiporn Addoddorn^{3,*} and Ekawut Sermsuksakulchai⁴

^{1,2,3}สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

⁴บริษัท เยนเนอรอลอินสตรูเมนต์ จำกัด

^{1,2,3}Program in Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Northeastern University

⁴General Instrument Co.,Ltd.

*Corresponding author's e-mail: chaiporn.add@neu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อช่วยในการตรวจสอบและควบคุมฟังก์ชันการทำงานของระบบสัญญาณไฟฟ้า และช่วยให้ส่วนประกอบต่างๆ ของยานยนต์ไฟฟ้าสามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ รุ่น Mitsubishi FX3U เป็นตัวประมวลผลหลัก ซึ่งระบบสัญญาณไฟฟ้านี้ประกอบด้วยวงจรไฟเลี้ยงจ่าย วงจรไฟเลี้ยงขวา วงจรไฟฉุกเฉิน วงจรไฟเบรก วงจรไฟถอยหลัง วงจรไฟสูง วงจรไฟต่ำ และวงจรไฟหรี่ ชุดฝึกดังกล่าวนี้ใช้สำหรับการเรียนการสอน เพื่อเรียนรู้ระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า จากการทดสอบ จะพบว่า ชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นี้ สามารถทำงานได้ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ และสามารถใช้ในการเรียนการสอนวิชายานยนต์ไฟฟ้าได้จริง ช่วยให้นักเรียนและผู้สนใจในเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า โดยชุดฝึกนี้สามารถจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในยานยนต์ไฟฟ้าได้ เช่น การเกิดข้อผิดพลาดในระบบ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ: ชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้า ยานยนต์ไฟฟ้า โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

ABSTRACT

This article presents the design and construction of an electrical signal training kit for electric vehicles controlled by a programmable logic controller to help monitor and control

electrical signal system operation functions and enable the components of electric vehicles to communicate effectively. The programmable logic controller model Mitsubishi FX3U is used as the main processor. This electrical signal system consists of a left turn signal circuit, a right turn signal circuit, a hazard light circuit, a brake light circuit, a reverse light circuit, a high beam circuit, a low beam circuit, and a parking light circuit. This training kit is used to teach and learn about the electrical signal system for electric vehicles. The test found that this electrical signal training kit for vehicles controlled by a programmable logic controller can work as programmed and be used to teach the subject of electric vehicles. It helps students and those interested in electric vehicle technology learn about the electrical system and various electric vehicle devices. This training kit can simulate multiple situations in electric vehicles, such as system errors, so students can better understand how to solve problems.

Keywords: Electrical signal training kit, Electric Vehicle, Programmable Logic Controller.

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมมีการพัฒนาระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตที่ทดแทนการสร้างฟังก์ชันควบคุมด้วยอุปกรณ์รีเลย์ที่มีชื่อว่า โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Ephrem Ryan Alphonsusa, 2016 และ Jian-Yu Chena, 2017) เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างฟังก์ชันการทำงานเพื่อควบคุมการทำงานของระบบ จะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น ทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงและแก้ไข ขนาดกระทัดรัด และทนทานต่อสัญญาณไฟฟ้าได้ดี ทำงานได้รวดเร็วและแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีการนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาใช้ (วิชาญ ศรีสุวรรณ, 2565) ซึ่งสามารถลดแรงงานของคนงาน ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้ เนื่องจากปัจจุบันการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตที่เป็นลำดับขั้นตอนมีการทำงานวนซ้ำไปมาอย่างแม่นยำ ซึ่งมีความต้องการเป็นอย่างมากทั้งในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่จะประหยัดแรงงานเพราะการใช้แรงงานของคนจะเกิดความเมื่อยล้า จึงส่งผลต่อความแม่นยำในแต่ละรอบที่ไม่เท่ากัน ความแม่นยำจึงลดลงเมื่อความเมื่อยล้าเพิ่มขึ้น โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์จะเป็นคำตอบที่เหมาะสมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการการทำงานของเครื่องจักรหรือสายการผลิตที่ทำงานเป็นลำดับขั้นตอนที่มีความแม่นยำทุกรอบการผลิตที่เท่ากัน เนื่องจากไม่มี

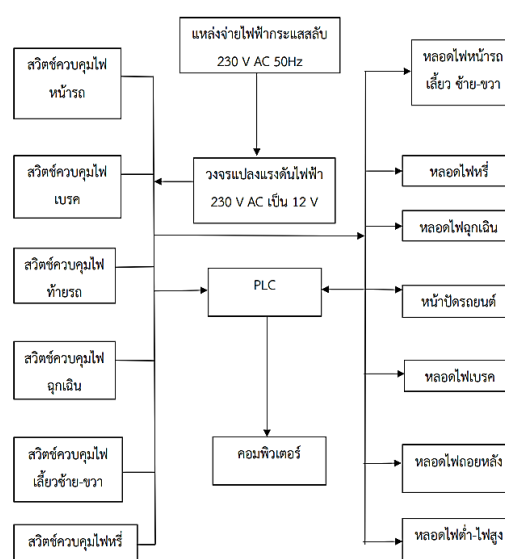
ความเมื่อยล้าในการทำงานเหมือนแรงงานคน งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์สร้างชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งการสร้างชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งในด้านการศึกษาและการฝึกอบรมเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของยานยนต์ไฟฟ้าที่เติบโตอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน (Fuad Un-Noor, 2017 และ Bhanu Babaiahgari, 2018) ชุดฝึกนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า เช่น วงจรไฟเลี้ยงซ้าย วงจรไฟเลี้ยงขวา วงจรไฟฉุกเฉิน วงจรไฟเบรก วงจรไฟถอยหลัง วงจรไฟสูง วงจรไฟต่ำ และวงจรไฟหรี ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของระบบไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้าจริงได้ง่ายขึ้น และการควบคุมระบบการทำงานต่างๆ โดยชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะด้านการทำงานกับระบบไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า และการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งทักษะเหล่านี้มีความสำคัญในการทำงานในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันและอนาคตต่อไปอีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ออกแบบและสร้างชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เพื่อช่วยในการตรวจสอบและควบคุมฟังก์ชันการทำงานของระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า
2. เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับระบบสัญญาณไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า เช่น วงจรไฟเลี้ยงซ้าย วงจรไฟเลี้ยงขวา วงจรไฟฉุกเฉิน วงจรไฟเบรก วงจรไฟถอยหลัง วงจรไฟสูง วงจรไฟต่ำ และวงจรไฟหรี

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนภาพการทำงาน



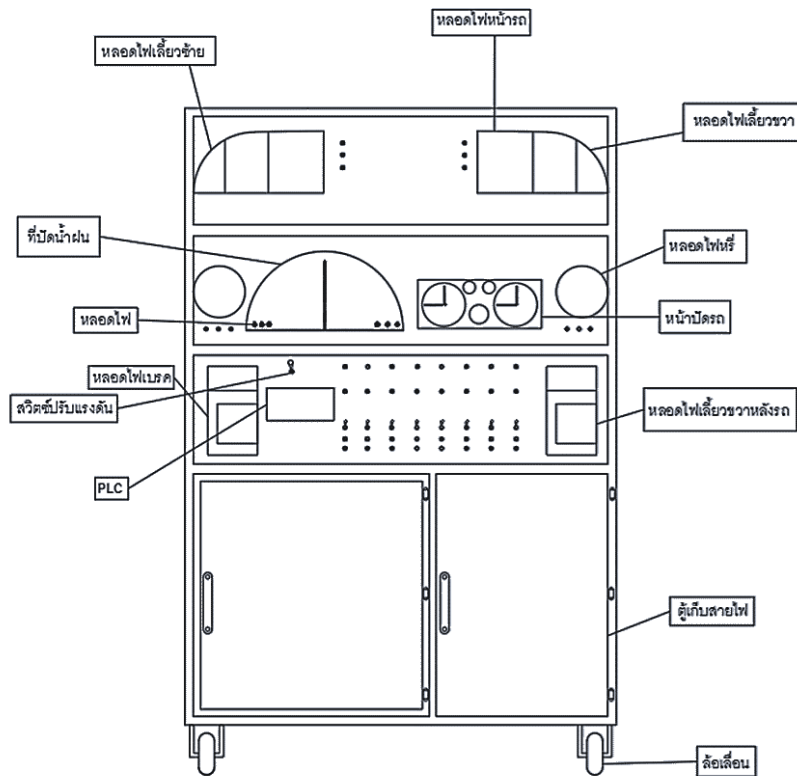
ภาพที่ 1 แผนภาพการทำงานชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

จากแผนภาพการทำงานในภาพที่ 1 จะมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 230VAC 50 Hz วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า 230 V AC เป็น 12 V สวิตช์ควบคุมไฟหน้ารถ สวิตช์ควบคุมไฟเบรก สวิตช์ควบคุมไฟท้าย สวิตช์ควบคุมไฟฉุกเฉิน สวิตช์ควบคุมไฟเลี้ยวซ้าย-ขวา และสวิตช์ไฟหรี่ หลอดไฟหน้ารถ เลี้ยวซ้าย-ขวา หลอดไฟหรี่ หลอดไฟฉุกเฉิน หน้าปัดรถยนต์ หลอดไฟถอยหลัง หลอดไฟต่ำ-สูง โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC) รุ่น Mitsubishi FX3U (Mitsubishi Electric, 2020) และแสดงผลการทำงานที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

2. การออกแบบโครงสร้างชุดฝึกอบรมสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

จากภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างชุดฝึกอบรมสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่มีขนาดความสูง 2 เมตร ความกว้าง 1.5 เมตร ความยาว 1 เมตร โดยใช้ PLC มาใช้ในตรวจสอบการต่อสายไฟเลี้ยวซ้าย-ขวา ไฟต่ำ ไฟสูง ไฟหรี่ ไฟฉุกเฉิน และไฟท้ายด้วย ซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

- 1) หลอดไฟหน้ารถ
- 2) หลอดไฟหรี่
- 3) หลอดไฟเบรก
- 4) หน้าปัดรถ
- 5) ที่ปัดน้ำฝน
- 6) สวิตช์ปรับแรงดัน
- 7) โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (PLC)
- 8) ตู้เก็บสายไฟ
- 9) ล้อเลื่อน

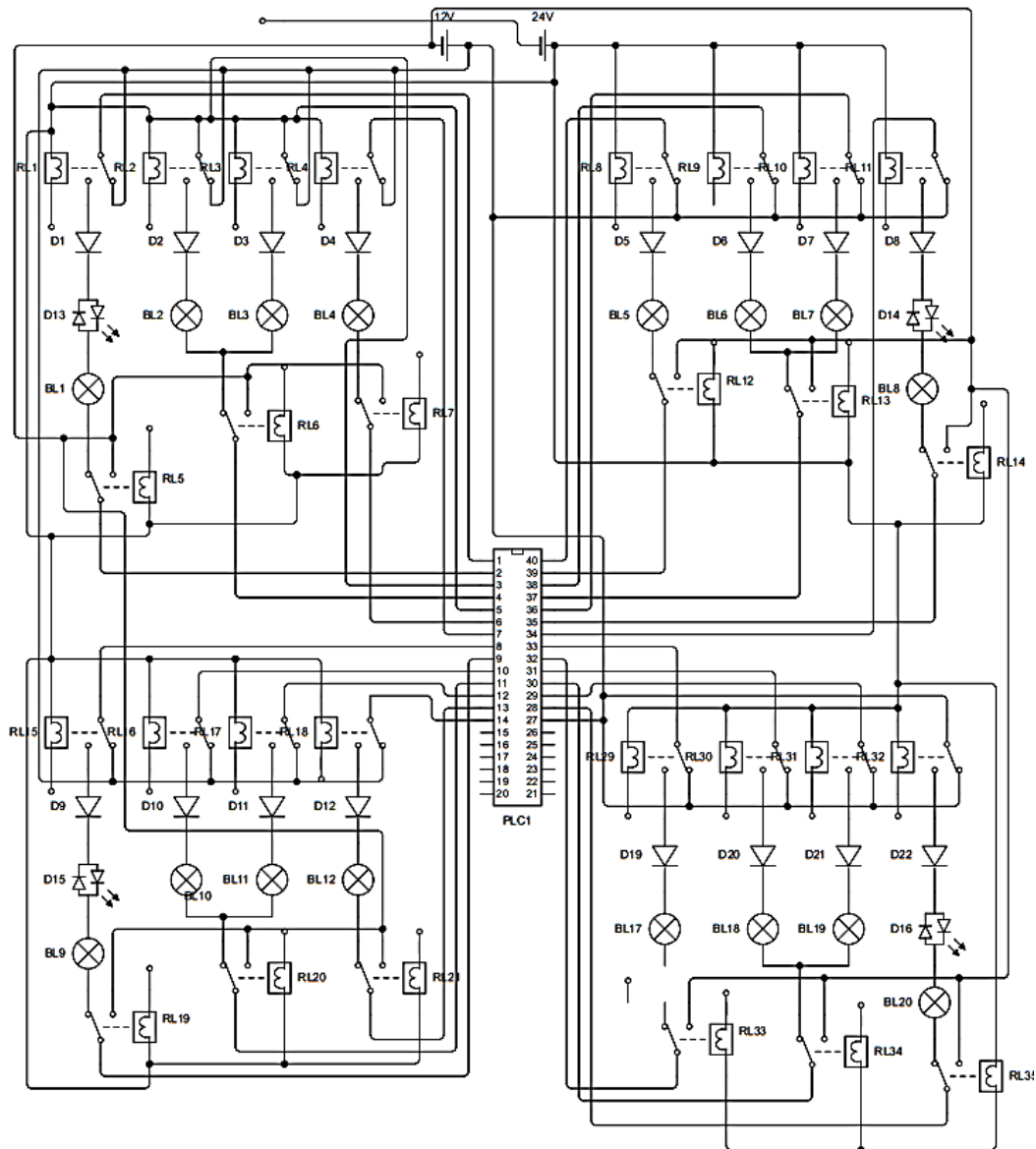


ภาพที่ 2 โครงสร้างชุดฝึกอบรมสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

3. วงจรควบคุมการทำงาน

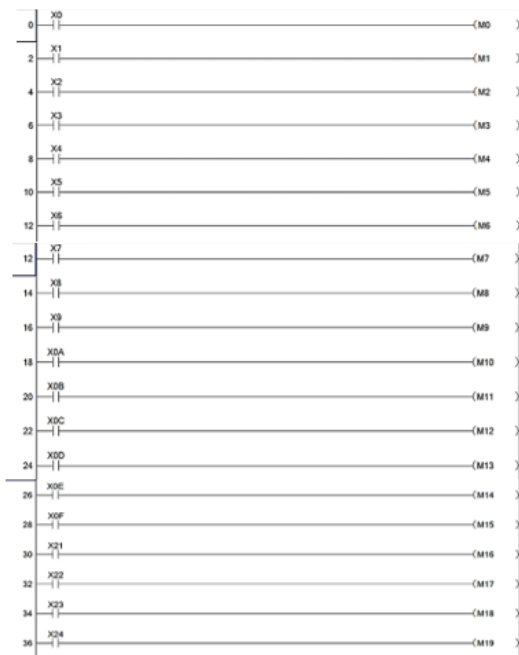
จากวงจรควบคุมการทำงานในภาพที่ 3 จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ ไฟหน้าของรถยนต์ ได้แก่ ไฟสูง-ต่ำ ไฟหรี่ ไฟเลี้ยวซ้ายไฟเลี้ยวขวา ไฟท้ายของรถยนต์ ได้แก่ ไฟเลี้ยวซ้าย ไฟท้ายเลี้ยวขวา ไฟเบรก ไฟถอย สวิตช์ที่ปิดน้ำฝนและหน้าปัดรถยนต์ มอเตอร์ปิดน้ำฝนสวิตช์ LOW สวิตช์ HIGH และ COM โดยใช้รีเลย์เป็นตัวตรวจจับสัญญาณเพื่อส่งสัญญาณไปให้ PLC เพื่อตรวจสอบว่าเชื่อมต่อวงจรได้ถูกต้อง จากนั้นจะไปแสดงผลที่จอคอมพิวเตอร์

24 V- เข้า PLC ขา 19,20,22,21

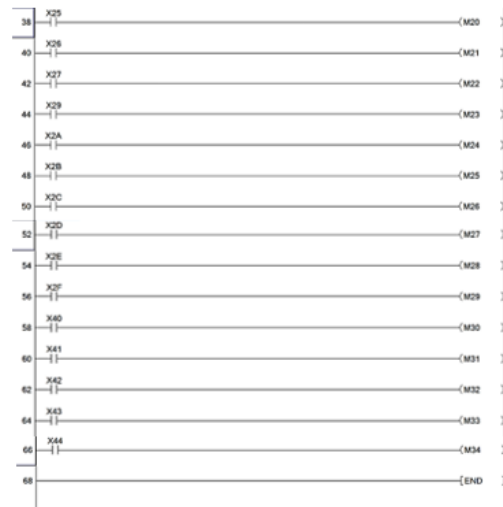


ภาพที่ 3 วงจรควบคุมการทำงานชุดฝึกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

4. โปรแกรมควบคุมการทำงาน



(ก)

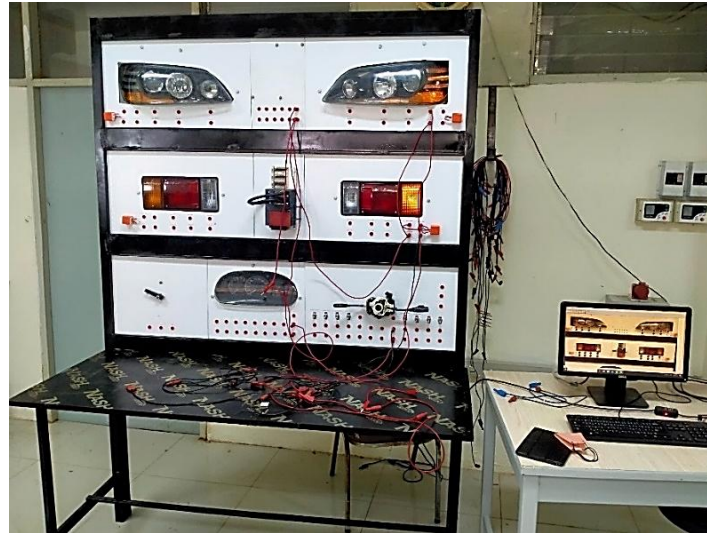


(ข)

ภาพที่ 4 โปรแกรมแลตเตอร์ควบคุมการทำงานชุดฝึกอบรมสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

ผลการวิจัย

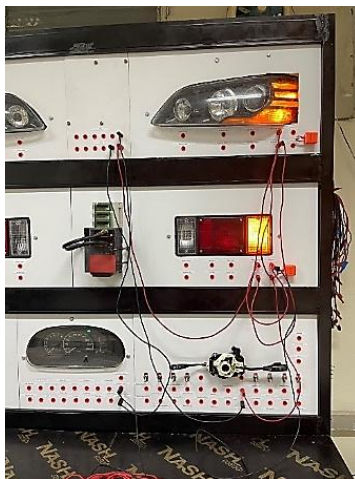
การทดสอบชุดฝึกอบรมสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้านี้ จะแบ่งการทดสอบการทำงานของระบบออกเป็น 8 ส่วนด้วยกัน อันได้แก่ การทดสอบวงจรไฟเลี้ยงซ้าย การทดสอบวงจรไฟเลี้ยงขวา การทดสอบต่อวงจรไฟฉุกเฉิน การทดสอบวงจรไฟเบรก การทดสอบวงจรไฟถอยหลัง การทดสอบวงจรไฟสูง การทดสอบวงจรไฟต่ำ และการทดสอบวงจรไฟหรี โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย เพื่อให้ได้ผลการทำงานตามที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การทดสอบการทำงานของชุดไฟระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ถ่ายจากภาพจริง

1. การทดสอบวงจรไฟเลี้ยวซ้าย

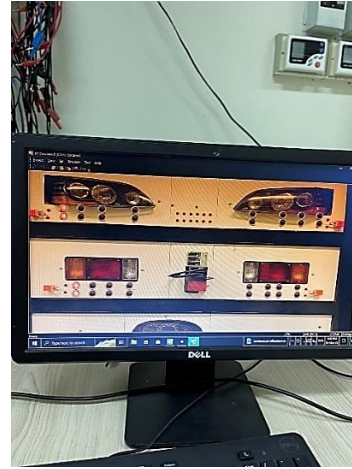
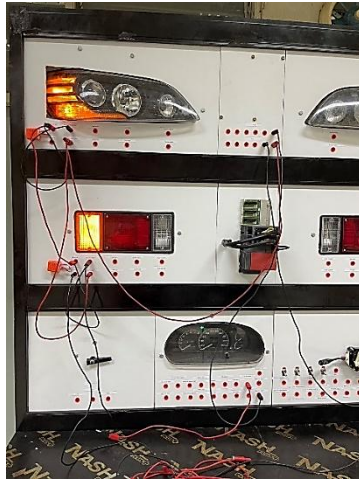
เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟเลี้ยวซ้ายด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การต่อสายและการทำงานของไฟเลี้ยวซ้ายที่ถ่ายจากภาพจริง

2. การทดสอบวงจรไฟเลี้ยวขวา

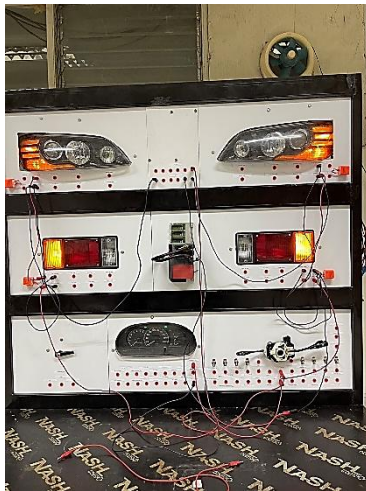
เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟเลี้ยวขวาด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การต่อสายและการทำงานไฟเลี้ยวขวาที่ถ่ายจากภาพจริง

3. การทดสอบต่อวงจรไฟฉุกเฉิน

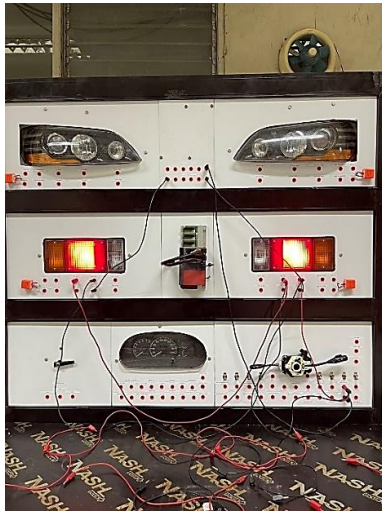
เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟฉุกเฉินด้านหน้าและด้านหลัง โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การต่อสายและการทำงานไฟฉุกเฉินที่ถ่ายจากภาพจริง

4. การทดสอบวงจรไฟเบรก

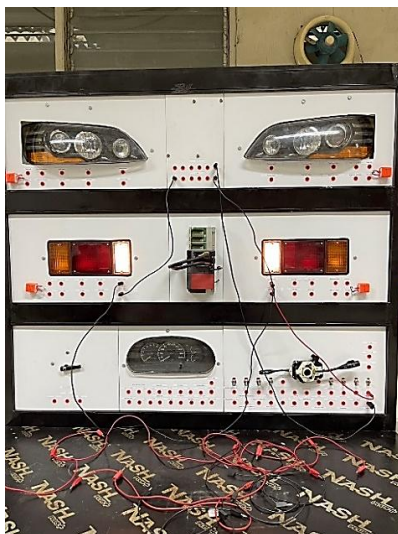
เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟเบรกด้านหลัง โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การต่อสายและการทำงานไฟเบรกที่ถ่ายจากภาพจริง

5. การทดสอบวงจรไฟถอยหลัง

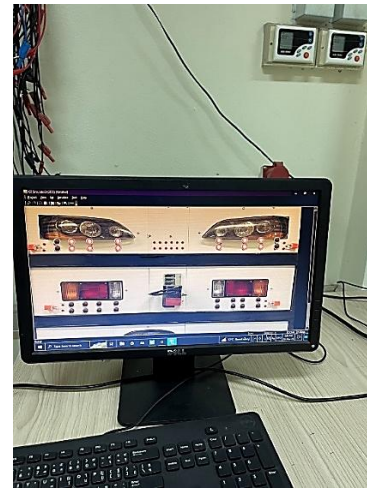
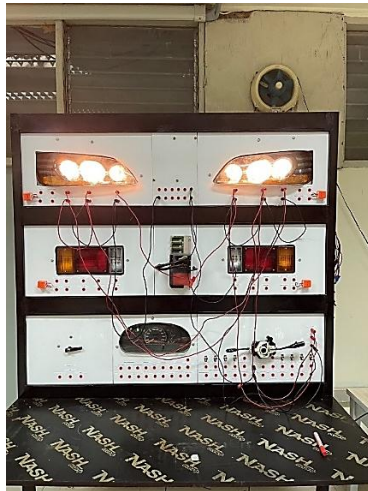
เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟถอยหลังด้านหลัง โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การต่อสายและการทำงานไฟถอยหลังที่ถ่ายจากภาพจริง

6. การทดสอบวงจรไฟสูง

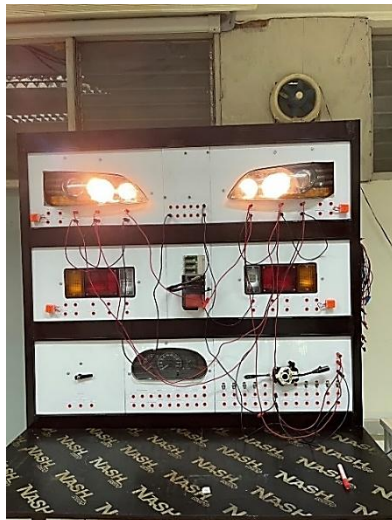
เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟสูงด้านหน้า โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การต่อสายและการทำงานไฟสูงที่ถ่ายจากภาพจริง

7. การทดสอบวงจรไฟต่ำ

เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟต่ำด้านหน้า โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การต่อสายและการทำงานไฟต่ำที่ถ่ายจากภาพจริง

8. การทดสอบวงจรไฟหรี

เพื่อทำการทดสอบสัญญาณไฟหรีด้านหน้า โดยใช้ PLC ช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องผ่านจอแสดงผลด้วย ดังแสดงในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การต่อสายและการทำงานไฟฟ้ที่ถ่ายจากภาพจริง

จากการทดสอบวงจรดังในภาพที่ 6-13 จะพบว่า เมื่อทำการต่อวงจรให้ถูกต้อง สามารถควบคุมสัญญาณวงจรไฟเลี้ยวซ้าย วงจรไฟเลี้ยวขวา วงจรไฟฉุกเฉิน วงจรไฟเบรก วงจรไฟถอยหลัง วงจรไฟสูง วงจรไฟต่ำ และวงจรไฟหรี่ ได้ตามที่เขียนโปรแกรมไว้

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้านี้ จะพบว่า ชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์นี้ สามารถทำงานได้ตามที่เขียนโปรแกรมไว้ และสามารถใช้ในการเรียนการสอนวิชยานยนต์ไฟฟ้าได้จริง ทำให้สะดวกต่อการเปลี่ยนแปลงและแก้ไข ขนาดกระทัดรัด และทนทานต่อสัญญาณไฟฟ้าได้ดี ชุดฝึกนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจการทำงานของระบบไฟฟ้าในยานยนต์ไฟฟ้า ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การตรวจสอบการเชื่อมต่อของวงจรไฟฟ้า การหาจุดผิดปกติในระบบ และการซ่อมแซม ช่วยให้นักเรียนและผู้สนใจในเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าได้เรียนรู้เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า โดยชุดฝึกนี้สามารถจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในยานยนต์ไฟฟ้าได้ เช่น การเกิดข้อผิดพลาดในระบบ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย ในอนาคตการพัฒนาชุดฝึกกระบบสัญญาณไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า (EV) จำเป็นต้องคำนึงถึงหลายปัจจัยเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้และฝึกทักษะในด้านต่างๆ ของเทคโนโลยีไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างครบถ้วนและมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเทคโนโลยีด้านยานยนต์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ามีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ชุดฝึกควรสามารถอัปเดตได้ง่ายเพื่อรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น ระบบแบตเตอรี่ใหม่ๆ การชาร์จเร็ว หรือการควบคุมที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ระบบควรมีแผงควบคุมที่เข้าใจง่าย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจข้อมูล และควบคุมการทำงานของระบบได้
2. การเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ควรใช้อุปกรณ์ที่มีความปลอดภัยสูง และสามารถใช้งานในสภาพแวดล้อมการฝึกได้

เอกสารอ้างอิง

- วิชาญ ศรีสุวรรณ และชัยพร อัตโตบุตร. (2565). การออกแบบและสร้างระบบควบคุมตำแหน่งชิ้นงานเคลื่อนที่ได้ 3 แกนแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, 23(1),31-47.
- Babaiahgari, B. (2018). Design and implementation of electric drives laboratory using commercial microcontroller development kits. In Proceedings of the 125th ASEE Annual Conference & Exposition. American Society for Engineering Education.
- Ephrem Ryan Alphonsusa, Mohammad Omar Abdullah. (2016). A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs). Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60(pp), 1185–1205.
- Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M. N., & Hossain, E. (2017). A comprehensive study of key electric vehicle (EV) components, technologies, challenges, impacts, and future direction of development. Energies, 10(8), 1217. <https://doi.org/10.3390/en10081217>
- Jian-Yu Chena, Kuo-Cheng Taib, and Guo-Chin Chen. (2017). Application of Programmable Logic Controller to Build-up an Intelligent Industry 4.0 Platform. The 50th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP, 63(pp).150 – 155.
- Mitsubishi Electric. (2020). Programming Manual, Basic & Applied Instruction Edition. FX3S/FX3G/FX3GC/FX3U/FX3UC Series Programming Manual - Basic & Applied Instruction Edition. mitsubishielectric.com/fa/document/manual/plc/sh0802/sh0802e.pdf