รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบวิธีการบายพาสและติดตั้งชุดบายพาสสวิตซ์สำหรับระบบเบรกสมรรถนะสูงของรถหัวจักรชักลาก

Design of bypass solution and installation of bypass switch set for high performance braking system of shunting locomotive

นางสาวกชกร นิติธรรมรัตน์

นายกิตติพัฒน์ ชินประภาพ

นายฟาริศ ซีเดะ

สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งทางราง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบวิธีการบายพาสและติดตั้งชุดบายพาสสวิตซ์สำหรับระบบเบรกสมรรถนะสูงของรถหัวจักรชักลาก

ชื่อ - สกุล นักศึกษา นางสาวกชกร นิติธรรมรัตน์
นายกิตติพัฒน์ ชินประภาพ
นายฟาริศ ซีเดะ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อ - สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.ณัฐวุฒิ เรืองตระกูล

ชื่อ - สกุล ผู้นิเทศงาน นายชูเกียรติ โพธิ์กระจ่าง

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ซีเมนส์ โมบิลิตี้ จำกัด

บทคัดย่อ

ระบบเบรกสมรรถนะสูง ซึ่งระบบเบรกชนิดนี้อาศัยระบบไฮดรอลิกในการจับและปลดเบรก โดยเมื่อมีความดันไฮดรอลิกมากกว่า 100 บาร์เบรกจะต้องปลด ซึ่งปัญหาที่พบหลังจากการใช้งานคือเบรกไม่ปลดเนื่องจากชุด PLC ของตัวรถไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก ซึ่งสัญญาณปลดเบรกจะส่งโดยใช้ลิมิตสวิตซ์และ PLC ต้องได้รับสัญญาณปลดเบรกครบสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนทั้ง 4 มอเตอร์ โดยปัญหาเกิดจากตัวลิมิตสวิตซ์ไม่ส่งสัญญาณ เนื่องจากการล้าของแท่งเหล็กที่ใช้ส่งสัญญาณหรือจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบวิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ วิธีการบายพาสโดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC และศึกษาระหว่างวิธีการบายพาส ทั้ง 2 วิธีว่าวิธีไหนเหมาะสมที่จะใช้กับสถานการณ์ฉุกเฉินในปัจจุบันที่สุด ทำการติดตั้งและทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับระบบเบรกสมรรถนะสูงของรถหัวจักรชักลาก จากผลการวิจัยการติดตั้งชุดบายพาสเข้ากับรถหัวจักรชักลากจากการทดสอบพบว่ารถหัวจักรชักลากจะสามารถขับเคลื่อนได้เมื่อทำการบายพาสครบทั้ง 4 มอเตอร์หากทำการบายพาสไม่ครบระบบ PLC ของรถจะไม่อนุญาตให้ทำการขับเคลื่อนและชุดบายพาสที่นำไปติดตั้งจะไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ของรถหัวจักรชักลาก ส่วนการทดสอบโปรแกรมแบบจำลองรถหัวจักรชักลากพบว่าโปรแกรมมีความใกล้เคียงกับตัวรถจริง แต่ยังมีบางส่วนที่ไม่สามารถทำให้เหมือนกับตัวรถจริงได้เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ยังไม่ได้ต่อเข้ากับอุปกรณ์จริง จึงสามารถจำลองมาได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ในโหมดการบายพาสพบว่าสามารถทำการบายพาสได้และมีเงื่อนไขในการบายพาสคือความดันไฮดรอลิกต้องมากกว่า 100 บาร์ขึ้นไปเท่านั้น โดยรถจะสามารถขับเคลื่อนได้เมื่อหน้าจอแสดงสถานะเบรกทุกลูกเป็น Opened

คำสำคัญ : รถหัวจักรชักลาก, ระบบเบรกสมรรถนะสูง, บายพาสสวิตซ์, PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operation Title Design of bypass solution and installation of bypass switch set for high performance braking system of shunting locomotive

Student Intern Name Miss Kotchakorn Nitithammarat
Mr. Kittipad Chinphapab
Mr. Faris Sedeh

Faculty Engineering **Department** Mechanical Engineering

Advisor name Dr. Natthawut Ruangtrakoon

Mentor name Mr. Chookiet Pokrajang

Company Siemens mobility Co., Ltd.

Abstract

High performance brake is the important braking system of a shunting locomotive. Which relies on the hydraulic system for propelling. The Brake must be released If hydraulic pressure exceeds 100 bar. The problem of this research is PLC doesn't receive 4 brake release signals, the signals are transmitted by limit switch. They are not sent because of the fatigue of steel plates in limit switch and other environmental factors. The objective of this research is to design a bypass solution, to install a bypass switch set for high performance brake of shunting locomotive and to study which solution suitable in emergency cases in the present. The result from installation and testing bypass switch set with shunting locomotive is shunting locomotive can move when all brake signals had been bypassed. Unless all brake signals bypassed are not complete and the program simulation is similar to the real system of shunting locomotive and PLC program will allow for bypass when hydraulics pressure exceeds 100 bar. However, some program function is different from the real PLC program of shunting locomotive because the PLC program that uses for research has limitation.

Keywords : Shunting locomotive, high performance brake, bypass switch, PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากบุคคลหลายฝ่ายที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ คำชี้แนะ และคอยให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ขอขอบคุณ ดร.ณัฐวุฒิ เรืองตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา และคำแนะนำเป็นอย่างดี จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณชูเกียรติ โพธิ์กระจ่าง และบริษัท ซีเมนส์ จำกัด ที่ให้ความกรุณาสนับสนุน คำแนะนำ คำชี้แนะ ให้ความรู้และประสบการณ์ในการทำงาน และการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ติดต่อและประสานกับบริษัทตลอดการทำงานสหกิจ

กชกร นิติธรรมรัตน์

กิตติพัฒน์ ชินประภาพ

ฟาริศ ซีเดะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

Abstract II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VIII

สารบัญตาราง XV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ 4

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 รถหัวจักรลากจูง 5

2.1.1 เครื่องยนต์ดีเซล 6

2.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) 6

2.2 ระบบเบรกของรถหัวชักลาก 7

2.3 มอเตอร์ขับเคลื่อน (Traction Motor) [14] 8

2.4 ระบบเบรกสมรรถนะสูง [14] 12

2.4.1 หลักการทำงาน [2] 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.2 ส่วนประกอบของระบบเบรกสมรรถนะสูง 14
2.4.3 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) [4] 19
2.4.4 การปลดเบรกโดยอาศัยแรงดันไฮดรอลิก (Release pressure) [12] 21
2.5 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) [6] 23
2.5.1 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกในรถหัวจักรชักลาก 23
2.6 สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) [11] 27
2.7 ขั้นตอนการ Bypass High Performance Brake แบบเดิม 28
2.8 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น 32
2.8.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า 32
2.8.1.4 สวิตช์ (Switch) 34
2.8.2 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) 35
2.8.3 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit) 35
2.9 การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control) [3] 36
2.9.1 โครงสร้างการควบคุมซีเควนซ์ 36
2.9.2 หน้าสัมผัสประเภทต่าง ๆ 36
2.10 PLC (Programmable logic Control) [7] 37
2.10.1 ส่วนประกอบของ PLC 38
2.10.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC 39
2.10.3 อุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม [8] 39
2.10.4 Human Machine Interface (HMI) [5] 41
2.10.5 คำสั่งพื้นฐาน (Mitsubishi) [5] 43

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 48

3.1 หลักการและการออกแบบวิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์ 48
3.1.1 การออกแบบกล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตช์ (Control box for bypass switch set design) 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของชุดบายพาสสวิตช์ (Electrical circuit for bypass switch set design).....51

3.2 หลักการและการออกแบบโปรแกรมจำลองและการเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสในชุด PLC ของการทำงานของระบบเบรกสมรรถนะสูง (Simulation and adding control bypass program of PLC design).....55

3.2.1 ศึกษาการทำงานของ PLC.....57

3.2.2 เก็บข้อมูลจากตัวรถ.....57

3.2.3 การสร้างแบบจำลอง HMI.....58

3.2.4 การออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรม.....59

3.3 การประกอบชุดบายพาสสวิตช์ (Bypass switch set assembly).....65

3.4 การติดตั้งและทดสอบชุดบายพาสสวิตช์ (Bypass switch set installation and testing).....75

3.4.1 การทดสอบชุดบายพาสสวิตช์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Bypass switch testing with power supply).....75

3.4.2 การทดสอบชุดบายพาสสวิตช์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก (Bypass switch set testing with PLC set of shunting locomotive).....77

บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัยและอภิปรายผล.....85

4.1 การทดสอบชุดบายพาสสวิตช์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก.....85

4.1.1 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 1 ลูก.....87

4.1.2 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 2 ลูก.....89

4.1.3 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 3 ลูก.....90

4.1.4 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 4 ลูก.....92

4.2 การทดสอบการทำงานของแบบจำลองรถหัวจักรชักลากโดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาส 96

4.2.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมจำลองโดยทั่วไป.....96

4.2.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมในกรณีต่าง ๆ..... 106

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผลงานวิจัย 110

5.2 ข้อเสนอแนะ 110

บรรณานุกรม 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 2.1 รถหัวจักรชักลาก 5
รูปภาพที่ 2.2 เครื่องยนต์ดีเซลของรถหัวจักรชักลาก 6
รูปภาพที่ 2.3 หน้าจอสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนของรถหัวจักรชักลาก (OP27) 8
รูปภาพที่ 2.4 มอเตอร์ขับเคลื่อนของรถหัวจักรชักลาก 10
รูปภาพที่ 2.5 มอเตอร์ขับเคลื่อนเมื่อประกอบเข้ากับเพลาล้อและกระปุกเกียร์ 10
รูปภาพที่ 2.6 Drawing ของมอเตอร์ขับเคลื่อนรวมถึงชุดเบรกสมรรถนะสูง 11
รูปภาพที่ 2.7 Drawing ของชุดเบรกสมรรถนะสูง 12
รูปภาพที่ 2.8 ชุดเบรกสมรรถนะสูง (อาศัยไฟฟ้าในการปลดเบรก) ก่อนปรับปรุงใช้กับรถหัวจักรชักลาก ขณะขับเคลื่อน (ซ้าย) ขณะเบรก (ขวา) 13
รูปภาพที่ 2.9 ชุดเบรกสมรรถนะสูง (อาศัยระบบไฮดรอลิกในการปลดเบรก) ปัจจุบันที่ใช้อยู่ในรถหัวจักรชักลาก ขณะขับเคลื่อน (ซ้าย) ขณะเบรก (ขวา) 14
รูปภาพที่ 2.10 ผ้าเบรก 14
รูปภาพที่ 2.11 ดิสก์เบรก 15
รูปภาพที่ 2.12 แกนหมุนมอเตอร์ 15
รูปภาพที่ 2.13 โครงของชุดเบรกสมรรถนะสูง 16
รูปภาพที่ 2.14 กระบอกสูบไฮดรอลิกทางเดียว 17
รูปภาพที่ 2.15 กระบอกสูบไฮดรอลิกของระบบเบรกสมรรถนะสูง 17
รูปภาพที่ 2.16 แผ่นรองรับกระบอกสูบไฮดรอลิก 18
รูปภาพที่ 2.17 ชุด High performance brake ที่ประกอบแล้ว 18
รูปภาพที่ 2.18 ภาพสามมิติแสดงชุด High performance brake แบบแยกส่วนประกอบ 18
รูปภาพที่ 2.19 บริเวณที่ติดตั้งลิมิตสวิตช์สิ่งถูกปกคลุมอยู่ด้วยฝาครอบ 19
รูปภาพที่ 2.20 ลิมิตสวิตช์ 20
รูปภาพที่ 2.21 ภาพแสดงสถานะของลิมิตสวิตช์ 20
รูปภาพที่ 2.22 ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติ 23
รูปภาพที่ 2.23 ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของปั๊ม 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 2.24 ปั๊มไฮดรอลิกแบบมือโยก....24
รูปภาพที่ 2.25 เกจวัดความดัน....26
รูปภาพที่ 2.26 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันแบบดิจิตอล....26
รูปภาพที่ 2.27 สวิตช์ความดัน....27
รูปภาพที่ 2.28 วงจรไฮดรอลิกของระบบเบรกสมรรถนะสูง (Hydraulics circuit of high performance brake)....28
รูปภาพที่ 2.29 ระบบไฮดรอลิกของเบรกสมรรถนะสูง....29
รูปภาพที่ 2.30 จอแสดงสถานะของระบบเบรกสมรรถนะสูง....29
รูปภาพที่ 2.31 แสดงวิธีการบายพาสสัญญาณ....30
รูปภาพที่ 2.32 Flowchart แสดงขั้นตอนการเบรกแบบสถานะปกติ (ซ้าย), Flowchart แสดงขั้นตอนการ บายพาส แบบเดิม (ขวา)....31
รูปภาพที่ 2.33 ตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟฟ้า....32
รูปภาพที่ 2.34 ลวดตัวนำ....32
รูปภาพที่ 2.35 ตัวต้านทาน และสัญลักษณ์ตัวต้านทาน....33
รูปภาพที่ 2.36 ตัวเก็บประจุ และสัญลักษณ์ตัวเก็บประจุ....33
รูปภาพที่ 2.37 ตัวเหนี่ยวนำ และสัญลักษณ์ตัวเหนี่ยวนำ....33
รูปภาพที่ 2.38 สวิตช์ที่ใช้ในวงจร....34
รูปภาพที่ 2.39 ฟิวส์ที่ใช้ในวงจร....34
รูปภาพที่ 2.40 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม....35
รูปภาพที่ 2.41 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าแบบขนาน....35
รูปภาพที่ 2.42 ตัวอย่างหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด....36
รูปภาพที่ 2.43 ตัวอย่างหน้าสัมผัสแบบปกติปิด....37
รูปภาพที่ 2.44 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand held Programmer)....40
รูปภาพที่ 2.45 การต่อ hand held programmer เข้ากับ PLC....40
รูปภาพที่ 2.46 การต่อ Personal Computer เข้ากับ PLC....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 2.47 การเชื่อมต่อ HMI รูปแบบต่าง ๆ....42
รูปภาพที่ 2.48คำสั่ง Load (LD) และ Load Inverse (LDI)....43
รูปภาพที่ 2.49 คำสั่ง Out....44
รูปภาพที่ 2.50 คำสั่ง End....44
รูปภาพที่ 2.51 คำสั่ง And (AND) และ And Inverse (ANI)....44
รูปภาพที่ 2.52 คำสั่ง Or (OR) และ Or Inverse (ORI)....45
รูปภาพที่ 2.53 คำสั่ง And Block (ANB) และ Or Block (ORB)....45
รูปภาพที่ 2.54 คำสั่ง SET และ RST....46
รูปภาพที่ 2.55 รูปแบบคำสั่ง Timers....46
รูปภาพที่ 2.56 รูปแบบคำสั่ง Counters....46
รูปภาพที่ 2.57 คำสั่ง Comparing numeric values....47
รูปภาพที่ 3.1 Flowchart แสดงขั้นตอนการเบรกแบบสถานะปกติ (ซ้าย), Flowchart แสดงขั้นตอนการบายพาส โดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์ (ขวา)....49
รูปภาพที่ 3.2 แผนภาพแสดงการใช้ชุด บายพาสสวิตช์....49
รูปภาพที่ 3.3 การออกแบบและภาพ Isometric มุมด้านข้างและมุมบนของชุดบายพาสสวิตช์....51
รูปภาพที่ 3.4 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของชุด บายพาสสวิตช์....52
รูปภาพที่ 3.5 เต้าเสียบครอบด้วยปลอกหุ้ม (Male insert with sleeve housing)....54
รูปภาพที่ 3.6 เต้ารับครอบด้วยปลอกหุ้ม (Female insert with box mounting base housing)....54
รูปภาพที่ 3.7 แผนภาพการใช้ PLC Bypass mode....55
รูปภาพที่ 3.8 Flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานของการ บายพาส โดยใช้ PLC....56
รูปภาพที่ 3.9 ภายในห้องคนขับ....57
รูปภาพที่ 3.10 จอ HMI แสดงสถานะต่าง ๆ ของตัวรถ....57
รูปภาพที่ 3.11 ตัวอย่างแบบไฟฟ้าของรถหัวจักรชักลากที่เกี่ยวข้องกับ PLC ควบคุมระบบเบรกสมรรถนะสูง....58
รูปภาพที่ 3.12 จอ HMI ออกแบบโดย GT Designer....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 3.13 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Locomotive Activation 60
รูปภาพที่ 3.14 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Locomotive Shutdown.....60
รูปภาพที่ 3.15 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Hydraulic System.....60
รูปภาพที่ 3.16 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Loco Stand Alone Mode.....61
รูปภาพที่ 3.17 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Loco Shunting Mode 62
รูปภาพที่ 3.18 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Bypass Mode 63
รูปภาพที่ 3.19 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Animation.....63
รูปภาพที่ 3.20 กล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตช์.....65
รูปภาพที่ 3.21 กล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตช์.....66
รูปภาพที่ 3.22 การกำหนดตำแหน่งของช่องที่ต้องการเจาะและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเจาะ (Driller and hole saw).....66
รูปภาพที่ 3.23 การเจาะช่องด้วยการใช้สว่านพร้อมด้วยดอกเจาะโฮลซอว์ 67
รูปภาพที่ 3.24 การตะไบช่องที่ทำการเจาะ 67
รูปภาพที่ 3.25 ช่องที่เจาะและตะไบ พร้อมกับใส่สวิตช์ทางเลือกและหลอดไฟแสดงสถานะ.....68
รูปภาพที่ 3.26 การกำหนดตำแหน่งช่องที่ต้องการเจาะเพื่อใส่ฟิวส์และให้สายไฟผ่าน 68
รูปภาพที่ 3.27 การบัดกรีสายไฟเข้ากับหางปลาเพื่อใส่เข้ากับสวิตช์ทางเลือก 69
รูปภาพที่ 3.28 การบัดกรีสายไฟเข้ากับหางปลาเพื่อใส่เข้ากับหลอดไฟแสดงสถานะ 69
รูปภาพที่ 3.29 วงจรของสวิตช์ทางเลือกและหลอดไฟแสดงสถานะภายในกล่อง 70
รูปภาพที่ 3.30 เจาะช่องบอร์ดเพื่อใส่เทอร์มินัลและการบัดกรีไดโอด 70
รูปภาพที่ 3.31 การติดตั้งบอร์ดพร้อมไดโอดเข้ากับกล่อง 71
รูปภาพที่ 3.32 การเดินสายทั้ง 6 สาย ออกมานอกกล่องเพื่อใส่เต้าเสียบ.....71
รูปภาพที่ 3.33 ทดลองจ่ายไฟด้วยแหล่งจ่ายไฟ แรงดันไฟฟ้า 24 VDC 72
รูปภาพที่ 3.34 เต้าเสียบและปลอกหุ้ม.....72
รูปภาพที่ 3.35 เต้ารับและปลอกหุ้ม.....72
รูปภาพที่ 3.36 การบัดกรีสายไฟเข้ากับแท่งเหล็กของเต้าเสียบและเต้ารับ 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 3.37 เต้าเสียบครอบด้วยปลอกหุ้มเมื่อบัดกรีรวมกับสายไฟเสร็จสมบูรณ์ 74
รูปภาพที่ 3.38 เต้ารับครอบด้วยปลอกหุ้มเมื่อบัดกรีรวมกับสายไฟเสร็จสมบูรณ์ 74
รูปภาพที่ 3.39 ชุดบายพาสสวิตช์แบบเสร็จสมบูรณ์ 75
รูปภาพที่ 3.40 การจ่ายไฟให้ชุดบายพาสสวิตช์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้า 76
รูปภาพที่ 3.41 สถานะของหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการบายพาสเบรกลูกที่ 1 และ 2 76
รูปภาพที่ 3.42 สถานะของหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการบายพาสเบรกลูกที่ 3 และ 4 77
รูปภาพที่ 3.43 ชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก 78
รูปภาพที่ 3.44 ชุดเบรกเกอร์และขั้นตอนการรับไฟบวก 78
รูปภาพที่ 3.45 แผงต่อสายไฟสายกราวน์ร่วมของชุด PLC และขั้นตอนการต่อไฟลบ 79
รูปภาพที่ 3.46 เต้ารับและเต้าเสียบเมื่อสวมเสร็จสมบูรณ์ 79
รูปภาพที่ 3.47 ชุดบายพาสสวิตช์เมื่อต่อครบวงจรสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ 80
รูปภาพที่ 3.48 แบบไฟฟ้าของชุด PLC ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ ลูกที่ 1 และ 2 81
รูปภาพที่ 3.49 ตำแหน่งที่ทำการบายพาสเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC สำหรับมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2 82
รูปภาพที่ 3.50 แบบไฟฟ้าของชุด PLC ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 83
รูปภาพที่ 3.51 ตำแหน่งที่ทำการบายพาสเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC สำหรับมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 84
รูปภาพที่ 4.1 ชุดบายพาสสวิตช์เมื่อรับสัญญาณไฟ 24 V 86
รูปภาพที่ 4.2 จอแสดงการเลือกโหมดขับเคลื่อนและแรงดันไฮดรอลิกจากหน้าจอแสดงผล ของอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน 86
รูปภาพที่ 4.3 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 87
รูปภาพที่ 4.4 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และการบิดสวิตช์ทางเลือกสำหรับการบายพาส 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 4.5 จอแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 88
รูปภาพที่ 4.6 ปุ่มเดดเมนสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ 88
รูปภาพที่ 4.7 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ ลูกที่ 3 และ 4 89
รูปภาพที่ 4.8 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3, 4 และการบิดสวิตซ์ทางเลือก สำหรับการบายพาส 89
รูปภาพที่ 4.9 จอแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ ลูกที่ 3 และ 4 90
รูปภาพที่ 4.10 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ ลูกที่ 1, 2 และ 3 90
รูปภาพที่ 4.11 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 และการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับการบายพาส 91
รูปภาพที่ 4.12 จอแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 92
รูปภาพที่ 4.13 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก 93
รูปภาพที่ 4.14 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก 93
รูปภาพที่ 4.15 การบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 3 และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส 94
รูปภาพที่ 4.16 การบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 3, 4 และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส94
รูปภาพที่ 4.17 การบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 4 และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส 95
รูปภาพที่ 4.18 การบิดสวิตซ์ทางเลือกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส 95
รูปภาพที่ 4.19 หน้าจอเมื่อกดปุ่ม ON เพื่อพร้อมทำงานโปรแกรมจะอยู่ในโหมด Loco Stand alone.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพที่ 4.20 เมื่อเปลี่ยนเข้าสู่ Shunting Mode ความดันจะกลับมาเป็น 0 บาร์ เบรกทุกลูก Closed 97
รูปภาพที่ 4.21 ปั๊มจะทำงานจนกระทั่งความดันถึง 150 บาร์ 98
รูปภาพที่ 4.22 สถานะของเบรกทุกลูกเปลี่ยนสถานะจาก Closed กลายเป็น Opened 99
รูปภาพที่ 4.23 เมื่อทดลองให้สัญญาณลูกที่ 2 มีปัญหาจะพบว่าเบรกลูกที่ 2 เป็น Closed เสมอในทุกๆ โหมด 100
รูปภาพที่ 4.24 เมื่อทดลองให้สัญญาณลูกที่ 2, 3 มีปัญหาจะพบว่าเบรกลูกที่ 2, 3 เป็น Closed เสมอในทุกๆ โหมด 101
รูปภาพที่ 4.25 ทดลองทำการบายพาสเบรกลูกที่ 2 102
รูปภาพที่ 4.26 หากบายพาสไม่ตรงกับลูกที่มีปัญหาเบรกก็จะเป็นสถานะ Closed เช่นเดิม 103
รูปภาพที่ 4.27 เมื่อกดปุ่ม OFF จะทำการคืนสถานะทุกอย่างกลับมาขณะเริ่มต้น 104
รูปภาพที่ 4.28 หากยังไม่กดปุ่ม ON เบรกจะเป็นสถานะ Closed เสมอ 105
รูปภาพที่ 4.29 แสดงการทำงานของ GT Designer กับแลดเดอร์ไดอะแกรมที่สัมพันธ์กัน 105
รูปภาพที่ 4.30 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 106
รูปภาพที่ 4.31 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 106
รูปภาพที่ 4.32 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2 107
รูปภาพที่ 4.33 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2 107
รูปภาพที่ 4.34 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 108
รูปภาพที่ 4.35 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 108
รูปภาพที่ 4.36 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก 109
รูปภาพที่ 4.37 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ครบทั้ง 4 ลูก 109

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงการดำเนินการอย่างย่อ.....4

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดข้อมูลของชุดเบรกสมรรถนะสูงก่อนได้รับการแก้ไขและประยุกต์ใช้กับรถหัวจักรชักลาก 21

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวแปรอินพุต และ ความหมายของอินพุต.....64

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวแปรเอาท์พุต และ ความหมายของเอาท์พุต 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันระบบรถไฟกำลังมีการเติบโตอย่างมาก การจัดการเดินรถไม่ว่าจะเป็นรถไฟฟ้าหรือรถไฟดีเซลนั้น ในระบบการเดินรถจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษา โดยรถซ่อมบำรุงชนิดหนึ่งที่ใช้สนับสนุนการซ่อมบำรุง มีความหลากหลายในการใช้งาน และมีความสำคัญเป็นอย่างมาก คือ รถหัวจักรลากจูง (Shunting locomotive)

เมื่อมีการใช้รถหัวจักรลากจูงในการลากรถไฟชนิดต่าง ๆ การลากจูงจะส่งผลให้รถหัวจักรลากจูงต้องรับภาระที่มากขึ้น ปัญหาที่ตามมาคือทำให้รถหัวจักรที่กำลังมีการลากจูงมีระยะเบรกที่มากขึ้น แปรผันตรงกับภาระที่ลาก หากใช้ระบบเบรกแบบปกติ เช่น ระบบเบรกไฟฟ้า ระบบเบรกลมแรงดันสูง เพียงอย่างเดียวจะทำให้รถมีระยะเบรกที่สูงมาก ตัวรถจึงมีการติดตั้งระบบเบรกสมรรถนะสูงหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า High Performance Brake ซึ่งระบบเบรกชนิดนี้อาศัยระบบไฮดรอลิกในการจับและปลดเบรก โดยหากอยู่ในโหมดลากจูงรถไฟเบรกชนิดนี้จะทำงานอยู่ตลอดเวลา และจะปลดเมื่อมีความดันไฮดรอลิกตั้งแต่ 100 – 150 บาร์ ซึ่งปัญหาที่พบหลังจากการใช้งานคือเบรกไม่ปลดเนื่องจากชุดควบคุมลอจิกแบบโปรแกรมได้ (Programmable logic controller, PLC) ของตัวรถไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก ซึ่งสัญญาณปลดเบรกนี่จะส่งโดยใช้ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) ซึ่งเงื่อนไขที่สำคัญของการที่ PLC จะอนุญาตให้รถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้คือชุด PLC จะต้องได้รับสัญญาณปลดเบรกครบทุกลูกของชุดเบรกสมรรถนะสูงสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนทั้ง 4 มอเตอร์ โดยปัญหาเกิดจากตัวลิมิตสวิตช์ไม่ส่งสัญญาณหรือส่งสัญญาณแล้ว แต่สัญญาณปลดเบรกไม่ส่งเข้าหาชุด PLC ของตัวรถ เนื่องจากอาจเกิดจากการล้าของแท่งเหล็กที่ใช้แตะเพื่อส่งสัญญาณหรือปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ, การติดตั้งที่ไม่ได้ประสิทธิภาพเพียงพอ รวมไปถึงการซ่อมบำรุงที่ไม่ละเอียดเพียงพอสำหรับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งการแก้ปัญหาที่สาเหตุจริง ๆ นั้นอาจจะควรทำการติดตั้งลิมิตสวิตช์ใหม่ให้ได้ประสิทธิภาพเพียงพอ และมีการอายุการใช้งานที่นาน หรืออาจจะเปลี่ยนชนิดของลิมิตสวิตช์เป็นชนิดหรือประเภทอื่น ซึ่งทำได้ยากมากเนื่องจากพื้นที่ในการติดตั้งลิมิตสวิตช์นั้นมีจำกัดมากเพราะต้องติดตั้งอยู่ที่มอเตอร์ขับเคลื่อนของชุดขับเคลื่อนรถหัวจักรชักลาก ส่งผลให้การเลือกลิมิตสวิตช์ใหม่มีตัวเลือกที่น้อยและการติดตั้งใหม่เป็นไปได้ยาก หากจะทำการติดตั้งลิมิตสวิตช์ใหม่ จะต้องทำการซ่อมบำรุงใหญ่ (Overhaul) ซึ่งต้องใช้เวลานานและมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก ส่งผลต่อความต้องการใช้งานรถหัวจักรชักลาก หากปัญหานี้ไปเกิดในเส้นทางหลักระหว่างการใช้งานใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุโมงค์ ทางช่างเทคนิคจะต้องลงไปแก้ปัญหาด้วยการจัมพ์สายสัญญาณเพื่อส่งสัญญาณไฟกลับไปยังชุด PLC แต่วิธีนี้จะใช้เวลาในการทำงานมาก ซึ่งเวลาการทำงานในอุโมงค์จะบีบบังคับมาก และมีความอันตรายอยู่สูงเพราะหากความดันไฮดรอลิกลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดจะทำให้เบรกทำงานแต่รถยังสามารถเคลื่อนที่ได้ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อระบบเบรก และมอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นอย่างมาก การจัมพ์สายสัญญาณทุกครั้งจึงต้องมีช่างเทคนิคอยู่ด้วยเพื่อตรวจสอบแรงดันไฮดรอลิกให้อยู่ในช่วงที่กำหนดอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบวิธีการแก้ปัญหานี้ในสถานการณ์ฉุกเฉินโดยใช้เวลาในการกู้รถหัวจักรลากให้น้อยที่สุด วิธีแก้ไขปัญหานี้คือการติดตั้งชุดบายพาสสวิตช์ หรือเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC (Programmable logic controller) สำหรับระบบเบรกสมรรถนะสูง

การติดตั้งชุดบายพาสสวิตช์ หรือเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC (Programmable Logic Controller) จะช่วยลดระยะเวลาในการทำงานของเจ้าหน้าที่และเพิ่มความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการขับเคลื่อน สำหรับโครงงานวิจัยนี้จะทำการออกแบบวิธีการบายพาสทั้งหมด 2 วิธี ทำการเปรียบเทียบระหว่าง 2 วิธี และติดตั้งชุดบายพาสสวิตช์ เข้าไปในระบบเบรกสมรรถนะสูงของรถหัวจักรลากจูง เพื่อใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉิน (การกู้รถหัวจักรชักลากขึ้นมาจากเส้นทางหลักระหว่างการใช้งานในอุโมงค์)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาและออกแบบวิธีการบายพาส โดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์
2. เพื่อศึกษาและออกแบบวิธีการบายพาส โดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาส ของชุด PLC (Programmable Logic Controller)
3. เพื่อศึกษาระหว่างวิธีการบายพาส ทั้ง 2 วิธี ว่าวิธีไหนเหมาะสมที่จะใช้กับสถานการณ์ฉุกเฉินในปัจจุบันที่สุด
4. เพื่อทำการติดตั้งและทดสอบชุดบายพาสสวิตช์เข้ากับระบบเบรกสมรรถนะสูงของรถหัวจักรชักลาก

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ระบบเบรกสมรรถนะสูง (High performance brake) สำหรับรถหัวจักรชักลาก (Shunting locomotive)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการบายพาส โดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์
3. วิธีการบายพาส โดยใช้การเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC
4. ใช้กู้รถหัวจักรชักลากในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อลดระยะเวลาในการกู้โดยสะดวกและใช้เวลาน้อยที่สุด

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับชุดระบบเบรกสมรรถนะสูง
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการบายพาส โดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์
3. ศึกษาและออกแบบชุดบายพาสสวิตช์ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD และออกแบบวงจรไฟฟ้าของชุดบายพาสสวิตช์ โดยใช้โปรแกรม Circuit wizard
4. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม PLC โดยใช้โปรแกรม GX work3 และ GT designer3
5. ศึกษาและออกแบบวิธีการบายพาส โดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC โดยจำลองโปรแกรมปกติของรถหัวจักรชักลากและจำลองโปรแกรมบายพาส โดยใช้ GX work3 และ GT designer3
6. ทำการศึกษาระหว่างวิธีการบายพาส ทั้ง 2 วิธี ว่าวิธีไหนเหมาะสมที่จะใช้กับสถานการณ์ฉุกเฉินในปัจจุบัน
7. ทำการประดิษฐ์ ประกอบ และติดตั้งชุดบายพาสสวิตช์
8. ทดสอบการทำงานของชุดบายพาสสวิตช์ กับระบบเบรกสมรรถนะสูงของรถหัวจักรชักลาก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดระยะเวลาในการกู้รถไฟ
2. ส่งผลให้พนักงานและคนขับรถไฟสามารถทำงานได้สะดวกขึ้น
3. เพิ่มความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการขับเคลื่อนหลังจากการกู้รถไฟ
4. สามารถสร้างชุดบายพาสสวิตช์สำหรับใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉิน
5. สามารถสร้างแบบจำลองโปรแกรมการบายพาสของชุด PLC ได้ และเพื่อเป็นประโยชน์ในอนาคตสำหรับการเพิ่มโปรแกรมการบายพาสเข้าไปในชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงการดำเนินการอย่างย่อ

ลำดับ	หัวข้องาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ปรึกษาหัวข้อโครงงานวิจัยกับวิศวกรผู้ดูแล																
2	เสนอหัวข้อกับอาจารย์ที่ปรึกษา																
3	ศึกษาและค้นหาข้อมูลทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง																
4	ออกแบบวิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์																
5	ออกแบบวิธีการบายพาสโดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC																
6	ศึกษาทั้ง 2 วิธีการบายพาส																
7	เสนองานแก่วิศวกรผู้ดูแลและจัดหา อุปกรณ์สำหรับชุดบายพาสสวิตช์																
8	อาจารย์ที่ปรึกษานิเทศนักศึกษาสหกิจที่บริษัท																
9	ประกอบและติดตั้งชุดบายพาสสวิตช์																
10	ทดสอบการเบรกและการใช้งานด้วยการขับเคลื่อนจริง																
11	สรุปผลการศึกษา																
12	ทำรูปเล่มโครงงานวิจัย																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 รถหัวจักรลากจูง

หัวรถจักรชักลาก (Shunting locomotive) เป็นรถไฟชนิดดีเซล-ไฟฟ้า คือรถจักรที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีต้นกำลังจากเครื่องยนต์ดีเซล โดยที่เครื่องยนต์ดีเซลจะหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าไปจ่ายให้มอเตอร์ไฟฟ้าที่ติดอยู่กับเพลาล้อทั้ง 4 เพลาเพื่อขับเคลื่อนเพลามีต้นกำลังมากจากเครื่องยนต์ดีเซลจึงสามารถขับเคลื่อนตัวเองได้โดยไม่ต้องรับไฟฟ้าจากรางที่สามหรือจากสายส่งเหนือหัว การควบคุมการขับเคลื่อนและระบบต่าง ๆ ใช้ระบบ PLC ที่มีความแม่นยำสูง ซึ่งถูกออกแบบและนำมาใช้สำหรับงานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

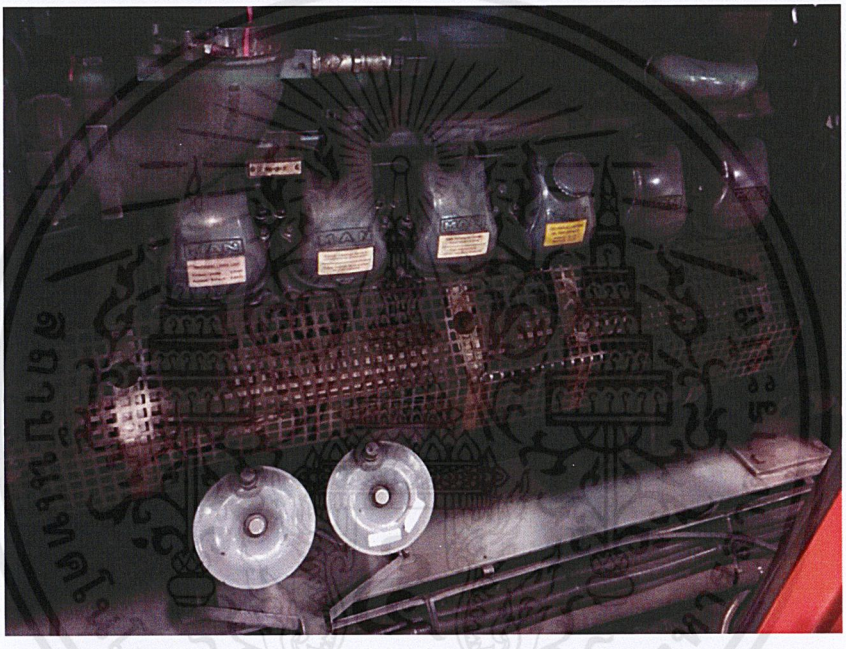
- การต่อพ่วงรถไฟฟ้าแบบ 3/6 ตู้ภายในพื้นที่ศูนย์ซ่อมบำรุง
- การกู้รถไฟฟ้าแบบ 3/6 ตู้ที่ชำรุดออกจากจุดใด ๆ ในเส้นทางวิ่งหลัก
- สำหรับการต่อพ่วงรถทั่วไปในศูนย์ซ่อมบำรุงและในระบบระยะแรก
- สำหรับการลากจูงพาหนะตรวจสอบและทำความสะอาดอุโมงค์ด้วยความเร็วตามที่กำหนดในเงื่อนไขการใช้งานของพาหนะฯ ดังกล่าว
- การลากจูงรถพ่วงบรรทุกของแบบพื้นเรียบหรือรถพ่วง
- ในกรณีที่ยานพาหนะตกราง จะใช้สำหรับลากจูงพาหนะกู้รถไฟตกรางที่มีห้องโดยสารที่บรรจุคนได้ 8 คนรวมถึงชุดอุปกรณ์กู้รถไฟตกรางครบชุดไปยังตำแหน่งเกิดเหตุ

รูปภาพที่ 2.1 รถหัวจักรชักลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ที่ใช้จะเป็นเครื่องยนต์รุ่น MAN D2842 ดีเซล 4 จังหวะ ระบายความร้อนด้วยน้ำ 12 สูบ รูปตัววี แบบเทอร์โบชาร์ตและอินเตอร์คูลเลอร์ขนาดกำลัง 500 kW ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องยนต์ของหัวรถจักรชักลากนี้จะมีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมภายในอุโมงค์เนื่องจากเครื่องยนต์จะมีการปล่อยสสารที่ไม่เป็นอันตรายออกมาในระดับต่ำมาก เช่น เครื่องยนต์ที่มีการควบคุมแก๊ส NOx จะปล่อยแก๊ส NOx ในปริมาณ 50% ของปริมาณแก๊สที่ยอมรับภายใต้กฎข้อบังคับของประเทศเยอรมัน



รูปภาพที่ 2.2 เครื่องยนต์ดีเซลของรถหัวจักรชักลาก

2.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะรับงานจากเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ดีเซลนำมาทำการปั่นสร้างกระแสไฟฟ้าเพื่อไปใช้งานในอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบของรถหัวจักรชักลาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ในรถหัวจักรชักลากเป็นของยี่ห้อ Marelli ประเภท M8 B400 625 KVA แรงดันไฟฟ้า 550 V, 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบเบรกของรถหัวชักลาก

หัวรถจักรชักลากจะมีระบบเบรกที่เป็นอิสระต่อกัน 2 ระบบ ซึ่งในแต่ละระบบจะมีลักษณะสมบัติการเบรกเหมือนกัน ระบบการเบรกระบบแรก คือ ระบบเบรกแบบใช้ไฟฟ้า (Electro dynamics brake) ซึ่งจะหยุดรถไฟโดยใช้มอเตอร์ทั้ง 4 ตัว และใช้ตัวต้านทานสำหรับการเบรก ส่วนระบบการเบรกระบบที่สองคือระบบเบรกลมแรงดันสูง (Pneumatic brake) ซึ่งใช้สำหรับเบรกและการจอดรถ นอกจาก 2 ระบบที่กล่าวมา จะมีเบรกที่ใช้ระหว่างการลากจูงรถไฟฟ้าเสีย หรือใช้เวลาในกรณีเหตุฉุกเฉิน (Emergency Stop) เรียกว่า การเบรกแบบสมรรถนะสูง (High performance brake)

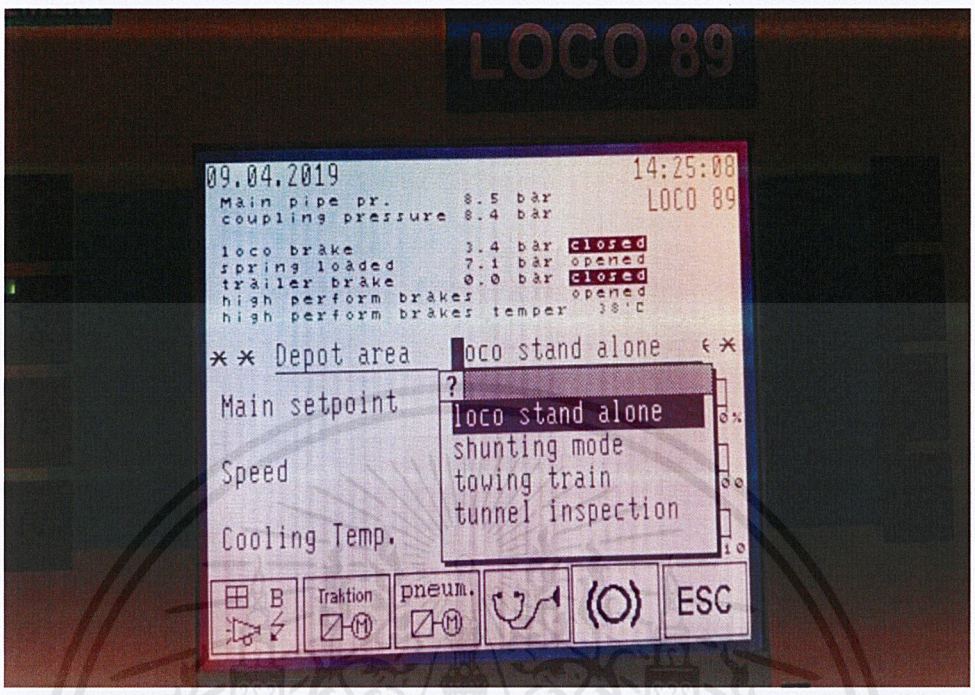
โดยรถหัวจักรลากจูงของทางบริษัท Siemens จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ PLC รุ่น Simatics S7-300 ซึ่งระบบนี้จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกโหมดการทำงานของหัวรถจักรชักลากได้หลาย ๆ โหมดสอดคล้องตามความจำเป็นและเงื่อนไขที่ต้องการในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้โดยทั่วไปแล้วจะมีการรวมโหมดการใช้งานต่าง ๆ เหล่านี้เข้าไปในระบบของ PLC จะมีด้วยกันหลายโหมดการขับเคลื่อนขึ้นอยู่กับประเภทการใช้งาน ก่อนการขับเคลื่อนทุกครั้งเบรกทุกตัวจะต้องปลดออกทั้งหมดหากมีเบรกตัวใดยังไม่ปลดระบบความปลอดภัยของรถจะไม่อนุญาตให้ขับเคลื่อน โดยมีโหมดการเคลื่อนที่อยู่ดังนี้

1. โหมดการใช้งานหัวรถจักรโดยลำพังเพียงคันเดียว (Stand alone) ใช้งานภายในพื้นที่ศูนย์ซ่อมบำรุงและสถานีหลักระบบเบรกที่ใช้ในโหมดนี้ได้แก่ ระบบเบรกไฟฟ้า (Electro Dynamics Brake) และระบบเบรกลม (Pneumatic brake)

2. โหมดการชักลากพาหนะตรวจสอบและทำความสะอาดอุโมงค์ภายในบริเวณพื้นที่ศูนย์ซ่อมบำรุงและในเส้นทางวิ่งหลัก (Shunting mode and tunnel inspection) ระบบเบรกที่ใช้ในโหมดนี้ได้แก่ ระบบเบรกไฟฟ้า (Electro Dynamics Brake) ระบบเบรกลม (Pneumatic brake) และระบบเบรกสมรรถนะสูงในกรณีเหตุฉุกเฉิน (Emergency Stop)

3. โหมดการชักลากรถไฟ 3/6 ตู้ประกอบภายในบริเวณพื้นที่ศูนย์ซ่อมบำรุงและในเส้นทางวิ่งหลัก (Towing train) ระบบเบรกที่ใช้ในโหมดนี้ได้แก่ ระบบเบรกไฟฟ้า (Electro Dynamics Brake) ระบบเบรกลม (Pneumatic brake) และระบบเบรกสมรรถนะสูง (High Performance Brake)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.3 หน้าจอสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนของรถหัวจักรซักลาก (OP27)

2.3 มอเตอร์ขับเคลื่อน (Traction Motor) [14]

มอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้รถหัวจักรซักลากสามารถเคลื่อนที่ไปได้ซึ่งจะรับกระแสไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 550 V, 50 Hz เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 500 V จ่ายให้มอเตอร์ลากจูง โดยผ่านชุดแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) มอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นมอเตอร์อะซิงโครนัส (Asynchronous Motor) 3 เฟส หรือมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (Induction motor) มีจำนวนทั้งหมด 4 ตัว ซึ่งผลิตโดยบริษัท SSB และควบคุมการเคลื่อนที่ ปรับความเร็ว เบรก ด้วยชุดควบคุมระบบด้วย PLC

มอเตอร์แบบอะซิงโครนัสหรือมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Asynchronous Motor or Induction Motor) [9] ใช้หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสเตเตอร์และโรเตอร์ ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ มีดังนี้

1. Stator จะมีขดลวดอาร์เมเจอร์พันที่ขั้วแม่เหล็ก 3 ชุด อาจต่อเดลต้าหรือแบบวายก็ได้ มีหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กหมุนไปเหนี่ยวนำให้กระแสไหลและเกิดสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์

2. Rotor ลักษณะของโรเตอร์มี 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) โรเตอร์แบบกรงกระรอก (Squirrel Cage Induction Motor) จะมีแท่งเหนี่ยวนำที่หนาและฝังอยู่ในช่องที่ขนานกัน แท่งเหล่านี้จะถูกทำให้ลัดวงจรที่ปลายทั้งสองด้านโดยการใช้วงแหวนลัดวงจรมีแรงบิดเริ่มสตาร์ทต่ำ ความเร็วค่อนข้างคงที่ ซึ่งในรถหัวจักรชักลากจะใช้เป็นชนิดนี้เพราะต้องการความเร็วที่ค่อนข้างคงที่ แต่จะเปลี่ยนตามโหลด มีความทนทานสูง การสึกหรอต่ำ การบำรุงรักษาที่ง่าย และอายุการใช้งานค่อนข้างสูง

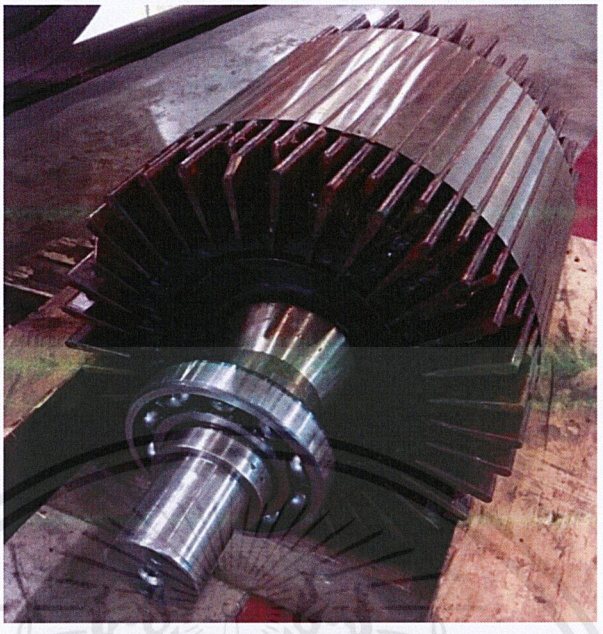
2.) โรเตอร์แบบพันขดลวด (Wound Rotor Induction Motor) จะพันขดลวดเท่ากับขดลวดที่สเตเตอร์ ปลายขดลวดทั้ง 3 เฟสจะเชื่อมต่อผ่านวงแหวนลื่น (slip ring) ผ่านแปรงถ่านไปยังอุปกรณ์ควบคุมภายนอก เพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติมอเตอร์ตามการใช้งานให้เหมาะสม

หลักการทำงานของมอเตอร์แบบอะซิงโครนัส ถ้าจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ที่สเตเตอร์ จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุน เมื่อฟลั๊กแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กหมุนเคลื่อนตัวตัดตัวนำที่ฝังอยู่ในโรเตอร์จะเกิดการเหนี่ยวนำและเนื่องจากโรเตอร์ถูกลัดวงจรจึงเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและแรงบิด เป็นผลให้โรเตอร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน ซึ่งสนามแม่เหล็กหมุนดังกล่าวจะหมุนด้วยความเร็วซิงโครนัส

$$n_s = \frac{120f}{P}$$ โดย f คือความถี่ของไฟฟ้า P คือจำนวนขั้วของมอเตอร์

โรเตอร์หมุนไปได้ด้วยความเร็วต่ำกว่าความเร็วซิงโครนัส ถ้าความเร็วของโรเตอร์เท่ากับความเร็วซิงโครนัส ค่าแรงบิดจะเป็นศูนย์ โรเตอร์จึงหยุดหมุน การกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์อะซิงโครนัสจะทำได้ง่ายเพียงแค่สลับสายไฟคู่ใดคู่หนึ่งที่จ่ายให้ขดลวดที่สเตเตอร์เท่านั้นก็จะทำให้สนามแม่เหล็กหมุนและโรเตอร์หมุนกลับทิศทางได้ความเร็วรอบขึ้นอยู่กับความถี่ (Frequency) ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้รับการแปลงจากชุดแปลงกระแสไฟฟ้าซึ่งควบคุมความถี่ด้วยชุด PLC จึงมีความเร็วคงที่แต่จะเปลี่ยนตามโหลด แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ โครงสร้างไม่ซับซ้อน สะดวกในการบำรุงรักษา แรงดันไฟฟ้า 3x500 V แบบเดลต้า 79 Hz กระแสปกติ 171 A กำลังปกติ 120 kW แรงบิดปกติ 1487 Nm ความถี่มุม 79 Hz ควบคุมโดยชุดแปลงกระแสไฟฟ้า กรงของโรเตอร์ทำมาจากวัสดุ E-CU99.9 บัดกรีแบบแข็ง มอเตอร์ขับเคลื่อนจำนวน 4 ตัว ระบายความร้อนด้วยน้ำ

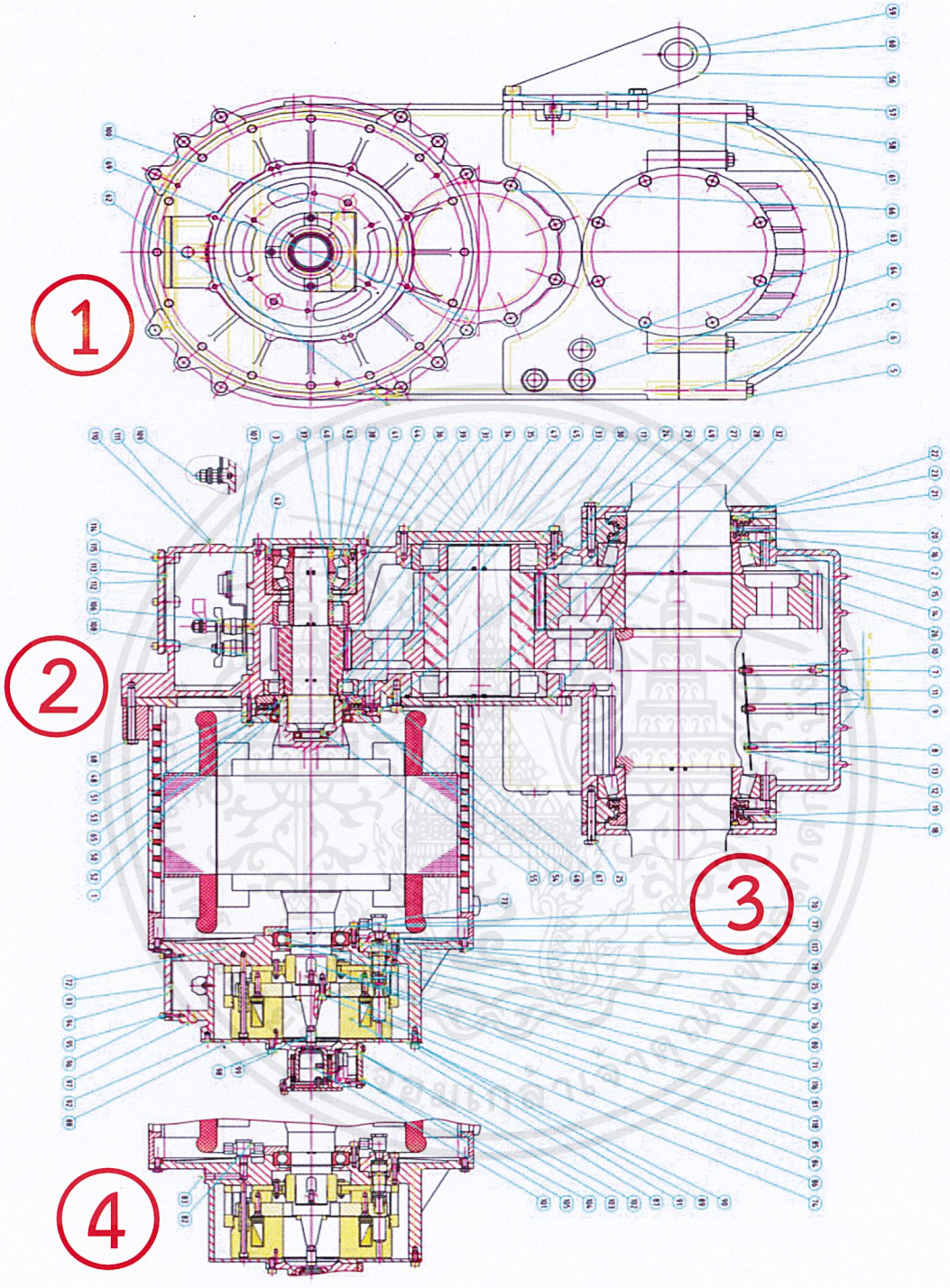
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.4 มอเตอร์ขับเคลื่อนของรถหัวจักรชักลาก

รูปภาพที่ 2.5 มอเตอร์ขับเคลื่อนเมื่อประกอบเข้ากับเพลาล้อและกระปุกเกียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



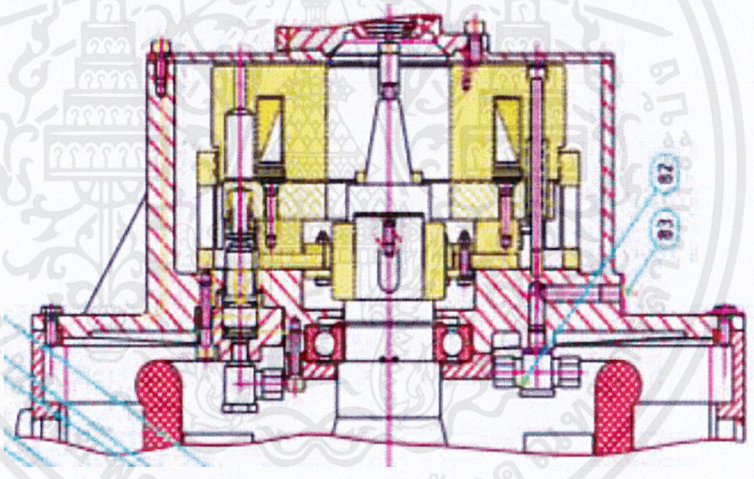
รูปภาพที่ 2.6 Drawing ของมอเตอร์ขับเคลื่อนรวมถึงชุดเบรกสมรรถนะสูง

จากรูปภาพที่ 2.6 ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของมอเตอร์ขับเคลื่อน ส่วนที่ 2 คือ ชุดกระปุกเกียร์ (Gear box) ส่วนที่ 3 คือ เพลาล้อ (Axle) ของหัวรถจักรชักลาก และส่วนที่ 4 คือ ชุดของระบบเบรกสมรรถนะสูง (High performance brake)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบเบรกสมรรถนะสูง [14]

ระบบเบรกสมรรถนะสูงหรือ High Performance Brake การเบรกประเภทนี้มีหน้าที่และบทบาทสำคัญเมื่อเข้าโหมดลากจูงทั้ง 3 โหมด ได้แก่ Shunting mode, tunnel inspection และ towing train โดยเฉพาะในการสนับสนุนของการหยุดฉุกเฉิน (Emergency brake) ในทุกโหมดจะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เบรกชนิดนี้สามารถปลดออกได้โดยอาศัยแรงดันจากระบบไฮดรอลิกซึ่งติดตั้งอยู่ในห้องเครื่องยนต์ และระบบไฮดรอลิกนี้จะถูกสั่งงานโดยใช้ไฟฟ้าเพื่อให้มีสถานะเปิดค้างไว้ในสภาวะการทำงานปกติของหัวรถจักรชักลาก ซึ่งเบรกจะทำการปลดก็ต่อเมื่อมีแรงดันไฮดรอลิกอย่างน้อย 100 บาร์ และแรงดันไฮดรอลิกจะคงที่ที่ 100-150 บาร์ ขณะที่ชุดเบรกทำงานจะมีแรงดันไฮดรอลิกเท่ากับ 0 บาร์ สำหรับการปลดเบรกด้วยมือในกรณีฉุกเฉินเมื่อปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติ (Automatic pump) ไม่ทำงาน จะมีการติดตั้งเครื่องอัดไฮดรอลิกด้วยมือ (Hydraulic Hand Pump) สำหรับเบรกทั้ง 4 ชุดไว้ที่ห้องพนักงานขับรถ



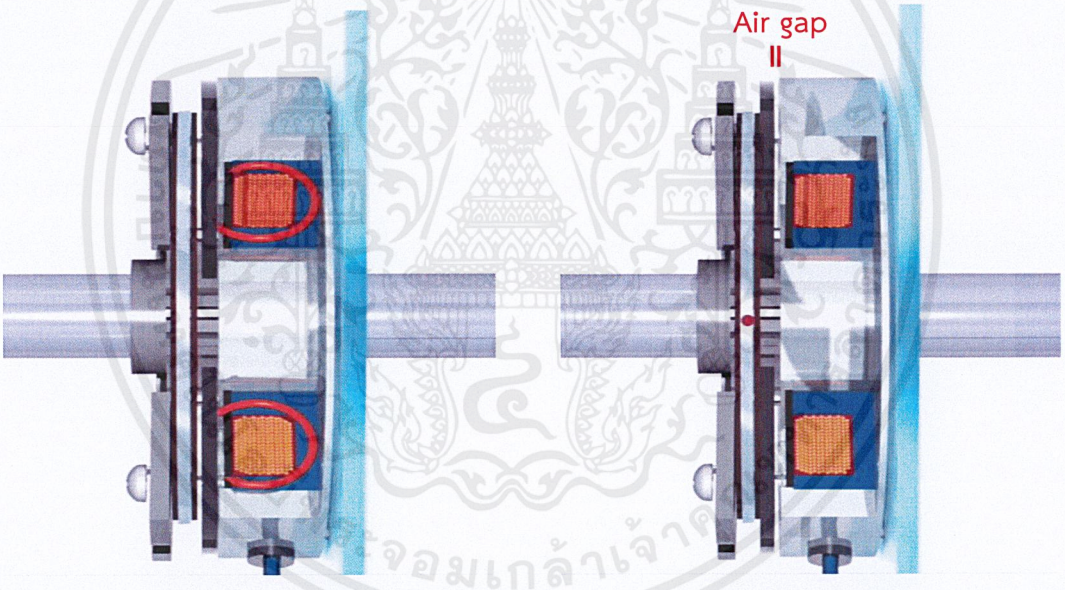
รูปภาพที่ 2.7 Drawing ของชุดเบรกสมรรถนะสูง

2.4.1 หลักการทำงาน [2]

ขณะทำการเบรก ผ้าเบรก (Brake pad) จะจับอยู่กับจานเบรก (Disc brake) และจานเบรกจะติดอยู่กับแกน Rotor ของมอเตอร์ขับเคลื่อน (Traction motor) ซึ่งปกติหลักการที่ใช้ในการเบรกของชุดเบรกสมรรถนะสูงคือ ใช้หลักการของสนามแม่เหล็กอาศัยการเหนี่ยวนำของขดลวดเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะทำให้ผ้าเบรกปลดออกจากจานเบรก เพราะในปกติผ้าเบรกกับจานเบรกจะจับกันอยู่ตลอดเวลาก่อนการขับเคลื่อนและขณะเบรก ถ้าหากต้องการทำให้รถไฟสามารถขับเคลื่อนได้จะต้องอาศัยแรงดันในการปลดเบรก แต่เมื่อนำระบบเบรกสมรรถนะสูงมาประยุกต์ใช้ติดตั้งกับรถหัวจักรลากจูงพบว่า

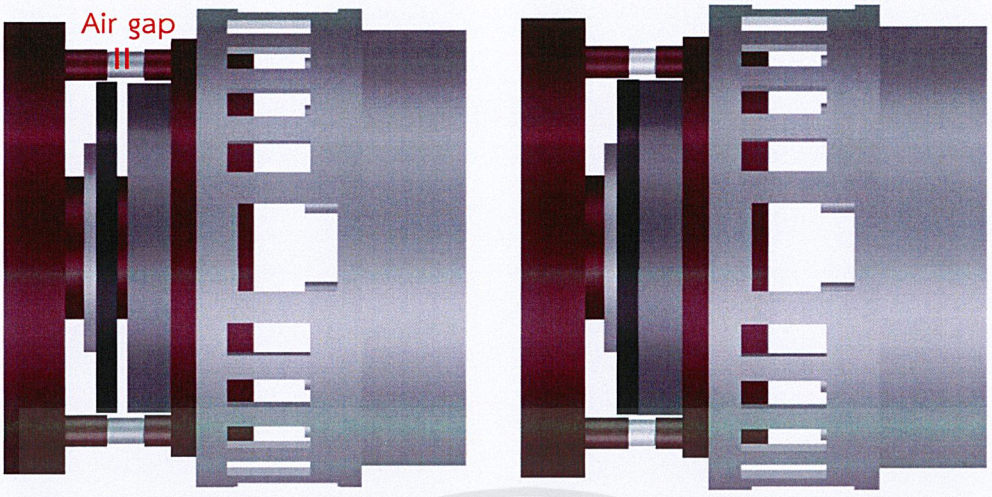
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากอาศัยไฟฟ้าในการใช้งานมาก จะทำให้เกิดความร้อนสูง ส่งผลเสียให้กับระบบเบรกสมรรถสูงทำให้อายุการใช้งานสั้นลง และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จึงทำให้เกิดการปรับปรุงประยุกต์ให้เข้ากับการใช้งานกับรถหัวจักรลากจูง และยืดอายุการใช้งานให้นานมากขึ้น โดยอาศัยแรงดันในการปลดเบรกจากระบบไฮดรอลิกแทนที่จะอาศัยแรงดันไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งเมื่อระบบเบรกทำการปลดแล้ว จะทำการส่งสัญญาณเข้า PLC เพื่อให้ระบบควบคุมการขับเคลื่อนรับรู้ว่าเบรกทำการปลดแล้ว และจะทำการอนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนได้ซึ่งจะแสดงบนหน้าจอควบคุมในห้องพนักงานขับรถ โดยระบบเบรกสมรรถนะสูงจะอาศัยการส่งกำลังจากกระบอกสูบไฮดรอลิกไปควบคุมก้านแตะลิมิตสวิตซ์เพื่อให้ส่งสัญญาณไฟเข้า PLC ซึ่งการทำงานของลิมิตสวิตซ์ จะสอดคล้องกับการทำงานของระบบเบรกสมรรถนะสูง จะมีอยู่ 3 สถานะ โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อของลิมิตสวิตซ์



รูปภาพที่ 2.8 ชุดเบรกสมรรถนะสูง (อาศัยไฟฟ้าในการปลดเบรก) ก่อนปรับปรุงใช้กับรถหัวจักรชักลาก ขณะขับเคลื่อน (ซ้าย) ขณะเบรก (ขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

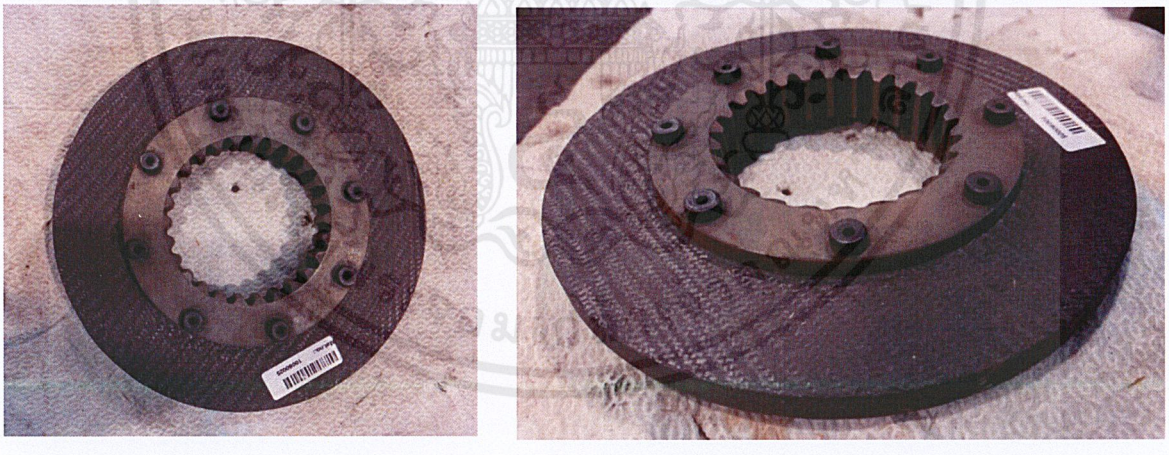


รูปภาพที่ 2.9 ชุดเบรกสมรรถนะสูง (อาศัยระบบไฮดรอลิกในการปลดเบรก) ปัจจุบันที่ใช้อยู่ในรถหัวจักรชักลาก ขณะขับเคลื่อน (ซ้าย) ขณะเบรก (ขวา)

2.4.2 ส่วนประกอบของระบบเบรกสมรรถนะสูง

2.4.21 ผ้าเบรก (Brake Pad)

เป็นอุปกรณ์สร้างแรงเสียดทานกับดิสก์เบรกเพื่อหยุดการหมุนของมอเตอร์

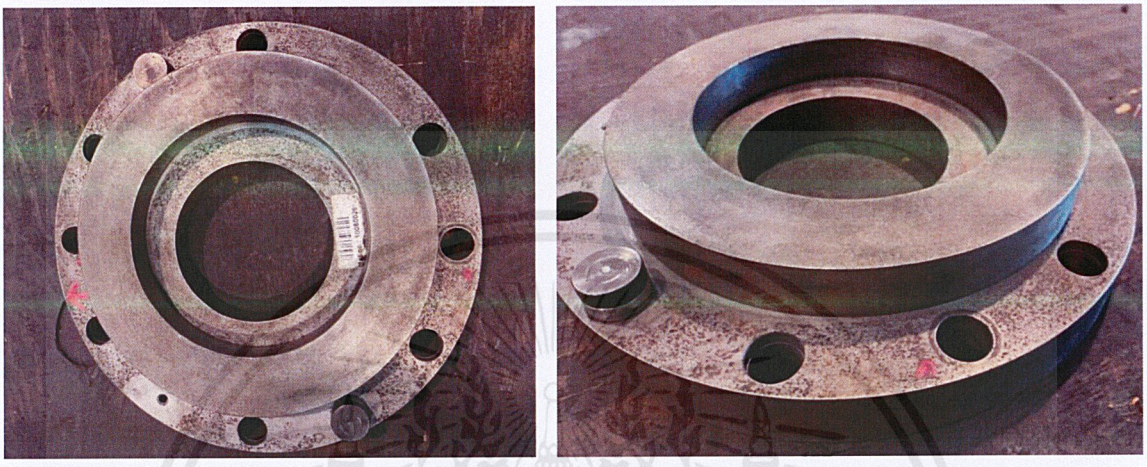


รูปภาพที่ 2.10 ผ้าเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.2 ดิสก์เบรก (Disc Brake)

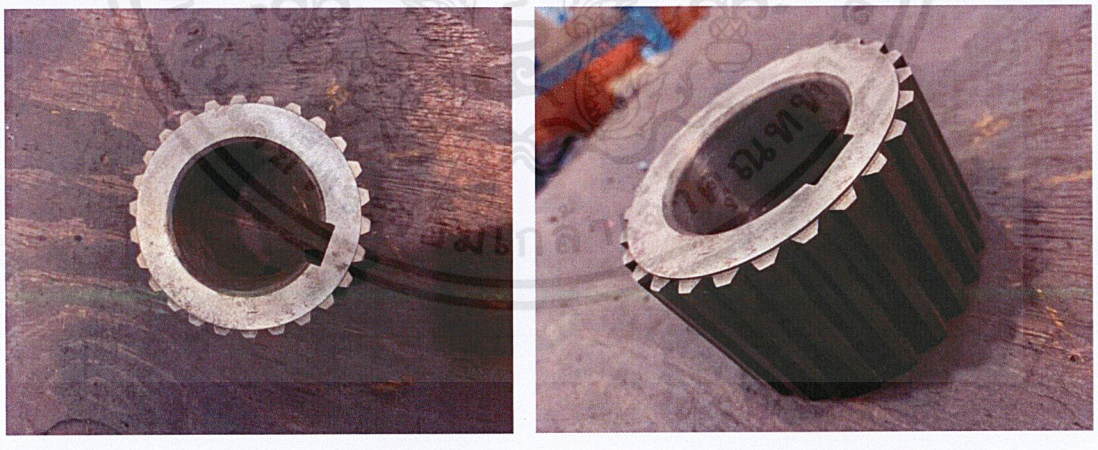
มี Cylinder Guidance สำหรับรองรับการดันของแท่งไฮดรอลิกให้ผ้าเบรกห่างออกจากดิสก์เบรก เมื่อไม่มีแรงดันไฮดรอลิกจะทำให้ผ้าเบรกติดกับดิสก์เบรก เพื่อหยุดการหมุนของมอเตอร์



รูปภาพที่ 2.11 ดิสก์เบรก

2.4.2.3 แกนหมุนมอเตอร์ (Motor Rotor)

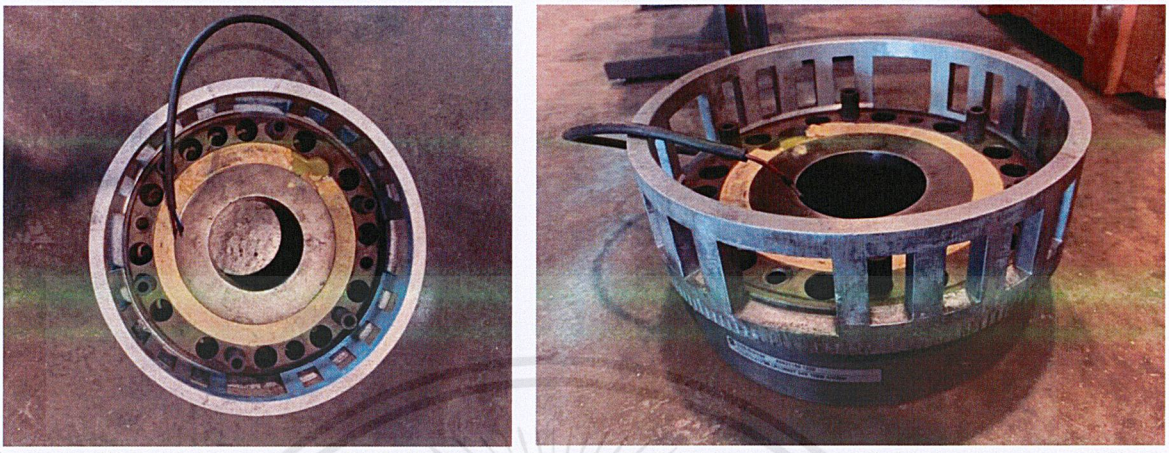
เป็นแกนที่ติดอยู่กับผ้าเบรกเพื่อรองรับการหมุนของมอเตอร์ จะมีการหมุนหรือหยุดหมุนพร้อมผ้าเบรก



รูปภาพที่ 2.12 แกนหมุนมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.4 โครงของชุดเบรกสมรรถนะสูง

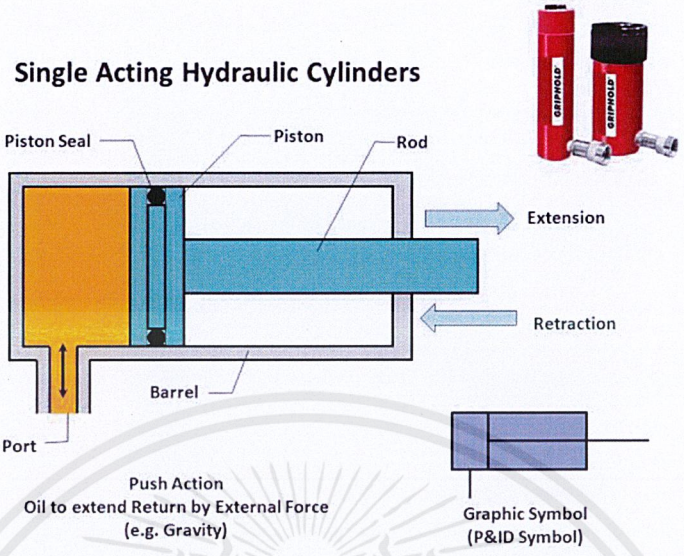


รูปภาพที่ 2.13 โครงของชุดเบรกสมรรถนะสูง

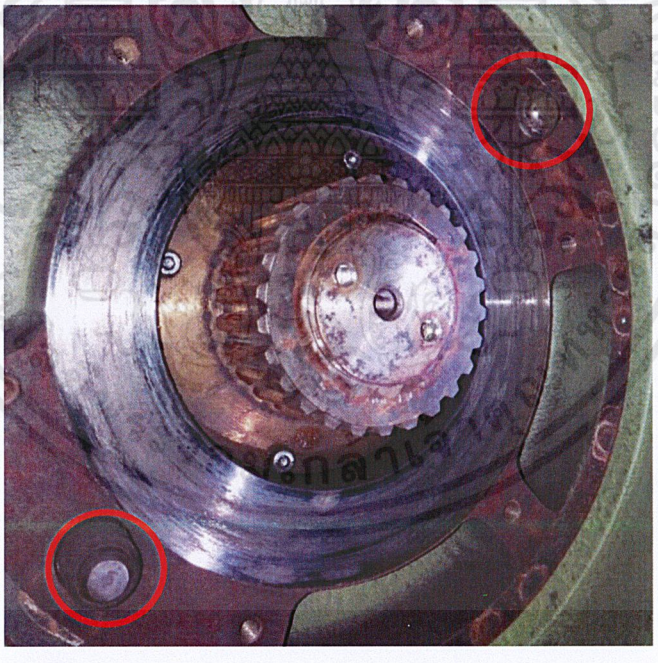
2.4.2.5 กระบอกสูบของระบบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder) [1]

กระบอกสูบไฮดรอลิกทำหน้าที่ปลดเบรกซึ่งจะดันผ้าเบรกออกให้ถ่างออกโดยอาศัย Cylinder Guidance สำหรับรองรับการดันของกระบอกสูบไฮดรอลิกเพื่อเป็นตัวนำในจุดเกิดการดันออก กระบอกสูบของระบบไฮดรอลิกจะมีทั้งหมด 2 แท่งต่อเบรกสมรรถนะสูง 1 ชุด ซึ่งมีรถหัวจักรชักลากมีเบรกสมรรถนะสูงทั้งหมด 4 ชุด เพราะฉะนั้นกระบอกสูบของระบบไฮดรอลิกมีทั้งหมด 8 แท่ง กระบอกสูบไฮดรอลิกสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภทตามทิศทางของแรงที่กระทำบนลูกสูบคือ 1. กระบอกสูบไฮดรอลิกทางเดียว (Single Acting Cylinder) และ 2. กระบอกสูบไฮดรอลิกสองทาง (Double Acting Cylinder) ซึ่งกระบอกสูบประเภทที่ใช้ในระบบไฮดรอลิกของรถหัวจักรชักลาก คือ กระบอกสูบไฮดรอลิกทางเดียว กระบอกสูบไฮดรอลิกชนิดนี้มีรูทางเข้าและทางออกของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นมีเพียงรูเดียวหรือมีรูที่ด้านเดียวของกระบอกสูบ แรงที่เกิดจากการกระทำของแรงดันน้ำมันไฮดรอกลิกนั้นเกิดในทิศทางเดียว การกลับสู่ตำแหน่งเดิมของลูกสูบจะอาศัยแรงดันของสปริงหรือน้ำหนักของโหลดที่ดันกลับซึ่งในระบบเบรกสมรรถนะสูงจะอาศัยน้ำหนักของโหลดขณะเบรกใช้ดันลูกสูบกลับเพื่อให้ผ้าเบรกจับกับจานเบรก กระบอกสูบในชุดเบรกสมรรถนะสูงมีขนาดเล็กมาก ซึ่งจากการวัดลูกสูบมีขนาดประมาณ 8 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



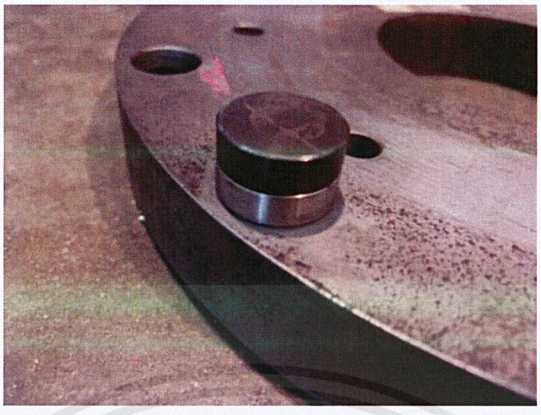
รูปภาพที่ 2.14 กระบอกสูบไฮดรอลิกทางเดียว



รูปภาพที่ 2.15 กระบอกสูบไฮดรอลิกของระบบเบรกสมรรถนะสูง

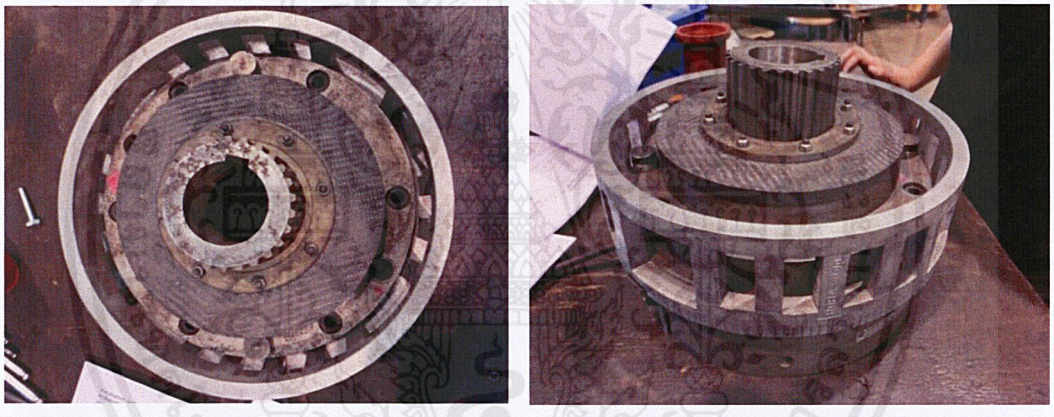
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.6 แผ่นรองรับกระบอกสูบไฮดรอลิค (Cylinder Guidance)

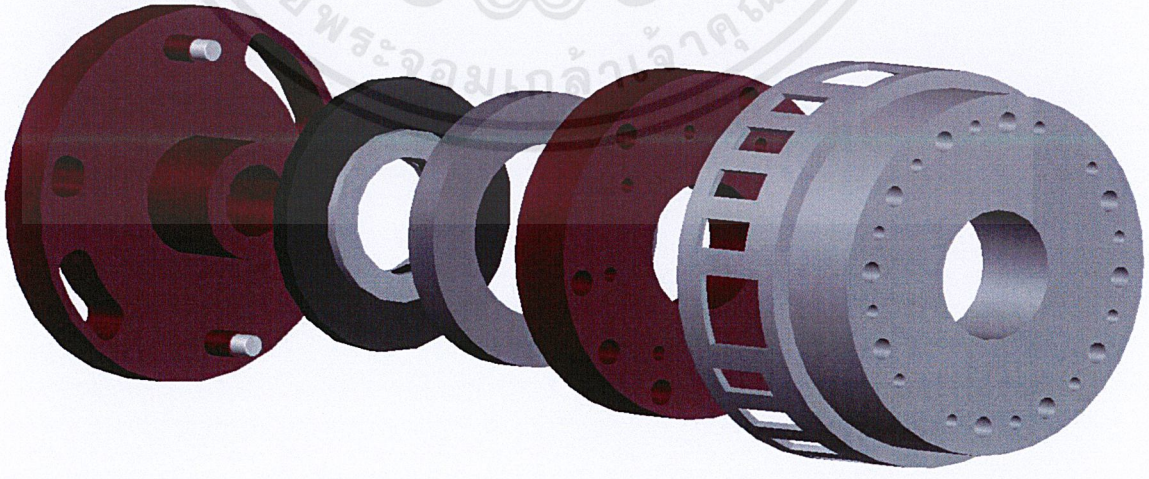


รูปภาพที่ 2.16 แผ่นรองรับกระบอกสูบไฮดรอลิก

เมื่อนำชิ้นส่วนทั้งหมดมาประกอบกันแล้ว ได้ดังภาพ



รูปภาพที่ 2.17 ชุด High performance brake ที่ประกอบแล้ว

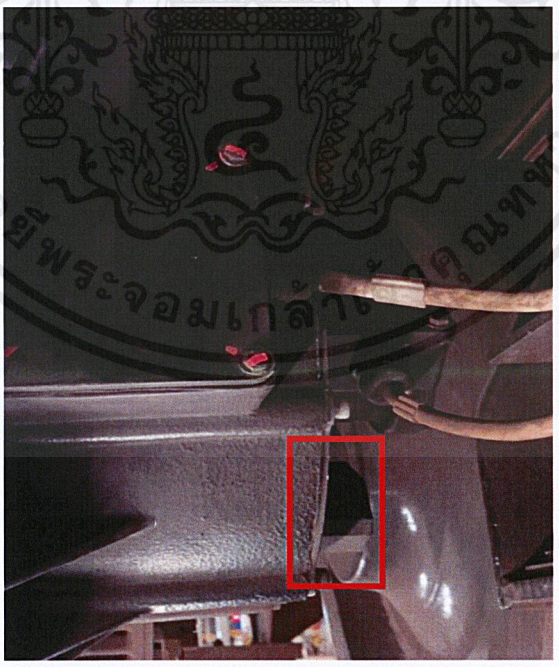


รูปภาพที่ 2.18 ภาพสามมิติแสดงชุด High performance brake แบบแยกส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

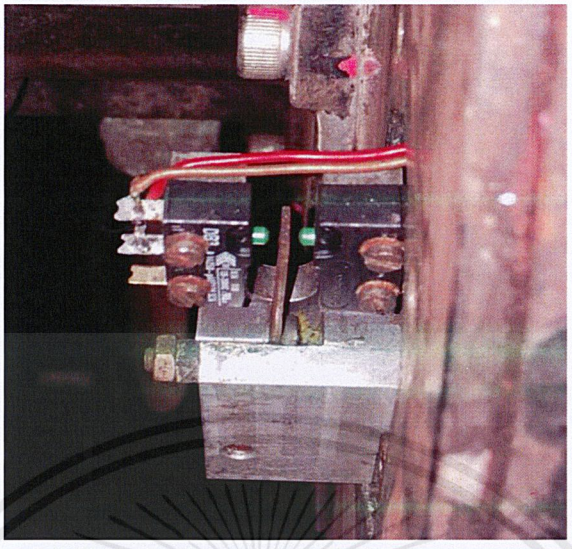
2.4.3 ลิมิตสวิตซ์ (Limit Switch) [4]

ลิมิตสวิตซ์ คือ เป็นสวิตซ์ที่จำกัดระยะทาง การทำงานอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำ หลักการทำงานโดยปกติสถานะของลิมิตสวิตซ์จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติเปิดหน้าสัมผัสจะไม่ต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถเคลื่อนที่ไหลผ่านได้ ซึ่งในระบบเบรกสมรรถนะสูงในที่ตำแหน่งนี้ กระแสไฟฟ้าที่ไม่สามารถไหลผ่านจะหมายถึงไฟเลี้ยง 24 VDC แต่ในตำแหน่งปกติปิด เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ ซึ่งในระบบเบรกสมรรถนะสูงจะอาศัยกลไกการดันมาจากลูกสูบของระบบไฮดรอลิกที่ทำหน้าที่ปลดเบรกออก เมื่อเบรกปลดออกก้านที่ทำหน้าที่แตะหน้าสัมผัสจะทำการสัมผัสตัวหน้าสัมผัส ส่งผลให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) กลายเป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าของไฟเลี้ยง 24 VDC สามารถไหลผ่านไปได้ จะส่งผลให้สัญญาณส่งไปหา PLC ว่าเบรกปลดแล้ว และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้ลิมิตสวิทซ์กลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) กลายเป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจรการทำงาน ซึ่งชุดของลิมิตสวิตซ์ที่ถูกติดตั้งในระบบเบรกสมรรถนะสูงนั้น จะมีตำแหน่งของปกติปิด (NC) อยู่ 2 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่ 1 คือตำแหน่งของการส่งสัญญาณไปยัง PLC ว่าเบรกได้รับการปลดแล้ว แต่ตำแหน่งที่ 2 คือตำแหน่งของการส่งสัญญาณไปยัง PLC ว่าผ้าเบรกสึก (Worn limit) โดยสถานะที่ PLC ได้รับจะมีทั้งหมดอยู่ 3 สถานะ ดังนี้



รูปภาพที่ 2.19 บริเวณที่ติดตั้งลิมิตสวิตซ์สิ่งถูกปกคลุมอยู่ด้วยฝาครอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

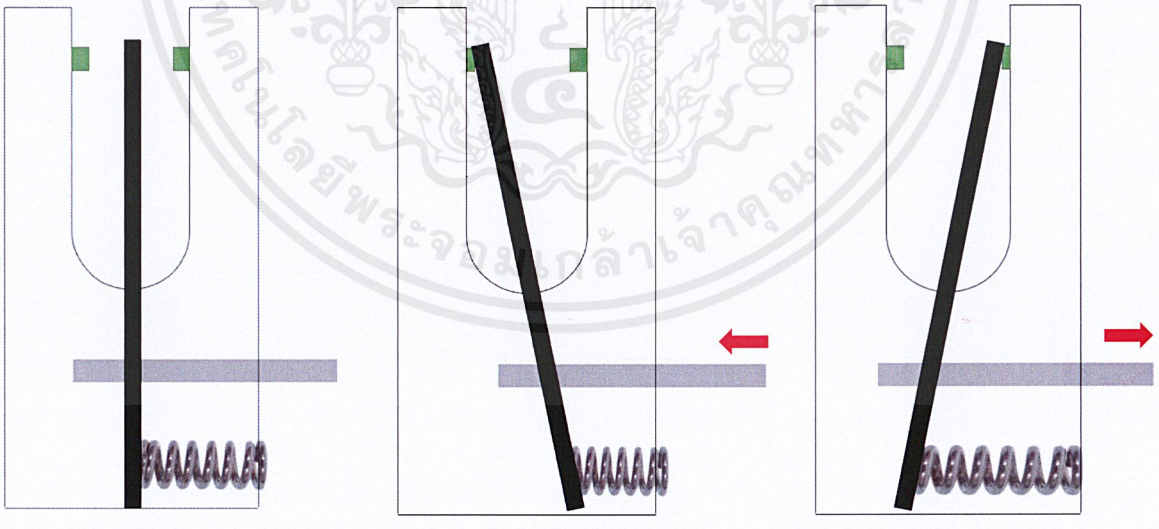


รูปภาพที่ 2.20 ลิมิตสวิตซ์

1. เมื่อจับเบรก (Brake status) แท่งของลิมิตสวิตซ์จะอยู่ตรงกลาง ดังรูปภาพที่ 2.21 (ซ้าย)

2. เมื่อทำการปลดเบรก (Release brake status) แท่งของลิมิตสวิตซ์จะทำการแตะปุ่มที่อยู่ฝั่งล้อ ดังรูปภาพที่ 2.21 (กลาง)

3. เมื่อผ้าเบรกสึก (Worn limit status) แท่งของลิมิตสวิตซ์จะทำการแตะปุ่มที่อยู่ฝั่งมอเตอร์ขับเคลื่อน ดังรูปภาพที่ 2.21 (ขวา)



รูปภาพที่ 2.21 ภาพแสดงสถานะของลิมิตสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 การปลดเบรกโดยอาศัยแรงดันไฮดรอลิก (Release pressure) [12]

ในหัวข้อนี้จะแสดงการคำนวณโดยประมาณของความดันที่ใช้ปลดผ้าเบรกออกจากจานเบรกโดยอาศัยแรงดันไฮดรอลิกจากปั๊มไฮดรอลิกอัตโนมัติ ซึ่งการคำนวณจะอาศัยข้อมูลจากรายละเอียดข้อมูลของระบบเบรกสมรรถนะสูงก่อนที่จะนำมาแก้ไขและประยุกต์ใช้กับรถหัวจักรชักลากโดยก่อนที่จะนำมาประยุกต์ ชุดเบรกสมรรถนะสูงจะอาศัยแรงแม่เหล็กไฟฟ้าในการปลดเบรก การคำนวณในหัวข้อนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะแสดงว่าเพราะอะไรเบรกถึงจะทำการปลดก็ต่อเมื่อความดันไฮดรอลิกมีค่ามากกว่า 100 บาร์ขึ้นไปเท่านั้น

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดข้อมูลของชุดเบรกสมรรถนะสูงก่อนได้รับการแก้ไขและประยุกต์ใช้กับรถหัวจักรชักลาก

Technical Data - Installation		size									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nominal air gap	[mm]	0.15	0.2	0.2	0.25	0.25	0.35	0.35	0.4	0.4	0.5
Adjustment dimension	[mm]	0.8	1.0	1.1	1.2	1.6	1.4	1.5	1.5	2.0	-
Actuation angle	[°]	10	15	15	11	11	8	7	7	15	-
Release force	[N]	10	17	30	50	80	160	200	350	350	-
Tightening torque	[Nm]	3	3	3	6	8	8	10	10	10	40

จากตารางที่ 2.1 แสดงถึงแรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ดันผ้าเบรกออกต่อ 1 จุด โดยในระบบเบรกสมรรถนะสูงจะมีทั้งหมด 2 จุด และเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับรถหัวจักรชักลาก จุดที่แรงแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดการดันผ้าเบรกออกจะกลายเป็นจุดที่รองรับกระบอกสูบไฮดรอลิกโดยลูกสูบจะใช้จุดรองรับเป็นจุที่ดันผ้าเบรกและจานเบรกออกจากกันเมื่อต้องการทำการปลดเบรก ดังนั้นแรงดันไฮดรอลิกที่ทำต่อจุดรองรับ 1 จุดจึงมีค่าประมาณหรือใกล้เคียง แรงแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ดันผ้าเบรกออกต่อ 1 จุด จึงสามารถนำข้อมูลส่วนนี้มาคำนวณได้โดยประมาณ ซึ่งจากตารางที่ 2.1 ชุดเบรกสมรรถนะสูงที่นำมาติดตั้งบนรถหัวจักรชักลากคือ ชุดเบรก size 10 โดยขั้นตอนการคำนวณ แรงดันไฮดรอลิกที่ใช้ในการปลดเบรกมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากตารางที่ 2.1 : แรงดันไฮดรอลิก (ประมาณแรงแม่เหล็กไฟฟ้า) ต่อ 1 จุด คือ 350 นิวตัน ซึ่งมีทั้งหมด 2 จุด

ข้อมูลจากการวัด : ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ คือ 8 มิลลิเมตร

กำหนดให้ $P =$ ความดันไฮดรอลิกซึ่งใช้ในการปลดเบรก

$F =$ แรงดันไฮดรอลิกซึ่งใช้ในการปลดเบรก

$A = \pi r^2 = \pi(\frac{D}{2})^2 =$ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

$D =$ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ

จากสูตร $P = \frac{F}{A}$

$$P = \frac{F}{\pi(\frac{D}{2})^2}$$

$$P = \frac{2F}{2\pi(\frac{D}{2})^2}$$

เนื่องจากมีจุดรองรับกระบอกสูบทั้งหมด 2 จุด และมีลูกสูบทั้งหมด 2 ลูก

$$P = \frac{2\times350}{2\pi(\frac{8}{2}\times10^{-3})^2}$$

$$P = 6963028.08\ Pa = 6963\ kPa \approx 70\ bar$$

จากการคำนวณความดันไฮดรอลิกที่ใช้ในการปลดเบรกมีค่าประมาณ 70 บาร์ ซึ่งเงื่อนไขเรื่องความดันของการปลด คือ ความดันไฮดรอลิกต้องมีค่ามากกว่า 100 บาร์ขึ้นไปเท่านั้นถึงเบรกจะทำการปลด โดยความดันไฮดรอลิกที่ใช้ในการปลดเบรกซึ่งได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับค่าความดันของเงื่อนไขการปลดเบรกโดยค่าที่ต่างประมาณ 30 บาร์ อาจจะมีการสูญเสียพลังงานอันเนื่องมาจากการสูญเสียความดัน (Head loss) การสูญเสียทั้งหมดจะเกิดขึ้นมาจากแรงเสียดทานระหว่างชั้นของของไหลที่อยู่ชิดกับผนังของท่อไฮดรอลิก ที่เป็นทางผ่านของน้ำมันไฮดรอลิกจากปั๊มไปสู่กระบอกสูบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

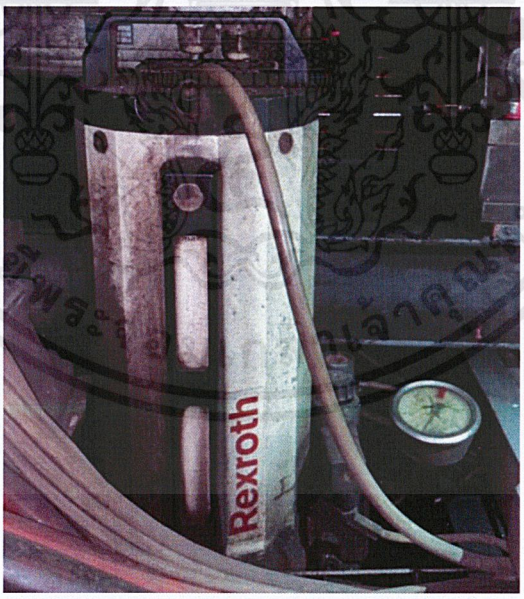
2.5 ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system) [6]

พลังงานในการส่งกำลังมีทั้งสิ้น 3 รูปแบบ คือ พลังงานไฟฟ้า พลังงานทางกล และพลังงานของไหล ในส่วนของระบบไฮดรอลิกนั้นจะอยู่ในรูปแบบหนึ่งของการส่งกำลังผ่านพลังงานของไหล โดยผ่านตัวกระทำ เช่น มอเตอร์ กระบอกสูบ เครน แม่แรง เป็นต้น ของไหลที่เป็นตัวกลางในการส่งถ่ายพลังงานที่นิยมใช้ในภาคอุตสาหกรรมและการก่อสร้าง คือ น้ำมันไฮดรอลิก ซึ่งมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ไม่สามารถอัดตัวได้ทำให้การส่งถ่ายกำลังมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบไฮดรอลิกที่มีในรถหัวจักรชักลากนี้ติดตั้งเพื่อควบคุมการปลดเบรกและเบรกของชุดเบรกสมรรถนะสูงเท่านั้น

2.5.1 อุปกรณ์เบื้องต้นของระบบไฮดรอลิกในรถหัวจักรชักลาก

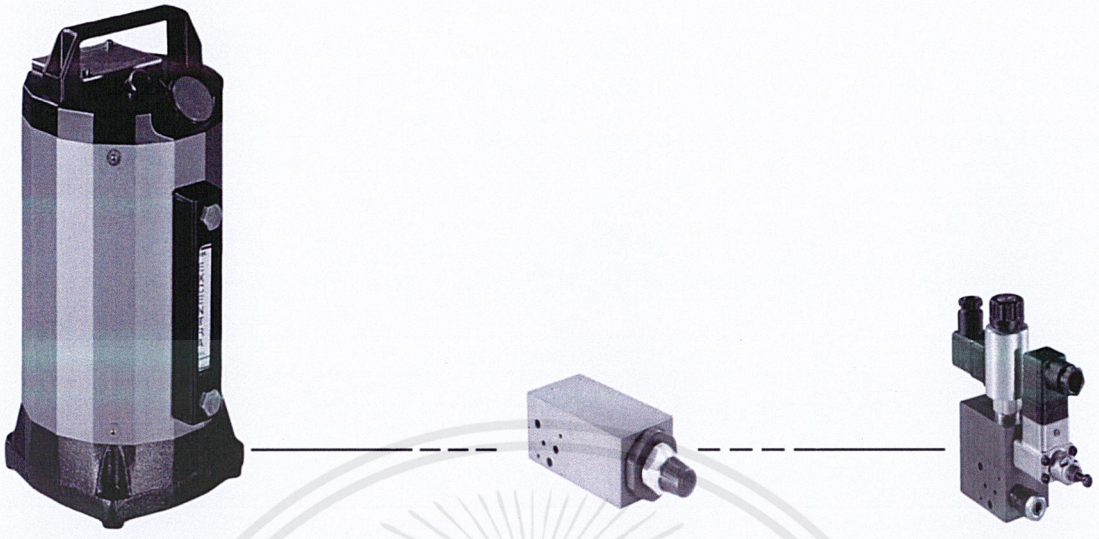
1. ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขับของไหลเข้าสู่ระบบ ซึ่งในระบบไฮดรอลิกของรถหัวจักรชักลากมีปั๊มไฮดรอลิกทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่

- ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติ (Automatic pump) [10] เป็นปั๊มที่ทำงานอัตโนมัติซึ่งถูกควบคุมด้วยสวิตช์ความดัน (Pressure switch) สั่งการโดย PLC โดยเริ่มปั๊มทันทีเมื่อมีสัญญาณจาก PLC และจะหยุดปั๊มก็ต่อเมื่อความดันถึง 150 บาร์ ตามที่ตั้งไว้ที่สวิตช์ความดัน



รูปภาพที่ 2.22 ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติ

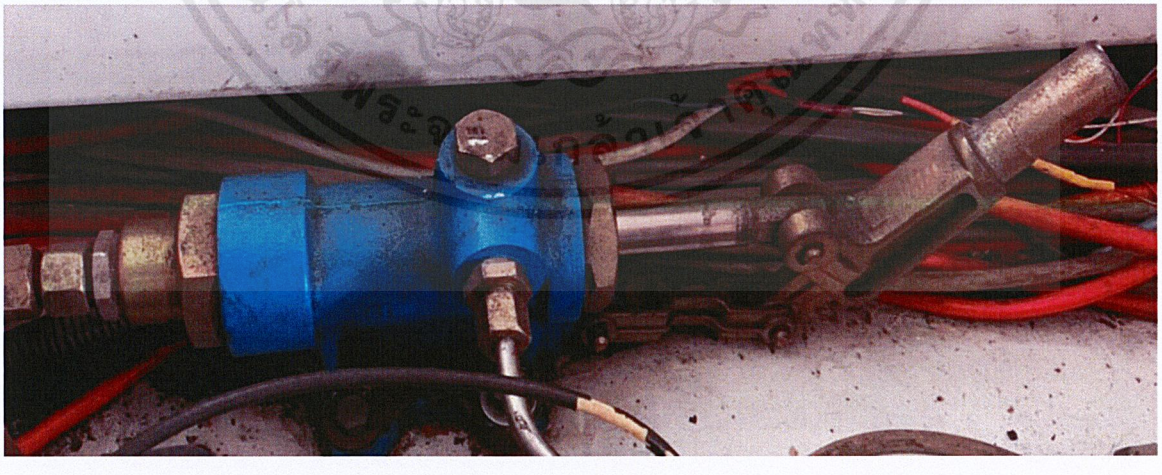
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.23 ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของปั๊ม

จากรูปภาพที่ 2.26 คือรูปภาพแสดงปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของปั๊ม ประกอบไปด้วย Pressure switch เป็นส่วนประกอบสำคัญในการควบคุมการทำงานของปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะอธิบายถึงเรื่องการควบคุมของ Pressure switch ในหัวข้อถัดไป

- ปั๊มไฮดรอลิกแบบมือโยก (Hand pump) เป็นปั๊มที่ใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉินเมื่อปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติไม่ทำงาน ผู้ใช้งานจะต้องใช้ปั๊มชนิดนี้ในการเพิ่มความดันให้ถึงค่าที่ต้องการใช้งาน



รูปภาพที่ 2.24 ปั๊มไฮดรอลิกแบบมือโยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถังน้ำมัน (Tank) ใช้สำหรับกักเก็บของไหลที่ใช้ภายในระบบ

3. วาล์วกันกลับ (Check valve) เป็นวาล์วที่ทำหน้าที่บังคับให้การไหลของน้ำมันเป็นไปในทิศทางเดียว ไม่ให้เกิดการไหลย้อนกลับเพื่อป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบได้

4. ฟิลเตอร์หรือชุดกรองน้ำมัน (Filter) มีหน้าที่กรองสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมไม่ให้เข้าไปในระบบ

5. วาล์วเปิด-ปิด (Shut off valve) มีหน้าที่เปิด-ปิด การไหลของน้ำมัน

6. วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 (2/2 Directional control valve) วาล์วที่ควบคุมทิศทางการไหลได้ทั้งหมด 2 ทิศทาง

7. โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid) มีหน้าที่ควบคุมทิศทางการไหลโดยการสั่งงานด้วยคอยด์ไฟฟ้า

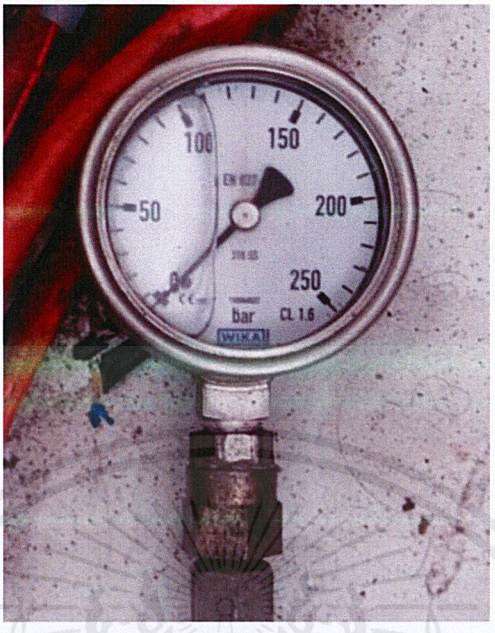
8. อุปกรณ์การทำงาน (Actuator) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานของไหลให้เป็นพลังงานกล เช่น ลูกสูบ

9. ท่อไฮดรอลิก (Hydraulic pipe) ทำหน้าที่ส่งผ่านของไหลไปตามอุปกรณ์ต่าง ๆ

10. น้ำมันไฮดรอลิก (Hydraulic oil) เป็นตัวกลางที่ใช้ในการถ่ายทอดพลังงานไปยังส่วนต่าง ๆ ของระบบ และยังช่วยระบายความร้อนภายในระบบ

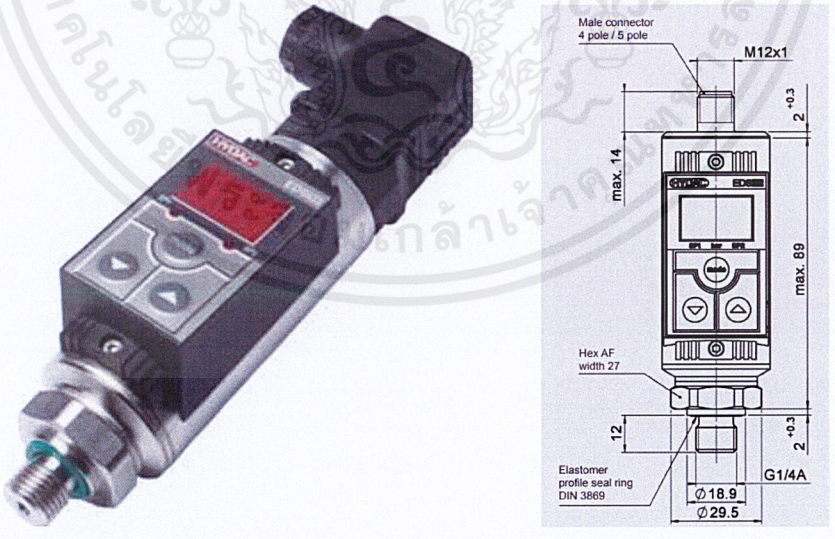
11. เกจวัดความดัน (Pressure gauge) อุปกรณ์ที่สามารถวัดและควบคุมความดันแบบเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.25 เกจวัดความดัน

12. อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันแบบดิจิตอล (Pressure sensor) [13] อุปกรณ์ที่สามารถวัดและควบคุมความดันซึ่งจะแสดงผลผ่านหน้าจอดิจิตอล (Digital display) และสามารถส่งสัญญาณเข้า PLC ให้ PLC สามารถรับรู้ถึงแรงดันไฮดรอลิก



รูปภาพที่ 2.26 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันแบบดิจิตอล

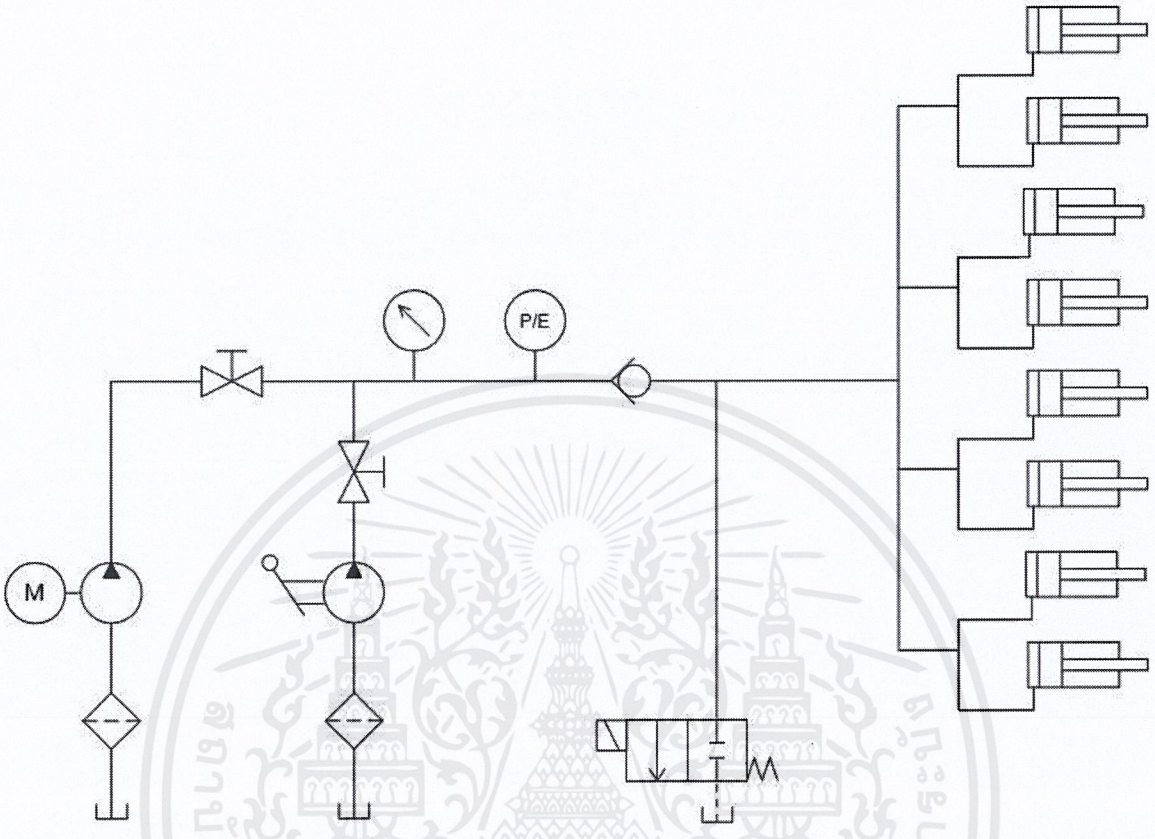
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) [11]

สวิตช์ความดัน คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบเมื่อความดันเกิดความเปลี่ยนแปลงสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับความดันเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นิยมใช้มากในระบบควบคุมความดันของหม้อไอน้ำ ปั๊มไฮดรอลิก เป็นต้น ถือว่าเป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยชนิดหนึ่ง นอกเหนือไปจากวาล์วระบายความดัน ซึ่งสวิตช์ความดันในระบบไฮดรอลิกของรถหัวจักรชักลากนี้ทำหน้าที่ควบคุมสั่งการให้ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตโนมัติทำงานและหยุดทำงาน สั่งการโดย PLC โดยเริ่มปั๊มทันทีเมื่อมีสัญญาณจาก PLC และจะหยุดปั๊มก็ต่อเมื่อความดันถึง 150 บาร์ ตามที่ตั้งไว้ที่สวิตช์ความดัน โดยการระบายน้ำมันไฮดรอลิกออกจากระบบกลับถังน้ำมัน จะอาศัยวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 ขณะปลดเบรกแรงดันไฮดรอลิกจะคงที่ที่ 100-150 บาร์ ซึ่งสถานะของวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 จะเป็นแบบปกติเปิด (Normally open) ตลอดเวลา และเมื่อรถหัวจักรชักลากทำการเบรก น้ำมันไฮดรอลิกทั้งหมดในระบบจะระบายกลับถังน้ำมัน สถานะของวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 จะเป็นแบบปกติปิด (Normally close)

รูปภาพที่ 2.27 สวิตช์ความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.28 วงจรไฮดรอลิกของระบบเบรกสมรรถนะสูง
(Hydraulics circuit of high performance brake)

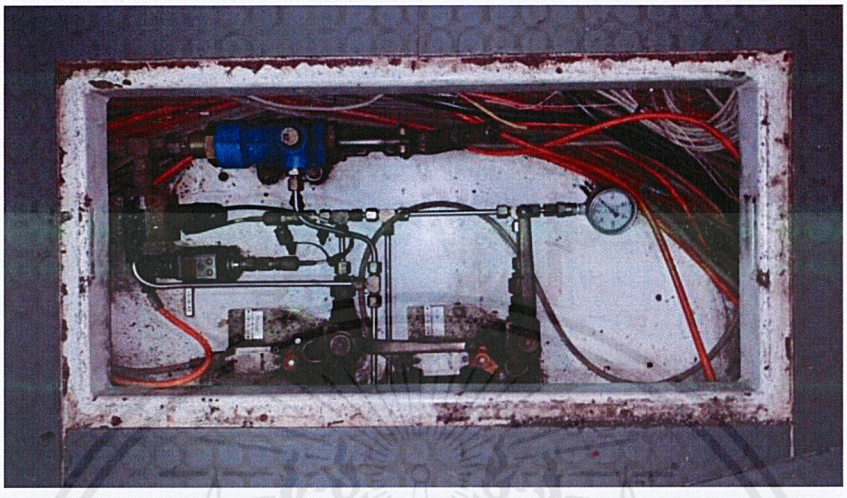
2.7 ขั้นตอนการ Bypass High Performance Brake แบบเดิม

ขั้นตอนการทำงาน เมื่อเกิดเหตุรถหัวจักรลากจูงไม่สามารถขับเคลื่อนได้ ทางคนขับรถไฟจะแจ้งปัญหามาทางแผนก Depot Workshop Equipment (DWE) หลังจากนั้นทางแผนกและคนขับจะร่วมกันวิเคราะห์ถึงปัญหาว่าเกิดมาจากอะไรหากพบว่าปัญหาเกิดมาจาก High Performance Brake ไม่ส่งสัญญาณปลดเบรก ช่างเทคนิคของแผนกก็จะขอใบอนุญาตทำงานเพื่อลงไปทำงานในอุโมงค์

เมื่อทางช่างเทคนิคลงไปถึงหน้างานก็จะทำการ Bypass High Performance Brake ด้วยขั้นตอนและวิธีการตามที่ระบุไว้ใน Procedure โดยขั้นตอนการทำบายพาส เป็นดังนี้

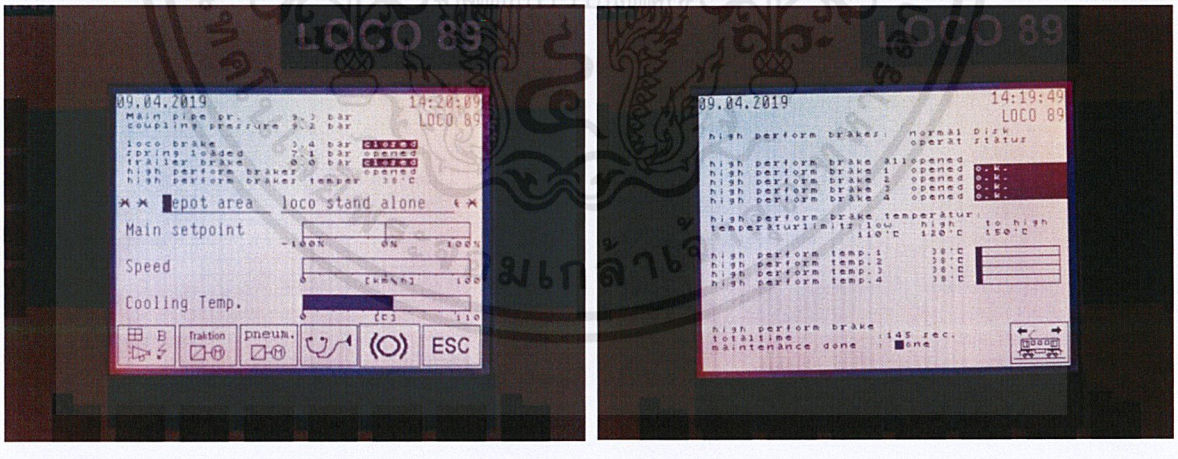
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบรอยรั่วของระบบไฮดรอลิก โดยการสังเกตแรงดันที่หน้าปัดของอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน ขณะทำงานปั๊มทำงานปกติต้องอยู่ในเกณฑ์ 100-150 บาร์ ดังรูปภาพที่ 2.32



รูปภาพที่ 2.29 ระบบไฮดรอลิกของเบรกสมรรถนะสูง

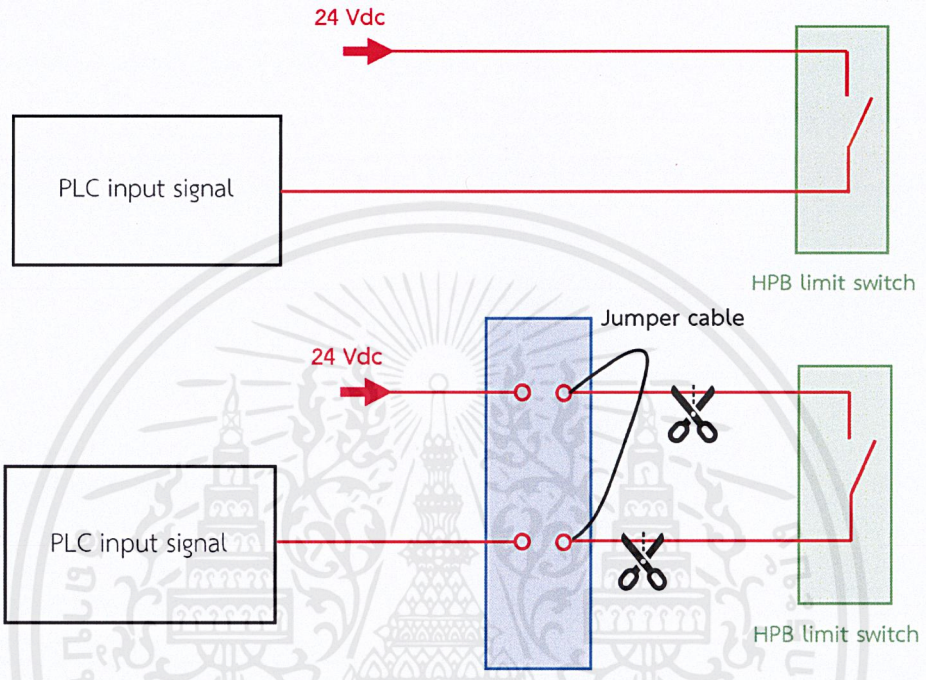
ขั้นตอนที่ 2 ต้องแน่ใจว่าสัญญาณปลดเบรกตัวใดที่มีปัญหา โดยตรวจสอบจากสัญลักษณ์บนจอแสดงผล ดังภาพที่ 2.30 (ซ้าย) และต้องแสดงสถานะปลดเบรกทุกตำแหน่งเท่านั้น ดังภาพที่ 2.30 (ขวา)



รูปภาพที่ 2.30 จอแสดงสถานะของระบบเบรกสมรรถนะสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 ทำการบายพาส สัญญาณเฉพาะตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ทำงานผิดพลาดเท่านั้น โดยนำสายไฟสัญญาณเดิมออก จากนั้นให้ใช้สายสัญญาณที่เตรียมไว้ ต่อรับไฟ 24 VDC เข้าไปยังสัญญาณขาเข้าของ PLC โดยตรง



รูปภาพที่ 2.31 แสดงวิธีการบายพาสสัญญาณ

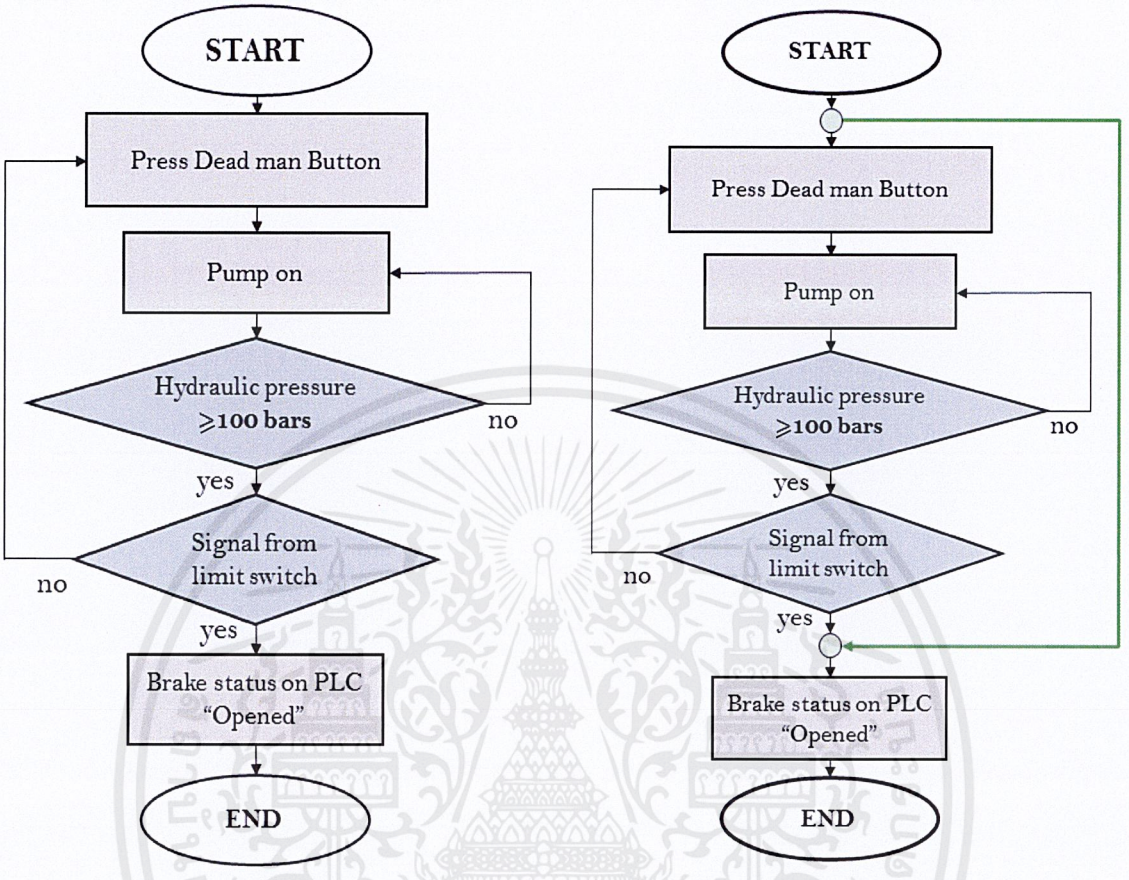
ขั้นตอนที่ 4 สตาร์ทเครื่องยนต์ และทำการตรวจสอบสัญญาณการทำงานของเบรกอีกครั้งตามขั้นตอนในข้อที่ 2

ขั้นตอนที่ 5 หากสัญญาณทุกตัวที่แสดงในจอแสดงผลเป็นปกติ ให้ทำการตรวจสอบแรงดันของไฮดรอลิกอีกครั้งก่อนทำการเคลื่อนรถ

ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบการขับเคลื่อนรถและการเบรก

ขั้นตอนที่ 7 ขณะที่รถเคลื่อนที่ต้องทำการสังเกตแรงดันของไฮดรอลิกตลอดเวลาให้อยู่ในเกณฑ์ 100-150 bar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.32 Flowchart แสดงขั้นตอนการเบรกแบบสถานะปกติ (ซ้าย), Flowchart แสดงขั้นตอนการบายพาสแบบเดิม (ขวา)

จากวิธีการบายพาสแบบเดิมและ Flowchart แสดงขั้นตอนการบายพาสแบบเดิมที่ทำอยู่ในปัจจุบันนี้ สามารถสังเกตได้ว่าการบายพาส เป็นการเชื่อมตำแหน่งของทางของกระแสไฟฟ้าให้เชื่อมถึงกันเท่านั้น แต่ไม่ได้มีสัญญาณตัวใดที่ไปตรวจสอบหรือรับรู้ถึงแรงดันไฮดรอลิก มีเพียงช่างเทคนิคที่คอยตรวจสอบด้วยตาเปล่า ซึ่งหากเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น เช่น แรงดันไฮดรอลิกไม่ถึงแล้วรถทำการเบรก แต่ในหน้าจอแสดงผลการควบคุมของรถหัวจักรชักลากยังแสดงว่ารถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้อยู่ อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อรถหัวจักรชักลากสูงเพราะหากความดันไฮดรอลิกลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดจะทำให้เบรกทำงานแต่รถยังสามารถเคลื่อนที่ได้ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบเบรก และมอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

วงจรไฟฟ้าคือการนำเอาแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาจ่ายแรงดันและให้กระแสกับโหลด โดยผ่านลวดตัวนำและใช้สวิตซ์ในการเปิดปิดวงจรเพื่อตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด ในทางปฏิบัติจะมีฟิวส์ในวงจรเพื่อป้องกันปัญหาข้อผิดพลาดที่จะเกิดกับวงจรและอุปกรณ์ วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นที่ควรศึกษามีอยู่ 3 ลักษณะคือ วงจรอนุกรม วงจรขนาน และวงจรผสมโดยองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า มีดังนี้

2.8.1 องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

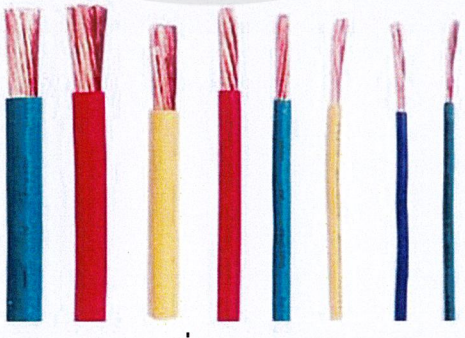
2.8.1.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power supply)

คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันและกระแสให้กับวงจรเช่น แบตเตอรี่, ถ่านไฟฉาย, เครื่องจ่ายไฟไดนาโม และเจนเนอร์เรเตอร์ เป็นต้น

รูปภาพที่ 2.33 ตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟฟ้า

2.8.1.2 ลวดตัวนำ (Conductor)

อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า จากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง เพื่อจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด ลวดตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุดคือ เงิน แต่เนื่องจากเงินมีราคาแพงมาก จึงนิยมใช้ทองแดงซึ่งมีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าได้ดีพอสมควรและราคาไม่แพงมากนัก นอกจากนี้ยังมีโลหะชนิดอื่น ๆ ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เช่น ทองคำ, ดีบุก, เหล็ก เป็นต้น



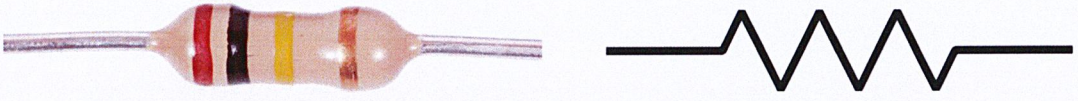
รูปภาพที่ 2.34 ลวดตัวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.3 โหลดหรือภาระทางไฟฟ้า (Load)

อุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาต่อในวงจรเพื่อใช้งาน

- ตัวต้านทาน (Resistor) ทำหน้าที่ต้านทานการไหลของไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)



รูปภาพที่ 2.35 ตัวต้านทาน และสัญลักษณ์ตัวต้านทาน

- ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นแหล่งเก็บพลังงานที่อยู่ในรูปประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น ฟารัด (F)

รูปภาพที่ 2.36 ตัวเก็บประจุ และสัญลักษณ์ตัวเก็บประจุ

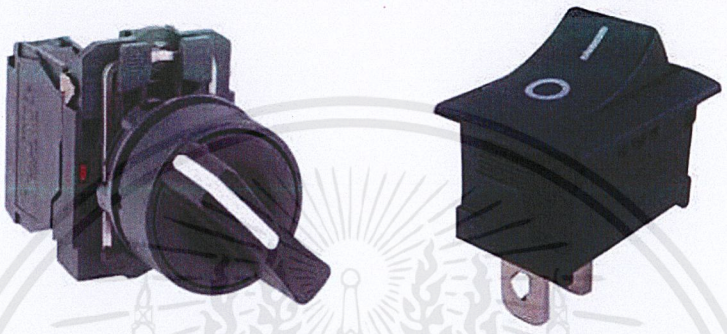
- ตัวเหนี่ยวนำ (inductor) ทำหน้าที่ป้องกันการเปลี่ยนแปลงการไหลของกระแสไฟฟ้า สร้างขึ้นจากขดลวดตัวนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็นเฮนรี่ (H)

รูปภาพที่ 2.37 ตัวเหนี่ยวนำ และสัญลักษณ์ตัวเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.4 สวิตซ์ (Switch)

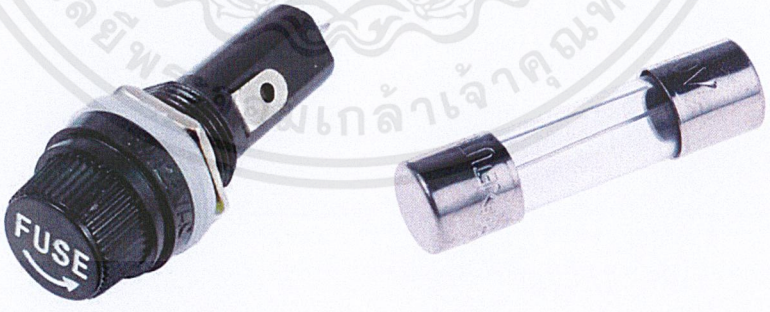
อุปกรณ์ที่ใช้ในการปิดหรือเปิดวงจร ในกรณีที่เปิดวงจรก็จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับโหลด ในทางปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้า จะต้องต่อสวิตซ์เข้าไปในวงจรเพื่อทำหน้าที่ตัดต่อและควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า



รูปภาพที่ 2.38 สวิตซ์ที่ใช้ในวงจร

2.8.1.5 ฟิวส์ (Fuse)

คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้วงจรไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ได้รับความเสียหายเนื่องจากการทำงานผิดปกติของวงจรเช่น โหลดเกิน หรือ เกิดการลัดวงจร เมื่อเกิดการผิดปกติเรียกว่าการฟิวส์ขาด

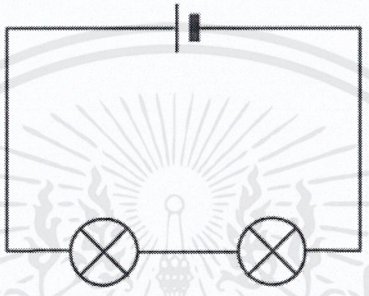


รูปภาพที่ 2.39 ฟิวส์ที่ใช้ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit)

คือ การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลผ่านโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงเส้นทางเดียว มีคุณสมบัติคือ กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย แต่ว่าแรงดันที่ตกคร่อมละชิ้นเมื่อรวมกัน จะมีแรงดันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร



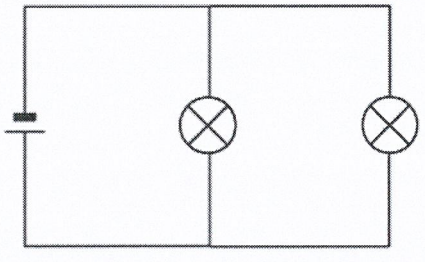
รูปภาพที่ 2.40 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

2.8.2.1 คุณสมบัติที่สำคัญของการต่ออนุกรม

- กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเท่ากันและมีทิศทางเดียวกันตลอดทั้งวงจร
- ความต้านทานรวมของวงจรจะมีค่าเท่ากับผลรวมของความต้านทานแต่ละตัวในวงจรรวมกัน
- แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร เมื่อนำมารวมกันแล้วจะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด

2.8.3 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit)

การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลแยกเป็นหลายทางผ่านโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว มีคุณสมบัติคือ กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าย่อยที่ไหลในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร



รูปภาพที่ 2.41 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.1 คุณสมบัติที่สำคัญของการต่อขนาน

- กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรขนาน จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าย่อยที่ไหลในแต่ละสาขาของวงจรรวมกัน
- แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจร จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด
- ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานตัวที่น้อยที่สุดที่ต่ออยู่ในวงจร

2.9 การควบคุมซีเควนซ์ (Sequence Control) [3]

ซีเควนซ์ (Sequence) คือ สิ่งที่เกิดขึ้นต่อเนื่อง หรือลำดับการเกิดขึ้นของปรากฏการณ์

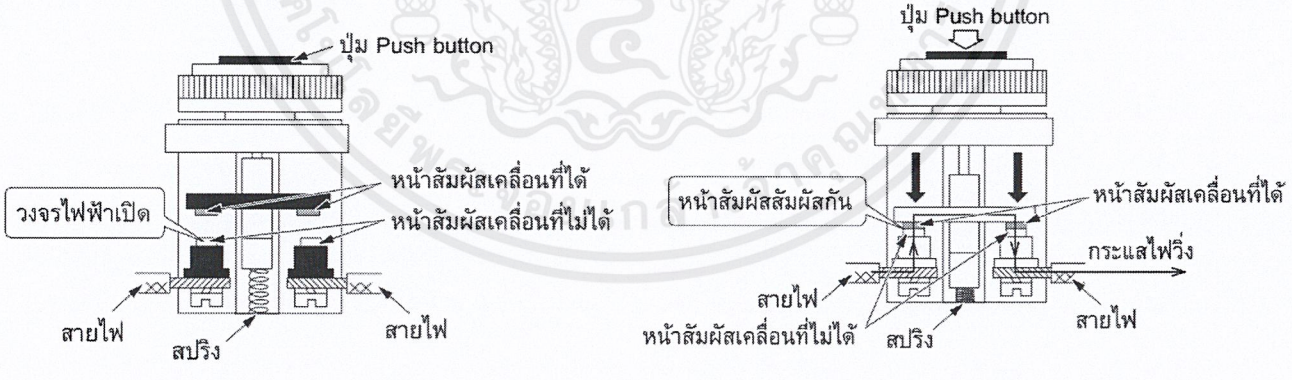
2.9.1 โครงสร้างการควบคุมซีเควนซ์

ในกรณีที่ต้องใช้การควบคุมเป็นแบบ PLC จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ดังนี้ได้แก่ อุปกรณ์ที่บังคับการใช้งานด้วยคน อุปกรณ์ที่แจ้งสภาพของเครื่องจักรให้คนทราบ อุปกรณ์สำหรับตรวจสภาพของเครื่องจักร อุปกรณ์สำหรับทำให้เครื่องจักรเคลื่อนที่

2.9.2 หน้าสัมผัสประเภทต่าง ๆ

หน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (N.O. Contacts) จะเป็นชื่อเรียกของหน้าสัมผัส (Contact) ที่มีสถานะเปิด และเมื่อมีคำสั่ง หรือมีการกระตุ้นหน้าสัมผัส (Contact) ก็จะทำการปิดลง

การทำงาน ในกรณีที่เป็นปุ่ม Button Switch เมื่อไม่กดปุ่ม Button Switch ตัวหน้าสัมผัสจะเปิด และจะปิดเมื่อมีการกดปุ่ม

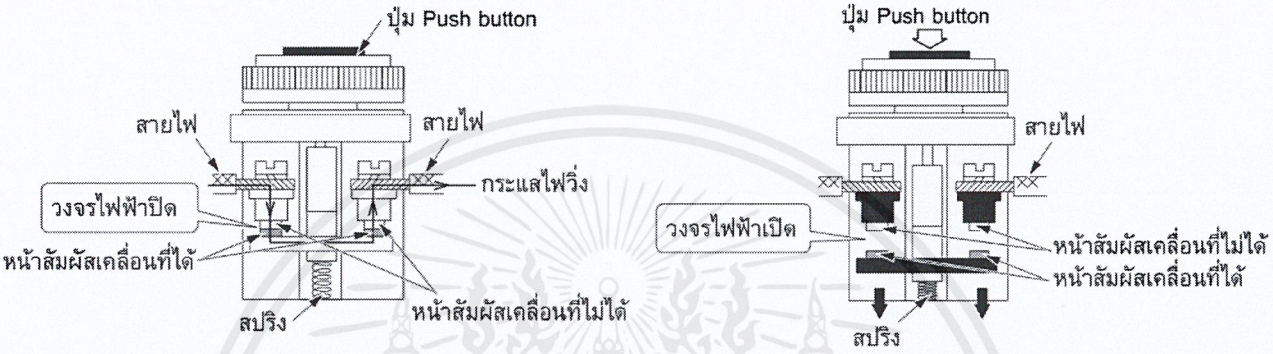


รูปภาพที่ 2.42 ตัวอย่างหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสแบบปกติปิด (N.C. Contacts) คือหน้าสัมผัส ที่ปกติจะเป็นสถานะปิด เมื่อได้รับคำสั่ง หรือมีการกระตุ้นหน้าสัมผัส (Contact) จะทำการเปิด

การทำงาน ในกรณีที่เป็นปุ่ม Button Switch เมื่อไม่ได้กดปุ่ม Button Switch ตัวหน้าสัมผัสจะปิด และจะเปิดเมื่อมีการกดปุ่ม



รูปภาพที่ 2.43 ตัวอย่างหน้าสัมผัสแบบปกติปิด

2.10 PLC (Programmable logic Control) [7]

ชุดควบคุมลอจิกแบบโปรแกรมได้ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่าง ๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือการเดินสายและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่งยาก และเมื่อใช้งานไปเป็นเวลานานหน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อมทำให้ขาดเสถียรภาพในการควบคุม ดังนั้นจึงมีการใช้ PLC มาทดทดวงจรรีเลย์เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่าสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์ อินพุต/เอาท์พุต ได้โดยตรง นอกจากนั้นเพียงแค่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่ก็สามารถทำได้โดยแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น

ในปัจจุบันนอกจาก PLC จะใช้งานแบบเดี่ยวแล้ว ยังสามารถต่อ PLC หลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่า PLC มีความยืดหยุ่นมากกว่ารีเลย์แบบเก่า ดังนั้นในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

ระบบควบคุมของรถหัวจักรชักลากเกือบทั้งหมดจะใช้ PLC ของบริษัท Siemens รุ่น Simatic S7-300 เป็นชุดควบคุม โดยจะมีเฉพาะอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยเท่านั้นที่จะควบคุมโดยใช้สวิตช์หน้าสัมผัส ตัวอย่างเช่น ระบบหยุดฉุกเฉิน เป็นต้น ชุดแปลงกระแสไฟฟ้าขับเคลื่อนถูกควบคุมด้วย PLC ผ่านทางการเชื่อมต่ออนุกรม ทั้งนี้จะมีการใช้ระบบจ่ายไฟสำรอง UPS ขนาดแรงดันไฟควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24VDC ด้วยชุดโมดุลการแสดงผล OP27(หน้าจอสำหรับควบคุมรถหัวจักรชักลาก) ก็จะมีการเชื่อมแบบอนุกรม และเมื่อสั่งงานผ่านทางปุ่มที่กำหนด รูปภาพแสดงข้อความบกพร่องในปัจจุบันหรือข้อความแสดงความบกพร่องที่เกิดขึ้นล่าสุด นอกจากนี้ ระบบจะมีอุปกรณ์บักทึกความบกพร่องที่เกิดขึ้นด้วย แต่ในรูปเล่มฉบับนี้ในเรื่องของทฤษฎีและการออกแบบแบบจำลองการเบรกของระบบเบรกสมรรถนะสูงและการออกแบบโปรแกรมการบายพาสเพิ่มเติมของ PLC ที่กล่าวถึงในเล่มจะใช้ PLC ของบริษัท Mitsubishi Electric ซึ่งคือโปรแกรม GX Work3 และ โปรแกรม GT Designer3 เนื่องจากตัวโปรแกรม PLC ของ Siemens รุ่น Simatic S7-300 ทางคณะผู้จัดไม่สามารถจัดหาได้และมีเงื่อนไขจำกัดของบริษัทที่จะให้โปรแกรม

2.10.1 ส่วนประกอบของ PLC

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรม PLC จะประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมสำหรับ PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบของชุดโปรแกรมมักจะรวมกันเป็นเครื่องเดียวแล้วจึงโปรแกรมเข้าไปตามที่ต้องการ

2.10.1.1 ภาคอินพุต (Input)

ภาคอินพุตทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลเพื่อไปทำการประมวลผลในตัวโปรแกรม โดยสัญญาณขาเข้านั้นจะถูกแปลงไปเป็นสัญญาณที่เหมาะสมไม่เช่นนั้นจะทำให้ซีพียูเสียหายได้ อุปกรณ์อินพุตที่ส่งสัญญาณออกมาในลักษระ เปิด-ปิด หรือ 0-1 จะสามารถใช้ได้กับ PLC ที่รับสัญญาณดิจิตอลเท่านั้น ส่วนสัญญาณอินพุตที่เป็นแบบอนาล็อกจะต้องต่อเข้ากับภาคอินพุตที่เป็นอนาล็อก

2.10.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

ซีพียูทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุม ซึ่งเปรียบเป็นหัวสมองของระบบ ซีพียูจะประกอบไปด้วยลอจิกเกทต่าง ๆ และมี Microprocessor เพื่อสำหรับออกแบบวงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก ซีพียูจะยอมรับข้อมูลอินพุด จากอุปกรณ์ให้สัญญาณต่าง ๆ ต่อจะทำการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งจ่ายกระไฟตรงเพื่อใช้สำหรับแรงดันต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1.3 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำของ PLC ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกออกแบบเป็นบิดข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิตจะมีสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง

2.10.1.4 ภาคเอาท์พุต (Output)

ภาคเอาท์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้ได้ผลรับตามที่โปรแกรมเอาไว้ ส่วนของเอาท์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน

2.10.2 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่าง ๆ ออกเป็น 5 แบบ คือ

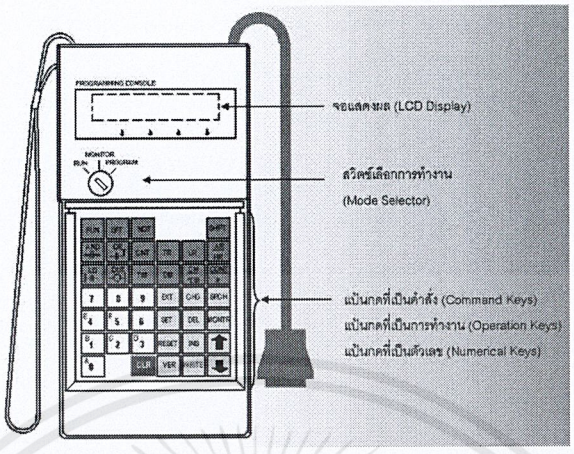
1. Ladder Diagram Language
2. Sequential Flow Chart Language
3. Function Block Diagram Language
4. Instruction List Language (Statement List Language)
5. Structure Text Language

2.10.3 อุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม [8]

การสั่งให้ PLC ทำงาน จะต้องป้อนโปรแกรมให้กับ PLC ก่อน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

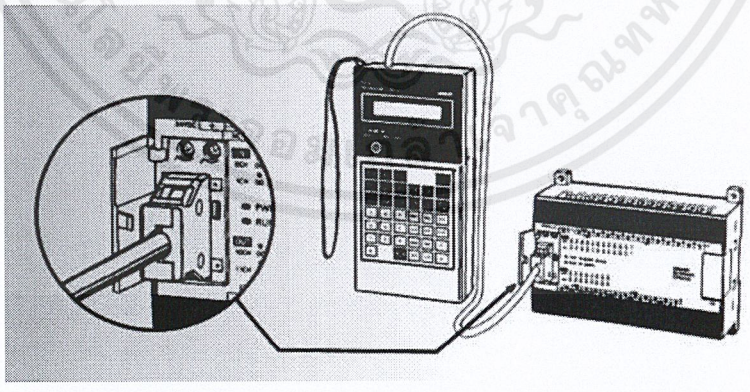
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3.1 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand held Programmer)



รูปภาพที่ 2.44 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand held Programmer)

การเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยการใช้ Hand Held Programmer ภาษาที่ใช้จะเป็นภาษา Statement List เช่นคำสั่ง LD AND OR ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐาน สามารถเรียกใช้งานโดยการกดปุ่มที่อยู่ที่ตัว Hand Held Programmer นั้น แต่เมื่อต้องการใช้งานฟังก์ชันอื่น ๆ ที่มีอยู่ใน PLC สามารถเรียกใช้งานได้โดยการกดปุ่มเรียกใช้คำสั่งพิเศษ ซึ่งวิธีการใช้งาน Hand Held Programmer ต้องศึกษาจากคู่มือของยี่ห้อนั้นต่อไป การใช้ Hand Held Programmer มีข้อดีตรงที่มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย สามารถพกพาได้สะดวกเนื่องจากมีขนาดเล็ก แต่ก็มีข้อเสียคือในการใช้งานผู้ใช้ต้องต้องศึกษาวิธีการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านี้ว่ามีวิธีการกดอย่างไรถึงจะสั่งงาน PLC ได้

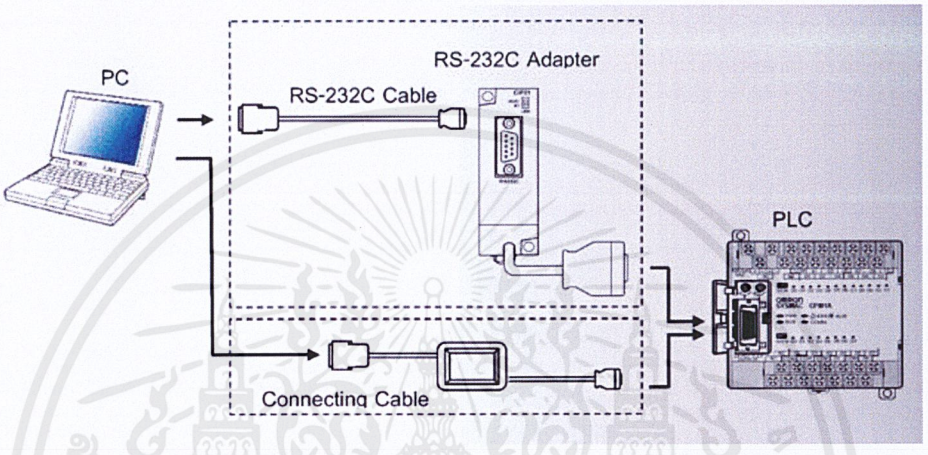


รูปภาพที่ 2.45 การต่อ hand held programmer เข้ากับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.3.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer : PC)

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือนิยม เรียกว่า เครื่อง PC สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC ได้ โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ยี่ห้อนั้น เช่น PLC ของ Mitsubishi จะใช้ซอฟต์แวร์ GX Works3 ในการเขียน Ladder Diagram และใช้ซอฟต์แวร์ GT Designer3 ในการ Simulate ออกมาเป็นหน้าจอเสมือนจริง



รูปภาพที่ 2.46 การต่อ Personal Computer เข้ากับ PLC

ข้อดีของการใช้เครื่อง PC ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC คือ ใช้งานง่าย จะเห็นว่าการเขียนโปรแกรมเป็นภาษา Ladder Diagram จะเป็นการนำสัญลักษณ์ต่าง ๆ เข้ามาใช้แทนการเขียนคำสั่ง ทำให้เข้าใจง่าย เพียงแต่คลิกเลือกสัญลักษณ์ต่าง ๆ จากส่วนที่เป็น Drawing Tool นอกจากนั้นยังมีเมนูต่าง ๆ ให้เลือกใช้งานซึ่งง่ายกว่าการใช้งาน Hand Held Programmer

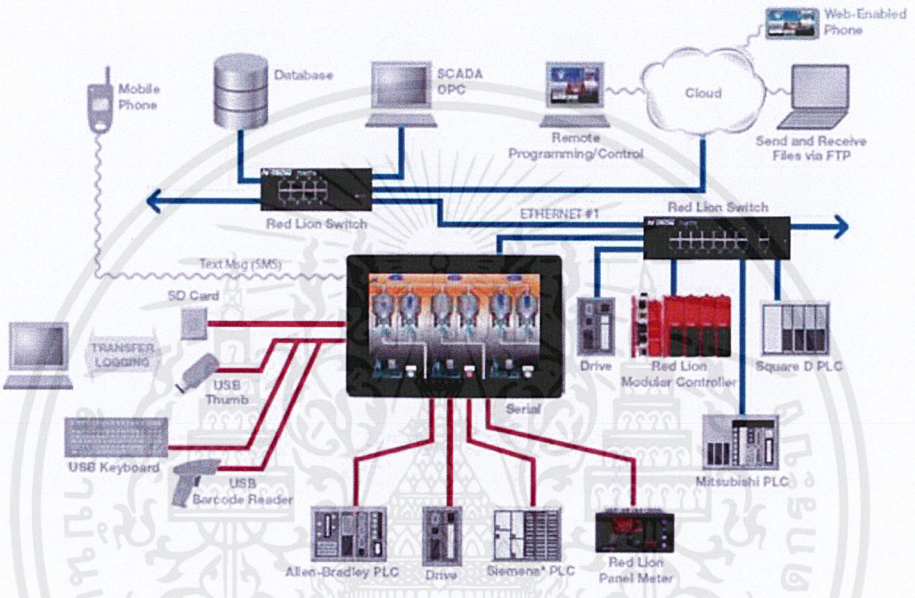
ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC สามารถทำได้ 2 วิธีคือ Hand Held Programmer และการใช้เครื่อง PC ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้งาน

2.10.4 Human Machine Interface (HMI) [5]

การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกว่า HMI Human Machine Interface โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ ในการติดต่อระหว่างเครื่องใช้งานกับเครื่องจักรเพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI รวมไปถึง SCADA เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่าง ๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญงานอุตสาหกรรม ในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือ 14 จอแสดงผลต่าง ๆ โดยให้ PLC สั่งงานไปเครื่องจักรอีกทีเพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่าง ๆ ในไลน์ผลิตโดยที่ทาง Energy Scope เลือกใช้ HMI ที่เชื่อมต่อกับ PLC ต่าง ๆ ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232, MODBUS, PROFIBUS, ETHERNET) และ สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้สะดวกในการใช้งานมากขึ้น



รูปภาพที่ 2.47 การเชื่อมต่อ HMI รูปแบบต่าง ๆ

คุณสมบัติของ HMI ในส่วนของฮาร์ดแวร์

1. การสื่อสาร (Communicate) สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่น ๆ ในลักษณะแบบดิจิตอล โดยมีรูปแบบของสัญญาณ ให้เลือกหลายแบบและสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่าง ๆ โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวก็สามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดายผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต, LAN หรือ Wireless

2. การเก็บค่า (Collect) สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่าง ๆ ในรูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data logger) ผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้อย่างง่ายดายทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้อยู่ ในหน้างานไลน์ผลิต

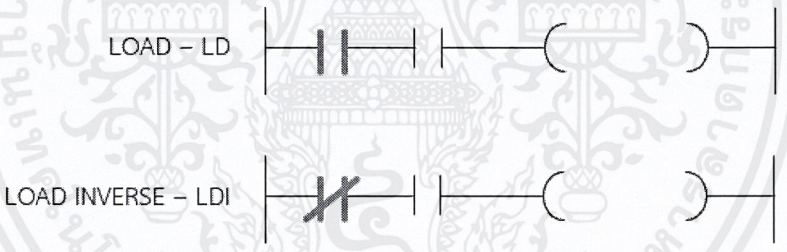
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเชื่อมต่อ (Connect)

- สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการดูค่าหรือควบคุมกระบวนการผลิตจากระยะไกล โดยการเชื่อมต่อผ่านมือถือหรือแท็บเล็ต
- ใช้เว็บบราวเซอร์มาตรฐานตัวใดก็ได้ในการดูค่าหรือควบคุม โดยหน้าจอแสดงผลแสดงหน้าตาเสมือนว่าอยู่ตรงหน้า
- สามารถส่งข้อความ SMS หรือ อีเมลแจ้งเตือนให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง
- สามรถดูค่าที่หน้าจอ, ค่าที่บันทึกไว้ใน Memory Card หรือควบคุมแก้ไขเปลี่ยนค่าได้ แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

2.10.5 คำสั่งพื้นฐาน (Mitsubishi) [5]

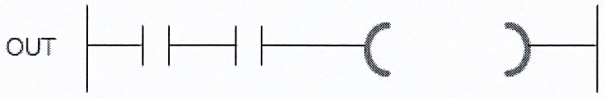
2.10.5.1 N.O. Contact, N.C. Contact, Out instruction, End instruction



รูปภาพที่ 2.48 คำสั่ง Load (LD) และ Load Inverse (LDI)

- Load (LD) คือ คำสั่งสำหรับ Bus connection สำหรับหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O. Contact)
- Load Inverse (LDI) คือ คำสั่งสำหรับ Bus connection สำหรับหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C. Contact)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



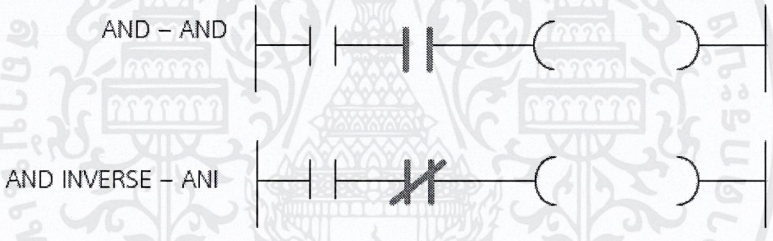
รูปภาพที่ 2.49 คำสั่ง Out

- Out instruction (OUT) คือ คำสั่งสำหรับเคลื่อนที่ Coil

รูปภาพที่ 2.50 คำสั่ง End

- End instruction (END) คือ คำสั่งที่ใช้เมื่อสิ้นสุดโปรแกรม

2.10.5.2 Series connection

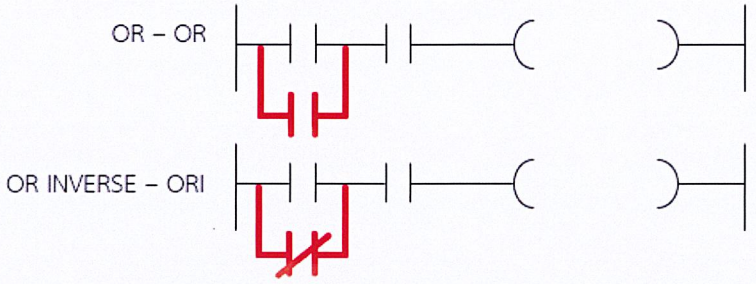


รูปภาพที่ 2.51 คำสั่ง And (AND) และ And Inverse (ANI)

- And (AND) คือ คำสั่งเชื่อมต่อหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O. Contact)
- And Inverse (ANI) คือ คำสั่งเชื่อมต่อหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C. Contact)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

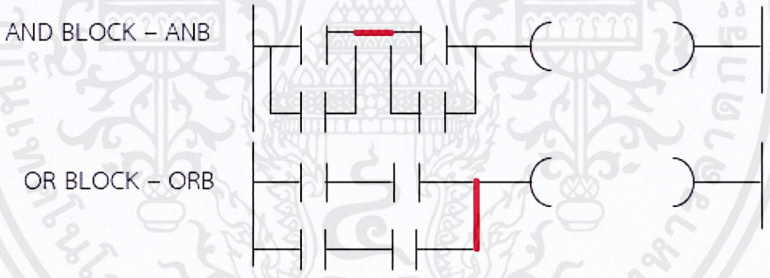
2.10.5.3 Parallel connection



รูปภาพที่ 2.52 คำสั่ง Or (OR) และ Or Inverse (ORI)

- Or (OR) คือ คำสั่ง Parallel connection Instruction สำหรับหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O. Contact)
- Or Inverse (ORI) คือ คำสั่ง Parallel connection Instruction สำหรับหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C. Contact)

2.10.5.4 Series และ Parallel connection



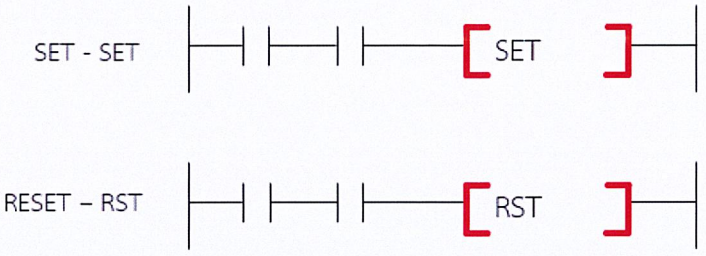
รูปภาพที่ 2.53 คำสั่ง And Block (ANB) และ Or Block (ORB)

- And (AND) คือ คำสั่งเชื่อมต่อหน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O. Contact)
- And Inverse (ANI) คือ คำสั่งเชื่อมต่อหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C. Contact)

2.10.5.5 SET instruction, RST instruction

เป็นคำสั่งเพื่อขับเคลื่อน Coil เหมือนกับ OUT instruction สำหรับ OUT instruction เมื่อ Contact drive coil เปลี่ยนจาก ON เป็น OFF, OUT instruction ที่สั่ง Coil ก็จะเปลี่ยนเป็น OFF ด้วย เมื่อใช้ Instruction SET ถึง Contact จะเปลี่ยนจาก ON เป็น OFF coil ก็ยังจะ Stand by ON อยู่อย่างนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.54 คำสั่ง SET และ RST

- SET คือ คำสั่งคงสภาพการทำงานของ output
- RST คือ คำสั่งยกเลิกการคงสภาพการทำงานของ output

SET/RST instruction จะใช้กับ เช่น Output relay Y, Auxiliary relay M ในส่วนอื่น ๆ เช่น Counter หรือ Timer ก็ใช้ RST instruction

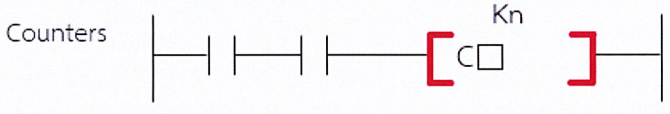
2.10.5.6 Timer circuit

Contact ของ Timers เริ่มทำงานหลังจากเวลาที่กำหนดไว้ (On delay timer) เราจะเรียกเวลาที่กำหนดไว้ว่า Set value จะแสดงสัญลักษณ์ เป็น K ค่า K ที่จะ Set นั้น สามารถ Set ได้ตั้งแต่ 1-32,767 โดยที่ K10 เท่ากับ 1 วินาที

รูปภาพที่ 2.55 รูปแบบคำสั่ง Timers

2.10.5.7 Counter circuit

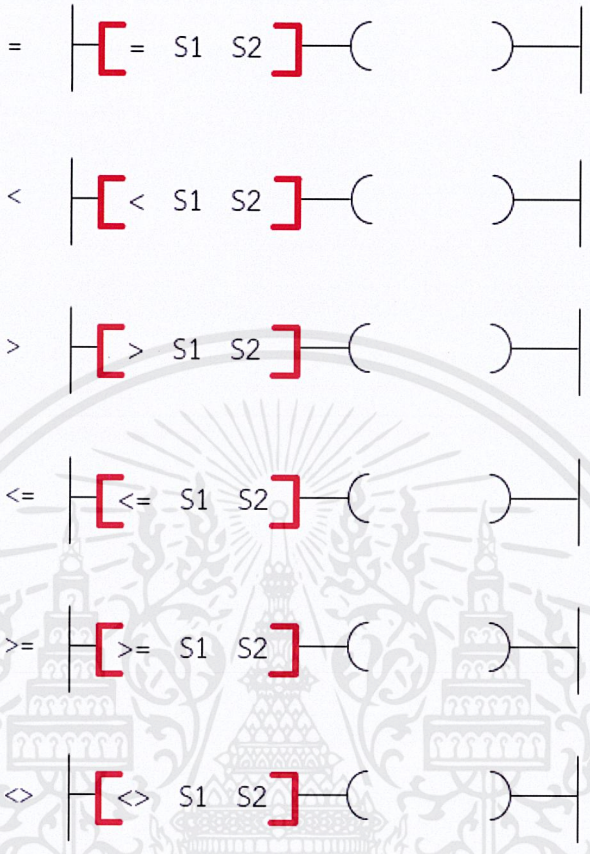
Contact ของ Counter เริ่มทำงานหลังจากจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ เราจะเรียกตัวเลขที่ถูกนับ ว่า Present value จะแสดงสัญลักษณ์ เป็น K ค่า K ที่จะ Set นั้น สามารถ Set ได้ตั้งแต่ 1-32,767



รูปภาพที่ 2.56 รูปแบบคำสั่ง Counters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5.8 Comparing numeric values



รูปภาพที่ 2.57 คำสั่ง Comparing numeric values

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

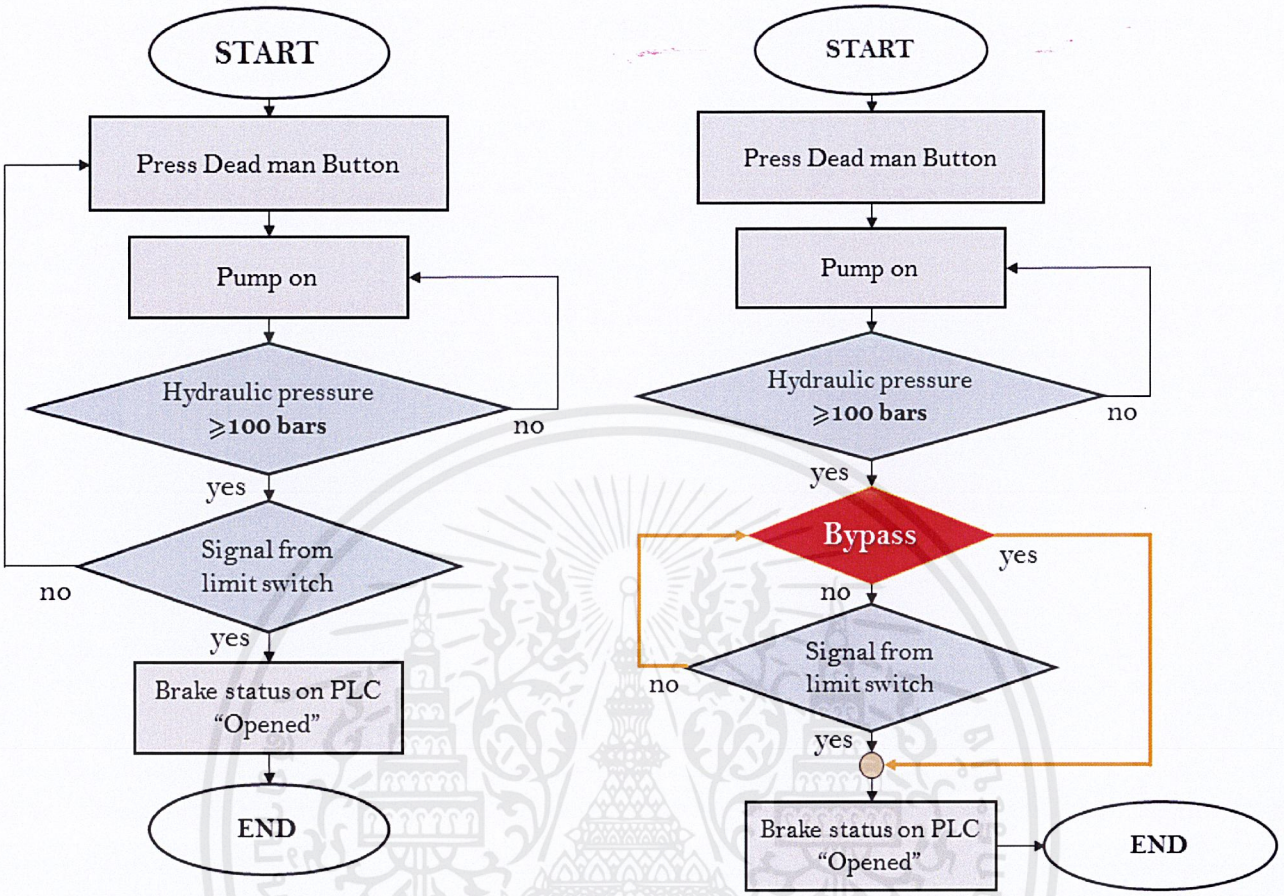
ในตอนเริ่มต้นจะเริ่มวิเคราะห์ ศึกษา และออกแบบวิธีการบายพาสทั้ง 2 วิธีการ โดยจะเริ่มออกแบบวิธีการแรกก่อน ซึ่งก็คือวิธีการบายพาส โดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์

3.1 หลักการและการออกแบบวิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์

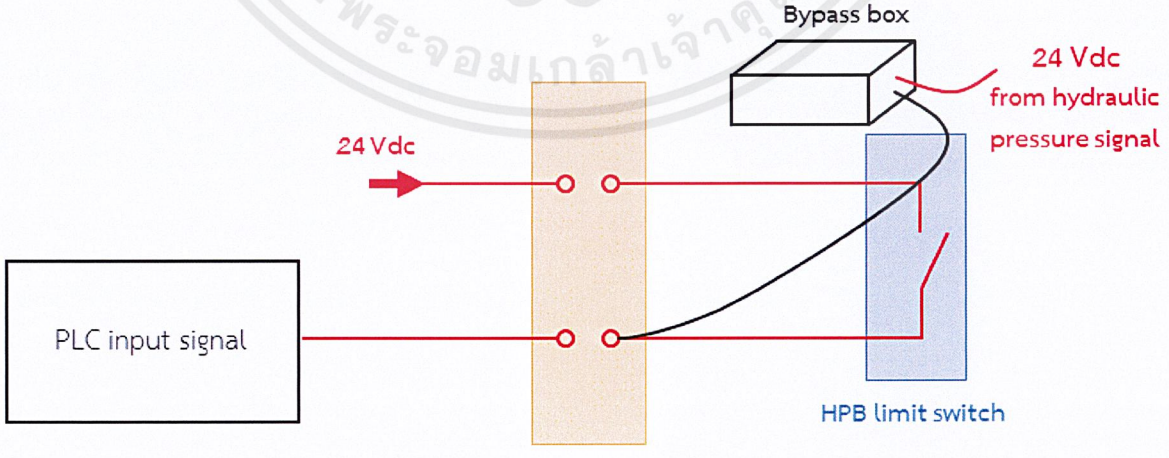
วิธีการบายพาสวิธีแรกที่ออกแบบก็คือ การบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ ซึ่งหลักการในการบายพาส จะสามารถสังเกตได้จากรูปภาพที่ 3.1 คือ Flowchart แสดงขั้นตอนการบายพาส โดยหลักการสำคัญของการบายพาส โดยวิธีนี้คือ ในขั้นตอนแรกชุดบายพาสสวิตซ์จะรับสัญญาณ 24 VDC ของความดันไฮดรอลิกจากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน (Pressure sensor) สัญญาณจะมาก็ต่อเมื่อความดันถึงอย่างน้อย 100 บาร์ ซึ่งก็คือความดันอย่างน้อยที่จะทำให้เบรกของชุดเบรกสมรรถนะสูงเกิดการปลด หลังจากนั้นในชุดบายพาสสวิตซ์ จะมีไฟเลี้ยงอยู่ในวงจรของชุดบายพาสสวิตซ์ ซึ่งทำให้สามารถนำไฟดังกล่าวไปส่งเข้าสัญญาณปลดเบรกที่ PLC ของรถหัวจักรชักลากไม่ได้รับ จากหลักการของชุดบายพาสสวิตซ์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถเห็นได้ชัดว่าวิธีการนี้มีการตรวจสอบความปลอดภัยมากกว่าวิธีการบายพาส แบบเดิมอยู่มาก เพราะวิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ ถ้าหากแรงดันไฮดรอลิกไม่ถึงค่าต่ำสุดที่กำหนดซึ่งใช้ในการปลดเบรก จะทำให้ชุดบายพาสสวิตซ์ไม่ได้รับสัญญาณ 24 VDC จากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน ส่งผลให้ไม่สามารถทำการบายพาสได้ และถ้าหากระหว่างที่บายพาสอยู่แรงดันไฮดรอลิกเกิดลดต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่กำหนดที่ใช้ในการปลดเบรก สัญญาณ 24 VDC ที่ชุดบายพาสสวิตซ์ได้รับมาจะหายไปทันที โดยส่งผลให้ PLC ของรถหัวจักรชักลาก จะไม่อนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนรถหัวจักรชักลากได้ ระบบจะทำการเบรกและมอเตอร์ขับเคลื่อนจะหยุดเคลื่อนที่โดยทันที แต่ถ้าเป็นวิธีการบายพาสแบบเก่า หากเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้น ถึงแม้แรงดันไฮดรอลิกจะลดต่ำลงกว่าค่าที่กำหนด เบรกทำการจับ แต่ PLC ของรถหัวจักรชักลากก็ยังอนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนรถหัวจักรชักลากได้ เพราะยังคงมีแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่ PLC ตลอดเวลา ซึ่งสามารถเห็นได้ชัดเจนว่าวิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ ส่งผลดีต่อระบบเบรกสมรรถสูงและมอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นอย่างมาก โดยที่ระบบเบรกสมรรถนะสูงและมอเตอร์ขับเคลื่อนจะไม่ได้รับความเสียหายและได้รับความเสี่ยงจากสถานการณ์ฉุกเฉินข้างต้น

วิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ ในขั้นตอนแรกจะต้องออกแบบกล่องควบคุม (Control box) ของชุดบายพาสสวิตซ์ และต่อมาต้องทำการออกแบบวงจรไฟฟ้า (Electrical circuit) ภายในกล่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.1 Flowchart แสดงขั้นตอนการเบรกแบบสถานะปกติ (ซ้าย), Flowchart แสดงขั้นตอนการบายพาส โดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ (ขวา)



รูปภาพที่ 3.2 แผนภาพแสดงการใช้ชุด บายพาสสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การออกแบบกล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตซ์ (Control box for bypass switch set design)

ในตอนเริ่มต้นของการออกแบบกล่องควบคุมจะร่างแบบจำลองกล่องควบคุมลงในโปรแกรม AutoCAD แสดงรายละเอียดของกล่องควบคุม ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมและแสดงผลของกล่องควบคุม ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

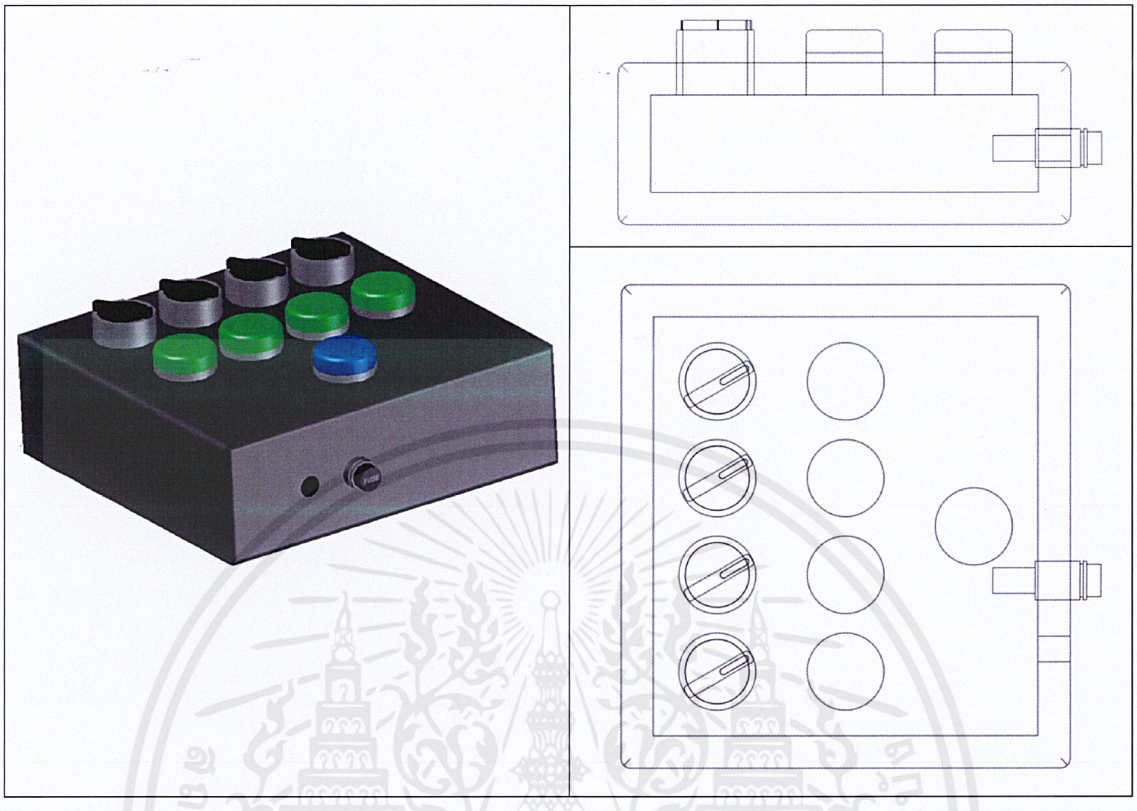
3.1.1.1 สวิตซ์เลือก (Selector switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ตามทิศทางที่ต้องการ หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตซ์ที่ใช้งานกันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้คอนแทคอยู่ภายในสภาวะปกติปิด (Normally close) หรือปกติเปิด (Normally open) ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยสภาวะปกติปิดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แต่สภาวะปกติเปิดจะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยสวิตซ์ทางเลือกทั่วไปจะมี 2 ประเภท คือ สวิตซ์การควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง และ 3 ตำแหน่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของผู้ใช้ ถ้าหากเป็นสวิตซ์แบบ 2 ตำแหน่ง จะใช้สำหรับ 1 คำสั่ง แต่สวิตซ์แบบ 3 ตำแหน่ง จะใช้สำหรับ 2 คำสั่ง ซึ่งในกล่องควบคุมจะเลือกใช้เป็นสวิตซ์แบบ 2 ตำแหน่ง เพราะคำสั่งที่ต้องการใช้มีแค่ 1 คำสั่ง คือ บิดหน้าคอนแทคเพื่อบายพาส ลักษณะการบิดของการทำงานของสวิตซ์ทางเลือกจะเป็นแบบบิดค้าง เหมาะสำหรับงานที่ใช้การทำงานเป็นระยะเวลานาน ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter) หรือขนาดช่องเจาะที่ใช้ใส่สวิตซ์ทางเลือก โดยมาตรฐานทั่วไปจะเป็นขนาด 22 มิลลิเมตร สีของสวิตซ์ทางเลือกจะเป็นสีดำ ซึ่งสวิตซ์ทางเลือกมีทั้งหมด 4 ตัว ตามจำนวนทั้งหมดของเบรกสมรรถนะสูงที่มีคือ 4 ตัว

3.1.1.2 หลอดไฟแสดงสถานะ (Pilot lamp)

เป็นหลอดที่แสดงสถานการณ์ทำงานเพื่อบอกให้รู้ว่ามีไฟจ่ายเข้ามาจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมี สถานะบอกให้ผู้ใช้งานระบบทราบการทำงานของระบบ โดยที่สถานะที่ใช้ในทั่ว ๆ ไป เช่น แสดงการทำงาน, การหยุดทำงาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดไฟ LED มีขนาด 22 มิลลิเมตร รูปร่างและชนิดวัสดุตัวเรือน โดยปกติจะเป็นทรงกลม ตัวเรือนทำด้วยพลาสติก แรงดันไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเลือกแรงดันของหลอดไฟ LED ที่เลือกใช้ คือ 24 VDC เนื่องจากสัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิกที่รับจาก Pressure sensor เป็นสัญญาณไฟ 24 VDC ซึ่งหลอดไฟแสดงสถานะในกล่องควบคุมมีทั้งหมด 5 หลอด สีเขียว 4 หลอด สีน้ำเงิน 1 หลอด โดยสีเขียวเป็นตัวบ่งชี้ว่าสถานะของเบรกสมรรถนะสูงตัวไหนได้รับการบายพาสอยู่ และสีน้ำเงินเป็นตัวบ่งชี้ว่ากล่องควบคุมได้รับสัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิกแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.3 การออกแบบและภาพ Isometric มุมด้านข้างและมุมบนของชุดบายพาสสวิตซ์

3.1.2 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของชุดบายพาสสวิตซ์ (Electrical circuit for bypass switch set design)

ในขั้นตอนนี้ของการออกแบบกล่องควบคุมจะออกแบบวงจรไฟฟ้าของกล่องควบคุมโดยใช้โปรแกรม Circuit wizard แสดงรายละเอียดวงจรไฟฟ้าของกล่องควบคุม ซึ่งในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในกล่องควบคุมและอธิบายถึงการทำงานของวงจรไฟฟ้า ในกล่องควบคุมประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนี้

3.1.2.1 สวิตซ์ทางเลือก (Selector switch)

อธิบายในหัวข้อ 3.1.1.1

3.1.2.2 หลอดไฟแสดงสถานะ (Pilot lamp)

อธิบายในหัวข้อ 3.1.1.2

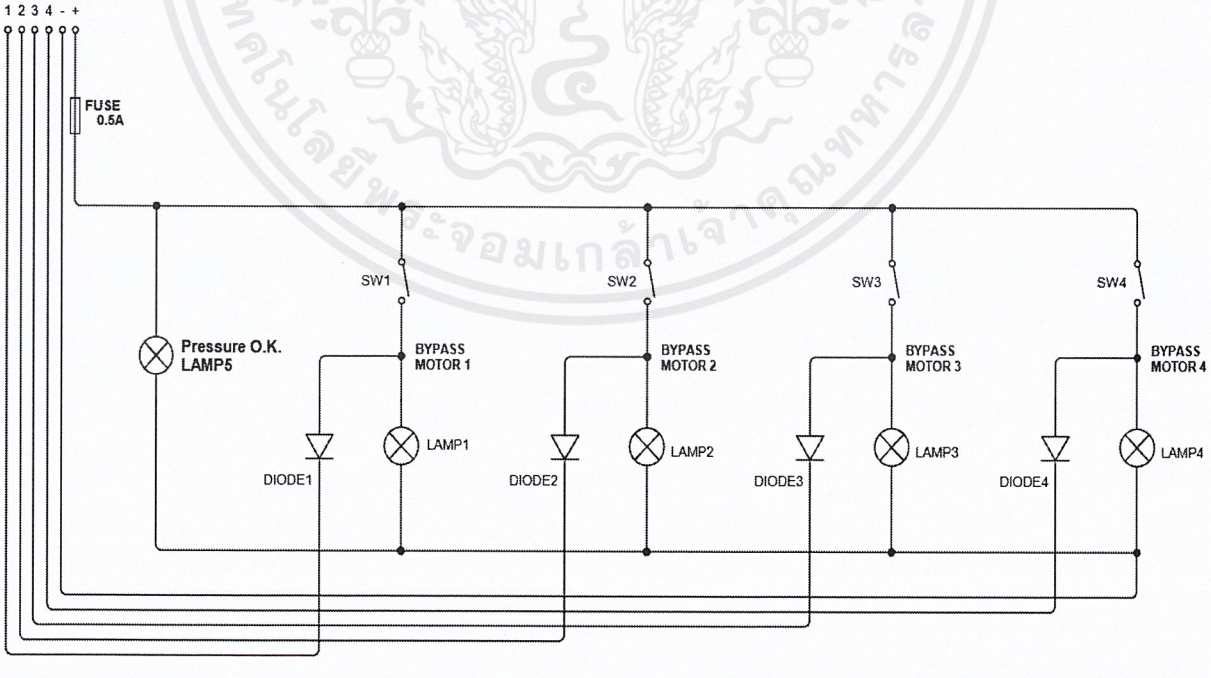
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 ไดโอด (Diode)

มีหน้าที่คือ สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ทิศทางเดียว ใช้ไดโอดทั้งหมด 4 ตัว เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลย้อนกลับ ติดตั้งหลังสวิตช์ทางเลือกทั้ง 4 ตัว ต่อขนานกับหลอดไฟแสดงสถานะ เป็นสายไฟทั้ง 4 เส้นที่ไหลเข้าแผงต่อสายไฟ (Terminal block) ของ PLC ทั้ง 4 ตำแหน่งเพื่อบายพาส และให้ PLC รับรู้ว่าเบรกทำการปลดแล้ว

3.1.2.4 ฟิวส์ (Fuse)

เป็นอุปกรณ์นิรภัยชนิดหนึ่งที่อยู่ภายในวงจรไฟฟ้า โดยทำหน้าที่ป้องกันวงจรไฟฟ้าและหลอดไฟแสดงสถานะ จากการลัดวงจรและการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้า โดยจะหลอมละลายและตัดกระแสไฟฟ้าออกจากวงจรเพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหาย โดยฟิวส์ที่เลือกใช้เป็นฟิวส์ขนาด 0.5 A หลักการที่ใช้เลือกฟิวส์โดย กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะขึ้นอยู่กับภาระโหลดของวงจรไฟฟ้าซึ่งก็คือหลอดไฟแสดงสถานะโดยที่ คุณสมบัติของหลอดไฟแสดงสถานะคือสามารถทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่เกิน 50 มิลลิแอมป์ ในการคำนวณหากระแสไฟฟ้าในวงจรทั้งหมด จึงสมมติให้กระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้ในภาระโหลดเท่ากับ 50 มิลลิแอมป์ ซึ่งมีหลอดไฟ แสดงสถานะทั้งหมด 4 ตัว ทำให้ภาระโหลดทั้งหมด จึงเท่ากับ 200 มิลลิแอมป์ หรือเท่ากับ 0.2 แอมป์ จึงทำให้เลือกฟิวส์ขนาด 0.5 แอมป์ จะส่งผลให้สามารถป้องกันอันตรายจากการลัดวงจรและการใช้กระแสเกินในวงจรไฟฟ้าได้



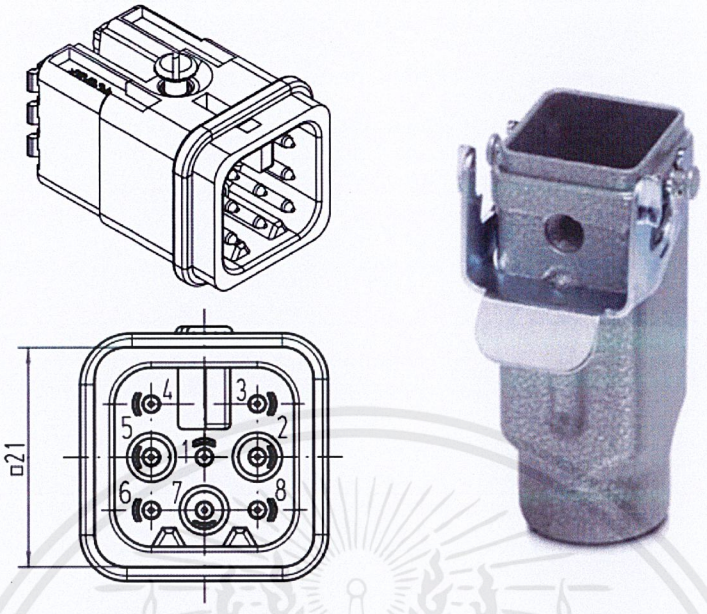
รูปภาพที่ 3.4 การออกแบบวงจรไฟฟ้าของชุด บายพาสสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

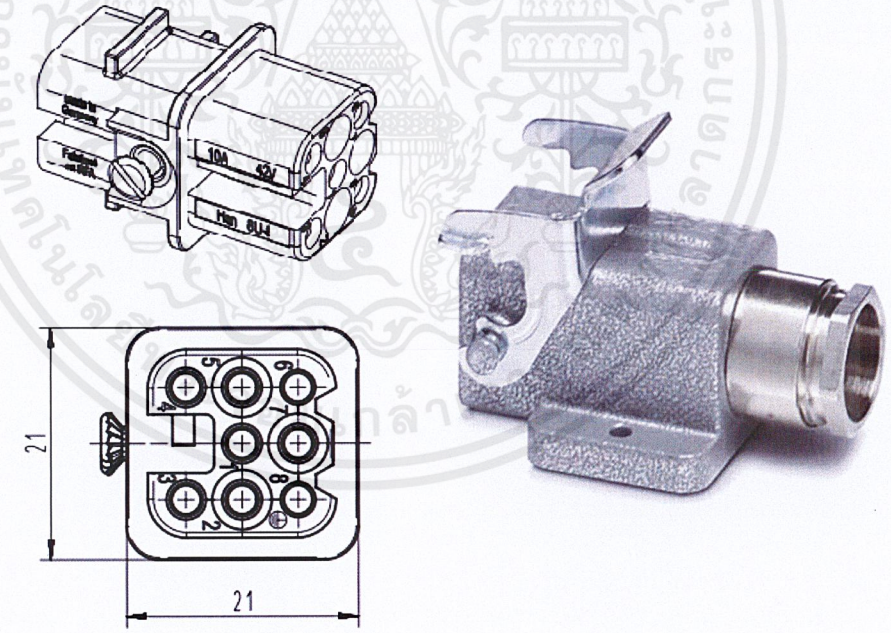
จากวงจรไฟฟ้าของชุดบายพาสสวิตช์ หลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าคือ เริ่มต้นจากการรับไฟบวก 24 VDC ซึ่งคือ สัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิกที่รับจากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน โดยติดตั้งฟิวส์ขนาด 0.5 A ที่ด้านบวก หลังจากนั้นวงจรไฟฟ้าของชุดบายพาสสวิตช์ จะได้รับไฟเลี้ยงเข้าวงจร และหลอดไฟแสดงสถานะสัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิก หลอดสีน้ำเงิน (Pressure O.K. Lamp5 จากรูปภาพที่ 3.4) จะสว่างขึ้น และจะต่อขนานสวิตช์ทางเลือกทั้ง 4 ตัว (SW1, SW2, SW3, SW4 จากรูปภาพที่ 3.4) เพื่อนำไฟ 24 VDC ไปใช้ ในแต่ละหลอดจะต่อกันแบบขนานเพื่อแยกให้เห็นการบายพาสแต่ละมอเตอร์ (Lamp1, Lamp2, Lamp3, Lamp4 จากรูปภาพที่ 3.4) ถ้าหากทำการบายพาส หรือทำการบิดสวิตช์ทางเลือก สัญญาณไฟจากชุดเบรกสมรรถนะสูงจากมอเตอร์ใดไฟของหลอดไฟแสดงสถานะมอเตอร์นั้นก็จะสว่างขึ้น เช่น หากทำการบายพาสชุดเบรกลูกที่ 1 Lamp1 ก็จะสว่าง หากทำการบายพาสชุดเบรกลูกที่ 2 และ 4 Lamp2 และ Lamp4 ก็จะสว่าง เป็นต้น จากนั้นจะต่อขนานสายไฟกับหลอดแสดงสถานะของแต่ละเส้นทางเพื่อนำสัญญาณไฟเข้า PLC ของรถหัวจักรชักลากให้รับรู้ว่าเบรกทำการปลดแล้ว โดยจะติดตั้งไดโอดในแต่ละทางเดินของสายไฟ เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลย้อน และมีการเดินสายไฟของไฟลบด้วยเพื่อให้วงจรไฟฟ้าครบวงจร

การเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับแผงต่อสายไฟของ PLC จะออกแบบให้เป็นตัวเชื่อม (Connector) เพื่อความสะดวกในการใช้และลดระยะเวลาในการกู้รถหัวจักรชักลากให้ได้มากได้ที่สุด โดยใช้เต้าเสียบผู้ครอบด้วยปลอกหุ้ม (Male insert with sleeve housing) และเต้ารับครอบด้วยปลอกหุ้ม (Female insert with box mounting base housing) ซึ่งเต้าเสียบจะติดอยู่กับชุดบายพาสสวิตช์ โดยนำสายไฟเข้าแต่ละช่อง และเต้ารับจะมีสายไฟเสียบเข้าแต่ละช่องรอไว้ ถ้าหากต้องการทำการบายพาส จะต้องเสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับ และนำสายไฟแต่ละช่องเข้ารับตามที่ออกแบบไว้โดย จากรูปภาพที่ 3.4 สายไฟเส้นที่ 1 จะเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 สายไฟเส้นที่ 2 จะเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 2 สายไฟเส้นที่ 3 จะเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 สายไฟเส้นที่ 4 จะเข้าแผงต่อสายไฟ ของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 4 สายไฟเส้นที่ 5 (เครื่องหมายลบ (-)) จะเข้าช่องแผงต่อสายไฟ สายกราวน์ร่วมของชุด PLC และเส้นสุดท้าย สายไฟเส้นที่ 6 (เครื่องหมายบวก (+)) จะเป็นเส้นที่รับสัญญาณของแรงดันไฮดรอลิกจากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.5 เต้าเสียบครอบด้วยปลอกหุ้ม (Male insert with sleeve housing)



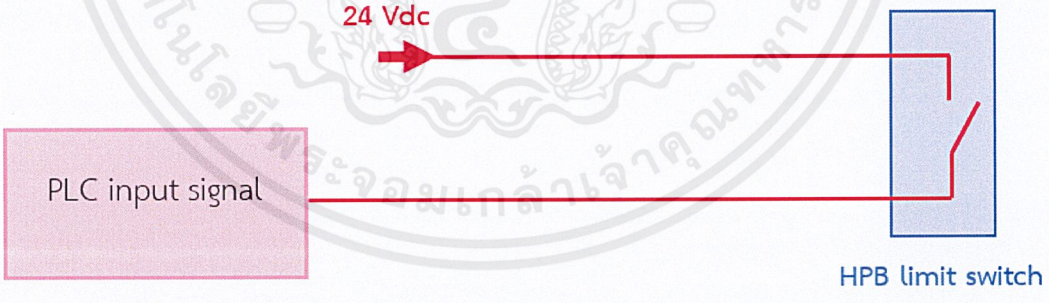
รูปภาพที่ 3.6 เต้ารับครอบด้วยปลอกหุ้ม (Female insert with box mounting base housing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการและการออกแบบโปรแกรมจำลองและการเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสในชุด PLC ของการทำงานของระบบเบรกสมรรถนะสูง (Simulation and adding control bypass program of PLC design)

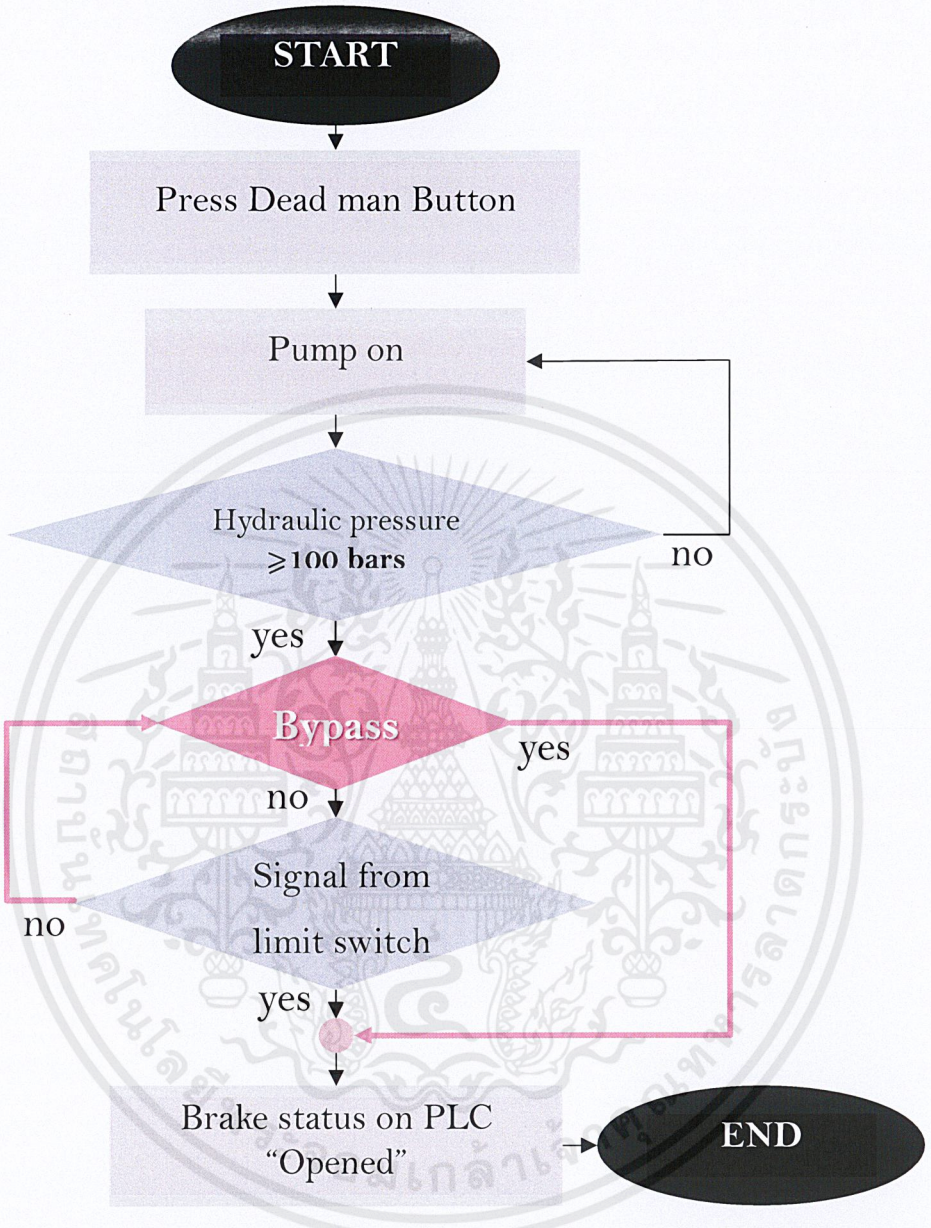
การใช้ชุดบายพาสสวิตช์ เป็นวิธีการที่ทำได้รวดเร็วและมีความปลอดภัยพอสมควรแต่เนื่องจากการติดตั้งนั้นยังต้องใช้งบประมาณสูงและต้องมีการปรับปรุงพื้นที่หน้างานบริเวณภายในห้องขับรถค่อนข้างมาก ทางผู้จัดทำจึงได้ศึกษาวิธีบายพาสอีกรูปแบบหนึ่งนั่นคือการแก้ไขที่ระบบ PLC ของตัวรถ การใช้วิธีนี้มีข้อดีที่สามารถข้ามขั้นตอนการตรวจสอบจากลิมิตสวิตช์ของรถได้เลย เพราะจะใช้การรับค่าความดันไฮดรอลิกและมาทำการประมวลผลโดย ระบบ PLC จากนั้นการบายพาสจะเพิ่มเป็นโหมดอีก 1 โหมดจากของเดิมเพื่อให้ทางผู้ขับเลือกโหมดบายพาสเพื่อทำการบายพาสอย่างถูกวิธี นอกจากนั้นระบบ PLC จะตรวจสอบและทำการบายพาสได้ทันทีไม่ต้องทำการเดินสายไฟใหม่เพิ่มเติมมากนัก และทำให้ระบบของรถมีความเสถียรมากขึ้น

โดยเริ่มจากศึกษาระบบเดิมของตัวรถเพื่อได้ใกล้เคียงกับตัวรถมากที่สุด โดยการแก้ไขจะเพิ่มในส่วนของการบายพาสเข้าไปใน PLC แบบเดิมโดยจะต้องรับความดันและประมวลผลก่อนระบบจะอนุญาติให้ทำการบายพาส ซึ่งกล่าวได้ว่าขั้นตอนการทำงานของระบบ PLC การบายพาสทุกอย่างจะถูกจัดการและควบคุมโดย PLC ทั้งหมด



รูปภาพที่ 3.7 แผนภาพการใช้ PLC Bypass mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.8 Flowchart แสดงขั้นตอนการทำงานของการบายพาสโดยใช้ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

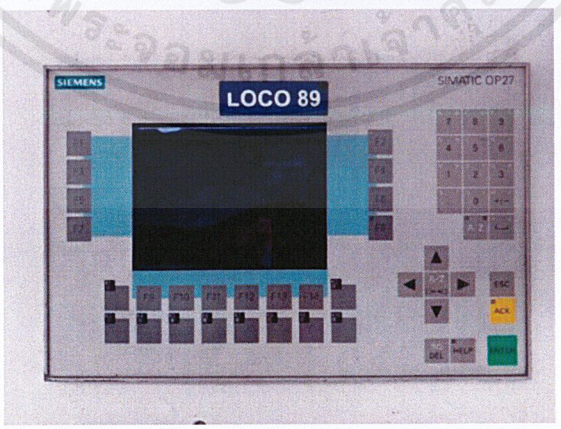
3.2.1 ศึกษาการทำงานของ PLC

ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือตลอดจนเว็บไซต์ต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองชุดควบคุมเบรกสมรรถนะสูงเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบายพาส เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม สำหรับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ศึกษารายละเอียดเนื้อหาจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม

3.2.2 เก็บข้อมูลจากตัวรถ

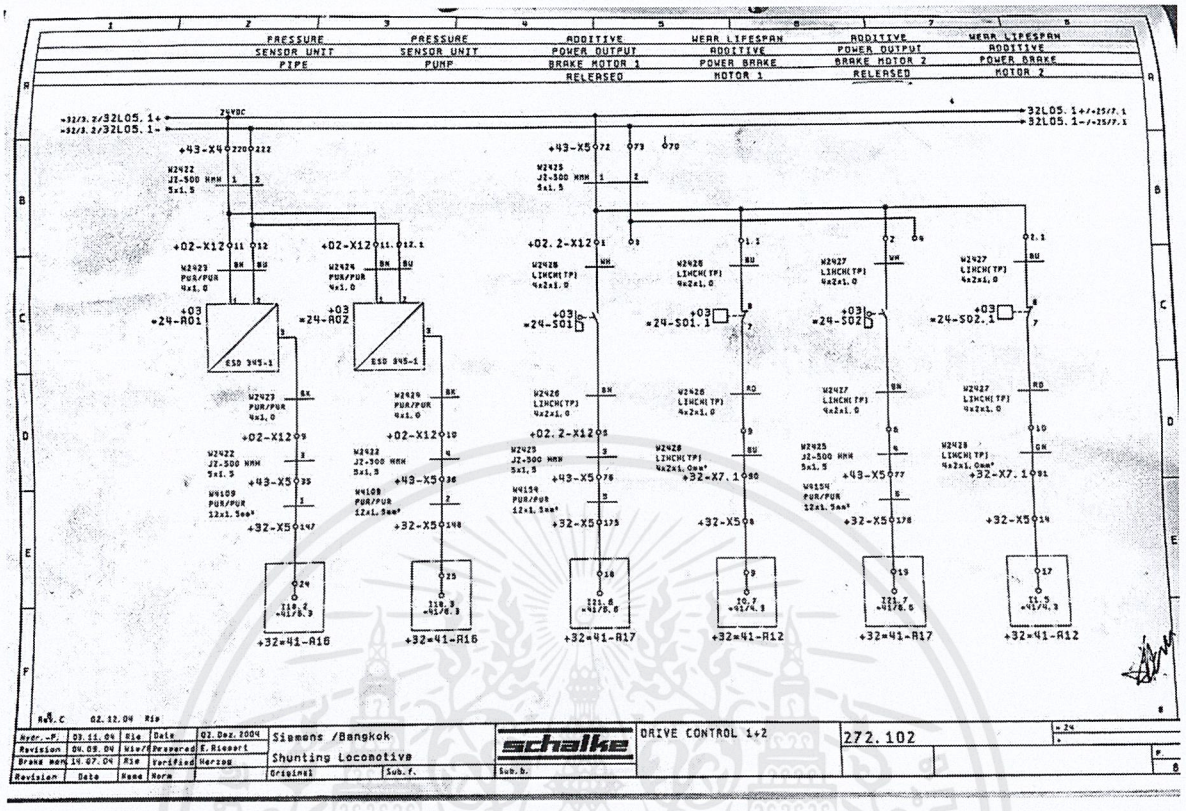
ทำการศึกษาโดยเก็บข้อมูลจากหน้างานจริง โดยทดลองทำการปลดเบรกและเบรกระบบเบรกสมรรถนะสูงจากการกดปุ่มเดดแมนบนตัวรถ สังเกตและจดบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละโหมดการขับเคลื่อน ศึกษาจากคู่มือการใช้งานรถหัวจักรชักลากและศึกษาการทำงานของเบรกสมรรถนะสูงจากแบบไฟฟ้าของตัวรถจากนั้นนำมาเรียบเรียงและเขียนออกมาเป็นขั้นตอนการทำงานคร่าว ๆ ของระบบเบรกสมรรถนะสูง

รูปภาพที่ 3.9 ภายในห้องคนขับ



รูปภาพที่ 3.10 จอ HMI แสดงสถานะต่าง ๆ ของตัวรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.11 ตัวอย่างแบบไฟฟ้าของรถหัวจักรชักลากที่เกี่ยวข้องกับ PLC ควบคุมระบบเบรกสมรรถนะสูง

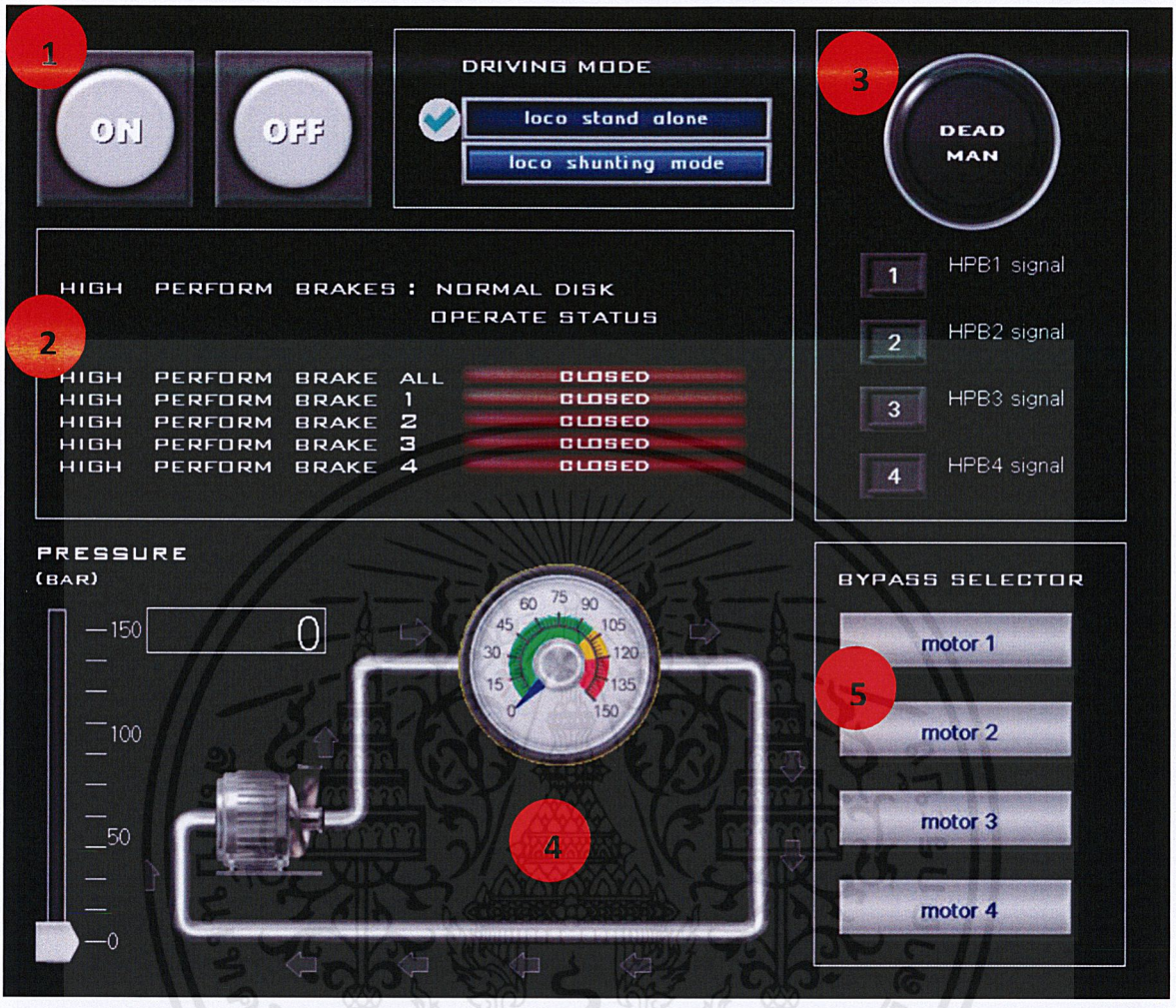
3.2.3 การสร้างแบบจำลอง HMI

โดยโปรแกรมที่ใช้ในการจัดทำและศึกษาคือโปรแกรม GX Work3 สำหรับใช้เขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม และ GT Designer เพื่อสร้าง HMI (Human Machine Interface) แล้วใช้โปรแกรมทั้งสองโปรแกรมมาเชื่อมต่อกันเพื่อแสดงให้เห็นการทำงานของระบบเบรกสมรรถนะสูงและขั้นตอนการบายพาส

เริ่มจากการออกแบบหน้าจอ HMI ซึ่งในหน้าจอ HMI ของแบบจำลองนี้จะแบ่งเป็น 5 ส่วนได้แก่

1. ส่วนแสดงการจำลองการ ON/OFF รถหัวจักรและการเลือกโหมดขับเคลื่อน
2. ส่วนแสดงสถานะเบรกแต่ละตัวของเบรกสมรรถนะสูง
3. ส่วนแสดงการกดปุ่ม Deadman และสร้างเงื่อนไขกรณีเบรกลูกใดมีปัญหา
4. ส่วนแสดงการทำงานของปั๊มและปรับความดันแสดงการทำงานของปั๊มไฮดรอลิก
5. ส่วนเลือกการบายพาสเพื่อทำการบายพาสเบรกแต่ละลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.12 จอ HMI ออกแบบโดย GT Designer

โดยแต่ละปุ่มนั้นจะมีการกำหนดให้เป็น Input หรือ Output ไว้เพื่อให้รองรับกับการเขียนเชื่อมต่อกับแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบจาก GX Work3

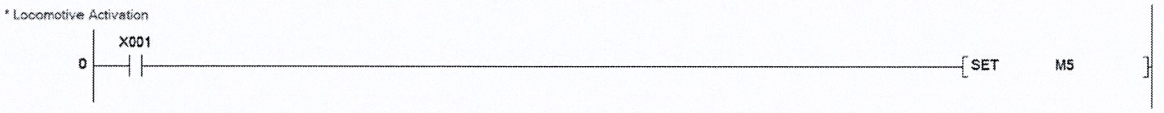
3.2.4 การออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรม

จะทำโดยการใช้โปรแกรม GX Work3 สร้างแลดเดอร์ไดอะแกรมจากที่ได้ทำการจดบันทึกและศึกษามาจากตัวรถจริง เพื่อให้ได้ใกล้เคียงกับการทำงานของตัวรถโดยจากนั้นจึงเพิ่มส่วนที่เป็นการบายพาสเข้าไป โดยการออกแบบให้การบายพาสนั้นรับค่าความดันไฮดรอลิกและตั้งเงื่อนไขในการบายพาสจากความดันไฮดรอลิก หากความดันน้อยกว่า 100 บาร์ จะไม่อนุญาตให้ทำการบายพาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยส่วนของแลดเดอร์ไดอะแกรมนั้นจะแบ่งเป็น 8 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่

1. Locomotive Activation คือโหมดที่เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมเปรียบเสมือนการกดปุ่ม Locomotive Active บนตัวรถ

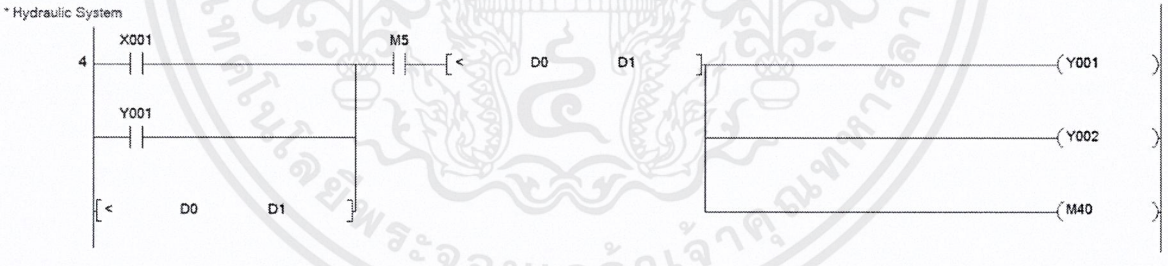


รูปภาพที่ 3.13 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Locomotive Activation

2. Locomotive Shutdown คือการหยุดการทำงานของโปรแกรมและรีเซ็ตค่าทุกอย่างกลับมาให้เป็นค่าเริ่มต้น

รูปภาพที่ 3.14 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Locomotive Shutdown

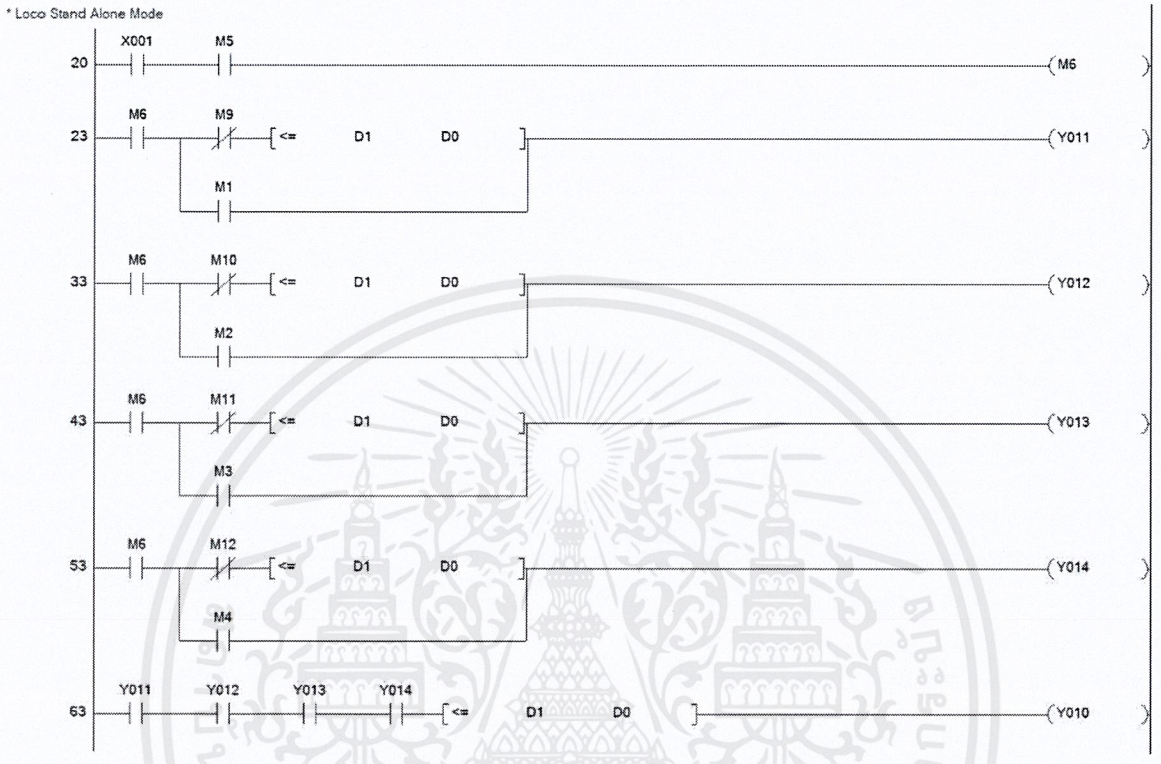
3. Hydraulic System คือส่วนที่คอยกำหนดเงื่อนไขว่าเวลาใดที่ปั๊มไฮดรอลิกจะมีการทำงาน เวลาใดที่ปั๊มต้องหยุดทำงาน รวมถึงแสดงการทำงานของปั๊มขึ้นบน HMI



รูปภาพที่ 3.15 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Hydraulic System

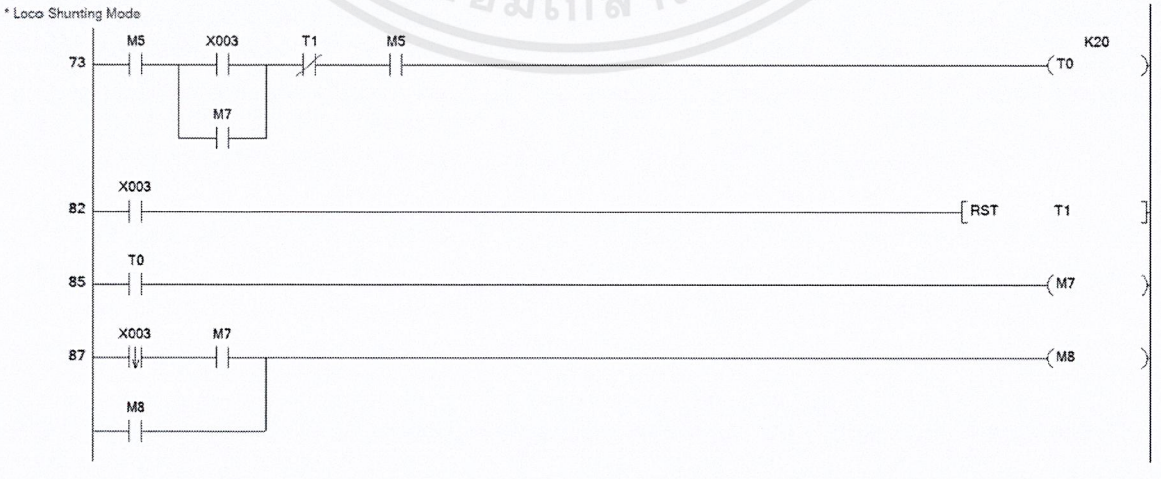
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Loco Stand Alone Mode คือจำลองโหมดเมื่อหัวจักรชักลากขับโดยปราศจากโหลดอื่น ๆ ในโหมดนี้เบรกสมรรถนะสูงทุกตัวจะถูกปลดอยู่ตลอดหากความดันไฮดรอลิกมากกว่า 100 บาร์

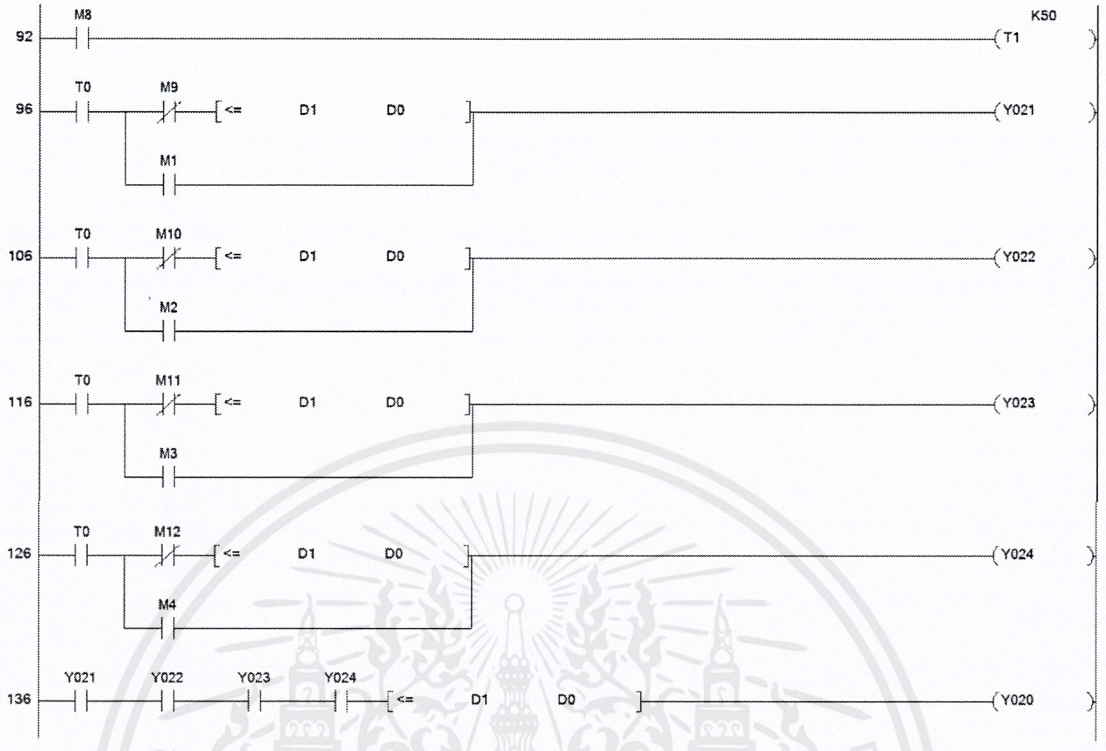


รูปภาพที่ 3.16 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Loco Stand Alone Mode

5. Loco Shunting Mode คือจำลองโหมดเมื่อหัวจักรชักลากขับเคลื่อนด้วยโหลดสูงเช่น ขณะลากจูงรถไฟฟ้าหรือลากจูงรถซ่อมบำรุงคันอื่น และในโหมดนี้จะเป็นส่วนที่แสดงสถานะของเบรกแต่ละลูกด้วย

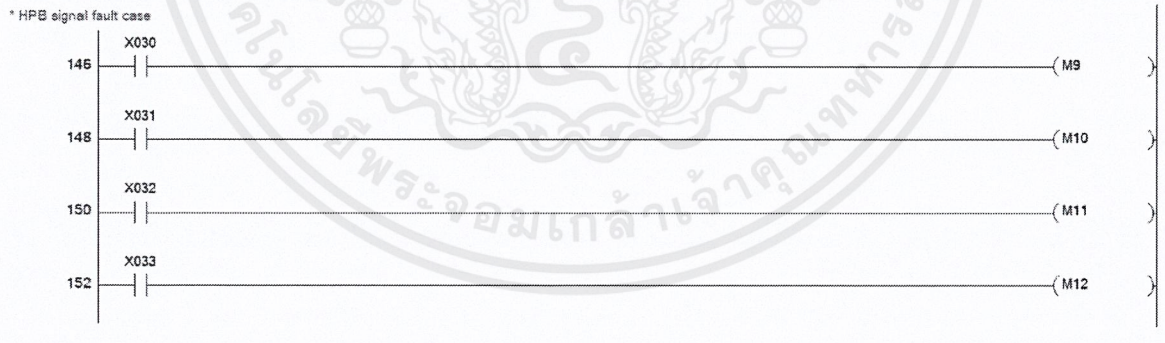


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.17 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Loco Shunting Mode

6. Signal fault case คือส่วนที่ใช้สำหรับการสร้างเงื่อนไขให้เบรกแต่ละลูกมีปัญหา หรือตัดสัญญาณที่จะส่งไปยัง PLC

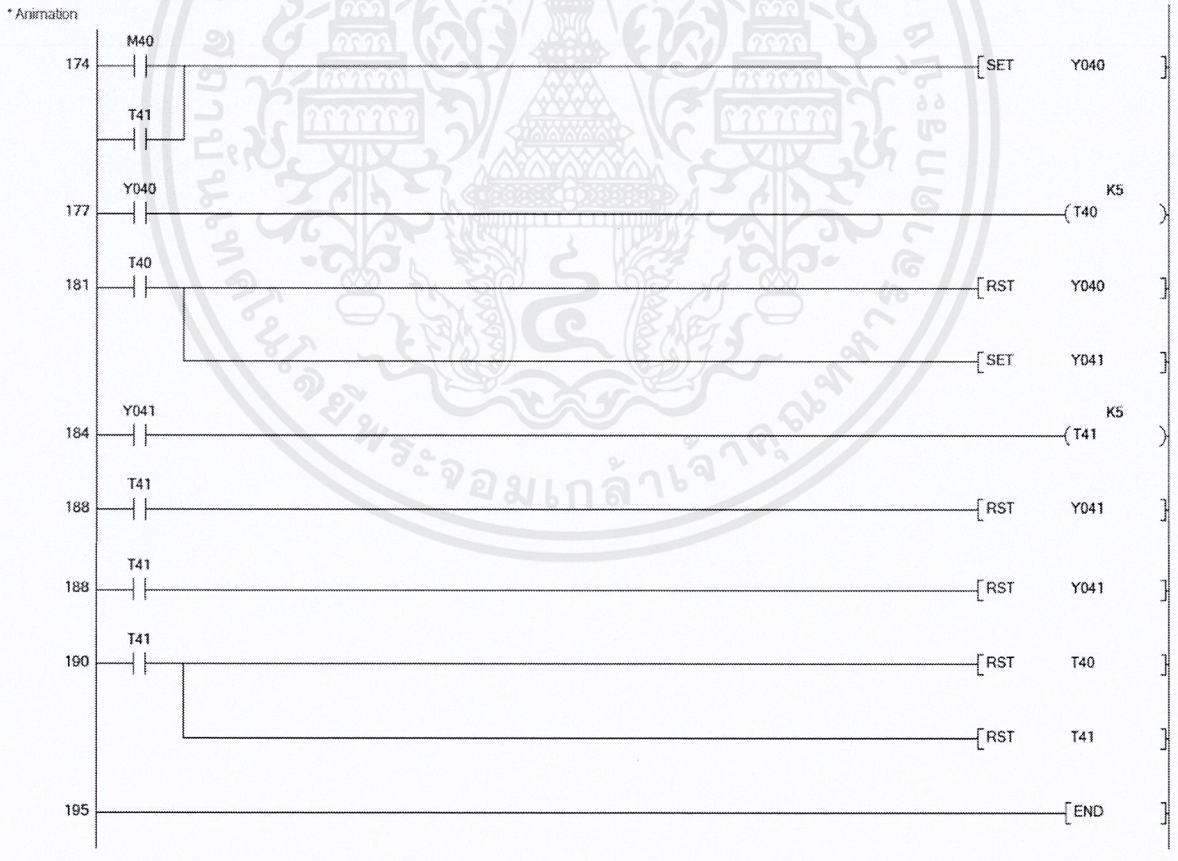


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Bypass Mode คือส่วนที่ใช้สำหรับการบายพาสการซึ่งสามารถเลือกว่าจะทำการบายพาสเบรกลูกใด

รูปภาพที่ 3.18 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Bypass Mode

8. Animation คือส่วนสำหรับการแสดงภาพการทำงานของปั๊มขึ้นสู่จอ HMI ให้เป็นภาพเคลื่อนไหว



รูปภาพที่ 3.19 แลดเดอร์ไดอะแกรมส่วนของ Animation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวแปรอินพุต และ ความหมายของอินพุต

อินพุต	
X001	สวิตช์สำหรับ ON รถ
X002	สวิตช์สำหรับ OFF รถ
X003	สวิตช์ DEADMAN
X030	สวิตช์ตัดสัญญาณ High Performance Brake Signal ของเบรกลูกที่ 1
X031	สวิตช์ตัดสัญญาณ High Performance Brake Signal ของเบรกลูกที่ 2
X032	สวิตช์ตัดสัญญาณ High Performance Brake Signal ของเบรกลูกที่ 3
X033	สวิตช์ตัดสัญญาณ High Performance Brake Signal ของเบรกลูกที่ 4
X034	สวิตช์สำหรับ Bypass ของเบรกลูกที่ 1
X035	สวิตช์สำหรับ Bypass ของเบรกลูกที่ 2
X036	สวิตช์สำหรับ Bypass ของเบรกลูกที่ 3
X037	สวิตช์สำหรับ Bypass ของเบรกลูกที่ 4

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวแปรเอาท์พุต และ ความหมายของเอาท์พุต

เอาท์พุต	
Y001	ปั๊ม
Y002	ลูกศรแสดงทิศทางการไหล
Y010	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake All สำหรับ Loco Stand-Alone Mode
Y011	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 1 Loco Stand-Alone Mode
Y012	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 2 Loco Stand-Alone Mode
Y013	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 3 Loco Stand-Alone Mode
Y014	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 4 Loco Stand-Alone Mode
Y020	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake All สำหรับ Loco Shunting Mode
Y021	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 1 Loco Shunting Mode
Y022	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 2 Loco Shunting Mode
Y023	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 3 Loco Shunting Mode
Y024	ไฟแสดงสถานะ High Performance Brake ลูกที่ 4 Loco Shunting Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การประกอบชุดบายพาสสวิตซ์ (Bypass switch set assembly)

จากการศึกษาวิธีการบายพาสทั้ง 2 วิธี ซึ่งก็คือ วิธีการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ และวิธีการบายพาสโดยใช้การเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC พบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดกับการแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉินในในปัจจุบันคือ วิธีใช้ชุดบายพาสสวิตซ์ เนื่องจากวิธีการเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC ในปัจจุบันมีขั้นตอนในการขออนุญาตแก้ไขที่ยุ่งยากและต้องใช้ระยะเวลาเป็นเวลานานในการดำเนินเรื่องขออนุญาต ซึ่งวิธีการใช้ชุดบายพาสสวิตซ์สามารถทำได้ง่าย รวดเร็ว สะดวกกว่าในการประกอบและติดตั้ง และในปัจจุบันสามารถติดตั้งได้เลย แต่วิธีการเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสของชุด PLC จะสะดวกและรวดเร็วต่อการใช้งานจริงมากกว่า

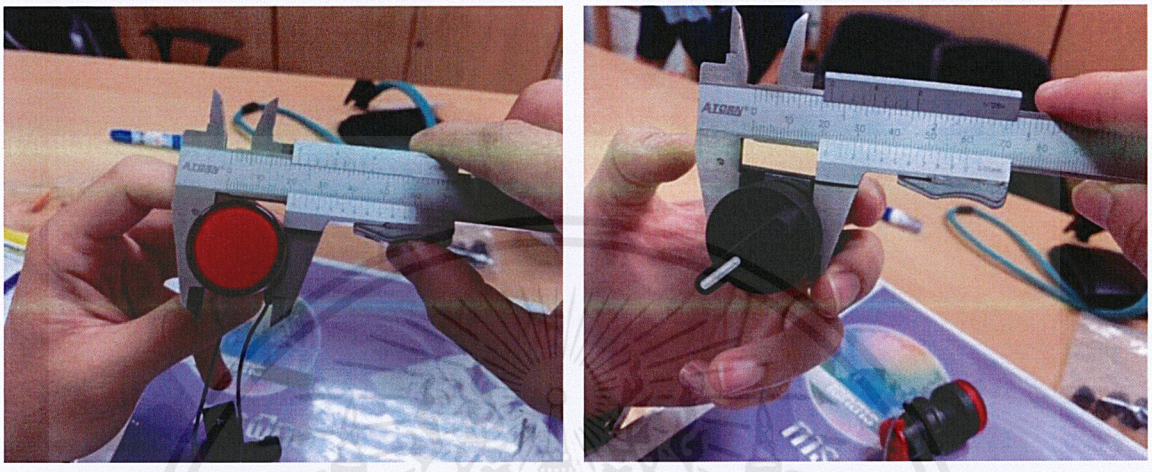
จากการออกแบบกล่องควบคุมโดยใช้โปรแกรม AutoCAD และออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Circuit wizard จะได้กล่องควบคุมที่สมบูรณ์ หลังจากนั้นจึงซื้อของตามที่วางแผนและออกแบบไว้ ขั้นตอนการประกอบ มีดังต่อไปนี้

ซื้อกล่องขนาดประมาณ ยาว 20 เซนติเมตร กว้าง 18 เซนติเมตร สูง 8 เซนติเมตร โดยอ้างอิงจากแบบที่ออกแบบจาก AutoCAD

รูปภาพที่ 3.20 กล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการวัดขนาดของหลอดไฟแสดงสถานะและสวิตซ์ทางเลือก ซึ่งวัดได้ขนาดกว้างประมาณ 2.2 เซนติเมตร ทั้ง 2 อย่าง เพื่อทำการกำหนดตำแหน่งของหลอดไฟแสดงสถานะและสวิตซ์ทางเลือกบนกล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตซ์



รูปภาพที่ 3.21 กล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตซ์

ทำการกำหนดตำแหน่งบนกล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตซ์ ขนาด 2.2 เซนติเมตร โดยนำกระดาษแปะบนกล่องควบคุมและทำการวาดตำแหน่งที่ต้องการเจาะบนกระดาษที่ติดไว้ หลังจากนั้นเตรียมอุปกรณ์การเจาะโดยอุปกรณ์เจาะมีดังนี้ 1. สว่านไฟฟ้า (Driller) 2. ดอกเจาะสำหรับนำศูนย์ (Drill bit) 3. ดอกเจาะโฮลซอว์ (Hole saw)

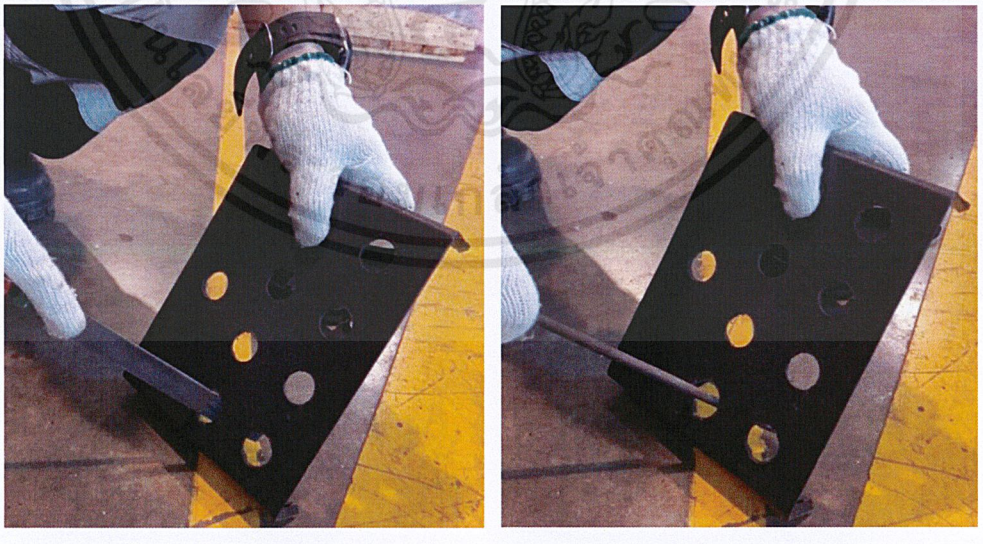
รูปภาพที่ 3.22 การกำหนดตำแหน่งของช่องที่ต้องการเจาะและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเจาะ (Driller and hole saw)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเจาะช่องที่กำหนดตำแหน่งไว้บนกล่องควบคุม เจาะด้วยการนำศูนย์ด้วยดอกเจาะและเจาะทะลุโดยดอกเจาะโฮลซอว์ ทำการเจาะทั้งหมด 9 ช่อง เมื่อเจาะเสร็จ นำกระดาษที่แปะบนกล่องควบคุมออก และเช็ดทำความสะอาดเศษพลาสติกรอบ ๆ

รูปภาพที่ 3.23 การเจาะช่องด้วยการใช้สว่านพร้อมด้วยดอกเจาะโฮลซอว์

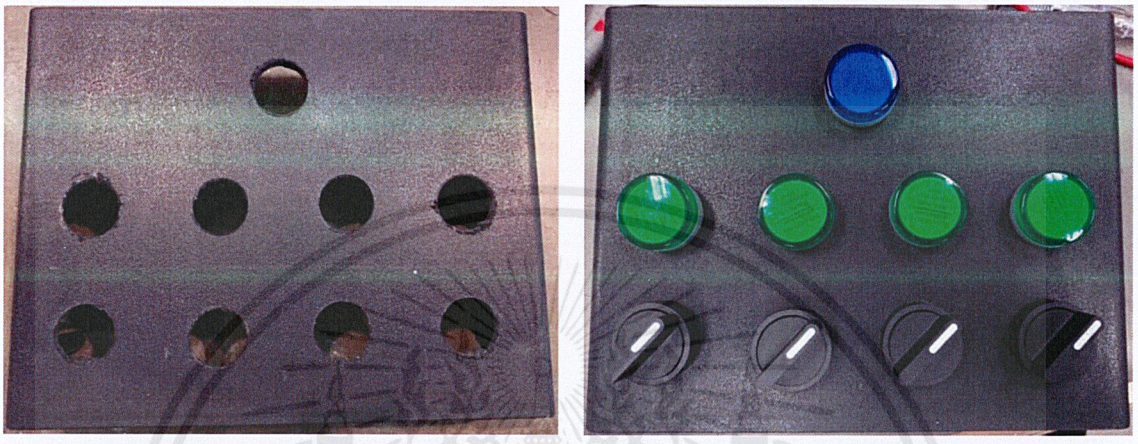
ทำการตะไบช่องที่ทำการเจาะเสร็จเรียบร้อย ลบคมช่องที่เจาะให้เนียน ไม่มีผิวขรุขระเพื่อสะดวกในการใส่สวิตซ์ทางเลือกและหลอดไฟแสดงสถานะ



รูปภาพที่ 3.24 การตะไบช่องที่ทำการเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเจาะและตะไบช่องเสร็จเรียบร้อย ทำการใส่สวิตซ์ทางเลือกและหลอดไฟแสดงสถานะว่าพอดีกับช่องที่เจาะหรือไม่ ตรวจสอบและหมุนตัวล็อคให้สุดเกลียวจนหลอดไฟและสวิตซ์ทางเลือกติดแน่นกับกล่องควบคุม



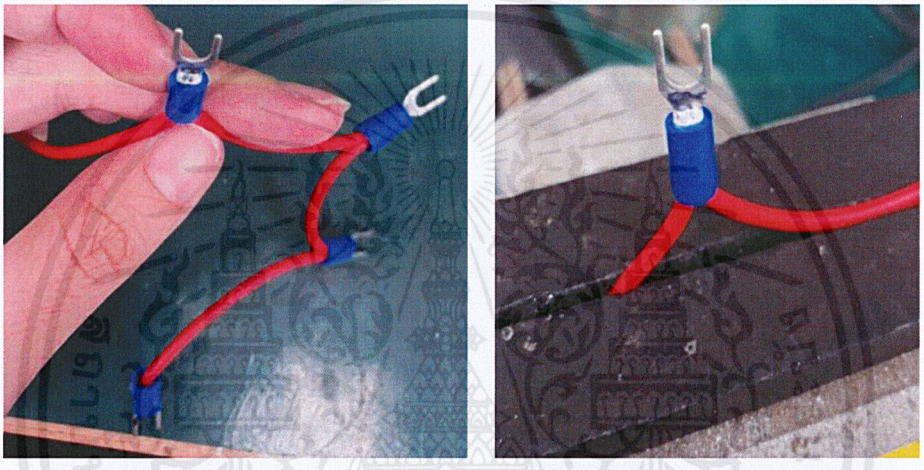
รูปภาพที่ 3.25 ช่องที่เจาะและตะไบ พร้อมกับใส่สวิตซ์ทางเลือกและหลอดไฟแสดงสถานะ

ทำการกำหนดตำแหน่งบนกล่องควบคุมสำหรับช่องที่ต้องการเจาะเพื่อใส่ฟิวส์และให้สายไฟลอดออกมาใส่กับเต้าเสียบได้ ทำการเจาะช่องด้วยสว่านไฟฟ้า เมื่อเจาะเสร็จตะไบลบรอยคมให้เรียบร้อย และนำกระดาษที่ใช้กำหนดตำแหน่งออกจากกล่องควบคุม

รูปภาพที่ 3.26 การกำหนดตำแหน่งช่องที่ต้องการเจาะเพื่อใส่ฟิวส์และให้สายไฟผ่าน

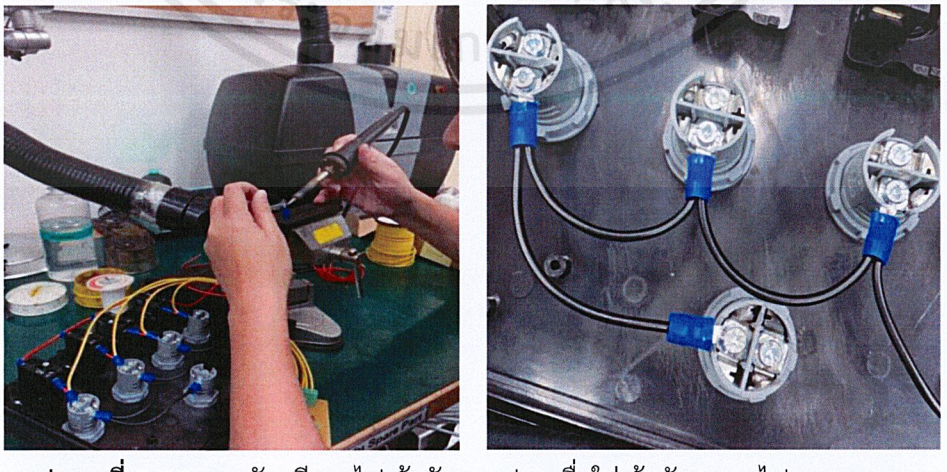
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสายไฟเส้นสีแดงมาบัดกรีเข้ากับหางปลาหลังจากนั้นทำการย้ำหางปลากับสายไฟด้วยคีมย้ำซึ่งสายไฟเส้นสีแดงเป็นสายไฟที่ทำหน้าที่รับไฟบวกมาจากแหล่งจ่ายไฟต่าง ๆ หรือในที่นี้คือรับไฟบวกจากสัญญาณของแรงดันไฮดรอลิกจากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน จะทำการต่อขนานเข้ากับสวิตช์ทางเลือกทั้ง 4 ตัว และต่อขนานกับเข้ากับหลอดไฟแสดงสถานะสีน้ำเงินซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่ากล่องควบคุมได้รับสัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิกแล้ว และสายไฟเส้นสีแดงอีกส่วนหนึ่งจะเป็นสายที่ต่ออนุกรมเชื่อมต่อกับหลอดไฟแสดงสถานะสีเขียวของแต่ละสวิตช์ทางเลือก ตามแบบไฟฟ้าที่ได้ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม Circuit wizard



รูปภาพที่ 3.27 การบัดกรีสายไฟเข้ากับหางปลาเพื่อใส่เข้ากับสวิตช์ทางเลือก

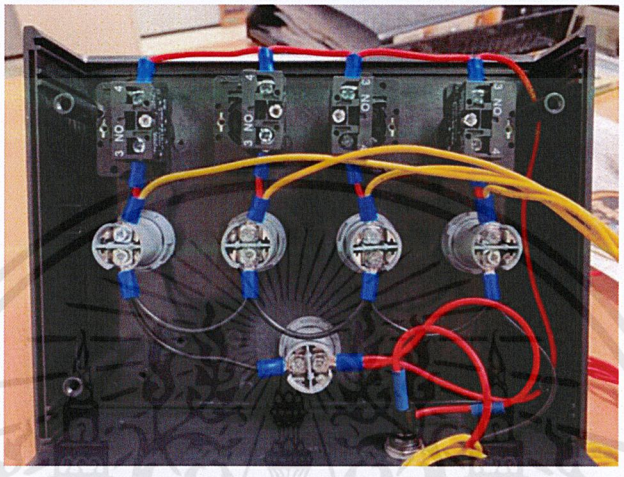
นำสายไฟเส้นสีดำมาบัดกรีเข้ากับหางปลาหลังจากนั้นทำการย้ำหางปลากับสายไฟด้วยคีมย้ำซึ่งสายไฟเส้นสีดำเป็นสายไฟที่หน้าที่เป็นไฟลบต่อขนานกับหลอดไฟแสดงสถานะทั้ง 5 ดวง



รูปภาพที่ 3.28 การบัดกรีสายไฟเข้ากับหางปลาเพื่อใส่เข้ากับหลอดไฟแสดงสถานะ

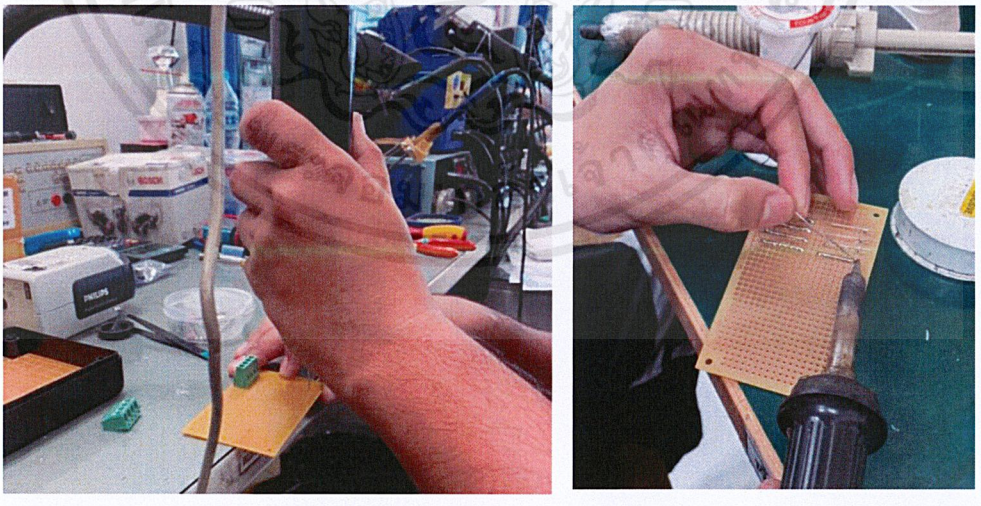
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำสายไฟเส้นสีเหลืองมาบัดกรีเข้ากับหางปลาหลังจากนั้นทำการย้ำหางปลากับสายไฟด้วยคีมย้ำ ซึ่งสายไฟเส้นสีเหลืองทำหน้าที่เป็นไฟที่ต่อขนานกับหลอดไฟแสดงสถานะสีเขียวทั้ง 4 ดวงเพื่อรับสัญญาณไฟไปเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์แต่ละลูก โดยจะนำสายไฟเส้นสีเหลืองผ่านช่องที่เจาะไว้ตำแหน่งข้างช่องที่ใส่ฟิวส์ลอดผ่านออกไปใส่เข้ากับเต้าเสียบ



รูปภาพที่ 3.29 วงจรของสวิตซ์ทางเลือกและหลอดไฟแสดงสถานะภายในกล่อง

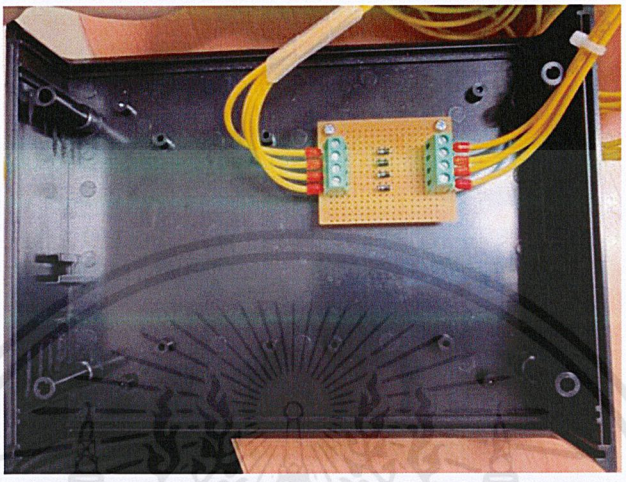
นำบอร์ดที่เตรียมไว้ไปเจาะช่องเพื่อยึดกับแผงต่อสายไฟแบบ 4 ช่อง ทั้ง 2 แผง ลงบนบอร์ดติดตั้งไดโอดโดยการบัดกรีลงบอร์ด



รูปภาพที่ 3.30 เจาะช่องบอร์ดเพื่อใส่เทอร์มินัลและการบัดกรีไดโอด

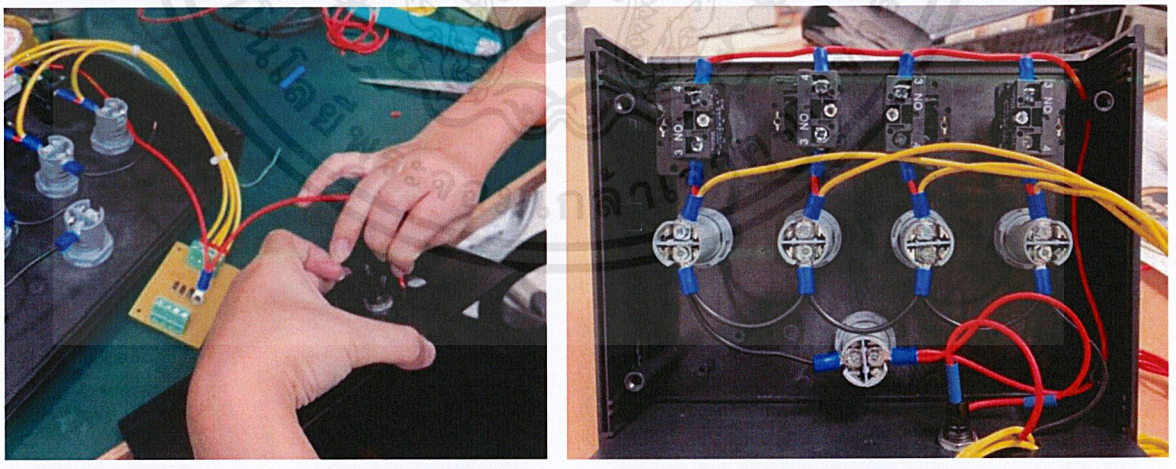
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการต่อสายไฟเส้นสีเหลืองเข้ากับแผงต่อสายไฟแบบ 4 ช่องที่ติดตั้งอยู่บนบอร์ดซึ่งทำการบัดกรีไดโอดเสร็จเรียบร้อย และเดินสายไฟเส้นสีเหลืองผ่านช่องที่เจาะไว้ตำแหน่งข้างช่องที่ใส่ฟิวส์ลอดผ่านออกไปใส่เข้ากับเต้าเสียบ ทำการติดตั้งบอร์ดเข้ากับกล่องควบคุมโดยการยึดด้วยน็อต



รูปภาพที่ 3.31 การติดตั้งบอร์ดพร้อมไดโอดเข้ากับกล่อง

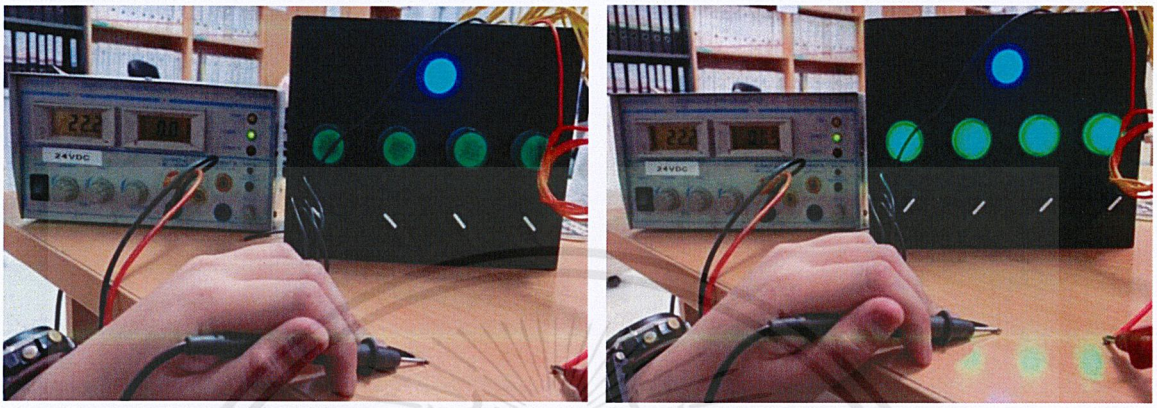
เดินสายไฟทั้ง 6 เส้น ผ่านตำแหน่งข้างช่องที่ใส่ฟิวส์ลอดผ่านออกไปใส่เข้ากับเต้าเสียบ และทำการติดตั้งฟิวส์เข้ากับกล่องควบคุมโดยสายไฟเส้นสีแดงซึ่งเป็นสายไฟที่ทำหน้าที่รับไฟบวกมาจากแหล่งจ่ายไฟ ต่อเข้าผ่านฟิวส์ขนาด 0.5 A ก่อนแล้วจึงลอดผ่านออกไปใส่เข้ากับเต้าเสียบ



รูปภาพที่ 3.32 การเดินสายทั้ง 6 สาย ออกมานอกกล่องเพื่อใส่เต้าเสียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

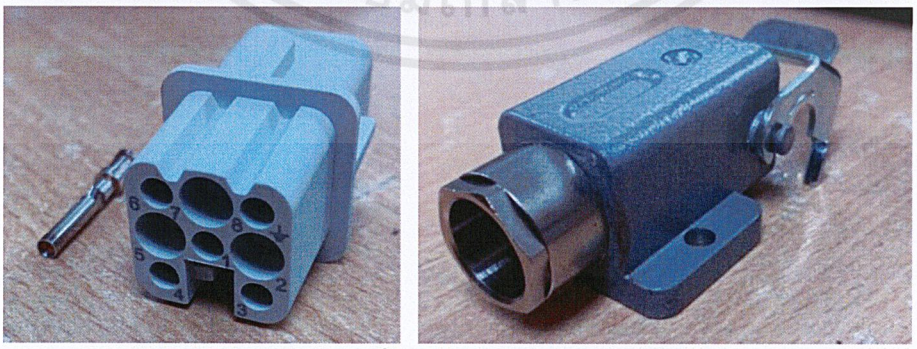
ทดลองจ่ายไฟด้วยแหล่งจ่ายไฟ กำหนดแรงดันไฟฟ้าให้เป็น 24 VDC เนื่องจากสัญญาณของแรงดันไฮดรอลิกจาก อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน ที่รับมาเป็น 24 VDC เพื่อตรวจสอบว่าการเดินสายไฟถูกต้องและสามารถใช้งานได้ตามปกติ



รูปภาพที่ 3.33 ทดลองจ่ายไฟด้วยแหล่งจ่ายไฟ แรงดันไฟฟ้า 24 VDC

เตรียมเต้าเสียบพร้อมปลอกหุ้ม แท่งเหล็กสำหรับเต้าเสียบ เต้ารับพร้อมปลอกหุ้ม และแท่งเหล็กสำหรับเต้ารับที่ต้องนำสายไฟมาบัดกรีเพื่อให้รวมเป็นเนื้อเดียวกัน แท่งเหล็กจะมีทั้งหมด 12 แท่ง (รวมเต้ารับและเต้าเสียบ) ตามจำนวนสายไฟที่มีทั้งหมด 6 เส้น

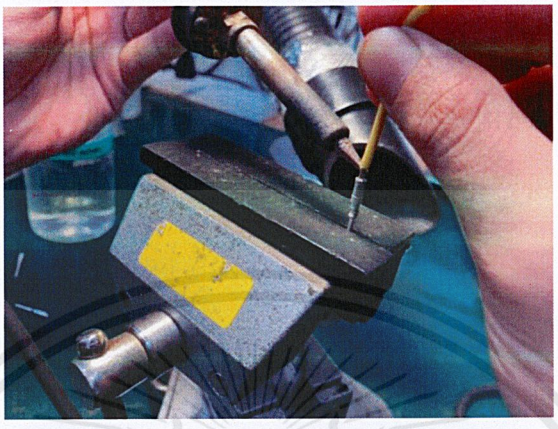
รูปภาพที่ 3.34 เต้าเสียบและปลอกหุ้ม



รูปภาพที่ 3.35 เต้ารับและปลอกหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการบัดกรีสายไฟเข้ากับแท่งเหล็กสำหรับเต้ารับและแท่งเหล็กสำหรับเต้าเสียบ ซึ่งแต่ละเต้าจะมีแท่งเหล็กทั้งหมด 6 แท่ง ตามจำนวนสายไฟ



รูปภาพที่ 3.36 การบัดกรีสายไฟเข้ากับแท่งเหล็กของเต้าเสียบและเต้ารับ

เมื่อเดินสายไฟทั้ง 6 เส้น ผ่านตำแหน่งข้างช่องที่ใส่ฟิวส์ลอดผ่านออกไปใส่เข้ากับเต้าเสียบ จะได้เต้าเสียบครอบด้วยปลอกหุ้มเมื่อบัดกรีรวมกับสายไฟเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งตำแหน่งของช่องในเต้าเสียบจะเป็นดังนี้

1. ช่องที่ 1 เป็นแท่งเหล็กสำหรับสายไฟเส้นที่ 1 ทำหน้าที่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1

2. ช่องที่ 2 เป็นแท่งเหล็กสำหรับสายไฟเส้นที่ 2 ทำหน้าที่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 2

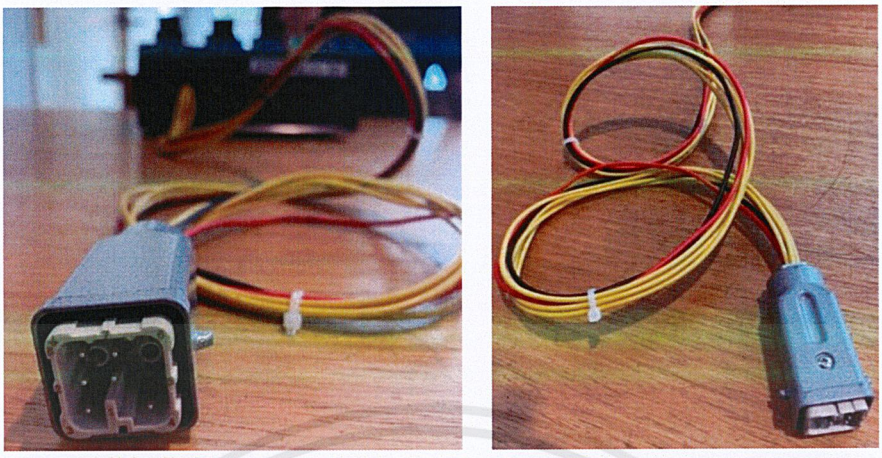
3. ช่องที่ 3 เป็นแท่งเหล็กสำหรับสายไฟเส้นที่ 3 ทำหน้าที่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3

4. ช่องที่ 4 เป็นแท่งเหล็กสำหรับสายไฟเส้นที่ 4 ทำหน้าที่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 4

5. ช่องที่ 7 เป็นแท่งเหล็กสำหรับสายไฟเส้นที่ 5 ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิกจากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน (24 VDC)

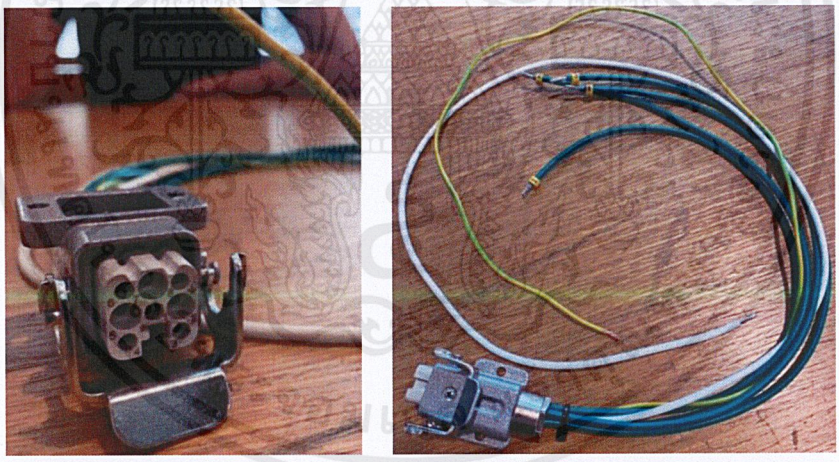
6. ช่องที่ 8 เป็นแท่งเหล็กสำหรับสายไฟเส้นที่ 6 ทำหน้าที่เข้าช่องของแผงต่อสายไฟของสายกราวน์ร่วมชุด PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.37 เต้าเสียบครอบด้วยปลอกหุ้มเมื่อบัดกรีรวมกับสายไฟเสร็จสมบูรณ์

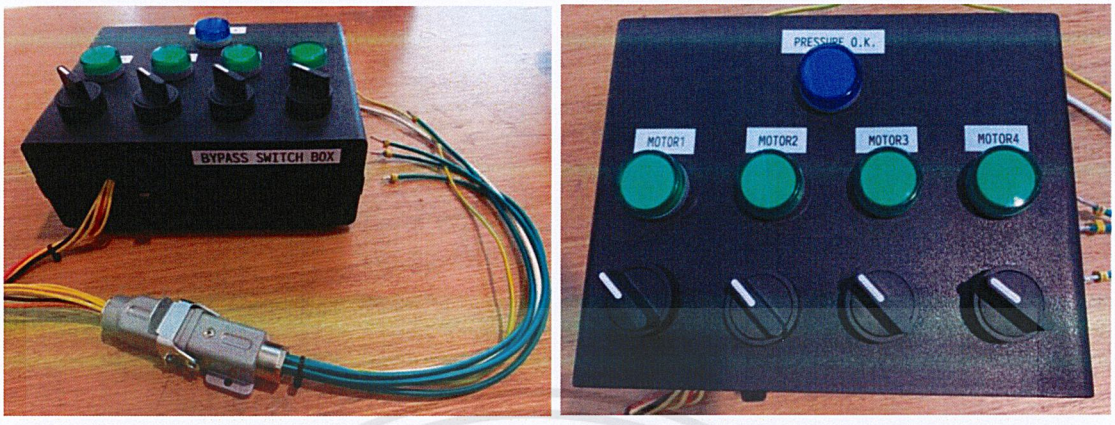
เมื่อนำสายไฟบัดกรีเข้ากับแท่งเหล็กในส่วนของเต้ารับเสร็จสมบูรณ์ หลังจากนั้นจะนำไปเสียบเข้าหลังเต้ารับเพื่อให้ช่องแท่งเหล็กเข้ากับเต้าเสียบพอดี โดยตำแหน่งของช่องในเต้ารับจะสัมพันธ์และเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งของช่องในเต้าเสียบ



รูปภาพที่ 3.38 เต้ารับครอบด้วยปลอกหุ้มเมื่อบัดกรีรวมกับสายไฟเสร็จสมบูรณ์

จะได้ชุดบายพาสสวิตช์ที่เสร็จสมบูรณ์ หลังจากนั้นทำการติดสติกเกอร์แสดงข้อความบอกอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อใช้งานได้อย่างสะดวกและป้องการกันสับสนระหว่างการบายพาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.39 ชุดบายพาสสวิตซ์แบบเสร็จสมบูรณ์

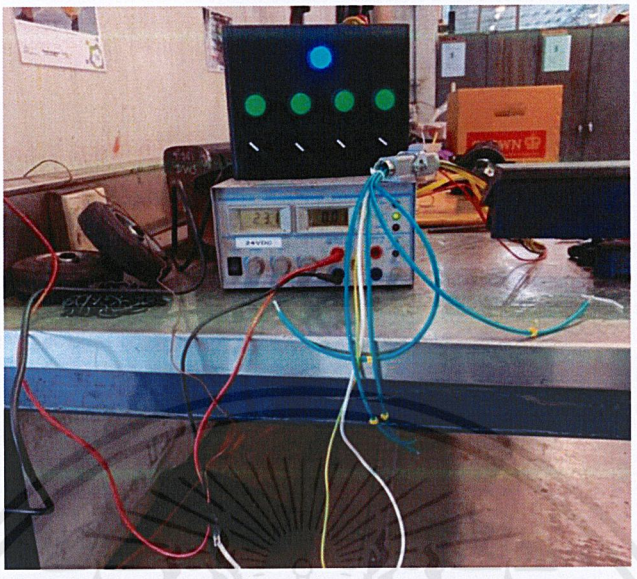
3.4 การติดตั้งและทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์ (Bypass switch set installation and testing)

ในเบื้องต้นก่อนที่จะทำการติดตั้งและทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับรถหัวจักรชักลาก จะทำการทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์ด้วยการจ่ายไฟฟ้าด้วยแหล่งพลังงานไฟฟ้า (Power supply) เพื่อทดสอบการทำงานในเบื้องต้น และหลังจากนั้นจะเป็นวิธีการติดตั้งและทดสอบชุดบายสวิตซ์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก

3.4.1 การทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Bypass switch testing with power supply)

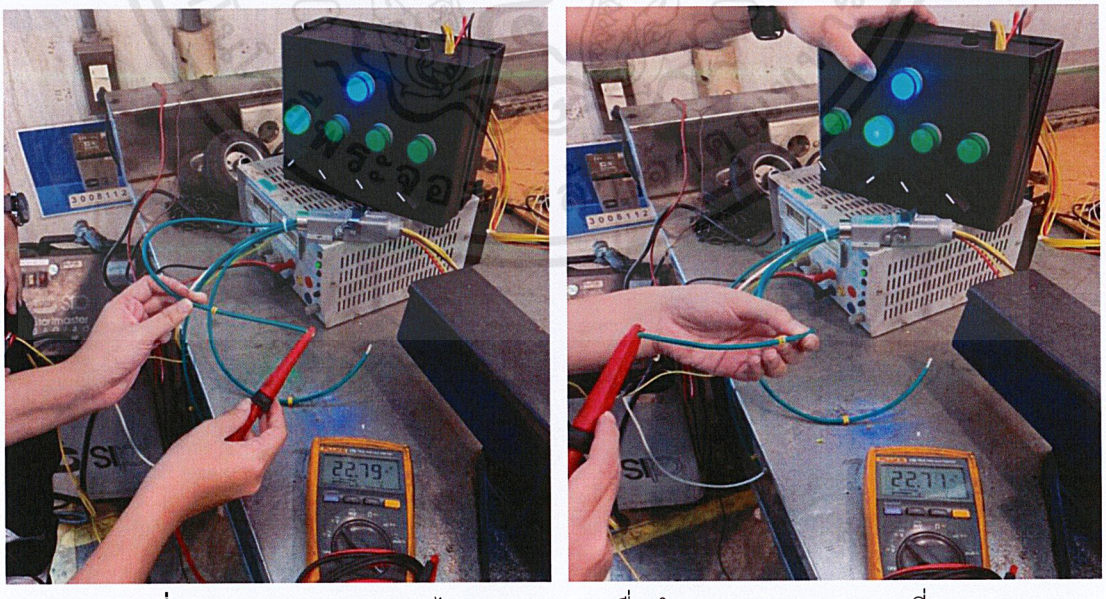
การทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์ด้วยการจ่ายไฟฟ้าด้วยแหล่งพลังงานไฟฟ้า (Power supply) ด้วยแรงดันไฟฟ้า 24 VDC เพื่อที่จะดูว่าวงจรไฟฟ้าทำงานได้ปกติ โดยจากรูปภาพที่ 3.37 จะสังเกตได้ว่าสายไฟเส้นสีแดงจากแหล่งจ่ายไฟจะทำหน้าที่เป็นไฟบวกและสายไฟเส้นสีดำจากแหล่งจ่ายไฟจะทำหน้าที่เป็นไฟลบ ซึ่งจะใช้สายไฟคีบสายไฟเส้นสีแดงกับสายไฟเส้นที่ 5 (จากช่องที่ 7) ทำหน้าที่รับสัญญาณไฟของแรงดันไฮดรอลิกจากอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน (24 VDC) ซึ่งเป็นไฟบวก และใช้สายไฟคีบสายไฟเส้นสีดำกับสายไฟเส้นที่ 6 (จากช่องที่ 8) ทำหน้าที่เข้าช่องแผงต่อสายไฟของกราวน์ร่วมชุด PLC ซึ่งเป็นไฟลบ พบว่าหลอดไฟแสดงสถานะสีน้ำเงินทำงานได้ปกติ ซึ่งหลอดไฟ 1 ดวงใช้กระแส 0.1 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



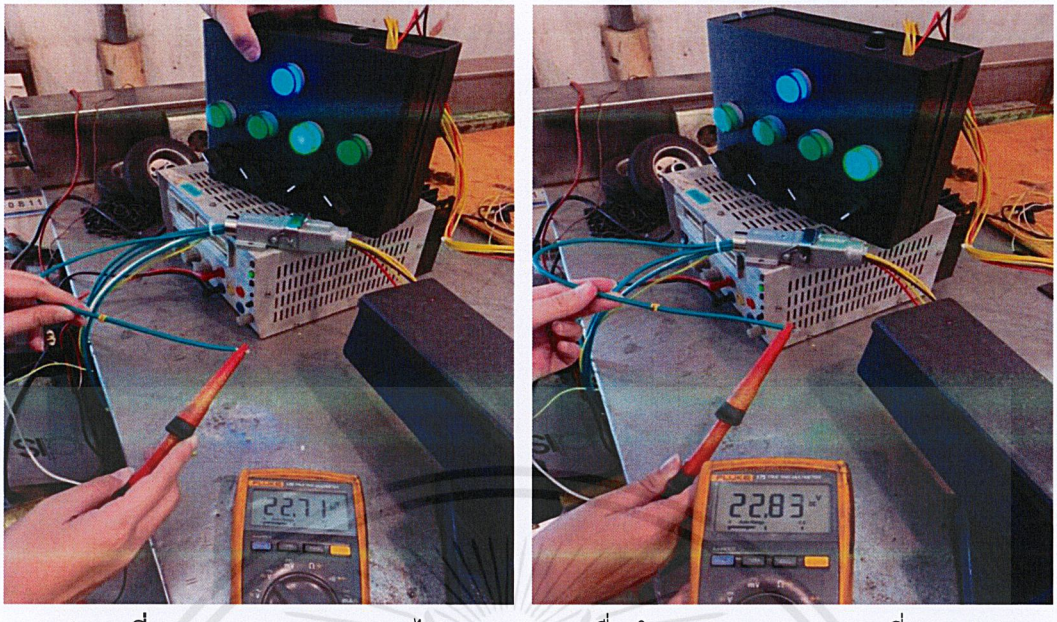
รูปภาพที่ 3.40 การจ่ายไฟให้ชุดบายพาสสวิตซ์ด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ทดลองบิดสวิตซ์ทางเลือกทั้ง 4 ตัว เพื่อทดสอบว่าสายไฟที่นำไปทำการบายพาสเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่เป็นช่องรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์แต่ละลูกสามารถนำไฟฟ้าได้อย่างสมบูรณ์ กระแสไม่ไหลย้อนกลับ และไม่เกิดความขัดข้องเนื่องจากจุดสัมผัส, จุดต่อหลวม (bad contacts) จากการบิดสวิตซ์เลือกทั้ง 4 ตัว ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ปลายสายไฟที่นำไปทำการบายพาสแต่ละเส้น พบว่ามีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 24 V ทุกเส้น



รูปภาพที่ 3.41 สถานะของหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการบายพาสเบรกลูกที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 3.42 สถานะของหลอดไฟแสดงสถานะเมื่อทำการบายพาสเบรกลูกที่ 3 และ 4

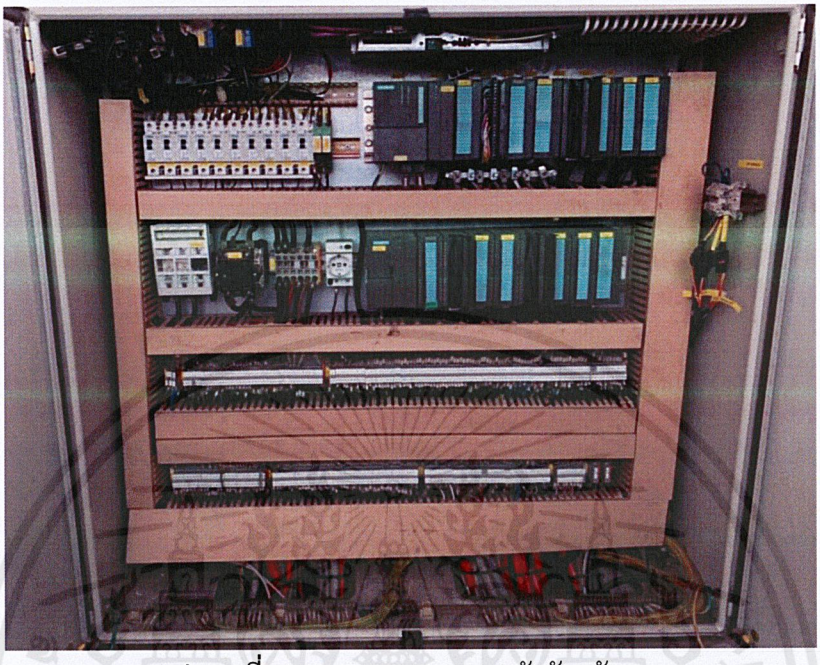
3.4.2 การทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก (Bypass switch set testing with PLC set of shunting locomotive)

ในการทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลากจะเป็นการจำลองการกู้รถหัวจักรชักลากเมื่อเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น การกู้รถหัวจักรชักลากขึ้นมาจากเส้นทางหลักระหว่างการใช้งานในอุโมงค์ ซึ่งเวลาในการซ่อมบำรุงในอุโมงค์จะถูกจำกัดเป็นอย่างมาก จึงต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งก็คือ เบรกไม่ปลดเนื่องจากชุด PLC ตัวรถหัวจักรชักลากไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของระบบเบรกสมรรถนะสูง

เนื่องจากการทดสอบจริงนั้นติดเงื่อนไขที่สำคัญ คือ อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันที่มีอยู่ตอนนี้ไม่สามารถนำสัญญาณไฟฟ้าของแรงดันไฮดรอลิก (24 V) ออกมาใช้เพื่อจ่ายเข้าชุดบายพาสสวิตซ์ได้ เพราะหน้าที่หลักของอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันที่มีอยู่ตอนนี้คือ นำสัญญาณไฟฟ้าของแรงดันไฮดรอลิกเข้าชุด PLC ด้วยสัญญาณแอนะล็อก (Analog signal) 4-20 mA แต่ผ่านการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล (Digital signal) ก่อนเข้าชุด PLC ด้วยหน่วยแอนะล็อกอินพุต (Analog Input Unit) จะรับสัญญาณแบบต่อเนื่องและแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital) หรือเรียกว่า A/D converter (ADC) เนื่องจากชุด PLC ชุดนี้ไม่สามารถรับรู้สัญญาณแอนะล็อกได้ ทำให้การนำเอาท์พุตของอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันที่มีอยู่ตอนนี้มีข้อจำกัดของการนำไปใช้งานในวัตถุประสงค์อื่น ๆ ซึ่งในอนาคตหากมีการติดตั้งเกิดขึ้นจริงทางทีมงานวิศวกรจะต้องเปลี่ยนเป็นใช้รุ่นที่มีข้อจำกัดการใช้งานที่น้อยกว่าโดยสามารถ

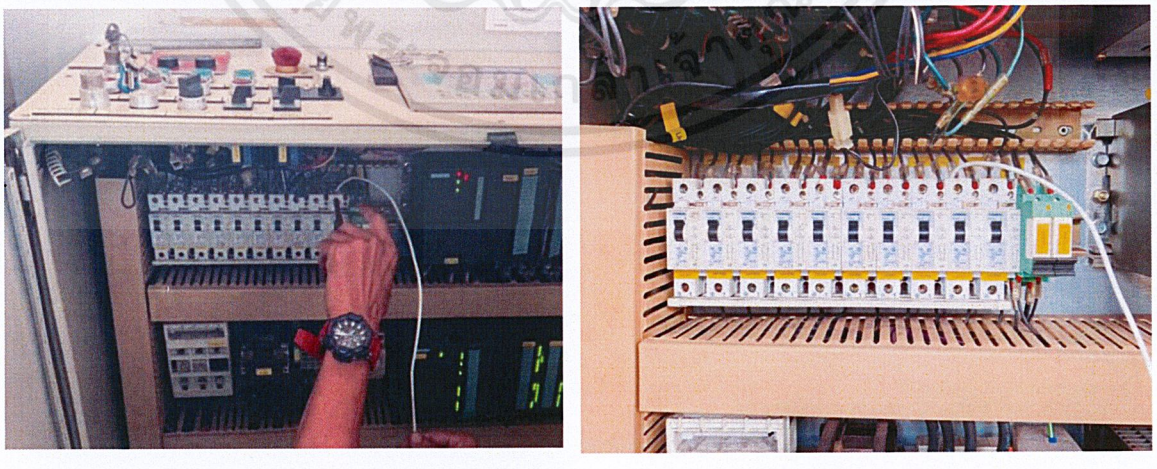
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเอาท์พุตของอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันออกมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นได้ ส่งผลให้การทดสอบจริงในครั้งนี้เป็นเพียงการจำลองการบายพาสเท่านั้น โดยจะรับแรงดันไฟฟ้า 24 V จากตัวรถหัวจักรชักลาก



รูปภาพที่ 3.43 ชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก

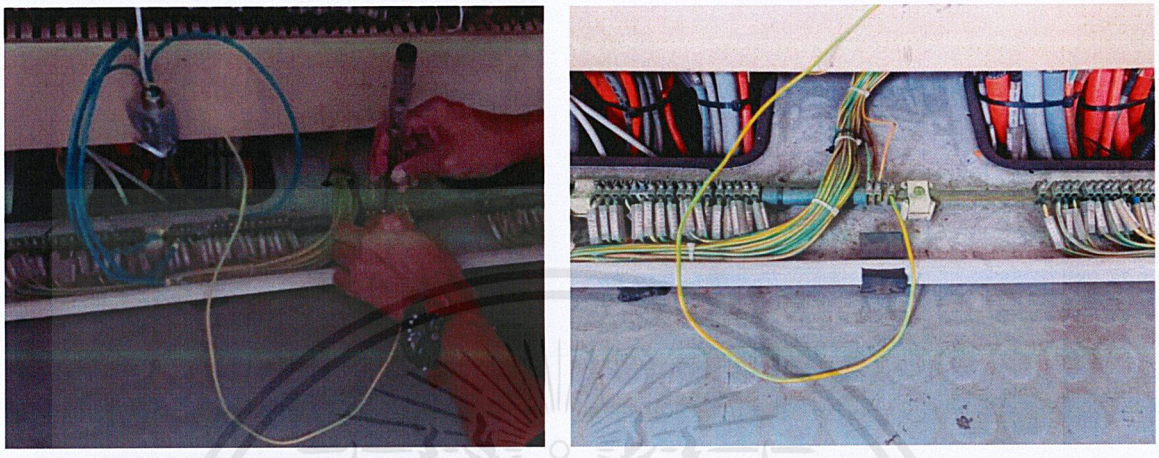
ในขั้นตอนแรกเริ่มจากการนำไฟบวกมาเพื่อจ่ายเข้าชุดบายพาสสวิตซ์ โดยรับไฟบวกจากรถหัวจักรชักลากโดยตรง นำสายไฟเส้นที่ 5 จากช่องที่ 7 ของเต้ารับ ที่ทำหน้าที่รับไฟบวกนำเข้าไปในช่องแผงต่อสายไฟของชุดเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low voltage circuit breakers) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้า 24 VDC



รูปภาพที่ 3.44 ชุดเบรกเกอร์และขั้นตอนการรับไฟบวก

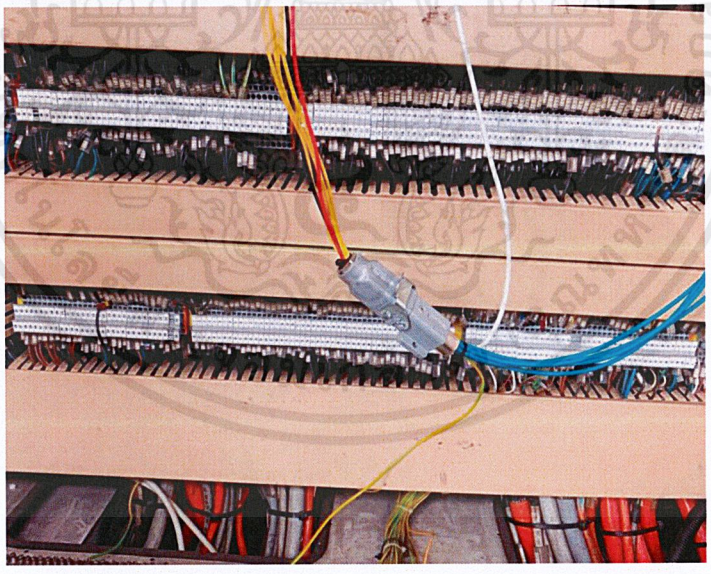
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปเป็นขั้นตอนของการรับไฟลบโดยการนำสายไฟเส้นที่ 6 จากช่องที่ 8 ของเต้ารับ เข้าช่องแผงต่อสายไฟของสายกราวน์ร่วมของชุด PLC เพื่อให้กระแสไหลครบวงจร



รูปภาพที่ 3.45 แผงต่อสายไฟสายกราวน์ร่วมของชุด PLC และขั้นตอนการต่อไฟลบ

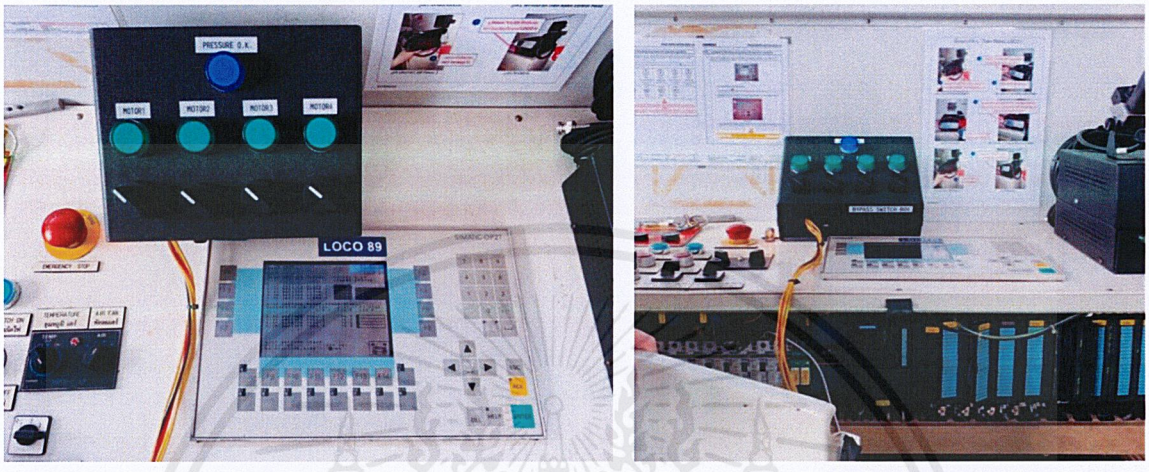
นำเต้าเสียบที่ติดอยู่กับกล่องควบคุมของชุดบายพาสสวิตซ์มาสวมกับเต้ารับซึ่งทำการต่อเข้าไฟบวกและไฟลบเสร็จสมบูรณ์ ทำให้สามารถใช้สำหรับการบายพาสได้อย่างสมบูรณ์



รูปภาพที่ 3.46 เต้ารับและเต้าเสียบเมื่อสวมเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

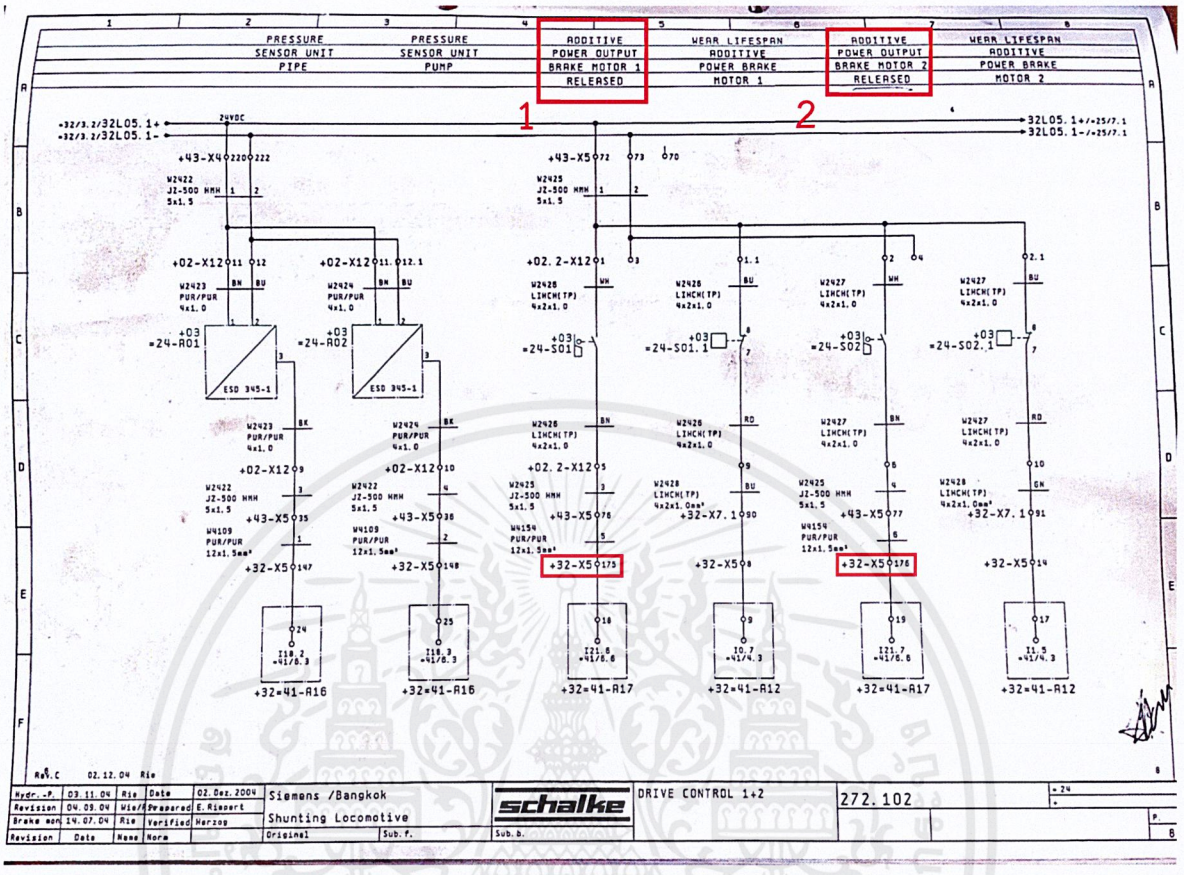
ตั้งชุดบายสวิตซ์บริเวณจอควบคุมการเดินรถเพื่อสะดวกต่อการใช้งาน และสามารถสังเกตได้ว่าเมื่อรถหัวจักรชักลากเริ่มทำงานจะมีแรงดันไฟฟ้า 24 VDC เข้าชุดบายพาสสวิตซ์ทำให้หลอดไฟแสดงสถานะสีน้ำเงินทำงาน



รูปภาพที่ 3.47 ชุดบายพาสสวิตซ์เมื่อต่อครบวงจรสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

ขั้นตอนต่อไปคือ ขั้นตอนการทำการบายพาสซึ่งในขั้นตอนแรกเราต้องตรวจสอบดูก่อนว่าเบรกสมรรถนะสูงของมอเตอร์ลูกไหนเกิดความขัดข้อง แล้วทำการตรวจสอบจากแบบไฟฟ้าว่าต้องใส่สายไฟสำหรับการบายพาสเข้าไปในแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่งนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

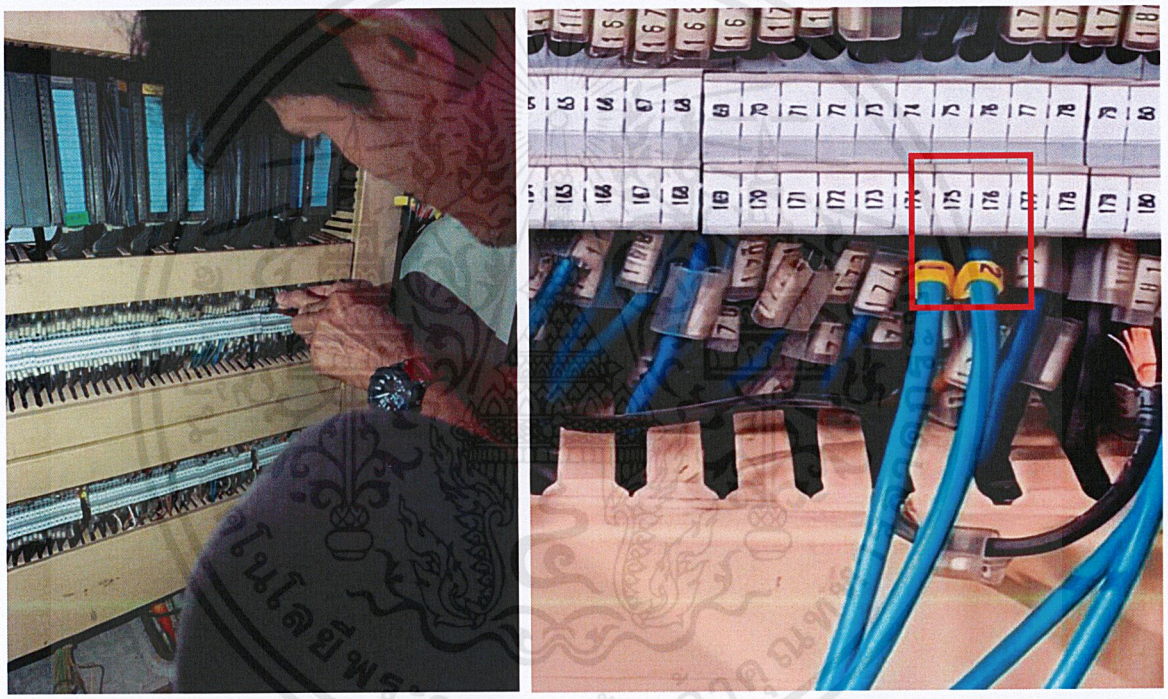


รูปภาพที่ 3.48 แบบไฟฟ้าของชุด PLC ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2

จากรูปภาพที่ 3.45 เป็นแบบไฟฟ้าของรถหัวจักรชักลากที่แสดงถึงข้อมูลของชุด PLC ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2 สามารถสังเกตได้จากจุดที่เน้นในแบบไฟฟ้าจะเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าเพื่อเข้าไปในส่วนของจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อน (OP27) ในจุดเน้นที่ 1 คือ สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1 จุดเน้นที่ 2 คือ สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 2 ถ้าหากเบรกทำการปลดแล้วแต่ลิมิตสวิตช์ไม่แตะหน้าสัมผัสหรือเกิดเหตุขัดข้องต่าง ๆ จะส่งผลให้ตำแหน่ง +03=24-S01 สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1 และตำแหน่ง +03=24-S02 สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 2 ไม่เปลี่ยนสถานะจากปกติเปิดเป็นปกติปิด ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลเข้าส่วนของจอดแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงต้องทำการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์ เริ่มต้นโดยสังเกตจากแบบไฟฟ้าถ้าหากต้องการทำการบายพาสสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1 จากแบบไฟฟ้าต้องนำสายไฟเส้นที่ 1 จากเต้ารับช่องที่ 1 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

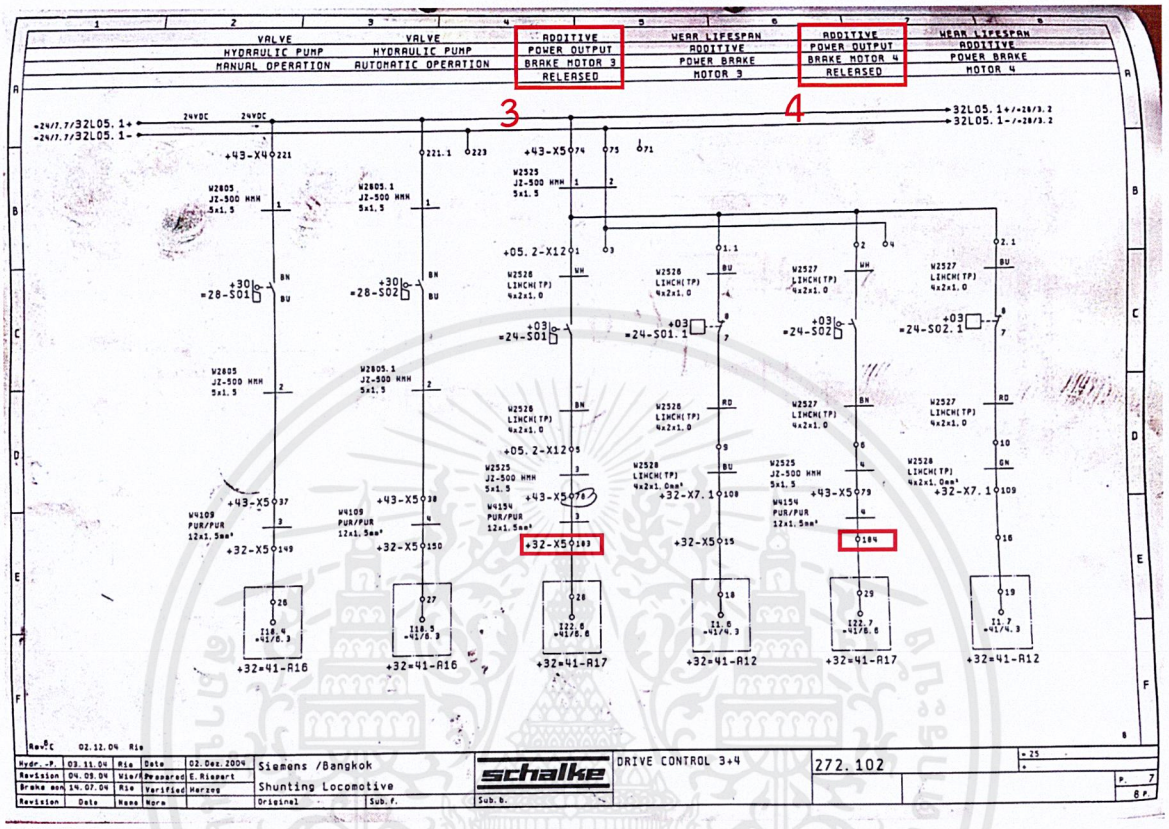
ของชุด PLC ที่ตำแหน่งที่ +32-X5 175 หมายความว่า +32-X5 คือ ตำแหน่งของตู้ควบคุมสำหรับชุด PLC 175 คือ ช่องที่ 175 ของแผงต่อสายไฟสำหรับชุด PLC หลังจากนั้นทำการขันแน่นจุดล็อคของแผงต่อสายไฟ และทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 1 ถ้าหากต้องการทำการบายพาสสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 2 จากแบบไฟฟ้าต้องนำสายไฟเส้นที่ 2 จากเต้ารับช่องที่ 2 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่งที่ +32-X5 176 หมายความว่า +32-X5 คือ ตำแหน่งของตู้ควบคุมสำหรับชุด PLC 176 คือ ช่องที่ 176 ของแผงต่อสายไฟสำหรับชุด PLC ก่อนที่จะนำสายไฟเข้าแผงต่อสายไฟจะต้องขันจุดล็อคออกก่อนจึงจะสามารถทำการใส่สายไฟเข้าไปได้ หลังจากนั้นใส่สายไฟเข้าไป ทำการขันแน่นยึดสายไฟเข้ากับแผงต่อสายไฟ และทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 2



รูปภาพที่ 3.49 ตำแหน่งที่ทำการบายพาสเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC สำหรับมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่ 3.46 สามารถสังเกตตำแหน่งที่ทำการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 (ช่องที่ 175) และ 2 (ช่องที่ 176) ตามตำแหน่งช่องของแผงต่อสายไฟโดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้า

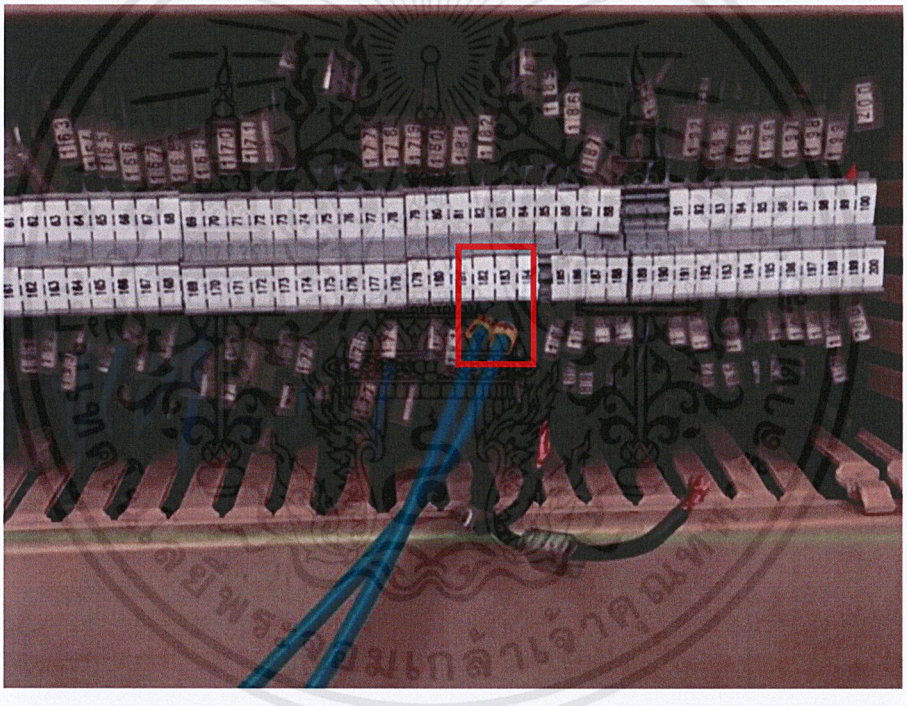


รูปภาพที่ 3.50 แบบไฟฟ้าของชุด PLC ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4

จากรูปภาพที่ 3.47 เป็นแบบไฟฟ้าของรถหัวจักรชักลากที่แสดงถึงข้อมูลของชุด PLC ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 สามารถสังเกตได้จากจุดที่เน้นในแบบไฟฟ้าจะเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าเพื่อเข้าไปในส่วนของจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อน (OP27) ในจุดเน้นที่ 3 คือ สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 จุดเน้นที่ 4 คือ สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 4 ถ้าหากเบรกทำการปลดแล้วแต่ลิมิตสวิตช์ไม่แตะหน้าสัมผัสหรือเกิดเหตุขัดข้องต่าง ๆ จะส่งผลให้ตำแหน่ง +03=24-S01 สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และตำแหน่ง +03=24-S02 สำหรับสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 4 ไม่เปลี่ยนสถานะจากปกติเปิดเป็นปกติปิด ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลเข้าส่วนของจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนได้ ดังนั้นจึงต้องทำการบายพาสโดยใช้ชุดบายพาสสวิตช์ เริ่มต้นโดยสังเกตจากแบบไฟฟ้าถ้าหากต้องการทำการบายพาสสัญญาณปลดเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ลูกที่ 3 จากแบบไฟฟ้าต้องนำสายไฟเส้นที่ 3 จากเต้ารับช่องที่ 3 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่งที่ +32-X5 183 หมายความว่า +32-X5 คือ ตำแหน่งของตู้ควบคุมสำหรับชุด PLC 183 คือ ช่องที่ 183 ของแผงต่อสายไฟสำหรับชุด PLC หลังจากนั้นทำการขันแน่นจุดล็อคของแผงต่อสายไฟ และทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 3 ถ้าหากต้องการทำการบายพาสสัญญาณปลดเบรกมอเตอร์ลูกที่ 4 จากแบบไฟฟ้าต้องนำสายไฟเส้นที่ 4 จากเต้ารับช่องที่ 4 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่งที่ +32-X5 184 หมายความว่า +32-X5 คือ ตำแหน่งของตู้ควบคุมสำหรับชุด PLC 184 คือ ช่องที่ 184 ของแผงต่อสายไฟสำหรับชุด PLC ก่อนที่จะนำสายไฟเข้าแผงต่อสายไฟจะต้องขันจุดล็อคออกก่อนจึงจะสามารถทำการใส่สายไฟเข้าไปได้ หลังจากนั้นใส่สายไฟเข้าไป ทำการขันแน่นยึดสายไฟเข้ากับแผงต่อสายไฟ และทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 4



รูปภาพที่ 3.51 ตำแหน่งที่ทำการบายพาสเข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC สำหรับมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4

จากรูปภาพที่ 3.48 สามารถสังเกตตำแหน่งที่ทำการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 (ช่องที่ 183) และ 4 (ช่องที่ 184) ตามตำแหน่งช่องของแผงต่อสายไฟโดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดลองการทำงานของวิธีการบายพาสทั้ง 2 แบบ โดยวิธีแรก คือ การทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลากโดยทำการเปรียบเทียบสถานะการขับเคลื่อนของรถหัวจักรชักลากเมื่อ PLC อนุญาตให้ขับเคลื่อนและไม่อนุญาตให้ขับเคลื่อน โดยการบายพาสขณะที่เกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน วิธีที่สอง คือ การเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาสในชุด PLC ของการทำงานของระบบเบรกสมรรถนะสูงโดยการออกแบบโปรแกรมการควบคุมการบายพาสเพิ่มเข้าไปและแสดงผลการทำงานของการบายพาสผ่านจอแสดงผล HMI ที่ออกแบบผ่านโปรแกรม GT designer3 และ GX work3 ซึ่งในจอแสดงผล HMI จะแสดงถึงโปรแกรมจำลองการเบรกในสภาวะปกติและเมื่อทำการบายพาสด้วยโปรแกรม

4.1 การทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลาก

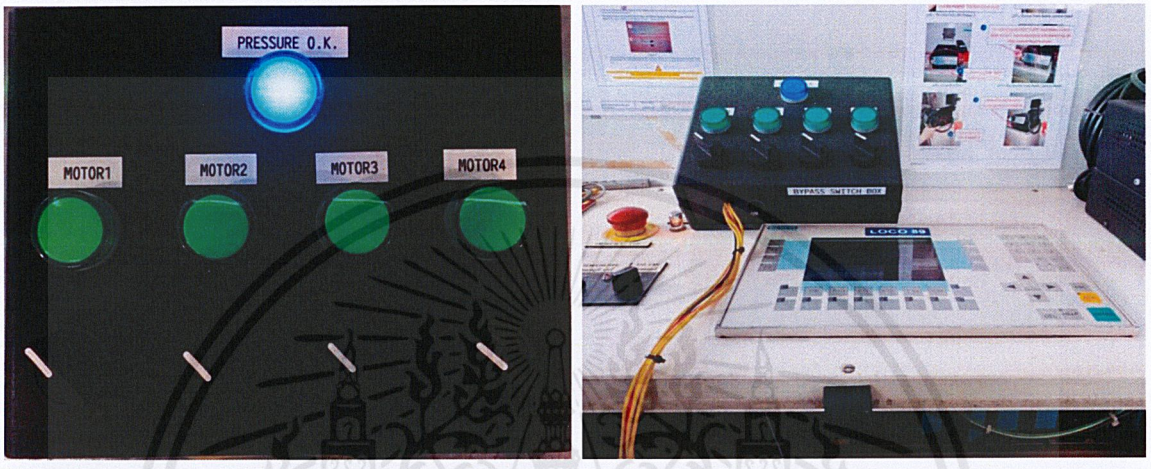
จากเงื่อนไขที่สำคัญของการที่ชุด PLC จะอนุญาตให้รถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้คือ ชุด PLC จะต้องได้รับสัญญาณปลดเบรกครบทุกลูกของชุดเบรกสมรรถนะสูงสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนทั้ง 4 ลูก ซึ่งถ้าหากมีเบรกของมอเตอร์ลูกใดลูกหนึ่งไม่ทำการปลดเบรกหรือชุด PLC ได้รับสัญญาณปลดเบรกไม่ครบแม้แต่ลูกเดียว จะส่งผลให้ชุด PLC ไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้ โดยการทดสอบชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับชุด PLC ของรถหัวจักรชักลากจะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลองดังนี้

1. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 1 ลูก
2. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 2 ลูก
3. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 3 ลูก
4. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 4 ลูก

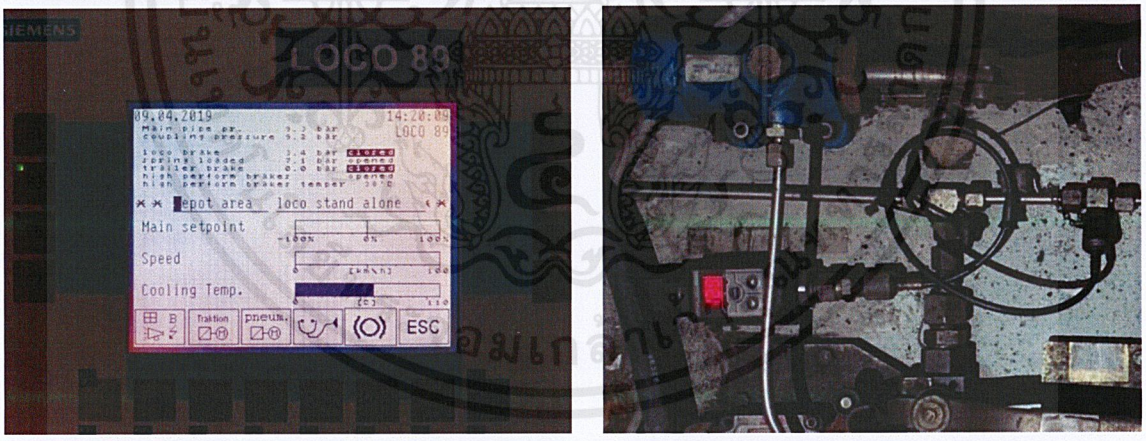
เนื่องจากการทดสอบจริงนั้นติดเงื่อนไขที่สำคัญ คือ อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันที่มีอยู่ตอนนี้ไม่สามารถนำสัญญาณไฟฟ้าของแรงดันไฮดรอลิก (24 V) ออกมาใช้เพื่อจ่ายเข้าชุดบายพาสสวิตซ์ได้ ส่งผลให้การทดสอบจริงในครั้งนี้เป็นเพียงการจำลองการบายพาสเท่านั้น โดยจะรับแรงดันไฟฟ้า 24 V จากตัวรถหัวจักรชักลากโดยตรง และเงื่อนไขแรกที่ต้องตรวจสอบก่อนทำการบายพาสทุกครั้ง คือ แรงดันไฮดรอลิกจะต้องถึงอย่างน้อย 100 บาร์ เพื่อใช้ในการปลดเบรกออก ถ้าหากแรงดันไฮดรอลิกไม่ถึง 100 บาร์ หมายความว่าผ้าเบรกยังไม่ได้รับการปลดออกจากจานเบรกของชุดเบรกสมรรถนะสูง ในการทดสอบเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหมดขับเคลื่อนอยู่ในโหมด stand alone เนื่องจากขณะทดสอบไม่ได้พ่วงรถไฟคันอื่นและเงื่อนไขของโหมดนี้คือ ปั๊มไฮดรอลิกจะเริ่มทำงานโดยไม่ต้องกดปุ่มเดดแมน หน้าจอแสดงผลจะแสดงสถานะของการปลดเบรกทันที และเมื่อต้องการขับเคลื่อนจะต้องกดปุ่มเดดแมนหลังจากนั้นจึงดันไปข้างหน้าเพื่อขับเคลื่อน



รูปภาพที่ 4.1 ชุดบายพาสสวิตซ์เมื่อรับสัญญาณไฟ 24 V

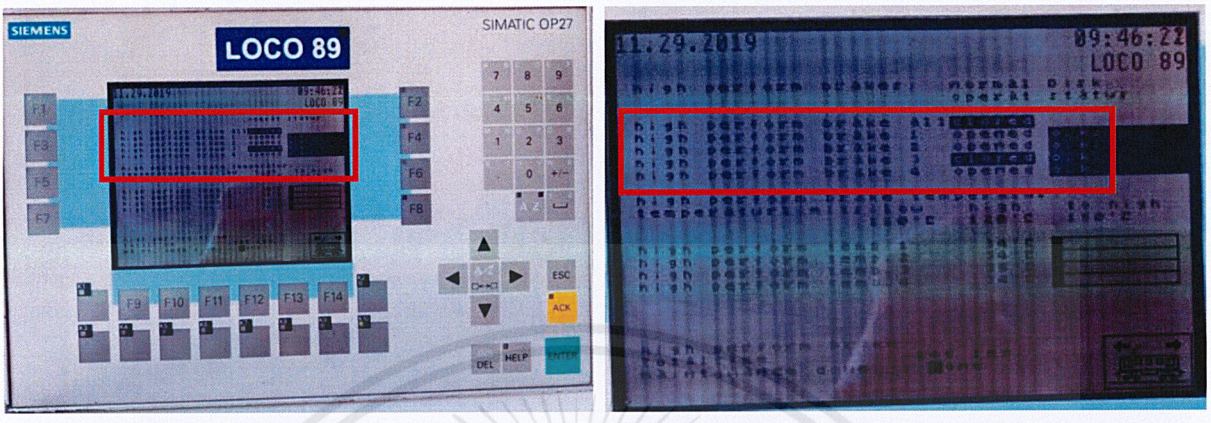


รูปภาพที่ 4.2 จอแสดงการเลือกโหมดขับเคลื่อนและแรงดันไฮดรอลิกจากหน้าจอแสดงผลของอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน

จากรูปภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าแรงดันไฮดรอลิกก่อนที่จะทำการบายพาสมีค่าประมาณ 129 บาร์ ซึ่งมีค่าเกิน 100 บาร์ หมายความว่าขณะนี้เบรกทำการปลดออกเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

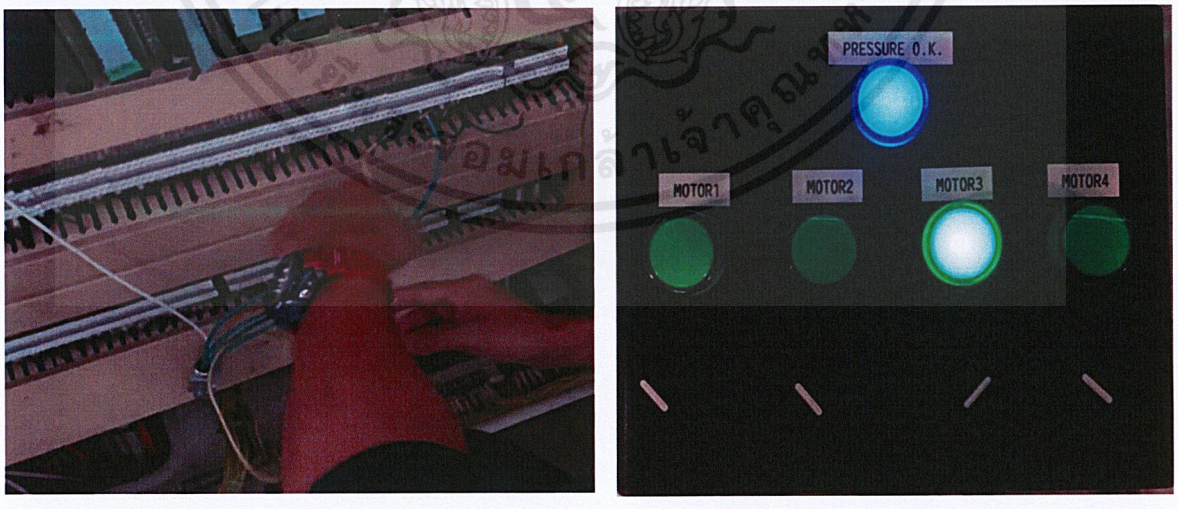
4.1.1 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 1 ลูก



รูปภาพที่ 4.3 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3

จากรูปภาพที่ 4.3 สามารถสังเกตข้อความได้ว่า high perform brake 3 closed หมายความว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 ส่งผลให้ชุด PLC ไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากขับเคลื่อนได้ทำให้ต้องทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3

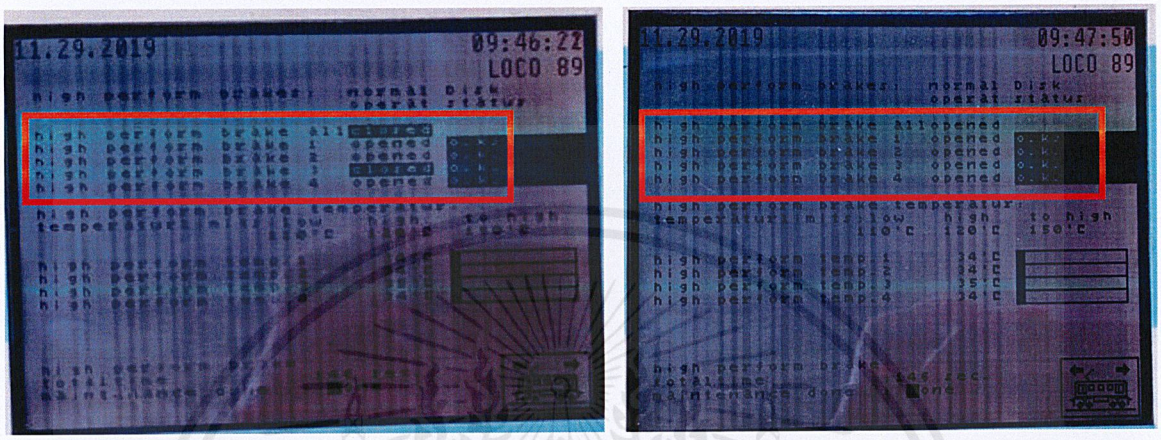
เริ่มต้นการทำการบายพาสโดยนำสายไฟเส้นที่ 3 จากเต้ารับช่องที่ 3 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 183 โดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้า และทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 3



รูปภาพที่ 4.4 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับการบายพาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการบายพาสโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 ส่งผลให้หลอดไฟแสดงสถานะของเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 สว่างขึ้น และสถานะของสัญญาณปลดเบรกบนหน้าจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนจะเปลี่ยนแปลงทันที



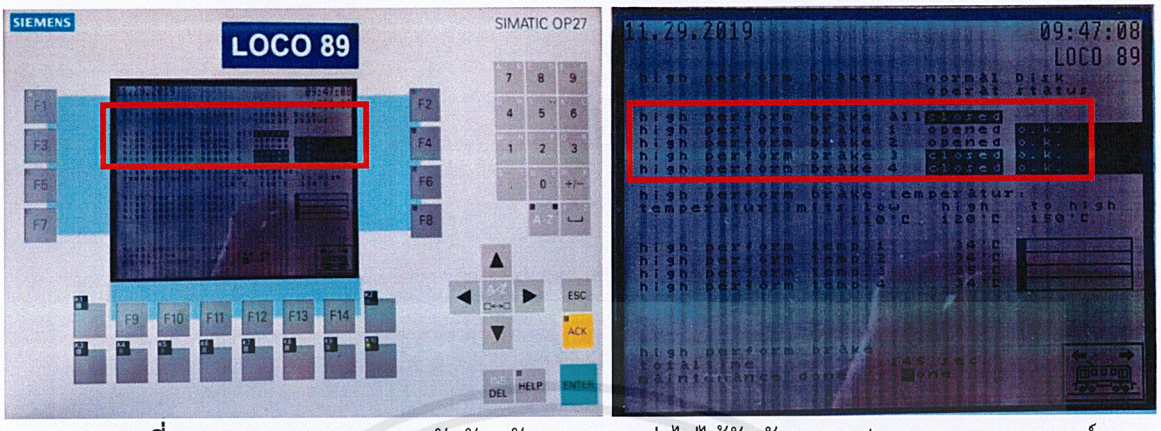
รูปภาพที่ 4.5 จอแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3

จากรูปภาพที่ 4.5 สามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณเปลดบรกครบทุกมอเตอร์แล้ว ดังนั้นสถานะของรถหัวจักรชักลากตอนนี้คือ ชุด PLC อนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนได้ หากต้องการทำการขับเคลื่อนต้องบิดสวิตซ์เลือกทิศทางการเคลื่อนที่และทำการกดเดดเมนจนสัญญาณดังขึ้นถึงจะสามารถเคลื่อนที่ได้โดยดันเดดแมนไปข้างหน้า ดังรูปภาพที่ 4.6

รูปภาพที่ 4.6 ปุ่มเดดเมนสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

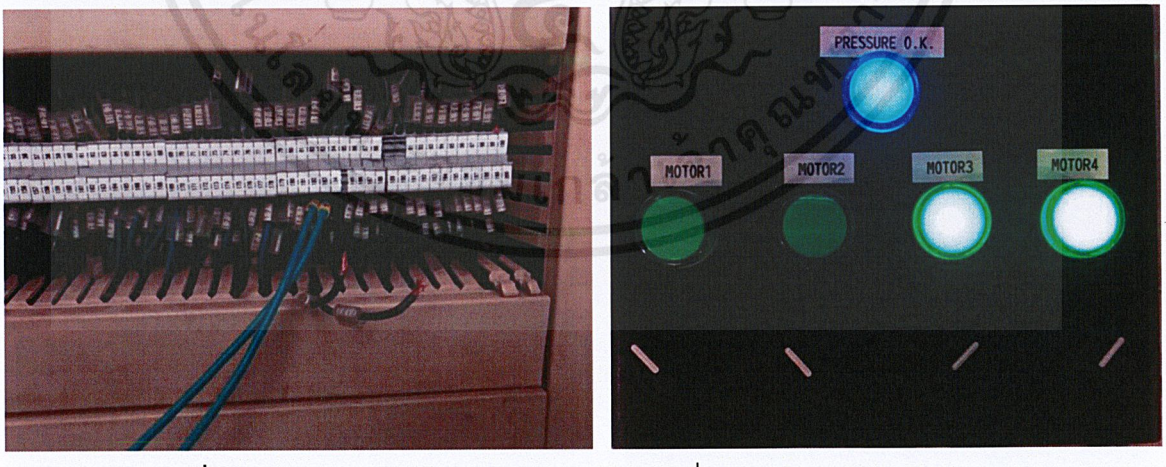
4.1.2 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 2 ลูก



รูปภาพที่ 4.7 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4

จากรูปภาพที่ 4.7 สามารถสังเกตข้อความได้ว่า high perform brake 3 closed และ high perform brake 4 closed หมายความว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 ส่งผลให้ชุด PLC ไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากขับเคลื่อนได้ทำให้ต้องทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4

เริ่มต้นการทำการบายพาสโดยนำสายไฟเส้นที่ 3 จากเต้ารับช่องที่ 3 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 183 สายไฟเส้นที่ 4 จากเต้ารับช่องที่ 4 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 184 โดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้า ทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4



รูปภาพที่ 4.8 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3, 4 และการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับการบายพาส

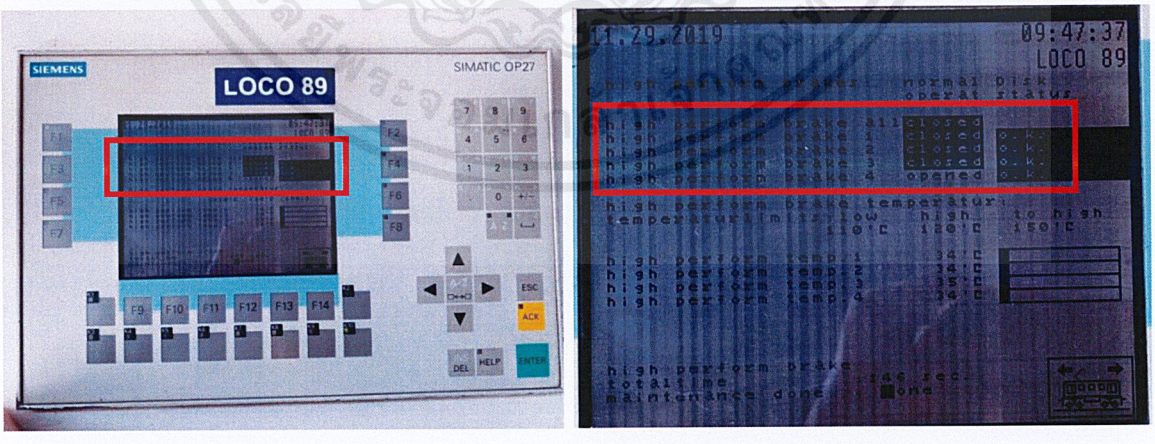
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการบายพาสโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และ4 ส่งผลให้หลอดไฟแสดงสถานะของเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 สว่างขึ้น สถานะของสัญญาณปลดเบรกบนหน้าจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนจะเปลี่ยนแปลงทันที

รูปภาพที่ 4.9 จอแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4

จากรูปภาพที่ 4.9 สามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณเปลดเบรกครบทุกมอเตอร์แล้ว ดังนั้นสถานะของรถหัวจักรชักลากตอนนี้คือ ชุด PLC อนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนได้หากต้องการทำการขับเคลื่อนต้องบิดสวิตซ์เลือกทิศทางการเคลื่อนที่และทำการกดเดดเมนจนสัญญาณดังขึ้นถึงจะสามารถเคลื่อนที่ได้โดยดันเดดแมนไปข้างหน้า

4.1.3 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 3 ลูก

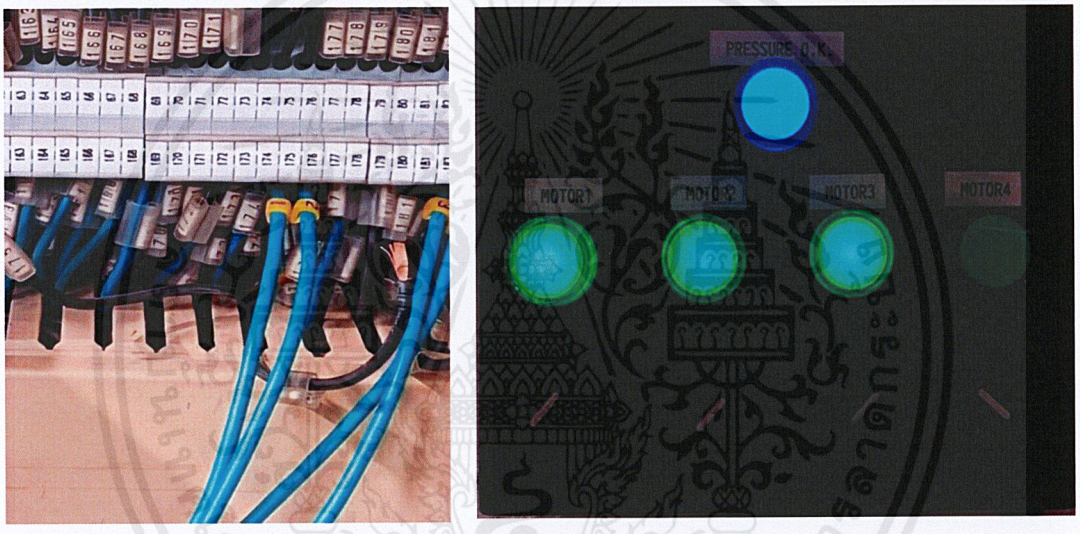


รูปภาพที่ 4.10 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่ 4.10 สามารถสังเกตข้อความได้ว่า high perform brake 1 closed, high perform brake 2 closed และ high perform brake 3 closed หมายความว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้ชุด PLC ไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากขับเคลื่อนได้ทำให้ต้องทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3

เริ่มต้นการทำการบายพาสโดยนำสายไฟเส้นที่ 1 จากเต้ารับช่องที่ 1 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 175 สายไฟเส้นที่ 2 จากเต้ารับช่องที่ 2 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 176 สายไฟเส้นที่ 3 จากเต้ารับช่องที่ 3 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 183 โดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้า ทำการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3



รูปภาพที่ 4.11 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 และการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับการบายพาส

หลังจากทำการบายพาสโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกสำหรับเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 ส่งผลให้หลอดไฟแสดงสถานะของเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 สว่างขึ้น สถานะของสัญญาณปลดเบรกบนหน้าจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนจะเปลี่ยนแปลงทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

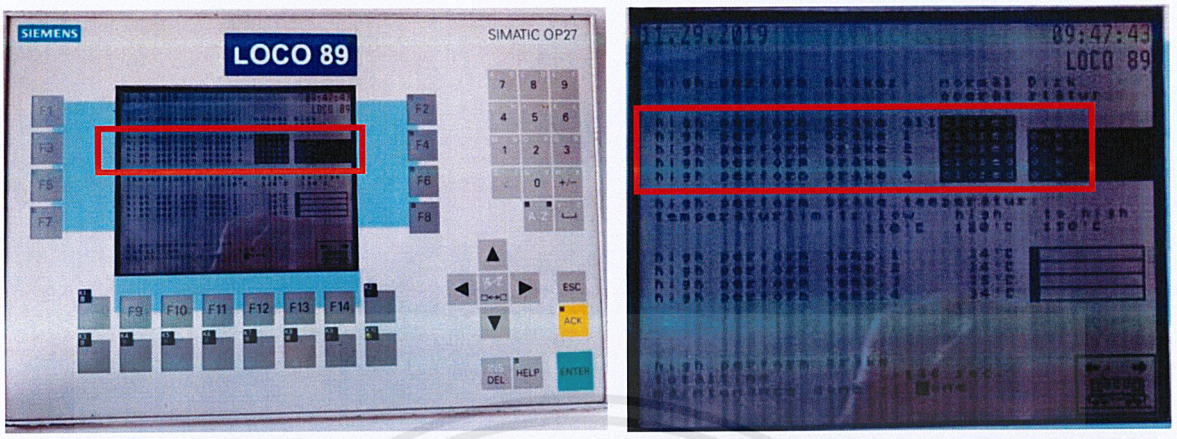
รูปภาพที่ 4.12 จอแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3

จากรูปภาพที่ 4.12 สามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณเปลดเบรกครบทุกมอเตอร์แล้ว ดังนั้นสถานะของรถหัวจักรชักลากตอนนี้คือ ชุด PLC อนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนได้หากต้องการทำการขับเคลื่อนต้องบิดสวิตซ์เลือกทิศทางการเคลื่อนที่และทำการกดเดดเมนจนสัญญาณดังขึ้นถึงจะสามารถเคลื่อนที่ได้โดยดันเดดแมนไปข้างหน้า

4.1.4 กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 4 ลูก

ในกรณีสุดท้ายที่เป็นกรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกทั้ง 4 ลูก จะแสดงรายละเอียดผลการทดลองมากขึ้นโดยจะทำการบายพาสครั้งละ 1 ลูก และแสดงผลที่จะเกิดขึ้นบนหน้าจอแสดงผลสำหรับควบคุมการขับเคลื่อนเพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขที่สำคัญได้อย่างชัดเจน ซึ่งก็คือเงื่อนไขของชุด PLC ที่จะต้องได้รับสัญญาณปลดเบรกครบทุกลูกของชุดเบรกสมรรถนะสูงสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนทั้ง 4 ลูก

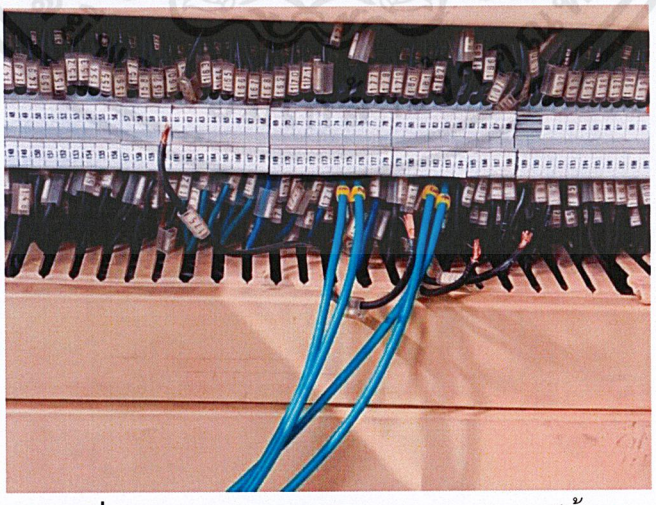
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.13 จอแสดงผลของรถหัวจักรชักลากแสดงว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก

จากรูปภาพที่ 4.13 สามารถสังเกตข้อความได้ว่า high perform brake 1 closed, high perform brake 2 closed, high perform brake 3 closed และ high perform brake 4 closed หมายความว่าไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก ส่งผลให้ชุด PLC ไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากขับเคลื่อนได้ทำให้ต้องทำการบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก

เริ่มต้นการทำการบายพาสโดยนำสายไฟเส้นที่ 1 จากเต้ารับช่องที่ 1 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 175 สายไฟเส้นที่ 2 จากเต้ารับช่องที่ 2 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 176 สายไฟเส้นที่ 3 จากเต้ารับช่องที่ 3 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 183 และสายไฟเส้นที่ 4 จากเต้ารับช่องที่ 4 ใส่เข้าแผงต่อสายไฟของชุด PLC ที่ตำแหน่ง +32-X5 184 โดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้า



รูปภาพที่ 4.14 การบายพาสสัญญาณเบรกมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 3 เท่านั้น จะสามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 แต่ยังไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้ เนื่องจากได้รับสัญญาณปลดเบรกครบไม่ครบทั้ง 4 ลูก แสดงดังรูปภาพที่ 4.15

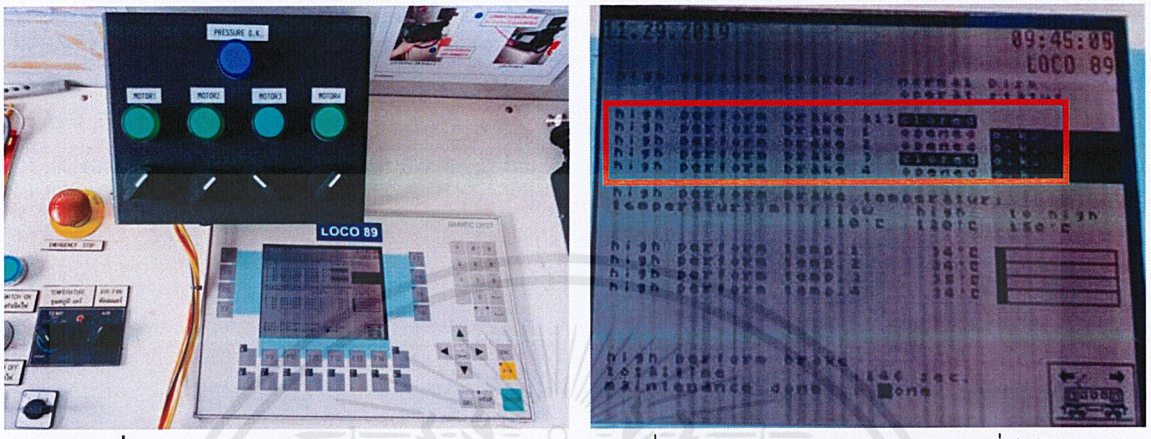
รูปภาพที่ 4.15 การบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 3 และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส

เมื่อทดลองโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 เท่านั้น จะสามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 3 และ 4 แต่ยังไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้ เนื่องจากได้รับสัญญาณปลดเบรกครบไม่ครบทั้ง 4 ลูก แสดงดังรูปภาพที่ 4.16

รูปภาพที่ 4.16 การบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 3, 4 และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส

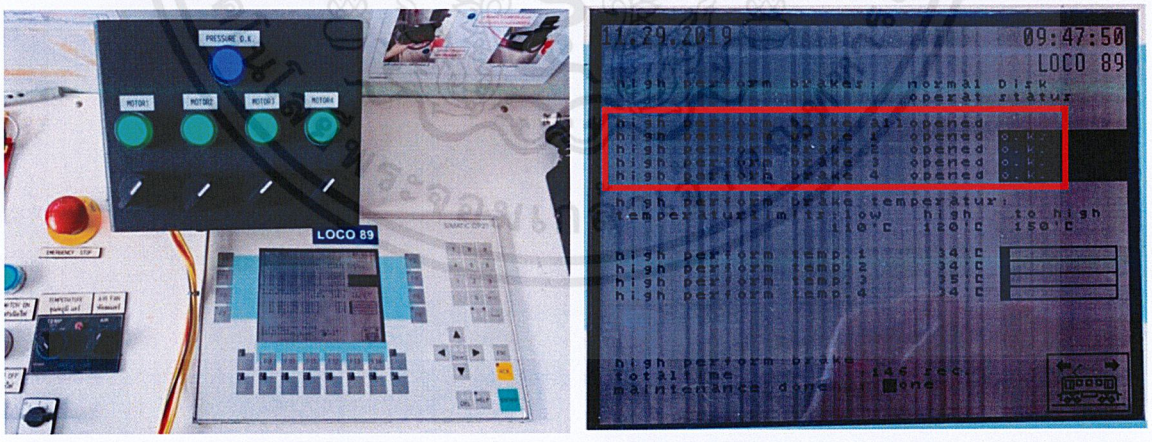
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดลองโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 4 เท่านั้น จะสามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 4 แต่ยังไม่อนุญาตให้รถหัวจักรชักลากสามารถขับเคลื่อนได้ เนื่องจากได้รับสัญญาณปลดเบรกครบไม่ครบทั้ง 4 ลูก แสดงดังรูปภาพที่ 4.17



รูปภาพที่ 4.17 การบิดสวิตซ์ทางเลือกเฉพาะมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 4 และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส

เมื่อทดลองโดยการบิดสวิตซ์ทางเลือกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก จากรูปภาพที่ 4.18 สามารถสังเกตได้ว่าชุด PLC ได้รับสัญญาณเปลดเบรกครบทุกมอเตอร์แล้ว ดังนั้นสถานะของรถหัวจักรชักลากตอนนี้คือชุด PLC อนุญาตให้สามารถขับเคลื่อนได้หากต้องการทำการขับเคลื่อนต้องบิดสวิตซ์เลือกทิศทางการเคลื่อนที่และทำการกดเดดเมนจนสัญญาณดังขึ้นถึงจะสามารถเคลื่อนที่ได้โดยดันเดดแมนไปข้างหน้า



รูปภาพที่ 4.18 การบิดสวิตซ์ทางเลือกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก และจอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาส

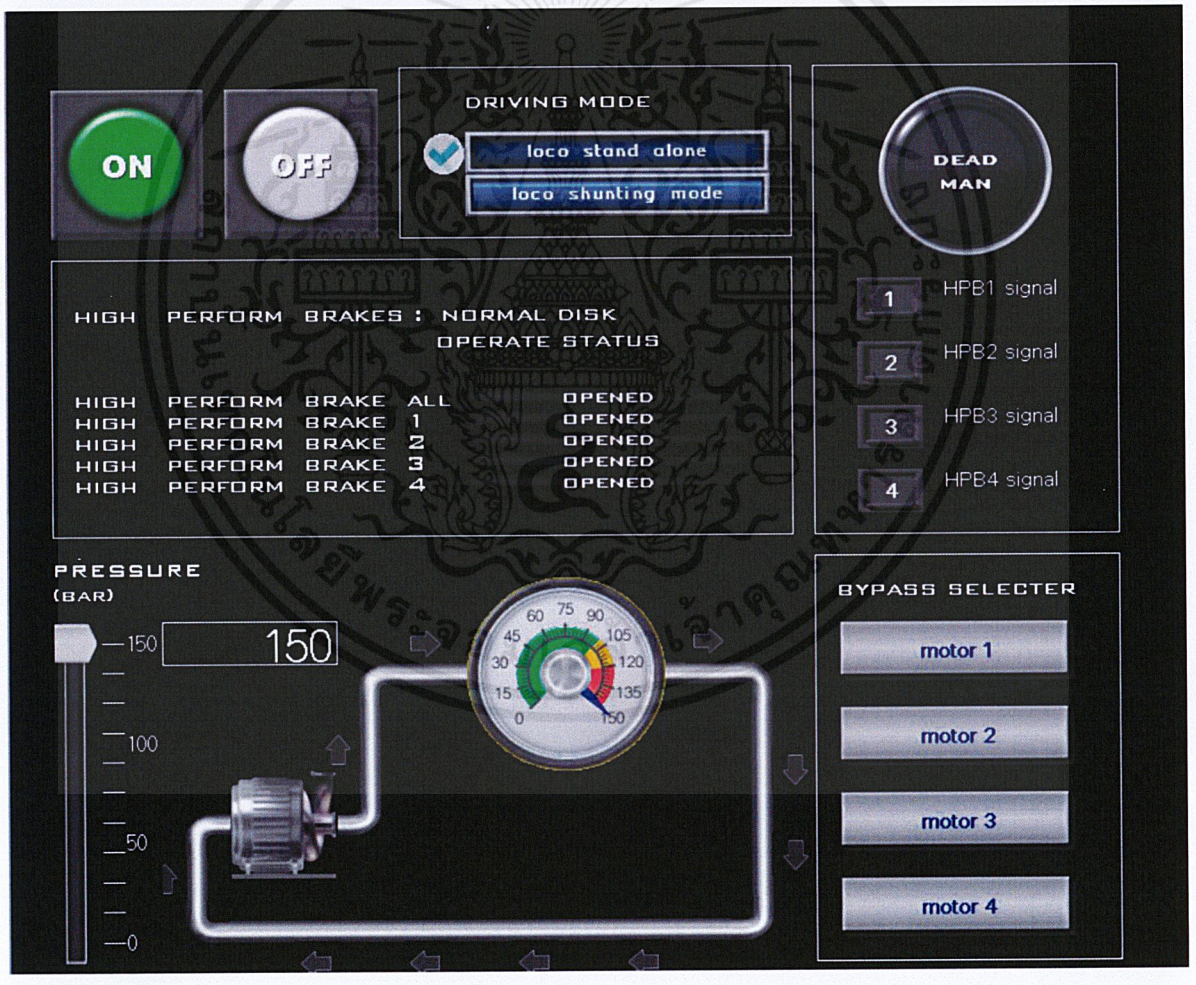
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบการทำงานของแบบจำลองรถหัวจักรชักลากโดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมการบายพาส

การทดสอบการทำงานของโปรแกรมจำลองการทำงานของชุด PLC ที่ได้ออกแบบมาให้ใกล้เคียงกับตัวรถจริงมากที่สุด ซึ่งในโปรแกรมจะมีการรวมหลายส่วนของรถเพื่อให้เห็นการทำงานของเดดแมน สถานะการเบรกของเบรกสมรรถนะสูง การทำงานของปั๊ม และโหมดของการบายพาสไว้ด้วยกันในหน้าจอเดียวเพื่อความสะดวกในการศึกษาและสังเกตการทำงานของระบบต่าง ๆ ภายในหน้าต่างเดียว

4.2.1 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมจำลองโดยทั่วไป

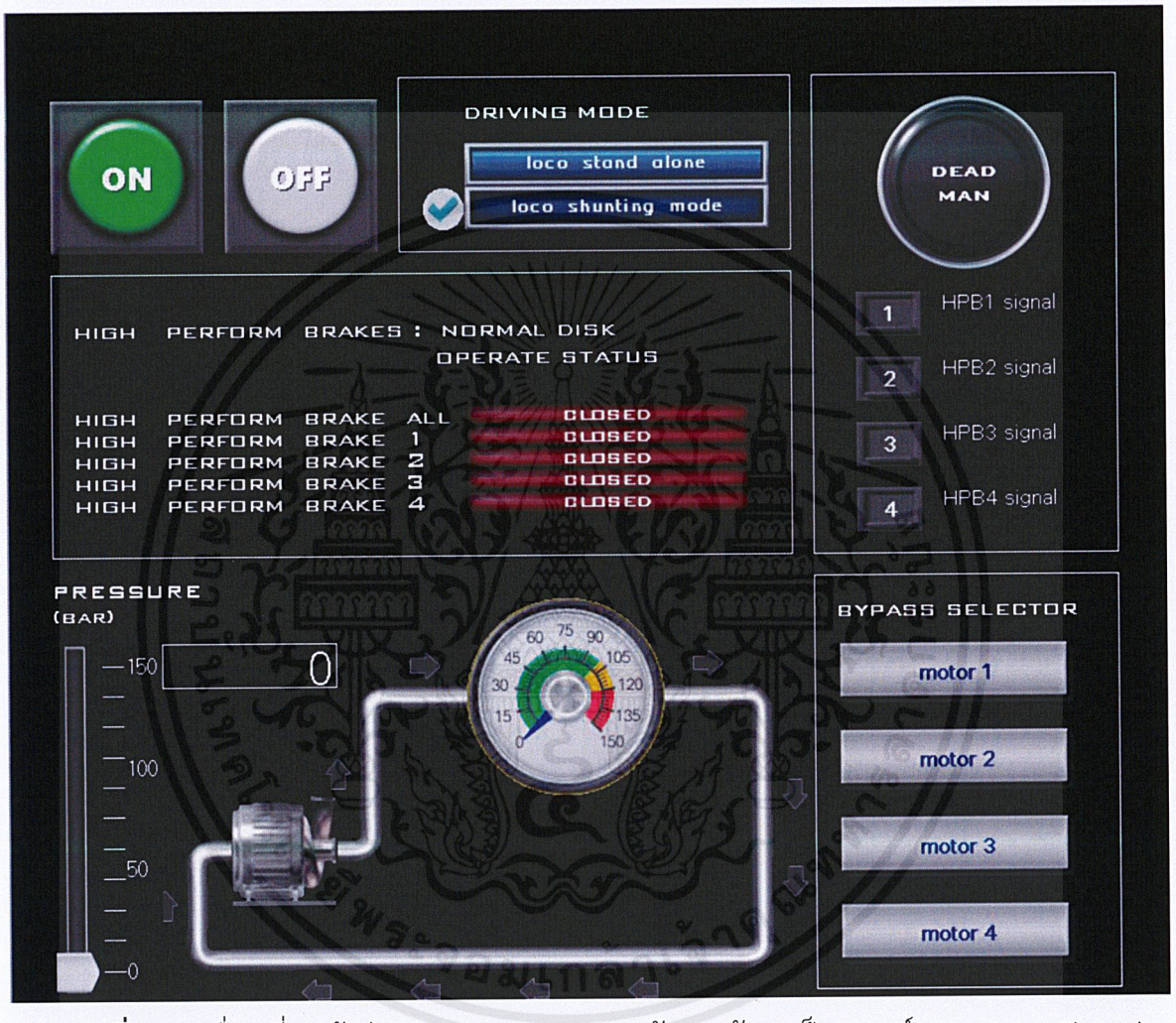
1. เมื่อกดปุ่ม ON บนโปรแกรม ความดันไฮดรอลิกจะขึ้นมาที่ 150 บาร์ทันที โหมดการขับเคลื่อนจะไปอยู่ที่ Loco Stand Alone เหมือนกับบนตัวรถคือเมื่อเริ่มการทำงานของ PLC เบรกสมรรถนะสูงจะแสดงสถานะ Opened หรือสถานะปลดทันที



รูปภาพที่ 4.19 หน้าจอเมื่อกดปุ่ม ON เพื่อพร้อมทำงานโปรแกรมจะอยู่ในโหมด Loco Stand alone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

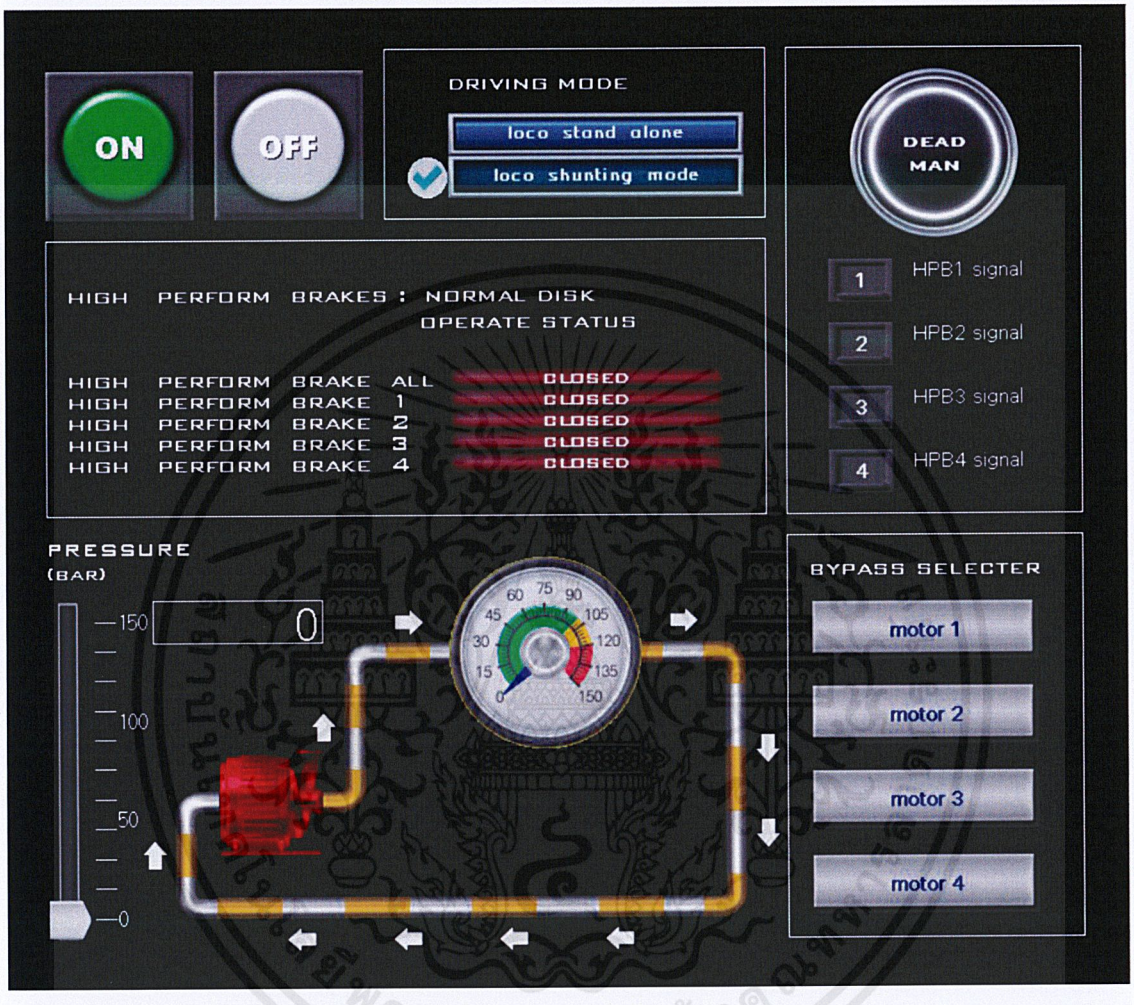
2. เมื่อผู้ใช้เปลี่ยนโหมดไปเป็น Loco Shunting Mode ความดันไฮดรอลิกจะกลับไปสู่ 0 บาร์ และสถานะของเบรกสมรรถนะสูงจะอยู่ในสถานะ Closed หรือสถานะเบรกซึ่งสอดคล้องกับบนตัวรถคือ เมื่อเปลี่ยนโหมดเป็นโหมดลากจูงจะทำให้น้ำมันไฮดรอลิกไหลกลับลงถังจนทำให้ความดันเป็น 0 บาร์



รูปภาพที่ 4.20 เมื่อเปลี่ยนเข้าสู่ Shunting Mode ความดันจะกลับมาเป็น 0 บาร์ เบรกทุกลูก Closed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

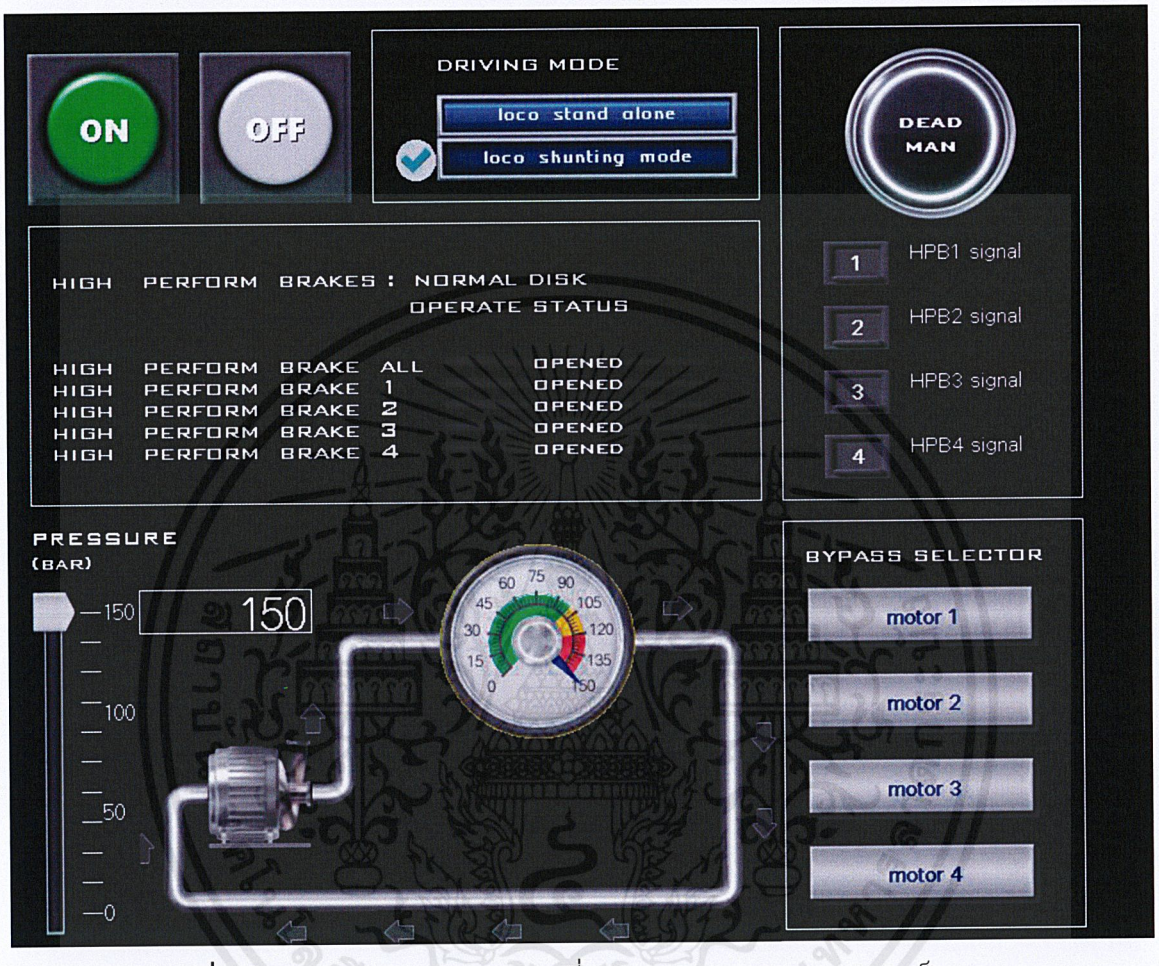
3. ใน Shunting Mode เมื่อผู้ใช้กด Deadman ค้างไว้จะทำให้ปั๊มทำงานและเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 2 วินาทีจะทำให้ความดันเปลี่ยนเป็น 150 บาร์และสถานะเบรกสมรรถนะสูงจะกลายเป็น Opened สอดคล้องกับบนรถจริงคือ ปั๊มจะตอบสนองการทำงานพร้อม ๆ กับการกด Deadman เสมอ



รูปภาพที่ 4.21 ปั๊มจะทำงานจนกระทั่งความดันถึง 150 บาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

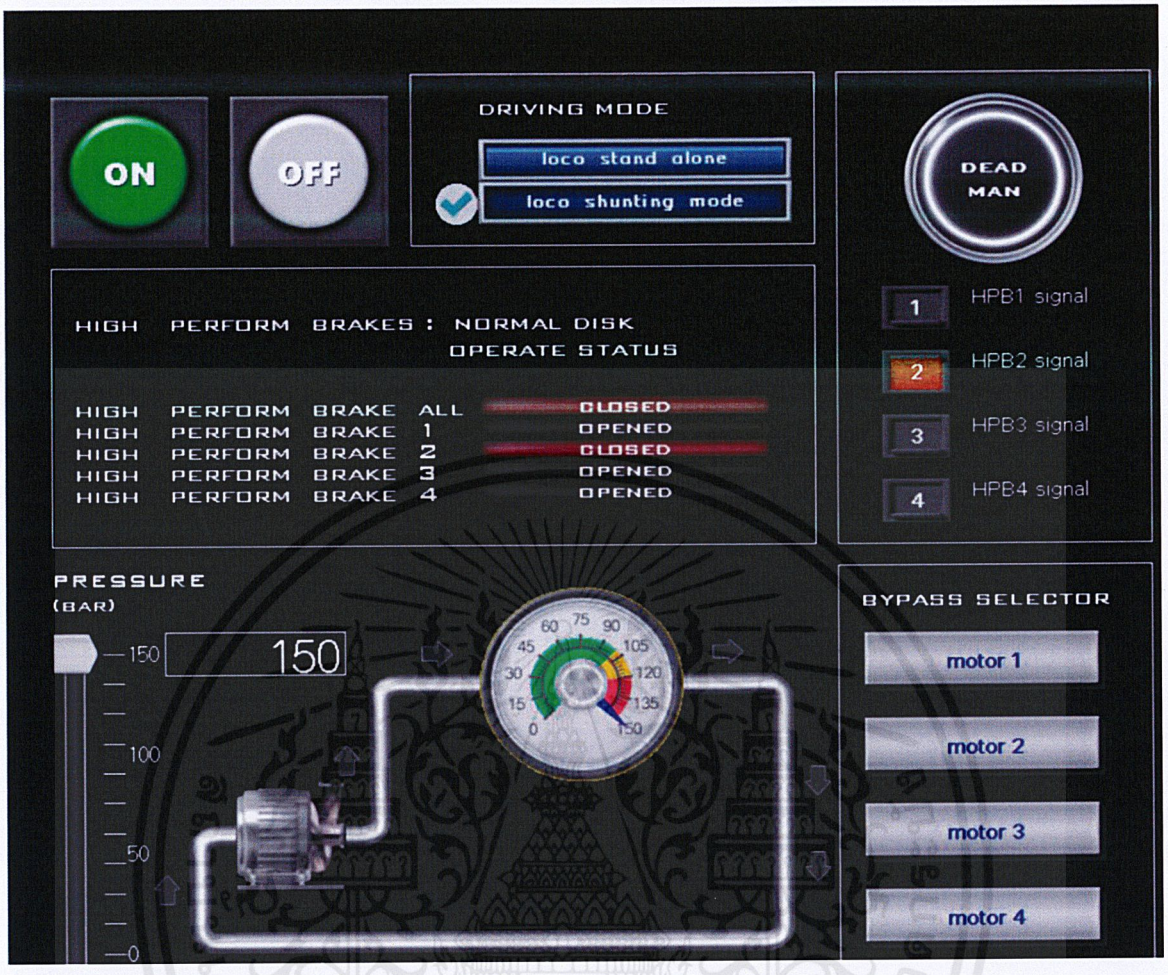
หลังจากที่ปั๊มทำงานจนกระทั่งความดันถึง 150 บาร์ จะส่งผลให้สถานะของเบรกทุกลูกเปลี่ยนสถานะจาก Closed กลายเป็น Opened ดังรูปภาพที่ 4.22



รูปภาพที่ 4.22 สถานะของเบรกทุกลูกเปลี่ยนสถานะจาก Closed กลายเป็น Opened

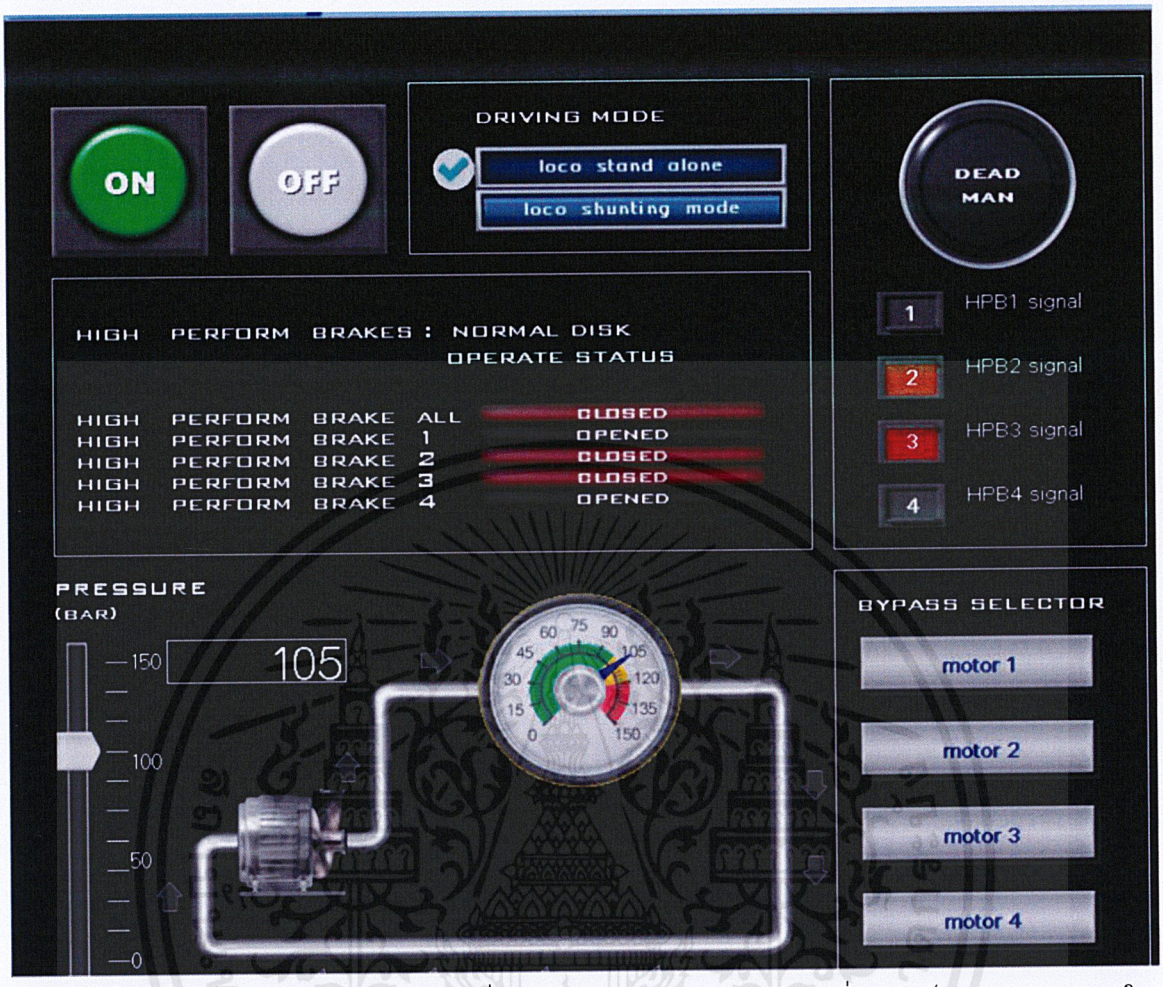
4. ในโหมด Shunting Mode เมื่อทำการจำลองให้สัญญาณของเบรกสมรรถนะสูงแต่ละลูกมีปัญหาจะพบว่าลูกอื่น ๆ จะแสดง Opened ปกติส่วนลูกที่จำลองว่ามีปัญหานั้นจะขึ้นเป็น Closed และผลลัพธ์ของ All จะขึ้นเป็น Closed เช่นกันเนื่องจาก All จะขึ้น Opened ได้ก็ต่อเมื่อต้องได้รับสัญญาณทุกตัวเป็น Opened เท่านั้น และในโหมด Loco Stand Alone เมื่อทำการจำลองให้สัญญาณแต่ละลูกมีปัญหาจะทำให้ลูกนั้นขึ้น Closed เสมอแม้ว่าความดันไฮดรอลิกจะมากกว่า 100 บาร์ก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.23 เมื่อทดลองให้สัญญาณลูกที่ 2 มีปัญหาจะพบว่าเบรกลูกที่ 2 เป็น Closed เสมอในทุก ๆ โหมด

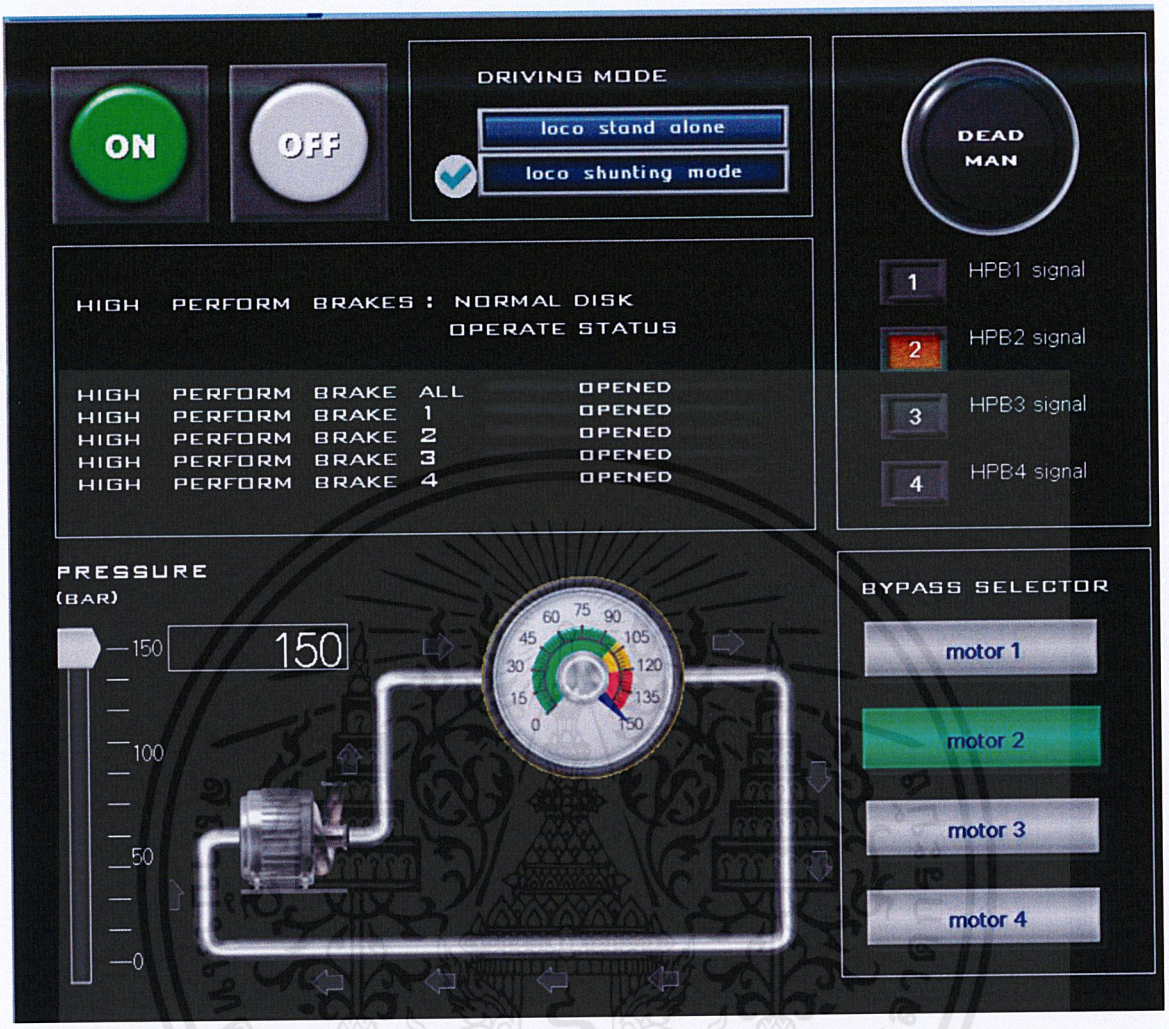
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.24 เมื่อทดลองให้สัญญาณลูกที่ 2, 3 มีปัญหาจะพบว่าเบรกลูกที่ 2, 3 เป็น Closed เสมอในทุก ๆ โหมด

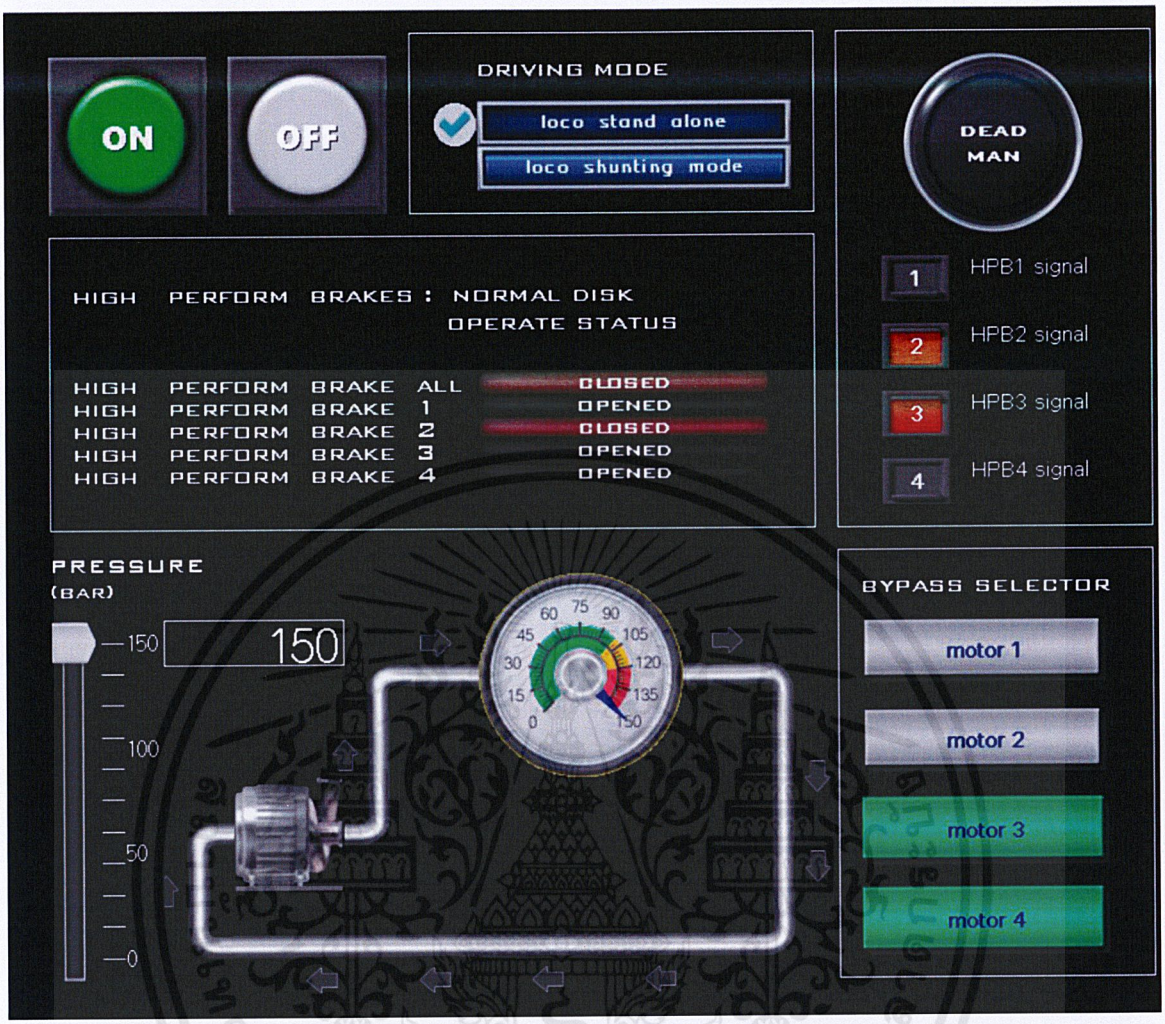
5. จากข้อ 4. หลังจากทำการจำลองให้สัญญาณของเบรกแต่ละลูกมีปัญหาแล้ว ในตอนนี้จะทำการบายพาสเบรกลูกที่มีปัญหาเช่นเมื่อมีปัญหาในลูกที่ 2 ก็จะทำการกด Bypass motor 2 ซึ่งพบว่าหลังกด Deadman ก็จะทำให้เบรกแสดงสถานะ Opened ทุกลูกโดยการบายพาสนั้นจะทำการบายพาสกี่ลูกก็ได้ แต่หากบายพาสไม่ตรงลูกที่มีปัญหาเบรกลูกที่มีปัญหาก็จะขึ้น Closed อยู่เช่นเดิม หากเราเลื่อนเกจความดันไฮดรอลิกลงมาต่ำกว่า 100 บาร์สถานะของเบรกสมรรถนะสูงทุกลูกจะกลายเป็น Closed ทันที ซึ่งในความเป็นจริงคือหากเกิดสถานะการณ์แบบนี้ขึ้นรถก็จะหยุดทันทีด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.25 ทดลองทำการบายพาสเบรกลูกที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

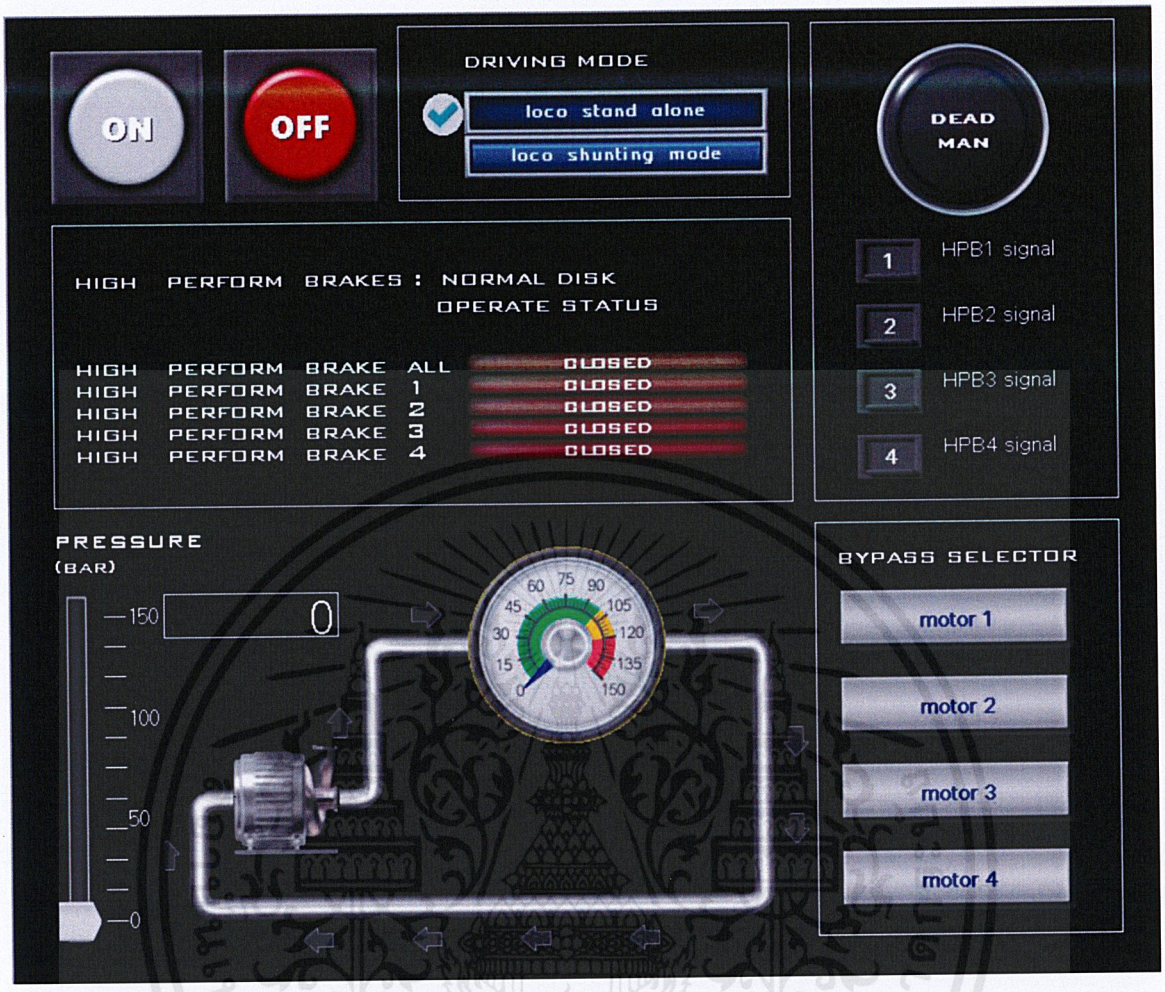


รูปภาพที่ 4.26 หากบายพาสไม่ตรงกับลูกที่มีปัญหาเบรกก็จะเป็นสถานะ Closed เช่นเดิม

6. เมื่อเบรกสมรรถนะสูงทุกลูกอยู่ในสถานะ Opened เราจะสมมติว่ารถนั้นกำลังขับเคลื่อนอยู่ ซึ่งนั่นหมายความว่าต้องทำการกด Deadman เรื่อย ๆ หากไม่กด Deadman เป็นเวลานานกว่า 5 วินาที จะทำให้เบรกนั้นกลับมาเป็นสถานะ Closed ทุกลูกทันที ส่วนบนตัวรถนั้นหากไม่ทำการกด Deadman ตามเวลาที่กำหนดรถก็จะเข้าสู่ระบบ Emergency และส่งผลให้ระบบเบรกทุกระบบทำงานเพื่อหยุดรถด้วยระยะทางที่น้อยที่สุด

7. เมื่อกดปุ่ม OFF จะทำให้ฟังก์ชันการทำงานทุกอย่างของตัวรถกลับคืนสู่สภาวะเริ่มต้น ประกอบด้วย คืนโหมดการขับเคลื่อนเป็น Loco Stand Alone ความดันไฮดรอลิกเป็น 0 บาร์ เบรกทุกตัวอยู่ในสถานะ Closed สถานการณ์บายพาสทุกมอเตอร์ถูกนำออกซึ่งเปรียบได้กับการดับเครื่องยนต์และปิดระบบ PLC บนตัวรถจริงนั่นเอง

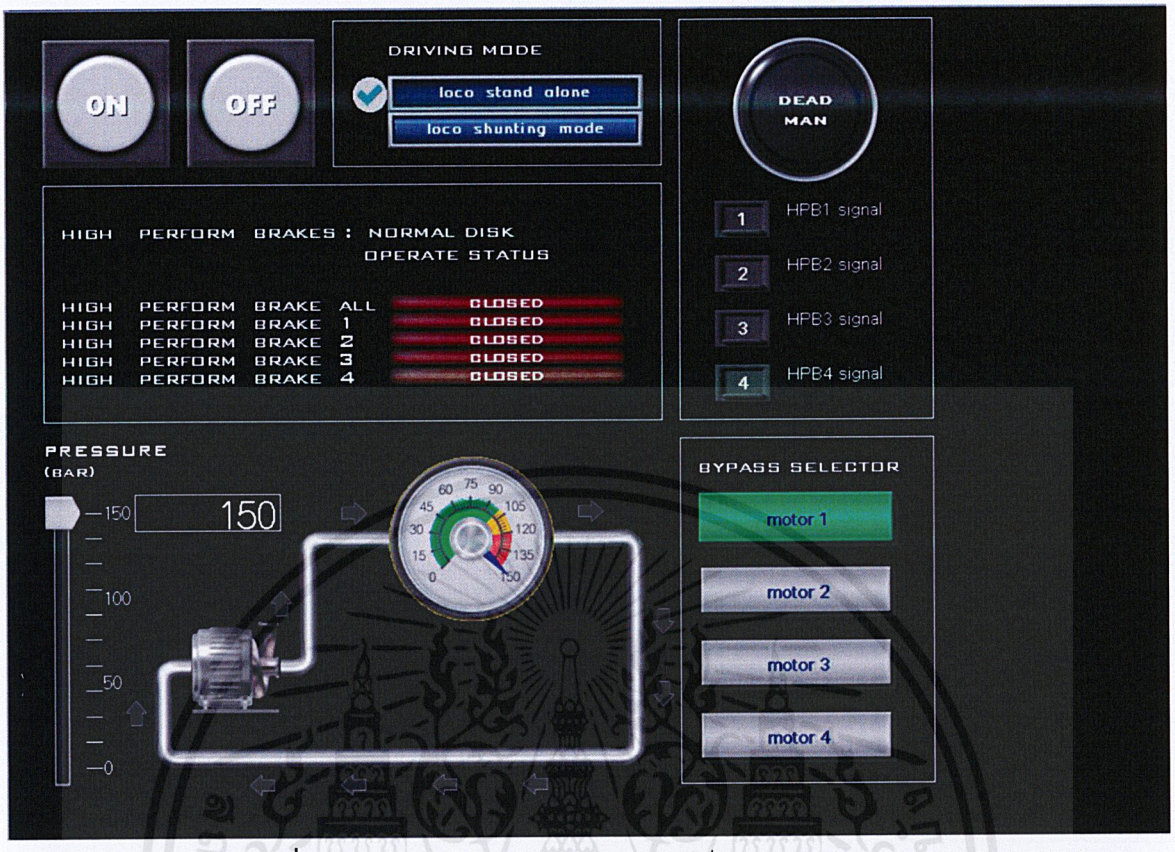
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.27 เมื่อกดปุ่ม OFF จะทำการคืนสถานะทุกอย่างกลับมาขณะเริ่มต้น

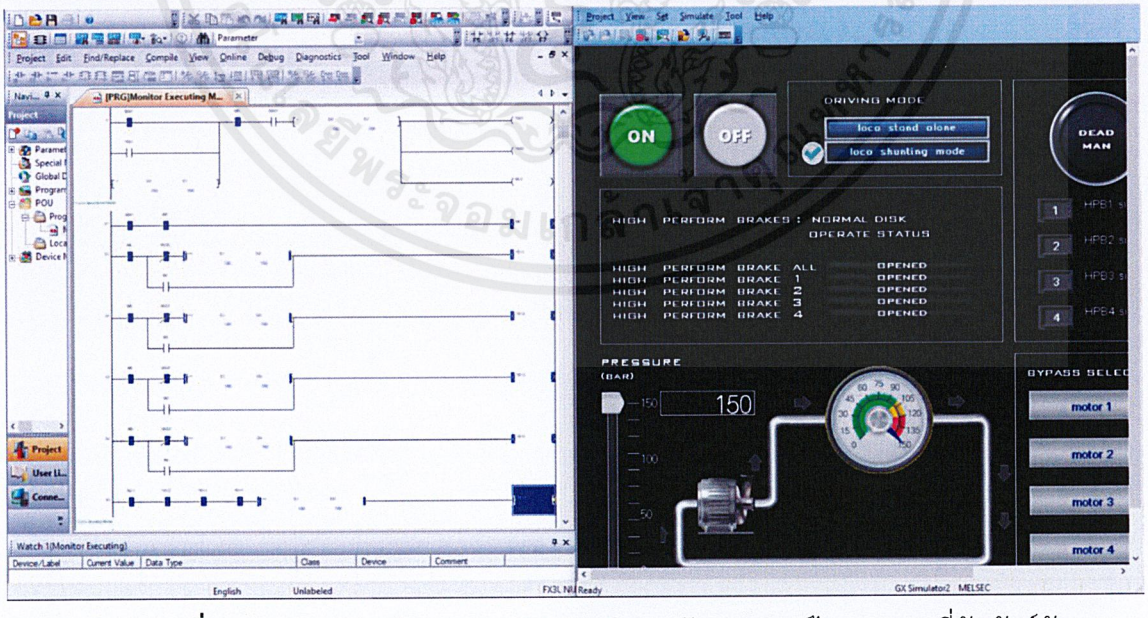
8. สำหรับในโปรแกรมจำลองเมื่อต้องการใช้งานโปรแกรมถัดไปต้องกดปุ่ม ON ระบบของตัวรถขึ้นมาก่อน หากไม่กดปุ่ม ON จะยังสามารถกดปุ่มต่าง ๆ ในหน้าจอได้ (เนื่องจากทั้งหมดอยู่ในหน้าจอเดียวกัน) แต่จะไม่มีการตอบสนองใด ๆ จากส่วนแสดงผลของโปรแกรม สถานะเบรกจะยังขึ้น Closed เสมอแต่ในความเป็นจริงแล้วหากทำการ OFF รถอยู่นั้นหน้าจอ HMI ของ PLC บนตัวรถจะไม่สามารถเปิดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.28 หากยังไม่กดปุ่ม ON เบรกจะเป็นสถานะ Closed เสมอ

9. ในแต่ละขั้นตอนการทำบนหน้าจอ HMI จะถูกเชื่อมและแสดงผลกับแลดเดอร์เพื่อให้เห็นการทำงานและจำลองการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรมไปด้วยพร้อม ๆ กัน

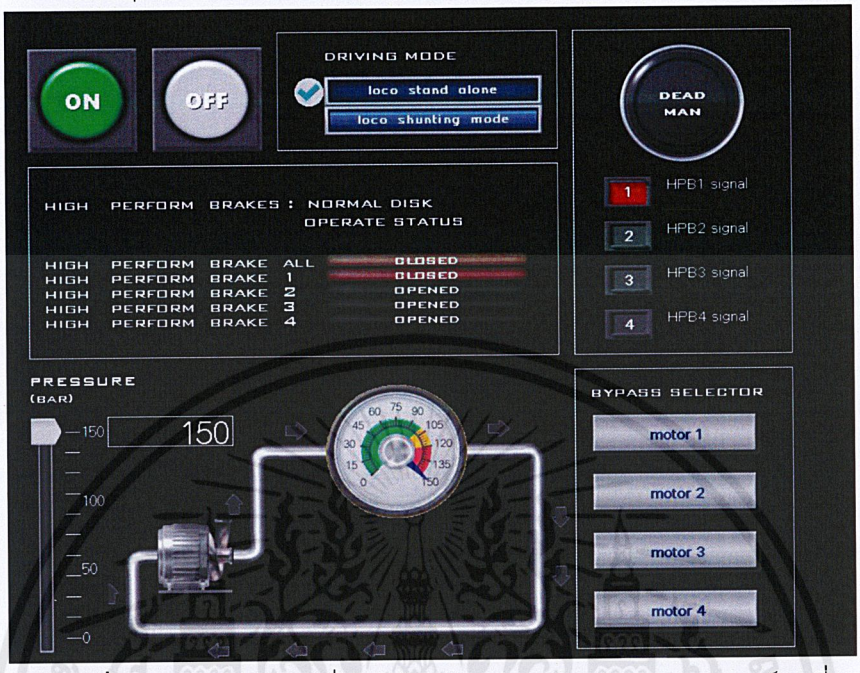


รูปภาพที่ 4.29 แสดงการทำงานของ GT Designer กับแลดเดอร์ไดอะแกรมที่สัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

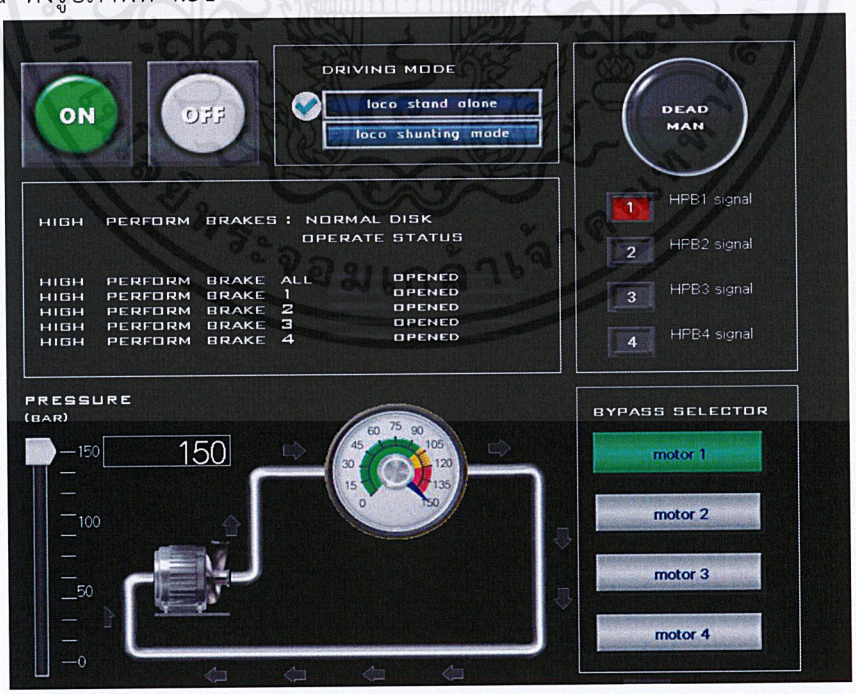
4.2.2 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมในกรณีต่าง ๆ

1. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 1 ลูก



รูปภาพที่ 4.30 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1

เมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 จะส่งผลให้สถานะของเบรกทุกลูกเป็น Opened ดังรูปภาพที่ 4.31



รูปภาพที่ 4.31 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 2 ลูก

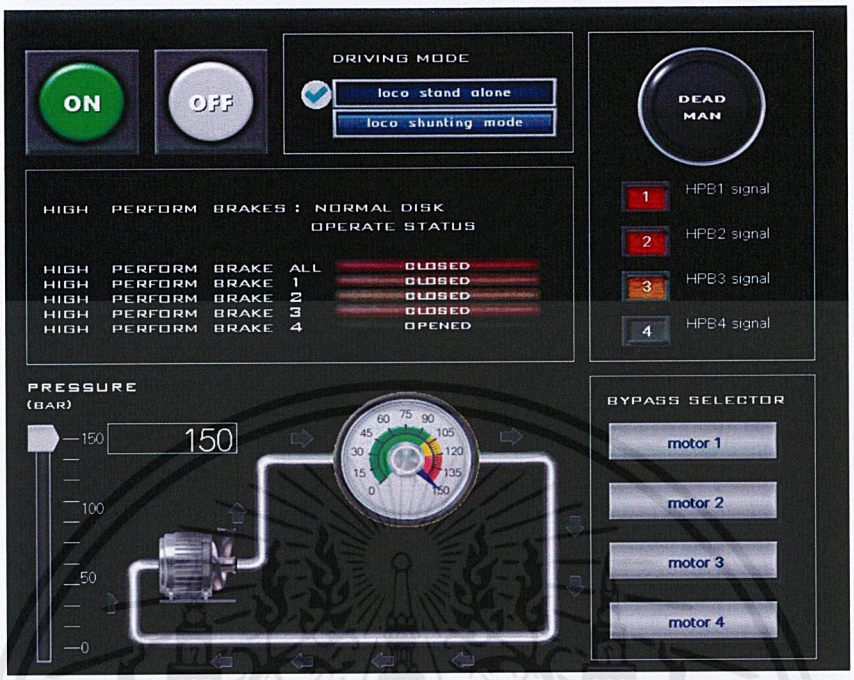
รูปภาพที่ 4.32 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2

เมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2 จะส่งผลให้สถานะของเบรกทุกลูกเป็น Opened ดังรูปภาพที่ 4.33

รูปภาพที่ 4.33 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1 และ 2

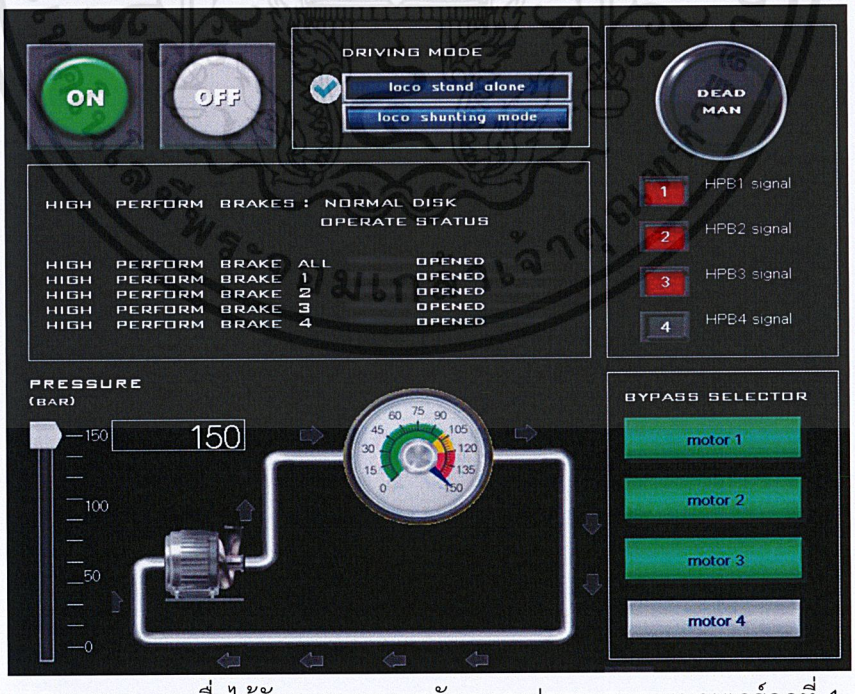
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 3 ลูก



รูปภาพที่ 4.34 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3

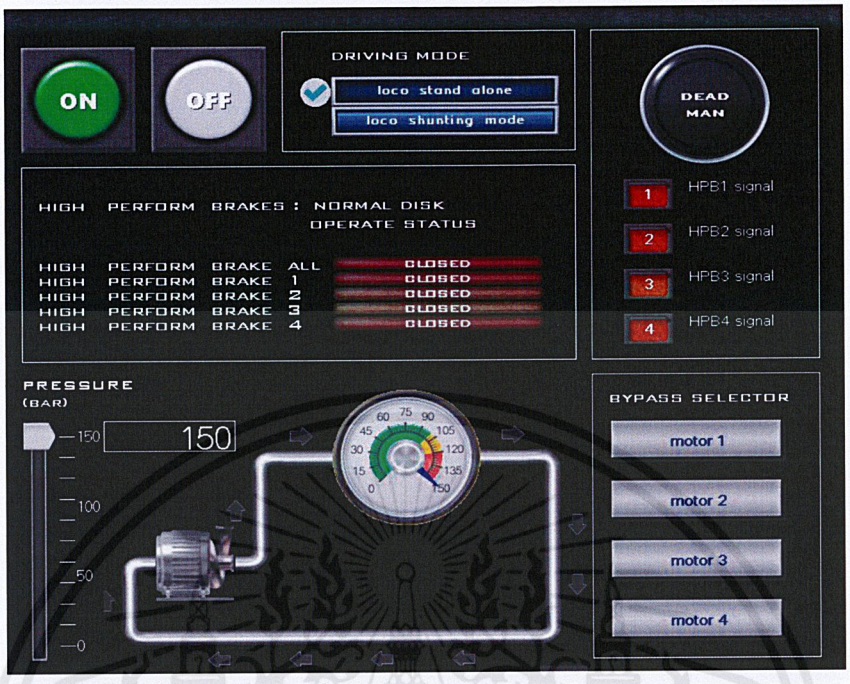
เมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3 จะส่งผลให้สถานะของเบรกทุกลูกเป็น Opened ดังรูปภาพที่ 4.35



รูปภาพที่ 4.35 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ลูกที่ 1, 2 และ 3

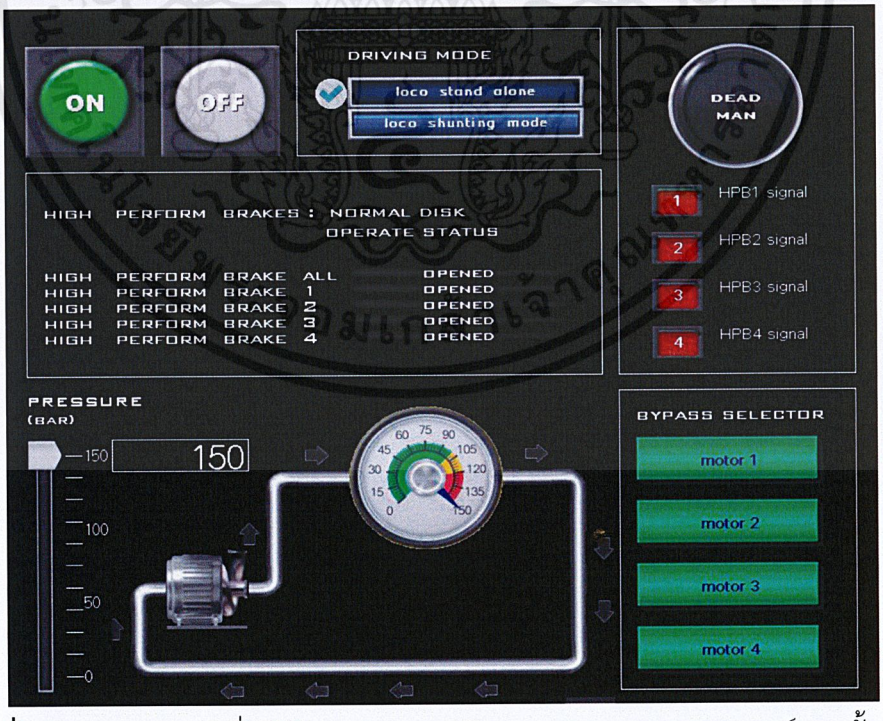
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กรณีที่ชุด PLC ไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรก 4 ลูก



รูปภาพที่ 4.36 จอแสดงผลเมื่อไม่ได้รับสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ทั้ง 4 ลูก

เมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ครบทั้ง 4 ลูก จะส่งผลให้สถานะของเบรกทุกลูกเป็น Opened ดังรูปภาพที่ 4.37



รูปภาพที่ 4.37 จอแสดงผลเมื่อได้รับการบายพาสสัญญาณปลดเบรกของมอเตอร์ครบทั้ง 4 ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากการทำการติดตั้งชุดบายพาสสวิตซ์เข้ากับตัวรถหัวจักรชักลาก โดยในการทดสอบจำลองให้เบรกทั้ง 4 มอเตอร์มีปัญหา จากการทดสอบพบว่า รถหัวจักรชักลากจะสามารถขับเคลื่อนได้เมื่อทำการบายพาสครบทั้ง 4 มอเตอร์ หากทำการบายพาสไม่ครบระบบ PLC ของตัวรถจะไม่อนุญาตให้ทำการขับเคลื่อนและชุดบายพาสสวิตซ์ที่นำไปติดตั้งนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่น ๆ ของตัวรถหัวจักรชักลากแต่อย่างใด

ในการทดสอบโปรแกรมแบบจำลองรถหัวจักรชักลากพบว่าโปรแกรมมีความใกล้เคียงกับตัวรถจริง แต่ยังมีบางส่วนที่ไม่สามารถทำให้เหมือนกับตัวรถจริงได้เนื่องจากข้อจำกัดของโปรแกรมที่ยังไม่ได้ต่อเข้ากับอุปกรณ์จริง จึงสามารถจำลองได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ในโหมดการบายพาสพบว่าสามารถทำการบายพาสได้และมีเงื่อนไขในการบายพาสคือความดันไฮดรอลิกต้องมากกว่า 100 บาร์ขึ้นไปเท่านั้น โดยรถจะสามารถขับเคลื่อนได้เมื่อหน้าจอแสดงสถานะเบรกทุกลูกเป็น Opened

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 สำหรับชุดบายพาสสวิตซ์นั้นยังไม่ได้ทำการติดตั้งอย่างถาวรบนตัวรถเนื่องจากทางบริษัทต้องรองบประมาณส่วนกลางจากลูกค้า และทำการขออนุญาตตามขั้นตอนของบริษัทซึ่งต้องใช้ระยะเวลายาวนาน

5.2.2 หากต้องการนำไปติดตั้งจริงบนตัวรถอุปกรณ์ที่ใช้ทำชุดบายพาสสวิตซ์ควรเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับมาตรฐานและผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

5.2.3 วงจรแลดเดอร์ไดอะแกรมของโปรแกรมแบบจำลองรถหัวจักรชักลากต้องได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมก่อนนำไปปรับปรุงของตัวรถเพิ่มเติม เนื่องจากอาจจะมีตัวแปรอื่นที่ทางผู้จัดทำไม่ได้นำมาเป็นเงื่อนไขของโปรแกรม

5.2.4 แบบจำลองรถหัวจักรชักลากสามารถถูกปรับปรุงเพื่อนำไปเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์จริงเพื่อเป็นแบบจำลองสำหรับการศึกษาได้

5.2.5 หากต้องการติดตั้งโปรแกรมบายพาสเพิ่มเข้าไปในชุดโปรมแกรม PLC ของรถหัวจักรชักลากจะต้องนำไปเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมในชุด PLC Siemens simatic-S7 ใหม่ ซึ่งเป็นชุด PLC ที่ติดตั้งบนรถหัวจักรชักลาก เนื่องจากทางผู้จัดทำไม่สามารถหาชุดโปรแกรมเดียวกับรถหัวจักรชักลากได้จึงออกแบบแลดเดอร์ไดอะแกรมและแบบจำลองในชุด PLC Mitsubishi GX Work3 และ GT designer3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กิตติพงศ์ ภูมิสถาน. **Fundamental of hydraulics control systems.** ชลบุรี : สถาบันไทย-เยอรมัน. 2558.

[2] ชูศักดิ์ พฤกษพิทักษ์. “เทคนิคการเบรกมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส” **วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์.** ปีที่ 3, ฉบับที่ 1. มิถุนายน 2547. หน้า 29-36.

[3] นิวัติ สุขศิริสันต์. “เมื่อใดจึงควรใช้ PLC” **วารสารไฟฟ้าและอุตสหากรรม.** ปีที่ 9, ฉบับที่ 5. กันยายน- ตุลาคม 2545. หน้า 1-5.

[4] บริษัท ฟอน เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด. **“สวิตซ์จำกัดระยะ ลิมิตสวิตซ์ (Limit switch).”** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fonengineering.com/limit-switch. 2554.

[5] บริษัท มิตซูบิชิ อีเล็คทริค แฟคทอรี่ ออโตเมชั่น (ประเทศไทย) จำกัด. **“คู่มือการใช้งาน มิตซูบิชิ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์(พีแอลซี).”** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.mitsubishielectric.com/fa/assist /satellite/data/jy997d57401c.pdf. 2559.

[6] ผศ.ดร. เดชฤทธิ์ มณีธรรม, พรพจน์ แพศิริ. **คัมภีร์การใช้งานระบบไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2559.

[7] ภูวดล ภูเด่นแดน และกรรชนม์ ปิ่นโต. **คล่องแคล่ว PLC.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2548.

[8] ยุธทวี ทองโอเอี่ยม. 2557. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแก้ปัญหา เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม สำหรับโปรแกรมเมเบลิลอจิกคอนโทรลเลอร์”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[9] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. **“สื่อการสอน เรื่อง Induction motor.”** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://eng.sut.ac.th/me/meold/3_2551/435330/sut.ppt. 2551.

[10] Bosch Rexroth Limited. **Clamping and drive module type UPE2.** Germany. 2011.

[11] Bosch Rexroth Limited. **Control module for clamping and drive module UPE2 / UPE3.** Germany. 2011.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] Chr. Mayr GmbH & Co. KG. **Mayr Electromagnetic Brake/Clutches, ROBA-stop-M motor brakes.** Germany. 2018.

[13] Hydac Electronic GmbH. **Electronic pressure switch EDS 300(User Manual).** Germany. 2018.

[14] SSB-Antriebstechnik. **Technical data sheet: Operating instructions for liquid-cooled asynchronous drive for frequency converter operation.** Germany. 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้