การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ
DEVELOPMENT OF RAILWAY STATION MANAGEMENT SYSTEM

จันทรวัทน์ ศรีมกุฎ
JANTRAWAT SRIMAKUT
ณัชพล สงวนวิชัยกุล
NUTCHAPOL SANGUANVICHAIKUL
ณัฐชา โตศิลานนท์
NATCHA TOSILANON

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ

DEVELOPMENT OF RAILWAY STATION MANAGEMENT SYSTEM

จันทรวัทน์ ศรีมกุฎ

JANTRAWAT SRIMAKUT

ณัชพล สงวนวิชัยกุล

NUTCHAPOL SANGUANVICHAIKUL

ณัฐชา โตศิลานนท์

NATCHA TOSILANON

TB000070

b.00264922

i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVELOPMENT OF RAILWAY STATION MANAGEMENT SYSTEM

JANTRAWAT SRIMAKUT
NUTCHAPOL SANGUANVICHAIKUL
NATCHA TOSILANON

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ	
Thesis Title	DEVELOPMENT OF RAILWAY STATION MANAGEMENT SYSTEM	
ชื่อนักศึกษา	นายจันทรวัทน์ ศรีมกุฎ	รหัสนักศึกษา 56010162
	นายณัชพล สงวนวิชัยกุล	รหัสนักศึกษา 56010366
	นางสาวณัฐชา โตศิลานนท์	รหัสนักศึกษา 56010379
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2559	

(.....)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา ชัชวงษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ		
Thesis Title	DEVELOPMENT OF RAILWAY STATION MANAGEMENT SYSTEM		
ชื่อนักศึกษา	นายจันทรวัทน์ ศรีมกุฎ	รหัสนักศึกษา	56010162
	นายณัชพล สงวนวิชัยกุล	รหัสนักศึกษา	56010366
	นางสาวณัฐชา โตศิลานนท์	รหัสนักศึกษา	56010379
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2559		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา ชัชวงษ์		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการพัฒนาระบบการจัดการภายในสถานีรถไฟ โดยการนำ Programmable Logic Controller (PLC) มาใช้ โดยมีการออกแบบโปรแกรมระบบการจัดการภายในสถานีรถไฟ อาทิเช่น ระบบการจ่ายไฟ ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย เป็นต้น โดยผู้ใช้สามารถควบคุมและสังเกตการณ์การทำงานของระบบภายในสถานีรถไฟผ่านคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ระบบภายในสถานีรถไฟทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ อีกทั้งสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างทันที ซึ่งอุปกรณ์นี้ถูกควบคุมด้วย PLC โดยมี PLC เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ โดยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่างๆ สามารถแสดงให้เห็นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ จากการทดลองพบว่า การควบคุมอุปกรณ์และการแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างถูกต้องและครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	DEVELOPMENT OF RAILWAY STAION MANAGEMENT SYSTEM	
Student	Mr.Jantrawat Srimakut	Student ID. 56010162
	Mr.Nutchapol Sanguanvichaikul	Student ID. 56010366
	Ms.Natcha Tosilanon	Student ID. 56010379
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Information Engineering	
Department	Computer Engineering	
Academic Year	2016	
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Vanvisa Chutchavong	

ABSTRACT

This thesis presents the development of railway station management system by using the Programmable Logic Controller (PLC). The developed software is designed to manage the railway station system such as power system, escalator and elevator system, security system, fire protection and detection system. User can efficiently control and monitor each section in the railway station via a computer, to make the whole system work properly and the occurred problem can be resolve in a timely manner. Every equipment of the system is controlled by PLC, which the PLC are a hub to transmit data between the computer and the equipment, and the incident can be shown on the monitor screen. The experiment has found that controlling and alerting of devices through the software are correct and fully functional.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสา ชัชวงษ์ และพี่อลงกรณ์ วิจิตรธนสาร ที่ให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณพี่กฤตภพ สาลีฉันท์และพี่ปริญญาโท พี่ปริญญาเอกที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ได้กรุณาเป็นพี่ที่ปรึกษาคอยสั่งสอนชี้นำช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จที่สำคัญยิ่ง คือ คุณพ่อคุณแม่และครอบครัวที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือผู้จัดทำตั้งแต่เริ่มการศึกษาจนถึงวันนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ สาขาวิศวกรรมสารสนเทศทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือผู้จัดทำในระหว่างการจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ จนปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จันทรวัทน์ ศรีมกุฎ
ณัชพล สงวนวิชัยกุล
ณัฐชา โตศิลานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 ภาพรวม หรือ โครงสร้างรวมของโครงงาน.....1

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.5 วิธีการดำเนินงาน.....2

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....2

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้.....3

1.8 แผนผังหรือตารางเวลาการดำเนินงาน.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....5

2.1 ระบบ SCADA.....5

2.2 ทฤษฎี PLC.....6

2.2.1 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC.....6

2.2.2 ทฤษฎีโปรโตคอลของ PLC.....8

2.2.3 ทฤษฎีภาษา PLC.....12

2.3 OLE for Process Control (OPC).....16

2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System).....16

2.4.1 โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล.....17

2.4.2 สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล (Database System Architecture).....17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับสถานีรถไฟ....18
2.5.1 รูปแบบสถานีรถไฟฟ้า (Railway Station)....19
2.5.2 แนวทางการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า (Station Design Guideline)....20
2.5.3 กระบวนการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า (Design Process)....22
2.6 ระบบการสื่อสารในระบบราง....24
2.6.1 ระบบกล้องวงจรปิด....24
2.6.2 ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่....25
2.7 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง....26
2.7.1 TIA Portal V13....26
2.7.2 WINCC....27
2.7.3 AutoCAD....28

บทที่ 3 การวิเคราะห์และการออกแบบ....31
3.1 หลักการทำงานของระบบ....31
3.2 การออกแบบแปลนสถานีรถไฟภายในโปรแกรม....31
3.3 หลักการออกแบบโปรแกรมควบคุมภายในสถานี....33
3.4 การออกแบบโปรแกรมระบบต่างๆ....34
3.4.1 ระบบควบคุมการจ่ายไฟ....34
3.4.2 ระบบแสงสว่าง....51
3.4.3 ระบบรักษาความปลอดภัย....54
3.4.4 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน....56
3.4.5 ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย....62
3.4.6 ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....68
3.4.7 ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม....70
3.4.8 ระบบประตูกั้นชานชาลา....72
3.5 การออกแบบโปรแกรมการเก็บประวัติการทำงาน....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง....77

4.1 หน้าหลักของโปรแกรม....77

4.2 ระบบควบคุมการจ่ายไฟ....78

4.2.1 ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ....78

4.2.2 ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี....81

4.2.3 ระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า....83

4.2.4 ระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง....84

4.3 ระบบแสงสว่าง....87

4.3.1 สีระบุโซนการทำงานของระบบแสงสว่าง....89

4.3.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบแสงสว่าง....89

4.4 ระบบรักษาความปลอดภัย....90

4.4.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบรักษาความปลอดภัย....90

4.4.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบรักษาความปลอดภัย....91

4.5 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน....92

4.5.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน....92

4.5.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน....92

4.6 ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย....94

4.6.1 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย....95

4.7 ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....97

4.7.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....98

4.7.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....98

4.8 ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม....99

4.8.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม....100

4.8.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม....100

4.9 ระบบประตูกั้นชานชาลา....101

4.9.1 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบประตูกั้นชานชาลา....102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....105

5.1 บทสรุปโครงงาน.....105

5.2 อุปสรรคและการแก้ไข.....105

5.3 ข้อเสนอแนะ.....105

เอกสารอ้างอิง.....106

ภาคผนวก.....107

ภาคผนวก ก Poster และรูปผลงาน.....108

ภาคผนวก ข การติดตั้งโปรแกรม TIA Portal V13.....111

ภาคผนวก ค การติดตั้งโปรแกรม WINCC.....114

ภาคผนวก ง การติดตั้งโปรแกรม AutoCAD.....116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน....3
ตารางที่ 2.1 คำสั่งพื้นฐานแลดเดอร์....13
ตารางที่ 2.2 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ลอจิกและสัญลักษณ์บูลีน....14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 โครงสร้างระบบการจัดการสถานีรถไฟจำลอง.....1
รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบ SCADA.....5
รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของ PLC.....6
รูปที่ 2.3 การติดต่อสื่อสารแบบ Master-Slave.....9
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้โปรโตคอล Modbus.....9
รูปที่ 2.5 ระดับการสื่อสารของระบบอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน PROFIBUS.....11
รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบการใช้งานของภาษาแลดเดอร์ ภาษาบล็อกและภาษาลำดับข้อความ.....15
รูปที่ 2.7 การเปรียบเทียบภาษาผังงานคอมพิวเตอร์และผังลำดับของ PLC.....15
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการทำงานของ PLC.....16
รูปที่ 2.9 ระดับสถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล.....17
รูปที่ 2.10 สถานีที่มีชานชาลาด้านข้าง.....19
รูปที่ 2.11 สถานีที่มีชานชาลาตรงกลาง.....20
รูปที่ 2.12 สถานียกระดับที่มีชานชาลาด้านข้าง.....20
รูปที่ 2.13 ตัวอย่างหน้าโปรแกรม TIA Portal V13.....26
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรม WINCC.....28
รูปที่ 2.15 ตัวอย่างหน้าโปรแกรม AutoCAD.....28
รูปที่ 3.1 ภาพรวมหลักการทำงานของระบบ.....31
รูปที่ 3.2 แบบแปลนสถานีรถไฟฟ้าบางบำหรุ.....32
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างห้องควบคุมระบบ.....33
รูปที่ 3.4 วงจรจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ.....35
รูปที่ 3.5 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ.....35
รูปที่ 3.6 ภาษาแลดเดอร์ของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ.....36
รูปที่ 3.7 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ.....36
รูปที่ 3.8 วงจรจ่ายไฟให้กับสถานีรถไฟ.....37
รูปที่ 3.9 ผังงานการทำงานของแผงจ่ายไฟใหญ่ (Main Distribution board, MDB).....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.10 ผังงานการทำงานของวงจรตัดไฟ (Molded Case Circuit Breaker, MCCB).....38
รูปที่ 3.11 ภาษาแลดเดอร์ของระบบ MDB1 และ MDB2.....39
รูปที่ 3.12 ภาษาแลดเดอร์ของระบบ TIE.....39
รูปที่ 3.13 ภาษาแลดเดอร์การส่งค่าของ MCB ไปยัง MCCB.....40
รูปที่ 3.14 ภาษาแลดเดอร์ของระบบ MCCB, MCCB2 และ MCCB12.....40
รูปที่ 3.15 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมภายในสถานีรถไฟ.....41
รูปที่ 3.16 วงจรของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า.....42
รูปที่ 3.17 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า.....43
รูปที่ 3.18 ภาษาแลดเดอร์ของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า.....44
รูปที่ 3.19 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า.....44
รูปที่ 3.20 วงจรแหล่งจ่ายไฟสำรอง.....45
รูปที่ 3.21 ผังงานการทำงานของ Main Circuit Breaker (MCB).....45
รูปที่ 3.22 ผังงานการทำงานของ UPS Outgoing.....46
รูปที่ 3.23 ภาษาแลดเดอร์ระบบ MCB ของ UPS A และ UPS B.....47
รูปที่ 3.24 ภาษาแลดเดอร์ Group Alarm ของ UPS A และ UPS B.....47
รูปที่ 3.25 ภาษาแลดเดอร์ UPS A และ UPS B ทำงานบนแบตเตอรี่.....48
รูปที่ 3.26 ภาษาแลดเดอร์การผ่านสัญญาณของ UPS A และ UPS B.....48
รูปที่ 3.27 ภาษาแลดเดอร์ Outgoing UPS A และ Outgoing UPS B.....49
รูปที่ 3.28 ภาษาแลดเดอร์แสดงเหตุการณ์จำลองแบตเตอรี่ของ UPS ต่ำ.....49
รูปที่ 3.29 ภาษาแลดเดอร์การผ่านสัญญาณของระบบ.....49
รูปที่ 3.30 ภาษาบล็อกของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง.....50
รูปที่ 3.31 ส่วนแสดงผลของระบบแสงสว่าง.....51
รูปที่ 3.32 ผังงานการทำงานของระบบแสงสว่าง.....52
รูปที่ 3.33 ภาษาแลดเดอร์ระบบแสงสว่าง.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.34 ภาษาบล็อกระบบแสงสว่าง....53
รูปที่ 3.35 ส่วนแสดงผลของระบบรักษาความปลอดภัย....54
รูปที่ 3.36 ผังงานการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย....54
รูปที่ 3.37 ภาษาแลดเดอร์ระบบกล้องวงจรปิด....55
รูปที่ 3.38 ภาษาแลดเดอร์ของระบบควบคุมการเข้าถึง....56
รูปที่ 3.39 ภาษาบล็อกระบบรักษาความปลอดภัย....56
รูปที่ 3.40 ส่วนแสดงผลการทำงานของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน....56
รูปที่ 3.41 ผังงานการทำงานของลิฟต์....57
รูปที่ 3.42 ผังงานการทำงานของบันไดเลื่อน....58
รูปที่ 3.43 ตัวอย่างภาษาแลดเดอร์ของระบบลิฟต์....58
รูปที่ 3.44 ภาษาบล็อกของลิฟต์ทุกตัว....59
รูปที่ 3.45 ภาษาแลดเดอร์ของบันไดเลื่อน....60
รูปที่ 3.46 ภาษาบล็อกของบันไดเลื่อนทุกตัว....61
รูปที่ 3.47 หน้าโปรแกรมของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย....63
รูปที่ 3.48 ผังงานการทำงานของการแจ้งเตือนอัคคีภัย....64
รูปที่ 3.49 ผังงานการทำงานของ FM200....65
รูปที่ 3.50 ภาษาแลดเดอร์ของการแจ้งเตือนไฟไหม้....65
รูปที่ 3.51 ตัวอย่างภาษาแลดเดอร์ของ FM200 1 ห้อง....66
รูปที่ 3.52 ภาษาบล็อกของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย....67
รูปที่ 3.53 หน้าแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....68
รูปที่ 3.54 ผังงานการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....68
รูปที่ 3.55 ภาษาแลดเดอร์ของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....69
รูปที่ 3.56 ภาษาบล็อกของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....70
รูปที่ 3.57 ส่วนแสดงผลของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.58 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม.....71
รูปที่ 3.59 ตัวอย่างภาษาแลดเดอร์ของเครื่องปรับอากาศและเครื่องวัดอุณหภูมิในห้อง 1 ห้อง.....71
รูปที่ 3.60 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม.....72
รูปที่ 3.61 ส่วนแสดงผลของระบบประตูกั้นชานชาลา.....72
รูปที่ 3.62 ตัวอย่างภาษาของระบบประตูกั้นชานชาลา.....73
รูปที่ 3.63 ตัวอย่างภาษาบล็อกของประตูกั้นชานชาลาฝั่งตะวันออก.....74
รูปที่ 3.64 ตารางบันทึกการแจ้งเตือนจากระบบย่อยต่างๆ.....75
รูปที่ 3.65 ตารางบันทึกเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด.....76
รูปที่ 4.1 หน้าหลักของโปรแกรม.....77
รูปที่ 4.2 หน้าต่างของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ.....78
รูปที่ 4.3 การจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ Eastbound Line รางเดียว.....79
รูปที่ 4.4 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ.....80
รูปที่ 4.5 การจ่ายไฟให้รางรถไฟ Westbound Line เมื่อ OCS Q6 ไม่สามารถใช้งานได้.....80
รูปที่ 4.6 ส่วนบันทึกการทำงานการจ่ายไฟให้รางรถไฟฝั่งทิศตะวันตก เมื่อ OCS Q6 ใช้งานไม่ได้.....80
รูปที่ 4.7 หน้าต่างของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี.....81
รูปที่ 4.8 ส่วนบันทึกการทำงานกรณีกรณีสั่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองฝั่ง.....82
รูปที่ 4.9 การจ่ายไฟให้อุปกรณ์ต่างๆ เมื่อแผงจ่ายไฟตัวที่ 1 เกิดกระแสลัดวงจร.....82
รูปที่ 4.10 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟสถานีเมื่อ MDB1 เกิดกระแสลัดวงจร...83
รูปที่ 4.11 วงจรการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า.....83
รูปที่ 4.12 การสั่งงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า.....84
รูปที่ 4.13 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าเมื่อระบบทำงาน.....84
รูปที่ 4.14 หน้าโปรแกรมของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง.....85
รูปที่ 4.15 การทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองเมื่อไฟฟ้าดับ.....86
รูปที่ 4.16 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองเมื่อไฟฟ้าดับ.....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.17 การทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองเมื่อแบตเตอรี่ของ UPS A และ UPS B หมด.....87
รูปที่ 4.18 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองเมื่อแหล่งจ่ายไฟแบตเตอรี่หมด.....87
รูปที่ 4.19 การแสดงผลการทำงานของระบบแสงสว่าง.....88
รูปที่ 4.20 สีแต่ละโซนของระบบแสงสว่าง.....89
รูปที่ 4.21 การแสดงผลการทำงานของแสงสว่างในส่วนชานชาลา โซน P1 และ P3.....89
รูปที่ 4.22 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบแสงสว่างในส่วนชานชาลา โซน P1 และ P3.....89
รูปที่ 4.23 การแสดงผลการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย.....90
รูปที่ 4.24 ไอคอนของระบบรักษาความปลอดภัย.....90
รูปที่ 4.25 การแสดงผลการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย เมื่อกล้องวงจรปิดชำรุด.....91
รูปที่ 4.26 ส่วนบันทึกการทำงานของกล้องวงจรปิด เมื่อกล้องวงจรปิดชำรุด.....91
รูปที่ 4.27 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนของกล้องวงจรปิด เมื่อกล้องวงจรปิดชำรุด.....91
รูปที่ 4.28 การแสดงผลการทำงานของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน.....92
รูปที่ 4.29 คำอธิบายไอคอนของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน.....92
รูปที่ 4.30 การแสดงผลการทำงานของลิฟต์ตัวที่ 1.....93
รูปที่ 4.31 ส่วนบันทึกการทำงานของลิฟต์และบันไดเลื่อน เมื่อทั้งสองทำงาน.....93
รูปที่ 4.32 การแสดงผลการทำงาน กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา.....93
รูปที่ 4.33 ส่วนบันทึกการทำงาน กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา.....94
รูปที่ 4.34 ส่วนการแจ้งเตือนฉุกเฉินการทำงาน กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา.....94
รูปที่ 4.35 หน้าโปรแกรมการทำงานของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย.....95
รูปที่ 4.36 ส่วนการแสดงผลการทำงานของการแจ้งเตือนไฟไหม้โซนชานชาลา.....96
รูปที่ 4.37 ส่วนบันทึกการทำงานของการแจ้งเตือนไฟไหม้โซนชานชาลา.....96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.38 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของการแจ้งเตือนไฟไหม้โซนชานชาลา....96
รูปที่ 4.39 การแสดงผลการทำงานของการแจ้งเตือนของ FM200....97
รูปที่ 4.40 ส่วนบันทึกการทำงานของการแจ้งเตือนของ FM200....97
รูปที่ 4.41 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของ FM200 ที่เกิดความผิดปกติ....97
รูปที่ 4.42 การแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....98
รูปที่ 4.43 ไอคอนของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง....98
รูปที่ 4.44 การแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน
และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน....99
รูปที่ 4.45 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน
และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน....99
รูปที่ 4.46 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน
และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน....99
รูปที่ 4.47 หน้าโปรแกรมของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม....100
รูปที่ 4.48 ไอคอนของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม....100
รูปที่ 4.49 การแสดงผลการทำงานของห้องควบคุมที่มีอุณหภูมิสูงเกินและห้องการสื่อสาร
มีเครื่องปรับอากาศชำรุด....101
รูปที่ 4.50 ส่วนบันทึกการทำงานของห้องควบคุมที่มีอุณหภูมิสูงเกินและห้องการสื่อสาร
มีเครื่องปรับอากาศชำรุด....101
รูปที่ 4.51 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของห้องควบคุมที่มีอุณหภูมิสูงเกินและห้องการสื่อสาร
มีเครื่องปรับอากาศชำรุด....101
รูปที่ 4.52 ส่วนแสดงผลการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา....102
รูปที่ 4.53 การแสดงผลการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา เมื่อประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่ง
ทำงานปกติ ยกเว้นประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวที่ 8 มีการตัดไฟ....102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.54 ส่วนบันทึกการทำงาน เมื่อประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งทำงานปกติยกเว้น ประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวที่ 8 มีการตัดไฟ....103
รูปที่ 4.55 การแสดงผลการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาบานอื่นของทั้งสองฝั่งทำงานปกติ....103
รูปที่ 4.56 ส่วนบันทึกการทำงาน กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งบานอื่นทำงานปกติ....103
รูปที่ 4.57 ส่วนการแจ้งเตือนฉุกเฉิน กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งบานอื่นทำงานปกติ....103
รูปที่ ก.1 Poster ปริญญานิพนธ์การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ....109
รูปที่ ก.2 ผลงานปริญญานิพนธ์การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ....110
รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปแกรม TIA Portal V13....112
รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม TIA Portal V13....113
รูปที่ ค.1 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม WINCC....115
รูปที่ ง.1 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม AutoCAD....117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

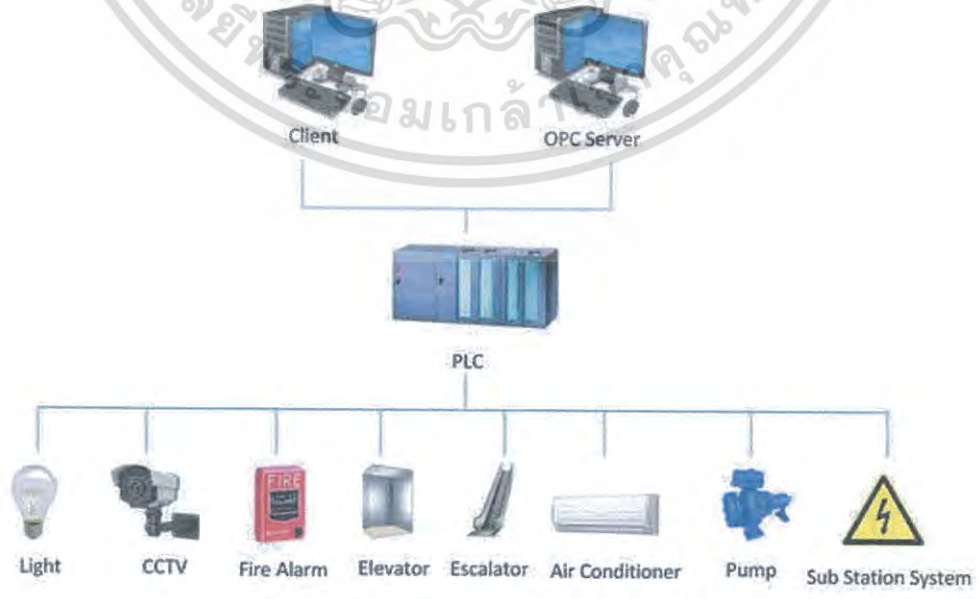
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากระบบขนส่งทางรางในประเทศไทยยังขาดบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านระบบการจัดการภายในสถานีรถไฟ อีกทั้งต้องใช้บุคลากรเป็นจำนวนมากในการจัดการดูแลภายในสถานีรถไฟ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย จึงมีการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบการจัดการภายในสถานีรถไฟ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการจัดการ และลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นภายในสถานี โดยจะใช้ระบบสกาดา (Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA) มาประยุกต์ใช้กับการจัดการภายในสถานีรถไฟที่มีการสังเกตการณ์ข้อมูลผ่านศูนย์กลางและเป็นระบบที่ควบคุมโดยอัตโนมัติหรือควบคุมผ่านการตัดสินใจจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งระบบนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์กับสถานีรถไฟได้

โครงงานระบบเดิม เป็นเพียงการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จัดการภายในสถานีรถไฟจำลอง ซึ่งมีความแตกต่างกับการใช้งานจริงของสถานีรถไฟ และไม่มีมาตรฐานรองรับ ในโครงงานนี้จึงได้นำ Programmable Logic Controller (PLC) มาใช้กับระบบการจัดการภายในสถานีรถไฟจำลอง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานในการใช้งานในปัจจุบัน

1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงงาน



รูปที่ 1.1 โครงสร้างระบบการจัดการสถานีรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการสร้างระบบการจัดการสถานีรถไฟ โดยสร้างโปรแกรมในการควบคุมสถานีรถไฟผ่านคอมพิวเตอร์ โดยจะเชื่อมต่อกับ Interface Equipment ควบคุมระบบต่างๆ ภายในสถานี ได้แก่ ระบบการจ่ายไฟ ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบแสงสว่าง ระบบระบายอากาศ ระบบเครื่องปั๊มน้ำและรบบแจ้งเตือนอัคคีภัย โดยภาพรวมการทำงานของระบบจะเป็นดังรูปที่ 1.1

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อเป็นแนวทางการลดใช้ทรัพยากรมนุษย์ในการดูแลสถานีรถไฟ
2. เพื่อเพิ่มความสะดวกในการควบคุมการทำงานภายในสถานีรถไฟ
3. เพื่อทำให้ทราบถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระบบและสามารถแก้ไขปัญหาได้ทันที
4. เพื่อพัฒนามาตรฐานระบบรถไฟในประเทศไทย

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1. สามารถสร้างซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมระบบภายในสถานีได้
2. สามารถใช้งานซอฟต์แวร์ร่วมกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ภายในสถานีได้

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาและขอคำแนะนำสิ่งที่เกี่ยวข้องในเรื่องระบบการจัดการสถานีรถไฟจากอาจารย์ที่ปรึกษา
2. ประชุมกลุ่มโครงงานและแบ่งหน้าที่การทำงาน
3. ศึกษาและหาข้อมูลที่จำเป็น
4. ออกแบบและทำซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการสถานีรถไฟ
5. ทำอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในสถานีรถไฟ หรือสิ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจำลองเหตุการณ์ในสถานีรถไฟ เพื่อแสดงให้เห็นว่าซอฟต์แวร์ที่ทำสามารถใช้งานได้จริง
6. ทำการทดลองระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่อยู่ในสถานีรถไฟจำลอง
7. สรุปและประเมินผลการทดลอง

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. สามารถสั่งการทำงานอุปกรณ์ภายในสถานีรถไฟจำลองผ่านคอมพิวเตอร์ได้
2. สามารถติดตามการทำงานของอุปกรณ์ในสถานีได้แบบ Real-time ผ่านจอมอนิเตอร์
3. สามารถนำไปใช้กับสถานีรถไฟจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้

1.7.1 ฮาร์ดแวร์

- สวิตช์แทนอุปกรณ์ภายในสถานีรถไฟ จำนวน 67 ตัว
- PLC จำนวน 1 ชุด
- เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง

1.7.2 ซอฟต์แวร์

- TIA Portal V13
- WINCC
- AutoCAD

1.8 แผนผังหรือตารางเวลาการดำเนินงาน

ในโครงงานนี้มีแผนผัง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

No.	Task Name	2559					2560				
		AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY
1.	ศึกษาระบบ SCADA										
2.	ศึกษาเกี่ยวกับ PLC										
3.	วิเคราะห์และออกแบบสถานีรถไฟ										
4.	จัดทำเอกสารประกอบวิชาโครงงาน 1										
5.	เขียนโปรแกรมใช้สั่งการภายในสถานีรถไฟ										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)

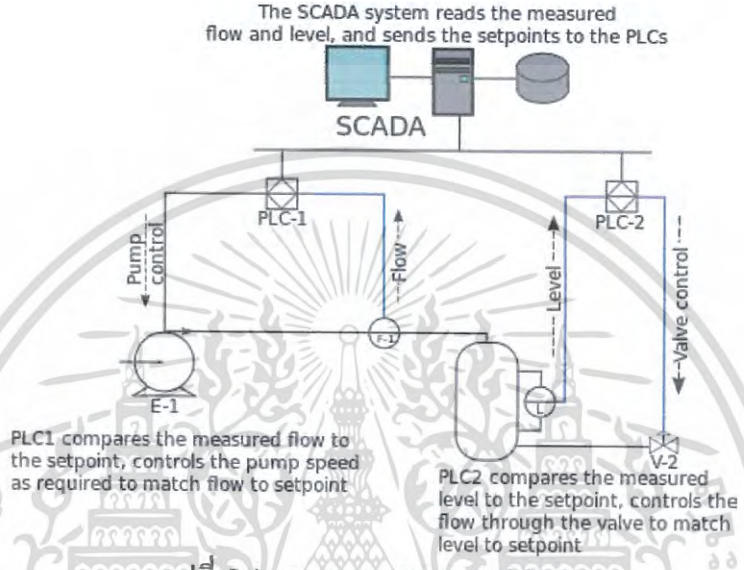
No.	Task Name	2559					2560				
		AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY
6.	สร้างอุปกรณ์จำลองและอินเตอร์เฟสภายในสถานี										
7.	ทดลองโปรแกรม										
8.	ปรับปรุงและแก้ไขโปรแกรม										
9.	จัดทำต้นฉบับปริญญานิพนธ์										

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้

2.1 ระบบ SCADA [1]



รูปที่ 2.1 ภาพรวมของระบบ SCADA

(อ้างอิงโดย https://goo.gl/x9fjCl)

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) เป็นระบบตรวจสอบ ควบคุม และวิเคราะห์ข้อมูลแบบระบบเวลาจริง (Real-time System) มีการจัดเก็บข้อมูลจากทุกระบบแล้วส่งไปยังศูนย์ควบคุมเพื่อทำการวิเคราะห์และควบคุม ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมต่างๆ ในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่างๆ ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ใช้ SCADA ในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของระบบแสงสว่างภายในสถานีรถไฟ ดังแสดงในรูปที่ 2.1

นอกจากนี้ SCADA ยังสามารถคำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้รับจากฮาร์ดแวร์ต่างๆ เช่น Programmable Logic Control (PLC), Remote Terminal Unit (RTU) แล้วแสดงข้อมูลผ่านทางหน้าจอมอนิเตอร์ หรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่น หากอุปกรณ์มีอุณหภูมิที่สูงเกินพิกัดให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้น เป็นต้น โดยจะสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดอยู่ ทำให้ระบบมีความสามารถที่จะปฏิบัติงานในที่ที่ไม่มีคนอยู่ได้ โดยสามารถสั่งการควบคุมจากสถานีหรือห้องควบคุมกลาง และมีสัญญาณแจ้งเตือนแสดงชัดเจนที่ห้องควบคุมกลาง โดยแสดงถึงสถานะของกระบวนการการปฏิบัติงาน และสถานะของอุปกรณ์ต่างๆ ในพื้นที่นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ SCADA สามารถทำการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล (Database) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้งานได้ SCADA จึงเข้ามามีส่วนสำคัญในงานควบคุมระบบทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูลหรือควบคุมระบบต่างๆ จากส่วนกลางเพื่อการทำงานของระบบที่สัมพันธ์กัน ทำให้มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

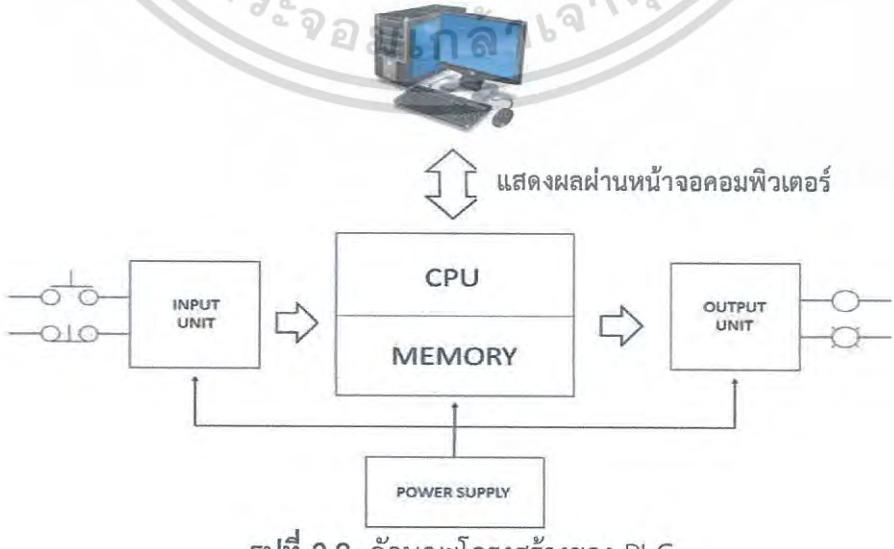
ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจากอินพุต/เอาต์พุต (I/O หรือ Input/Output) ของอุปกรณ์ เช่น Programmable Logic Controller (PLC), Remote Terminal Unit (RTU), Differential Scanning Calorimetric (DCS) ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสนอินพุต/เอาต์พุต และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ๆ ของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่อง

2.2 ทฤษฎี Programmable Logic Controller (PLC) [2]

Programmable Logic Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ ของระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมแทนเครื่องมือควบคุมของระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมแบบเดิม และมีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อเข้ากับส่วนอินพุตและเอาต์พุต โดย PLC จะควบคุมการทำงานของเครื่องจักรด้วยโปรแกรมควบคุมการทำงานคล้ายโปรแกรมคอมพิวเตอร์แทนวงจรไฟฟ้า

โปรแกรมควบคุมของ PLC จะแตกต่างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดย PLC จะปรับปรุงภาษาคอมพิวเตอร์แบบเดิมเป็นภาษาสัญลักษณ์สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุม ลักษณะคล้ายวงจรไฟฟ้าของระบบควบคุมเดิม ทำให้เข้าใจการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ได้ง่ายและสามารถศึกษาด้วยตนเองได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ PLC ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน

2.2.1 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC [3]



รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของ PLC จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.2

2.2.1.1 Central Processing Unit (CPU) หรือ หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่างๆ ตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลผลจะถูกส่งออกไปยังส่วนต่างๆ ตามที่ได้ระบุไว้ด้วยคำสั่ง และ CPU จะใช้เวลาในการประมวลผลช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียูและความยาวของโปรแกรมที่เขียน

ปกติแล้วซีพียูจะใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 bit 8 bit 16 bit 32 bit 64 bit และ 128 bit มาใช้งาน โดยซีพียูแต่ละขนาดจะมีความสามารถไม่เท่ากัน จึงทำให้ PLC ในแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อมีความสามารถแตกต่างกันไป หรือ บางทีภายใน PLC บางรุ่นจะใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ถึง 2 ตัวมาช่วยกันทำงาน จึงทำให้เวลาประมวลผลเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์เพียงตัวเดียว

โดยทั่วไป การเลือกใช้งาน PLC จะเลือกจากการประยุกต์ใช้งานจึงทำให้ผู้ใช้งานไม่ทราบว่าเครื่อง PLC ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์รุ่นอะไร เนื่องจากไม่มีการระบุเบอร์หรือรุ่นของไมโครโพรเซสเซอร์ ดังนั้น ผู้ใช้งานจึงต้องเลือกจากคุณสมบัติอื่นๆ เช่น จำนวนอินพุต/เอาต์พุต ความเร็วในการประมวลผลของคำสั่ง ขนาดความจุของโปรแกรมและข้อมูล เป็นต้น

2.2.1.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ของ PLC กรณีที่ต้องการสั่งให้ทำงาน PLC จะนำโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory) และ หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

1. หน่วยความจำชั่วคราว เป็นโปรแกรมและข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้ใช้ คุณสมบัติของ RAM นั้น คือเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้น ภายใน PLC จะมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟฟ้าหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ไม่ควรถอดแบตเตอรี่สำรอง ในกรณีที่ไม่มีไฟฟ้าจ่ายให้ PLC

2. หน่วยความจำถาวร เป็นหน่วยความจำอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ข้อมูลใน ROM นั้น ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่จะมีปัญหาในเรื่องการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM ดังนั้น PLC จึงมีหน่วยความจำทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่ ซึ่ง ROM สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด ได้แก่

- PROM (Programmable ROM) ถือเป็น ROM รุ่นแรกๆ ที่สามารถเขียนข้อมูลลงชิพได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนแล้วข้อมูลไม่สมบูรณ์ ชิพจะเสียทันทีโดยไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EPROM (Erasable Programmable ROM) หน่วยความจำชนิดนี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม และการลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต มีข้อดีคือโปรแกรมจะไม่สูญหาย แม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

- EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM) หน่วยความจำนี้ ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม หรือลบโปรแกรม โดยจะใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้น ยังไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟ เมื่อไฟดับ ซึ่ง EEPROM จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.2.1.3 ภาคอินพุต (Input Unit)

ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแล้วแปลงสัญญาณ เพื่อที่จะส่งเข้าไปภายใน PLC และอุปกรณ์อินพุต (Input Device) ต่างๆ ที่จะนำมาต่อกับภาคอินพุต เช่น Relay, Limit Switch, Inverter, Encoder, Temperature Controller และ Photoelectric Sensor เพื่อส่งไปยัง CPU ทำการประมวลผลตามโปรแกรมคำสั่งของผู้ใช้งาน โดยปกติหน้าที่ของภาคอินพุต คือ การแปลงระดับสัญญาณเข้าไปให้เป็นระดับสัญญาณที่เหมาะสมให้กับระบบการทำงานของ CPU และการแบ่งสัญญาณภายนอกและภายในออกจากกัน เพื่อที่จะต้องการป้องกันไม่ให้หน่วยประมวลผลได้รับความเสียหาย

2.2.1.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปยังโหลดชนิดต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ได้เขียนโปรแกรมเอาไว้ ซึ่งภาคเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ ควบคุมมอเตอร์ เป็นต้น

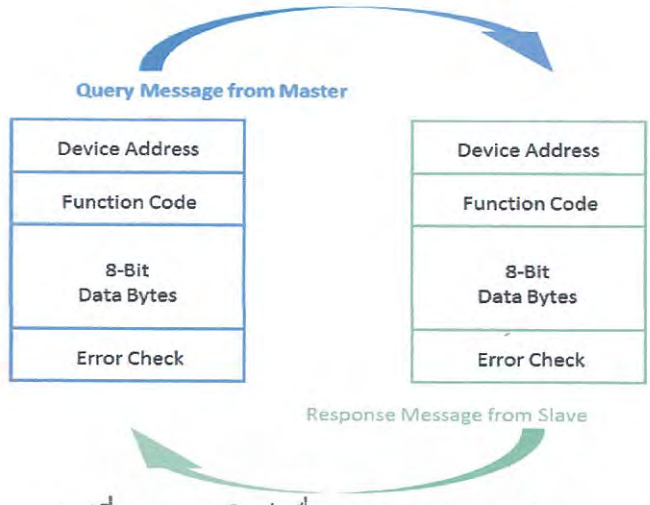
2.2.2 ทฤษฎีโปรโตคอลของ PLC [4]

PLC นั้น จะมีโปรโตคอลการทำงานอยู่หลากหลาย โปรโตคอลที่จะนำมาใช้กับระบบการจัดการสถานีรถไฟ เช่น Modbus Profinet Profibus และ IEC Standard เป็นต้น

2.2.2.1 โปรโตคอล Modbus

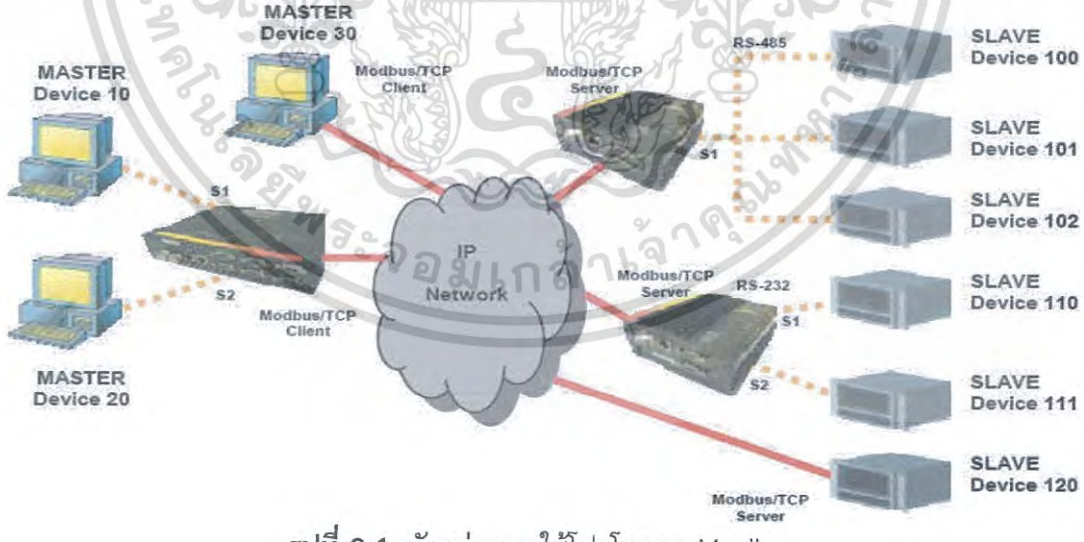
โปรโตคอล Modbus เป็นโปรโตคอลเพื่อสื่อสารข้อมูลอินพุต/เอาต์พุตและรีจิสเตอร์ภายใน PLC และโปรโตคอล Modbus ได้เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากโปรโตคอล Modbus เป็นระบบเปิด เชื่อมต่อง่าย พัฒนาง่ายและไม่มีค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังแพร่หลายในการนำโปรโตคอลนี้ไปใช้งานในอุปกรณ์อื่นๆ เช่น RTU, Flow Computer Digital Power Meter และ Remote I/O เป็นต้น และในทุกซอฟต์แวร์ SCADA มีความสามารถสื่อสารกับโปรโตคอล Modbus ได้ ปัจจุบันโปรโตคอล Modbus จึงเป็นโปรโตคอลหลักในงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้งานในระบบ SCADA และ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การติดต่อสื่อสารแบบ Master-Slave

โปรโตคอล Modbus เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master-Slave แสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (Master) เครื่องเดียว โดยส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI ไปยังอุปกรณ์ลูก (Slave) หลายๆ เครื่อง สามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง ซึ่งมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (Binary) ในโปรโตคอล Modbus ที่สื่อสารข้อมูลแบบ ASCII จะเรียกว่า Modbus ASCII และโปรโตคอล Modbus ที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐานสอง จะเรียกว่า Modbus RTU ทำให้มีความแตกต่างในการกำหนดค่าพอร์ต



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้โปรโตคอล Modbus
(อ้างอิงโดย http://plc-technique.blogspot.com/2011/02/modbus.html)

การรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล Modbus สามารถเลือกได้ 2 โหมด คือ โหมด ASCII และโหมด RTU ซึ่งทั้ง 2 โหมดนี้มีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะเลือกโหมดใดก็ได้ แต่มีเงื่อนไขว่า อุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อร่วมกันอยู่ในบัส (Bus) หรือเน็ตเวิร์ค (Network) เดียวกัน จะต้องตั้งให้เลือกใช้โหมดเดียวกันทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2.4

2.2.2.2 โปรโตคอล PROFIBUS

โปรโตคอล PROFIBUS (Process Field Bus) เป็นมาตรฐานหนึ่งสำหรับการติดต่อแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้บัส (Bus) เพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อ ทำให้ใช้สายจำนวนน้อยลงแต่ความเร็วในการติดต่อสื่อสารเพิ่มมากขึ้น และได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำ และเป็นมาตรฐานระบบเปิดสำหรับการผลิตและการควบคุมอัตโนมัติที่ไม่ผูกมัดกับผู้ผลิตใดๆ และโปรโตคอล PROFIBUS จะเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, 50240) เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้มาตรฐานนี้สามารถติดต่อกันและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งโปรโตคอล PROFIBUS แบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals) ใช้สื่อสารระหว่างส่วนควบคุมกลางกับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตที่ Field Level

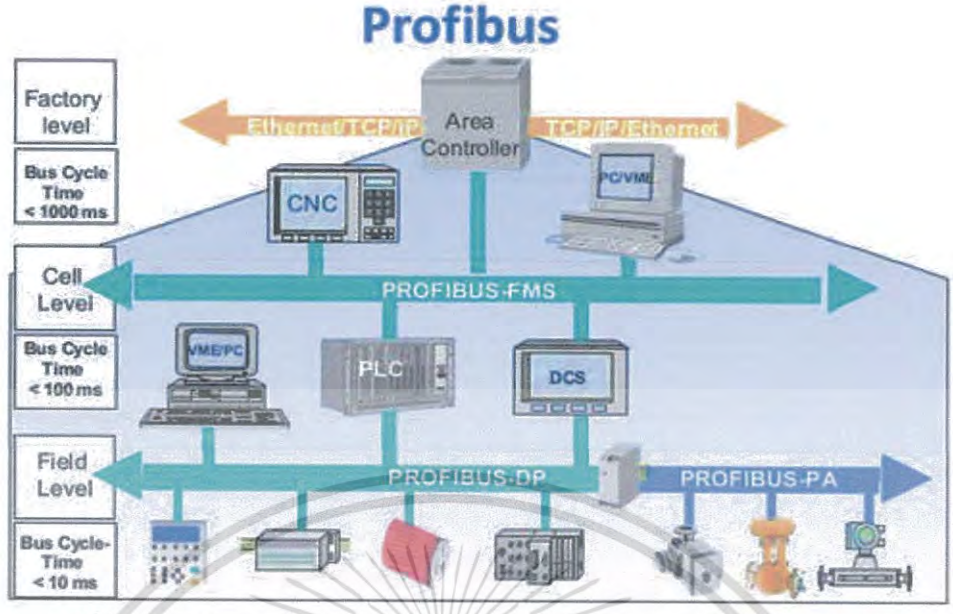
2. PROFIBUS FMS (Fieldbus Message System) ใช้สื่อสารระหว่าง PLC กับ PC (Personal Computer) และแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ Cell Level ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลที่มีความซับซ้อน

3. PROFIBUS PA (Process Automation) เป็นส่วนขยายของ PROFIBUS DP โดยสามารถรวมอุปกรณ์ของ PROFIBUS PA และ PROFIBUS DP เข้าด้วยกันได้ โดยการใช้อุปกรณ์แยกส่วน (Segment Coupler) ใช้ในการสื่อสารที่มีความเร็วสูงและระบบอัตโนมัติ และยังมีความน่าเชื่อถือ

ในการสื่อสารแบบ PROFIBUS ต้องมีกำหนด Profile ของอุปกรณ์แต่ละประเภท ซึ่งอยู่ในรูปแบบไฟล์คอนฟิกุเรชั่น เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์นั้นๆ มีคุณลักษณะอย่างไร จะได้สื่อสารอย่างถูกต้องตามประเภท เช่น ไฟล์ประเภท PROFIDrive ใช้สำหรับอุปกรณ์จำพวก Drive ไฟล์ประเภท PROFIBUS PA สำหรับอุปกรณ์ Process Automation และ PROFISafe สำหรับ Safety Application การสื่อสารด้วยรูปแบบ PROFIBUS มีความยืดหยุ่น และการสื่อสารข้อมูลทำได้ในระดับ Advance ซึ่งสามารถตรวจสอบความบกพร่องของการสื่อสารและการทำงานของอุปกรณ์ได้ อีกทั้งยังมีความสามารถในการตรวจสอบเชิงป้องกันอีกด้วย

โปรโตคอล PROFIBUS มีลักษณะโครงสร้างการสื่อสาร ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ระดับ แสดงดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ระดับการสื่อสารของระบบอุตสาหกรรมตามมาตรฐาน PROFIBUS (อ้างอิงโดย https://goo.gl/EBfqWv)

1. Factory Level เป็นเครือข่ายในระดับบนสุด ใช้เป็นเครือข่ายการสื่อสารเพื่อควบคุมการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด รวมทั้งสามารถรวบรวม เรียงลำดับ และจัดเก็บข้อมูลจากเครือข่ายต่ำกว่า

2. Cell Level เป็นส่วนของอุปกรณ์ควบคุมของระบบ เช่น PLC และ IPC (Industrial Personal Computers) ซึ่งติดต่อสื่อสารกันโดยระบบมาตรฐาน Ethernet TCP/IP Intranet และ Internet ข้อมูลมีการส่งแบบเป็นชุดข้อมูล

3. Field Level ส่วนมากเป็นอุปกรณ์ที่แยกออกมา เช่น โมดูลอินพุต-เอาต์พุต (I/O Module) ทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์วิเคราะห์ และวาล์ว มีการติดต่อสื่อสารกับระบบอัตโนมัติโดยประมวลผลแบบเวลาจริง (Real-time) และมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบวนรอบ (Cyclic Data Exchange)

4. Sensor/Actuator Level สัญญาณดิจิตอลจากอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) และอุปกรณ์สั่งงาน (Actuator) ถูกส่งไปยังสายบัส ซึ่งเป็นการสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการส่งข้อมูลและแรงดันไฟฟ้าไปในสายเดียวกัน โดยในระดับนี้ความต้องการปริมาณข้อมูลไม่มาก แต่ความเร็วในการสื่อสารสูง

โปรโตคอล PROFIBUS เป็นเน็ตเวิร์คแบบ Multi Master Network คือ การสนับสนุนการสื่อสารแบบ Master/Master, Master/Slave และ Slave/Slave นอกจากนั้น PROFIBUS ยังทำการปรับปรุง Cyclic Process Data ให้มีการสื่อสารด้วยความรวดเร็วและมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพระหว่าง Master และ Slave อีกทั้งยังสามารถรับส่งข้อมูล Acyclic Parameter และ ISO Synchronous Real-time Transmission ได้

ประเภทของอุปกรณ์ในระบบ PROFIBUS แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. Master เป็นผู้กำหนดข้อมูลการสื่อสารบนโปรโตคอล PROFIBUS โดยจะส่งข้อความที่ปราศจากการกระตุ้นจากภายนอกเนื่องจาก Master เป็นผู้ถือครองบัส จึงสามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า สถานีกระตุ้น (Active Station) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

- DPM1 (DP Master Class 1) ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Slave ภายในระบบ เช่น PLC

- DPM2 (DP Master Class 2) ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ให้กับระบบ เช่น การตั้งค่าข้อมูล (Configuration Data)

โดย Master ทั้ง 2 ชนิด จะมีอำนาจในการครอบครองบัสตามช่วงเวลาที่กำหนด หลังจากผ่านช่วงเวลาดังกล่าวจะส่งอำนาจการครอบครองบัส หรือ Token ให้กับ Master ตัวถัดไปที่อยู่บนบัส โดยจะสื่อสารกันผ่านกระบวนการ Token Passing

2. Slave เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สถานีถูกกระทำ (Passive Station) เนื่องจากไม่มีอำนาจในการถือครองบัส และมีความสามารถเพียงรับส่งข้อมูลจากการร้องขอของ Master ได้แก่ อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตต่างๆ โดยที่ Master จะเป็นผู้ส่งข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดต่างๆ ของรูปแบบการสื่อสาร เพื่อเป็นข้อตกลงที่ใช้ร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย Master จะมาสอบถามข้อมูลของ Slave ทุกตัวที่อยู่ในระบบอยู่ตลอดเวลา

2.2.3 ทฤษฎีภาษา PLC [5][6]

โปรแกรมควบคุมการปฏิบัติงานของ PLC ต่างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป นั่นคือภาษา PLC จะเขียนโปรแกรมควบคุมออกแบบพิเศษเป็นภาษาสัญลักษณ์คล้ายวงจรไฟฟ้า หรือวงจรตรรกะ สำหรับบุคลากรที่ไม่มีทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ โดยโปรแกรม PLC จะประกอบด้วย ภาษาหลัก 1 ภาษา และภาษาประกอบอื่นอย่างน้อย 1 ภาษา ซึ่งจะทำให้การเขียนโปรแกรม PLC สะดวกมากกว่าการเขียนโปรแกรม PLC ที่ประกอบไปด้วยภาษาเพียงชนิดเดียว

2.2.3.1 ทฤษฎีภาษาแลดเดอร์ (Ladder Language)

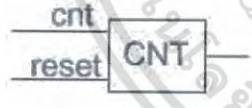
ภาษาแลดเดอร์เป็นภาษาสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าหรือวงจรแลดเดอร์ของ PLC ภาษาแลดเดอร์แปลงวงจรไฟฟ้าเป็นการปฏิบัติตรรกะแอนด์ (AND) การปฏิบัติตรรกะออร์ (OR) และการปฏิบัติตรรกะนอต (NOT) เลียนแบบวงจรไฟฟ้าอนุกรม วงจรขนาน และวงจรชนิดหน้าสัมผัสปกติปิด ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ภาษาแลดเดอร์ จะประกอบด้วยสัญลักษณ์หน้าสัมผัส ซึ่งรูปแบบจะมีลักษณะคล้ายวงจรของรีเลย์ ทำให้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์จะมีความสะดวกในการเขียนและตรวจได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง่าย จึงทำให้การเขียนแบบนี้เป็นที่นิยม ระดับงานที่ใช้ควบคุมมีทั้งจากวงจรแบบธรรมดาจนถึงแบบซีเควนซ์ในลักษณะเปิด - ปิด ภาษาแลดเดอร์เป็นภาษาพื้นฐานที่ใช้งานตั้งแต่ PLC ขนาดเล็กเป็นต้นไป

ตารางที่ 2.1 คำสั่งพื้นฐานภาษาแลดเดอร์ (อ้างอิงโดย https://goo.gl/RfMi44)

สัญลักษณ์	คำสั่งแลดเดอร์	ชื่อ	รายละเอียด
	LD	LOAD	หน้า contact NO ถ้าเริ่มบล็อกจะใช้ LD
	AND	AND	
	OR	OR	
	LD NOT	LOAD NOT	หน้า contact NC ถ้าเริ่มบล็อกจะใช้ LD NOT
	AND NOT	AND NOT	
	OR NOT	OR NOT	
	OUT	OUT RELAY	รีเลย์ทำงานแบบ มีไฟจ่ายคอยล์ทำงาน
	OUT NOT	OUT NOT RELAY	รีเลย์ทำงานแบบ ไม่มีไฟจ่ายคอยล์ทำงาน
	KEEP	KEEP RELAY	รีเลย์ทำงานค้างสถานะ กระตุ้นแค่ครั้งเดียว ขา S เซ็ต ขา R รีเซ็ต
	CNT	COUNT	ตัวนับ ขา cnt เป็นขานับ ขา reset เป็นขารีเซ็ต ค่าสูงสุด 9999
	TIM	TIMER	ตัวจับเวลา จับเวลาสูงสุด 999.9 sec

2.2.3.2 ทฤษฎีภาษาบูลีน (Boolean Language)

ภาษาบูลีนเป็นภาษาข้อความที่มีไว้สำหรับอธิบายความสัมพันธ์ทางลอจิกทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย ภาษาบูลีนสัมพันธ์กับ AND, OR และ NOT Gate สัญญาณอินพุตเขียนด้วยตัวอักษร A B C เป็นต้น ส่วนสัญญาณทางเอาต์พุตนั้น แทนด้วย Y และเครื่องหมายคูณหรือจุดหมายถึง AND เครื่องหมายบวก หมายถึง OR และขีดข้างบน หมายถึง NOT แสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ลอจิกและสัญลักษณ์บูลีน
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/RfMi44)

สัญลักษณ์ลอจิก	คำอธิบายลอจิก	สมการบูลีน
AND	Y เป็น "1" ถ้า A และ B เป็น "1"	Y = A.B หรือ Y = AB
OR	Y เป็น "1" ถ้า A หรือ B เป็น "1"	Y = A+B
NOT	Y เป็น "1" ถ้า A เป็น "0"	Y เป็น "0" ถ้า A เป็น "1"
NOT AND	Y เป็น "1" ถ้า A และ B เป็น "0" หรือ A หรือ B เป็น "1" หรือ ทั้ง A และ B เป็น "1"	Y = A.B หรือ Y = AB และ Y = A+B
NOT OR	Y เป็น "1" ถ้า A และ B เป็น "0"	Y = A+B

2.2.3.3 ทฤษฎีภาษาบล็อก (Function Block Language)

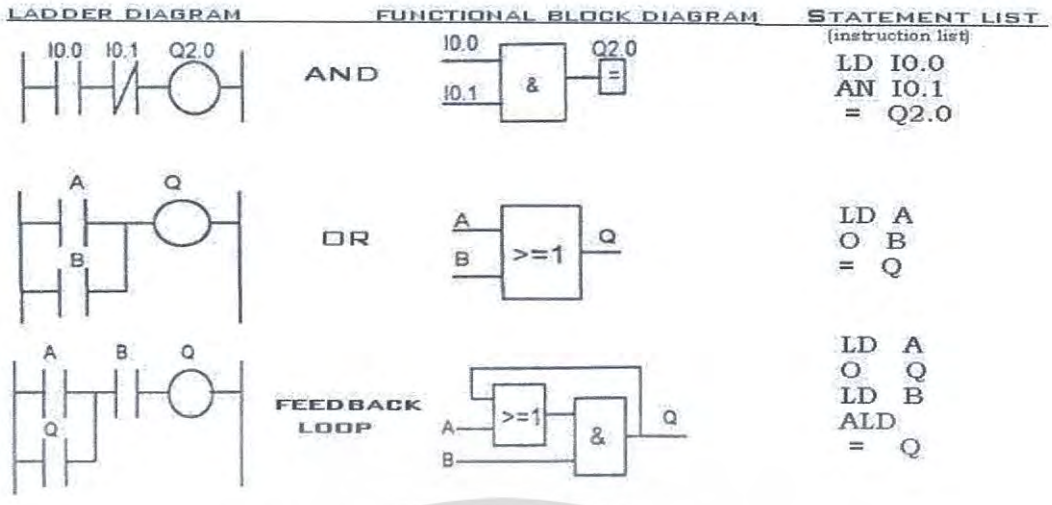
ภาษาบล็อก หรือ บล็อกฟังก์ชันเป็นภาษาสัญลักษณ์คล้ายวงจรตรรกะ ซึ่งเป็นหน่วยโปรแกรม ชนิดโปรแกรมย่อยของ PLC ซึ่งบล็อกฟังก์ชันจะคล้ายฟังก์ชัน ทำให้โปรแกรม PLC เรียกใช้โปรแกรม PLC ของบล็อกฟังก์ชันได้ โดยใช้คำสั่งเพียงคำสั่งเดียว แทนโปรแกรม PLC ของบล็อกฟังก์ชันทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยคำสั่งหลายคำสั่งของ PLC

บล็อกฟังก์ชันเป็นหน่วยโปรแกรมประกอบด้วย ตัวแปรเข้าจำนวนตัวแปรเข้าเดียว หรือ ตัวแปรเข้าหลายจำนวนตัวแปรเข้า และ ตัวแปรออกจำนวนตัวแปรออกเดียว หรือ ตัวแปรออกหลายตัวแปรออก บล็อกฟังก์ชันอาจมีหน่วยความจำเก็บข้อมูลภายในของบล็อกฟังก์ชัน ตัวแปรออกเป็นผลโปรแกรมของตัวแปรเข้าและข้อมูลภายในบล็อกฟังก์ชัน ทำให้การเรียกใช้บล็อกฟังก์ชันโดยตัวแปรเข้าเดิมอาจมีตัวแปรออกที่ไม่ใช่ค่าเดิม

2.2.3.4 ทฤษฎีภาษาลำดับข้อความ (Statement List Language)

ภาษาลำดับข้อความเป็นภาษาข้อความ ซึ่งเป็นการสร้างหรือเขียนโปรแกรม โดยใช้คำสั่งเป็นแบบภาษาเครื่อง โดยทั่วไปผู้ใช้มักจะเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ทางด้าน PLC และโปรแกรมที่ถูกสร้างแบบภาษาลำดับข้อความ อาจจะไม่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปแบบของภาษาแลดเดอร์ หรือ ภาษาบล็อก ได้ ซึ่งมีการเปรียบเทียบการใช้งานของภาษาแลดเดอร์ ภาษาบล็อก และภาษาลำดับข้อความ ดังรูปที่ 2.6

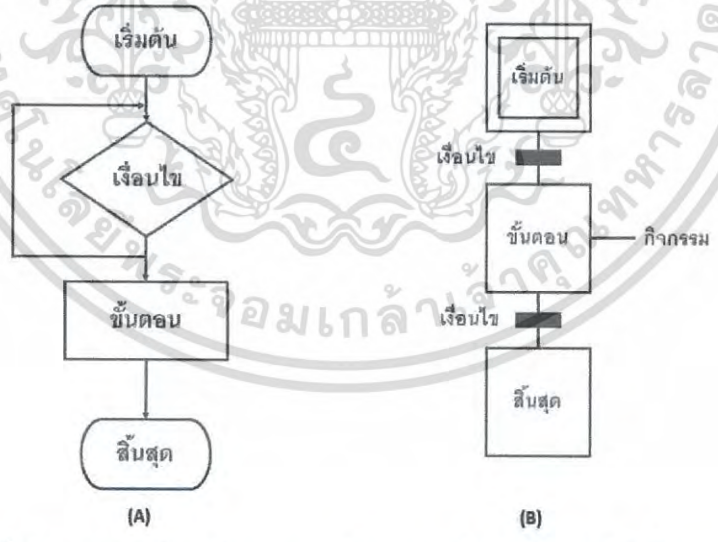
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การเปรียบเทียบการใช้งานของภาษาแลดเดอร์ ภาษาบล็อกและภาษาลำดับข้อความ (อ้างอิงโดย http://www.plcmanual.com/images/function_block_diagram2.jpg)

2.2.3.5 ทฤษฎีภาษาผังลำดับ (Sequential Function Chart)

ภาษาผังลำดับเป็นภาษาสัญลักษณ์โครงสร้าง ซึ่งสัญลักษณ์โครงสร้างของผังลำดับมีลักษณะคล้ายผังงาน (Flowchart) แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม โดยภาษาผังลำดับจะใช้สำหรับการเขียนโปรแกรม PLC ที่มีขนาดใหญ่และค่อนข้างซับซ้อน

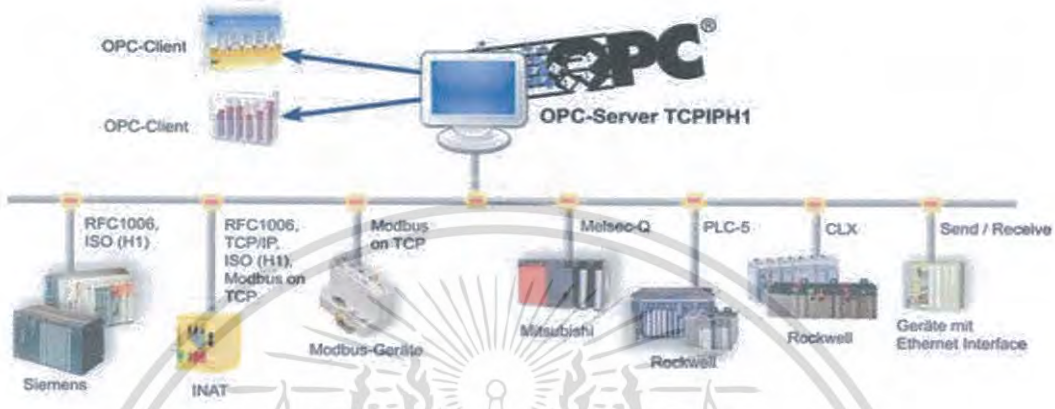


รูปที่ 2.7 การเปรียบเทียบภาษาผังงานคอมพิวเตอร์และผังลำดับของ PLC (A) ผังงานคอมพิวเตอร์ (B) ผังลำดับของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 OLE for Process Control (OPC) [1]

OLE for Process Control (OPC) คือ หากมี Controller (PLC, DCS) แต่ต้องการจะสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมอื่นๆ เช่น HMI, SCADA หรือ Remote Unit ต่างๆ ที่คนละยี่ห้อกัน เพื่อให้สามารถสื่อสารกันได้จะต้องใช้ OPC ซึ่งเปรียบเสมือนตัวแปลภาษาของอุปกรณ์ให้สามารถคุยกันได้



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการทำงานของ PLC
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/Jat5Qd)

ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด ทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์นี้สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูล ให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันได้ บ้างก็เป็น Server (ผู้ให้ข้อมูลซึ่งก็มักจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ในโรงงาน) กับ Client (ผู้ใช้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ) ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างยี่ห้อกัน หรือการรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่หลากหลายในเชิงของข้อมูลมีรูปแบบและมาตรฐานที่แตกต่างกันทำได้ง่ายขึ้น แสดงดังรูปที่ 2.8

2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูล คือ ที่รวมของฐานข้อมูลต่างๆ หรือที่รวมของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งได้มาจากการคำนวณ การประมวลผลต่างๆ หรืออาจจะได้มาจากการบันทึกข้อมูลโดยผู้ใช้ เช่น ระบบฐานข้อมูลงานทะเบียนของมหาวิทยาลัยที่จะรวมฐานข้อมูลต่างๆ ไว้ เช่น ฐานข้อมูลวิชาเรียน ฐานข้อมูลนิสิต ฐานข้อมูลอาจารย์-ผู้สอน และ ฐานข้อมูลหลักสูตร เป็นต้น โดยองค์ประกอบของระบบฐานข้อมูลจะประกอบไปด้วย ข้อมูล (Data) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ผู้ใช้งาน (User) และ ซอฟต์แวร์ (Software)

ปัจจุบันการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในองค์กรที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากการจัดการสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ทำให้ประสิทธิภาพในการดำเนินการขององค์กรสูงขึ้นด้วยระบบฐานข้อมูล คือ การจัดเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้ใช้สามารถเรียกใช้ข้อมูลได้ในลักษณะต่างๆ เช่น การเรียกใช้ข้อมูล (Retrieve Data) การเพิ่มข้อมูล (Add Data) การแก้ไขและลบข้อมูล (Update & Delete Data) การแทรกข้อมูล (Insert Data) ตลอดจนการเคลื่อนย้ายข้อมูล (Move Data) ไปตามที่กำหนด

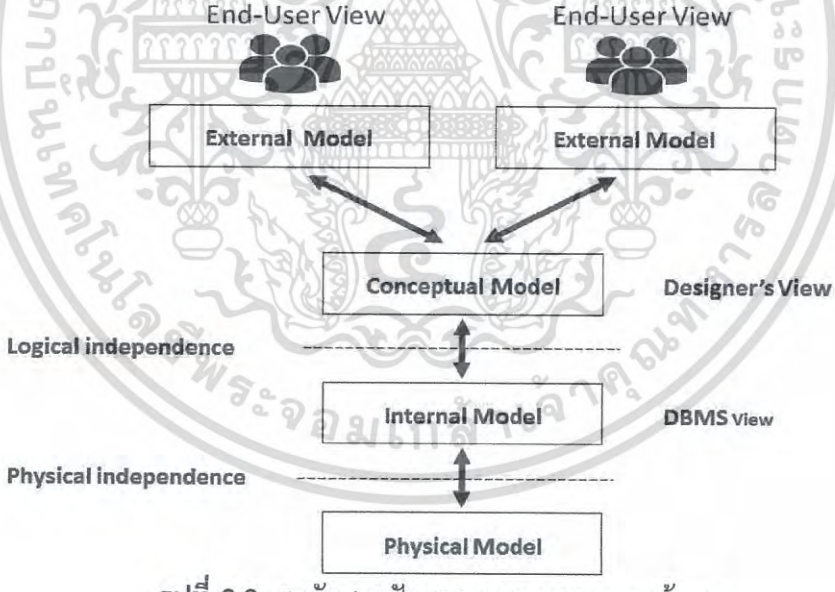
2.4.1 โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลในมุมมองของผู้ใช้ (User) สามารถแบ่งออกตามลักษณะโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างหลัก 2 ส่วน ได้แก่

2.4.1.1 Front End เป็นโปรแกรมประยุกต์ (Application) ที่อาจสร้างมาจากภาษาต่างๆ เช่น ภาษาระดับสูง CASE หรือภาษาอื่นๆ ส่วนนี้โดยทั่วไปจะรองรับการทำงานของผู้ใช้ (End User) เพื่อทำหน้าที่ติดต่อกับระบบ

2.4.1.2 Back End เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดการกับระบบฐานข้อมูลทั้งหมด ในแง่ของการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจริง ได้แก่ การปฏิบัติการต่างๆ กับข้อมูล การจัดทำ Backup การควบคุมความถูกต้องในการใช้ข้อมูลพร้อมกันและการควบคุมความปลอดภัยของระบบ เป็นต้น

2.4.2 สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล (Database System Architecture)



รูปที่ 2.9 ระดับสถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลออกแบบมาเพื่อรองรับโครงสร้างข้อมูลที่มีผู้ใช้หลายๆ คน ดังนั้น จึงต้องมีการแบ่งระดับของข้อมูลออกเป็นหลายระดับ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ การแบ่งระดับดังกล่าวนี้อาจจะเรียกได้ว่า สถาปัตยกรรมของระบบฐานข้อมูล (Database System Architecture) ซึ่งจะอาศัยลักษณะในการมองภาพรวม (View) ของระบบ เพื่อจำแนกความแตกต่าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1 External Level เป็นระดับของข้อมูลที่ตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้งานแต่ละคน ซึ่งจะมีการมองภาพของข้อมูลที่แตกต่างกัน ดังนั้นมุมมองและวิธีการเข้าหาข้อมูลของผู้ใช้งานแต่ละคนจึงแตกต่างกันไปด้วย โดยทั่วไปจะเป็นเพียงการใช้ข้อมูลกับฐานข้อมูลเป็นบางส่วนแล้วแต่ผู้ออกแบบระบบจะเป็นผู้กำหนด

2.4.2.2 Conceptual Level เป็นการมองภาพรวมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั้งหมด ที่ปรากฏอยู่ในฐานข้อมูลของระบบในเชิงการออกแบบระบบฐานข้อมูล ตั้งแต่การกำหนดค่า Entity ต่างๆ โครงสร้างของข้อมูล ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลนั้นๆ รวมไปถึงกฎเกณฑ์และข้อจำกัดต่างๆ ของระบบ

2.4.2.3 Internal Level เป็นระดับที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริง ได้แก่ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดการเก็บข้อมูลของระบบซึ่งจะครอบคลุมไปถึงการกำหนดชนิดของข้อมูลที่เหมาะสมตามโครงสร้างที่กำหนด นอกจากนั้นรวมไปถึงการจัดการเกี่ยวกับวิธีการในการเข้าถึงข้อมูลแบบต่าง ๆ และในระดับของ Internal Level นี้จะกล่าวถึง เฉพาะในส่วนของการเข้าถึงข้อมูลของระบบเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพในการทำงานของระบบไม่ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสมเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับวิธีการในการเรียกใช้ข้อมูลเหล่านั้นด้วย ซึ่งวิธีการที่ได้รับความนิยมในระบบฐานข้อมูลทั่วๆ ไป ได้แก่ Hashing และ Index ทั้งสองวิธีนี้ได้นำเอาหลักการทำงานของเซตในรูปแบบของ Search Table มาประยุกต์ในการทำงาน

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับสถานีรถไฟ

ในการออกแบบสถานีรับส่งผู้โดยสารต่างๆ ไม่ว่าทางวิ่งรถไฟจะเป็นแบบยกระดับ ระดับดิน หรือใต้ดิน จะต้องมีทั้งสถาปนิกและวิศวกรเข้ามาทำงานร่วมกัน กล่าวคือ นอกจากจะต้องพิจารณาถึงความแข็งแรงของโครงสร้างและรูปแบบที่สวยงามแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้โดยสารและการอพยพผู้โดยสารเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน หลายประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่นหรือประเทศสหรัฐอเมริกา จะมีมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับการอพยพผู้โดยสารออกจากสถานีเป็นของตนเอง แต่ในประเทศไทยนั้น ยังไม่มีมาตรฐานดังกล่าวเป็นของตนเอง ดังนั้น หลายโครงการของระบบขนส่งมวลชน จึงใช้มาตรฐานจากต่างประเทศเป็นแบบอย่างโดยปรับใช้กับสภาพการใช้งานภายในประเทศ

สำหรับการออกแบบสถานีขนส่งมวลชนนั้น ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานในการออกแบบที่เป็นที่ยอมรับกันทั่วไป แต่มีการพัฒนาเกณฑ์การออกแบบสถานีขนส่งมวลชน โดยหน่วยงานด้านการขนส่งต่างๆ บนพื้นฐานของประสบการณ์การเดินรถ ความต้องการด้านเทคนิคของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง หรืออาจมาจากข้อมูลจากข้อบัญญัติ สำหรับการออกแบบอาคารต่างๆ เช่น National Fire Protection Association (NFPA) และ American Public Transit Association (APTA) เป็นต้น

การออกแบบสถานีรถไฟฟ้านั้น นอกจากต้องออกแบบให้สามารถรองรับจำนวนผู้โดยสารที่เข้าใช้บริการช่วง 15 นาทีเร่งด่วนให้ได้แล้วนั้น ยังต้องพิจารณาถึงการอพยพผู้โดยสารออกจากชาน

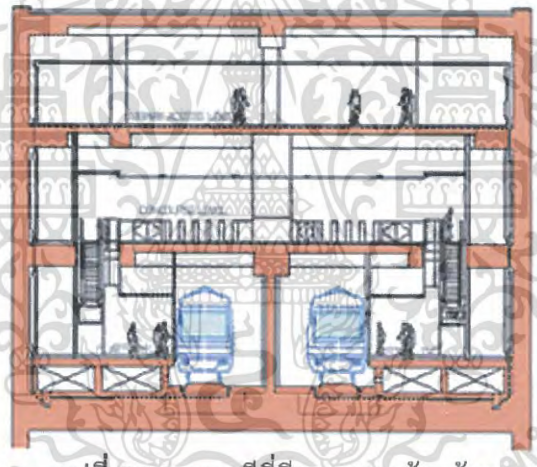
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชาลามายังจุดปลอดภัย (Point of Safety) ด้วย ดังนั้นผู้ออกแบบสถานีขนส่งมวลชนจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยหลายประการ อาทิเช่น ตำแหน่งที่ตั้งของสถานี ทางเข้าออกสถานี พื้นที่จัดเก็บค่าโดยสาร พื้นที่ใช้สอยของชั้นชานชาลา ชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร และองค์ประกอบต่างๆ ที่ใช้ในการสัญจรในแนวตั้ง เป็นต้น

นอกจากนี้ยังต้องมีการวิเคราะห์การใช้งานและการอพยพของผู้โดยสารเพื่อคำนวณหาระยะเวลาที่ใช้ในการระบายผู้โดยสารให้หมดภายในระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ และเนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการอพยพ รายงานฉบับนี้จึงได้ใช้มาตรฐาน NFPA 130 เป็นต้นแบบในการคำนวณ

2.5.1 รูปแบบสถานีรถไฟฟ้า (Railway Station)

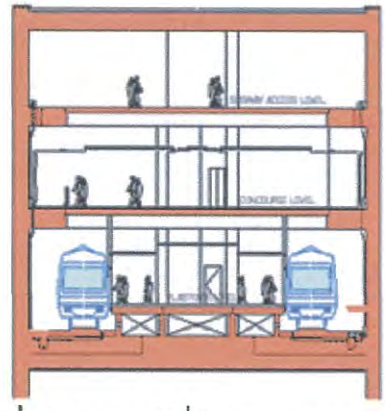
2.5.1.1 สถานีที่มีชานชาลาด้านข้าง (Side Platform Station) รูปแบบสถานีนี้ จะใช้ในกรณีที่พื้นที่ในการก่อสร้างอุโมงค์ทางวิ่ง บริเวณก่อนเข้าหรือออกจากสถานีมีจำกัด แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 สถานีที่มีชานชาลาด้านข้าง
(อ้างอิงโดย http://www.geocities.ws/railsthai/n04.htm)

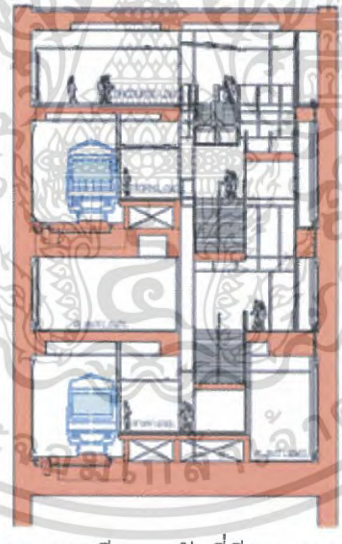
2.5.1.2 สถานีที่มีชานชาลาตรงกลาง (Island or Central Platform Station) เป็นรูปแบบที่ใช้โดยส่วนใหญ่ เพื่อให้ผู้โดยสารใช้ชานชาลาร่วมกันทั้งขาไปและขากลับ แสดงดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 สถานีที่มีชานชาลาตรงกลาง
(อ้างอิงโดย http://www.geocities.ws/railsthai/n04.htm)

2.5.1.3 สถานียกระดับที่มีชานชาลาด้านข้าง (Elevated Station with Side Platform or Stack Platform Station) รูปแบบนี้จะใช้ก่อสร้างในกรณีที่มีพื้นที่ในการก่อสร้างแคบ เพราะมีข้อจำกัดต่างๆ เช่น ท่ออุโมงค์ส่งน้ำ เสาเข็มยาวของสะพานลอย และอาคารสูง เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 สถานียกระดับที่มีชานชาลาด้านข้าง
(อ้างอิงโดย http://www.geocities.ws/railsthai/n04.htm)

2.5.2 แนวทางการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า (Station Design Guideline)

การออกแบบสถานีรถไฟฟ้า จะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้เป็นหลัก ได้แก่ ตำแหน่งที่ตั้งของสถานี ทางเข้าออกของสถานี พื้นที่ในการควบคุมและจัดเก็บค่าโดยสาร อีกทั้งยังมี พื้นที่ชานชาลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานี (Station Site) ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาให้รอบคอบเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างสถานีขนส่งกับโครงข่ายของคนเดินถนนโดยรอบ วิธีที่ง่ายที่สุดที่สามารถช่วยเพิ่มการใช้งานของสถานีขนส่งได้ คือ การทำให้สิ่งแวดล้อมที่คนเดินถนนเข้าถึงได้มีความปลอดภัย (Safe) มีความสะดวก (Convenient) และความสบาย (Comfortable) คนเดินถนนสามารถเข้าถึงสถานีได้โดยทางเดินข้างถนน (Sidewalks) ทางเดินเท้า (Walkways) ทางข้ามหรือทางม้าลาย (Crosswalks) สะพานคนเดินข้าม (Pedestrian Bridges) ทางลาด (Ramps) และขอบทางที่ถูกตัด (Curb Cuts)

2.5.2.2 ทางเข้าออกของสถานี (Station Entrance) การออกแบบที่ตั้งของสถานีจะต้องคำนึงถึงการเข้าออกสำหรับเจ้าหน้าที่และรถยนต์ที่ใช้สำหรับการให้บริการประจำวันและการบำรุงรักษาโดยต้องไม่ขัดแย้งกับการใช้งานปกติของสถานี ทางเข้าสถานีควรอยู่ภายในอาคารให้มากที่สุดและสามารถมองเห็นไม่อย่างชัดเจนจากภายนอกสถานี ทางเข้าสถานีควรอยู่ ณ ตำแหน่งที่เข้าถึงง่ายจากทางม้าลาย พื้นที่ค้าขาย และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ

2.5.2.3 พื้นที่ควบคุมและจัดเก็บค่าโดยสาร ระบบขนส่งแต่ละระบบมีนโยบายในการควบคุมและจัดเก็บค่าโดยสารแตกต่างกัน และนโยบายนี้เอง ที่มีผลกระทบอย่างมากกับการออกแบบสิ่งอำนวยความสะดวกของการขนส่ง

2.5.2.4 พื้นที่ชานชาลา (Platform Areas) ชานชาลาควรถูกออกแบบให้สามารถมองเห็นได้ตลอดความยาวของชานชาลา เพื่อผู้โดยสารจะได้สามารถอ่านป้ายได้ง่ายและเจ้าหน้าที่สามารถรักษาความปลอดภัยได้เต็มที่ขณะที่รถไฟออกตัว บ่อยครั้งที่โครงสร้างเสามีผลกระทบอย่างมากต่อการใช้งานของสถานีโดยลดพื้นที่สัญจรและการเคลื่อนตัวของผู้โดยสารขณะเวลาเร่งด่วน ขอบของชานชาลาควรออกแบบเป็นแนวตรงเพื่อให้เจ้าหน้าที่สามารถมองเห็นแนวได้ชัดเจน

ระดับของชานชาลา โดยทั่วไปแล้ว ระดับของพื้นชานชาลาจะอยู่ระดับเดียวกับพื้นของรถไฟเพื่อความสะดวกสบายของผู้โดยสร อย่างไรก็ดี ในสถานีบางแห่งอาจมีระดับของพื้นชานชาลาต่ำกว่าพื้นของรถไฟทำให้ผู้โดยสารต้องก้าวขึ้นรถไฟ ระดับของชานชาลา โดยทั่วไปวัดจากบนราง (Top of Rail) ถึงระดับพื้นที่ตกแต่งแล้ว (Finish Floor) ที่ขอบของชานชาลา (Platform Edge) ซึ่งควรอยู่ระดับเดียวกับพื้นของรถไฟ ขอบของชานชาลาจะต้องได้แนวกับพื้นของรถไฟเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้โดยสารที่จะขึ้นหรือลงรถไฟ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ระยะห่างในแนวราบระหว่างขอบของชานชาลากับรถไฟจะไม่เกิน 75 มิลลิเมตร และความคลาดเคลื่อนในแนวตั้งระหว่างชานชาลากับพื้นรถไฟต้องไม่เกิน 16 มิลลิเมตร ตามมาตรฐานสำหรับคนพิการ

ระดับห่างเหนือศีรษะ (Overhead Clearance) ซึ่ง Minimum Overhead Clearance วัดจากพื้นที่ตกแต่งแล้วถึงสิ่งกีดขวาง (เช่น หลอดไฟ ป้ายสัญญาณ และชิ้นส่วนโครงสร้าง) ต้องไม่น้อยกว่า 2.6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 กระบวนการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า (Design Process)

2.5.3.1 การเคลื่อนที่ของผู้โดยสารอย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient Passenger Movement) เพื่อให้ผู้โดยสารสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งที่ควรคำนึงถึง ได้แก่

1. การวางทิศทางให้สอดคล้องกับพื้นที่โดยรอบ
2. การออกแบบองค์ประกอบที่ใช้ในการสัญจรทางแนวตั้งต้องสอดคล้องกับความต้องการในการใช้งานและการซ่อมบำรุง
3. พื้นที่รอหน้าองค์ประกอบที่ใช้ในการสัญจรทางแนวตั้งทั้งหมด เช่น บันได บันไดเลื่อน ลิฟต์ ต้องเพียงพอ
4. ไม่มีการทับซ้อนกันของแถวรอ
5. ไม่มีการเปลี่ยนทิศทางแบบกลับตัว หากเป็นไปได้
6. ไม่มีการเคลื่อนที่ตัดกัน
7. การวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆ อย่างมีระบบเป็นลำดับขั้น สามารถช่วยในการตัดสินใจได้ง่ายขึ้น

2.5.3.2 ข้อมูลที่ต้องใช้เพื่อการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า มีดังต่อไปนี้

1. ความยาวของตู้รถไฟ (Car Length) พร้อมความจุของผู้โดยสาร (Passenger Capacity) โดยคิดจากความหนาแน่นของผู้โดยสารที่ยืน 4 คน ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร
2. ความยาวของขบวนรถไฟ (Train Length) พร้อมความจุของผู้โดยสาร (Passenger Capacity)
3. ความถี่ในการให้บริการ (Headway) เป็นนาที
4. ปริมาณผู้โดยสารทั้งหมดในชั่วโมงเร่งด่วน (Total Peak Hour Ridership)
5. ปริมาณผู้โดยสารในชั่วโมงเร่งด่วนในแต่ละทิศทาง (Peak Direction Ridership)
6. ปริมาณผู้โดยสารที่ไม่ใช่ในชั่วโมงเร่งด่วนในแต่ละทิศทาง (Nonpeak Direction Ridership)
7. ลักษณะของสถานี เช่น มีชานชาลาด้านข้างหรือตรงกลาง มีระบบจัดเก็บค่าโดยสารแบบใด มีชั้นลอยหรือไม่
8. ปริมาณผู้โดยสารทั้งหมดในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า ณ สถานีนั้นๆ (Projected Morning Peak – Hour Station Ridership)
9. ปริมาณผู้โดยสารขาเข้าในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า ณ สถานีนั้นๆ (Arrivals)
10. ปริมาณผู้โดยสารขาออกในชั่วโมงเร่งด่วนตอนเช้า ณ สถานีนั้นๆ (Departures)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ปริมาณผู้โดยสารขาเข้าจากแต่ละทิศทาง คิดเป็นร้อยละของจำนวนผู้โดยสารทั้งหมด (% Arrivals)

12. ปริมาณผู้โดยสารขาออกจากแต่ละทิศทาง คิดเป็นร้อยละของจำนวนผู้โดยสารทั้งหมด (% Departures)

2.5.3.3 ขั้นตอนในการออกแบบสถานีรถไฟฟ้า ใช้สำหรับการออกแบบพื้นฐานสำหรับพื้นที่ที่ใช้ในการสัญจรสาธารณะ รวมถึง ขนาดของชานชาลา บันได บันไดเลื่อน และประตูกั้นผู้โดยสาร หลังจากได้ออกแบบตามขั้นตอนต่อไปนี้แล้ว ควรมีการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของผู้โดยสารตามมาตรฐาน NFPA 130 เพื่อเป็นการสนับสนุนและยืนยันผลการออกแบบด้วย ขั้นตอนหลักในการออกแบบสถานีรถไฟฟ้ามี 12 ขั้นตอน ดังนี้

1. คำนวณปริมาณผู้โดยสารในช่วงเวลาเร่งด่วน 15 นาที (Passenger Peak 15 Minute Ridership) ทั้งขาเข้าและขาออก (Entering and Exiting) หรือขาเข้าเมืองและขาออกเมือง (Inbound and Outbound)

2. คำนวณปริมาณผู้โดยสารในช่วงเวลาเร่งด่วน ทั้งขาขึ้น (Entraining) และขาลงรถไฟ (Detraining) ในแต่ละ Headway (เป็นนาที) และในแต่ละทิศทาง

3. คำนวณความยาวของชานชาลาสถานี (Platform Length)

4. กำหนดความกว้างของชานชาลาสถานี (Platform Width)

5. คำนวณปริมาณผู้โดยสารทั้งสองทิศทาง โดยขึ้นกับพื้นที่รองรับ (Catchment Area)

6. กำหนดตำแหน่งและขนาดขององค์ประกอบที่ใช้ในการสัญจรทางแนวตั้ง (Vertical Circulation Elements, VCEs)

7. กำหนดรูปแบบและตำแหน่งของชั้นลอย (Mezzanine) หรือชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (Concourse)

8. กำหนดขนาดของชั้นลอยหรือชั้นจำหน่ายตั๋วโดยสาร (ถ้ามี) เพื่อรองรับการเคลื่อนที่ของผู้โดยสาร (Passenger Flow) ทั้งสองทิศทาง

9. กำหนดขนาดของระบบจัดเก็บตั๋วโดยสาร (Fare Collection System) (ถ้ามี) เพื่อรองรับการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารทั้งสองทิศทาง

10. กำหนดตำแหน่งทางเข้าออกที่ระดับถนน (Street Level)

11. กำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบที่ใช้ในการสัญจรทางแนวตั้ง เพื่อรองรับการเคลื่อนที่ของผู้โดยสารจากถนน

12. วิเคราะห์การอพยพโดยใช้มาตรฐาน NFPA 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ระบบการสื่อสารในระบบราง

ระบบสื่อสารเป็นระบบหลักที่สำคัญระบบหนึ่งสำหรับระบบรถไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วยการสื่อสารทั้งทางภาพ เสียง และข้อมูล โดยระบบต่างๆ ดังกล่าวมี Backbone Transmission Network/Data Transmission System (BTN/DTS) เป็นเส้นทางการสื่อสารหลัก ซึ่งนอกจากจะเป็นเส้นทางการสื่อสารของระบบสื่อสารแล้ว DTS ยังเป็นเส้นทางการส่งผ่านข้อมูลของ ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (SCADA) และระบบจัดเก็บค่าโดยสารอัตโนมัติ (Automatic Fare Collection) และบางครั้งรวมถึงอาณัติสัญญาณ (Signaling) อีกด้วย

สำหรับระบบสื่อสารที่ได้กล่าวจะมีปรากฏอยู่ทั่วไปทั้งเส้นทางเดินรถ สถานีรถไฟฟ้า บริเวณศูนย์ซ่อมบำรุงและที่ตัวรถไฟฟ้า จะเห็นได้ว่าระบบสื่อสารสามารถให้บริการครอบคลุมพื้นที่การทำงานของระบบรถไฟฟ้าได้ทั้งหมด

ระบบสื่อสารในโครงการรถไฟฟ้า มีหน้าที่ แจ้งข้อมูลข่าวสารให้แก่ผู้โดยสารและพนักงาน แจ้งข้อมูลเตือนภัยในกรณีฉุกเฉิน ใช้ในการรักษาความปลอดภัยในพื้นที่รถไฟฟ้าและในการเชื่อมโยงการสื่อสารระหว่างระบบต่างๆ ที่ติดตั้งในระบบรถไฟ ซึ่งประกอบไปด้วย ภาพ เสียง ข้อมูล

ระบบสื่อสารในโครงการรถไฟโดยทั่วไปแล้วประกอบด้วยระบบย่อยๆ ดังต่อไปนี้

1. ระบบสื่อสารข้อมูลหลัก (Data Transmission System, DTS)
2. ระบบนาฬิกา (Clock, CLK)
3. ระบบโทรศัพท์ (Telephone System, TEL)
4. ระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television System, CCTV)
5. ระบบวิทยุ (Digital Radio System, DRS)
6. ระบบข้อมูลผู้โดยสาร (Passenger Information System, PIS)
7. ระบบประกาศ (Public Address System, PA)
8. ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่ (Controlled Access Security System, CASS)
9. ระบบสารสนเทศ (OA&IT System)

โดยในปริญญานิพนธ์นี้จะมีการทำระบบสื่อสาร 2 ระบบด้วยกัน ได้แก่ ระบบกล้องวงจรปิด (Closed Circuit Television System, CCTV) และ ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่ (Controlled Access Security System, CASS) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.6.1 ระบบกล้องวงจรปิด (Closed Circuit Television System, CCTV)

ระบบโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับระบบแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ คือ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดบริเวณสถานีรถไฟ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดบริเวณศูนย์ซ่อมบำรุง ระบบโทรทัศน์วงจรปิดภายในห้องเจ้าหน้าที่ควบคุมรถไฟ และระบบโทรทัศน์วงจรปิดสำหรับหอสัญญาณ สถานีสื่อสาร ตามแนวเส้นทางที่ต้องการ ทางตัดต่างๆ แล้วแต่การประยุกต์ใช้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ้าหน้าที่ในศูนย์สั่งการควบคุม และ ห้องควบคุมที่สถานีต่างๆ ใช้ CCTV ในการติดตามความเคลื่อนไหวของรถไฟ ระบบ และผู้โดยสาร การตรวจจับที่ชัดเจนแม่นยำเป็นความต้องการหลักของระบบ ตำแหน่งติดตั้งและพื้นที่มุมมองของกล้องขึ้นอยู่กับความต้องการของการเดินรถในด้านการดูแลรักษาความปลอดภัย เช่น ที่ชั้นชานชาลา แนวทางเดิน พื้นที่ผู้โดยสารมาใช้บริการที่ชั้นออกตั๋ว พื้นที่ก้าวลงจากบันไดเลื่อน ห้องออกตั๋ว ทางเข้าอาคาร และประตูทางเข้าห้องเทคนิคอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น และต้องสามารถบันทึกภาพโดยกล้องที่สถานีได้ด้วย เจ้าหน้าที่ควบคุมสถานีสามารถที่จะเรียกภาพที่บันทึกไว้ออกมาดูได้โดยใช้ Digital Video System (DVS) ผู้ควบคุมระบบสามารถเข้าไปในระบบ DVS ที่สถานีและศูนย์ซ่อมได้ถ้าต้องการ เช่น

1. ระบบเตือนภัยไฟไหม้และ call points ต่อเชื่อมกับระบบ SCADA โดยระบบจะสวิตช์ภาพขึ้นจอของสถานีและของ CCR

2. พนักงานควบคุมรถใช้จอแสดงผลบนรถไฟเพื่อตรวจสอบการเคลื่อนตัวเข้าและออกจากรถไฟของผู้โดยสาร

3. เจ้าหน้าที่ควบคุมรถบนศูนย์ซ่อมบำรุง ตรวจติดตามการเคลื่อนที่ของรถไฟในศูนย์ซ่อมบำรุงทั้งหมด รวมถึงบริเวณเข้า ออกศูนย์ซ่อมบำรุงจากเส้นทางหลักด้วย

2.6.2 ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่ (Controlled Access Security System, CASS)

ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่นี้ ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่เข้า - ออกพื้นที่ของบุคคลตามที่ได้ออกแบบหรือกำหนดไว้ได้ การกำหนดระดับของการอนุญาตสามารถทำได้โดยกำหนดให้เฉพาะบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สามารถผ่านเข้าพื้นที่นั้นๆ ได้เท่านั้นโดยใช้ระบบบัตรผ่านที่สามารถกำหนดได้หลายระดับ แบ่งตามความจำเป็นในการเข้าพื้นที่ การตรวจติดตามสามารถทำได้แบบออนไลน์ (Online) ในการควบคุมการเข้าออกพื้นที่ต่างๆ เช่น ห้องเครื่อง ห้องควบคุมสถานีโดยการกำหนดให้มีการส่งสัญญาณเตือนไปยังศูนย์ควบคุมกลางและห้องควบคุมที่สถานีในกรณีที่มีการเข้า - ออกห้องหรือพื้นที่โดยบุคคลต่างๆ ที่มิได้รับอนุญาต ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่ประกอบไปด้วยการควบคุมหลายระดับ ระบบต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง (Central Security Computer) และ Management Workstations

2. คอมพิวเตอร์ที่สถานี (Station Security Computer) และ Management Workstations

3. เครื่องแม่ข่าย (Network Server)

4. ชุดควบคุมท้องถิ่น (Local Controllers)

5. เครื่องอ่านบัตร (Card Readers)

6. ชุดล็อคไฟฟ้าและเซ็นเซอร์ (Electric Lock Facilities and Sensors)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมการเข้าออกพื้นที่ จะต้องกำหนดให้มีอย่างน้อยในพื้นที่ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ที่เป็นที่ติดตั้งระบบไฟฟ้าที่เป็นอันตราย เช่น ระบบไฟฟ้าขับเคลื่อน ระบบไฟฟ้าสถานี ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินและสถานีไฟฟ้าย่อย เป็นต้น
2. พื้นที่ที่ติดตั้งระบบที่เกี่ยวข้องและสำคัญต่อการเดินรถ เช่น ระบบบังคับสัมพันธ์ ระบบสื่อสาร ระบบจัดเก็บบัตรโดยสาร ระบบ SCADA และระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ เป็นต้น
3. ทางเข้าไปยังห้องควบคุม เช่น ห้องควบคุมที่สถานี ห้องควบคุมกลาง หรือห้องควบคุมสำรอง เป็นต้น
4. ระหว่างพื้นที่ผู้โดยสารและพื้นที่เฉพาะพนักงานต่างๆ เป็นต้น

2.7 โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโปรแกรมที่ใช้ในการช่วยพัฒนาปริญญานิพนธ์นี้ ซึ่งจะประกอบไปด้วย TIA Portal V13, WINCC และ AutoCAD

2.7.1 TIA Portal V13

TIA Portal เป็นเครื่องมือวิศวกรรมที่ดีที่สุดสำหรับการตั้งค่าและการเขียนโปรแกรมสำหรับ SIMATIC Controller ทั้งหมด และยังมี SIMATIC WINCC Basic รวมอยู่ด้วย เพื่อแสดงภาพที่เรียบง่ายด้วยแผงวงจร SIMATIC Basic ตัวอย่างหน้าโปรแกรมแสดงดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างหน้าโปรแกรม TIA Portal V13

TIA Portal เป็นโปรแกรมระบบวิศวกรรมที่เหมาะสำหรับการสร้างวงจรของแต่ละขั้นตอนที่จะช่วยเหลือการทำงานของวิศวกรได้ ดังนี้

2.7.1.1 Reduced engineering times เป็นการเปลี่ยนแปลงสำหรับภาษาการเขียนโปรแกรม มีฟังก์ชันครบวงจร และ Graphical configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 Fast commissioning สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถติดตามแบบ real-timeได้ อีกทั้งระบบออนไลน์ยังมีประสิทธิภาพสูง

2.7.1.3 Short downtimes การบำรุงรักษาจากระยะไกลได้ง่ายและสามารถวินิจฉัยกับ web server และ teleservice ได้

2.7.1.4 Investment Security ด้วยส่วนประกอบที่นำมาใช้ใหม่ library และมีการทำงานร่วมกัน

TIA Portal ช่วยแก้ไขปัญหางานด้านวิศวกรรมได้อย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพ โดยภาพรวมการทำงานอัตโนมัติของ Portal จะมีประสิทธิภาพที่น่าประทับใจในการทำงานและขั้นตอนการเขียนโปรแกรมด้วยความโปร่งใส มีการแนะนำผู้ใช้อย่างชาญฉลาด และมีลำดับงานอย่างตรงไปตรงมา อีกทั้งตัวโปรแกรมยังมีฟังก์ชัน เช่น การลากและวาง คัดลอกและวางและ Auto Completion ที่ทำให้สามารถทำงานได้รวดเร็วและง่ายมากยิ่งขึ้น

IEC Programming languages เครื่องมือแก้ไขที่มีประสิทธิภาพและ Compilers ที่มีประสิทธิภาพสูง ได้แก่

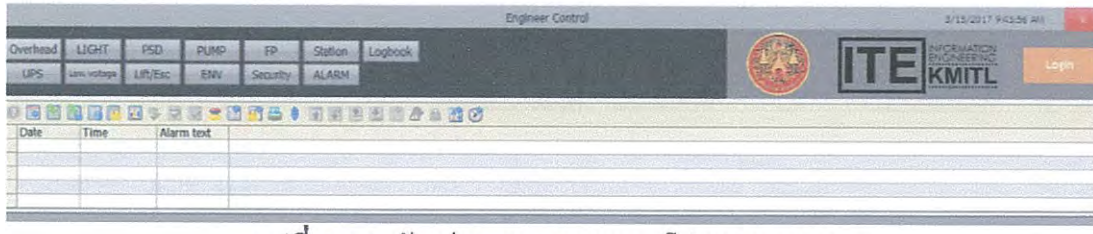
- Structured text (SCL)
- Ladder diagram (LAD)
- Function block diagram (FBD)
- Statement list (STL)
- Programming sequence controls (GRAPH)

2.7.2 WINCC

WINCC เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมงานทางด้านการผลิตและกระบวนการอัตโนมัติผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ภายในซอฟต์แวร์ประกอบไปด้วยโมดูลที่ใช้จัดการทางด้านกราฟฟิก (Graphic) แมสเซจ (Message) ไฟล์ข้อมูล (File Data) และการทำรายงาน ซึ่งเหมาะสมสำหรับงานทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ทั่วไป

WINCC เป็นซอฟต์แวร์ที่เตรียมโมดูลที่สามารถรองรับการออกแบบระบบควบคุมที่มีความซับซ้อนมีการติดต่อกับข้อมูลต่างๆ ผ่าน ODBC และ SQL มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับ OLE2.0 กับ ActiveX Controls ต่างๆ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นระบบจัดการข้อมูลที่ใช้ในระบบปฏิบัติการ Windows WINCC เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบปฏิบัติการ Windows NT ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Multitasking ที่มีความสามารถในการจัดการงานหลายๆ งานพร้อมกันอย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับงานทางด้านการควบคุมที่มีความต้องการการตอบสนองงานที่รวดเร็ว และ WINCC รองรับระบบปฏิบัติการ Windows NT 4.0 (Server หรือ Work Station ก็ได้) และต้องติดตั้ง Service Pack 5 เป็นอย่างน้อย และตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการแสดงผลของโปรแกรม WINCC

2.7.3 AutoCAD

AutoCAD คือโปรแกรมช่วยออกแบบ เขียนแบบ และผลิตงานออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Drafting/Design, CAD) ที่สามารถรองรับการเขียนได้ทั้งใน 2 มิติ และ 3 มิติ ทั้งนี้ในชิ้นงาน 3 มิตินั้นยังสามารถทำการ Render วัตถุหรือชิ้นงาน (การให้แสง สี และเงา) ได้ด้วย ซึ่งจะช่วยให้งานมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และมีตัวอย่างหน้าโปรแกรมดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างหน้าโปรแกรม AutoCAD

AutoCAD เป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง สามารถเห็นได้ชัดในการนำไปใช้งานออกแบบทางสถาปัตยกรรม วิศวกรรม งานสำรวจ ตกแต่งภายใน แผนที่ ตลอดจนงานออกแบบผลิตภัณฑ์และเครื่องกล เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถสูงในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ สามารถควบคุมการวาด เปลี่ยนมุมมองได้ในทุกทิศทาง และกำหนดคุณสมบัติของภาพวาดได้ตามต้องการ ด้วยคำสั่งและเครื่องมือช่วยที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้เป็นตัวเลือกที่ดี ในงานที่มีความละเอียดและความแม่นยำสูง

AutoCAD มีคำสั่งและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้งานมากมายซึ่งแยกออกเป็นหลายหลากประเภท ยกตัวอย่างเช่น คำสั่งที่ใช้เขียนชิ้นงาน คำสั่งที่ใช้เขียนตัวอักษร คำสั่งที่ใช้ในการแก้ไขตกแต่งชิ้นงานและตัวอักษร คำสั่งทำสำเนาชิ้นงาน เครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่วาดภาพ และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งบนตัววัตถุแต่ละชิ้น เป็นต้น ด้วยเครื่องมือที่มากมายนี้ทำให้โปรแกรมมีความยืดหยุ่นในการเขียนแบบอย่างมาก และสามารถเขียนได้ตามที่ได้ออกแบบและจินตนาการเอาไว้

2.7.3.1 ความสามารถและจุดเด่นของโปรแกรม AutoCAD

1. ความสามารถในการสร้างชิ้นงานพื้นฐาน ได้แก่ คำเส้นเขียนชิ้นงานทั่วไป คำสั่งเขียนตัวอักษร คำสั่งแก้ไขตกแต่งชิ้นงาน คำสั่งทำสำเนาชิ้นงาน เครื่องมือที่ช่วยในการกำหนดตำแหน่งบนพื้นที่วาดภาพ และตำแหน่งบนตัววัตถุแต่ละชิ้น เป็นต้น

2. ความสามารถมนการกำหนดคุณสมบัติต่างๆ ของวัตถุ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านั้นได้แก่สี ชนิดของเส้น และความหนาของเส้น เป็นต้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัตินี้สามารถทำได้โดยไม่จำเป็นต้องเขียนวัตถุขึ้นมาใหม่

3. ความสามารถในการเขียนภาพแบบ Isometric โดยภาพแบบ Isometric หมายถึง ภาพซึ่งใช้แสดงภาพชิ้นงาน 3 มิติ โดยเขียนบนระนาบเดียวแบบภาพ 2 มิติ การที่ไม่ใช้ภาพ 3 มิติ เนื่องจากการเขียนแบบ 2 มิติจะง่ายกว่า และสื่อความหมายได้เหมือนกัน

4. ความสามารถในการเขียนภาพ 3 มิติ และในการ Render (การให้แสง สี และเงาวัตถุ)

5. ความสามารถในการบรรจุภาพ Graphic ไว้ในชิ้นงาน ซึ่งภาพ Graphic นี้ในโปรแกรม AutoCAD จะเรียกว่า Render Image มีประโยชน์ในแง่การนำเสนอ หรือ Present ผลงาน

6. ความสามารถในการกำหนดและปรับแต่งระบบ Coordinate ซึ่งการระบุตำแหน่งในโปรแกรมสามารถใช้ระบบ Coordinate Cartesian คือมี 3 แกน คือ X Y และ Z หรือระบบ Polar System ซึ่งต้องระบุระยะทางและทิศทางในการกำหนดตำแหน่งแต่ละตำแหน่ง นอกจากนี้ระบบทั้งสองยังสามารถเลือกใช้การกำหนดแบบอ้างอิงโดยตรง (Absolute Coordinate) หรือแบบอ้างอิงสัมพันธ์ (Relative Coordinate) ซึ่งทำให้การกำหนดตำแหน่งมีความยืดหยุ่น ทำให้สร้างชิ้นงานได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

7. ความสามารถในการจัดการวัตถุ แบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ แบบกลุ่ม (Block) การกำหนด Attribute ของกลุ่ม และการจัดการกลุ่มของวัตถุโดยการแทรกไฟล์ชิ้นงานอื่นเข้ามา

8. ความสามารถในการกำหนดระดับชั้น (Layer) เพื่อแยกเก็บวัตถุไว้คนละส่วนกัน ซึ่งในไฟล์หนึ่งอาจมีมากกว่า 1 ระดับชั้นได้ โดยวัตถุใดๆ ในโปรแกรมไม่ว่าจะเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรือวงกลม จะต้องมีอยู่ในระดับชั้นใดชั้นหนึ่ง

9. ความสามารถในการรองรับการใช้งาน Title Block

10. ความสามารถในการกำหนด Viewport ซึ่ง Viewport หมายถึง กรอบย่อๆ ภายใน Title Block โดยจะแสดงส่วนของแบบหรือชิ้นงานที่ต้องการโดยภายใน Viewpoint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งๆ อาจแสดงเพียงบางส่วนของแบบหรือชิ้นงานที่ต้องการ และในแต่ละ Viewport อาจกำหนดอัตราการขยายของชิ้นงานที่แตกต่างกัน

11. ความสามารถในการนำข้อมูลจากโปรแกรมอื่น มาแสดงรวมชิ้นงาน โดยสามารถนำข้อมูลจากโปรแกรมหนึ่งไปใส่ไว้ในไฟล์ชิ้นงานของโปรแกรมได้หรือนำชิ้นงานของโปรแกรมไปใส่ไว้ในไฟล์อีกโปรแกรมหนึ่งได้ ซึ่งเทคนิคนี้เรียกว่า Object Linking and Embedding (OLE)

12. ความสามารถในการใช้งานของระบบฐานข้อมูลที่สร้างจากโปรแกรมต่างๆ เช่น Oracle, Microsoft Access โดยจะใช้งานผ่าน Open Database Connectivity (ODBS)

13. ความสามารถในการสร้างชิ้นงานผ่านระบบเครือข่าย (Network)

14. ความสามารถในการนำเสนอผลงานผ่านสื่ออินเตอร์เน็ต (Internet)

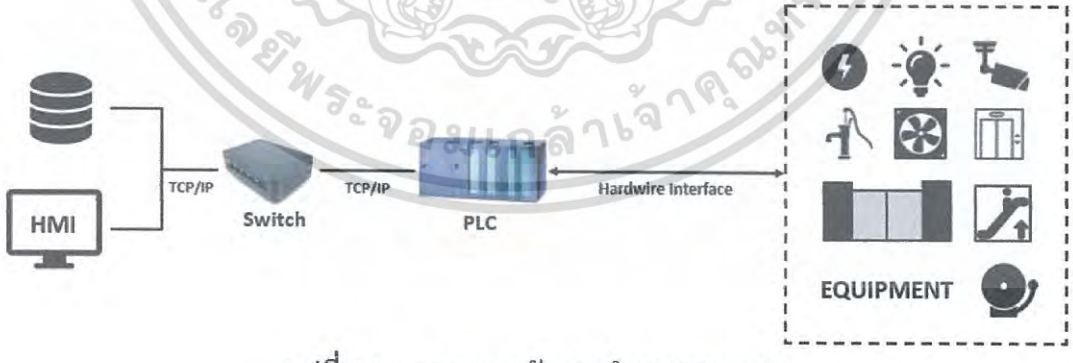
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และการออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึง หลักการทำงานและการออกแบบในส่วนต่างๆ ของโครงงาน ซึ่งประกอบไปด้วย หลักการทำงานของระบบ การออกแบบแปลนสถานีรถไฟภายในโปรแกรม หลักการออกแบบโปรแกรมควบคุมสถานีรถไฟ การออกแบบโปรแกรมระบบต่างๆ และการออกแบบโปรแกรมการเก็บประวัติการทำงาน (Logbook)

3.1 หลักการทำงานของระบบ

การจัดการดูแลระบบต่างๆ ภายในสถานีรถไฟ จะเป็นการควบคุมและสังเกตการณ์การทำงานของระบบภายในสถานีรถไฟ ได้แก่ ระบบการจ่ายไฟ ระบบแสงสว่าง ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง ระบบควบคุมสภาพแวดล้อม ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน และระบบประตูกั้นชานชาลา โดยจะสามารถควบคุมและสังเกตการณ์การทำงานของระบบทั้งหมดภายในสถานีรถไฟผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับใช้ในการจัดการสถานีรถไฟ นอกจากนี้สิ่งที่นำมาใช้ควบคุมอุปกรณ์เหล่านี้ คือ PLC ดังนั้นการที่คอมพิวเตอร์จะสามารถสั่งการทำงานไปยังอุปกรณ์เหล่านั้นได้จะต้องผ่าน PLC ซึ่งการที่คอมพิวเตอร์จะสามารถติดต่อสื่อสารกับ PLC ได้ จะต้องมีการใช้ระบบเครือข่ายหรือเครื่องเซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางในการสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลให้กัน ดังรูปที่ 3.1

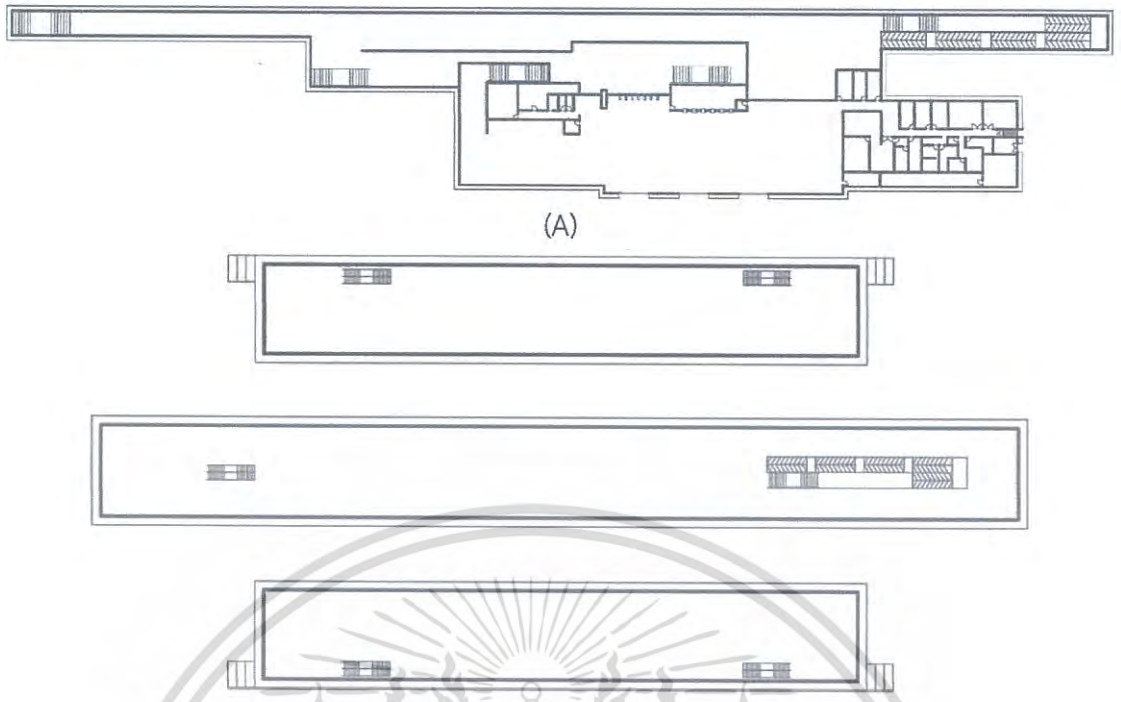


รูปที่ 3.1 ภาพรวมหลักการทำงานของระบบ

3.2 การออกแบบแปลนสถานีรถไฟภายในโปรแกรม

โครงสร้างของสถานีรถไฟออกแบบมาจากสถานีรถไฟฟ้าบางบำหรุประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของสถานี (Station) และส่วนของชานชาลา (Platform) ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(A)

(B)

รูปที่ 3.2 แบบแปลนสถานีรถไฟฟ้าบางบำหรุ

(A) แบบแปลนส่วนสถานีรถไฟบางบำหรุ (B) แบบแปลนส่วนชานชาลา

ระบบที่ใช้ภายในสถานีรถไฟ มีดังนี้

- ระบบควบคุมการจ่ายไฟ (Power Supply System) ผู้ใช้สามารถทราบสถานะของวงจรไฟฟ้าและสามารถควบคุมการจ่ายไฟในแต่ละส่วนของวงจรได้

- ระบบแสงสว่างภายในสถานี (Lighting System) ผู้ใช้สามารถทราบถึงสถานะการเปิด – ปิดไฟภายในสถานีได้

- ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง (Pump and Drainage) ผู้ใช้สามารถทราบถึงสถานะการทำงานของเครื่องปั๊มน้ำภายในสถานีได้

- ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environment Control System) ผู้ใช้สามารถทราบถึงสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Air Conditioning Unit) และเครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature) ภายในสถานีได้

- ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) ผู้ใช้สามารถทราบถึงสถานะการทำงานผิดปกติของกล้องวงจรปิด (Closed Circuit Television System, CCTV) และระบบความปลอดภัยและรหัสผ่านเข้า - ออก (Controlled Access Security System, CASS)

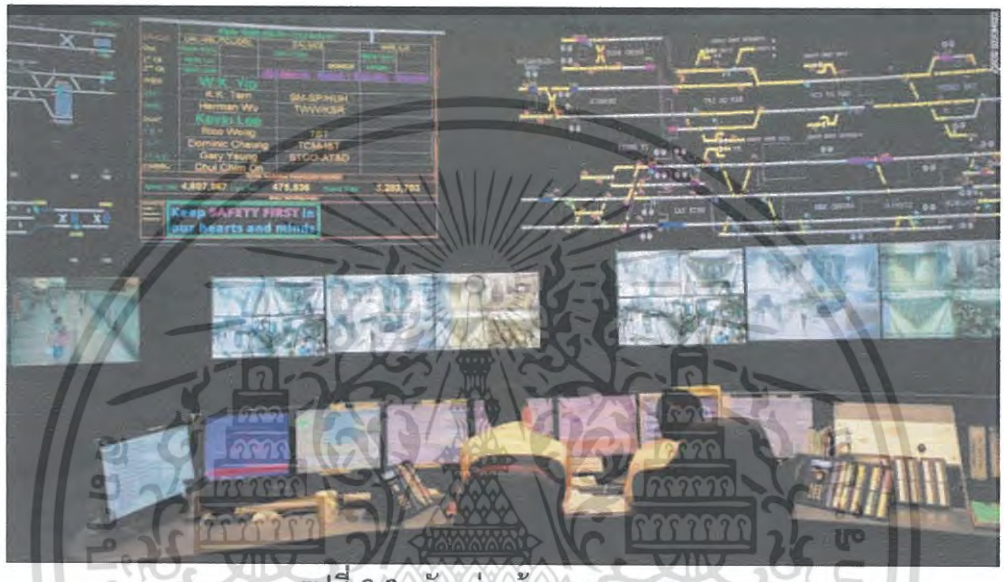
- ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย (Fire Protection & Detection System) ผู้ใช้สามารถติดตามการแจ้งเหตุการณ์การเกิดอัคคีภัยจากตำแหน่งต่างๆ ภายในสถานีและการทำงานของสารสะอาดดับเพลิง (FM200) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift & Escalator) ผู้ใช้สามารถทราบสถานะการทำงานของลิฟต์และบันไดเลื่อนภายในสถานีได้

- ระบบประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Doors) ผู้ใช้สามารถทราบสถานะการทำงานของประตูกั้นชานชาลาได้

3.3 หลักการออกแบบโปรแกรมควบคุมภายในสถานี



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างห้องควบคุมระบบ
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/JprV1q)

หลักการการออกแบบโปรแกรมการจัดการสถานีรถไฟ (Railway Station Management System) คือผู้ใช้สามารถใช้งานโปรแกรมได้ตามที่ต้องการ โดยจะต้องมีความถูกต้องแม่นยำ ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมได้ง่าย นอกจากนี้โปรแกรมจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้งานโปรแกรมจะต้องติดตามและควบคุมระบบการทำงานทั้งหมดภายในสถานีรถไฟตลอดเวลา ซึ่งจะต้องคำนึงถึงสุขภาพทางสายตาของผู้ใช้งานด้วย จึงออกแบบโปรแกรมให้มีพื้นหลังเป็นสีเทา (Grey) ซึ่งเป็นสีที่มีความสว่างน้อย จะช่วยลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อตาของผู้ใช้งานในกรณีที่จะต้องติดตามและควบคุมระบบในห้องควบคุมที่ไม่มีความสว่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.3

ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม มีดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา (Analysis The Program) ศึกษาระบบของสถานีรถไฟ ทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น และสร้างจุดมุ่งหมาย ในที่นี้หมายความว่า โปรแกรมจะต้องสามารถควบคุมระบบและติดตามการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม (Design a Program) หลังจากวิเคราะห์ปัญหาแล้ว ต่อไปคือการออกแบบโปรแกรม โดยใช้เครื่องมือต่างๆ มาช่วยในการออกแบบ ในขั้นตอนนี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้เป็นการเขียนโปรแกรมจริงๆ แต่จะช่วยให้สามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น โดยสามารถเขียนตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ และช่วยให้การเขียนโปรแกรมมีข้อผิดพลาดน้อยลง และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม (Coding) ในขั้นตอนนี้จะนำเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นมาจากขั้นตอนการออกแบบมาเปลี่ยนให้เป็นโปรแกรม ซึ่งการสร้างโปรแกรมนั้น ได้เลือกใช้โปรแกรม TIA Portal V13 และใช้ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Language) เป็นหลักในการเขียนโปรแกรมในครั้งนี้

4. ขั้นตอนการตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Testing and Debugging) หลังจากที่ทำการเขียนโปรแกรมเสร็จสิ้นแล้ว โปรแกรมนั้นจะต้องได้รับการตรวจสอบก่อนว่า มีข้อผิดพลาด (Error) ในโปรแกรมหรือไม่ ทำการตรวจสอบด้วยการคอมไพเลอร์ (Compiler) ซึ่งหากโปรแกรมมีข้อผิดพลาดใดๆ เครื่องคอมพิวเตอร์จะแจ้งให้ทราบผ่านหน้าจอ

5. ขั้นตอนการบำรุงรักษาโปรแกรม (Program Maintenance) เมื่อโปรแกรมผ่านการตรวจสอบตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้อาจต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบเดิม เพื่อให้เหมาะกับเหตุการณ์ เช่น ต้องการเปลี่ยนแปลงหน้าตาของระบบ มีการเพิ่มเติมข้อมูลหรือลบข้อมูล จึงจะต้องคอยปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีฟังก์ชันใหม่ๆ เพิ่มขึ้น

3.4 การออกแบบโปรแกรมระบบต่างๆ

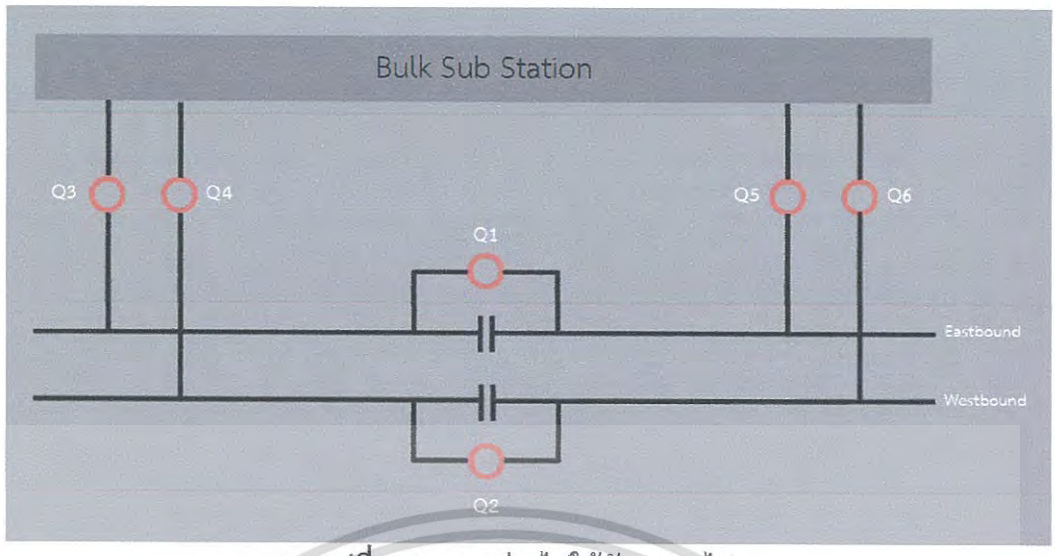
ในโปรแกรมนี้จะแบ่งออกเป็น 8 ระบบ คือระบบควบคุมการจ่ายไฟ ระบบแสงสว่าง ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม และระบบประตูกั้นชานชาลา

3.4.1 ระบบควบคุมการจ่ายไฟ (Power Supply)

3.4.1.1 ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ (Overhead Catenary)

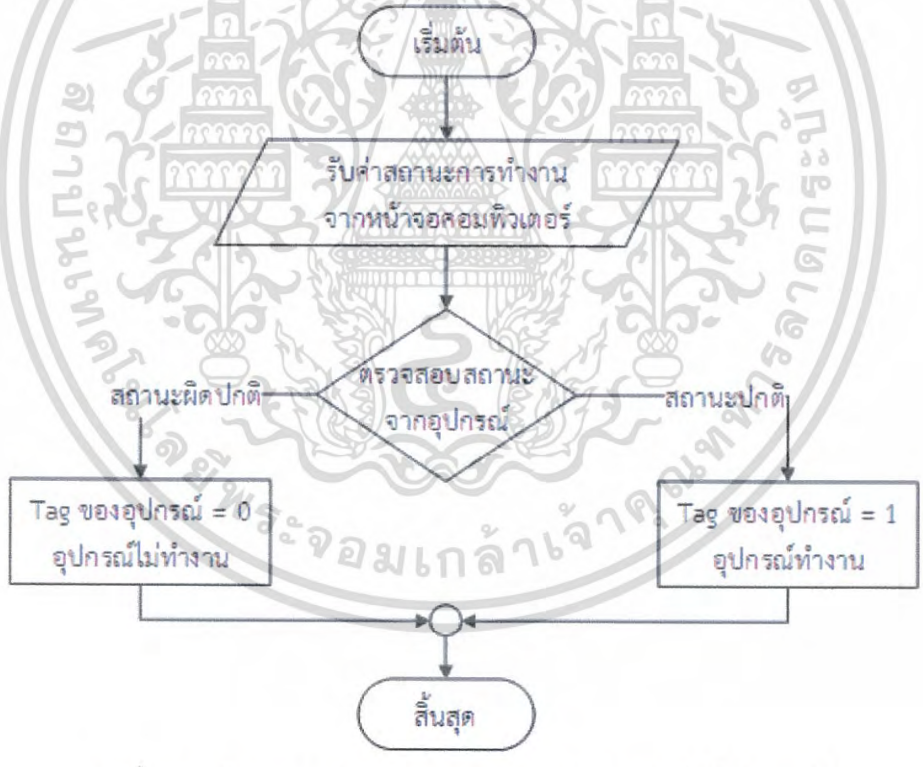
ในโปรแกรมหน้านี้ จะเป็นส่วนของวงจรจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ ซึ่งจะใช้หลักการของการจ่ายไฟเหนือหัว และตัวอย่างหน้าโปรแกรมจะแสดงดังรูปที่ 3.4 โดยวงจรได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ ปุ่มจ่ายไฟเหนือหัว (Overhead Contact System, OCS) และสวิตช์จ่ายไฟ (Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ

1. หลักการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ



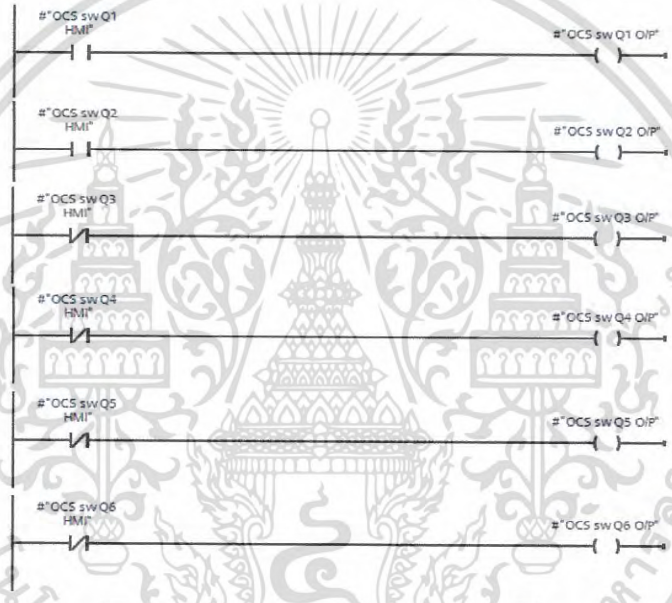
รูปที่ 3.5 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

เมื่อต้องการควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ ผู้ใช้จะทำการสั่งงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยระบบจะทำการตรวจสอบว่าค่าที่รับมาเป็น 1 หรือ 0 หากเป็น 1 จะทำการสั่งงานให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงาน แต่ถ้าเป็น 0 จะทำการสั่งให้อุปกรณ์เอาต์พุตหยุดทำงาน แสดงผังงานดังรูปที่ 3.5

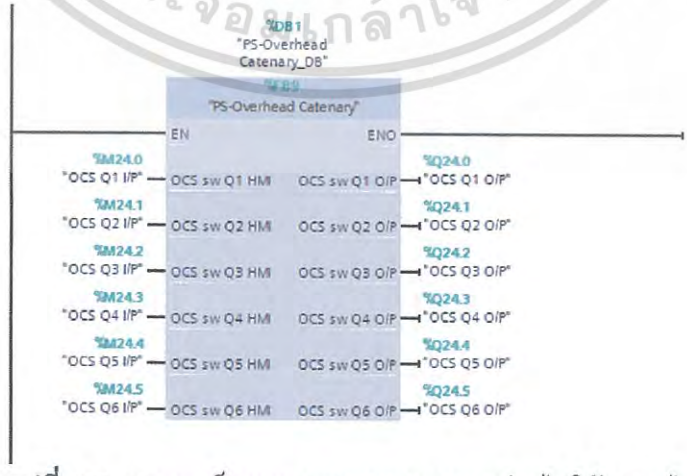
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเขียนโปรแกรมของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

การเขียนโปรแกรมควบคุมของระบบนี้ จะใช้ 2 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.6 คือ กำหนดให้ #OCS sw Q1 HMI, #OCS sw Q2 HMI เป็นอินพุตของสวิตช์จ่ายไฟที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #OCS sw Q1 O/P, #OCS sw Q2 O/P เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม #OCS sw Q3 HMI, #OCS sw Q4 HMI, #OCS sw Q5 HMI และ #OCS sw Q6 HMI เป็นอินพุตของปุ่มจ่ายไฟเหนือหัวที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #OCS sw Q3 O/P, #OCS sw Q4 O/P, #OCS sw Q5 O/P และ #OCS sw Q6 O/P เป็นเอาต์พุตของปุ่มจ่ายไฟเหนือหัวจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.7 เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและแก้ไข



รูปที่ 3.6 ภาษาแลดเดอร์ของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

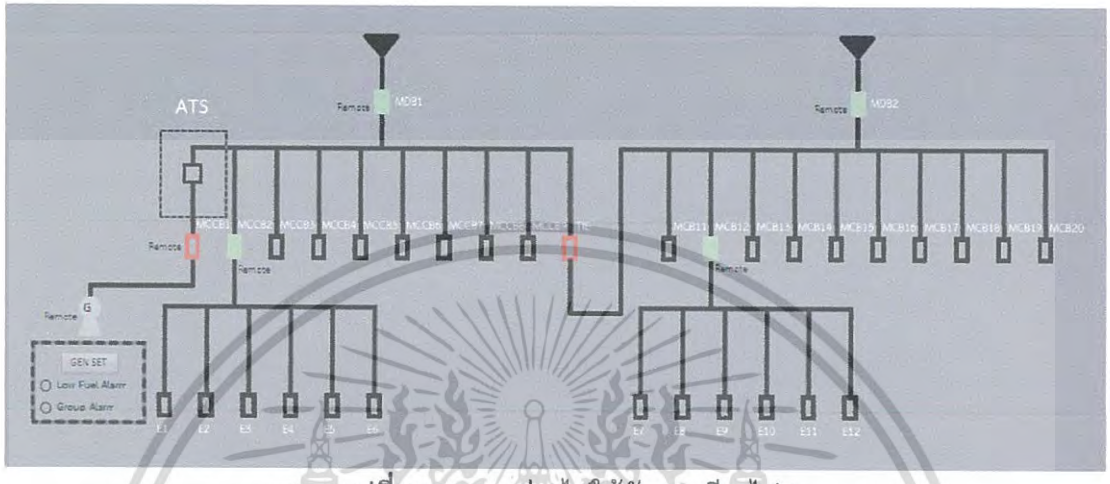


รูปที่ 3.7 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

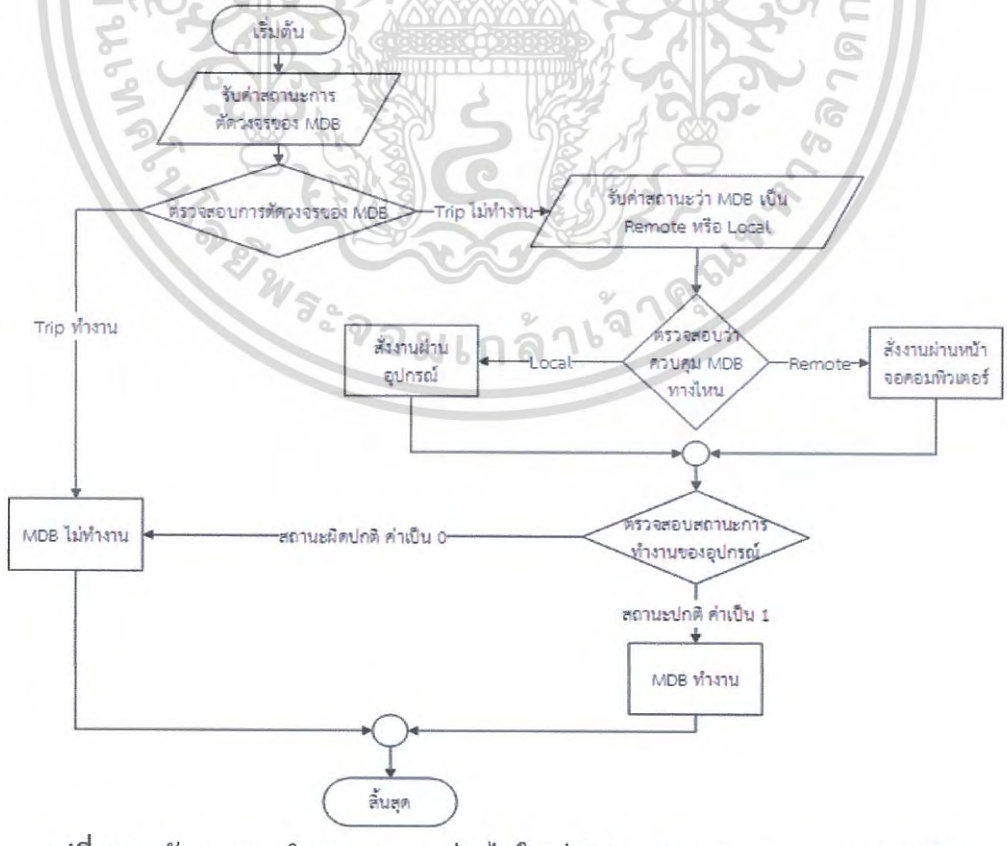
3.4.1.2 ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี (Low Voltage)

ในโปรแกรมหน้านี้ จะมีส่วนของวงจรจ่ายไฟให้กับสถานี ดังรูปที่ 3.8 โดยวงจรได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ แผงจ่ายไฟ (Main Distribution board, MDB) วงจรตัดต่อไฟ(Molded Case Circuit Breaker, MCCB) และ TIE Switch



รูปที่ 3.8 วงจรจ่ายไฟให้กับสถานีรถไฟ

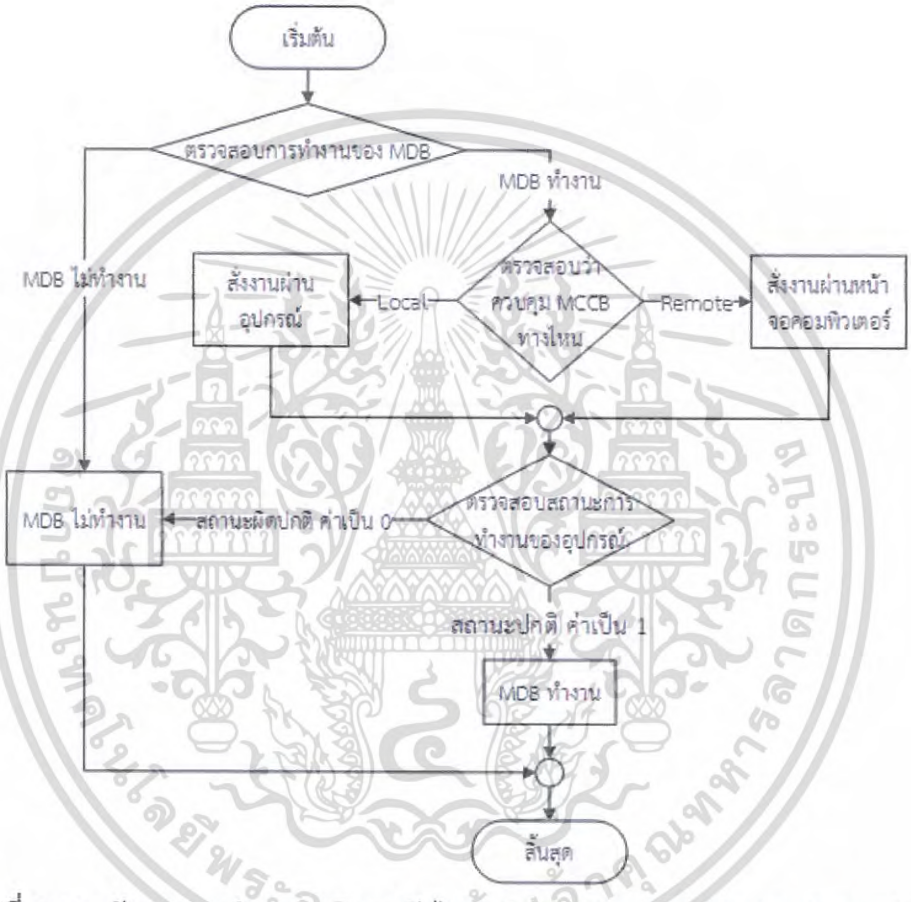
1. หลักการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี



รูปที่ 3.9 ผังงานการทำงานของแผงจ่ายไฟใหญ่ (Main Distribution board, MDB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของระบบนี้ ขั้นแรกผู้ใช้ต้องตรวจสอบว่าแผงจ่ายไฟ (Main Distribution board, MDB) มีการตัดวงจร (Trip) หรือไม่ หากมีระบบจะไม่สามารถทำงานได้ และในการควบคุมระบบผู้ใช้สามารถเลือกควบคุมได้ 2 ทาง คือ ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Remote) และผ่านอุปกรณ์โดยตรง (Local) โดยเริ่มต้นจะควบคุมผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากต้องการควบคุมผ่านอุปกรณ์โดยตรง ต้องไปเปลี่ยนค่าที่อุปกรณ์ให้เป็น Local และในระบบนี้จะมี MDB 2 ตัว ซึ่งมีหลักการทำงานเหมือนกัน แสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.10 ผังงานการทำงานของวงจรตัดไฟ (Molded Case Circuit Breaker, MCCB)

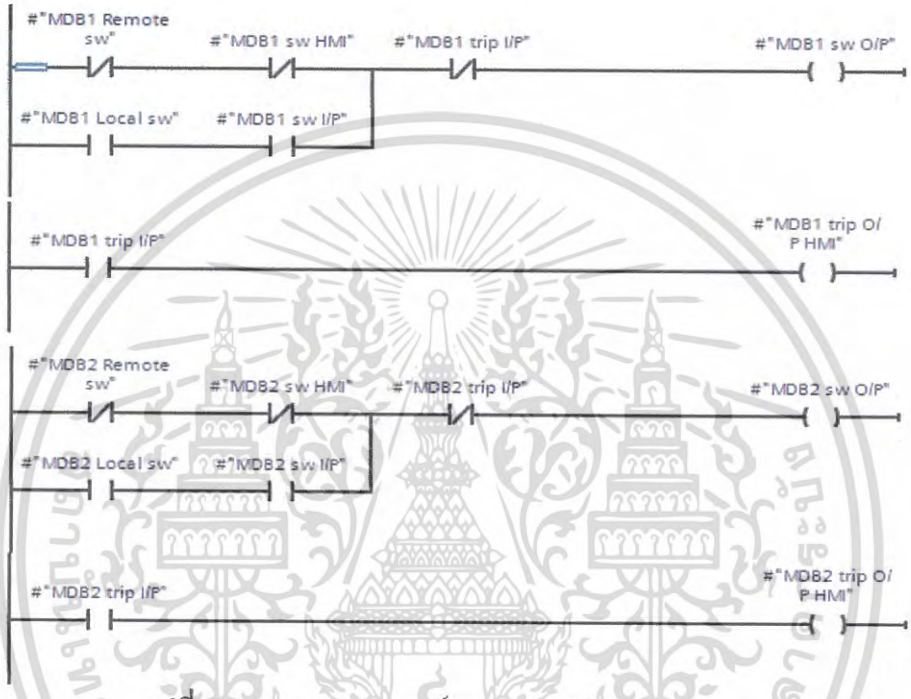
ขั้นที่สอง จะเป็นการทำงานของวงจรตัดไฟ (Molded Case Circuit Breaker, MCCB) ซึ่ง MCCB จะทำงานได้ ก็ต่อเมื่อ MDB ทำงาน ยกเว้น MCCB 1 เนื่องจาก MCCB 1 จะได้รับไฟจากระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า (Generator) โดยผู้ใช้สามารถเลือกควบคุม MCCB ได้ 2 ทาง เช่นเดียวกับ MDB แสดงผังงานการทำงานของส่วนนี้ดังรูปที่ 3.10

2. การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี

การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบนี้ จะใช้ 2 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.11 คือ กำหนดให้ #MDB1 Remote sw และ #MDB1 Local sw เป็นอินพุตที่รับค่ามาจากสวิตช์ภายนอกเพื่อกำหนดว่าอุปกรณ์

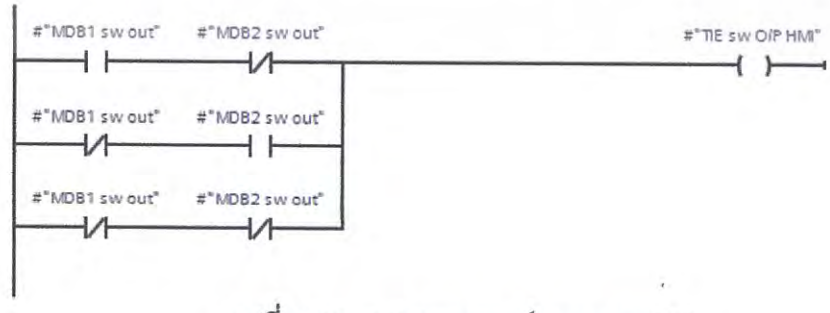
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MDB1 อยู่ในสถานะ Remote หรือ Local #MDB1 sw HMI เป็นอินพุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB1 ที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #MDB1 sw I/P เป็นอินพุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB1ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #MDB1 sw O/P เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB1 ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม #MDB1 trip I/P เป็นอินพุตของสวิตช์เพื่อจำลองสถานะการที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #MDB1 trip O/P HMI เป็นเอาต์พุตเพื่อจำลองสถานะการจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม ซึ่งระบบ MDB2 มีการทำงานเหมือน MDB1



รูปที่ 3.11 ภาษาแลดเดอร์ของระบบ MDB1 และ MDB2

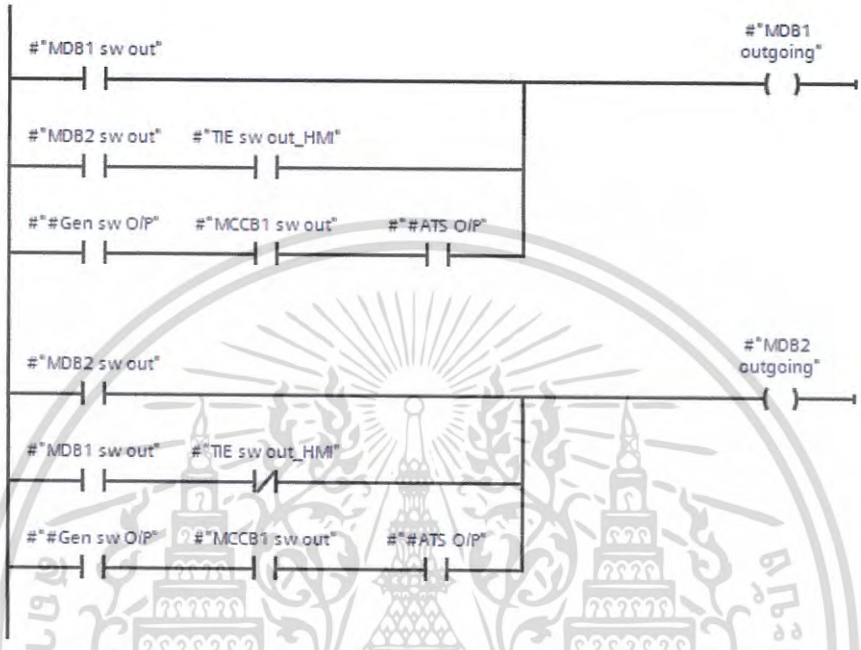
#MDB1 sw out เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB1 ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม #MDB2 sw out เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB2 ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม #TIE sw O/P HMI เป็นเอาต์พุตของ TIE ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม ดังรูปที่ 3.12



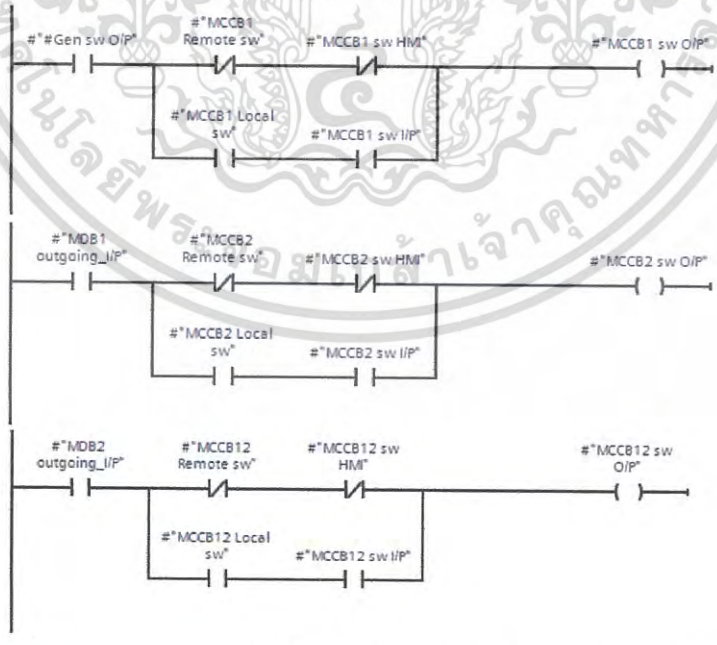
รูปที่ 3.12 ภาษาแลดเดอร์ของระบบ TIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#MDB1 sw out และ #MDB2 sw out เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB1 และ MDB2 ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรมตามลำดับ ##ATS O/P เป็นเอาต์พุตของ ATS #MDB1 outgoing และ #MDB2 outgoing เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MDB1 และ MDB2 ตามลำดับโดยจะเป็นค่าที่จะส่งไปให้ระบบ MCCB ดังรูป 3.13



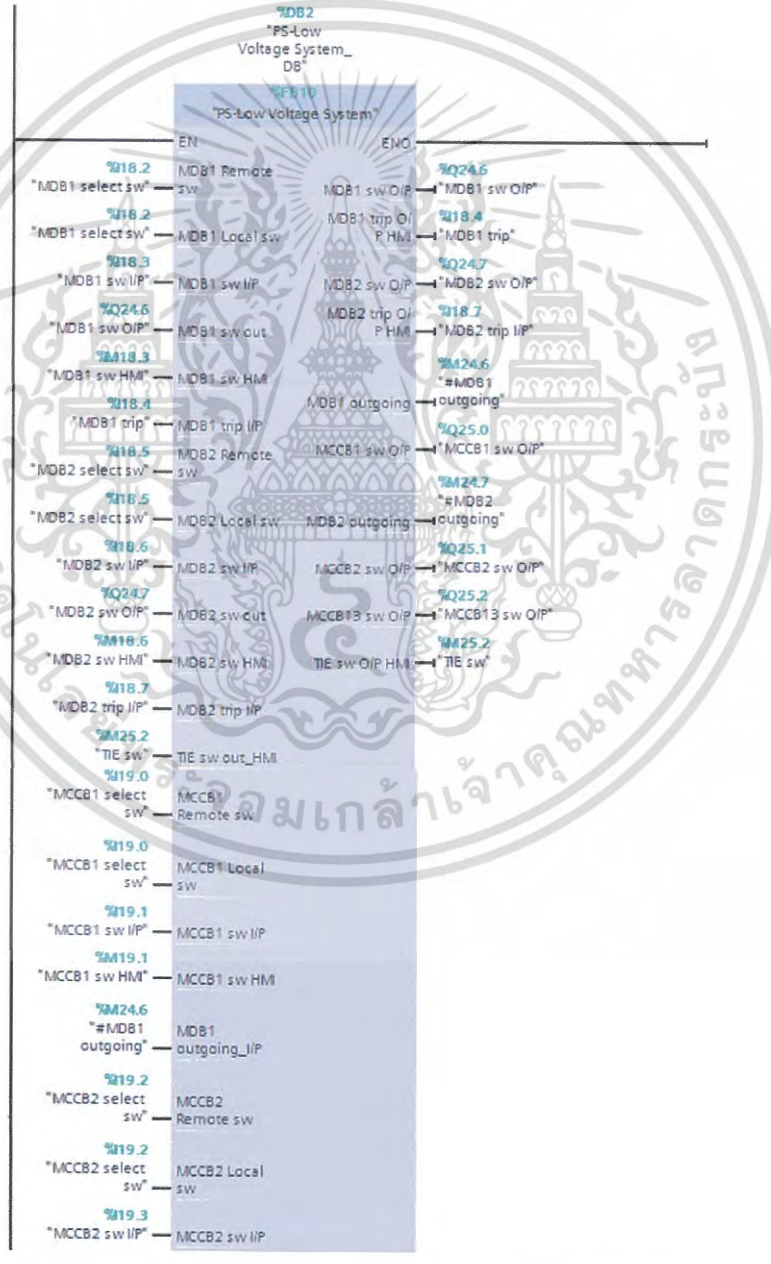
รูปที่ 3.13 ภาษาแลดเดอร์การส่งค่าของ MCB ไปยัง MCCB



รูปที่ 3.14 ภาษาแลดเดอร์ของระบบ MCCB, MCCB2 และ MCCB12

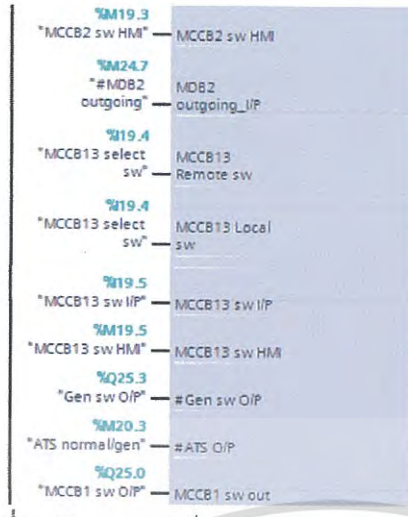
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#MCCB1 Remote sw และ #MCCB1 Local sw เป็นอินพุตที่รับค่ามาจากสวิตช์ภายนอกเพื่อกำหนดว่าอุปกรณ์ MCCB1 อยู่ในสถานะ Remote หรือ Local #MCCB1 sw HMI เป็นอินพุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MCCB1 ที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #MCCB1 sw I/P เป็นอินพุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MCCB1ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #MCCB1 sw O/P เป็นเอาต์พุตของสวิตช์จ่ายไฟของ MCCB1 ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดยระบบ MCCB1 MCCB2 MCCB13 มีหลักการทำงานที่คล้ายกันแต่แตกต่างตรงที่ MCCB1 จะได้รับการจ่ายไฟจาก ##Gen sw O/P แต่ MCCB2 และ MCCB12 จะได้รับการจ่ายไฟจาก #MDB1 outgoing_I/P และ #MDB 2 outgoing_I/P ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.14 โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมภายในสถานีรถไฟ

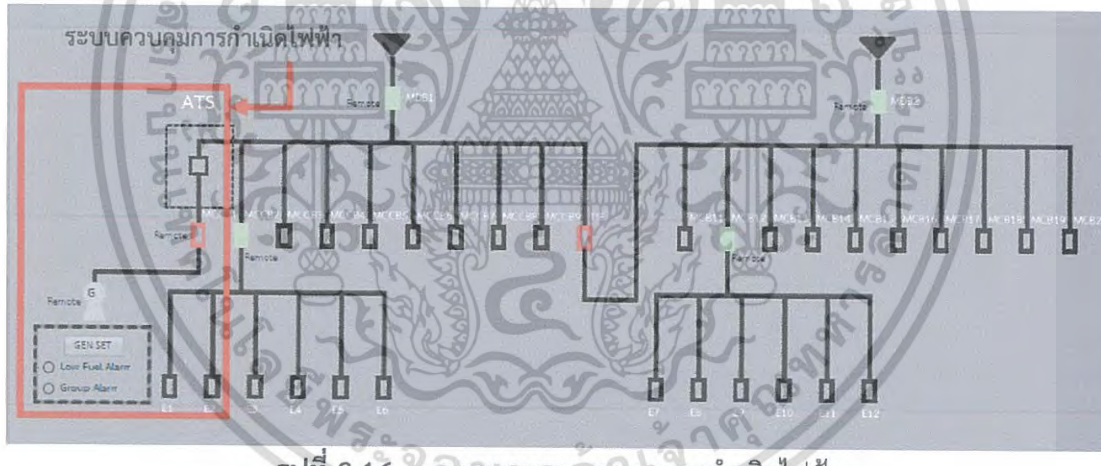
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานีรถไฟ (ต่อ)

3.4.1.3 ระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

ในระบบนี้ จะอยู่ในหน้าโปรแกรมของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี โดยระบบนี้จะมีปุ่มสั่งเริ่มการทำงานของระบบ (Generator Switch) ดังรูปที่ 3.16

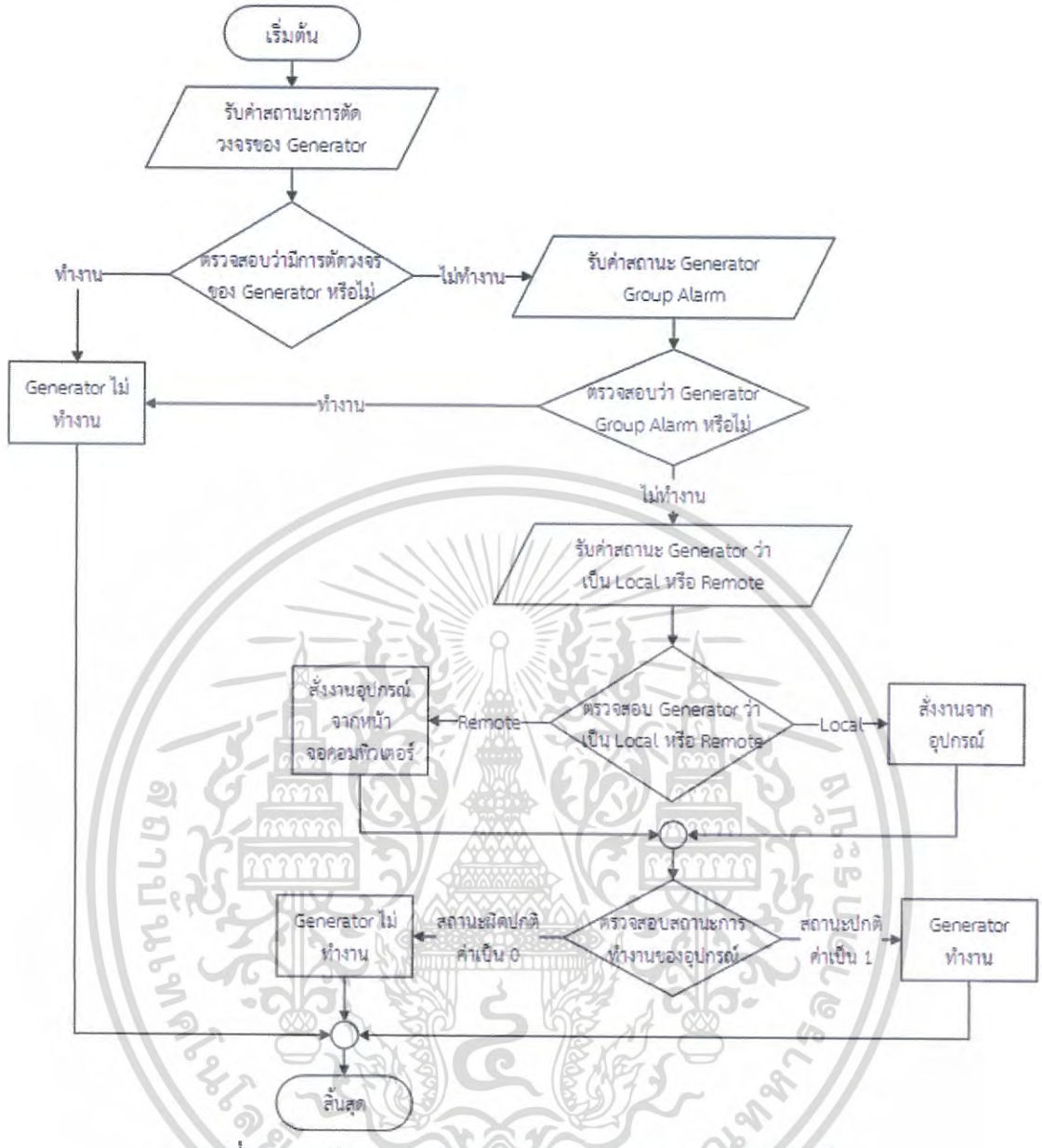


รูปที่ 3.16 วงจรของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

1. หลักการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

ในส่วนของระบบนี้ ขั้นแรกผู้ใช้ต้องตรวจสอบว่า Generator มีการตัดวงจร (Trip) หรือไม่ หากมีการตัดวงจร ระบบจะไม่สามารถทำงานได้ ขั้นที่สองตรวจสอบการขัดข้องของระบบ Generator (Group Alarm) และในการทำงานของระบบผู้ใช้สามารถเลือกควบคุมได้ 2 ทาง คือ ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Remote) และผ่านอุปกรณ์โดยตรง (Local) โดยเริ่มต้นจะควบคุมผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากต้องการควบคุมผ่านอุปกรณ์โดยตรง ต้องไปเปลี่ยนค่าที่อุปกรณ์ให้เป็น Local ซึ่งผังงานของระบบนี้แสดงดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



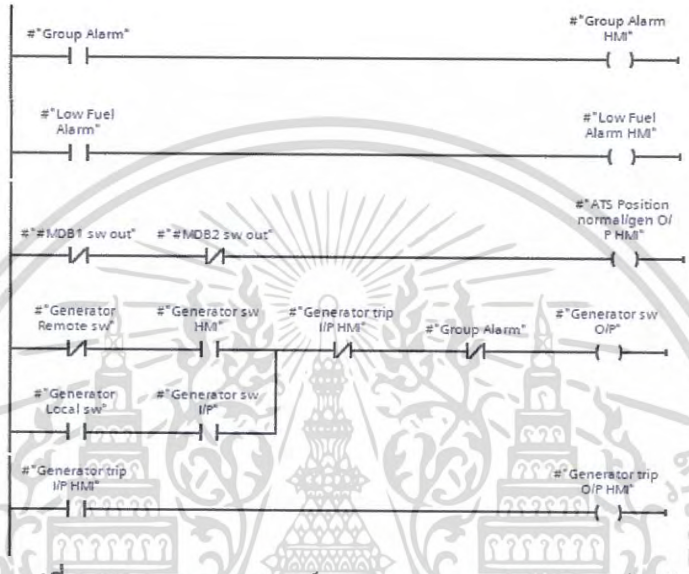
รูปที่ 3.17 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

2. การเขียนโปนแกรมควบคุมระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบนี้ จะใช้ 2 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.18 คือ กำหนดให้ #Group Alarm เป็นอินพุตของที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอกเพื่อจำลองว่าระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าทำงานผิดปกติ #Group Alarm เป็นเอาต์พุตที่แสดงว่าระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าทำงานผิดปกติบนหน้าจอโปรแกรม #Low Fuel Alarm เป็นอินพุตของที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอกเพื่อจำลองว่าระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้ามีแบตเตอรี่ต่ำ #Low Fuel Alarm HMI เอาต์พุตที่แสดงว่าระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้ามีแบตเตอรี่ต่ำ โดยแสดงบนหน้าจอโปรแกรม #Generator Remote sw และ #Generator Local sw เป็นอินพุตที่รับค่ามาจากสวิตช์ภายนอกเพื่อกำหนดว่าระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าอยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะ Remote หรือ Local #Generator sw HMI เป็นอินพุตของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #Generator sw I/P เป็นอินพุตของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Generator sw O/P เป็นเอาต์พุตของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้าที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม #Generator trip I/P HMI เป็นอินพุตของสวิตช์เพื่อจำลองสถานะการที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Generator trip O/P HMI เป็นเอาต์พุตเพื่อจำลองสถานะการจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.19



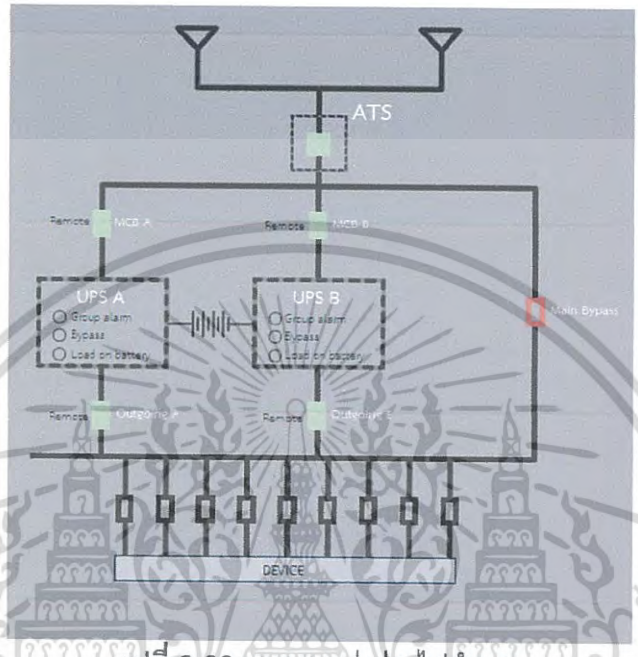
รูปที่ 3.18 ภาษาแลดเดอร์ของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

รูปที่ 3.19 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

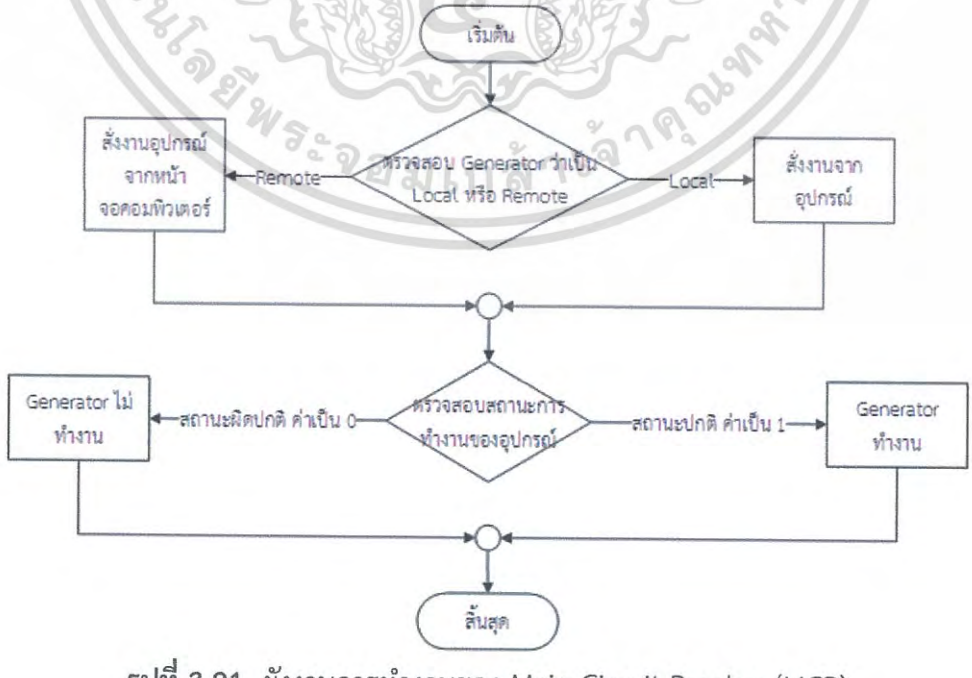
3.4.1.4 ระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง (Uninterruptible Power Supply, UPS)

ในโปรแกรมหน้านี้ จะมีส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟสำรอง ดังรูปที่ 3.20 โดยวงจรได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย คือ Main Circuit Breaker (MCB), Outgoing Disconnector Switch และ Bypass Switch



รูปที่ 3.20 วงจรแหล่งจ่ายไฟสำรอง

1. หลักการทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง

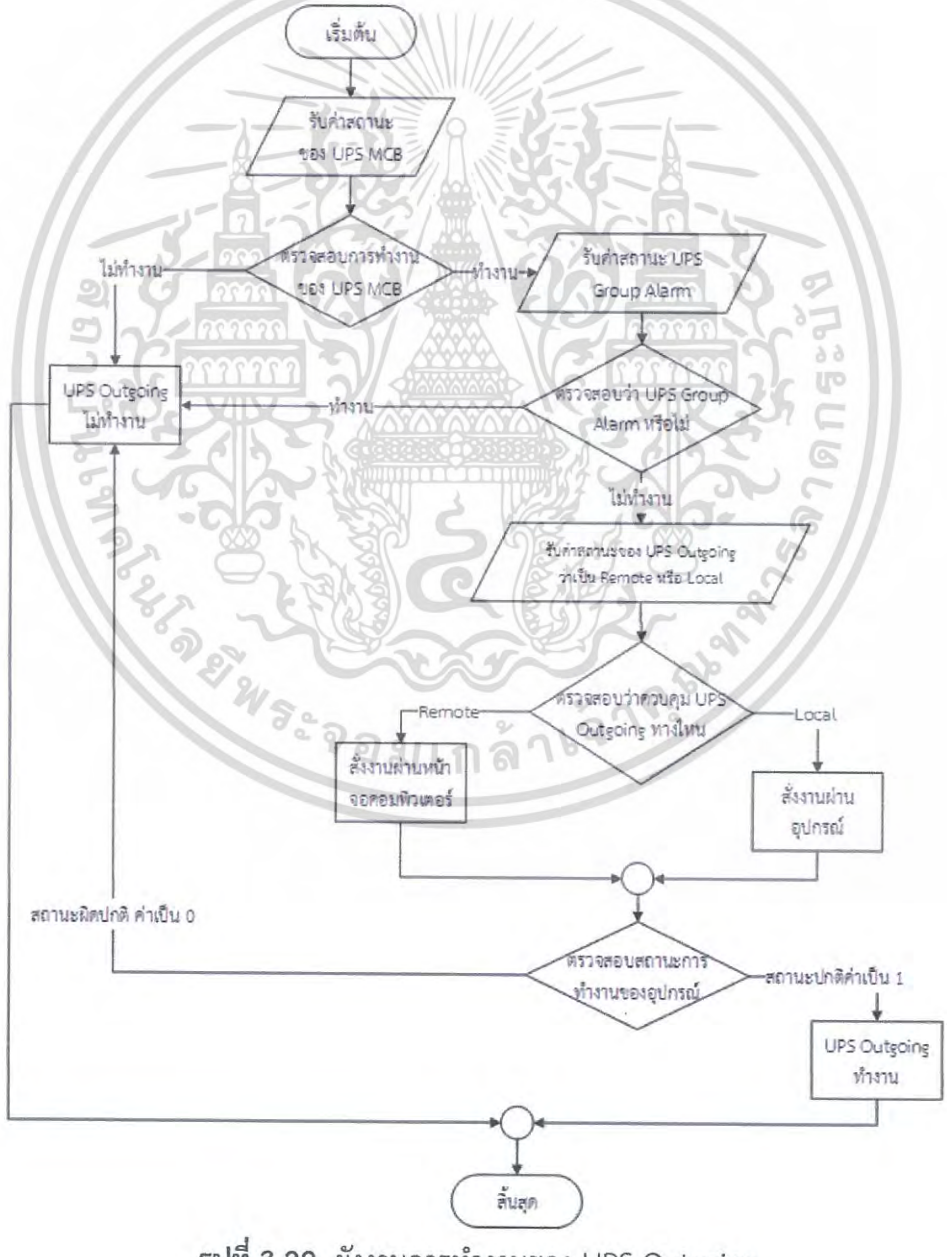


รูปที่ 3.21 ผังงานการทำงานของ Main Circuit Breaker (MCB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของระบบนี้ ขั้นแรกผู้ใช้ต้องสั่งงานให้ Main Circuit Breaker (MCB) ทำงานก่อน โดยสามารถเลือกสั่งงานผ่านได้ 2 ทาง คือ ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Remote) และผ่านอุปกรณ์โดยตรง (Local) โดยเริ่มต้นจะสามารถสั่งงานผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากต้องการควบคุมผ่านอุปกรณ์โดยตรง ต้องไปเปลี่ยนค่าที่อุปกรณ์ให้เป็น Local และในระบบนี้จะมี MCB 2 ตัว ซึ่งมีหลักการทำงานเหมือนกัน แสดงผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.21

ขั้นที่สอง เมื่อ MCB ทำงาน ผู้ใช้ต้องตรวจสอบความขัดข้องของระบบ UPS (Group Alarm) หากไม่มีความขัดข้อง UPS จะทำการส่งไฟออกไปยัง UPS Outgoing โดยผู้ใช้สามารถเลือกควบคุม UPS Outgoing ได้ 2 ทาง เช่นเดียวกับ MCB ซึ่งในระบบนี้มี UPS 2 ตัว และ UPS Outgoing 2 ตัว แสดงผังงานการทำงานของส่วนนี้ดังรูปที่ 3.22

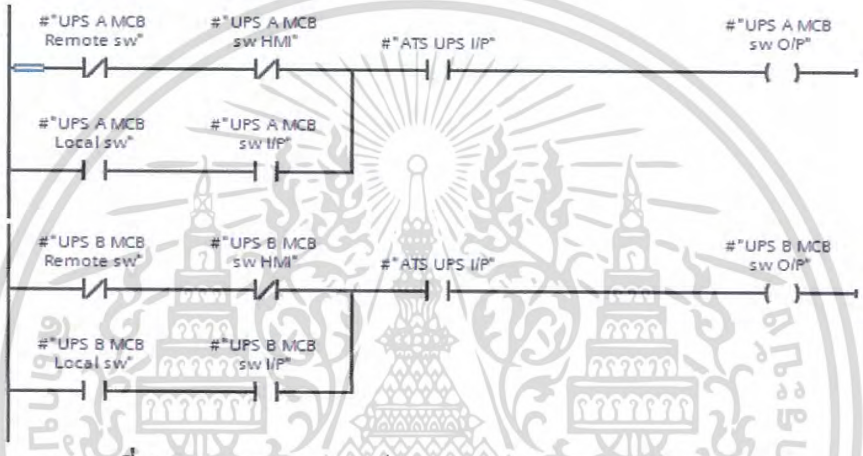


รูปที่ 3.22 ผังงานการทำงานของ UPS Outgoing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

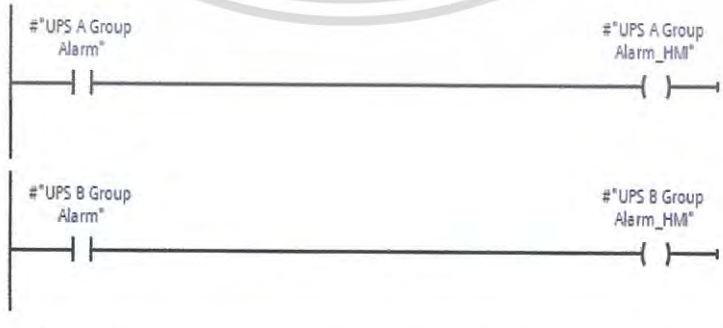
2. การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง

การเขียนโปรแกรมควบคุมของระบบนี้ จะใช้ 2 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.23 คือ #UPS A MCB Remote sw และ #UPS A MCB Local sw เป็นอินพุตที่รับค่ามาจากสวิตช์ภายนอกเพื่อกำหนดว่า MCB ของ UPS A อยู่ในสถานะ Remote หรือ Local #UPS A MCB sw HMI เป็นอินพุตสวิตช์ MCB ของ UPS A ที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #UPS A MCB sw I/P เป็นอินพุตสวิตช์ MCB ของ UPS A ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #UPS A MCB sw O/P เป็นเอาต์พุตสวิตช์ MCB ของ UPS A ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดย MCB ของ UPS B มีหลักการทำงานที่เหมือนกัน



รูปที่ 3.23 ภาษาแลดเดอร์ระบบ MCB ของ UPS A และUPS B

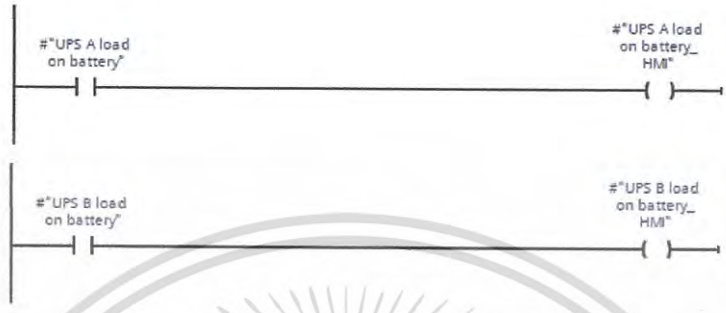
#UPS A Group Alarm เป็นอินพุตของที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอกเพื่อจำลองว่าระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองทำงานผิดปกติ #UPS A Group Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตที่แสดงว่าระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองทำงานผิดปกตินบนหน้าจอโปรแกรม โดย Group Alarm UPS A มีหลักการทำงานที่เหมือนกับ Group Alarm UPS B ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ภาษาแลดเดอร์ Group Alarm ของ UPS A และUPS B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#UPS A load on battery เป็นอินพุตของที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอกเพื่อจำลองว่าระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองทำงานบนแบตเตอรี่ #UPS A load on battery_HMI เป็นเอาต์พุตที่แสดงว่าระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองทำงานบนแบตเตอรี่บนหน้าจอโปรแกรม โดย UPS A load on battery มีหลักการทำงานที่เหมือนกับ UPS B load on battery ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ภาษาแลดเดอร์ UPS A และ UPS B ทำงานบนแบตเตอรี่

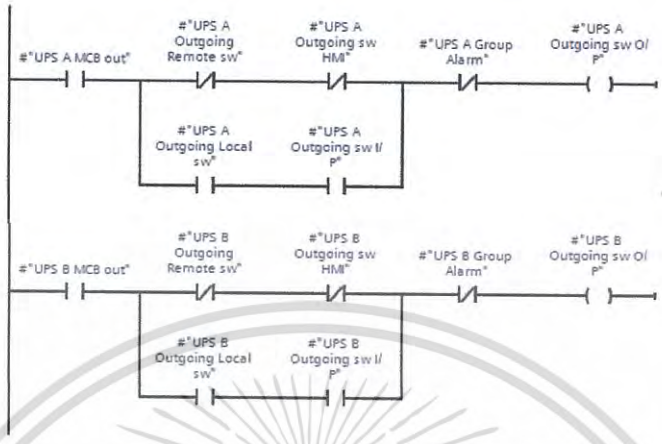
#UPS A Bypass sw ON เป็นอินพุตของที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอกเพื่อจำลองว่าระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองทำการผ่านสัญญาณ #UPS A Bypass sw ON_HMI เป็นเอาต์พุตที่ของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองทำการผ่านสัญญาณจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดย UPS A Bypass มีหลักการทำงานที่เหมือนกับ UPS B Bypass ดังรูปที่ 3.26

รูปที่ 3.26 ภาษาแลดเดอร์การผ่านสัญญาณของ UPS A และ UPS B

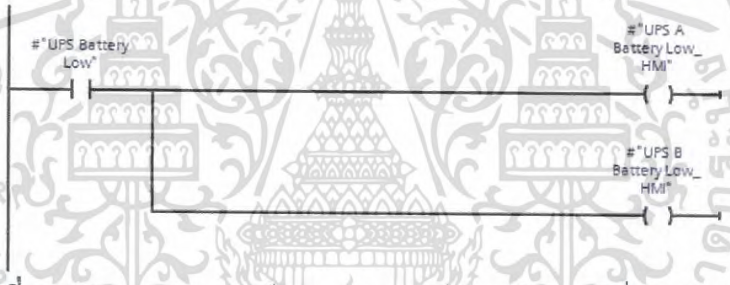
#UPS A MCB out เป็นอินพุตที่รับค่ามาจาก MCB ของ UPS A #UPS A Outgoing Remote sw และ #UPS A Outgoing Local sw เป็นอินพุตที่รับค่ามาจากสวิตช์ภายนอกเพื่อกำหนดว่า Outgoing UPS A อยู่ในสถานะ Remote หรือ Local #UPS A Outgoing sw HMI เป็นอินพุตของ Outgoing UPS A ที่รับค่าจากหน้าจอโปรแกรม #UPS A Outgoing sw I/P เป็นอินพุต Outgoing UPS A ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #UPS A Outgoing sw O/P เป็นเอาต์พุต Outgoing UPS A ที่แสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดย Outgoing UPS A และ Outgoing UPS B มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานที่คล้ายกันแต่แตกต่างกันที่ Outgoing UPS B จะได้รับอินพุตมาจาก MCB ของ UPS B ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 ภาษาแลดเดอร์ Outgoing UPS A และ Outgoing UPS B



รูปที่ 3.28 ภาษาแลดเดอร์แสดงเหตุการณ์จำลองแบตเตอรี่ของ UPS ต่ำ

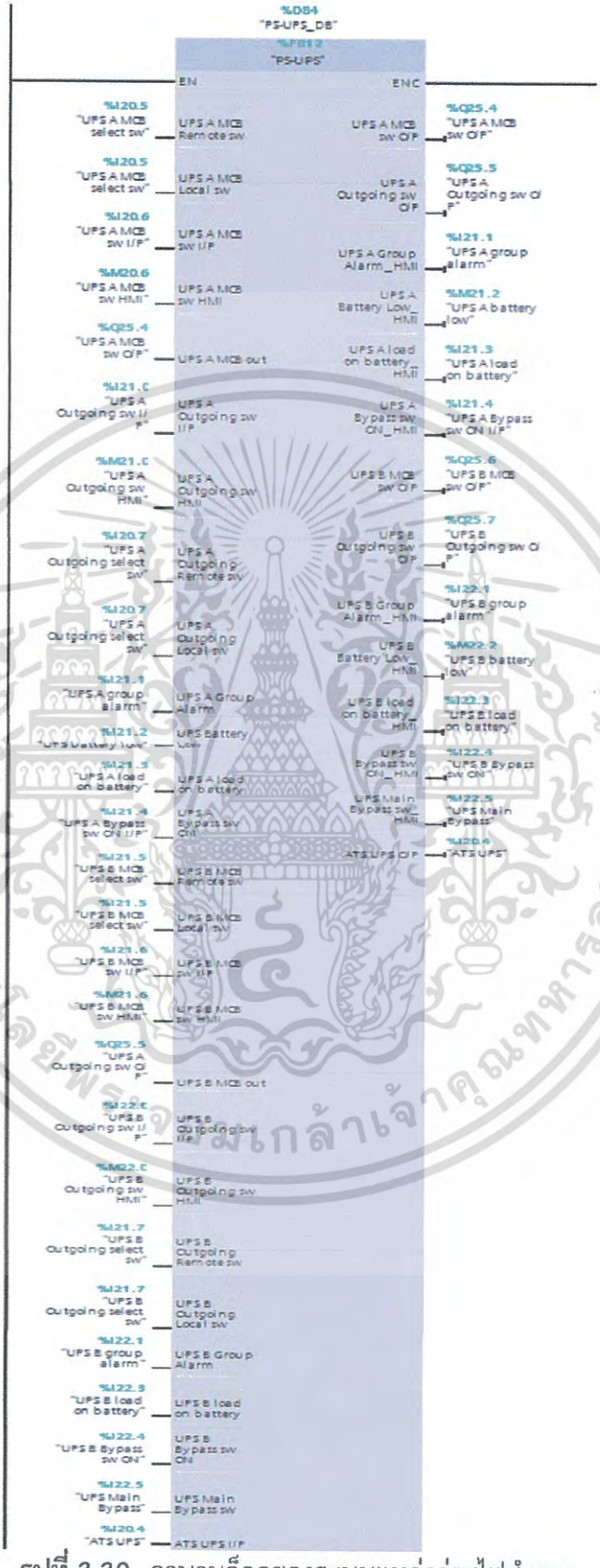
เนื่องจาก UPS A และUPS B ใช้งานแบตเตอรี่เดียวกัน #UPS Battery Low เป็นอินพุตที่จำลองเหตุการณ์แบตเตอรี่ต่ำ #UPS A Battery Low_HMI และ#UPS B Battery Low_HMI เป็นเอาต์พุตที่แสดงว่าแบตเตอรี่ต่ำผ่านหน้าจอโปรแกรม ดังรูปที่ 3.28

#UPS A Bypass sw ON เป็นอินพุตของการผ่านสัญญาณของระบบที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก # UPS A Bypass sw ON_HMI เป็นเอาต์พุตที่แสดงการผ่านสัญญาณของระบบบนหน้าจอโปรแกรม ดังรูปที่ 3.29

รูปที่ 3.29 ภาษาแลดเดอร์การผ่านสัญญาณของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.30

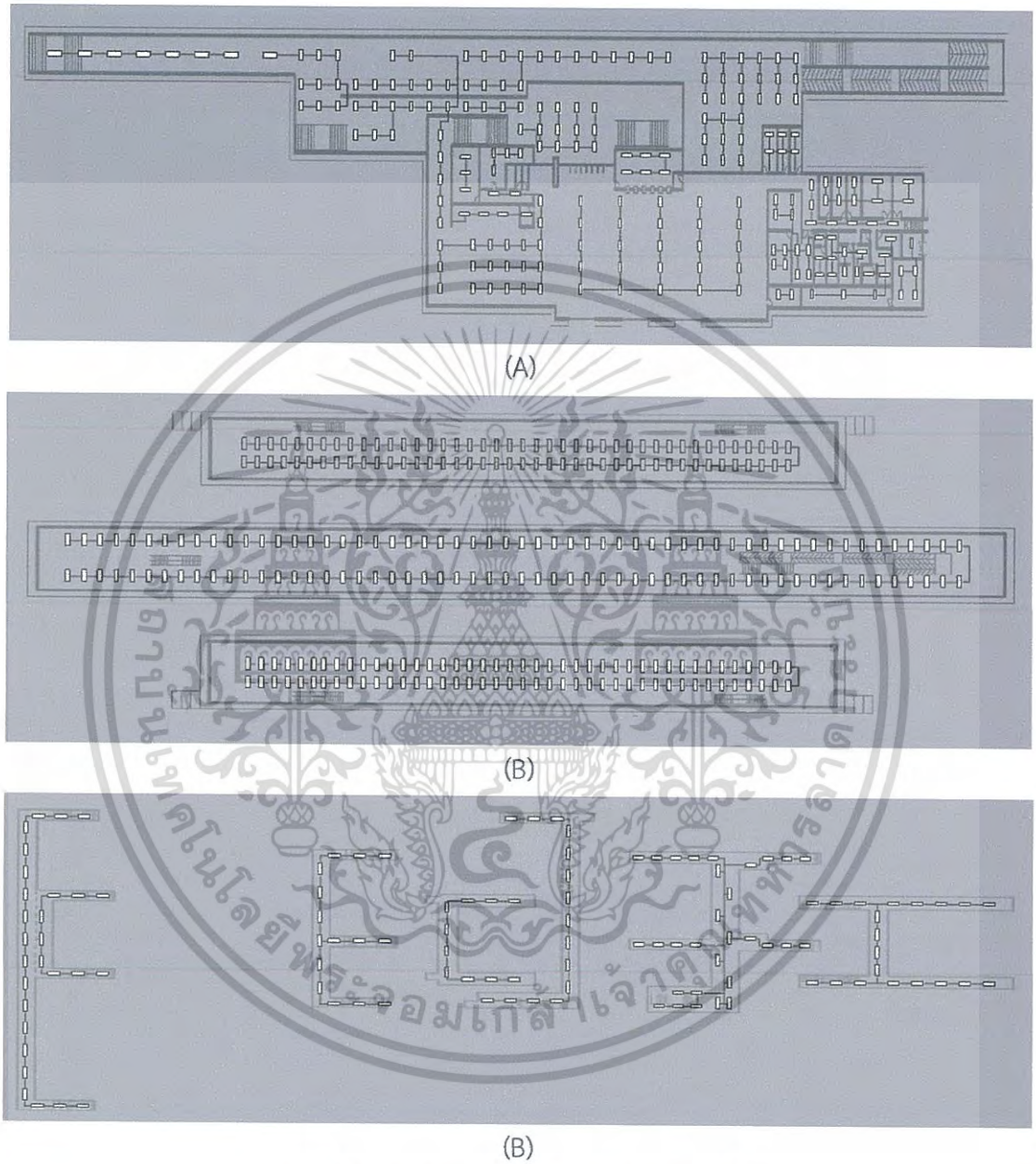


รูปที่ 3.30 ภาษาบล็อกของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ระบบแสงสว่าง (Lighting System)

ในโปรแกรมนี้ได้ทำการแบ่งระบบนี้ออกเป็น 8 โซน ได้แก่ ส่วนซานซาลา 3 โซน ส่วนสถานี 3 โซน และส่วนอุโมงค์ 2 โซน ดังรูปที่ 3.31

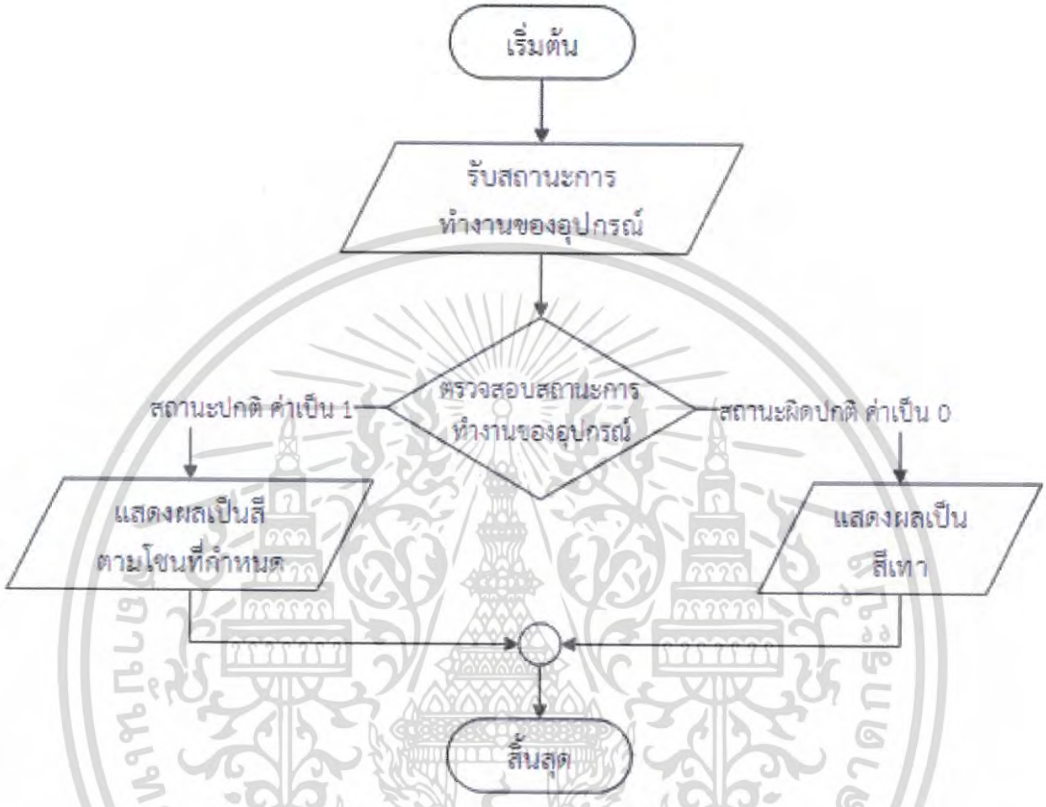


รูปที่ 3.31 ส่วนแสดงผลของระบบแสงสว่าง
(A) ส่วนสถานี (B) ส่วนซานซาลา (C) ส่วนอุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 หลักการทำงานของระบบแสงสว่าง

ในส่วนของระบบแสงสว่าง โปรแกรมจะทำการรับค่าจากหลอดไฟแต่ละโซนที่แบ่งไว้ ซึ่งแต่ละโซนจะมีสีที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ตามโซนที่กำหนด และหากปิดหลอดไฟจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นสีเทา มีผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.32

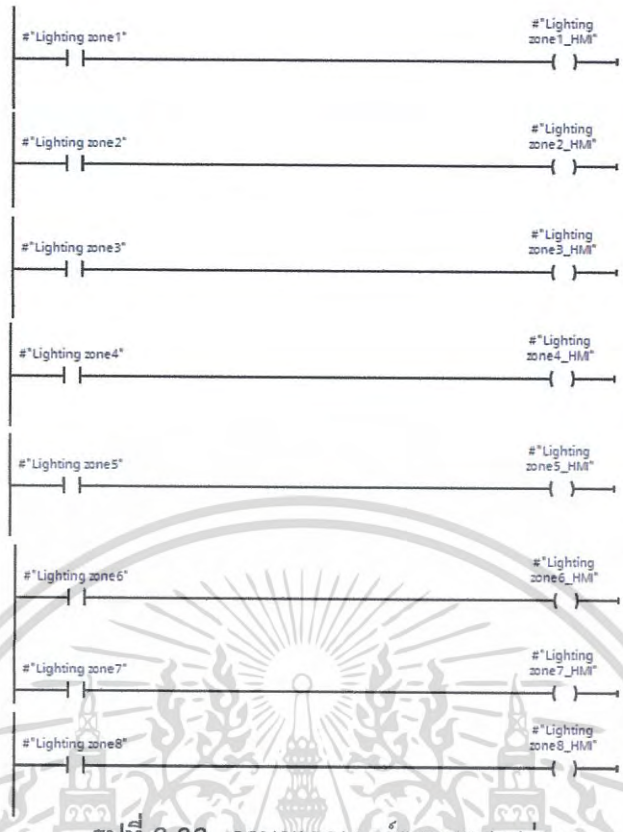


รูปที่ 3.32 ผังงานการทำงานของระบบแสงสว่าง

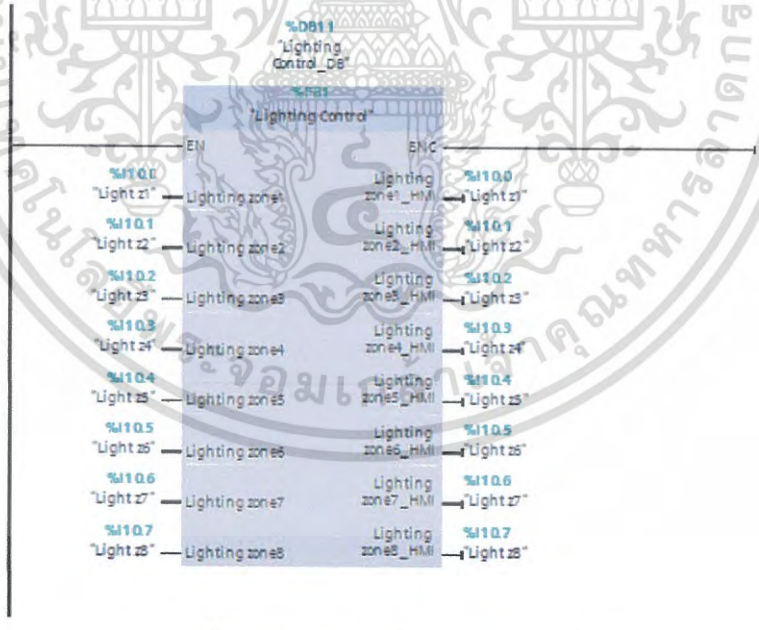
3.4.2.2 การเขียนโปรแกรมระบบแสงสว่าง

ระบบแสงสว่างจะแบ่งเป็น 8 โซน ซึ่งจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมของระบบนี้ จะใช้ 2 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.33 คือ #Lighting zone1 เป็นอินพุตของระบบแสงสว่างที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Lighting zone1_HM lเป็นเอาต์พุตที่ของระบบแสงสว่างแสดงบนหน้าจอโปรแกรม โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33 ภาษาแลดเดอร์ระบบแสงสว่าง

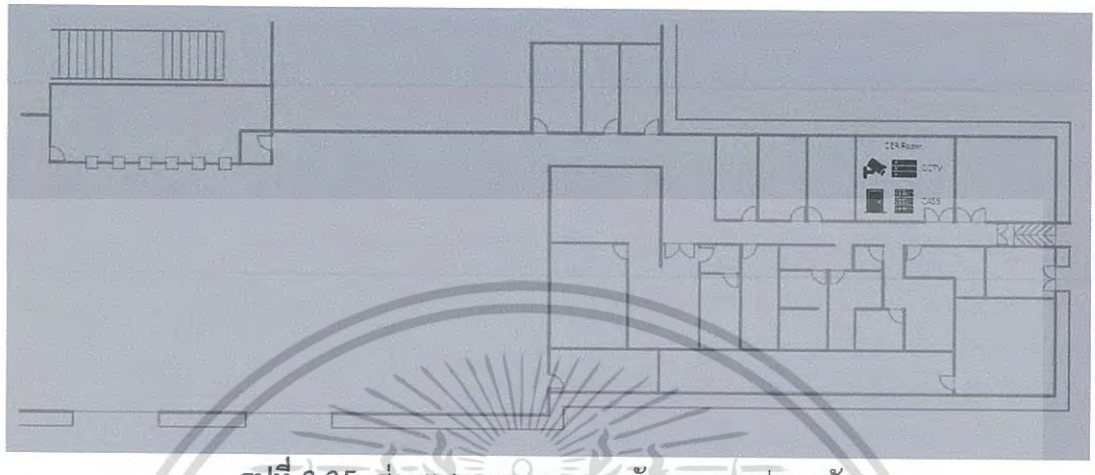


รูปที่ 3.34 ภาษาบล็อกระบบแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

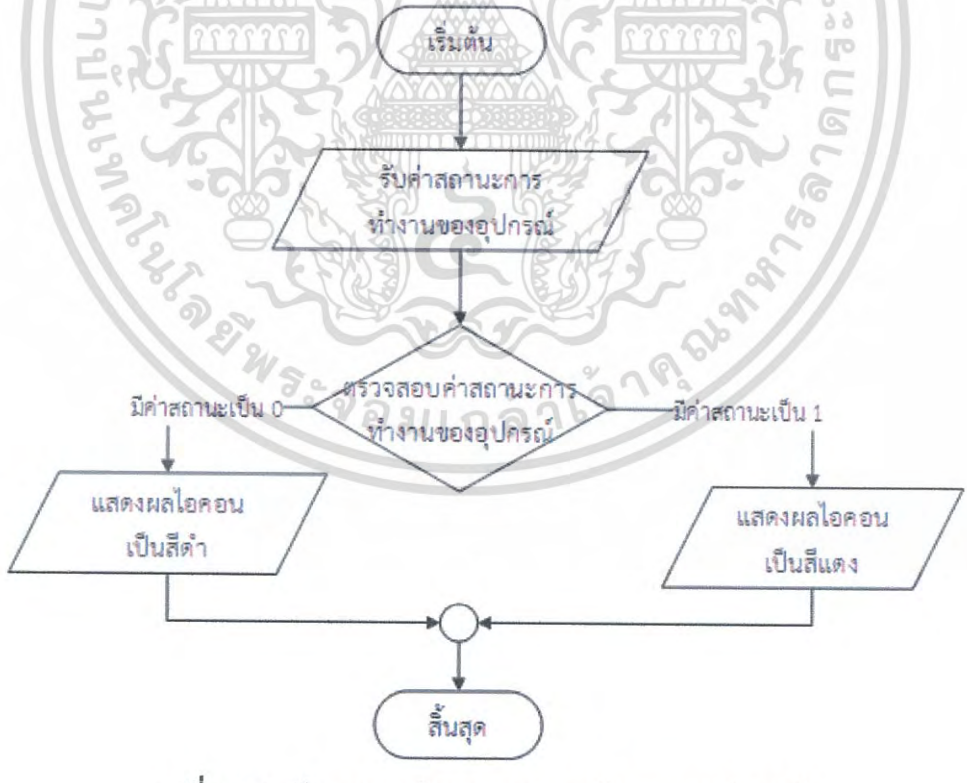
3.4.3 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

ในระบบนี้จะแบ่งออกเป็น 2 อุปกรณ์ ได้แก่ กล้องวงจรปิด (CCTV) และระบบควบคุมการเข้าถึง (Controlled Access Security System, CASS) ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 ส่วนแสดงผลของระบบรักษาความปลอดภัย

3.4.3.1 หลักการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย



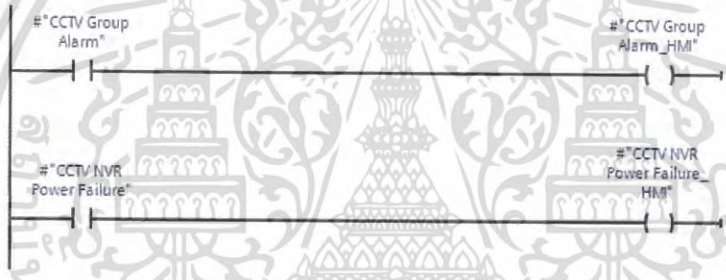
รูปที่ 3.36 ผังงานการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของระบบรักษาความปลอดภัย โปรแกรมจะทำการรับค่าจากกล้องวงจรปิด และระบบควบคุมการเข้าถึง ซึ่งหากอุปกรณ์ใดทำงานปกติ จะแสดงผลเป็นไอคอนสีดำ แต่ถ้าหากอุปกรณ์ใดมีความผิดพลาดหรือชำรุด จะแสดงผลเป็นไอคอนสีแดง และมีผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.36

3.4.3.2 การเขียนโปรแกรมระบบรักษาความปลอดภัย

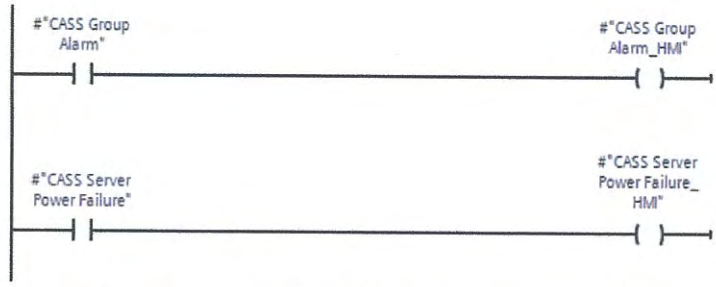
การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบกล้องวงจรปิดจะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์ และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.37 คือ #CCTV Group Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ระบบกล้องวงจรปิดทำงานผิดปกติ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #CCTV Group Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตเหตุการณ์ระบบกล้องวงจรปิดทำงานผิดปกติจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม #CCTV NVR Power Failure เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ระบบการบันทึกของกล้องวงจรปิดทำงานผิดปกติ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #CCTV NVR Power Failure_HMI เป็นเอาต์พุตเหตุการณ์ระบบการบันทึกของกล้องวงจรปิดทำงานผิดปกติจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม



รูปที่ 3.37 ภาษาแลดเดอร์ระบบกล้องวงจรปิด

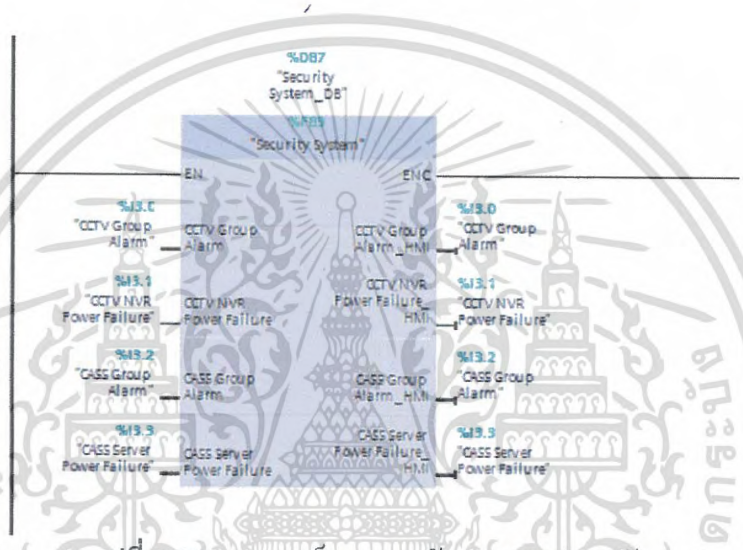
การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบควบคุมการเข้าถึง จะใช้ 2 ภาษาคือ ภาษาแลดเดอร์ และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.38 คือ #CASS Group Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ระบบควบคุมการเข้าถึงทำงานผิดปกติ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #CASS Group Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตเหตุการณ์ระบบควบคุมการเข้าถึงทำงานผิดปกติ ซึ่งจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม #CASS Server Power Failure เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์เซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมการเข้าถึงทำงานผิดปกติ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #CASS Server Power Failure_HMI เป็นเอาต์พุตเหตุการณ์ระบบเซิร์ฟเวอร์ระบบควบคุมการเข้าถึงทำงานผิดปกติจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



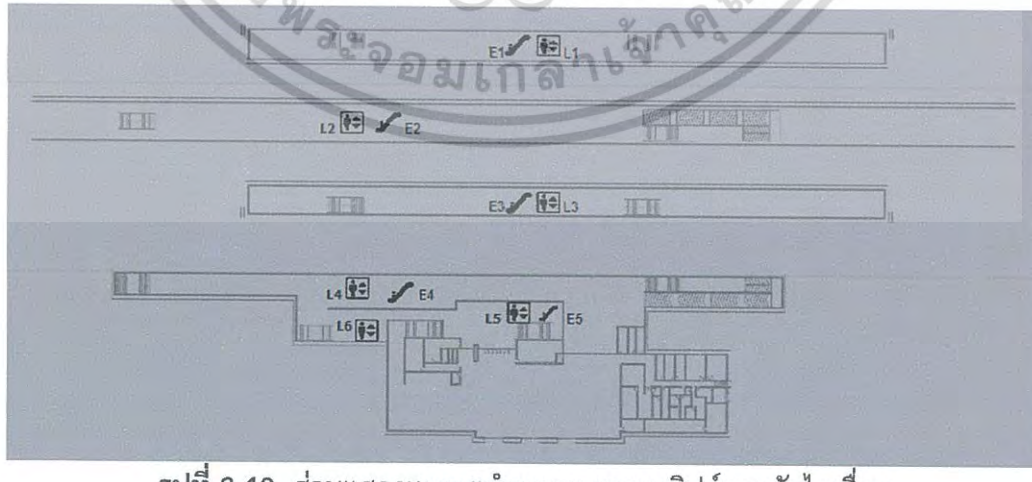
รูปที่ 3.38 ภาษาแลดเดอร์ของระบบควบคุมการเข้าถึง

โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 ภาษาบล็อกระบบรักษาความปลอดภัย

3.4.4 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift & Escalator)

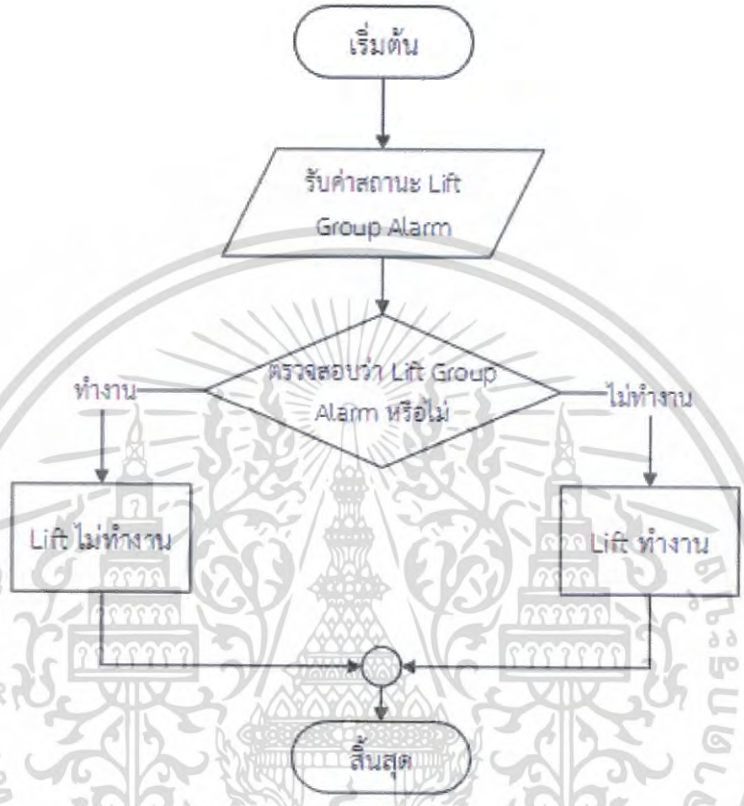


รูปที่ 3.40 ส่วนแสดงผลการทำงานของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบนี้จะแสดงผลการทำงานของ 2 อุปกรณ์ ได้แก่ ลิฟต์ (Lift) และบันไดเลื่อน (Escalator) โดยจะมีตำแหน่งลิฟต์ทั้งหมด 6 ตำแหน่ง และ ตำแหน่งบันไดเลื่อนทั้งหมด 5 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.40

3.4.4.1 หลักการทำงานของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

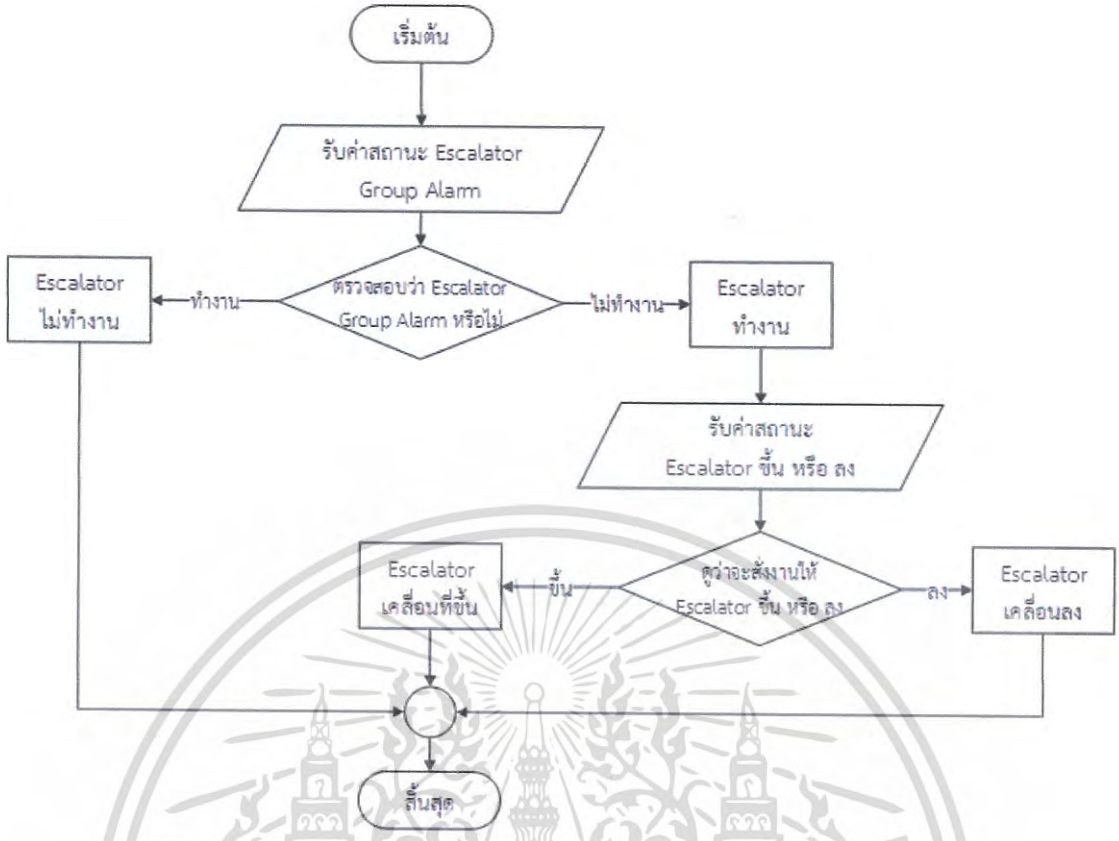


รูปที่ 3.41 ผังงานการทำงานของลิฟต์

ในส่วนของลิฟต์ โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าลิฟต์มีข้อผิดพลาดหรือไม่ (Lift Group Alarm) ซึ่งหากลิฟต์มีข้อผิดพลาด ลิฟต์จะไม่สามารถทำงานได้ และหากลิฟต์ไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ ลิฟต์จะสามารถทำงานได้เป็นปกติ มีผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.41

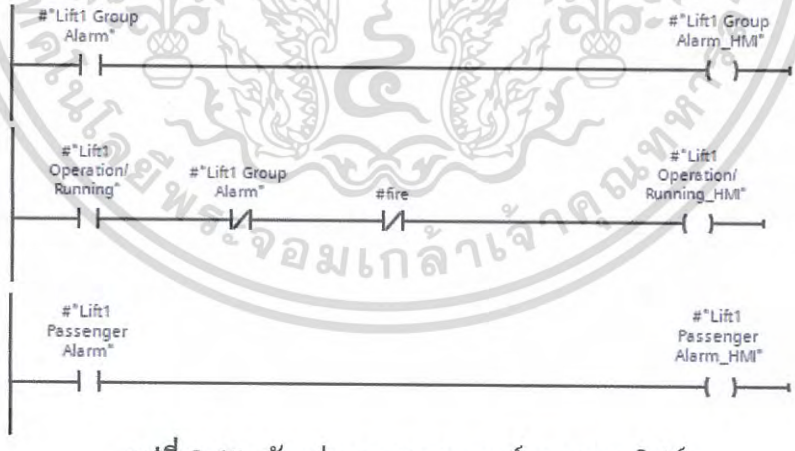
ในส่วนของบันไดเลื่อน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าบันไดเลื่อนมีข้อผิดพลาดหรือไม่ (Escalator Group Alarm) ซึ่งหากมีข้อผิดพลาด บันไดเลื่อนจะไม่ทำงาน แต่หากไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ จะสามารถสั่งงานให้บันไดเลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงได้ ซึ่งมีผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 ผังงานการทำงานของบันไดเลื่อน

3.4.4.2 การเขียนโปรแกรมระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน



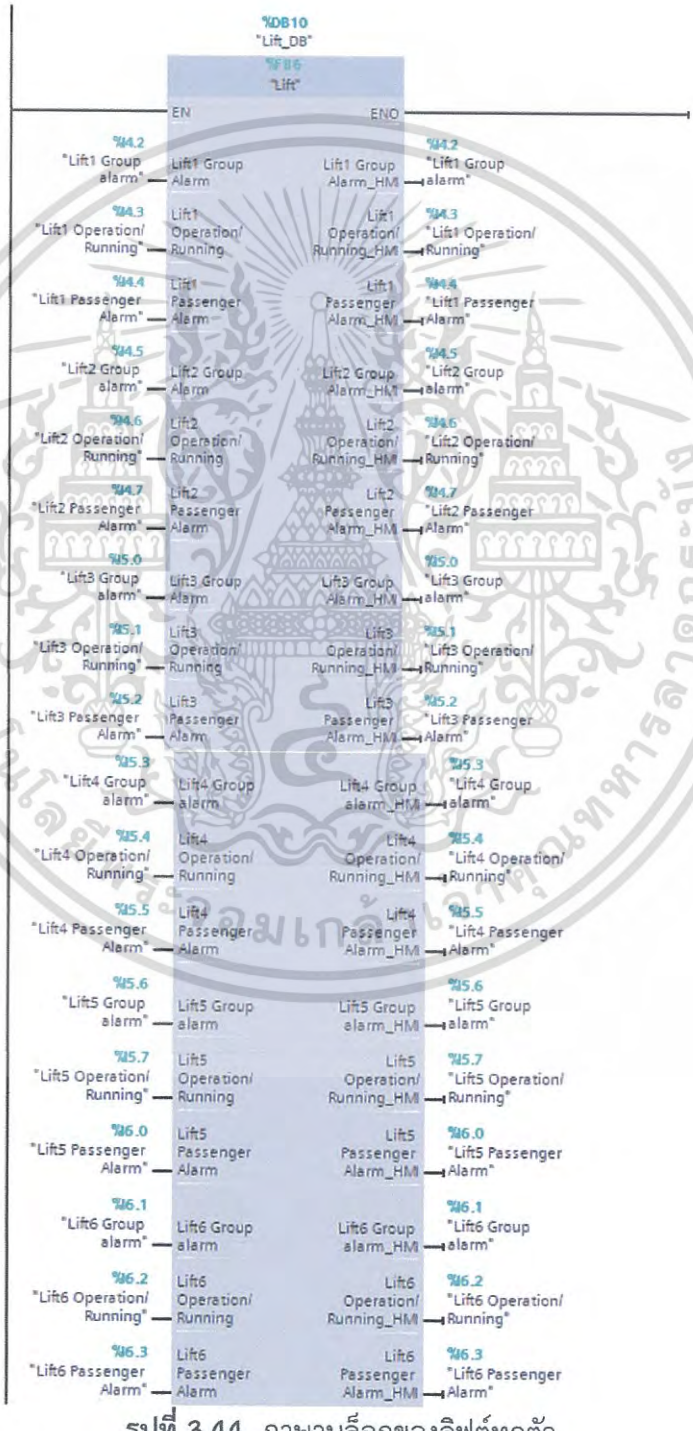
รูปที่ 3.43 ตัวอย่างภาษาแลดเดอร์ของระบบลิฟต์

การเขียนโปรแกรมควบคุมลิฟต์ 1 ตัว จะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.43 คือ #Lift1 Group Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ของลิฟต์ที่ทำงานผิดปกติ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Lift1 Group Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์ของลิฟต์ที่ทำงานผิดปกติจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

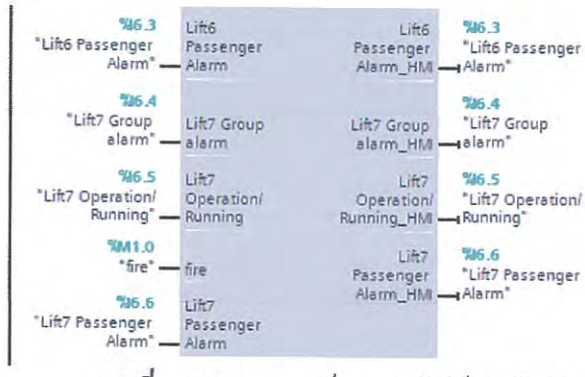
#Lift1 Operation/Running เป็นอินพุตการสั่งงานของลิฟต์ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Lift1 Operation/Running_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงสถานะการทำงานของลิฟต์ผ่านหน้าจอโปรแกรม #fire เป็นเอาต์พุตจากการแจ้งเตือนไฟไหม้ #Lift1 Passenger Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ของลิฟต์ที่มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉินภายในลิฟต์ และ #Lift1 Passenger Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์ของลิฟต์ที่มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉินภายในลิฟต์

โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.44

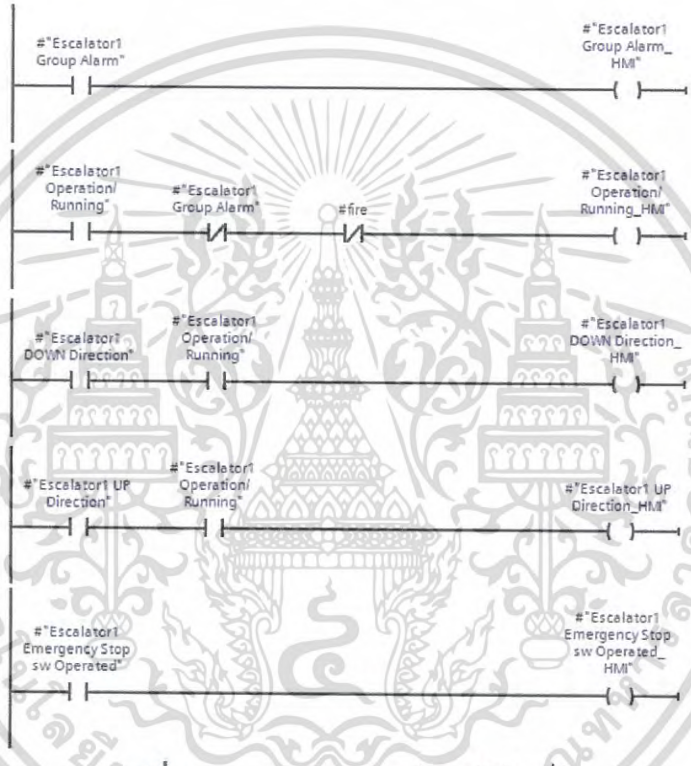


รูปที่ 3.44 ภาษาบล็อกของลิฟต์ทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 ภาษาบล็อกของลิฟต์ทุกตัว (ต่อ)



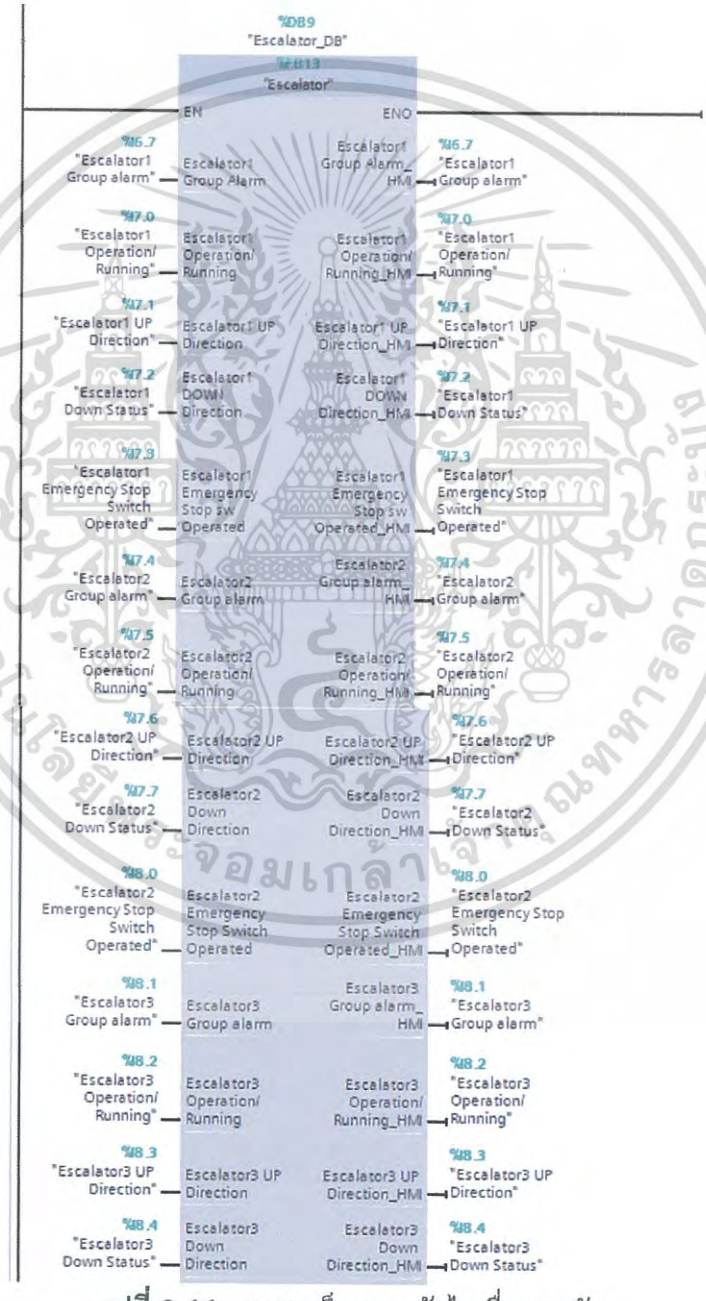
รูปที่ 3.45 ภาษาแลดเดอร์ของบันไดเลื่อน

การเขียนโปรแกรมควบคุมบันไดเลื่อน 1 ตัว จะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.45 คือ #Escalator1 Group Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ของบันไดเลื่อนที่ทำงานผิดปกติ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Escalator1 Group Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์ของบันไดเลื่อนที่ทำงานผิดปกติจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม #Escalator1 Operation/Running เป็นอินพุตการสั่งงานของบันไดเลื่อนที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Escalator1 Operation/Running_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงสถานะการทำงานของบันไดเลื่อนผ่านหน้าจอโปรแกรม #fire เป็นเอาต์พุตจากการแจ้งเตือนไฟไหม้ #Escalator1 DOWN Direction เป็นอินพุตการสั่งงานให้บันไดเลื่อนเคลื่อนที่ลงที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Escalator1 DOWN Direction_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงสถานะการเคลื่อนที่ลงของบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลื่อน #Escalator1 UP Direction เป็นอินพุตการสั่งงานให้บันไดเลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Escalator1 UP Direction_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงสถานะการเคลื่อนที่ขึ้นของบันไดเลื่อน #Escalator1 Emergency Stop sw Operated เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ของบันไดเลื่อนที่มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉินที่บันไดเลื่อน และ #Escalator1 Emergency Stop sw Operated_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์ของบันไดเลื่อนที่มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉินที่บันไดเลื่อน

โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.46 ภาษาบล็อกของบันไดเลื่อนทุกตัว

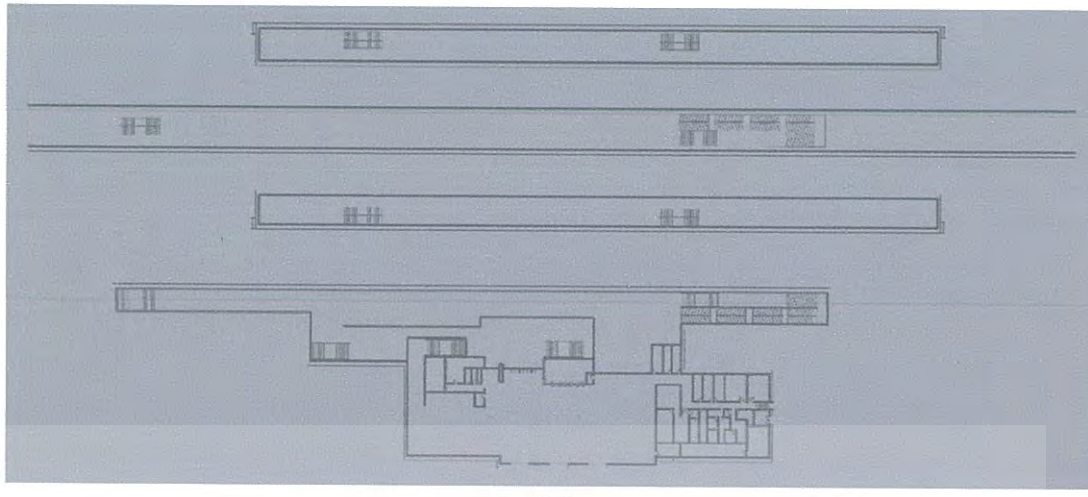
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.46 ภาษาบล็อกของบันไดเลื่อนทุกตัว (ต่อ)

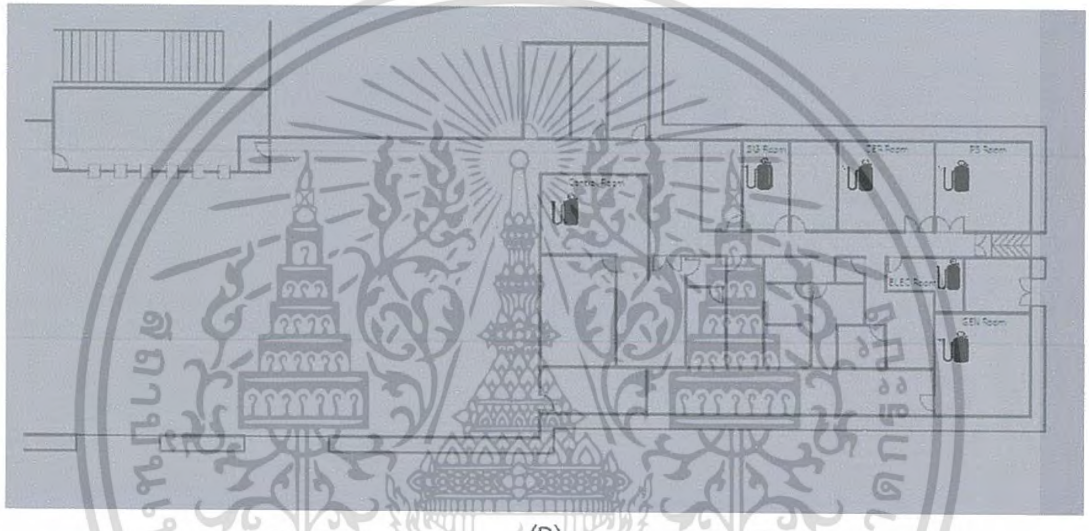
3.4.5 ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย (Fire Protection & Detection System)

ในระบบนี้จะแบ่งการแสดงผลการทำงานออกเป็น 2 หน้า ได้แก่ หน้าการแจ้งเตือนอัคคีภัย ซึ่งจะแบ่งพื้นที่การแจ้งเตือนอัคคีภัยออกเป็น 3 โซน ได้แก่ โซนชานชาลา โซนสถานีและโซนห้องต่างๆ และหน้าการทำงานของสารสะอาดดับเพลิง (FM200) โดยส่วนนี้จะอยู่ในห้องที่มีความสำคัญต่างๆ ภายในสถานี ซึ่งจะประกอบไปด้วย 6 ห้อง ดังนี้ ห้องควบคุม (Control Room) ห้องการสื่อสาร (Communication Room) ห้องส่งสัญญาณ (Signaling Room) ห้องจ่ายไฟของสถานี (Station Power Supply Room) ห้องควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า (Generator Room) และห้องไฟฟ้า (Electrical Room) ดังรูปที่ 3.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(A)



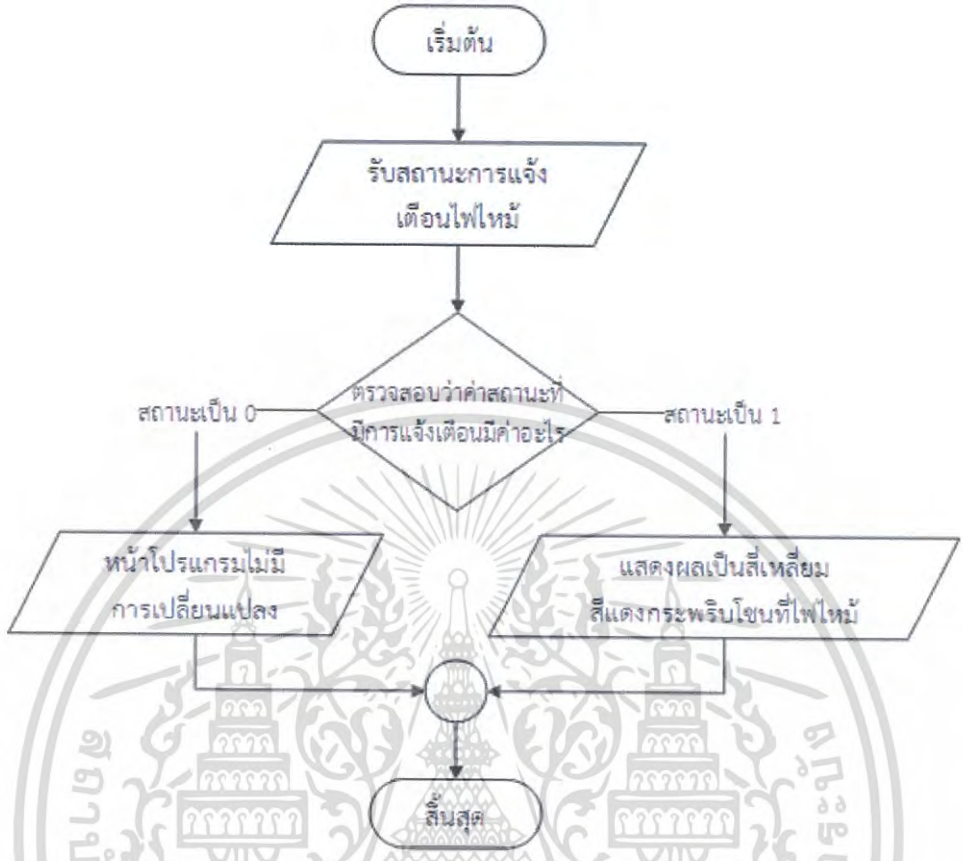
(B)

รูปที่ 3.47 หน้าโปรแกรมของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย
(A) การแจ้งเตือนอัคคีภัย (B) การแจ้งเตือนของ FM200

ในระบบนี้จะแบ่งการแสดงผลการทำงานออกเป็น 2 หน้า ได้แก่ หน้าการแจ้งเตือนอัคคีภัย ซึ่งจะแบ่งพื้นที่การแจ้งเตือนอัคคีภัยออกเป็น 3 โซน ได้แก่ โซนชานชาลา โซนสถานีและโซนห้องต่างๆ และหน้าการทำงานของสารสะอาดดับเพลิง (FM200) โดยส่วนนี้จะอยู่ในห้องที่มีความสำคัญต่างๆ ภายในสถานี ซึ่งจะประกอบไปด้วย 6 ห้อง ดังนี้ ห้องควบคุม (Control Room) ห้องการสื่อสาร (Communication Room) ห้องส่งสัญญาณ (Signaling Room) ห้องจ่ายไฟของสถานี (Station Power Supply Room) ห้องควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า (Generator Room) และห้องไฟฟ้า (Electrical Room) ดังรูปที่ 3.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.1 หลักการทำงานของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย

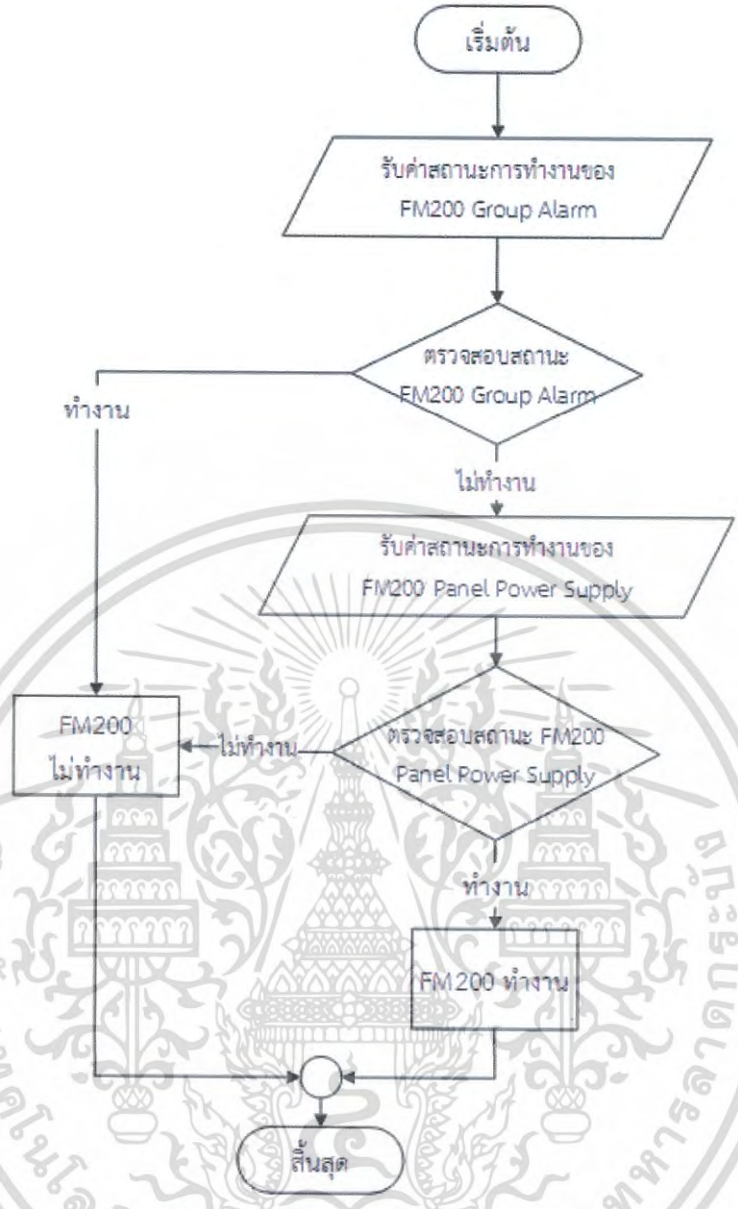


รูปที่ 3.48 ผังงานการทำงานของการแจ้งเตือนอัคคีภัย

ในส่วนของการแจ้งเตือนอัคคีภัย โปรแกรมจะรับค่าการแจ้งเตือนไฟไหม้ ซึ่งหากมีเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้ จะแสดงผลเป็นสี่เหลี่ยมสีแดงกระพริบ แต่หากไม่มีเหตุการณ์ไฟไหม้เกิดขึ้น จะไม่มีการแสดงผลใดๆ บนหน้าโปรแกรม มีผังงานแสดงดังรูปที่ 3.48

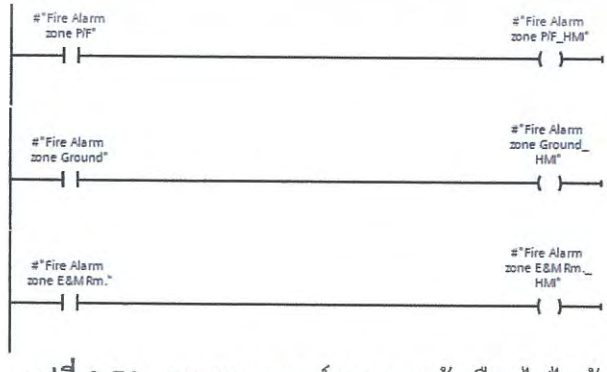
ในส่วนของ FM200 โปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่า FM200 มีข้อผิดพลาดหรือไม่ (FM200 Group Alarm) หากมีข้อผิดพลาด FM200 จะไม่ทำงาน แต่หากไม่มีข้อผิดพลาด FM200 จะสามารถรับค่าจาก FM200 Panel Power Supply เพื่อตรวจสอบว่า FM200 ทำงานอยู่หรือไม่ แสดงผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 ผังงานการทำงานของ FM200

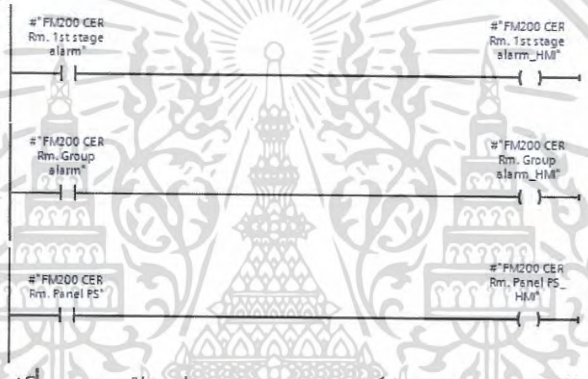
3.4.5.2 การเขียนโปรแกรมระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย



รูปที่ 3.50 ภาษาแลดเดอร์ของการแจ้งเตือนไฟไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

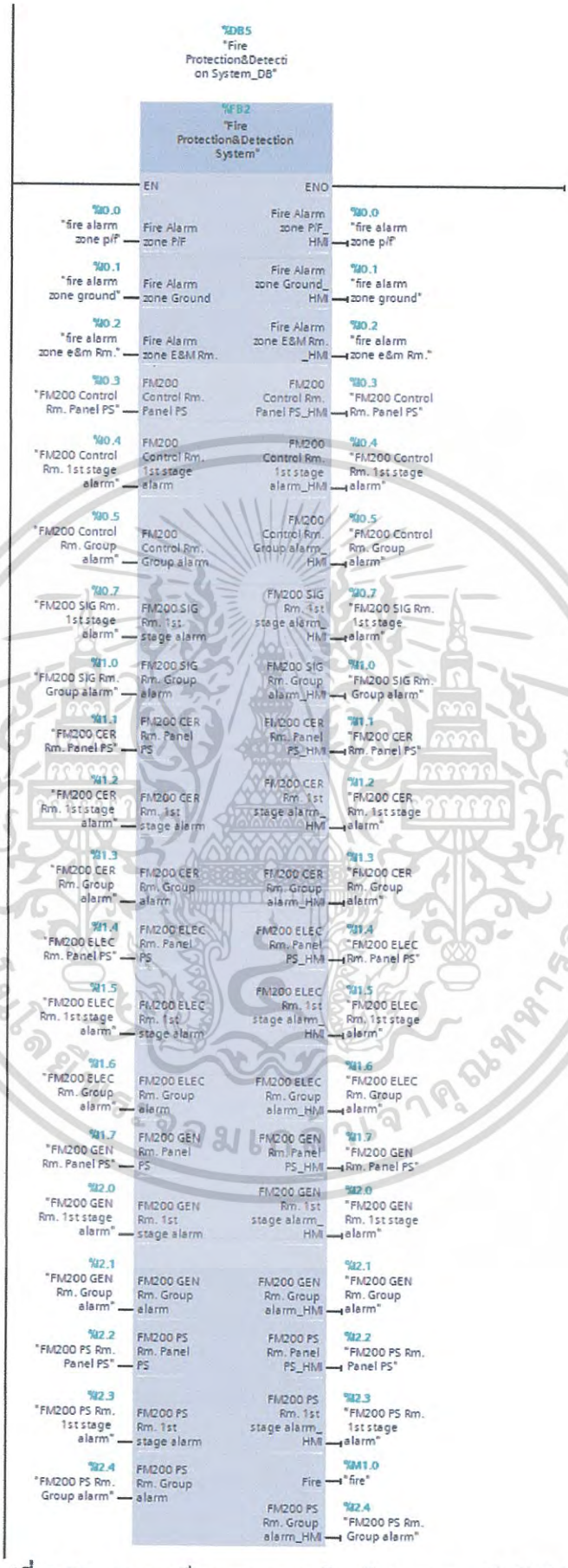
การเขียนโปรแกรมการแจ้งเตือนไฟไหม้จะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.50 คือ #Fire Alarm zone p/f เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การเกิดไฟไหม้บริเวณชานชาลา ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Fire Alarm zone p/f_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงการแจ้งเตือนไฟไหม้บริเวณชานชาลา โดยจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม #Fire Alarm zone ground เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การเกิดไฟไหม้บริเวณสถานีที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Fire Alarm zone ground_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงการแจ้งเตือนไฟไหม้บริเวณสถานี โดยจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม #Fire Alarm zone e&m Rm. เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การเกิดไฟไหม้บริเวณห้องควบคุมทุกห้อง ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Fire Alarm zone e&m Rm._HMI เป็นเอาต์พุตแสดงการแจ้งเตือนไฟไหม้บริเวณห้องควบคุมทุกห้อง โดยจะแสดงบนหน้าจอโปรแกรม



รูปที่ 3.51 ตัวอย่างภาษาแลดเดอร์ของ FM200 1 ห้อง

การเขียนโปรแกรมการแจ้งเตือนไฟไหม้จะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.51 คือ #FM200 CER Rm. 1st stage alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การทำงานของ FM200 ที่อยู่ในสถานะ 1st stage ภายในห้องการสื่อสาร (Communication Room, CER Rm.) โดยรับค่าจากสวิตช์ภายนอก #FM200 CER Rm. 1st stage alarm_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงการทำงานของ FM200 ที่อยู่ในสถานะ 1st stage ภายในห้องการสื่อสาร ผ่านหน้าจอโปรแกรม #FM200 CER Rm. Group alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การทำงานผิดปกติของ FM200 ภายในห้องการสื่อสาร โดยรับค่าจากสวิตช์ภายนอก #FM200 CER Rm. Group alarm_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงการทำงานผิดปกติของ FM200 ภายในห้องการสื่อสาร ผ่านหน้าจอโปรแกรม #FM200 CER Rm. Panel PS เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การทำงานของแผงวงจรไฟฟ้าของ FM200 ภายในห้องการสื่อสาร โดยรับค่าจากสวิตช์ภายนอก #FM200 CER Rm. Panel PS_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงการทำงานของแผงวงจรไฟฟ้าของ FM200 ผ่านหน้าจอโปรแกรม โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.52

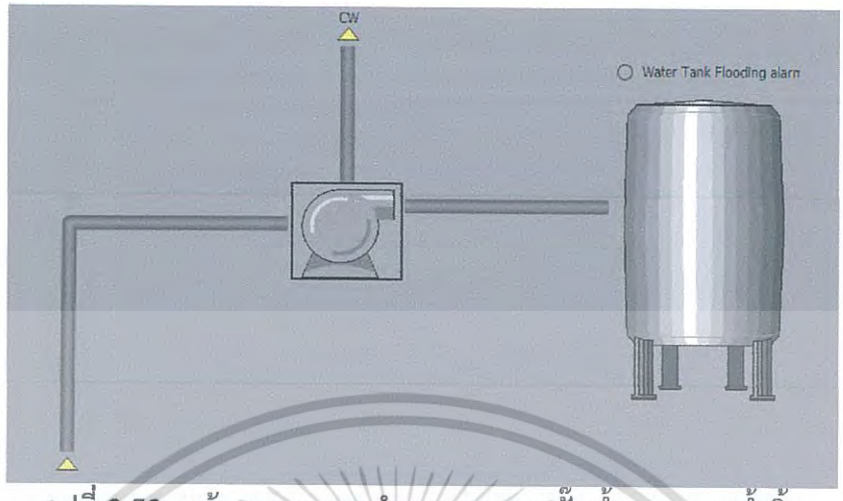
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.52 ภาษาบล็อกของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

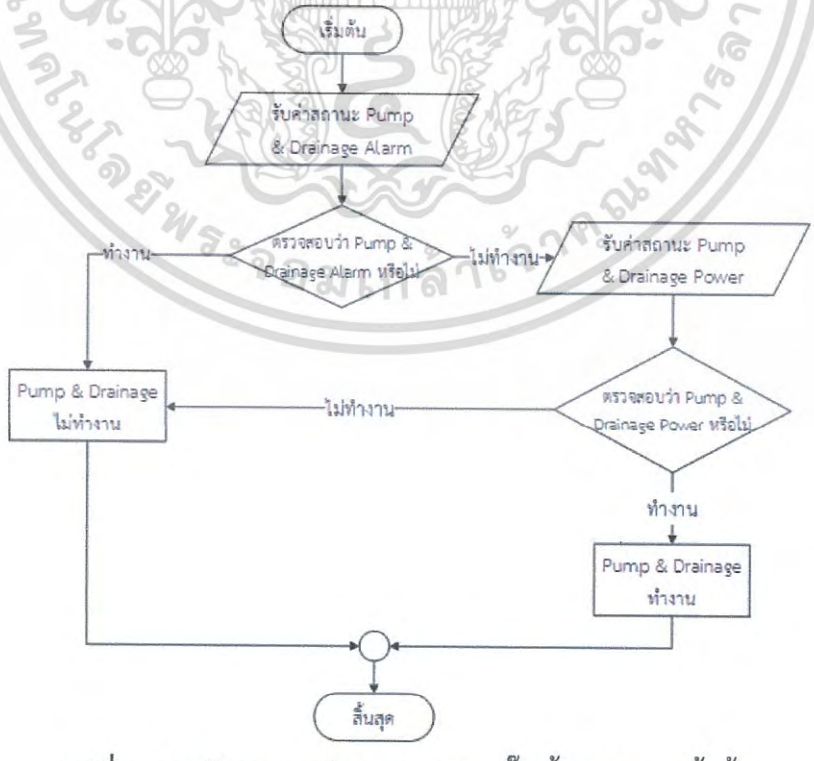
3.4.6 ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง (Pump & Drainage)



รูปที่ 3.53 หน้าแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

ในโปรแกรมนี้ จะมีการแสดงผล 3 ส่วน ได้แก่ การแจ้งเตือนไฟที่ส่งไปเลี้ยงระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง (Pump & Drainage Power) การแจ้งเตือนเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบปั๊มน้ำและน้ำทิ้ง (Pump & Drainage Alarm) และ การแจ้งเตือนเกี่ยวกับระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำ (Water Tank Flooding Alarm) แสดงดังรูปที่ 3.53

3.4.6.1 หลักการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

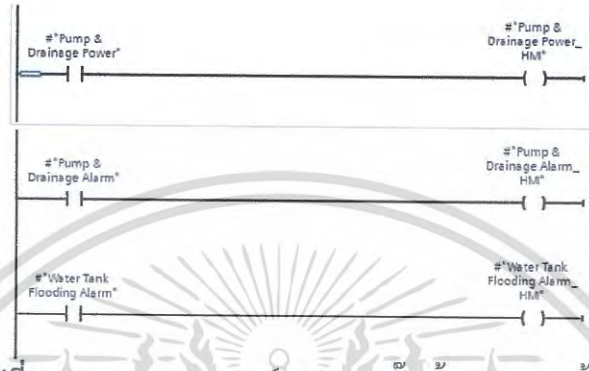


รูปที่ 3.54 ผังงานการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรแกรมนี้ จะทำรับค่าสถานะของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง (Pump & Drainage) แล้วทำการตรวจสอบว่า มีข้อผิดพลาดหรือไม่ (FM200 Group Alarm) หากมีข้อผิดพลาด FM200 จะไม่ทำงาน แต่หากไม่มีข้อผิดพลาด จะสามารถรับค่าจาก Pump & Drainage Power เพื่อตรวจสอบว่า FM200 ทำงานอยู่หรือไม่ แสดงผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.54

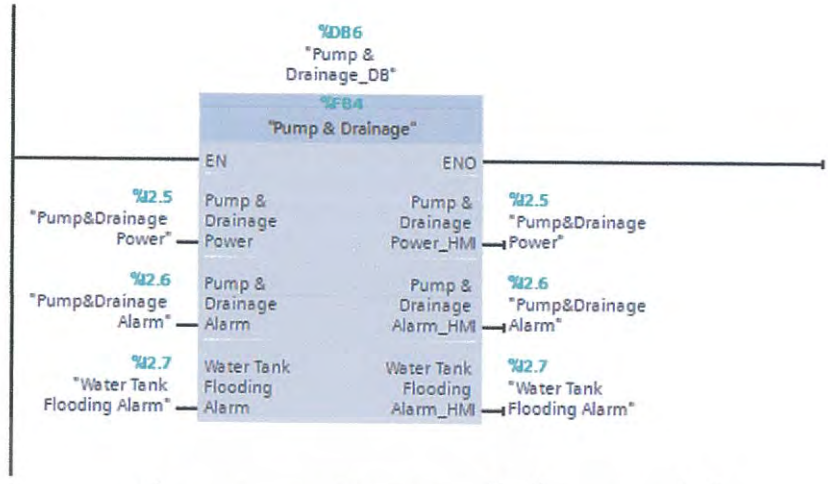
3.4.6.2 การเขียนโปรแกรมระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง



รูปที่ 3.55 ภาษาแลดเดอร์ของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

การเขียนโปรแกรมของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งจะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.55 คือ #Pump & Drainage Power เป็นอินพุตการสั่งงานให้ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Pump & Drainage Power_HMI เป็นเอาต์พุตการแสดงผลให้ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน ผ่านหน้าโปรแกรม #Pump & Drainage Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การทำงานผิดปกติของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Pump & Drainage Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตการแสดงผลการทำงานผิดปกติของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งผ่านหน้าโปรแกรม #Water Tank Flooding Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์ระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกินระดับที่กำหนดไว้ ที่รับค่าจากสวิตช์ภายนอก #Water Tank Flooding_HMI เป็นเอาต์พุตการแสดงผลว่าระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกินระดับที่กำหนดไว้ โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.56 ภาษาบล็อกของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

3.4.7 ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environment Control System)

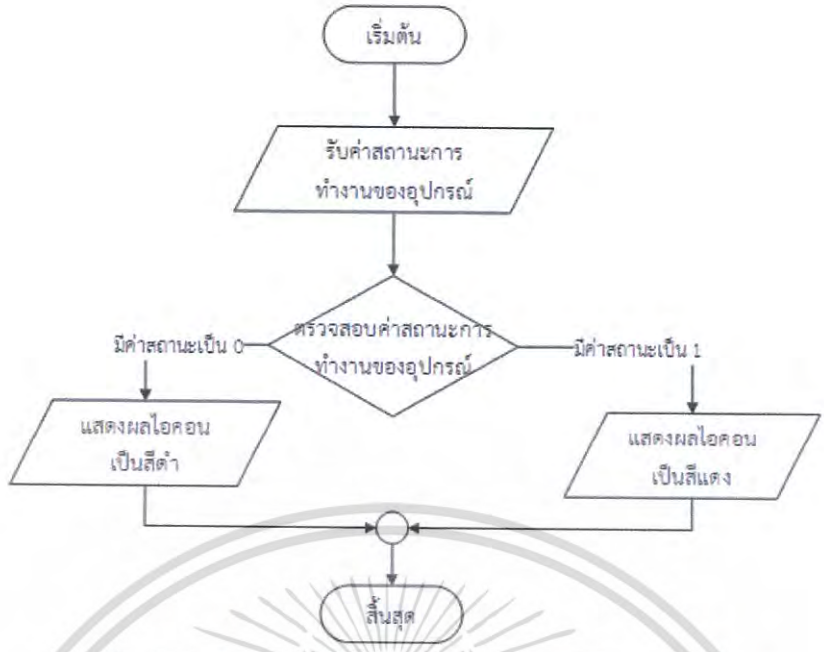
รูปที่ 3.57 ส่วนแสดงผลของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม

โดยระบบนี้จะแสดงผล 2 อุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioning Unit) และเครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature) โดยจะมีการแสดงผลในห้อง 3 ห้อง ได้แก่ ห้องควบคุม (Control Room) ห้องการสื่อสาร (Communication Room) และห้องส่งสัญญาณ (Signaling Room) ดังรูปที่ 3.57

3.4.7.1 หลักการทำงานของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม

ในส่วนของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม โปรแกรมจะทำการรับค่าจากเครื่องปรับอากาศและเครื่องวัดอุณหภูมิ ซึ่งหากอุปกรณ์ใดทำงานปกติ จะแสดงผลเป็นไอคอนสีดำ แต่ถ้าหากอุปกรณ์ใดมีความผิดพลาดหรือชำรุด จะแสดงผลเป็นไอคอนสีแดง และมีผังงานการทำงานดังรูปที่ 3.58

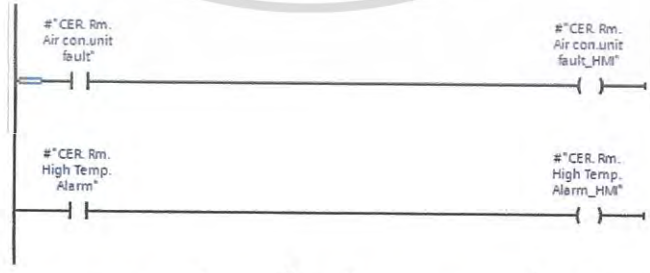
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.58 ผังงานการทำงานของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม

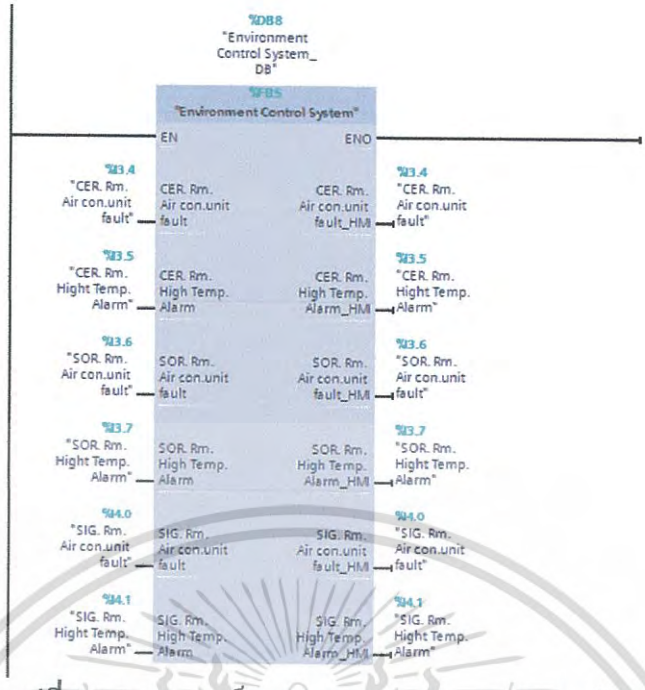
3.4.7.2 การเขียนโปรแกรมระบบควบคุมสภาพแวดล้อม

การเขียนโปรแกรมของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งจะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.59 คือ #CER Rm. Air con.unit fault เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์เมื่อเครื่องปรับอากาศภายในห้องการสื่อสารชำรุด โดยรับค่าจากสวิตช์ภายนอก #CER Rm. Air con.unit fault_HMI เป็นเอาต์พุตการแสดงผลการจำลองเหตุการณ์เมื่อเครื่องปรับอากาศภายในห้องการสื่อสารชำรุด ผ่านหน้าโปรแกรม #CER Rm. High Temp. Alarm เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์เมื่อภายในห้องการสื่อสารมีอุณหภูมิที่สูงเกินกำหนด โดยรับค่าจากสวิตช์ภายนอก #CER Rm. High Temp. Alarm_HMI เป็นเอาต์พุตการแสดงผลการจำลองเหตุการณ์เมื่อภายในห้องการสื่อสารมีอุณหภูมิที่สูงเกินกำหนด ผ่านหน้าโปรแกรม โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.59 ตัวอย่างภาษาแลดเดอร์ของเครื่องปรับอากาศและเครื่องวัดอุณหภูมิในห้อง 1 ห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.60 ภาษาบล็อกของระบบควบคุมสภาพแวดล้อม

3.4.8 ระบบประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Doors System)

รูปที่ 3.61 ส่วนแสดงผลของระบบประตูกั้นชานชาลา

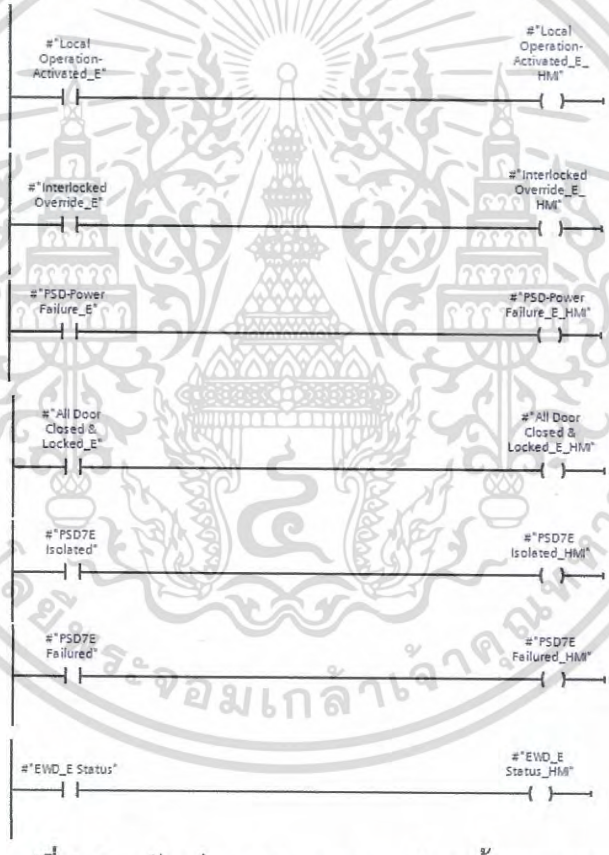
โดยจะแบ่งประตูกั้นชานชาลาออกเป็น 2 ฝั่ง คือ ฝั่งที่รางไปทางทิศตะวันตก (Westbound Line) และฝั่งที่รางไปทางทิศตะวันออก (Eastbound Line) ซึ่งในแต่ละฝั่งจะมีประตูชานชาลาฉุกเฉิน (Emergency Walkway Door, EWD) แสดงดังรูปที่ 3.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.8.1 หลักการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา

ในส่วนของระบบประตูกั้นชานชาลา โปรแกรมจะสามารถรับค่าจากสวิตช์ภายนอก โดยจะแสดงสถานะดังต่อไปนี้ การจำลองเหตุการณ์เมื่อเจ้าหน้าที่ควบคุมประตูกั้นชานชาลาด้วยตนเองที่ตู้ควบคุม (Local Operation - Activated) การจำลองเหตุการณ์การควบคุมระหว่างระบบประตูกั้นชานชาลาและสัญญาณจากรางรถไฟ (Interlocked Override) การจำลองเหตุการณ์เมื่อแหล่งจ่ายไฟให้ประตูกั้นชานชาลาทำงานผิดปกติ (PSD – Power Failure) ประตูกั้นชานชาลาทุกบานปิดและล็อคสนิท (All Door Closed & Locked) การจำลองเหตุการณ์การตัดไฟที่ประตูกั้นชานชาลา (PSD Isolated) การจำลองเหตุการณ์การชำรุดของประตูกั้นชานชาลา (PSD Failure) และการเปิดปิดของประตูชานชาลาฉุกเฉิน (EWD Status)

3.4.8.2 การเขียนโปรแกรมระบบประตูกั้นชานชาลา

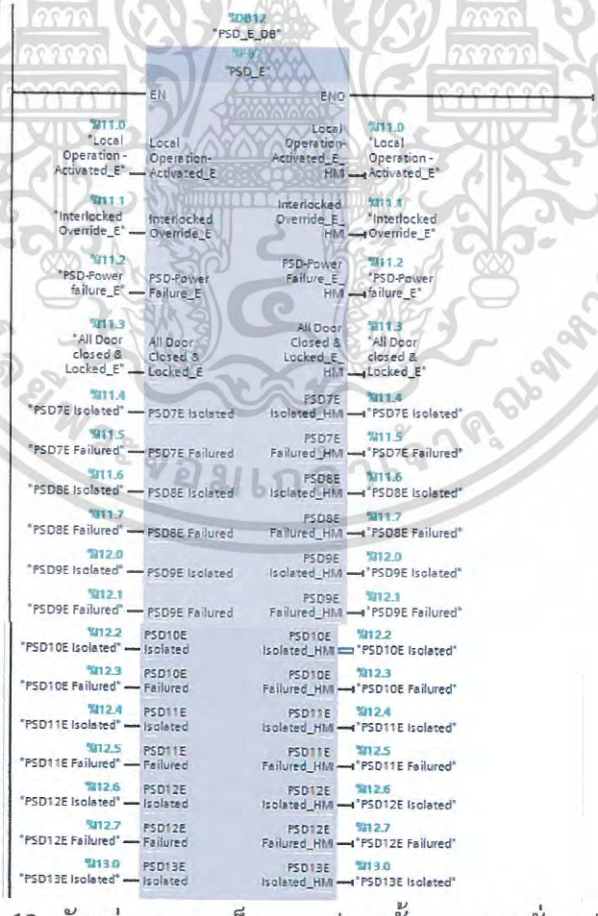


รูปที่ 3.62 ตัวอย่างภาษาของระบบประตูกั้นชานชาลา

การเขียนโปรแกรมของระบบประตูกั้นชานชาลาจะใช้ 2 ภาษา คือ ภาษาแลดเดอร์และภาษาบล็อก ซึ่งในระบบนี้จะมีการเขียนภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 3.62 คือ #Local Operation – Activated_E เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์เมื่อเจ้าหน้าที่ควบคุมประตูกั้นชานชาลาด้วยตนเองที่ตู้ควบคุม โดยรับค่าจากสวิตช์ภายนอก # Local Operation – Activated_E _HMI เป็นเอาต์พุตการแสดงผลการจำลองเหตุการณ์เมื่อเจ้าหน้าที่ควบคุมประตูกั้นชานชาลาด้วยตนเองที่ตู้ควบคุม

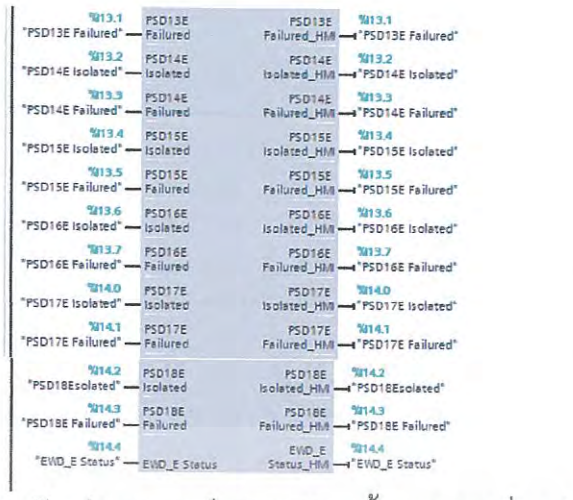
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#Interlocked Override_E เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การควบคุมระหว่างระบบประตูกั้นชานชาลาและสัญญาณจากรางรถไฟ #Interlocked Override_E_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์การควบคุมระหว่างระบบประตูกั้นชานชาลาและสัญญาณจากรางรถไฟ #PSD-Power Failure_E เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์เมื่อแหล่งจ่ายไฟให้ประตูกั้นชานชาลาทำงานผิดปกติ #PSD-Power Failure_E _HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์เมื่อแหล่งจ่ายไฟให้ประตูกั้นชานชาลาทำงานผิดปกติ #All Door Closed & Locked_E เป็นอินพุตแสดงสถานะว่าประตูกั้นชานชาลาทุกบานปิดและล็อคสนิท #All Door Closed & Locked_E_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงสถานะว่าประตูกั้นชานชาลาทุกบานปิดและล็อคสนิท #PSD7E Isolated เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การตัดไฟที่ประตูกั้นชานชาลา #PSD7E Isolated_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์การตัดไฟที่ประตูกั้นชานชาลา #PSD7E Failure เป็นอินพุตการจำลองเหตุการณ์การชำรุดของประตูกั้นชานชาลา #PSD7E Failure_HMI เป็นเอาต์พุตการจำลองเหตุการณ์การชำรุดของประตูกั้นชาน #EWD_E Status เป็นอินพุตแสดงสถานะการเปิดปิดของประตูชานชาลาฉุกเฉิน #EWD_E Status_HMI เป็นเอาต์พุตแสดงสถานะการเปิดปิดของประตูชานชาลาฉุกเฉิน โดยได้ทำการแปลงภาษาแลดเดอร์ให้เป็นภาษาบล็อก ดังรูปที่ 3.63



รูปที่ 3.63 ตัวอย่างภาษาบล็อกของประตูกั้นชานชาลาฝั่งตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



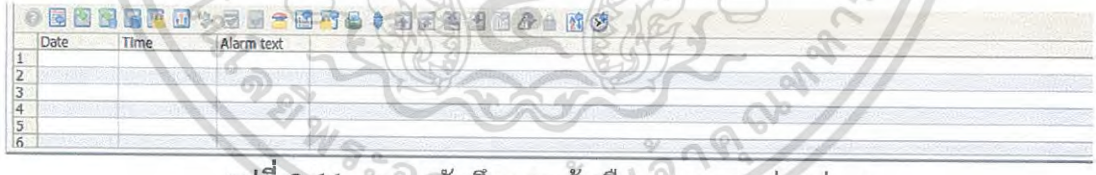
รูปที่ 3.63 ตัวอย่างภาษาบล็อกของประตูกั้นชานชาลาฝั่งตะวันออก (ต่อ)

3.5 การออกแบบโปรแกรมการเก็บประวัติการทำงาน (Logbook)

ในการออกแบบโปรแกรมการเก็บประวัติการทำงานนั้น เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมที่จะแสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นโดยจะแสดงวัน (Date) เวลา (Time) ผู้ใช้งาน (User) ชื่ออุปกรณ์ (Equipment Name) และค่าการทำงานของอุปกรณ์ (Equipment Value)

ในส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

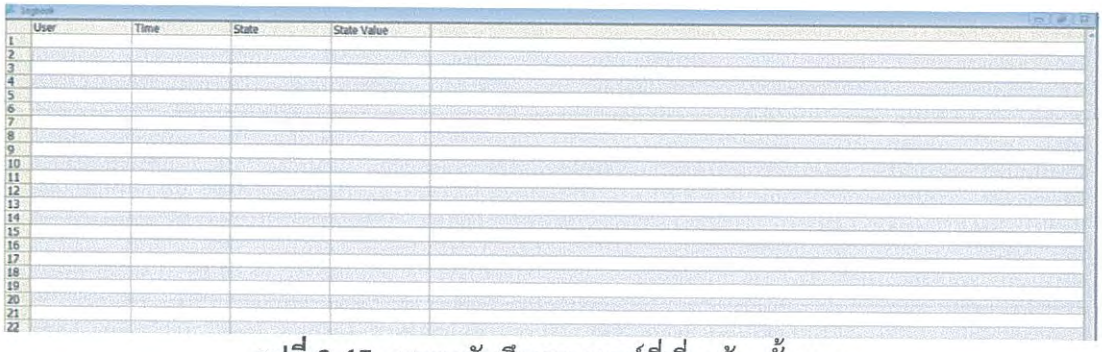
1. Alarm log เป็นการบันทึกการแจ้งเตือนจากระบบย่อยต่างๆ เช่น การแจ้งเตือนจากระบบประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Door, PSD) การแจ้งเตือนจากระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย (Fire Protection & Detection System) เป็นต้น ดังรูปที่ 3.64



รูปที่ 3.64 ตารางบันทึกการแจ้งเตือนจากระบบย่อยต่างๆ

2. Event log เป็นการบันทึกเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของระบบ รวมถึงการส่งค่าคำสั่งเอาต์พุต (Output) และรับค่าคำสั่งอินพุต (Input) จากอุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับสถานะการแจ้งเตือน (Alarm) เช่น การลงชื่อเข้าใช้งานของผู้ใช้งาน (Login) การแสดงการทำงานของแสงสว่าง เป็นต้น ดังรูปที่ 3.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



	User	Time	State	State Value
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

รูปที่ 3.65 ตารางบันทึกเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

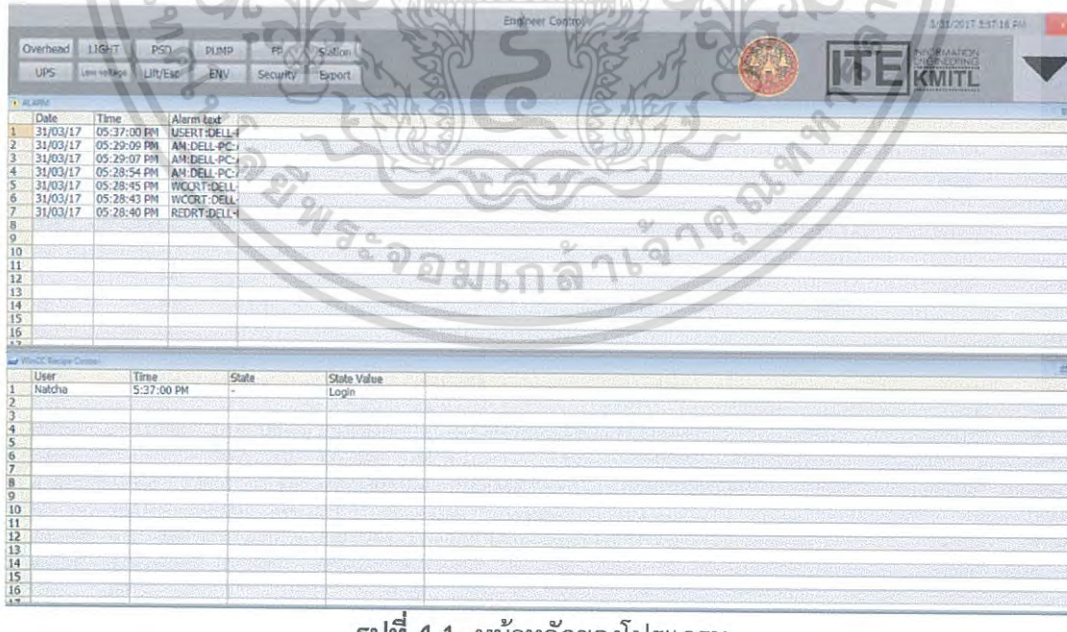
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการออกแบบโปรแกรม และผลของการใช้งานโปรแกรมโดยจะแบ่งผลการทดลองเป็น 10 ส่วน ได้แก่ หน้าหลักของโปรแกรม (Home Page) หน้าการเก็บประวัติการทำงานทั้งหมด (Logbook) ระบบควบคุมการจ่ายไฟ (Power Supply) ระบบแสงสว่าง (Lighting System) ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System) ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift & Escalator System) ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย (Fire Protection & Detection System) ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง (Pump & Drainage) ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environment Control System) และระบบประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Doors System)

4.1 หน้าหลักของโปรแกรม (Home Page)

โปรแกรมจะมีหน้าหลัก ทำหน้าที่เป็นหน้าจอหลักของโปรแกรมที่สามารถเข้าใช้งานหน้าต่าง (Window) ต่างๆ ของโปรแกรมได้ทุกระบบและในหน้านี้จะมีหน้าต่างย่อย แสดงในรูปที่ 4.1 จากรูปหน้าจอหลักของโปรแกรมจะเห็นปุ่มการใช้งานต่างๆ เพื่อไปยังหน้าต่างย่อย และมีการแสดงวันและเวลา อีกทั้งมีส่วนที่เก็บประวัติข้อมูลการทำงานทั้งหมด (Logbook) อีกด้วย



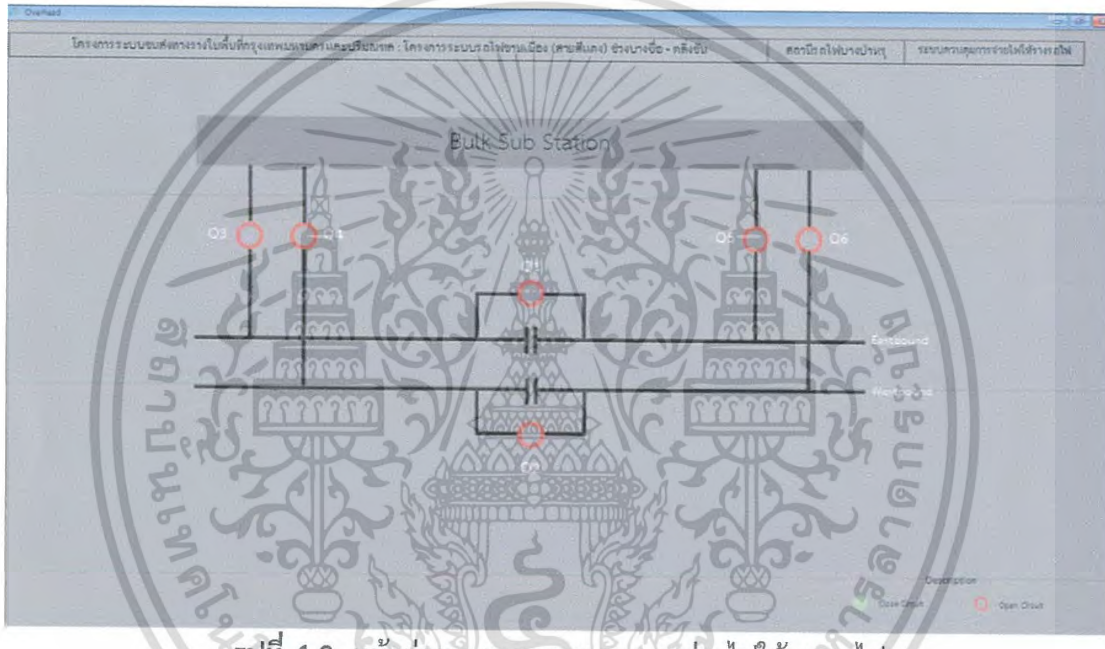
รูปที่ 4.1 หน้าหลักของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ระบบควบคุมการจ่ายไฟ (Power Supply)

4.2.1 ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ (Overhead Catenary)

การจ่ายไฟให้กับรถไฟจะใช้หลักการของการจ่ายไฟเหนือหัว (Overhead Catenary) เป็นระบบการจ่ายไฟที่ใช้กับรถไฟทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ ซึ่งจะประกอบด้วยสายลวดตัวนำเปลือย แขวนไว้กับลูกถ้วยฉนวนซึ่งยึดตรึงที่เสากระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขารับกระแสไฟฟ้าเหนือหัวที่เรียกว่า สาลี่ (Pantograph) เข้าสู่ระบบขับเคลื่อนขบวนรถ เพื่อให้ครบวงจรไฟฟ้า โดยหน้าต่างของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟจะแสดงดังรูปที่ 4.2 โดยโปรแกรมจะแสดงวงจรการจ่ายไฟให้กับรางรถไฟและแสดงการบันทึกการทำงานทั้งหมดที่เกิดขึ้น จะอธิบายเป็นลำดับต่อไป



รูปที่ 4.2 หน้าต่างของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

4.2.1.1 การใช้งานระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

จากรูปที่ 4.2 แสดงวงจรการจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ 2 ราง ได้แก่ รางที่ไปทางทิศตะวันตก (Westbound Line) และรางที่ไปทางทิศตะวันออก (Eastbound Line) โดยในวงจรจะมี

1. สวิตช์จ่ายไฟ (Switch) มีไว้ในกรณีตัวจ่ายไฟเหนือหัว (Overhead Contact System) ในแต่ละฝั่งของรางรถไฟเกิดการชำรุดโดยโปรแกรมสามารถสั่งงานสวิตช์ให้เป็นวงจรปิด (Close Circuit) ได้ จะทำให้ตัวจ่ายไฟเหนือหัวอีกฝั่งของรางรถไฟสามารถจ่ายไฟฉุกเฉินได้ทันที

- OCS Q1 (Overhead Contact System no.1) จะแบ่งฝั่งวงจรการจ่ายไฟของรางรถไฟ Eastbound Line (อยู่ระหว่าง OCS Q3 และ OCS Q5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- OCS Q2 (Overhead Contact System no.2) แบ่งฝั่งวงจรการจ่ายไฟของรางรถไฟ Westbound Line (อยู่ระหว่าง OCS Q4 และ OCS Q6)

2. วงจรตัวจ่ายไฟเหนือหัว 4 วงจร ได้แก่

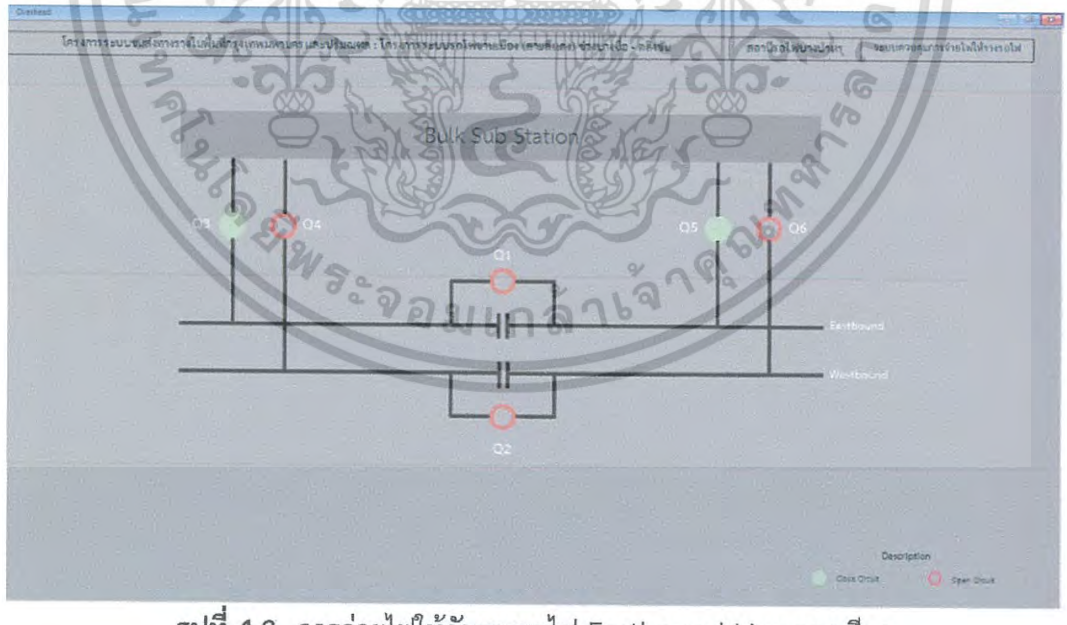
- OCS Q3 (Overhead Contact System no.3) คือ วงจรจ่ายไฟเหนือหัวตัวที่ 3
- OCS Q4 (Overhead Contact System no.4) คือ วงจรจ่ายไฟเหนือหัวตัวที่ 4
- OCS Q5 (Overhead Contact System no.5) คือ วงจรจ่ายไฟเหนือหัวตัวที่ 5
- OCS Q6 (Overhead Contact System no.6) คือ วงจรจ่ายไฟเหนือหัวตัวที่ 6

โดยแสดงลำดับการจ่ายไฟของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟได้ดังนี้

สถานีไฟฟ้าย่อย (Bulk Substation) จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับวงจรตัวจ่ายไฟเหนือหัวทั้ง 4 วงจร และหากในแต่ละฝั่งของรางรถไฟเกิดเหตุฉุกเฉิน โปรแกรมสามารถสั่งงานสวิตช์ให้เป็นวงจรปิด (Close Circuit) ได้

4.2.1.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

- กรณีสั่งจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ Eastbound Line รางเดียว



รูปที่ 4.3 การจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ Eastbound Line รางเดียว

จากรูปที่ 4.3 เห็นได้ว่า Eastbound Line จะรับกระแสไฟฟ้าเข้าสู่รางได้นั้นจะต้องได้รับการจ่ายไฟจากวงจรตัวจ่ายไฟเหนือหัว (OCS Q3 และ OCS Q4) ซึ่งได้รับ

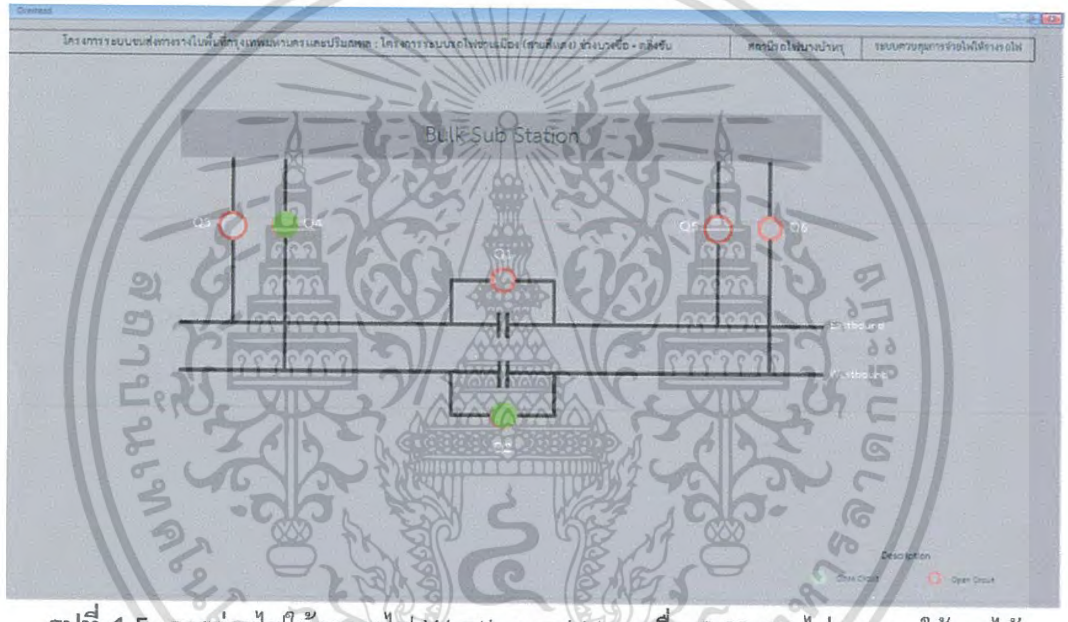
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้ามาจากสถานีไฟฟ้าอีกที (Bulk Substation) โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.4

	User	Time	State	State Value
1	Natcha	9:21:46 PM	-	Login
2	Natcha	9:21:51 PM	OCS Q3 I/P	Close
3	Natcha	9:21:51 PM	OCS Q3 O/P	Open
4	Natcha	9:21:53 PM	OCS Q5 I/P	Close
5	Natcha	9:21:53 PM	OCS Q5 O/P	Open
6				
7				

รูปที่ 4.4 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้รางรถไฟ

- กรณีที่ตัวจ่ายไฟเหนือหัวตัวที่ 6 (OCS Q6) ไม่สามารถใช้งานได้และต้องการสั่งโปรแกรมจ่ายไฟให้กับรางรถไฟ Westbound Line รางเดียว



รูปที่ 4.5 การจ่ายไฟให้รางรถไฟ Westbound Line เมื่อ OCS Q6 ไม่สามารถใช้งานได้

จากรูปที่ 4.5 เห็นได้ว่า Westbound Line ยังคงมีกระแสไฟฟ้าใช้งานในรางได้อยู่โดยสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้จากวงจรจ่ายไฟเหนือตัวที่ 4 ตัวเดียว (OCS Q4) โดยจะต้องใช้งานสวิตช์ (OCS Q2) ในการสั่งวงจรปิดทำให้กระแสไฟฟ้าส่งไปยังรางรถไฟอีกฝั่งได้ และระบบจะมีการแสดง Logbook ดังรูปที่ 4.6

	User	Time	State	State Value
1	Natcha	9:21:46 PM	-	Login
2	Natcha	9:21:51 PM	OCS Q4 I/P	Close
3	Natcha	9:21:51 PM	OCS Q4 O/P	Open
4	Natcha	9:21:53 PM	OCS Q2 I/P	Close
5	Natcha	9:21:53 PM	OCS Q2 O/P	Open
6				
7				

รูปที่ 4.6 ส่วนบันทึกการทำงานการจ่ายไฟให้รางรถไฟฝั่งทิศตะวันตก เมื่อ OCS Q6 ใช้งานไม่ได้

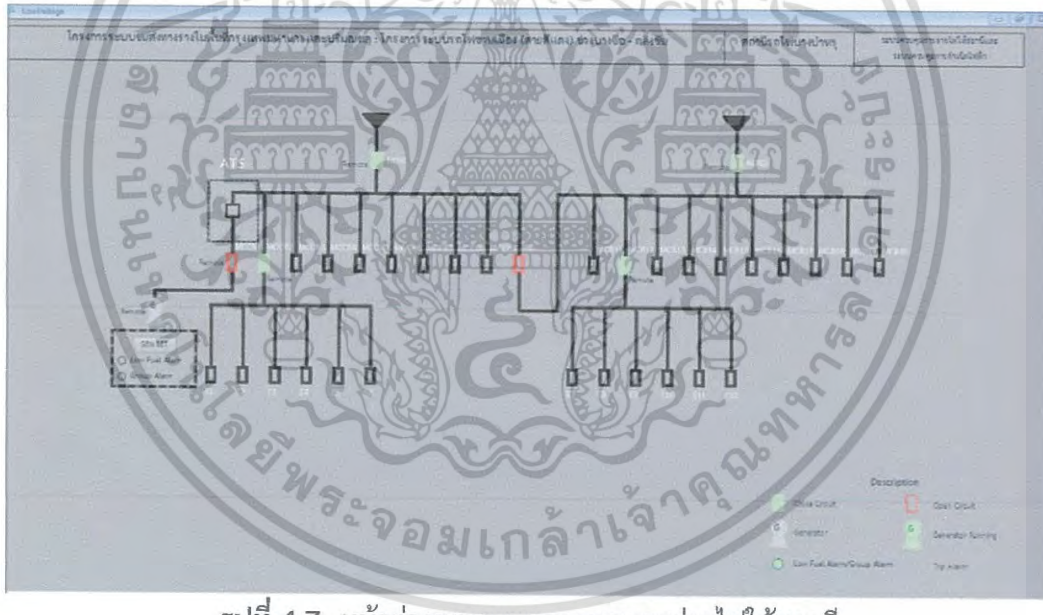
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี (Low Voltage System)

4.2.2.1 การใช้งานระบบควบคุมการจ่ายให้กับสถานี

จากรูปที่ 4.7 แสดงวงจรการจ่ายให้กับสถานีรถไฟ โดยในวงจรจะมี

1. แผงจ่ายไฟขนาดใหญ่ 2 วงจร ได้แก่
   - MDB1 = Main Distribution board no.1 (แผงจ่ายไฟตัวที่ 1)
   - MDB2 = Main Distribution board no.2 (แผงจ่ายไฟตัวที่ 2)
2. วงจรตัดต่อไฟ 3 วงจร ได้แก่
   - MCCB1 = Molded Case Circuit Breaker no.1
   - MCCB2 = Molded Case Circuit Breaker no.2
   - MCCB12 = Molded Case Circuit Breaker no.12
3. TIE Switch มีไว้ในกรณีแผงจ่ายไฟในแต่ละฝั่งเกิดการชำรุด โดยโปรแกรมสามารถสั่งงานสวิตช์ให้เป็นวงจรปิด (Close circuit) ได้ จะทำให้แผงจ่ายไฟอีกฝั่งสามารถจ่ายไฟได้ทันที



รูปที่ 4.7 หน้าต่างของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี

โดยแสดงลำดับการจ่ายไฟของระบบควบคุมการจ่ายไฟให้กับสถานีได้ดังนี้

- MDB1 มีหน้าที่จ่ายไฟให้กับ MCCB1 และ MCCB2 ซึ่ง MCCB1 จะจ่ายไฟให้กับระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ส่วนนี้จะอธิบายในหัวข้อ 4.2.3 และ MCCB2 จะจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีรถไฟ
- MDB2 มีหน้าที่จ่ายไฟให้กับ MCCB12 ซึ่ง MCCB12 จะจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบควบคุมการจ่ายไฟให้สถานี

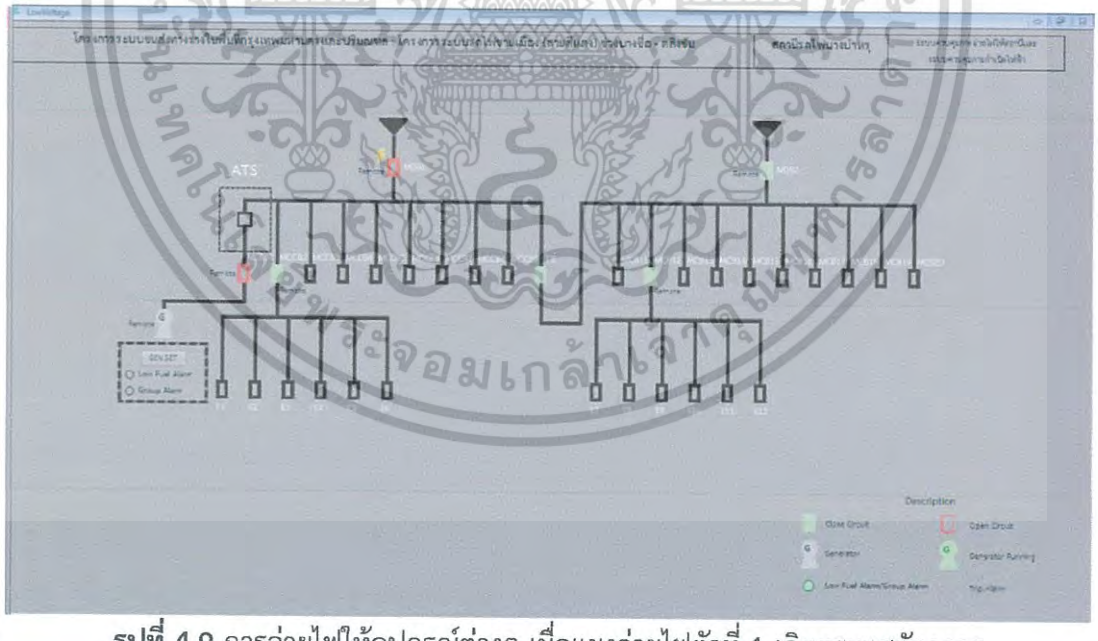
- กรณีสั่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ (Essential/Non-Essential) ทั้งสองฝั่ง โดยสั่งจากหน้าจอคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 4.7 เห็นได้ว่าอุปกรณ์ต่างๆ จะรับกระแสไฟฟ้าได้นั้นจะต้องได้รับการจ่ายไฟจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ (MCCB1, MCCB2 และ MCCB13) ซึ่งได้รับกระแสไฟฟ้ามาจากแผงจ่ายไฟอีกที (MDB1 และ MDB2) โดยแผงจ่ายไฟและเซอร์กิตเบรกเกอร์จะมีการแสดงว่า Remote เพื่อบอกว่าสามารถควบคุมการจ่ายไฟผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ หากต้องการควบคุมผ่านอุปกรณ์ต้องไปเปลี่ยนสวิตช์ให้เป็น Local และหน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงว่า Local ซึ่งในการทำงานของระบบนี้ จะมีการจ่ายไฟทันที และระบบจะมีการแสดง Logbook ดังรูปที่ 4.8

	User	Time	State	State Value
20	Natcha	9:24:31 PM	MDB1 Switch	Open
21	Natcha	9:24:32 PM	MDB1 Status	Close
22	Natcha	9:24:34 PM	MDB1 Switch	Close
23	Natcha	9:24:34 PM	MDB1 Status	Open
24				

รูปที่ 4.8 ส่วนบันทึกการทำงานกรณีกรณีสั่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองฝั่ง

- กรณีแผงจ่ายไฟตัวที่ 1 เกิดกระแสไฟฟ้าลัดวงจร ไม่สามารถใช้งานได้ และต้องการสั่งโปรแกรมจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ทั้งสองฝั่ง โดยสั่งจากหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.9 การจ่ายไฟให้อุปกรณ์ต่างๆ เมื่อแผงจ่ายไฟตัวที่ 1 เกิดกระแสลัดวงจร

จากรูปที่ 4.9 เห็นได้ว่าอุปกรณ์ฝั่ง MDB2 ยังคงมีกระแสไฟใช้งานได้อยู่โดยสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้จากแผงจ่ายไฟตัวที่ 2 (MDB2) โดยจะใช้งาน TIE Switch ในการสั่งวงจรปิดทำให้กระแสไฟส่งไปยังอุปกรณ์อีกฝั่งได้ แต่จะสั่งได้จากตัวอุปกรณ์เท่านั้น โดยที่ MDB1 จะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงรูปสายฟ้า เพื่อเป็นการบอกว่า MDB1 อยู่ในภาวะตัดการทำงานจากกระแสเกิน (Trip) และระบบจะมีการแสดง Logbook ดังรูปที่ 4.10

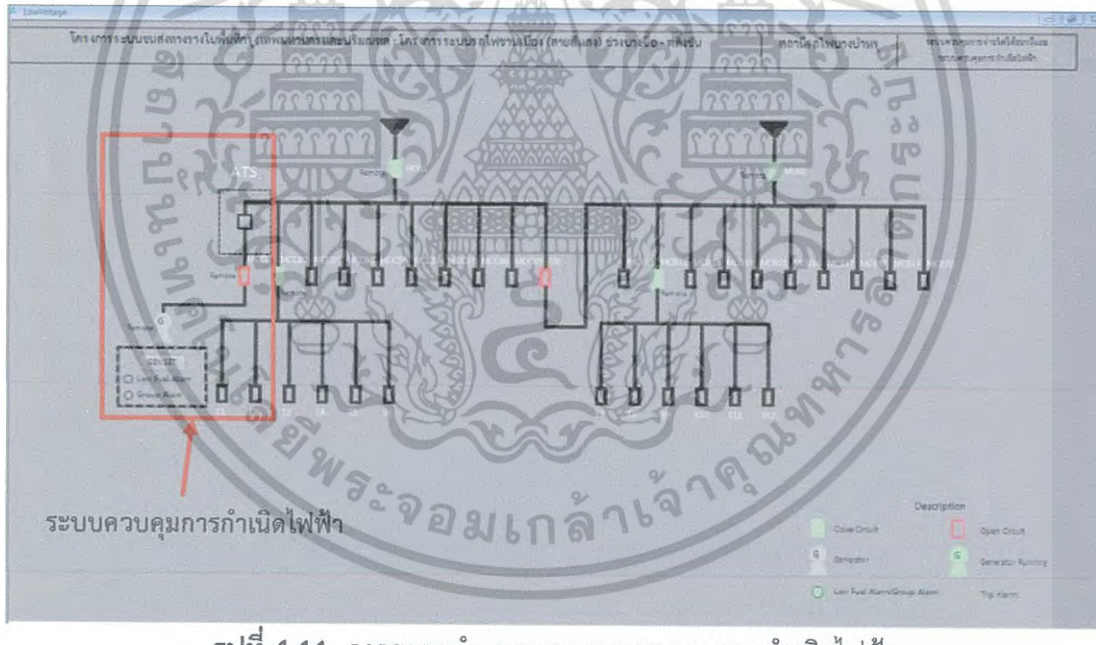
รูปที่ 4.10 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายไฟสถานี เมื่อ MDB1 เกิดกระแสลัดวงจร

4.2.3 ระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

4.2.3.1 การใช้งานระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.11 แสดงวงจรการกำเนิดไฟฟ้า (ในกรอบสีแดง) โดยในวงจรจะมี Generator Switch โดยแสดงลำดับการทำงานของระบบ Generator ได้ดังนี้

หากระบบ Low Voltage เกิดข้อผิดพลาดหรือชำรุด ระบบ Generator จะสั่งงาน Automatic Transfer Switch (ATS) ให้เป็นวงจรปิด เพื่อทำให้สั่งงานระบบ Generator ได้ โดยจะมีการสั่งงานสวิตช์เพื่อให้ระบบทำงานได้

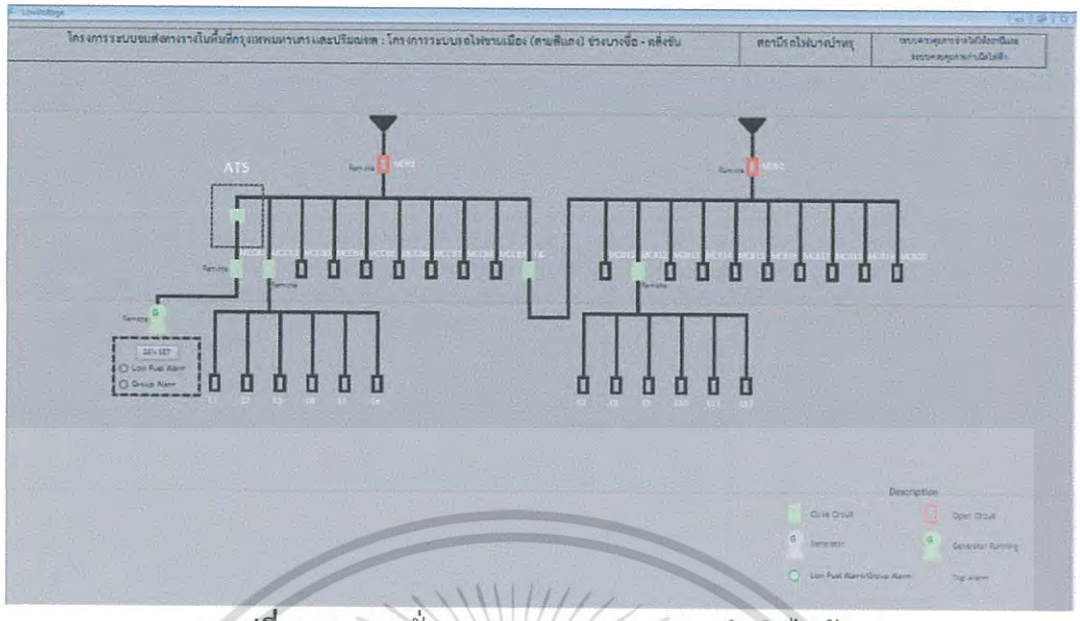


รูปที่ 4.11 วงจรการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

4.2.3.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

กรณีจะสั่งงานระบบ Generator จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าระบบจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ ATS เป็นวงจรปิด และสามารถสั่งให้ระบบทำงานได้ โดยกดปุ่ม Generator Switch จากหน้าจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 การสั่งงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าสัญลักษณ์ Generator จะแสดงเป็นสีเขียว เพื่อแจ้งว่าระบบ Generator ทำงาน โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.13

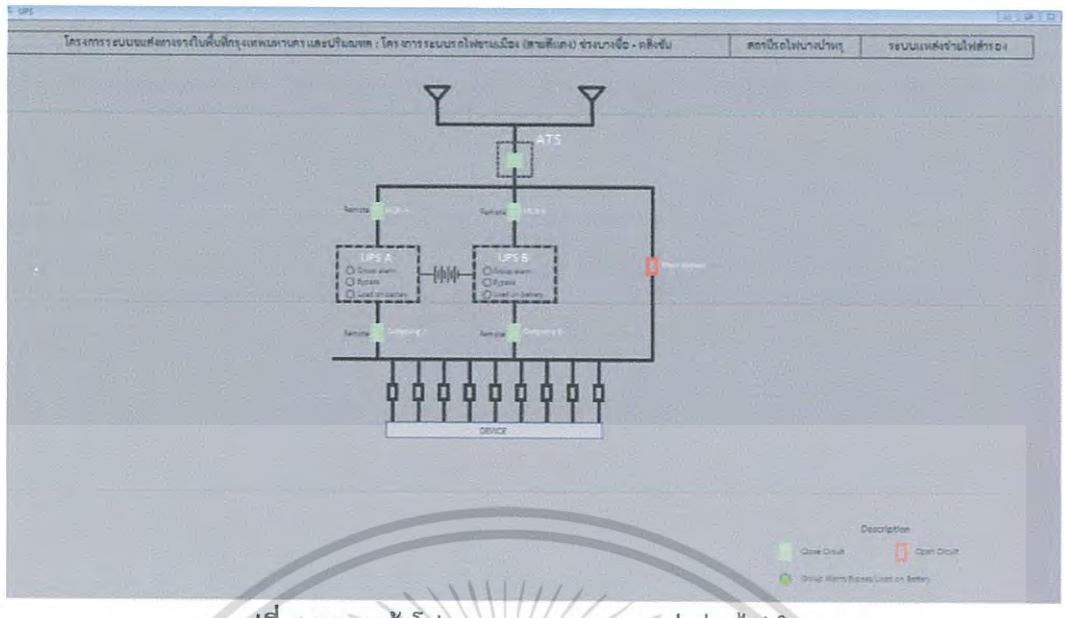
	User	Time	State	State Value
26	Natcha	9:27:17 PM	MDB1 Switch	Open
27	Natcha	9:27:18 PM	MDB1 Status	Close
28	Natcha	9:27:20 PM	MDB2 Switch	Open
29	Natcha	9:27:20 PM	MDB2 Status	Close
30	Natcha	9:27:31 PM	Generator Switch	Open
31	Natcha	9:27:32 PM	Generator Status	Open
32				

รูปที่ 4.13 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบควบคุมการกำเนิดไฟฟ้า เมื่อระบบทำงาน

4.2.4 ระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง (Uninterruptible Power Supply: UPS)

เมื่อแหล่งจ่ายไฟสำรอง (Uninterruptible Power Supply: UPS) รับพลังงานไฟฟ้าเข้ามา ไม่ว่าคุณภาพไฟฟ้าจะเป็นอย่างไรก็จะสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เป็นปกติ รวมถึงทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งหลักการของ UPS ก็คือ ใช้วิธีการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แล้วเก็บสำรองไว้ในแบตเตอรี่ส่วนหนึ่ง และในกรณีที่เกิดปัญหาทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 หน้าโปรแกรมของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง

4.2.4.1 การใช้งานระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง

จากรูปที่ 4.14 แสดงระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง โดยในระบบจะมี 2 แหล่งจ่าย ได้แก่ UPS A และ UPS B ซึ่งในวงจรจะมี

1. Main Circuit Breaker (MCB)
   - UPS A Main Circuit Breaker
   - UPS B Main Circuit Breaker
2. Outgoing Disconnector Switch
   - UPS A Outgoing Disconnector Switch
   - UPS B Outgoing Disconnector Switch
3. Bypass Switch
   - UPS A Bypass Switch
   - UPS B Bypass Switch
   - Main Bypass Switch

ซึ่งในแต่ละแหล่งจ่ายไฟจะมีฟังก์ชันต่างๆ ดังนี้ กรณีมีความผิดปกติของแหล่งจ่ายไฟ (Group Alarm) กรณีแบตเตอรี่ของแหล่งจ่ายไฟหมด (Battery Low) และกรณีใช้งานจากแบตเตอรี่ของแหล่งจ่ายไฟ (Load on Battery)

โดยแสดงลำดับการจ่ายไฟของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง ได้ดังนี้

หากต้องการใช้งานระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง จะต้องสั่งงาน Automatic Transfer Switch (ATS) ให้เป็นวงจรปิด เพื่อทำให้สั่งงานระบบแหล่งจ่ายไฟสำรองได้ โดยจะมีการสั่งงานดังนี้

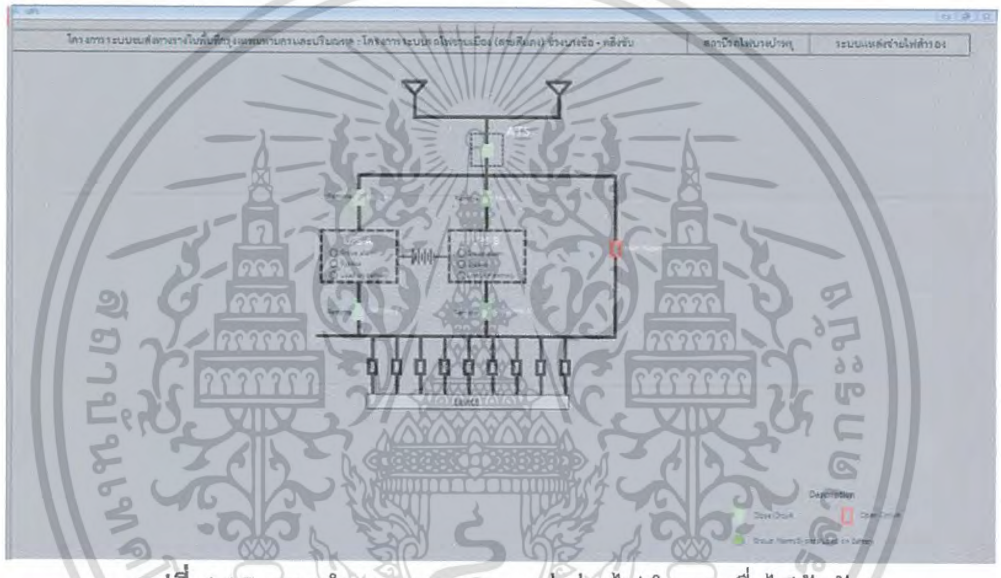
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- UPS A Main Circuit Breaker มีหน้าที่จ่ายไฟให้กับ UPS A ซึ่ง UPS A จะจ่ายไฟส่งต่อให้กับ UPS A Outgoing Disconnector Switch เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีรถไฟ

- UPS B Main Circuit Breaker มีหน้าที่จ่ายไฟให้กับ UPS B ซึ่ง UPS B จะจ่ายไฟส่งต่อให้กับ UPS B Outgoing Disconnector Switch เพื่อจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในสถานีรถไฟ

4.2.4.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง

- กรณีไฟฟ้าดับ จึงจะสั่งให้ UPS A และ UPS B ทำงาน จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าระบบจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ ATS เป็นวงจรปิด จะทำให้ทั้งสองแหล่งจ่ายทำงานทันที



รูปที่ 4.15 การทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง เมื่อไฟฟ้าดับ

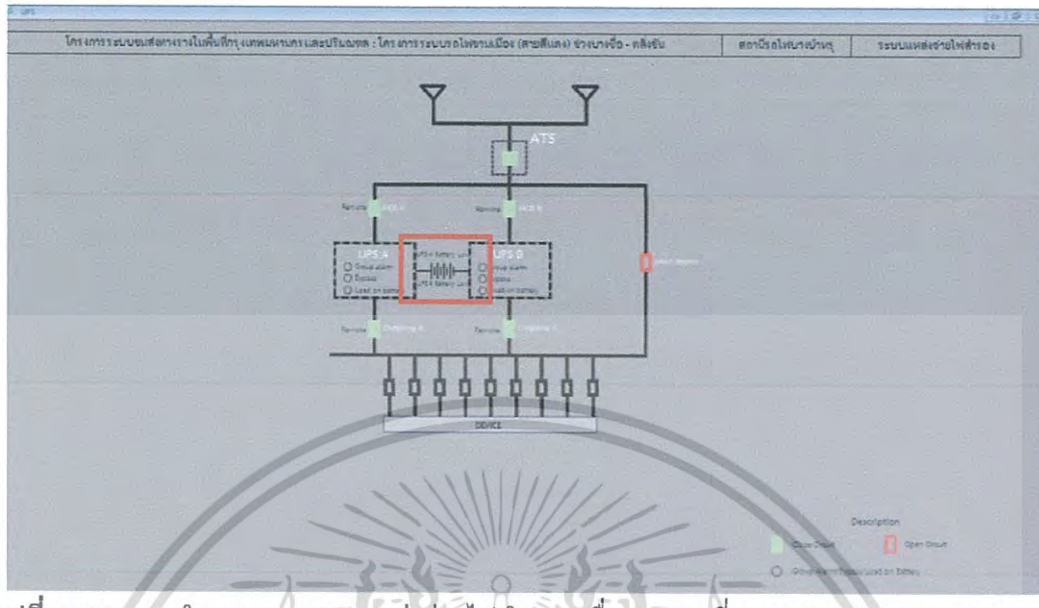
จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ต่างๆ จะรับกระแสไฟได้นั้น จะต้องได้รับการจ่ายไฟให้ UPS A Outgoing Disconnector Switch และ UPS B Outgoing Disconnector Switch ซึ่งจะได้รับกระแสไฟฟ้ามาจาก UPS A Main Circuit Breaker (UPS A MCB) และ UPS B Main Circuit Breaker (UPS B MCB) อีกที โดย MCB และ Outgoing Disconnector Switch ของทั้งสองแหล่งจ่ายไฟสำรอง จะมีการแสดงว่า Remote เพื่อบอกว่าสามารถควบคุมการจ่ายไฟผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ หากต้องการควบคุมผ่านอุปกรณ์ต้องไปเปลี่ยนค่าที่ตู้แหล่งจ่ายไฟให้เป็น Local และหน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงว่า Local โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.16

	User	Time	State	State Value
34	Nalcha	9:29:21 PM	ATS UPS Status	Generator
35				

รูปที่ 4.16 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง เมื่อไฟฟ้าดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กรณีแบตเตอรี่ของ UPS A และ UPS B หมด



รูปที่ 4.17 การทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง เมื่อแบตเตอรี่ของ UPS A และ UPS B หมด

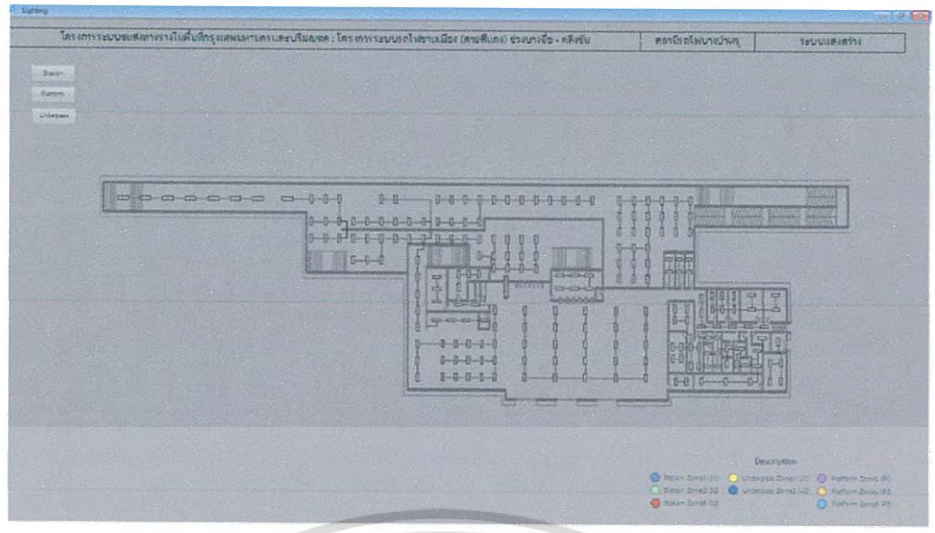
จากรูปที่ 4.17 จะเห็นว่าจะมีการแจ้งเตือนเป็นคำว่า UPS A Battery Low และ UPS B Battery Low โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบแหล่งจ่ายไฟสำรอง เมื่อแหล่งจ่ายไฟแบตเตอรี่หมด

4.3 ระบบแสงสว่าง (Lighting System)

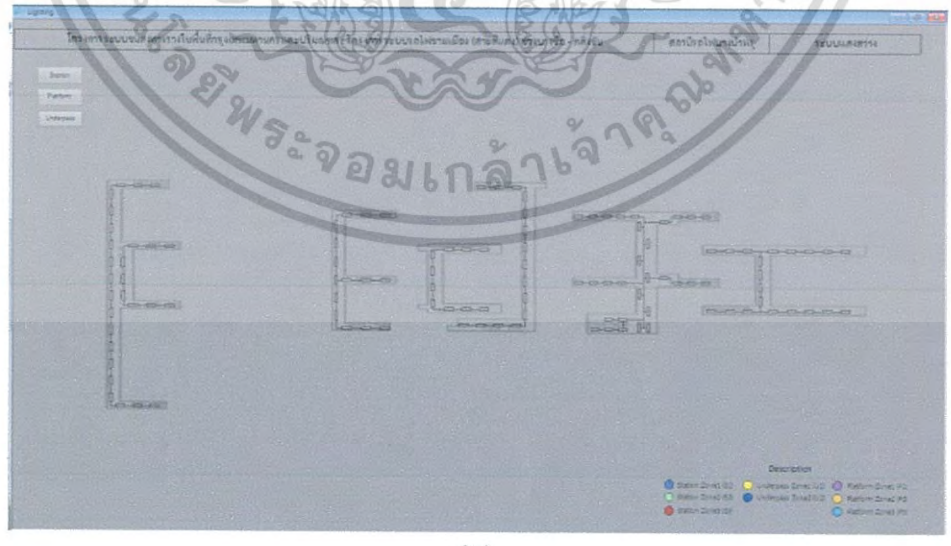
โปรแกรมแสงสว่างจะแบ่งออกเป็น 8 โซน โดยที่จะเป็นส่วนชานชาลา 3 โซน (P1, P2, P3) ส่วนสถานี 3 โซน (S1, S2, S3) และส่วนอุโมงค์อีก 2 โซน (U1, U2) จะแสดงดังรูปที่ 4.19 ซึ่งจะแสดงการทำงานของแสงสว่างแต่ละโซน ด้วยสีที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(A)

(B)



(C)

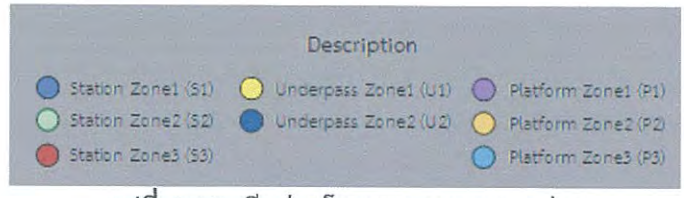
รูปที่ 4.19 การแสดงผลการทำงานของระบบแสงสว่าง

(A) ส่วนสถานี (B) ส่วนชานชาลา (C) ส่วนอุโมงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 สีระบุโซนการทำงานของระบบแสงสว่าง

จากรูปที่ 4.20 ระบุสีแต่ละโซนของระบบแสงสว่าง



รูปที่ 4.20 สีแต่ละโซนของระบบแสงสว่าง

4.3.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบแสงสว่าง

กรณีไฟในส่วนชานชาลา โซน P1 และ P3 ทำงาน จากรูปที่ 4.21 เมื่อไฟในโซน P1 และ P3 ทำงาน จะแสดงเป็นสีตามที่ระบุไว้ข้างต้น โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.22

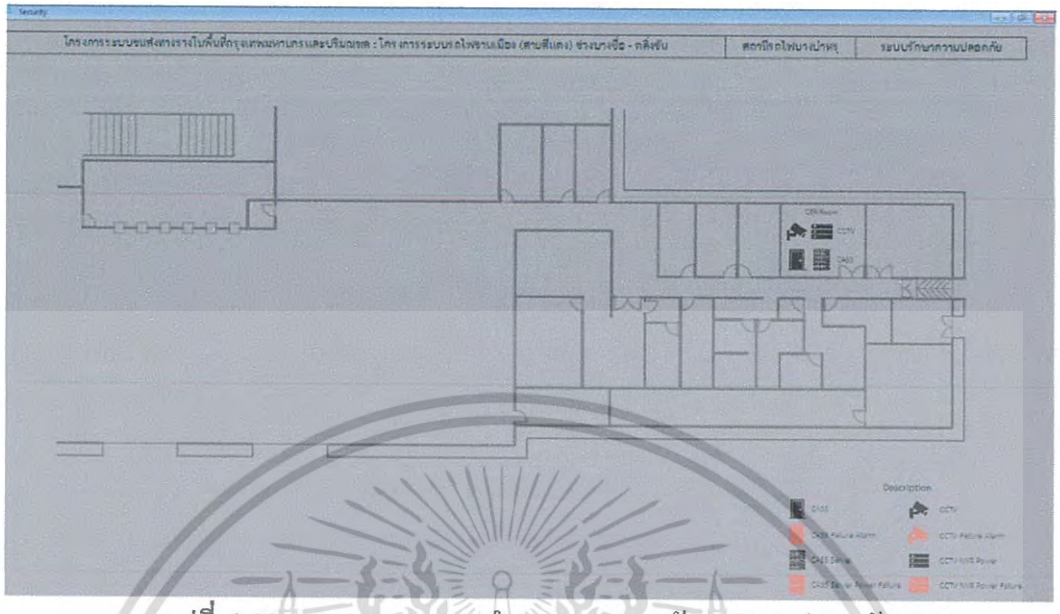
รูปที่ 4.21 การแสดงผลการทำงานของแสงสว่างในส่วนชานชาลา โซน P1 และ P3

	User	Time	State	State Value
51	Natcha	9:36:15 PM	Platform Zone1	On
52	Natcha	9:36:17 PM	Platform Zone 3	On
53				

รูปที่ 4.22 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบแสงสว่างในส่วนชานชาลา โซน P1 และ P3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)



รูปที่ 4.23 การแสดงผลการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย

โปรแกรมจะแสดงผล 2 อุปกรณ์ ได้แก่ กล้องวงจรปิด (CCTV) และระบบความปลอดภัยและรหัสผ่านเข้า-ออก (Controlled Access Security System: CASS) ซึ่งจะอธิบายเป็นลำดับถัดไป โดยหน้าต่างของระบบรักษาความปลอดภัยจะแสดงดังรูปที่ 4.23 หากมีความขัดข้องเกิดขึ้นจะแสดงรูปเป็นสีแดง

4.4.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบรักษาความปลอดภัย

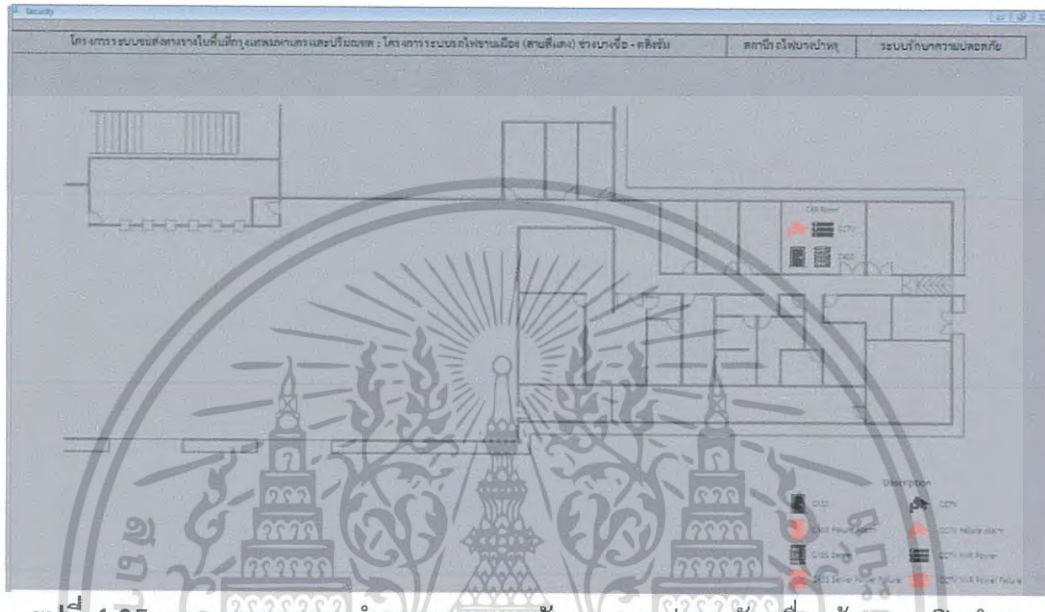
จากรูปที่ 4.24 แสดงไอคอนในระบบรักษาความปลอดภัย

รูปที่ 4.24 ไอคอนของระบบรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบรักษาความปลอดภัย

กรณี CCTV เกิดการชำรุด จากรูปที่ 4.25 จะเห็นว่าสีไอคอนเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีแดง เพื่อแจ้งให้เห็นว่ามี CCTV ชำรุด นอกจากนั้นโปรแกรมสามารถเก็บประวัติการทำงานทั้งหมดของระบบรักษาความปลอดภัยได้ ซึ่งจะแสดงใน Logbook ดังรูปที่ 4.26 และในกรณีนี้อุปกรณ์ชำรุดจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.27



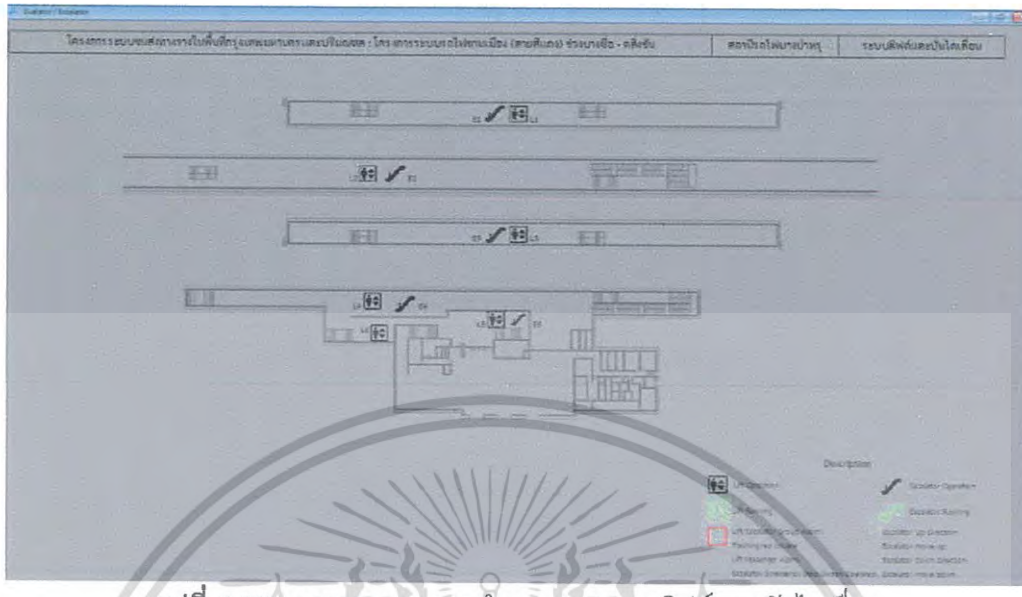
รูปที่ 4.25 การแสดงผลการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย เมื่อกล้องวงจรปิดชำรุด

รูปที่ 4.26 ส่วนบันทึกการทำงานของกล้องวงจรปิด เมื่อกล้องวงจรปิดชำรุด

รูปที่ 4.27 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนของกล้องวงจรปิด เมื่อกล้องวงจรปิดชำรุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift & Escalator)

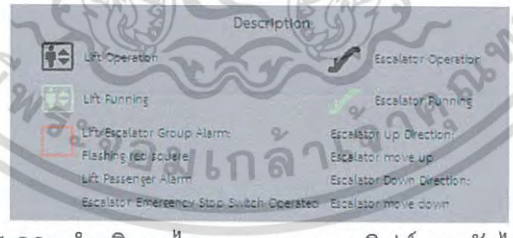


รูปที่ 4.28 การแสดงผลการทำงานของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

โปรแกรมจะแสดงผลการทำงาน 2 อุปกรณ์ ได้แก่ ลิฟต์ (Lift) และบันไดเลื่อน (Escalator) ซึ่งจะอธิบายเป็นลำดับถัดไป โดยหน้าต่างของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อนจะแสดงดังรูปที่ 4.28 โดยผู้ใช้งานโปรแกรมจะเห็นการทำงานของลิฟต์และบันไดเลื่อน

4.5.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

จากรูปที่ 4.29 แสดงไอคอนที่แสดงในระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน



รูปที่ 4.29 คำอธิบายไอคอนของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

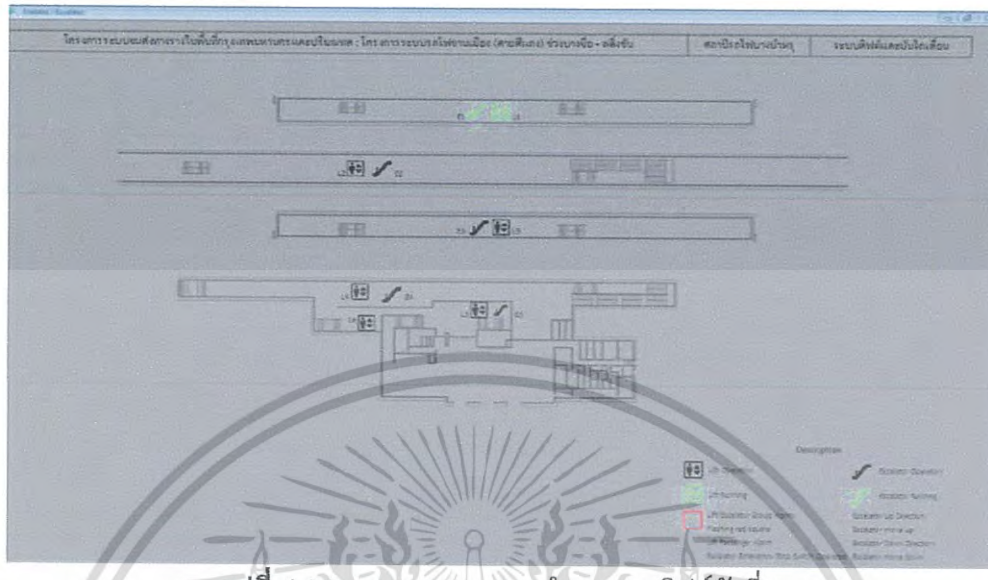
4.5.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน

- กรณีลิฟต์ตัวที่ 1 และบันไดเลื่อนตัวที่ 1 ทำงานปกติ

จากรูปที่ 4.30 จะแสดงให้เห็นว่าสีไอคอนของลิฟต์จะแสดงเป็นสีเขียว ซึ่งในโปรแกรมค่าเริ่มต้นจะเป็นสีดำ เพื่อแจ้งให้เห็นว่ามีลิฟต์ตัวที่ 1 ทำงานและในส่วนของบันไดเลื่อนตัวที่ 1 หากบันไดเลื่อนทำงาน กรอบสี่เหลี่ยมจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ซึ่งถ้าเราสั่งงานให้บันไดเลื่อนขึ้น ในโปรแกรมจะมีการเคลื่อนไหวขึ้นที่ตัวไอคอน เพื่อแจ้งว่าบันไดเลื่อนตัวที่ 1 เลื่อนขึ้นอยู่ นอกจากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

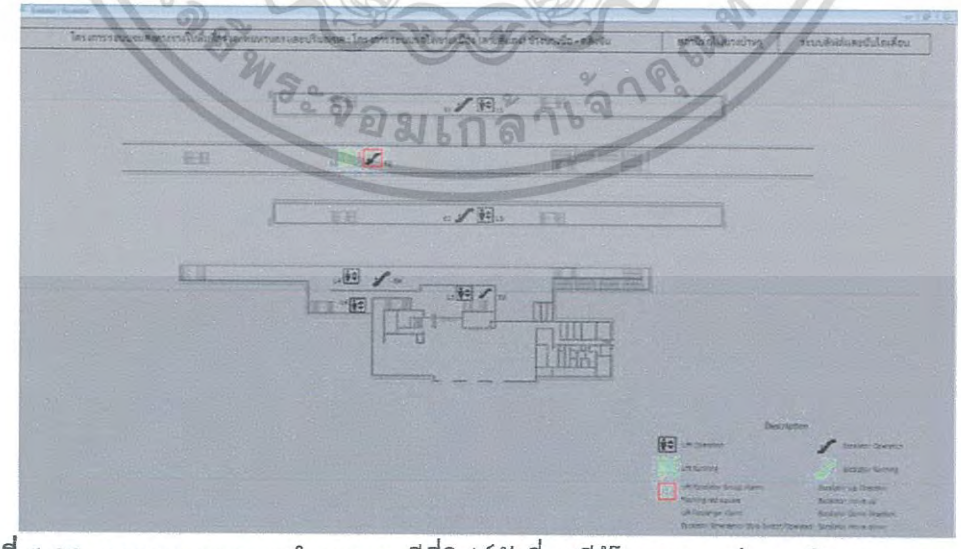
โปรแกรมสามารถเก็บประวัติการทำงานทั้งหมดของระบบลิฟต์และบันไดเลื่อนได้ ซึ่งจะแสดงใน Logbook ดังแสดงในรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.30 การแสดงผลการทำงานของลิฟต์ตัวที่ 1

รูปที่ 4.31 ส่วนบันทึกการทำงานของลิฟต์และบันไดเลื่อน เมื่อทั้งสองทำงาน

- กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา



รูปที่ 4.32 การแสดงผลการทำงาน กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.32 จะเห็นว่าลิฟต์ตัวที่ 2 จะขึ้นตัวอักษรอี (E) เพื่อแจ้งให้เห็นว่าลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารติดอยู่ภายในลิฟต์ และในส่วนของบันไดเลื่อนตัวที่ 2 จะมีการแสดงกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงเกิดขึ้น ซึ่งในโปรแกรมจะเป็นภาพกระพริบ เพื่อแจ้งให้เห็นว่าบันไดเลื่อนมีปัญหา โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.33 และในกรณีนี้อุปกรณ์ชำรุดจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.34

	User	Time	State	State Value
19	Natcha	9:49:21 PM	Lift2 Passenger Alarm	Appear
20	Natcha	9:49:35 PM	Escalator2 Group Alarm	Appear
21				

รูปที่ 4.33 ส่วนบันทึกการทำงาน กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา

	Date	Time	Alarm Text
1			
2			

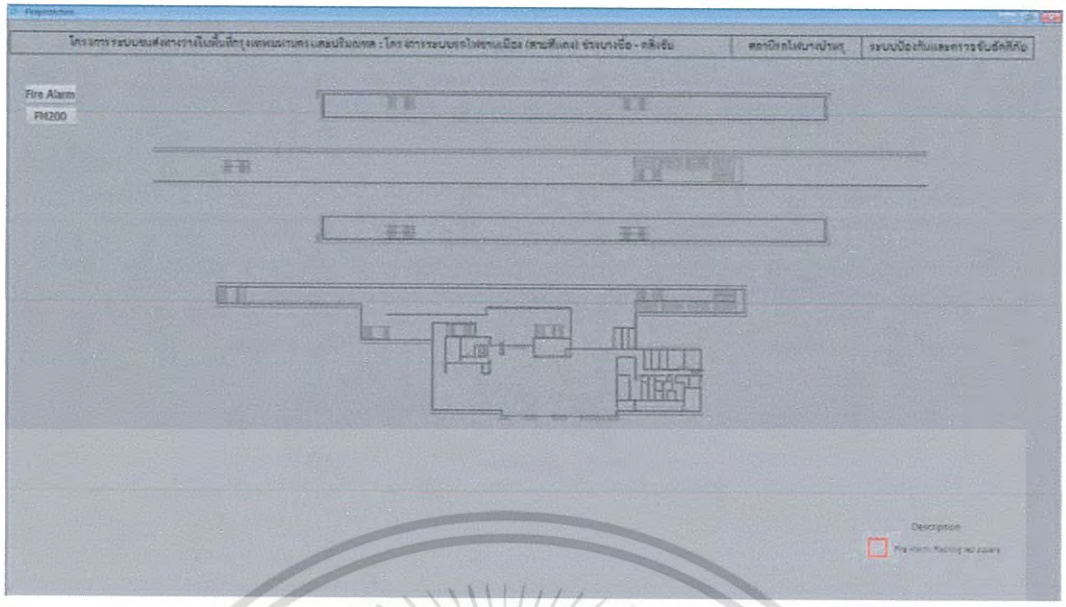
รูปที่ 4.34 ส่วนการแจ้งเตือนฉุกเฉินการทำงาน กรณีที่ลิฟต์ตัวที่ 2 มีผู้โดยสารกดปุ่มฉุกเฉิน (Emergency) ภายในลิฟต์และบันไดเลื่อนตัวที่ 2 มีปัญหา

4.6 ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย (Fire Protection & Detection System)

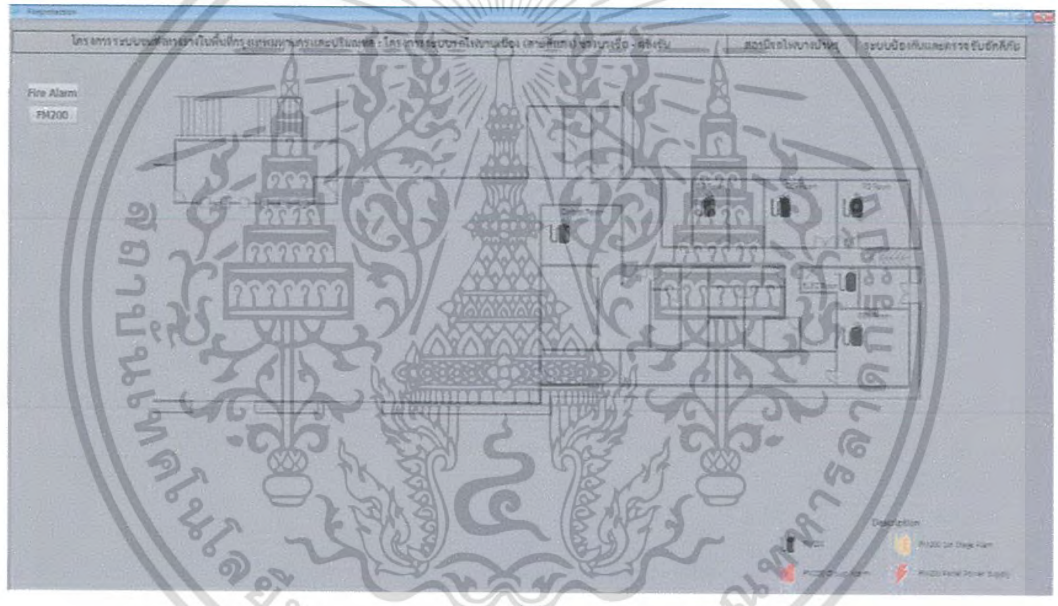
โปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแจ้งเตือนอัคคีภัย จะแบ่งพื้นที่การแจ้งเตือนออกเป็น 3 โซน ได้แก่ โซนชานชาลา โซนสถานีและโซนห้องต่างๆ และส่วนที่ต้องใช้สารสะอาดดับเพลิง (FM200) โดยส่วนนี้จะอยู่ในห้องที่มีความสำคัญต่างๆ ภายในสถานี เนื่องจาก FM200 จะไม่ทำให้อุปกรณ์ภายในห้องเกิดความเสียหาย ซึ่งจะประกอบไปด้วย 6 ห้อง ดังรูปที่ 4.35 ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถทราบการแจ้งเตือนได้จากการแสดงสถานะไฟสีแดงกระพริบของพื้นที่ที่เกิดการแจ้งเตือน และสามารถทราบการทำงานของ FM200 ได้ จากการแสดงสถานะดังนี้

1. FM200 Panel Power Supply Fail คือ การแสดงสถานะแผงจ่ายไฟให้ FM200 เกิดข้อผิดพลาด
2. FM200 First Stage Alarm คือ การแสดงสถานะการทำงานของ FM200 ในขั้นแรก
3. FM200 Group Alarm คือ การแสดงสถานะของ FM200 ว่าเกิดความผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(A)



(B)

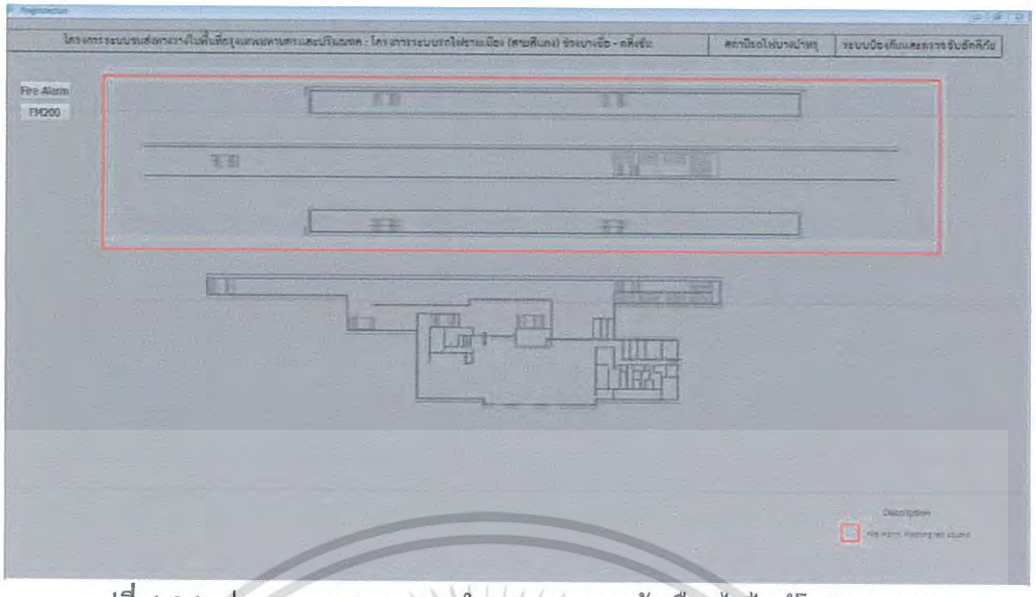
รูปที่ 4.35 หน้าโปรแกรมการทำงานของระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย
(A) ส่วนการแจ้งเตือนอัคคีภัย (B) ส่วนการแจ้งเตือนของ FM200

4.6.1 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย

- กรณีมีการแจ้งเตือนจากโซนชานชาลา

จากรูปที่ 4.36 จะเห็นได้ว่า มีกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงเกิดขึ้น ซึ่งในโปรแกรมจะเป็นภาพกระพริบ โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.37 และในกรณีนี้เป็นการแจ้งเตือนฉุกเฉินจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.36 ส่วนการแสดงผลการทำงานของการแจ้งเตือนไฟไหม้โซนชานชาลา

รูปที่ 4.37 ส่วนบันทึกการทำงานของการแจ้งเตือนไฟไหม้โซนชานชาลา

รูปที่ 4.38 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของการแจ้งเตือนไฟไหม้โซนชานชาลา

- กรณีแผงจ่ายไฟให้ FM200 ภายในห้องควบคุม (Control Room) เกิดข้อผิดพลาด และภายในห้องการสื่อสาร (Communication Room: CER) FM200 เกิดการทำงานในขั้นแรก อีกทั้ง FM200 ภายในห้องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Room) เกิดความผิดปกติ

จากรูปที่ 4.39 จะเห็นได้ว่า ภายในห้องควบคุม จะแสดงเป็นรูปถังสีดำและมีรูปสายฟ้าสีแดงอยู่ข้างๆ ถัง เพื่อแจ้งให้เห็นว่าแผงจ่ายไฟให้ FM200 ภายในห้องเกิดข้อผิดพลาด และภายในห้องการสื่อสาร จะแสดงเป็นรูปถังสีส้ม เพื่อแจ้งให้เห็นว่า FM200 ภายในห้องเกิดการทำงานขั้นแรก อีกทั้งภายในห้องกำเนิดไฟฟ้า จะแสดงเป็นรูปถังสีแดง เพื่อแสดงให้เห็นว่า FM200 ภายในห้องกำเนิดไฟฟ้าเกิดความผิดปกติ โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.40 และในกรณีนี้เป็นการแจ้งเตือนฉุกเฉินจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.39 การแสดงผลการทำงานของการแจ้งเตือนของ FM200

รูปที่ 4.40 ส่วนบันทึกการทำงานของการแจ้งเตือนของ FM200

รูปที่ 4.41 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของ FM200 ที่เกิดความผิดปกติ

4.7 ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง (Pump & Drainage)

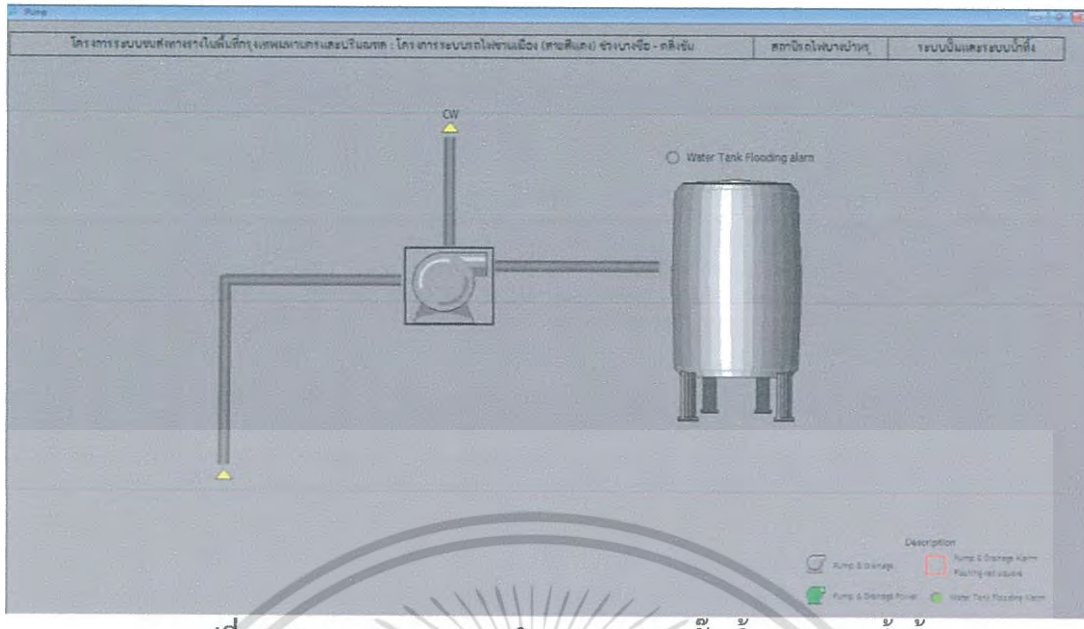
โปรแกรมจะแสดงการแจ้งเตือน 3 ส่วน แสดงดังรูปที่ 4.42 ได้แก่

- Pump & Drainage Power คือการแจ้งเตือนเกี่ยวกับไฟที่ส่งไปเลี้ยงยังระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

- Pump & Drainage Alarm คือการแจ้งเตือนเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

- Water Tank Flooding Alarm คือการแจ้งเตือนเกี่ยวกับระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำ (Water Tank)

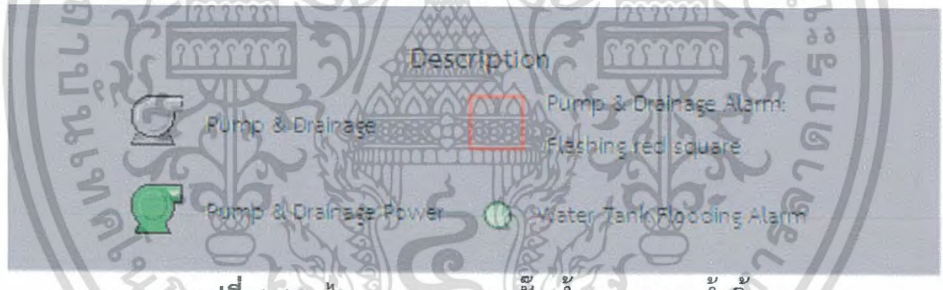
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 การแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

4.7.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

จากรูปที่ 4.43 แสดงไอคอนที่แสดงในระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

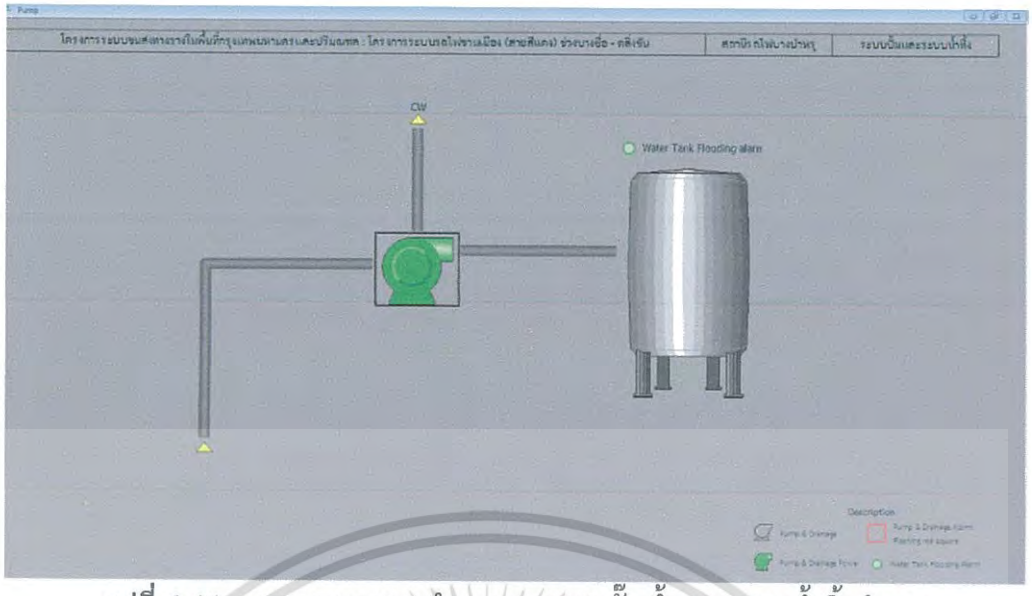


รูปที่ 4.43 ไอคอนของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

4.7.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง

กรณีระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน จากรูปที่ 4.44 จะเห็นได้ว่า สัญลักษณ์ระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้ง จะแสดงเป็นสีเขียว และจะมีการแจ้งเตือนเป็นวงกลมสีเขียว ของการแจ้งเตือนระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.45 และในกรณีนี้การแจ้งเตือนระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเป็นการแจ้งเตือนฉุกเฉินจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.44 การแสดงผลการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน

รูปที่ 4.45 ส่วนบันทึกการทำงานของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน

รูปที่ 4.46 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของระบบปั๊มน้ำและระบบน้ำทิ้งทำงาน และระดับน้ำภายในแท็งก์น้ำเกิน

4.8 ระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environment Control System)

โปรแกรมจะแสดงผล 2 อุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องปรับอากาศ (Air Conditioning Unit) และเครื่องวัดอุณหภูมิ (Temperature) ซึ่งจะอธิบายเป็นลำดับถัดไป โดยหน้าต่างของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อมจะแสดงดังรูปที่ 4.47 หากมีความขัดข้องเกิดขึ้นจะแสดงรูปเป็นสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.47 หน้าโปรแกรมของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม

4.8.1 คำอธิบายไอคอนที่อยู่ในระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม

จากรูปที่ 4.48 แสดงไอคอนที่แสดงในระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 4.48 ไอคอนของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม

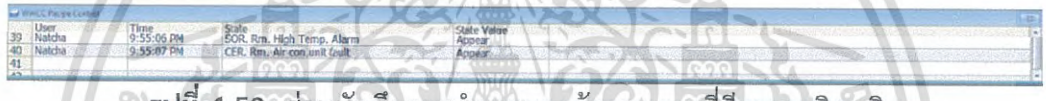
4.8.2 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบควบคุมสิ่งแวดล้อม

กรณีที่ในห้องควบคุม (Control Room) มีอุณหภูมิที่สูงเกิน และในห้องการสื่อสารมีเครื่องปรับอากาศชำรุด

จากรูปที่ 4.49 จะเห็นว่าสีไอคอนทั้งสองเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีแดง เพื่อแจ้งให้เห็นว่ามีเครื่องปรับอากาศชำรุดและในห้องมีอุณหภูมิสูงเกิน นอกจากนั้นโปรแกรมสามารถเก็บประวัติการทำงานทั้งหมดของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งจะแสดงใน Logbook ดังรูปที่ 4.50 และในกรณีนี้เป็นการแจ้งเตือนฉุกเฉินจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.49 การแสดงผลการทำงานของห้องควบคุมที่มีอุณหภูมิสูงเกินและห้องการสื่อสารมีเครื่องปรับอากาศชำรุด



	User	Time	State	State Value
39	Natcha	9:55:06 PM	EQR. Rm. High Temp. Alarm	Appear
40	Natcha	9:55:07 PM	CER. Rm. Air con.unit Fault	Appear
41				

รูปที่ 4.50 ส่วนบันทึกการทำงานของห้องควบคุมที่มีอุณหภูมิสูงเกินและห้องการสื่อสารมีเครื่องปรับอากาศชำรุด

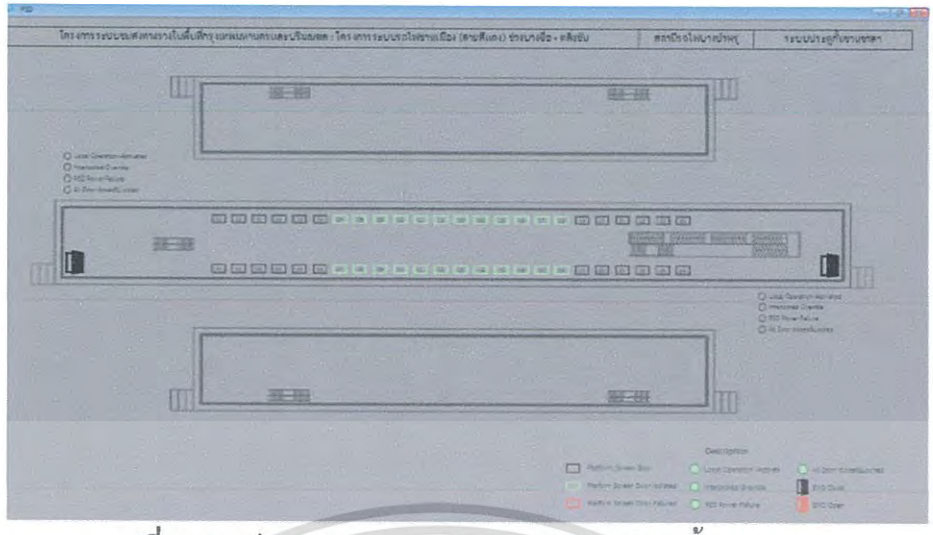
	Date	Time	Alarm text
1			
2			

รูปที่ 4.51 ส่วนบันทึกการแจ้งเตือนฉุกเฉินของห้องควบคุมที่มีอุณหภูมิสูงเกินและห้องการสื่อสารมีเครื่องปรับอากาศชำรุด

4.9 ระบบประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Door System)

โปรแกรมจะแสดงผล 2 อุปกรณ์ ได้แก่ ประตูกั้นชานชาลา (Platform Screen Door: PSD) และประตูชานชาลาฉุกเฉิน (Emergency Walkway Door: EWD) ซึ่งจะอธิบายเป็นลำดับถัดไป โดยหน้าต่างของระบบประตูกั้นชานชาลาจะแสดงดังรูปที่ 4.52

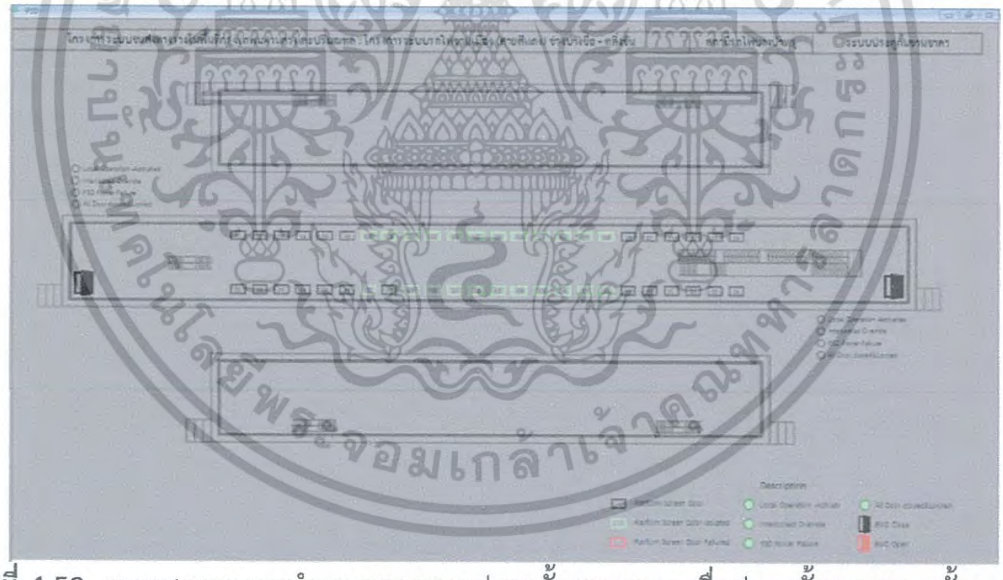
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.52 ส่วนแสดงผลการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา

4.9.1 ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมหน้าระบบประตูกั้นชานชาลา

- กรณีประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งทำงานปกติ ยกเว้นประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวที่ 8 มีการตัดไฟเพื่อปิดการใช้งาน ซึ่งเรียกว่า Isolated



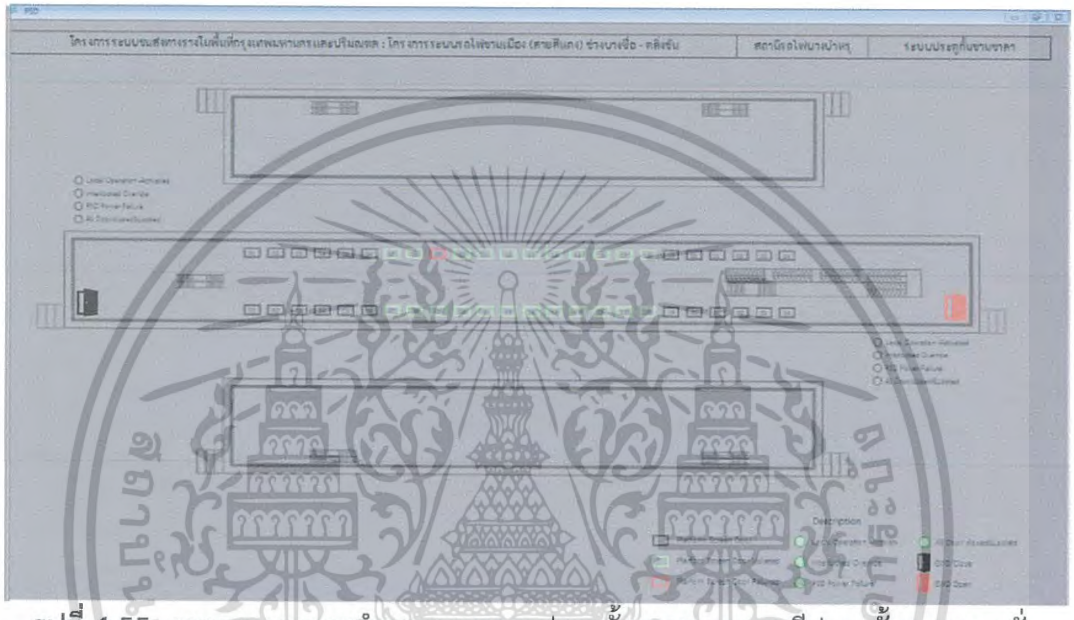
รูปที่ 4.53 การแสดงผลการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา เมื่อประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งทำงานปกติ ยกเว้นประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวที่ 8 มีการตัดไฟ

จากรูปที่ 4.53 จะเห็นว่าประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line แสดงเป็นสีเขียว เพื่อแจ้งว่าประตูกั้นชานชาลาทำงานปกติ และ ประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวที่ 8 จะแสดงเป็นสีเทาเข้ม เพื่อแจ้งว่ามีการตัดไฟเกิดขึ้น แต่ประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวอื่นยังทำงานปกติ จึงแสดงเป็นสีเขียว โดยโปรแกรมจะมีหน้าต่าง (Window) แสดงและบันทึกเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับระบบผ่าน Logbook ดังรูปที่ 4.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.54 ส่วนบันทึกการทำงาน เมื่อประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งทำงานปกติ ยกเว้นประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Westbound Line ตัวที่ 8 มีการตัดไฟ

- กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งบานอื่นทำงานปกติ



รูปที่ 4.55 การแสดงผลการทำงานของระบบประตูกั้นชานชาลา กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งบานอื่นทำงานปกติ

รูปที่ 4.56 ส่วนบันทึกการทำงาน กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งบานอื่นทำงานปกติ

รูปที่ 4.57 ส่วนการแจ้งเตือนฉุกเฉิน กรณีประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 เกิดการชำรุด แต่ประตูกั้นชานชาลาทั้งสองฝั่งบานอื่นทำงานปกติ

จากรูปที่ 4.55 จะเห็นว่าประตูกั้นชานชาลาฝั่ง Eastbound Line ตัวที่ 9 จะแสดงเป็นสีแดง เพื่อแจ้งว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นที่ประตูบานนั้น นอกจากนั้นโปรแกรมสามารถเก็บประวัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานทั้งหมดของระบบควบคุมสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งจะแสดงใน Logbook ดังรูปที่ 4.56 และในกรณีนี้อุปกรณ์ชำรุดจึงมีการบันทึกข้อมูลในส่วนของการแจ้งเตือนอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 4.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 บทสรุปโครงงาน

โครงงานนี้นำเสนอเรื่องของการพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟโดยใช้หลักการสกาดา (Supervisory Control Access Data Acquisition: SCADA) ที่มีการรายงานข้อมูลของระบบต่างๆ และสามารถควบคุมระบบการจ่ายไฟด้วย PLC โดยผ่านการตัดสินใจจากผู้ใช้ โดยได้ทำการเขียนโปรแกรมสั่งงานและแสดงผลอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องผ่านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ ระบบการจ่ายไฟ ระบบแสงสว่าง ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบปั๊มน้ำและการระบายน้ำ ระบบป้องกันและตรวจจับอัคคีภัย ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมและระบบประตูกั้นชานชาลา ซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งหากทำการทดลองเพิ่มเติมคาดว่าจะสามารถใช้งานกับอุปกรณ์จริงได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

5.2 อุปสรรคและการแก้ไข

การศึกษาเรื่องระบบการจัดการภายในสถานีรถไฟ เนื่องจากผู้วิจัยขาดความรู้ความเชี่ยวชาญ อีกทั้งการศึกษาการทำงานในระบบงานจริงนั้น บุคคลทั่วไปเข้าถึงได้ค่อนข้างยาก จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาเพิ่มเติมเป็นอย่างมาก เช่น การศึกษาจากหนังสือ การสอบถามจากบุคคลและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง เพื่อให้การออกแบบและดำเนินการในแต่ละขั้นตอนเป็นไปได้อย่างถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรมีอุปกรณ์เชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุตให้มากขึ้น เนื่องจากจำนวนอุปกรณ์ที่มีภายในสถานีรถไฟมีเป็นจำนวนมาก ทำให้การออกแบบในโครงงานนี้ทำได้อย่างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ปริญญานิพนธ์ วศิน เตรียมพิทักษ์ และอนุตต์ ช้างน้อย. **การจัดการสถานีรถไฟจำลอง**. สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] ภูวดล ภูเด่นแดน และกรรชนม์ ปิ่นโต. **คล่องแคล่ว PLC**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. พ.ศ.2548.

[3] Darin. 2014. **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC.** [Online]. Available : http://www.tgcontrol.com/?p=3313

[4] โครงการวิจัย บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์. 2559. **ชุดปฏิบัติการระบบการจัดการสถานีรถไฟ.** กรุงเทพฯ

[5] สุเธียร เกียรติสุนทร. **ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม พีแอลซีกับระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2558

[6] ธีรศิลป์ ทุมวิภาต. **เรียนรู้ PLC ขั้นต้นด้วยตนเอง**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. พ.ศ.2545.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

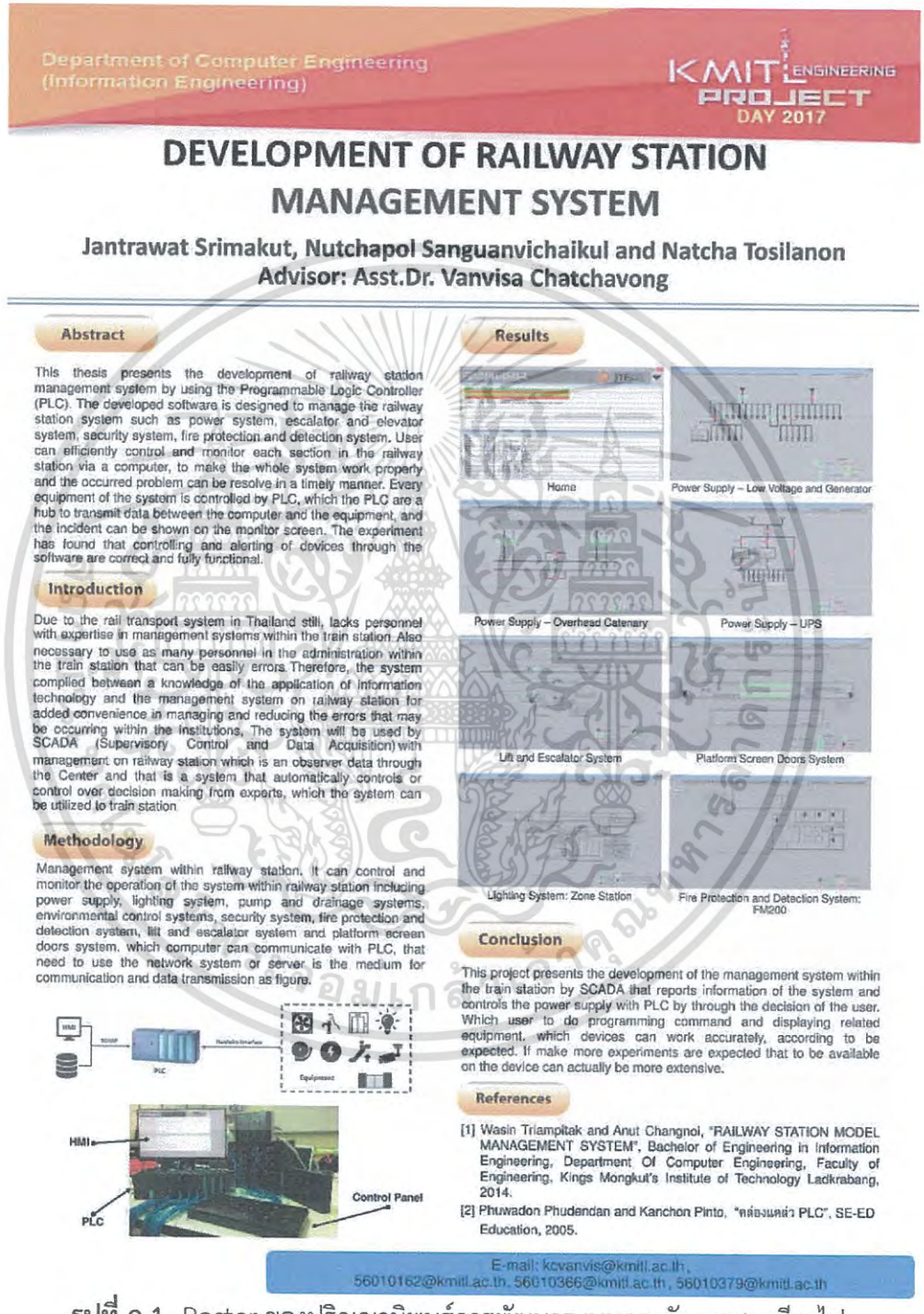
ภาคผนวก ก

Poster (และรูปผลงานถ้ามี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

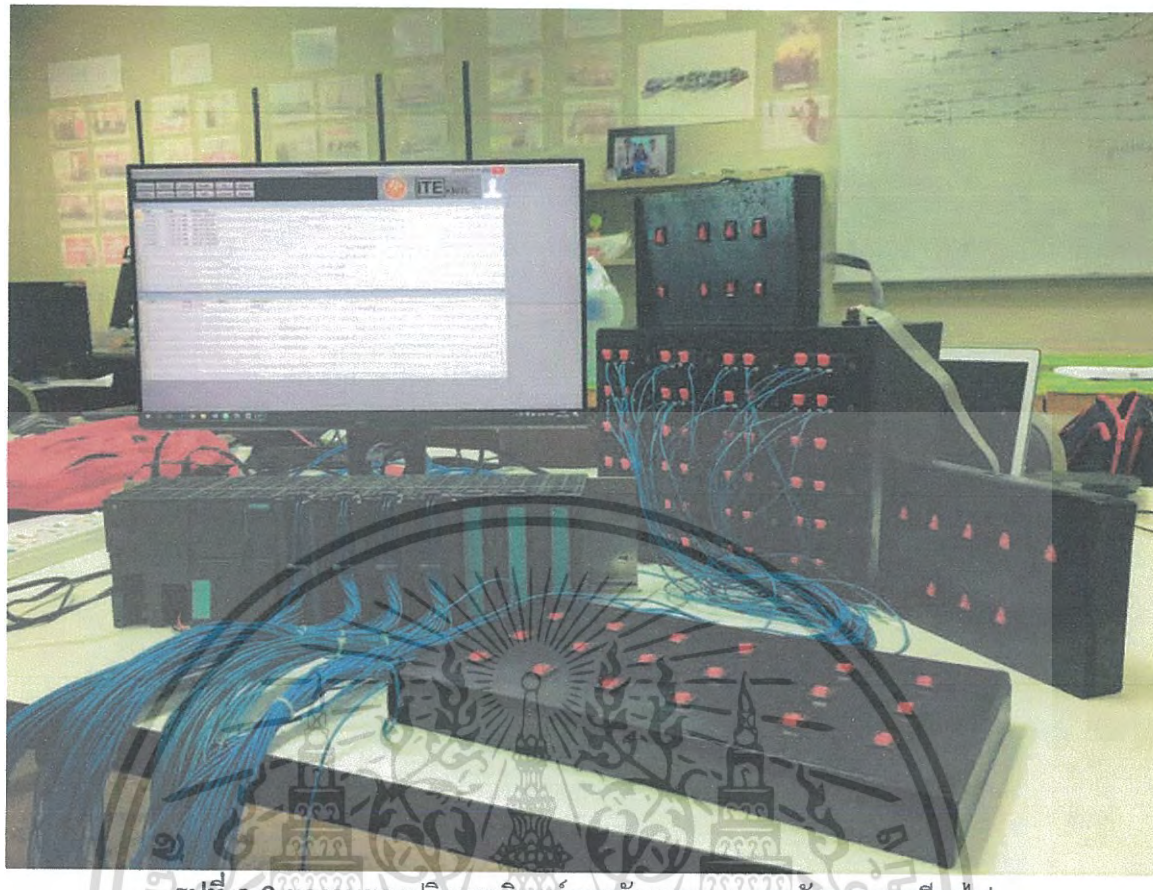
ภาคผนวก ก

Poster (และรูปผลงานถ้ามี)



รูปที่ ก.1 Poster ของปริญญานิพนธ์การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ผลงานของปริญญานิพนธ์การพัฒนาระบบการจัดการสถานีรถไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม TIA Portal V13

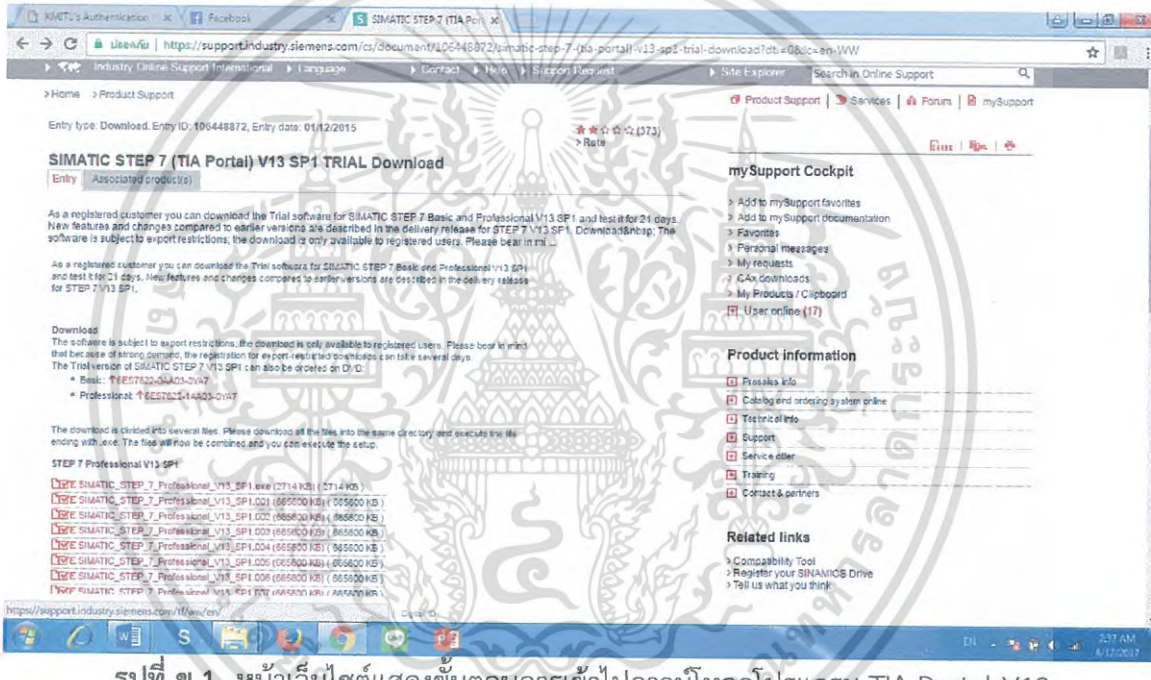
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม TIA Portal V13

การติดตั้งโปรแกรม TIA Portal V13

โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สามารถอธิบายได้ดังนี้

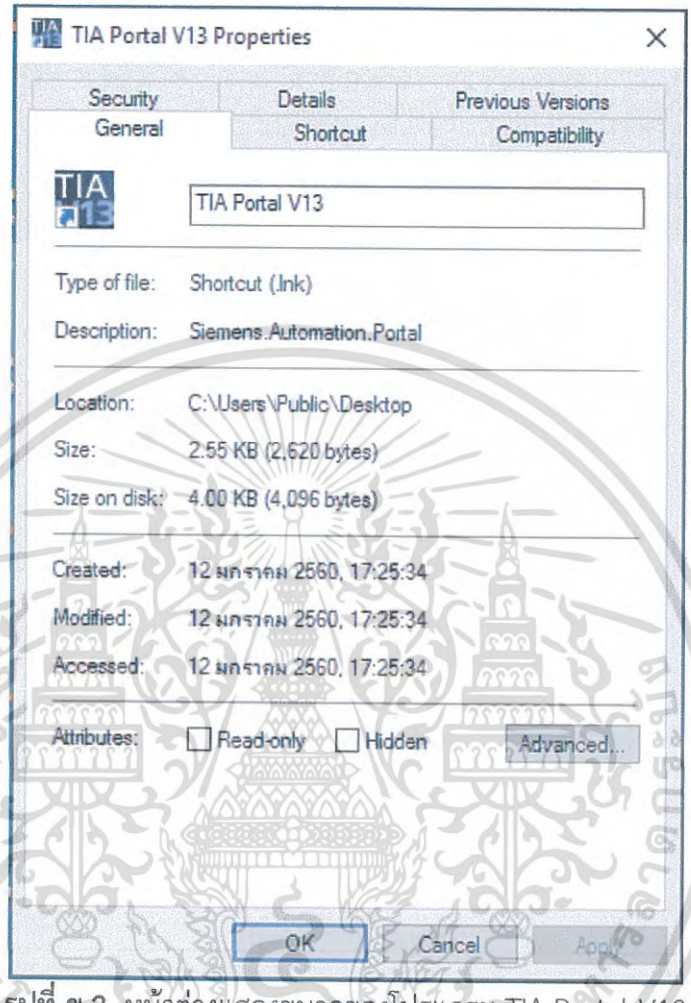
1. สามารถเข้าไปดาวน์โหลดตัวโปรแกรมได้จาก www.support.industry.siemens.com โดยเลือกคำสั่งProduct Support แล้วทำการดาวโหลด SIMATIC_STEP_7_Professional_V13_SP1.exe ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม TIA Portal V13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อทำการดาวน์โหลด SIMATIC_STEP_7_Professional_V13_SP1 เรียบร้อย ตัวไฟล์จะมีขนาดและฟอร์แมตไฟล์ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม TIA Portal V13

3. double-click ไฟล์ SIMATIC_STEP_7_Professional_V13_SP1.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม WIN CC

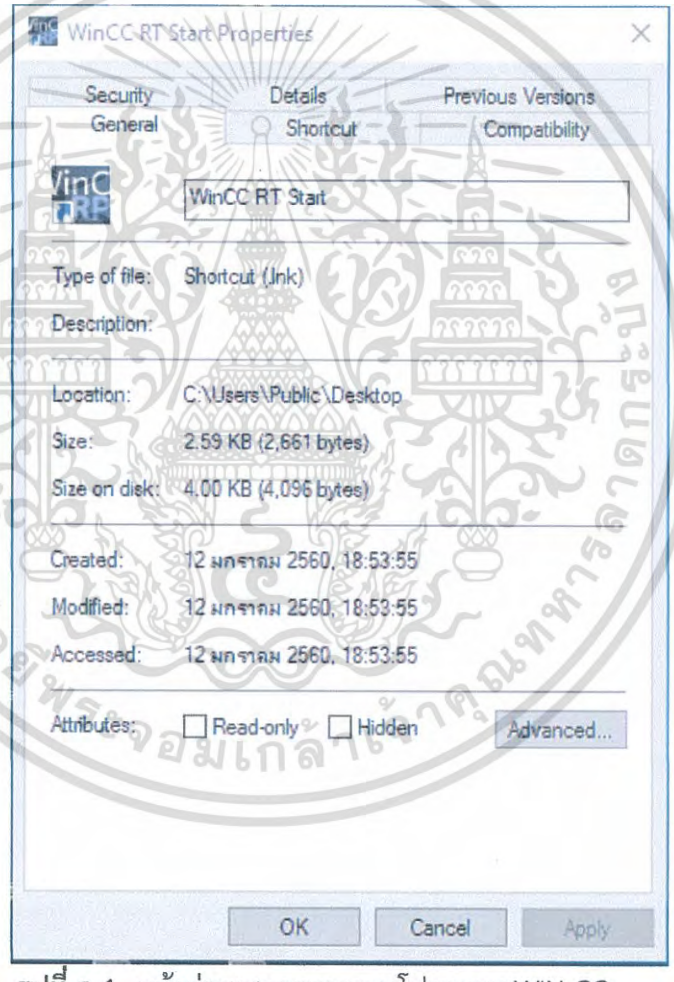
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม WINCC

การติดตั้งโปรแกรม WINCC

โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมื่อทำการดาวน์โหลด simatic_wincc_professional_v13_sp1_2.exe เรียบร้อย ไฟล์จะมีขนาดและฟอร์แมตไฟล์ดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม WIN CC

2. double-click ไฟล์ simatic_wincc_professional_v13_sp1_2.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม AutoCAD

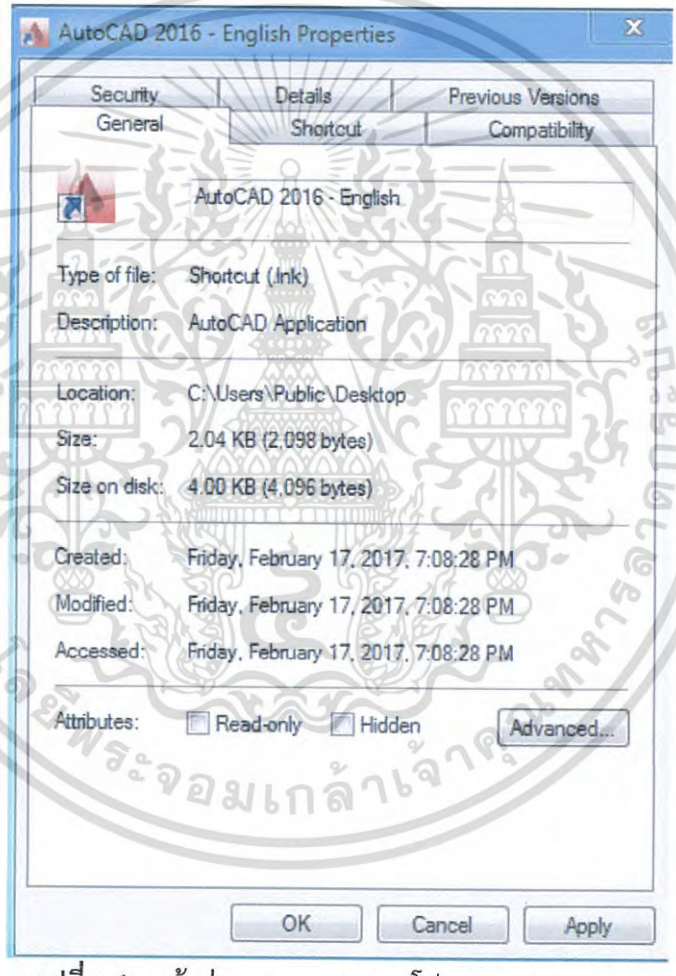
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม AutoCAD

การติดตั้งโปรแกรม AutoCAD

โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.เมื่อทำการดาวน์โหลดAutoCAD_2016_English_Win_64bit_r1_wi_enus_Setup_webinstall.exe เรียบร้อย ไฟล์จะมีขนาดและฟอร์แมตไฟล์ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม AutoCAD

2. double-click ไฟล์ AutoCAD_2016_English_Win_64bit_r1_wi_enus_Setup_webinstall.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้