สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148642

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล

Ethanol Loading Control System

นางสาวกชกร นคราวัฒน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 148642
วัน.เดือน.ปี - 6 พ.ย. 2560

.b 18872271
.i.....

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นางสาวกชกร นคราวัฒน์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันทน์
	ดร.รัชนี กุลยานนท์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายจรูญ พูลแก้ว
สถานประกอบการ	บริษัท ดิมายเออร์ ออโต้ซิสเต็มส์ จำกัด

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล นี้มีจุดประสงค์ในการจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับการสั่งงานผ่าน MicroLoad.net Preset Controller และควบคุมปริมาณการจ่ายเอทานอล รวมถึงการตรวจสอบเงื่อนไขการเติมสารแปลงสภาพหรือน้ำมันเบนซิน อีกทั้งยังมีระบบความปลอดภัยขณะทำการจ่ายเอทานอลด้วย โดยจัดทำในรูปแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ซึ่งออกแบบผ่านโปรแกรม EPLAN Electric P8 ซึ่งระบบการจ่ายเอทานอลนั้นต้องควบคุมปริมาณเอทานอลที่จ่ายไปยังรถบรรทุก โดยใช้ MicroLogix1500 PLC ควบคุมผ่านโปรแกรม RSLogix500 ในรูปแบบภาษา Ladder Diagram

คำสำคัญ : ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล, ตู้ควบคุมไฟฟ้า, MicroLogix1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title:	Ethanol Loading Control System
Student intern name:	Ms.Kodchakorn Nakarawat
Faculty:	Engineering
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Advisor name:	Asst.Prof.Dr.Tattaya Pukkalanun
	Dr.Rutchanee Gullayanon
Mentor name:	Mr.Charoon Phoonkeaw
Company:	Demier Autosystem Company Limited

ABSTRACT

Ethanol Loading Control System is intended for use audit of database with MicroLoad.net Preset Controller's work connection and control volume of Ethanol include check condition inject Benzene 95 to mix with Ethanol. This project has security system when transfer Ethanol. Control Panel designed by EPLAN Electric P8 program. MicroLogix1500 PLC is main controller in Ethanol Loading Control System and we can control PLC by RSLogix500 program with Ladder Diagram.

Keywords: Ethanol Loading Control System, Control Panel, MicroLogix1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาและดำเนินงานเกี่ยวกับระบบควบคุมสำหรับการจ่ายเอทานอล โดยโครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท ดิมายเออร์ ออโต้ซิสเต็มส์ จำกัดที่ให้ความร่วมมือกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอย่างดีในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษารวมทั้งบุคคลากรฝ่ายติดตั้งระบบไฟฟ้า 1 แผนกไฟฟ้าควบคุม และบุคคลากรทุกท่านในบริษัท ดิมายเออร์ ออโต้ซิสเต็มส์ จำกัด ที่มอบความรู้และประสบการณ์ต่างๆทั้งที่ได้รับจากการทำงานตลอดระยะเวลาที่สหกิจศึกษา นอกจากนี้ขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อชี้แนะในการศึกษาค้นคว้าจนโครงงานประสบผลสำเร็จ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนและให้กำลังใจในการทำโครงงานครั้งนี้จนกระทั่งประสบความสำเร็จด้วยดี

นางสาวกชกร นคราวัฒน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 วิธีดำเนินโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล	3
2.1.1 ระบบควบคุมที่ห้องควบคุมการจ่ายเอทานอล	4
2.1.2 ระบบควบคุมที่พื้นที่จ่ายเอทานอล	4
2.1.3 ระบบควบคุมผ่าน WEB PAGE	4
2.2 อุปกรณ์ที่ใช้งานบนระบบควบคุมพื้นที่จ่ายเอทานอล	5
2.2.1 อุปกรณ์ควบคุมหลัก	5
2.2.1.1 MicroLogix1500 PLC	5
2.2.1.2 Batch Controller	7
2.2.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อการสื่อสาร	10
2.2.2.1 MicroLogix Ethernet Interface	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.2.2.2 Contact Ethernet Switch	10
2.2.3 อุปกรณ์อื่นๆในพื้นที่จ่ายเอทานอล	11
2.2.4 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	13
2.3 ขั้นตอนการจ่ายเอทานอล	15
2.3.1 การจ่ายเอทานอล	15
2.3.2 การหยุดจ่ายเอทานอลชั่วคราว	16
2.3.3 การยกเลิกการจ่ายเอทานอล	16
2.4 โปรแกรมออกแบบทางไฟฟ้า	16
2.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของ PLC	17
2.6 โปรแกรมสื่อสารระหว่าง MicroLogix PLC กับ โปรแกรม RSLogix500	17
2.7 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	18
2.7.1 โครงสร้าง Ethernet Network	18
2.7.1.1 โครงสร้างแบบ Linear Switch	18
2.7.1.2 โครงสร้างแบบ Star Switch	19
2.7.1.3 โครงสร้างแบบ Ring Switch	20
2.7.2 ระบบโครงข่าย Ethernet Network	20
2.7.2.1 LAN (Local Area Network)	20
2.7.2.2 MAN (Metropolitan Area Network)	20
2.7.2.3 WAN (Wide Area Network)	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน	**22**
3.1 ศึกษา Piping & Instrument Diagram (P&ID)	22
3.2 การติดตั้งโปรแกรมสำหรับการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	23
3.3 การออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
3.4 การติดตั้งโปรแกรมควบคุมทางไฟฟ้า	31
3.4.1 โปรแกรม RSLogix500 และ RSLogix Emulate 500	31
3.4.2 โปรแกรม RSLinx Classic และ ENI/ENIW Configuration Utility	32
3.5 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	33
3.6 จำลองการใช้งานของโปรแกรมโดยใช้ RSLogix Emulate 500	35
3.7 ขั้นตอนการทำ Network Configuration	38
3.8 การจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	40
3.9 ทดสอบการใช้งานตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	41
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	**42**
4.1 ผลการออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	42
4.2 ผลการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	45
4.3 ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (FAT)	46
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	**48**
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	48
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน	48
5.3 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	**50**
ภาคผนวก ก Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของ MicroLogix1500 PLC	**52**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล	3
2.2	MicroLogix1500 PLC	5
2.3	Base unit ของ MicroLogix1500 PLC	6
2.4	Compact I/O Module ของ MicroLogix1500 PLC	6
2.5	Batch Controller	7
2.6	หน้าจอแสดงผล Batch Controller 1	7
2.7	หน้าจอแสดงผล Batch Controller 2	8
2.8	หน้าจอแสดงผล Batch Controller 3	8
2.9	หน้าจอแสดงผล Batch Controller 4	9
2.10	หน้าจอแสดงผล Batch Controller 5	9
2.11	MicroLogix Ethernet Interface	10
2.12	Contact Ethernet switch	10
2.13	EPLAN Electric P8	16
2.14	RSLogix500	17
2.15	RSLinx	17
2.16	Ethernet/IP	18
2.17	โครงสร้าง Ethernet Network แบบ Linear Switch	19
2.18	โครงสร้าง Ethernet Network แบบ Star Switch	19
2.19	โครงสร้าง Ethernet Network แบบ Ring Switch	20
2.20	โครงข่ายแบบ LAN MAN และ WAN	21
3.1	แผนผังแสดงการดำเนินงานโครงงาน	22
3.2	ตัวอย่าง P&I Diagram ของระบบจ่ายเอทานอล	23
3.3	ไฟล์ “Setup.exe” สำหรับติดตั้งโปรแกรม EPLAN Electric P8	24
3.4	โฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลและติดตั้งโปรแกรม EPLAN Electric P8	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.5	หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม EPLAN Electric P8	25
3.6	ขั้นตอนเริ่มสร้างโปรเจค EPLAN	26
3.7	ขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดของโปรเจค EPLAN	26
3.8	แบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	27
3.9	แบบหน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) พร้อม BOM List	27
3.10	BOM List ตู้ควบคุมไฟฟ้าของระบบการจ่ายเอทานอล	28
3.11	แบบการเดินสายไฟ 220V ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	28
3.12	แบบการเดินสายไฟ 24V ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	29
3.13	แบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า 1 (Internal Wiring Control Panel)	29
3.14	แบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า 2 (Internal Wiring Control Panel)	30
3.15	แบบการเดินสายไฟ Permissive Interlock ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า	30
3.16	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม RSLogix500	31
3.17	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม RSLogix Emulate 500	31
3.18	ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม RSLinx Classic	32
3.19	ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์ ENI/ENIW Configuration Utility	32
3.20	ขั้นตอนสร้างโปรเจค Ladder Diagram	33
3.21	การกำหนด I/O Configuration	34
3.22	Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของตู้ควบคุม (DI)	34
3.23	Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของตู้ควบคุม (DO)	35
3.24	การกำหนด Station Number (เลขฐาน 10) บน RSLogix Emulate 500	35
3.25	การเลือก Driver โดยใช้ SLC 500(DH485) Emulator driver	36
3.26	การกำหนด Station Number (เลขฐาน 8) และ Station Name	36
3.27	การเลือก System Communication บน RSLogix500	37
3.28	โปรเจคที่ได้รับการ Simulate	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.29	การเลือก Driver โดยใช้ Ethernet/IP Driver	38
3.30	การแสดงผลลัพธ์การเชื่อมต่อบน RSLinx Classic	38
3.31	การตั้งค่า ENI/ENIW Configuration Utility	39
3.32	ระบบเครือข่าย Ethernet เชื่อมต่อระหว่าง PC กับ MicroLogix1500 PLC	39
3.33	จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (1)	40
3.34	จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (2)	40
3.35	การทดสอบการใช้งานตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	41
3.36	การทดสอบการใช้งาน Digital Output ในตู้ควบคุมไฟฟ้า	41
4.1	ผลการออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	42
4.2	ผลการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	43
4.3	ผลการออกแบบการวางอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	43
4.4	ผลการออกแบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (1)	44
4.5	ผลการออกแบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (2)	44
4.6	ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	45
4.7	รายละเอียดภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)	45
4.8	ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (1)	46
4.9	ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (2)	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงการดำเนินงานศึกษาและจัดทำโครงงาน 2

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงอุปกรณ์ที่ใช้งานอื่นๆ 11

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เอทานอลหรือเอทิลแอลกอฮอล์ เป็นแอลกออฮอล์ประเภทหนึ่งโดยมีคุณลักษณะ เป็นของเหลวใส ไม่มีสี ติดไฟง่าย มีความไวไฟและค่าออกเทนสูง โดยในการผลิตเอทานอลในที่นี้ใช้วัตถุดิบในการผลิตคือ กากน้ำตาล หรือโมลาสที่ได้รับจากกระบวนการผลิตน้ำตาล สามารถนำเอทานอลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมยาและน้ำหอม เครื่องสำอาง สารฆ่าเชื้อโรค และส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมกับน้ำมันเบนซิน 91 เนื่องจากมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อการคมนาคมขนส่งในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมีการพัฒนาหาแหล่งพลังงานทดแทนที่ มาจากวัตถุดิบทางการเกษตรที่สามารถผลิตเองได้ เอทานอลจึงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่สำคัญในการผลิตเชื้อเพลิง ซึ่งการขนส่งเอทานอลนั้นจำเป็นต้องใช้รถบรรทุกเป็นตัวช่วยในการขนส่งทางบก เพราะสามารถส่งสินค้าได้รวดเร็ว ลดค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายซับซ้อน ลดความเสียหายและสินค้าสูญหายระหว่างขนถ่ายเปลี่ยนยานพาหนะ และยังสะดวกต่อการเข้าถึงพื้นที่โดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบควบคุมการจ่ายเอทานอลไปยังรถบรรทุก เพื่อควบคุมการบรรจุ ตรวจสอบปริมาณเอทานอล บันทึกข้อมูล และควบคุมความปลอดภัยขณะทำการจ่ายเอทานอล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อควบคุมระบบการจ่ายเอทานอลผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ Allen Bradley MicroLogix 1500 PLC และอุปกรณ์ควบคุม MicroLoad.net Preset Controller
2. เพื่อควบคุมด้านความปลอดภัยในขณะทำการจ่ายเอทานอลโดยใช้ระบบ Grounding และ Overfill รวมถึง Deadman switch ในการควบคุมความปลอดภัย
3. เพื่อตรวจสอบปริมาณการจ่ายออกของเอทานอล

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. เขียนแบบตู้ควบคุม และโปรแกรมของระบบการจ่ายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จัดทำและทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมระบบการจ่ายเอทานอล

1.4 วิธีดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงการดำเนินงานศึกษาและจัดทำโครงงาน

ตารางเวลาการดำเนินงานโครงงาน (Project Schedule)	ประจำเดือน															
	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.					พ.ย.		
ได้รับหัวข้อการทำโครงงาน																
ศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง																
วางแผนการจัดทำโครงงาน																
เขียนแบบตู้ควบคุมระบบจ่ายเอทานอล																
เขียนโปรแกรมระบบจ่ายเอทานอล																
จัดทำและทดสอบการใช้งานของตู้ควบคุม																
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน																
จัดทำเล่มโครงงาน																

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำเทคโนโลยีมาทำให้ง่ายต่อการจัดการระบบจ่ายเอทานอล

2. มีระบบป้องกันความปลอดภัยขณะทำการจ่ายเอทานอล

3. เป็นประโยชน์ในการควบคุมและตรวจสอบระบบจ่ายเอทานอลจากระยะไกล แสดงผลและควบคุมผ่านหน้าจอควบคุมในห้องควบคุม

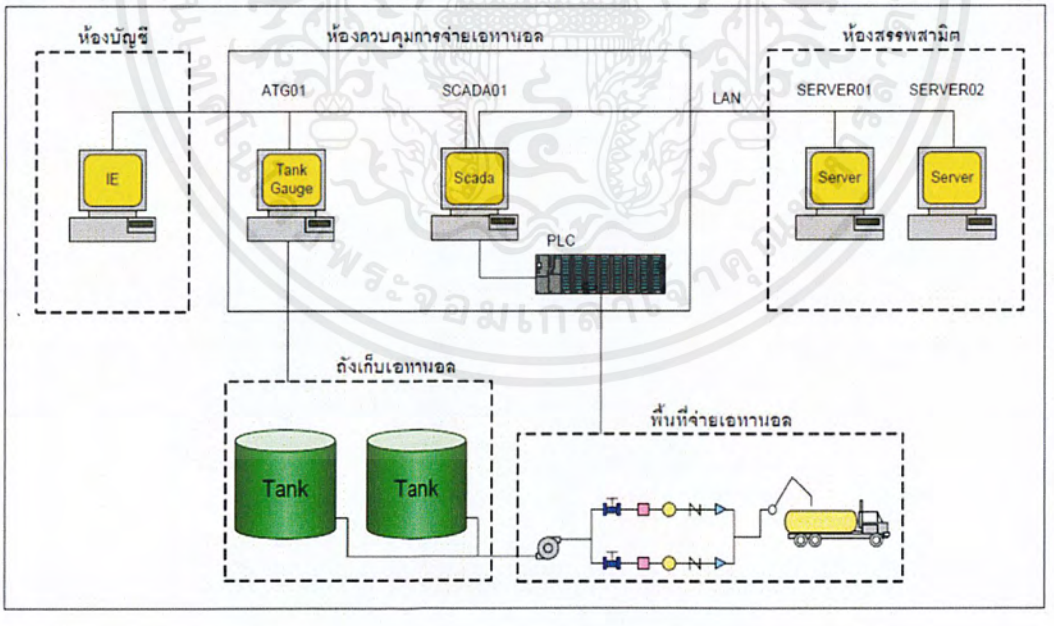
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล

เอทานอลเป็นแอลกอฮอล์ที่ได้จากการแปรรูปพืชผลทางเกษตรประเภทน้ำตาลคือน้ำอ้อยหรือโมลาส โดยผ่านกระบวนการหมักโดยใช้ยีสต์ เพื่อเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นเอทานอล จากนั้นก็จะส่งเข้าสู่กระบวนการกลั่นได้เอทานอล 95% และเข้าสู่กระบวนการแยกน้ำ (Dehydration) จนได้เอทานอล 99.5% แล้วนำไปเก็บไว้ที่ถังเก็บ เพื่อรอการจำหน่ายสำหรับช่องทางการจำหน่ายเอทานอลของบริษัท ดังนั้นจึงต้องมีระบบควบคุมการจ่ายเอทานอลขึ้นมาเพื่อควบคุมการปริมาณการจ่ายเอทานอลจากบริษัท ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายไปยังผู้ซื้อ และควบคุมความปลอดภัยขณะทำการจ่ายเอทานอลด้วย

ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอลเป็นระบบที่ใช้ควบคุม ตรวจสอบ และบันทึกข้อมูลการจ่ายเอทานอล โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 ระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ระบบควบคุมที่ห้องควบคุมการจ่ายเอทานอล

ระบบนี้จะถูกติดตั้งอยู่ในห้องควบคุมประกอบด้วย PLC และคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องได้แก่

1. ATG01 ใช้สำหรับตรวจสอบระดับ, ปริมาณ และอุณหภูมิภายในถังเก็บเอทานอลโดยคอมพิวเตอร์จะถูกต่อเข้ากับระบบเรดาร์ที่ติดตั้งอยู่บนถังเก็บเอทานอล

2. SCADA01 ใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุมการจ่ายเอทานอลที่พื้นที่จ่ายเอทานอลผ่าน PLC รวมทั้งสามารถดูข้อมูลในถังเก็บเอทานอลผ่าน ATG01

2.1.2 ระบบควบคุมที่พื้นที่จ่ายเอทานอล

ระบบนี้จะถูกติดตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่จ่ายเอทานอลประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ

1. BATCH CONTROLLER ใช้สำหรับตรวจสอบควบคุมและกำหนดปริมาณเอทานอลที่ใช้เติมในแต่ละครั้ง

2. ระบบ SAFETY ใช้สำหรับตรวจสอบและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดในระหว่างทำการจ่ายเอทานอลเช่น GROUNDING, OVERFILL, DEADMAN SWITCH และ ESD

3. ADDITIVE INJECTOR ใช้สำหรับควบคุมการฉีดน้ำมันเบนซิน 91 เข้าไปผสมกับเอทานอลขณะจ่ายเอทานอลลงรถบรรทุก

โดยกรมสรรพสามิตมีข้อกำหนดตามที่ระบุไว้ในสัญญาอนุญาตการผลิตและจำหน่ายเอทานอลที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงว่าจะต้องนำเอทานอลทั้งหมดที่ผลิตได้ไปผสม กับน้ำมันเชื้อเพลิง หรือจำหน่ายให้แก่ผู้ค้าน้ำมันโดยตรงเท่านั้น และจะต้องแปลงสภาพเป็นก่อนนำออกจากโรงงานผลิตเอทานอล โดยสารแปลงสภาพที่ใช้คือน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งในการผสมเอทานอลแปลงสภาพนั้น จะใช้น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซฮอล์ในสัดส่วน 0.5% ผสมกับเอทานอลในสัดส่วน 99.5% เพื่อให้ได้เอทานอลแปลงสภาพสำหรับจำหน่ายให้กับบริษัทผู้ค้าน้ำมันตามมาตรา 7 แห่งพระราชบัญญัติการค้าน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ. 2543

2.1.3 ระบบควบคุมผ่าน WEB PAGE

ระบบนี้เป็นระบบควบคุมที่ทำงานผ่าน WEB PAGE โดยสามารถใช้คอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้ที่มีการต่อเข้ากับระบบเครือข่ายของระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล และมีการตั้งค่าเครือข่ายภายในเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเหมาะสมก็จะสามารถเข้าไปใช้ระบบ WEB PAGE ทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งในห้องสรรพสามิต ห้องควบคุมการจ่าย และห้องในแผนกบัญชีได้พร้อมกัน

โดยในส่วนของโครงงานนี้เป็นส่วนของการเขียนแบบตู้ควบคุมและจัดทำตู้ควบคุมของระบบควบคุมที่ห้องควบคุม รวมถึงเขียน Ladder Diagram ควบคุมการจ่ายเอทานอล ในส่วนของ SCADA01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้งานบนระบบควบคุมพื้นที่จ่ายเอทานอล

บริเวณพื้นที่จ่ายเอทานอลจะมีพนักงานควบคุมการจ่ายเอทานอลประจำอยู่อย่างน้อย 1 คนโดยจะมีหน้าที่รับผิดชอบตรวจสอบความถูกต้องของรถที่มารับเอทานอลตรวจสอบระบบป้องกันและความถูกต้องในการจ่ายเอทานอลกำหนดปริมาณเอทานอลที่จะใช้เติมในแต่ละครั้งและแก้ไขปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่จ่ายเอทานอล

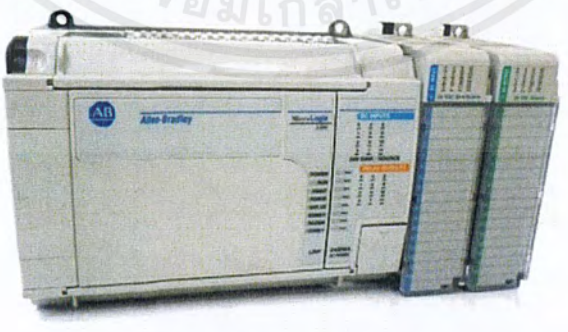
อุปกรณ์หลักที่สำคัญในระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล สามารถแยกได้เป็น 4 ส่วนหลักได้ดังนี้คือ อุปกรณ์ควบคุมหลัก อุปกรณ์เชื่อมต่อการสื่อสาร อุปกรณ์อื่นๆในพื้นที่จ่ายเอทานอล และอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

2.2.1 อุปกรณ์ควบคุมหลัก

ประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ตัวด้วยกันคือ PLC Allen Bradley รุ่น MicroLogix1500 และ Batch Controller รุ่น MicroLoad โดยสามารถแสดงคุณสมบัติ และรายละเอียดการทำงานได้ดังนี้

2.2.1.1 MicroLogix1500 PLC (Programmable Logic Controller)

เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถโปรแกรมได้โดยถูกสร้าง และพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย MicroLogix1500 PLC เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติขนาดย่อม ที่มีประสิทธิภาพสูงมีคุณลักษณะเด่นหลายประการที่ไม่มีใน PLC ขนาดย่อมทั่วๆไป ระบบฮาร์ดแวร์ของ MicroLogix1500 PLC นี้ได้ถูกออกแบบให้มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง และการบำรุงรักษา

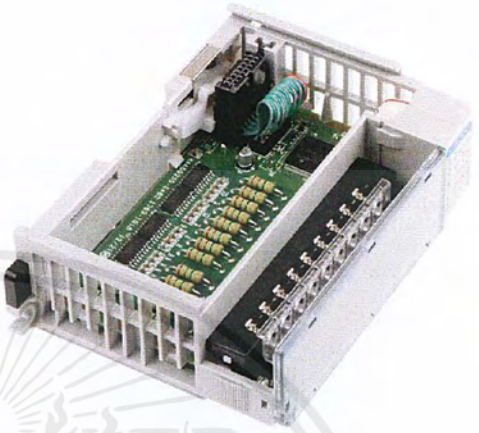


รูปที่ 2.2 MicroLogix1500 PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MicroLogix1500 PLC ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกันคือ

รูปที่ 2.3 Base unit ของ MicroLogix



รูปที่ 2.4 Compact I/O Module ของ MicroLogix

1. Base unit กล่าวได้ว่าเป็นลำตัวหรือตัวฐานของ MicroLogix1500 จะมีส่วนอินพุทและเอาท์พุทอยู่ในส่วนนี้ ซึ่งมีทั้งแบบ 24 I/O หรือ 28 I/O แต่จะรวมทั้งส่วนจ่ายพลังงาน Power Supply ด้วย Base unit ของ MicroLogix1500

2. Processor Module กล่าวได้ว่าเป็นหัวใจของ PLC ส่วนนี้จะเป็นลักษณะเหมือนแผ่นสไลด์เสียบเข้าไปในส่วน Base unit รวมถึงเป็นส่วนที่ใช้ใส่เพิ่ม accessories

3. Compact I/O Module ส่วนนี้เป็นส่วนขยายเพิ่มเติมหน่วย อินพุทและเอาท์พุทจาก Base unit ซึ่งจะใส่เพิ่มหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน สามารถต่อเพิ่มขยาย I/O ได้ด้วยชุด Module I/O อีกสูงสุด 8 การ์ด นั่นหมายถึงมี I/O ได้สูงสุดถึง 152 points หรือ 156 points หรือถ้าต้องการมากกว่านั้นจะต้องใช้ expansion cable และเพิ่ม Power supply

4. Accessories เช่น Optional memory ใช้เพื่อเพิ่มหน่วยความจำ, Real time clock เป็นชุดสัญญาณนาฬิกา และ Optional Data Access Tool (DAT) เพื่อการดูข้อมูล และปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

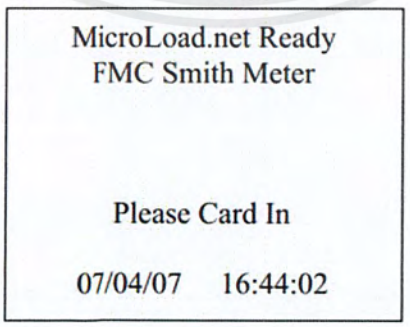
2.2.1.2 Batch Controller

รูปที่ 2.5 Batch Controller

Batch Controller รุ่น MicroLoad ถูกออกแบบมาเพื่อป้อนข้อมูล ควบคุมช่วงของการส่งออกและรับเข้าผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังสามารถดำเนินงานได้ด้วยตนเอง (standalone) หรือเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานกับระบบ SCADA ด้วยการใช้งานที่ครอบคลุม โดยผู้ใช้งานเป็นผู้ตั้งค่า และกำหนดค่าการใช้งานด้วยตนเอง และ Batch Controller นี้สามารถปรับแต่งให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในธุรกิจการซื้อขายเชื้อเพลิงที่เกี่ยวข้องในการขนส่งระหว่างผู้ประกอบการโดย Batch Controller รุ่น MicroLoad นี้ใช้สำหรับควบคุมการจ่ายเอทานอลโดยกำหนดปริมาณเอทานอลที่จะเติม Batch Controller จะมี 2 ตัว สามารถเลือกได้ว่าจะใช้ตัวที่ 1 หรือ 2

การใช้งาน Batch Controller เพื่อทำการจ่ายเอทานอล

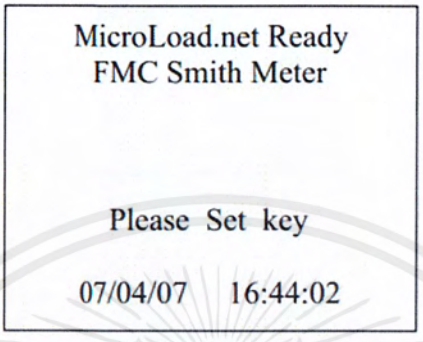
1. เริ่มต้น Batch Controller จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 2.6 แสดงถึงความพร้อมในการใช้งาน



รูปที่ 2.6 หน้าจอแสดงผล Batch Controller 1

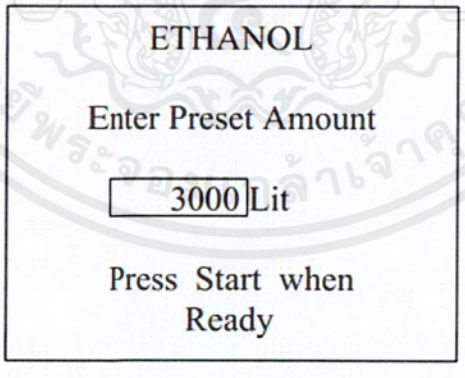
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำบัตรมาทาบกับเครื่องอ่านบัตร เมื่อเครื่องอ่านข้อมูลในบัตรจะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 2.7 แสดงถึงเครื่องพร้อมที่จะรับข้อมูลจำนวนเอทานอลที่ต้องการจ่าย



รูปที่ 2.7 หน้าจอแสดงผล Batch Controller 2

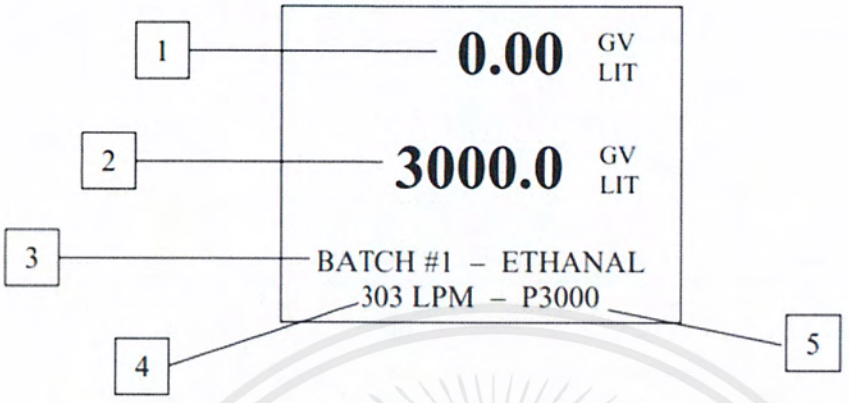
3. กดปุ่ม Set จะแสดงหน้าจอดังรูปที่ 2.8 จากนั้นทำการป้อนปริมาณเอทานอลที่ต้องการเติมในช่องสามารถสอบถามคนขับรถว่าช่องไหนต้องเติมเท่าไร ถ้าป้อนข้อมูลผิดให้กดปุ่ม Clear เพื่อแก้ไขตัวเลขหลังจากป้อนตัวเลขถูกต้องให้กดปุ่ม Start



รูปที่ 2.8 หน้าจอแสดงผล Batch Controller 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลำดับต่อมาหน้าจอจะแสดงดังรูปที่ 2.9 และระบบจะทำการจ่ายเอทานอล



รูปที่ 2.9 หน้าจอแสดงผล Batch Controller 4

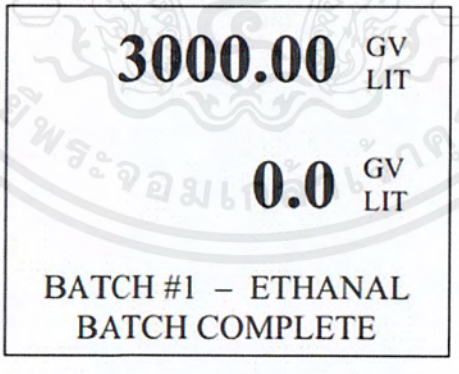
หมายเลข 1 แสดงปริมาณเอทานอลที่กำลังจ่ายลงไปยังรถบรรทุก

หมายเลข 2 เป็นปริมาณเอทานอลที่กำลังจ่ายลงไปยังรถแค่ 1 ช่องโดยตัวเลขจะเริ่มต้นเท่ากับค่า Preset และนับถอยหลังจนเท่ากับ 0

หมายเลข 3 แสดงตัวจำนวนช่องที่ได้รับการเติมเรียบร้อย

หมายเลข 4 แสดงค่าอัตราการไหล

หมายเลข 5 แสดงค่า Preset ของช่องที่ทำการเติม ณ ขณะนั้น



รูปที่ 2.10 หน้าจอแสดงผล Batch Controller 5

เมื่อเติมจนเต็ม 1 ช่องระบบจะทำการหยุดจ่าย และแสดงผลตามรูปที่ 2.10 เมื่อครบตามจำนวนที่ต้องการให้กดปุ่ม Print ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อการสื่อสาร

2.2.2.1 MicroLogix Ethernet Interface

อุปกรณ์เชื่อมต่อการสื่อสารคือ MicroLogix Ethernet Interface รุ่น 1761-NET-ENI module เป็นอุปกรณ์การเชื่อมต่อแบบ Ethernet/IP สำหรับ MicroLogix และ CompactLogix Controller โดย Ethernet Interface จะทำหน้าที่เป็นตัวแปลงการสื่อสารจากอุปกรณ์ที่ไม่รองรับ Ethernet สามารถที่จะสื่อสารด้วยระบบ Ethernet ได้โดยสามารถอัปโหลด, ดาวน์โหลดโปรแกรมและสื่อสารระหว่างตัวควบคุมอื่นๆได้ โดย Ethernet/IP เป็นโปรโตคอลตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแบบเปิด และเป็นสื่อกลางในการทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ โดยสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง controller Allen-Bradley แบบ Ethernet ตัวอื่นๆได้

รูปที่ 2.11 MicroLogix Ethernet Interface

รูปที่ 2.12 Contact Ethernet Switch

2.2.2.2 Contact Ethernet Switch

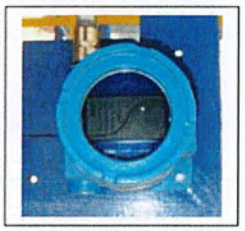
Contact Ethernet Switch รุ่น Phoenix 2891929 FL SWITCH SFN 8TX เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อทำการขยายสัญญาณเครือข่าย Ethernet ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพพร้อมด้วยการออกแบบที่กะทัดรัดเหมาะแก่การติดตั้งในตู้ควบคุม และตู้พักสาย โดย Contact Ethernet Switch รุ่นนี้มีทั้งหมด 8 RJ45 port การใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 อุปกรณ์อื่นๆในพื้นที่จ่ายเอทานอล

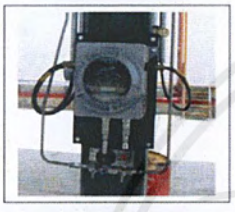
อุปกรณ์ที่ใช้งานอื่นๆในพื้นที่จ่ายเอทานอล มีดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงอุปกรณ์ที่ใช้งานอื่นๆในพื้นที่จ่ายเอทานอล

รูปแสดงอุปกรณ์	อุปกรณ์ที่ใช้งาน	รายละเอียด
	เครื่องควบคุมระบบ Grounding และ OverFill	ระบบ Grounding และ OverFill คือ ระบบป้องกันการเกิดประกายไฟจากไฟฟ้าสถิตย์ และระบบป้องกันเอทานอลล้นออกจากตัวถังรถบรรทุก
	Loading Arm (งวงจ่าย)	เป็นท่อโลหะใช้จ่ายเอทานอลลงถัง โดยจะมีการติดตั้งตัวตรวจจับระดับเอทานอล สำหรับระบบ Overfill
	Emergency Switch	เป็นปุ่ม Emergency เมื่อมีการกดปุ่มระบบจ่ายเอทานอลจะหยุดทำงาน
	Deadman Switch	เป็นอุปกรณ์ใช้บีบขณะทำการจ่ายเอทานอล เมื่อปล่อยมือออกระบบจ่ายเอทานอลจะหยุดทำงาน
	Card Reader (เครื่องอ่านบัตร)	เป็นเครื่องอ่านบัตรเติมเอทานอล โดยเครื่องจะทำการตรวจสอบข้อมูลในบัตรเมื่อข้อมูลถูกต้อง Batch Controller จะเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) ตารางแสดงอุปกรณ์ที่ใช้งานอื่นๆในพื้นที่จ่ายเอทานอล

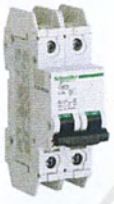
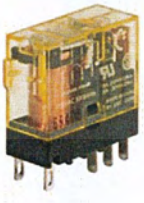
รูปแสดงอุปกรณ์	อุปกรณ์ที่ใช้งาน	รายละเอียด
	ปากคีบ Grounding	ใช้คีบเข้ากับตัวถังรถบรรทุกเอทานอล เพื่อป้องกันการเกิดประกายไฟจากไฟฟ้าสถิตย์
	Additive Injector	เป็นเครื่องฉีดน้ำมันเบนซินลงไปผสมกับเอทานอล ปริมาณที่เติมอยู่ที่ 0.5% ของปริมาณเอทานอลที่จ่าย
	Motor Valve	เป็นวาล์วเฉพาะแบบ โดยจะติดมอเตอร์ สามารถควบคุมการ ปิดและเปิดได้ด้วยไฟฟ้า
	Flow Meter	เป็นมิเตอร์วัดอัตราการไหลและปริมาณเอทานอลที่จ่าย
	Control Valve	เป็นวาล์วที่ใช้สำหรับควบคุมการจ่ายเอทานอลโดยจะถูกควบคุมจาก Batch Controller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

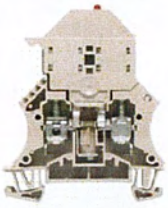
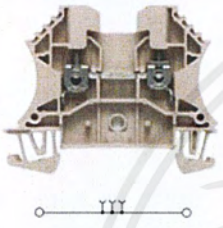
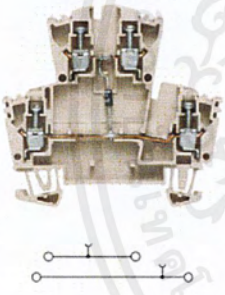
อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) มีดังนี้

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

รูปแสดงอุปกรณ์	อุปกรณ์ที่ใช้งาน	รายละเอียด
	Circuit Breaker C60N-2 poles	อุปกรณ์ที่ทำงานเปิด และปิดวงจรไฟฟ้า โดยป้องกันอุปกรณ์จากกระแสไฟฟ้าที่เกินกำหนด
	Power Supply QUINT/24V	ตัวแปลงไฟฟ้าจากความต่างศักย์ไฟฟ้า 220VAC เป็น 24VDC
	Thermostat Saipwell KTS 011	เป็นอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า เมื่ออุณหภมิเกินค่ากำหนดจะสั่งให้พัดลมระบายความร้อนทำงาน
	Relay RJ2S-CL-24D	เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กมีหน้าที่เปิดปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ตารางแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

รูปแสดงอุปกรณ์	อุปกรณ์ที่ใช้งาน	รายละเอียด
	Terminal 24VDC (WSI 6 LD)	อุปกรณ์เชื่อมต่อสายไฟแบบมีฟิวส์ โดยเมื่อฟิวส์ขาดจะแสดงผลออกมาในรูปไฟสีแดงบน LED
	Terminal 0VDC (WDU 2.5)	อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างสายไฟด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟอีกด้านหนึ่ง หรือใช้เป็นจุดพักสายไฟ
	Terminal Digital Input and Output (WDK 2.5)	อุปกรณ์เชื่อมต่อสายไฟแบบ Double Terminal โดยสามารถเชื่อมต่อสายได้ทั้งด้านและด้านล่างของ Terminal เพื่อประหยัดพื้นที่ในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการจ่ายเอทานอล

2.3.1 การจ่ายเอทานอล

1. บริษัทที่จะมารับเอทานอลจะแจ้งข้อมูลและรายละเอียดของรถบรรทุกเอทานอลที่จะเข้ามารับเอทานอล, จำนวนเอทานอลที่จะมารับพร้อมทั้งวันที่จะมารับ

2. พนักงานของโรงงานจะป้อนข้อมูลที่ได้รับมาเข้าไปในฐานข้อมูลของบัตร

3. ถึงวันนัดรถบรรทุกเอทานอลจะเข้ามาจอดเทียบกับหัวจ่ายเอทานอลพนักงานจะต้องต่อสาย Ground เข้ากับรถ และนำหัวจ่ายใส่เข้าไปที่ช่องรับเอทานอล

4. พนักงานประจำที่หัวจ่ายจะทำการตรวจสอบระบบ Grounding, Overfill, ESD และจดหมายเลขมิเตอร์ที่จะจ่ายเอทานอลและ Additive ลงสมุดบันทึกประจำวัน

5. พนักงานประจำหัวจ่ายจะนำบัตรที่มีข้อมูลของรถมาอ่านที่เครื่องอ่านบัตร และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และระบบกับห้องควบคุม

6. พนักงานประจำที่หัวจ่ายจะกดปุ่ม Set และป้อนค่าตัวเลขจำนวนเอทานอลที่ต้องการเติมในช่องนั้นโดยสอบถามข้อมูลจำนวนที่เติมจากคนขับรถและกดปุ่ม Start เพื่อสั่งจ่ายเอทานอลโดยจะต้องมีการเปิดวาวล์ที่หัวจ่าย

7. เมื่อระบบจ่ายเอทานอลครบตามจำนวนที่ทำการตั้งค่าเอาไว้ ระบบจะหยุดจ่ายโดยอัตโนมัติ พนักงานจะยกหัวจ่ายออกจากช่องที่เติมเสร็จแล้วไปใส่ในช่องถัดไป

8. พนักงานประจำที่หัวจ่ายจะกดปุ่ม Set และป้อนค่าตัวเลขจำนวนเอทานอลที่ต้องการเติมของช่องใหม่โดยสอบถามข้อมูล จำนวนที่เติมจากคนขับรถและกดปุ่ม Start เพื่อสั่งจ่ายเอทานอลโดยมีคนควบคุมวาวล์ที่หัวจ่าย

9. ทำซ้ำขั้นตอนจนครบตามจำนวนที่ลูกค้าสั่งซื้อเมื่อเติมเสร็จพนักงานบริษัทประจำที่หัวจ่ายจะกดปุ่ม Print ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลถือว่าการจ่ายสิ้นสุด

10. ปลดสาย Ground จากนั้นจัดเก็บหัวจ่าย และตรวจสอบความเรียบร้อยของรถและบริเวณจ่ายเอทานอลจึงให้คนขับนำรถออกจากพื้นที่จ่ายเอทานอลได้

11. พนักงานประจำหัวจ่ายจะจดหมายเลขมิเตอร์ที่จ่ายเอทานอลและ Additive ลงสมุดบันทึกประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การหยุดจ่ายเอทานอลชั่วคราว

ขณะจ่ายเอทานอลและต้องการหยุดจ่ายชั่วคราวทำได้โดยกดปุ่ม Stop ระบบจะหยุดจ่ายเอทานอลทันทีโดยจะค้างค่าที่ทำการจ่ายเอาไว้สามารถที่จะจ่ายเอทานอลต่อจากเดิมได้ในภายหลังโดยการกดปุ่ม Start ระบบจะทำการจ่ายต่อจากที่ค้างเอาไว้ให้จนเสร็จ

2.3.3 การยกเลิกการจ่ายเอทานอล

ขณะจ่ายเอทานอลและต้องการยกเลิกการจ่ายโดยที่การจ่ายยังไม่ครบตามจำนวนที่ต้องการทำได้โดยกดปุ่ม Stop ระบบจะหยุดจ่ายเอทานอลทันทีหลังจากนั้นให้กดปุ่ม Print ระบบจะยกเลิกการจ่ายและถือว่าการจ่ายนั้นสิ้นสุดรวมทั้งบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

2.4 โปรแกรมออกแบบทางไฟฟ้า

โปรแกรมที่ใช้ออกแบบเป็นโปรแกรมสำหรับออกแบบวงจรทางไฟฟ้าโดยเฉพาะ ไม่ว่าจะเป็นการจัดทำแผนผังการเดินสาย การวางอุปกรณ์ทั้งในตู้ควบคุมระบบ และการวางระบบวงจรควบคุมไฟฟ้าโดยรวม โดยโปรแกรมที่ใช้มีหลากหลาย ซึ่งในงานจัดทำระบบควบคุมการจ่ายเอทานอลในที่นี้ใช้โปรแกรม EPLAN Electric P8 ในการออกแบบวงจรไฟฟ้า และจัดทำแผนผังการเดินสายทั้งหมดโดยโปรแกรม EPLAN Electric P8 นั้นสามารถวางแผน และจัดการระบบการผลิต ทั้งระบบอัตโนมัติ โดยการจัดทำแผนผังการเดินสายซึ่งเป็นส่วนประกอบ และเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการจัดทำระบบการผลิตแบบอัตโนมัติ และยังเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการสามารถดำเนินงานต่อไปได้ เช่นกระบวนการผลิตในลำดับต่อไป การทดสอบหน้างาน และยังสามารถแลกเปลี่ยนและสื่อสารข้อมูลระหว่างโครงการอื่นๆ ได้อีกด้วย

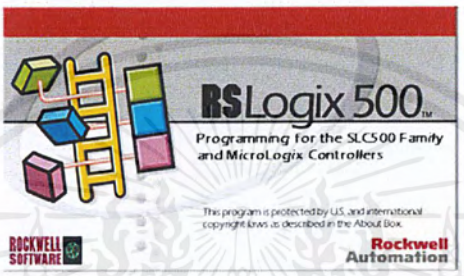
รูปที่ 2.13 EPLAN Electric P8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานของ PLC

RSLogix500 เป็นซอฟต์แวร์สำหรับใช้เขียน Ladder Diagram เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ, ประหยัดเวลาในการทำงาน และปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต RSLogix500 ถูกพัฒนาเพื่อใช้บนระบบปฏิบัติการ MS Windows และสนับสนุนการใช้งานร่วมกับตัวประมวลผล Allen-Bradley MicroLogix โดยโปรแกรม RSLogix500 เป็นซอฟต์แวร์หลักในการควบคุมการทำงาน PLC



รูปที่ 2.14 RSLogix500

2.6 โปรแกรมสื่อสารระหว่าง MicroLogix PLC กับ โปรแกรม RSLogix500

RSLinx เป็นซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมที่ใช้ในการสื่อสารที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์ให้สามารถเชื่อมต่อกัน สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนลง PLC และดูสถานะการออนไลน์ของโปรแกรมได้ และมีความสามารถในการเรียกดูเครือข่ายอัตโนมัติ กำหนดค่า และวินิจฉัยอุปกรณ์เครือข่าย โปรแกรม RSLinx Classic สามารถรองรับการใช้งาน 64 บิตที่ได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกัน หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ระยะไกลโดยใช้ Ethernet เพื่อส่งผ่านข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ โดย RSLogix500 ไม่สามารถติดต่อกับ MicroLogix PLC ได้โดยตรงจำเป็นต้องมีโปรแกรม RSLinx ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับพอร์ตสื่อสารของ MicroLogix PLC

รูปที่ 2.15 การสื่อสารผ่าน RSLinx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148642

2.7 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

Ethernet เป็นการสื่อสารแบบโพรโทคอล (Protocol) ของ LAN เป็นการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนข้อมูลข่าวสารระหว่างจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หรืออาจจะเรียกการสื่อสารแบบนี้ว่าเป็นการสื่อสารระดับล่างก็ได้เช่นกัน ในปัจจุบันการวัดใช้การสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลจะมีการส่งสัญญาณเป็นสัญญาณศูนย์และหนึ่ง ซึ่งระบบการสื่อสารข้อมูลนั้นต้องมีตัวรับข้อมูล (Receiver) และตัวส่งข้อมูล (Transmitter) ระบบเครือข่ายแบบ Ethernet นั้นเป็นระบบการส่งที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) โดยอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้ ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะทำการส่งได้เพียงคนเดียวเท่านั้น แต่ถ้าในเวลาเดียวกันมีการส่งข้อมูลมาพร้อมกัน มากกว่า 1 คน ด้วยกัน ซึ่งเรียกว่า Collision โดย Ethernet ก็มีความแตกต่างจากระบบ Network ประเภทอื่นอยู่มาก เพราะว่าระบบ LAN นั้นเป็นระบบที่ใช้ในโครงข่ายที่ไม่เยอะมาก ผิดกับระบบ Network อื่นที่สามารถใช้ในโครงข่ายที่ใหญ่กว่าโครงข่ายของ LAN

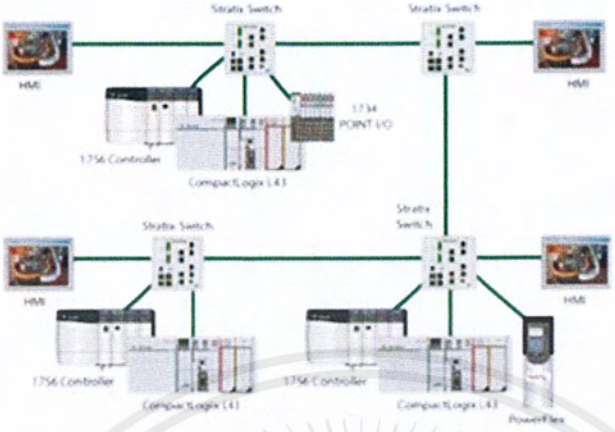
รูปที่ 2.16 Ethernet/IP

2.7.1 โครงสร้าง Ethernet Network สามารถแบ่งโครงสร้างเป็น 3 แบบ ได้ดังนี้

2.7.1.1 โครงสร้างแบบ Linear Switch

โครงสร้างแบบ Linear Switch คือการเชื่อมต่ออุปกรณ์โดยผ่านสวิตช์แต่ละตัว และเชื่อมต่อกันไปเรื่อยๆเป็นเส้นตรง ข้อดีคือ ง่ายต่อการออกแบบ และประหยัดสายสัญญาณและค่าใช่จ่าย ส่วนข้อเสียนั้นจะเกิดความเสียหายง่ายเนื่องจากสวิตช์แต่ละตัวเชื่อมต่อกันด้วยสายสัญญาณเส้นเดียวและเกิดสัญญาณ Delay ในระบบเมื่อมีจำนวนอุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น

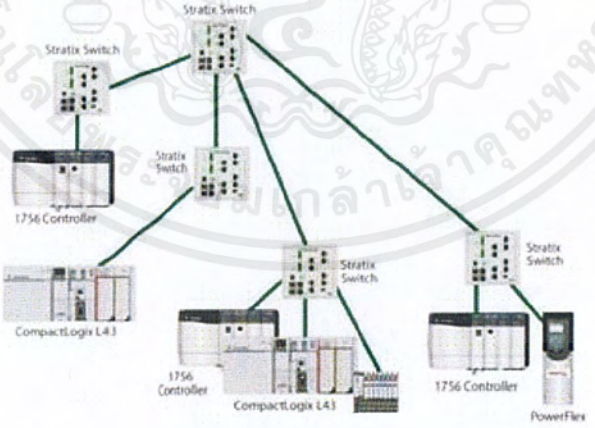
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 โครงสร้าง Ethernet Network แบบ Linear Switch

2.7.1.2 โครงสร้างแบบ Star Switch

โครงสร้างแบบ Star Switch คือการต่ออุปกรณ์เข้ากับสวิตช์ย่อยหลายๆตัว โดยเชื่อมต่อเข้ากับสวิตช์หลักข้อดีคือ ออกแบบและใช้งานง่าย และการเพิ่มหรือลดอุปกรณ์ไม่มีผลกับอุปกรณ์อื่นๆ ข้อเสียคือ ถ้าสวิตช์หลักเสียส่งผลกระทบกับอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ

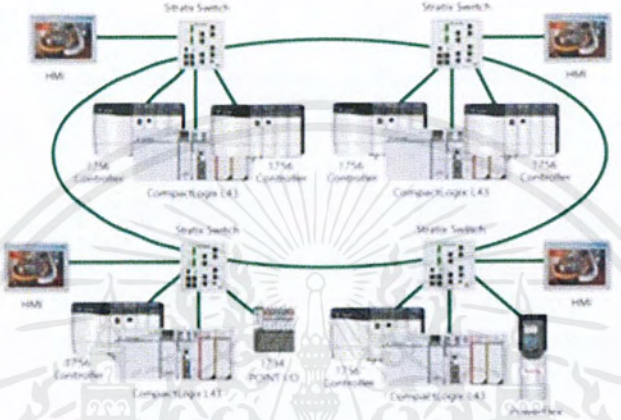


รูปที่ 2.18 โครงสร้าง Ethernet Network แบบ Star Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.3 โครงสร้างแบบ Ring Switch

โครงสร้างแบบ Ring Switch คือการต่ออุปกรณ์เข้ากับสวิตช์ และเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเป็นวงกลม ข้อดีคือเดินสายง่ายและได้ระยะทางไกลขึ้น และอุปกรณ์ยังทำงานได้ปกติเมื่อสายเชื่อมต่อระหว่างสวิตช์ขาด ข้อเสียคือยุ่งยากในการออกแบบ และตั้งค่าอุปกรณ์



รูปที่ 2.19 โครงสร้าง Ethernet Network แบบ Ring Switch

2.7.2 ระบบโครงข่าย Ethernet Network

สามารถแบ่งโครงสร้างเป็น 3 แบบ ได้ดังนี้

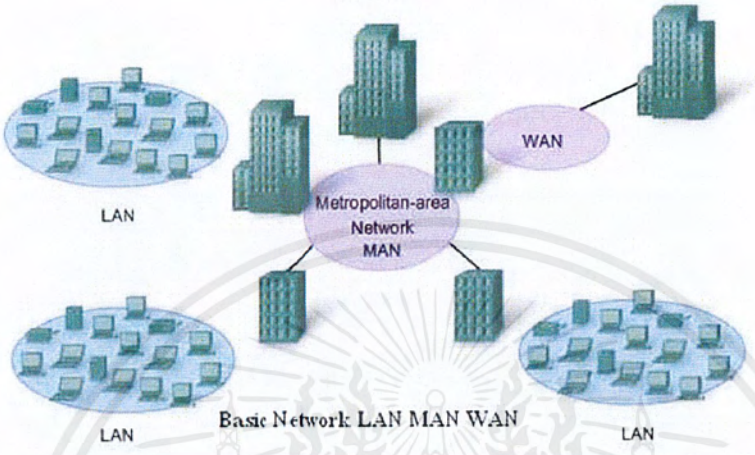
2.7.2.1 LAN (Local Area Network) คือระบบโครงข่ายที่ใช้การส่งข้อมูลแบบ Ethernet ซึ่งนิยมใช้ในโครงข่ายขนาดเล็ก และระยะทางที่ไม่ไกลมากนัก ส่วนมากแล้วจะใช้เชื่อมต่อภายในอาคารเดียวกันหรือต่างอาคารที่มีระยะไม่ไกลเกิน 5 กิโลเมตร

2.7.2.2 MAN (Metropolitan Area Network) เป็นระบบโครงข่ายระดับกลาง โดยปกติแล้วจะเป็นระบบโครงข่ายที่มีระยะทางไม่เกิน 50 กิโลเมตร

2.7.2.3 WAN (Wide Area Network) เป็นระบบโครงข่ายระดับใหญ่ เพราะการเชื่อมต่อจะเชื่อมต่อผ่านอินเตอร์เน็ตเป็นการเชื่อมต่อระหว่างประเทศ โดยมีการเข้ารหัสพิเศษในการเชื่อมต่อ ทำให้เป็นเน็ตเวิร์กส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างโครงข่ายแบบ LAN MAN และ WAN ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.20

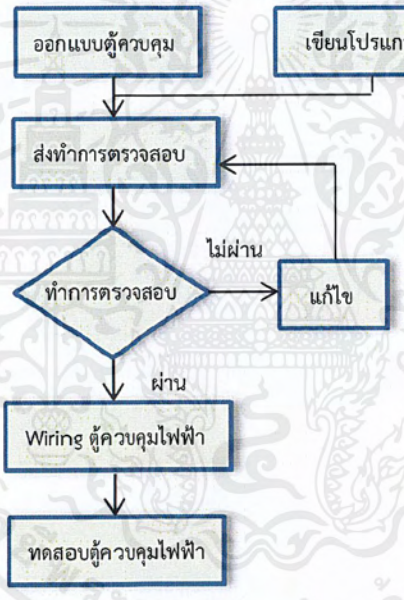


รูปที่ 2.20 โครงข่ายแบบ LAN MAN และ WAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

บทนี้จะนำเสนอขั้นตอนการประยุกต์ใช้ความรู้พื้นฐานทางด้านไฟฟ้า ระบบควบคุมและเครื่องมือวัด รวมถึงการใช้โปรแกรมในการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับอุปกรณ์ โดยผู้จัดทำได้เริ่มดำเนินโครงงานในลำดับแรกคือเขียนแบบการเดินสายไฟในตู้ควบคุม และเขียนแบบการจัดเรียงอุปกรณ์ต่างๆภายในตู้เพื่อที่จะนำไปจัดทำตู้ควบคุมในลำดับต่อไป สามารถแสดงการดำเนินงานได้ดังแผนผังที่ 3.1



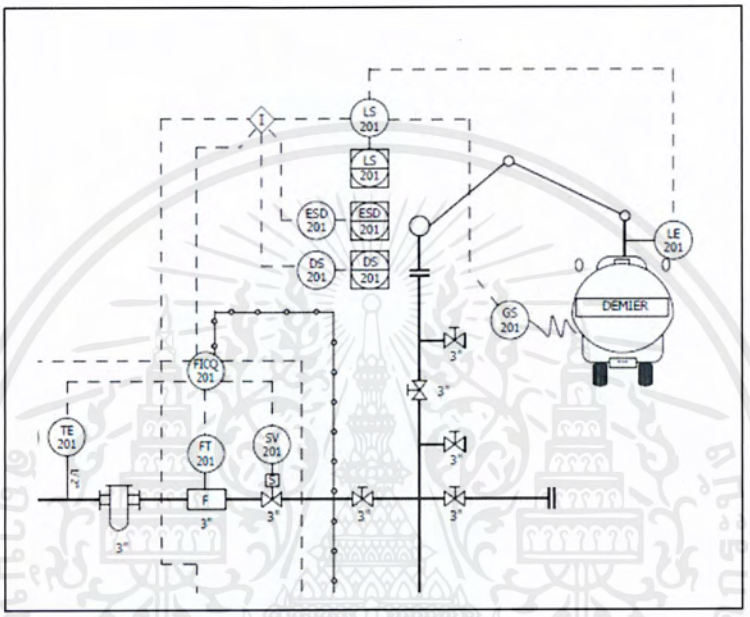
รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงการดำเนินงานโครงงาน

3.1 ศึกษา Piping & Instrument Diagram (P&ID)

P&ID เป็นการอธิบายถึงรายละเอียดของกระบวนการผลิต การติดตั้งตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์ เครื่องมือวัด และเซนเซอร์ต่างๆในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งตำแหน่งท่อและวาล์วที่ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตด้วย โดยรายละเอียดของกระบวนการจ่ายเอทานอลนั้นเริ่มตั้งแต่การนำเอทานอลที่ผลิตเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มารออยู่ที่ถัง Daily Tank ซึ่งเป็นถังพักเอทานอลจากนั้นส่งต่อไปยังถัง Ethanol Tank ถังบรรจุเอทานอลพร้อมจ่าย ถึงจะดำเนินเข้าสู่กระบวนการจ่ายเอทานอลโดยในขั้นตอนนี้นั้นจะนำน้ำมันเบนซิน 91 ซึ่งเป็นสารแปลงสภาพที่ส่งมากจากถัง Additive Tank เข้ามาผสมกับเอทานอลด้วยก่อนทำการจ่ายผ่านงวงจ่ายไปยังรถบรรทุกที่มารอรับ



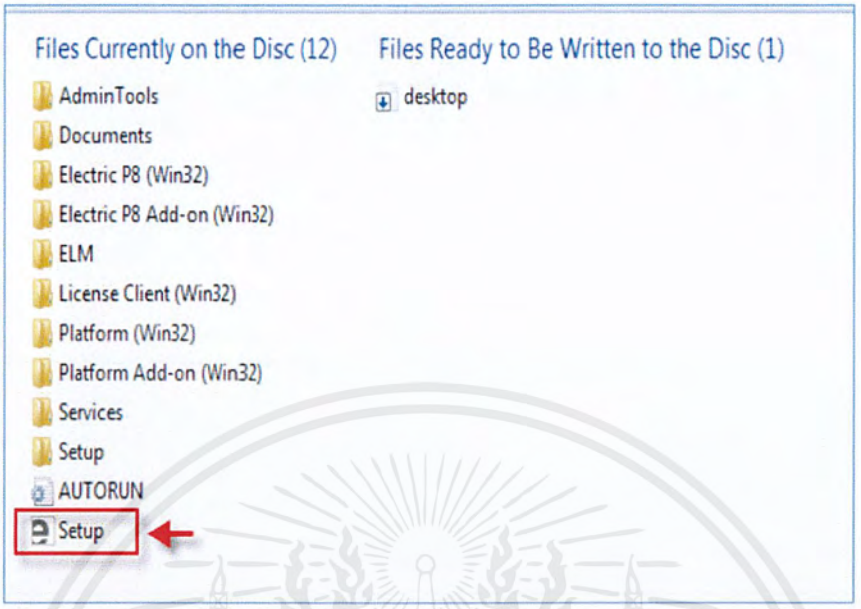
รูปที่ 3.2 ตัวอย่าง P&I Diagram ของระบบจ่ายเอทานอล

3.2 การติดตั้งโปรแกรมสำหรับการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

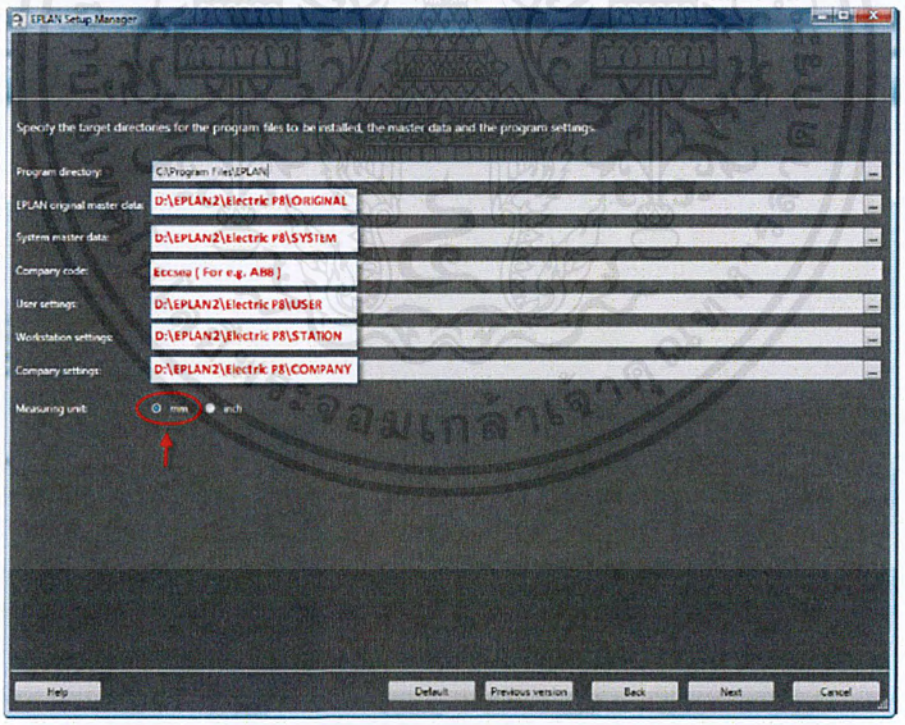
การติดตั้งโปรแกรม EPLAN Electric P8 มีจุดประสงค์เพื่อทำการออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้าโดยแบบทางไฟฟ้านี้สามารถแสดงรายละเอียดจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม, การวางอุปกรณ์ควบคุมภายในตู้ และระบบไฟฟ้าควบคุมทั้งหมดเพื่อง่ายต่อการจัดทำตู้และการใช้งานตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยสามารถแสดงขั้นตอนการติดตั้งได้ดังนี้

ใส่แผ่นติดตั้งโปรแกรม EPLAN Electric P8 โปรแกรมจะเริ่มติดตั้งโดยอัตโนมัติ หรือติดตั้งโปรแกรมได้โดยเลือก “Setup.exe” จากไฟล์ต้นฉบับเพื่อทำการติดตั้งจากนั้นติดตั้งตามขั้นตอนโดยเลือกโฟลเดอร์ที่ติดตั้งโปรแกรมและเก็บข้อมูลแสดงดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ไฟล์ “Setup.exe” สำหรับติดตั้งโปรแกรม EPLAN Electric P8

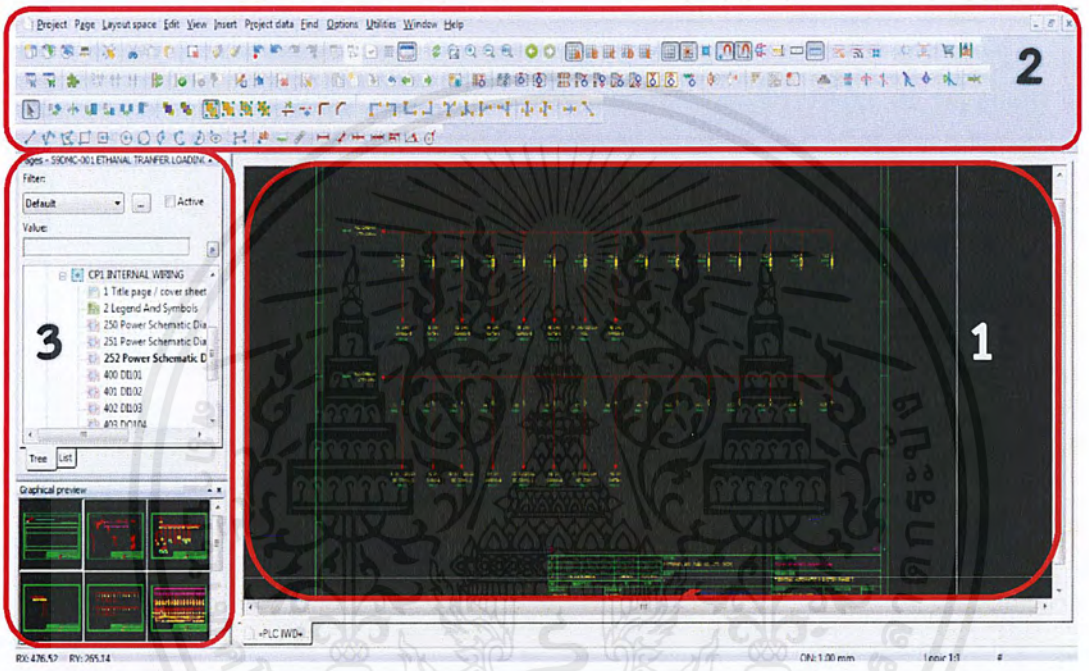


รูปที่ 3.4 โฟลเดอร์ที่เก็บข้อมูลและติดตั้งโปรแกรม EPLAN Electric P8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

การออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) นั้นต้องเรียนรู้วิธีการใช้งานของโปรแกรมซึ่งเมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จเรียบร้อย โดยหน้าต่างการใช้งานของโปรแกรมจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ



รูปที่ 3.5 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม EPLAN Electric P8

1. Layout คือหน้าต่างซึ่งเป็นบริเวณที่ผู้ใช้งานทำการออกแบบลงไปเป็นส่วนปฏิบัติงานหลักของโปรแกรม โดยสามารถแก้ไขหรือปรับแต่งหน้าต่างได้จาก Toolbar

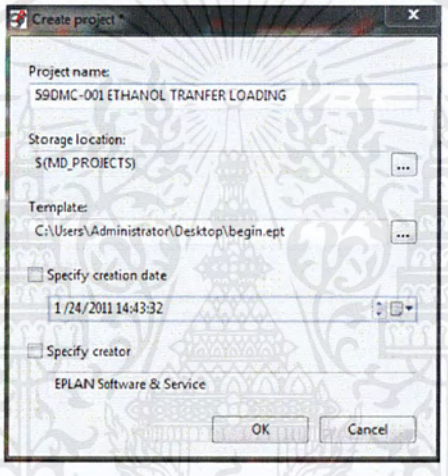
2. อุปกรณ์ หรือ Toolbar มีทั้งอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ช่วย สำหรับเรียกใช้อุปกรณ์ต่างๆเพื่อทำการออกแบบ เช่นอุปกรณ์ช่วยสร้างต่างๆ

3. หน้าต่างสำหรับเลือก และแสดงตัวอย่างไฟล์งานจากโปรเจค ซึ่งเมื่อต้องการเลือกเปิดไฟล์งานเพื่อทำการแก้ไขหรือสร้างเพิ่มเติมก็สามารถเลือกเปิดไฟล์งานต่างๆในโปรเจคได้จากส่วนนี้

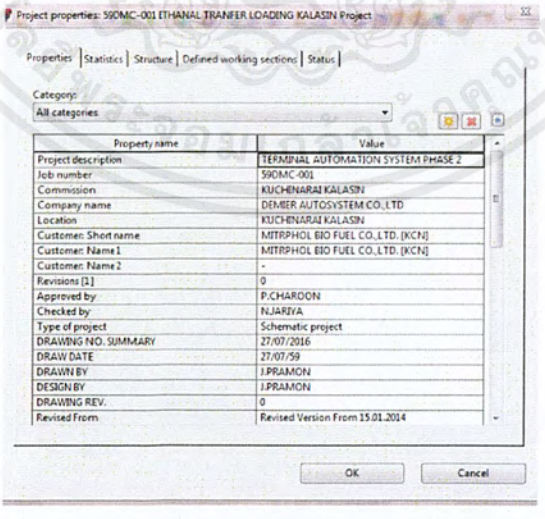
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ต้องคำนึงถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งานภายในตู้โดยอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ประกอบด้วย Circuit Breaker, Relay, Power Supply, PLC, Ethernet Interface, Ethernet Switch, Thermostat และ Terminal เมื่อทราบถึงอุปกรณ์ และคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละตัวแล้วสามารถเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ได้แสดงขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มสร้างโปรเจคโดยใช้ Template ของบริษัท ดิมายเออร์ ออโต้ซิสเต็มส์ จำกัด และทำการตั้งค่า, ตั้งชื่อ และกำหนดโฟลเดอร์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลโปรเจค



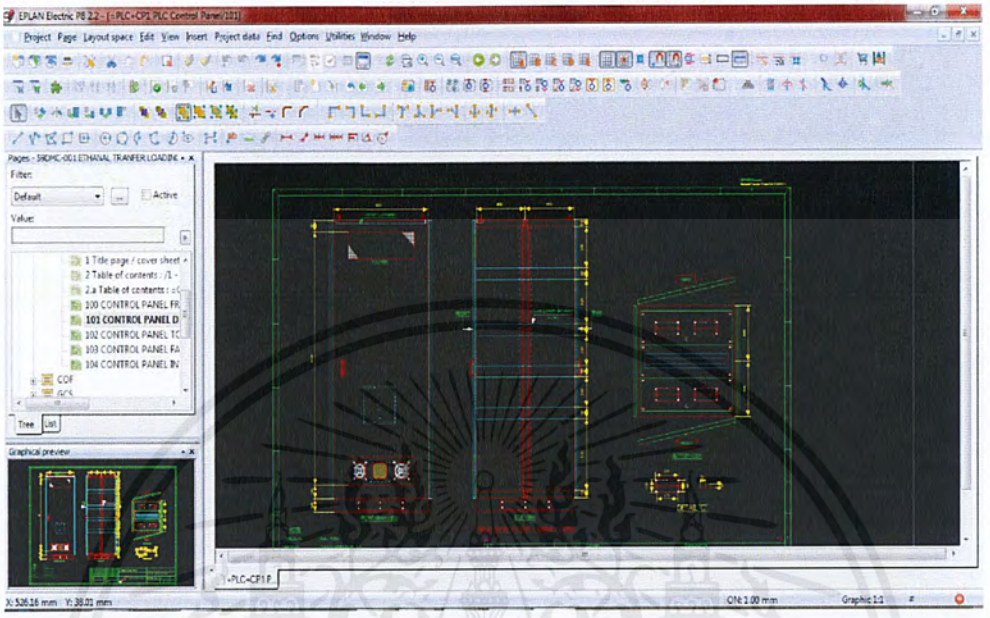
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนเริ่มสร้างโปรเจค EPLAN



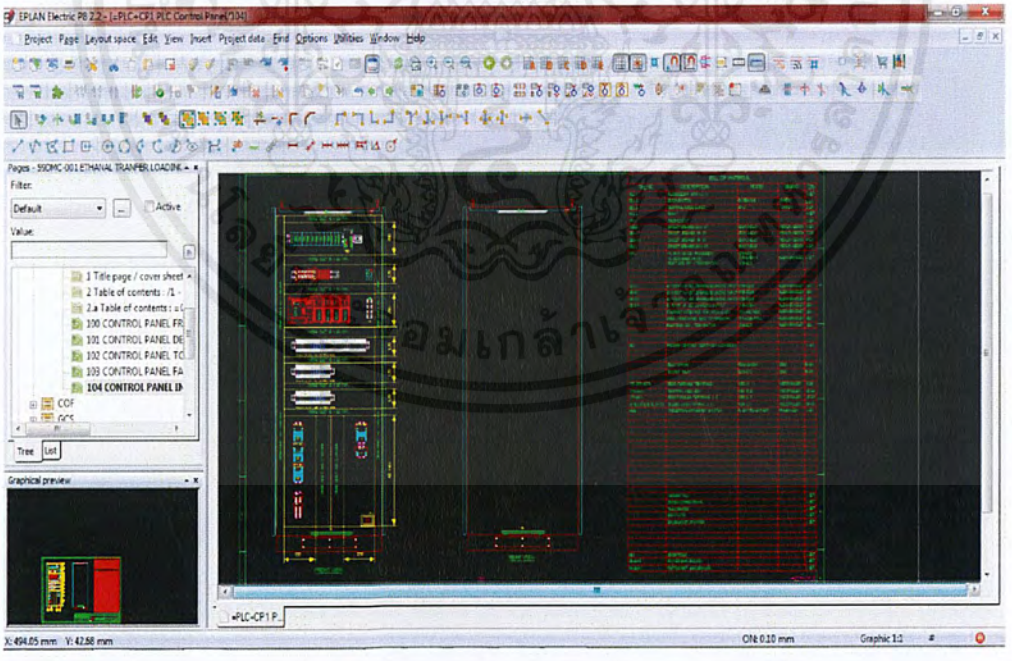
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการกำหนดรายละเอียดของโปรเจค EPLAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เขียนแบบตู้ และแบบการวางอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)



รูปที่ 3.8 แบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)



รูปที่ 3.9 แบบหน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) พร้อม BOM List

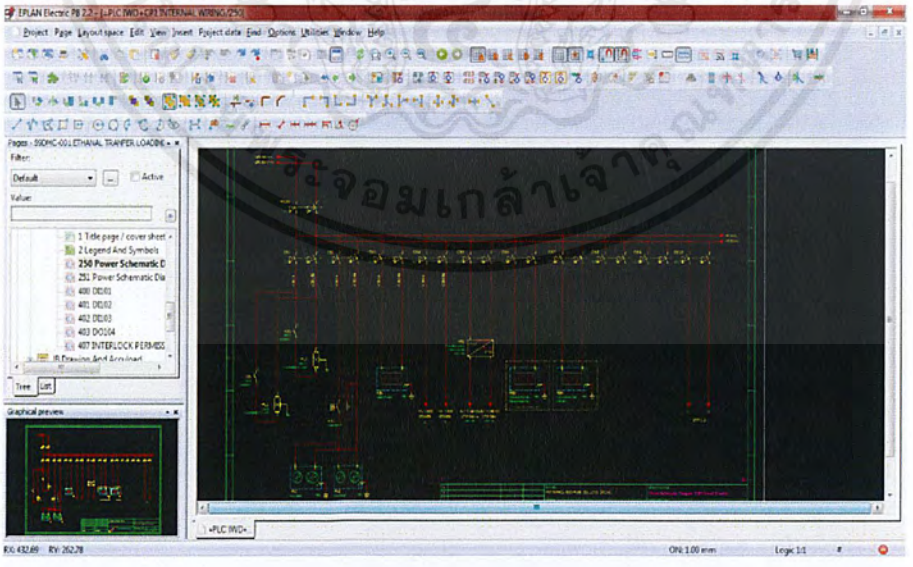
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BOM List ถูกจัดทำขึ้นมาซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูการแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

BILL OF MATERIAL				
Tag NO.	DESCRIPTION	MODEL	BRAND	Q'ty
FL1.2	FLUORESCENT LAMP 10 W			2 SET
DS1.2	DOOR SWITCH	Z-15GW2-B	OMRON	2 EA
DS1.2	TERMINAL ENCLOSURES	AP-2	OMRON	2 EA
FN1.2	FAN 4"	-	-	4 SET
TM1	THERMOSTAT	-	-	1 EA
MCB1	CIRCUIT BREAKER 25A 2P	C60N 24339	MERLIN GERIN	1 EA
CB1~7	CIRCUIT BREAKER 6A 2P	C60N 24335	MERLIN GERIN	6 EA
CB8~9	CIRCUIT BREAKER 6A 2P	C60N 24335	MERLIN GERIN	6 EA
CB10	CIRCUIT BREAKER 25A 2P	C60N 24335	MERLIN GERIN	6 EA
CPU	ML 1500 RS-232 PROCESSOR ML 1500 BASE 24V DC RIGHT END CAP / TERMINATOR	1764-LRP 1764-24BWA 1769-ECR	ALLEN-BRADLEY	1 LOT
DI101	16 POINT 24 VDC SINKING/SOURCING INPUT	1769-IQ16	ALLEN-BRADLEY	1EA
DI101	16 POINT 24 VDC SINKING/SOURCING INPUT	1769-IQ16	ALLEN-BRADLEY	1EA
DI103	16 POINT 24 VDC SINKING/SOURCING INPUT	1769-IQ16	ALLEN-BRADLEY	1EA
DO104	16 POINT 24 VDC SOURCING OUTPUT	1769-OB16	ALLEN-BRADLEY	1EA
-	ETHERNET INTERFACE FOR MICROLOGIX	1761-NET-ENI	ALLEN-BRADLEY	1EA
-	CABLE: MICROLOGIX 1000 TO PERSONAL	1761-CBL-PM03	ALLEN-BRADLEY	1EA
-	RIGHT END CAP / TERMINATOR	1764-ECR	ALLEN-BRADLEY	1EA
	-	-	-	-
PS1	POWER SUPPLY 24V DC 10A			1 EA
-	RELAY 24Vdc	RJ2S-CL-D24	IDEC	64 EA
	SOCKET RELAY	SJ2S-07L	IDEC	64 EA
1TP.2TP	FEED-THROUGH TERMINALS	WDU 6	WEIDMULLER	9 EA
1TP-24V+	TERMINAL FUSE LED	WSI 6 LD	WEIDMULLER	15 EA
1TP-24V-	FEED-THROUGH TERMINALS 2.5	WDU 2.5	WEIDMULLER	15 EA
01TB.02TB.03TB.04TB	DOUBLE LAYER TEMINAL 2.5	WDK 2.5	WEIDMULLER	64 EA
HUB	INDUSTRIAL ENTHERNET SWITCH	FL SWITCH SFN 8TX	Phoenix Con.	1 EA

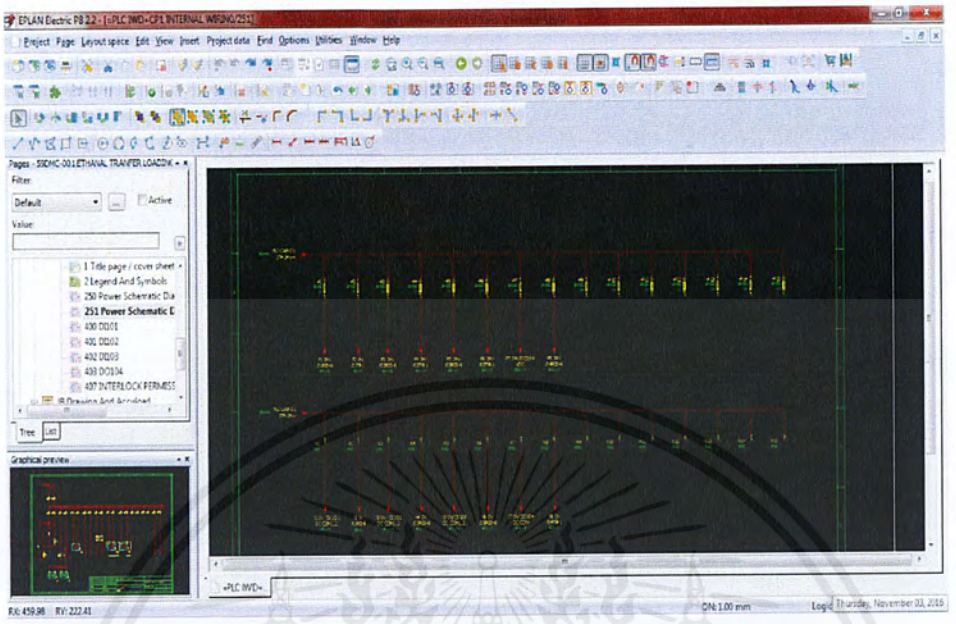
รูปที่ 3.10 BOM List ตู้ควบคุมไฟฟ้าของระบบการจ่ายเอทานอล

3. เขียนแบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

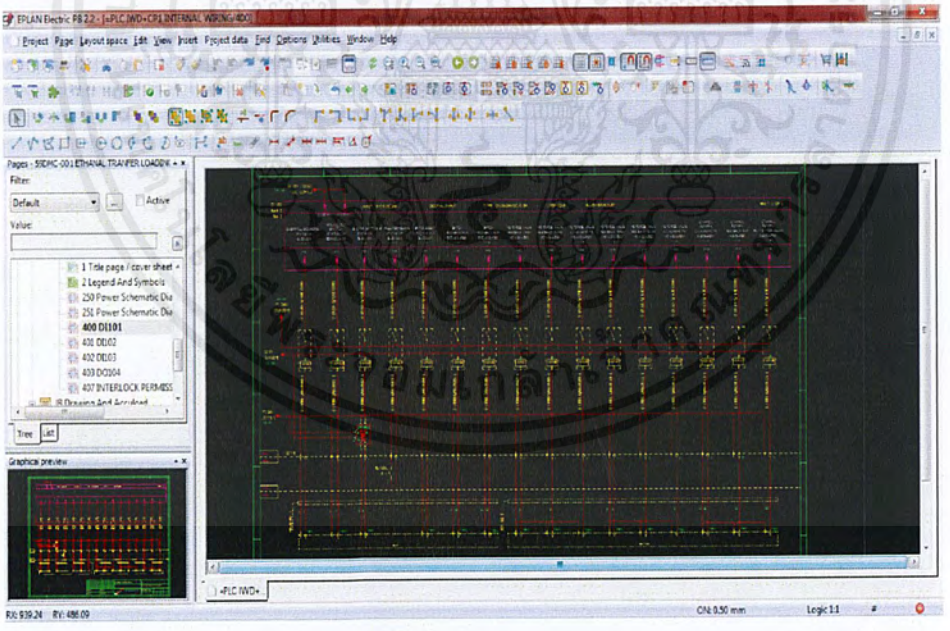


รูปที่ 3.11 แบบการเดินสายไฟ 220V ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

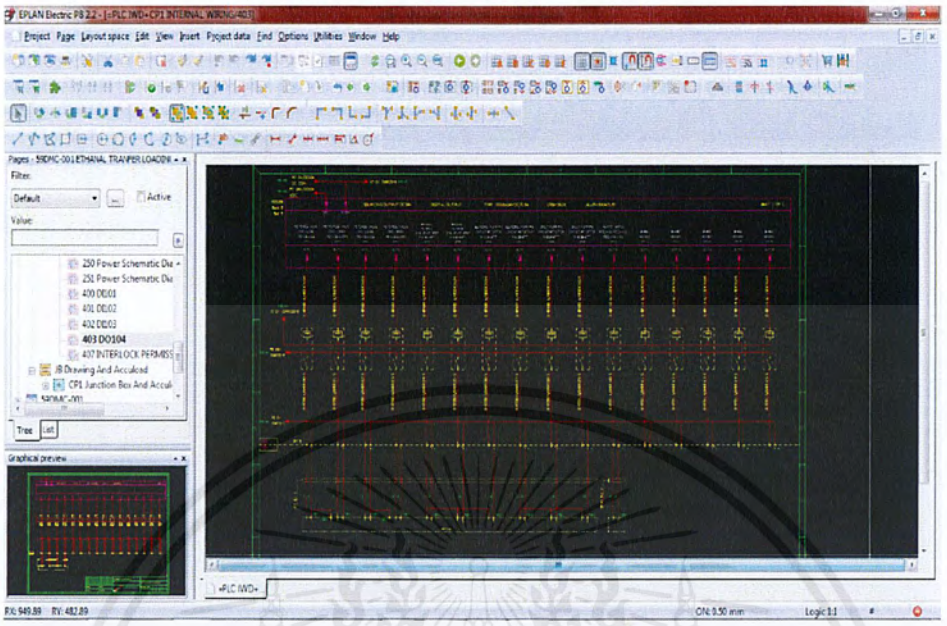


รูปที่ 3.12 แบบการเดินสายไฟ 24V ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

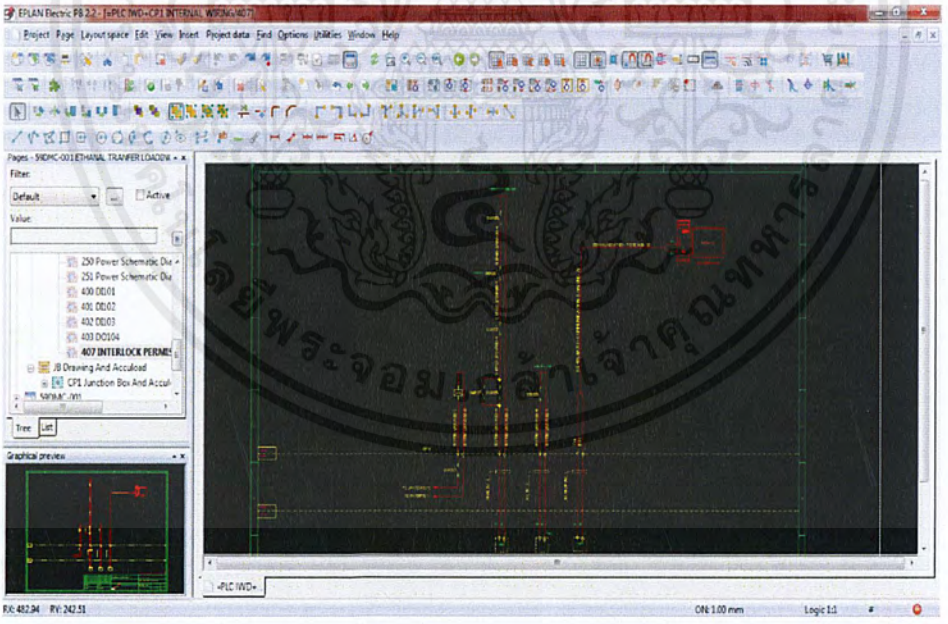


รูปที่ 3.13 แบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า 1 (Internal Wiring Control Panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า 2 (Internal Wiring Control Panel)



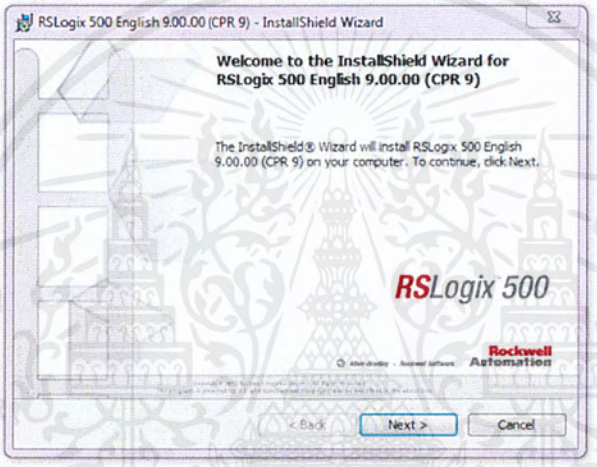
รูปที่ 3.15 แบบการเดินสายไฟ Permissive Interlock ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Internal Wiring Control Panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

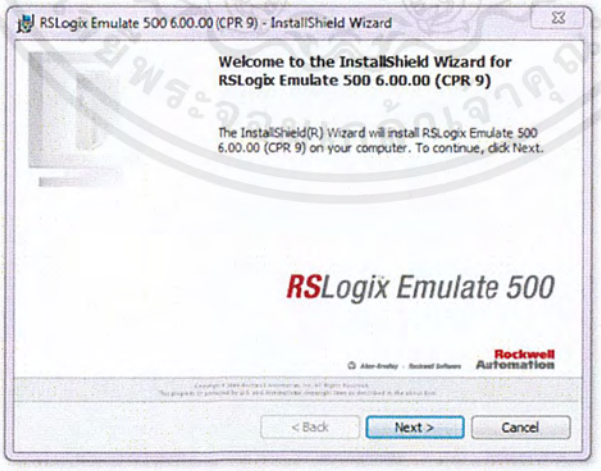
3.4 การติดตั้งโปรแกรมควบคุมทางไฟฟ้า

3.4.1 โปรแกรม RSLogix500 และ RSLogix Emulate 500

เป็นโปรแกรมสำหรับใช้ร่วมกับตัวประมวลผล Allen-Bradley MicroLogix ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถทำการควบคุมการทำงานของ MicroLogix PLC โดยทำการออกแบบการควบคุมผ่าน Ladder Diagram โดยโปรแกรม RSLogix500 นั้นจะติดตั้งคู่กับโปรแกรม RSLogix Emulate 500 เพื่อทำการ ทดสอบการใช้งานของโปรแกรม โดยไม่ต้องทำการปฏิบัติงานโดยตรง



รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม RSLogix500

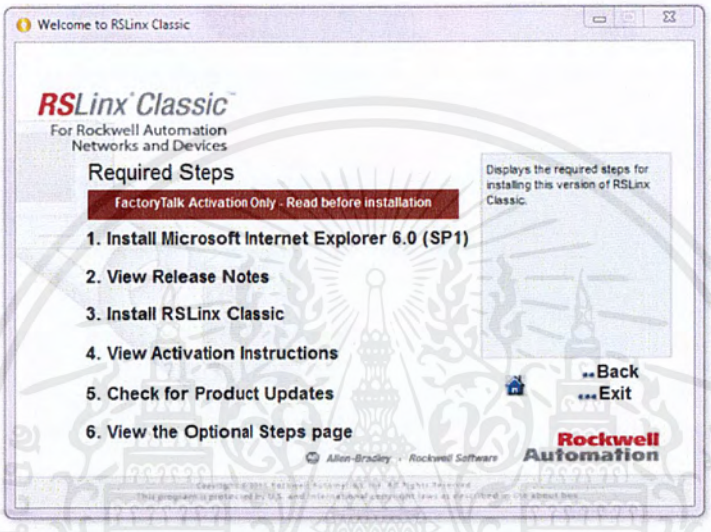


รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม RSLogix Emulate 500

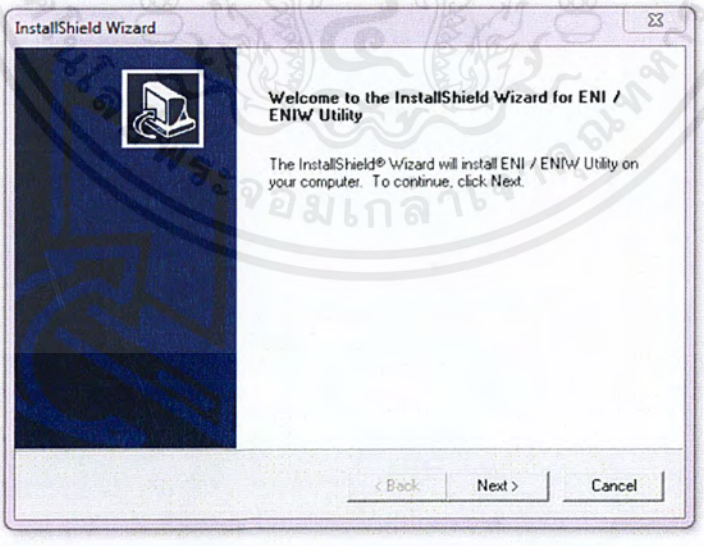
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 โปรแกรม RSLinx Classic และซอฟต์แวร์ ENI/ENIW Configuration Utility

โปรแกรม RSLogix500 ไม่สามารถติดต่อกับ MicroLogix PLC ได้โดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีโปรแกรม RSLinx Classic ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อกับพอร์ตสื่อสารของ MicroLogix PLC และมีซอฟต์แวร์ ENI/ENIW Configuration Utility เพื่อใช้ในการทำ Network Configuration



รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม RSLinx Classic



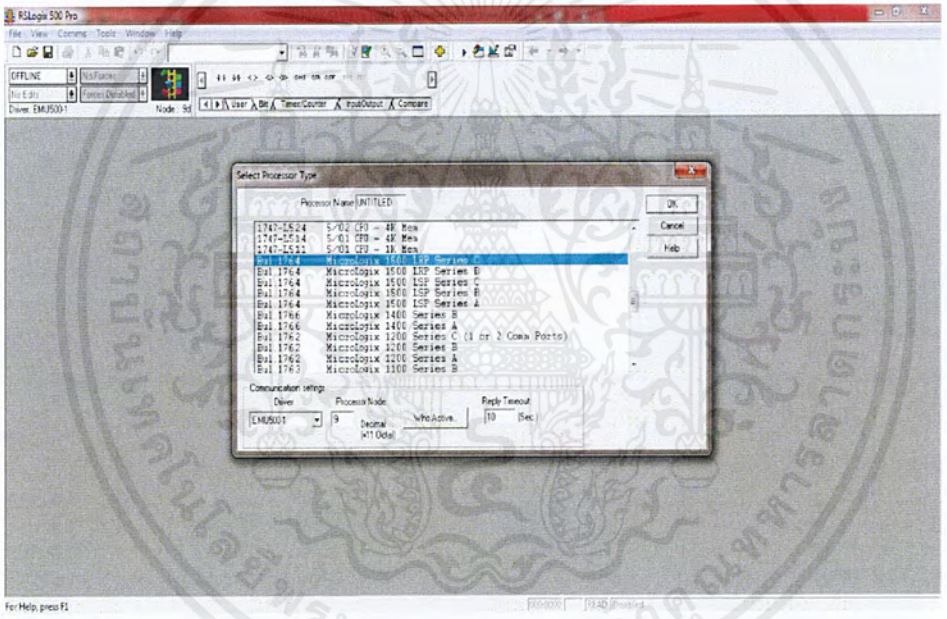
รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการติดตั้งซอฟต์แวร์ ENI/ENIW Configuration Utility

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

โปรแกรมที่ใช้ควบคุมตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับ MicroLogix PLC คือโปรแกรม RSLogix500 ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทดสอบการใช้งานของโปรแกรมร่วมกับ PLC โดยใช้โปรแกรม RSLogix Emulate 500 พร้อมทั้งใช้ โปรแกรม RSLinx Classic กับ ENI/ENIW Configuration Utility สำหรับการเชื่อมต่อข้อมูลถึงกันโดยผ่าน Network โดยมีขั้นตอนการสร้างโปรเจคจาก Ladder Diagram ดังนี้

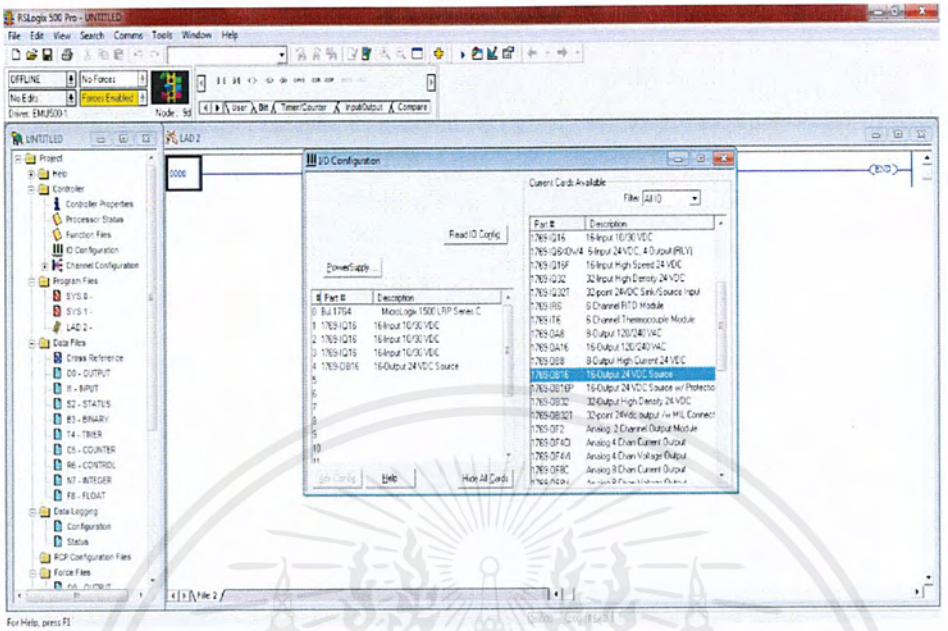
1. เริ่มสร้างโปรเจคโดยทำการเลือกประเภทของ PLC โดย PLC ที่ใช้ในโครงงานนี้คือ MicroLogix 1500 Series C แสดงรายละเอียดได้ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ขั้นตอนสร้างโปรเจค Ladder Diagram

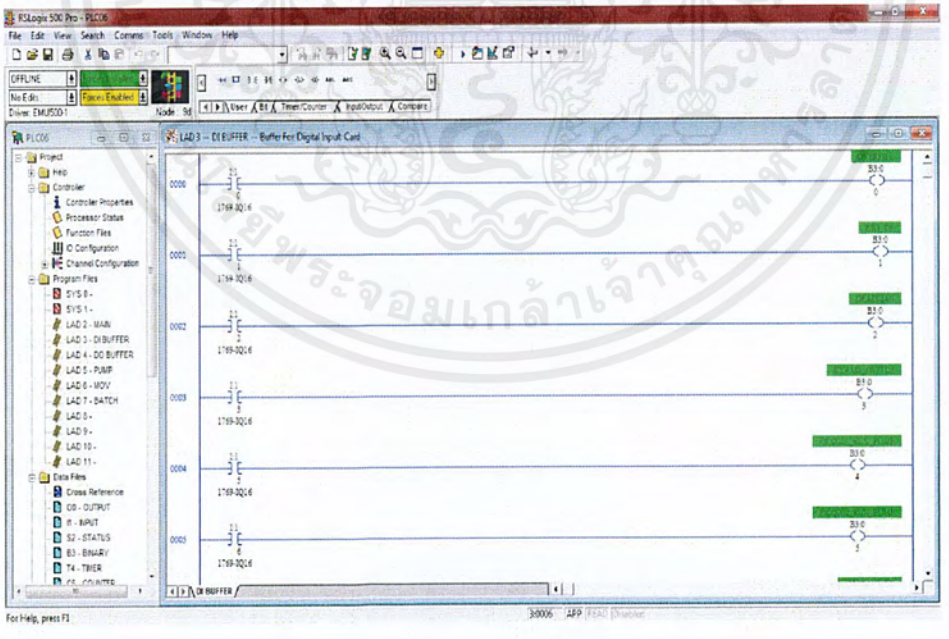
2. กำหนด I/O Configuration ตามประเภทและจำนวนการ์ด Input และ Output ของ PLC โดยโครงงานนี้กำหนดเป็น 1769-IQ16 (16 Input 10/30 VDC) จำนวน 3 การ์ด และ 1769-OB16 (16 Output 24 VDC Source) จำนวน 1 การ์ด โดยสามารถแสดงการกำหนดจำนวนและประเภทของ I/O ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



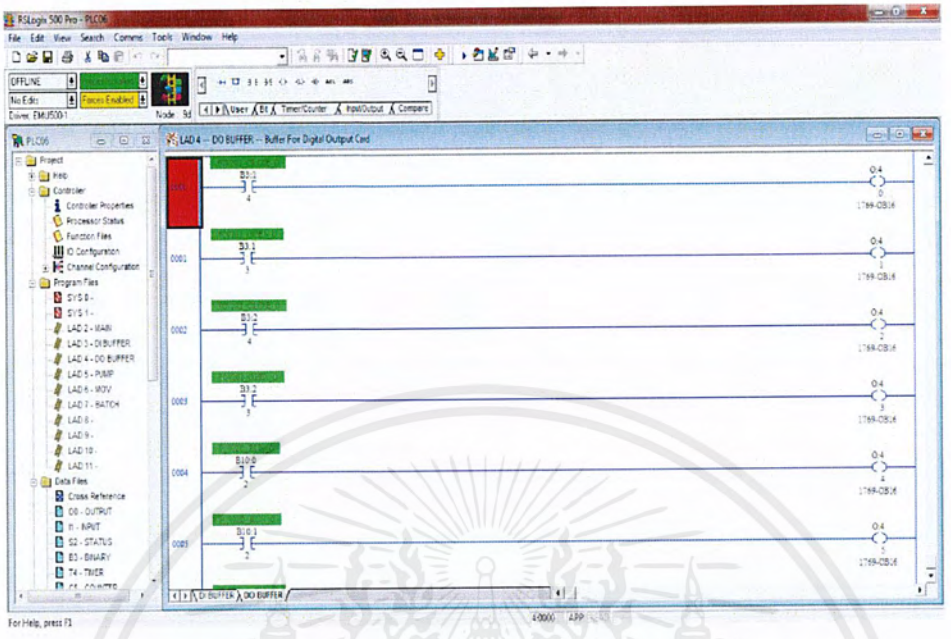
รูปที่ 3.21 การกำหนด I/O Configuration

3. เขียน Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของตู้ควบคุม (Control Panel)



รูปที่ 3.22 Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของตู้ควบคุม (DI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

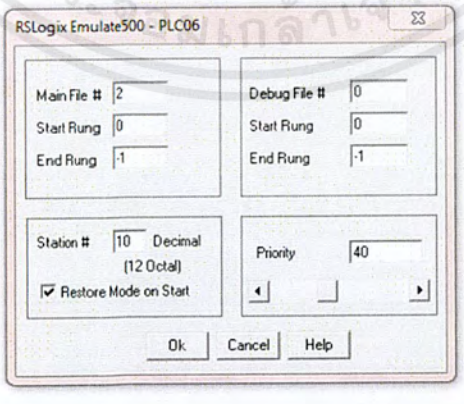


รูปที่ 3.23 Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของตู้ควบคุม (DO)

3.6 จำลองการใช้งานของโปรแกรมโดยใช้ RSLogix Emulate 500

การ simulate เป็นการจำลองการทำงานของระบบโดยใช้ Ladder Diagram เป็นตัวสั่งงานโดยผ่าน RSLogix Emulate 500 เป็นตัวทำการ simulate โดยมีขั้นตอนการ simulate ดังนี้

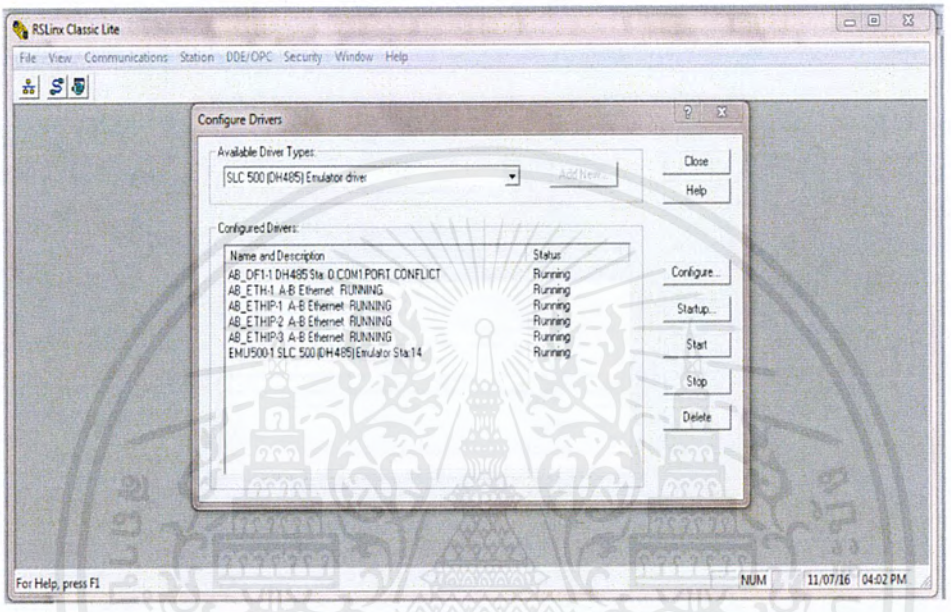
1. เปิดโปรแกรม RSLogix Emulate 500 และเปิดโปรเจคที่ต้องการ Simulate กำหนด Station Number (เลขฐาน 10) โดยในผู้ใช้งานกำหนดอยู่ที่ 10 ดังรูปที่ 3.24 จากนั้นทำการ Run



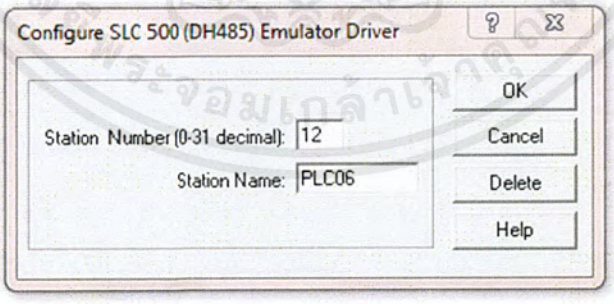
รูปที่ 3.24 การกำหนด Station Number (เลขฐาน 10) บน RSLogix Emulate 500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดโปรแกรม RSLinx Classic จากนั้นเลือก Driver โดยใช้ SLC 500(DH485) Emulator driver กำหนด Station Number (เลขฐาน 8) และ Station Name ตามโปรเจคที่ต้องการ Simulate สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.25 และ 3.26 ตามลำดับ



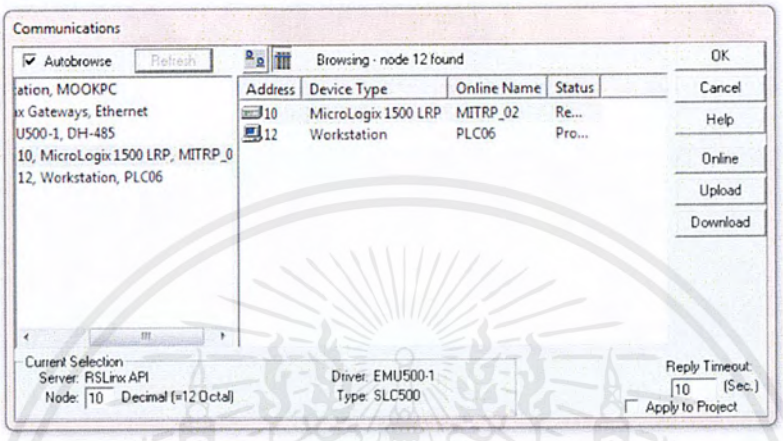
รูปที่ 3.25 การเลือก Driver โดยใช้ SLC 500(DH45) Emulator driver



รูปที่ 3.26 การกำหนด Station Number (เลขฐาน 8) และ Station Name

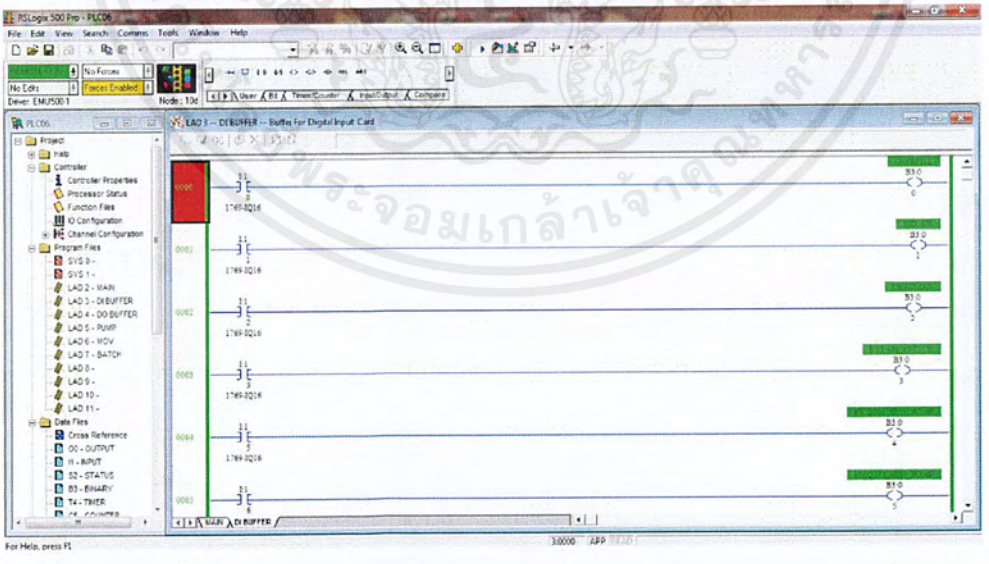
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปิดโปรแกรม RSLogix500 และเปิดโปรเจคที่ต้องการ Simulate จากนั้นเลือก System Communication ที่ตั้งค่า Station ไว้ในโปรแกรม RSLinx Classic และโปรแกรม RSLogix Emulate 500 จากนั้นทำการ Download



รูปที่ 3.27 การเลือก System Communication บน RSLogix500

4. เมื่อเปิดโปรเจคที่ต้องการ Simulate มาแล้วทำการ Compile และ Download จากนั้นทำการ Run จะได้โปรเจคที่ Simulate แสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 โปรเจคที่ได้รับการ Simulate

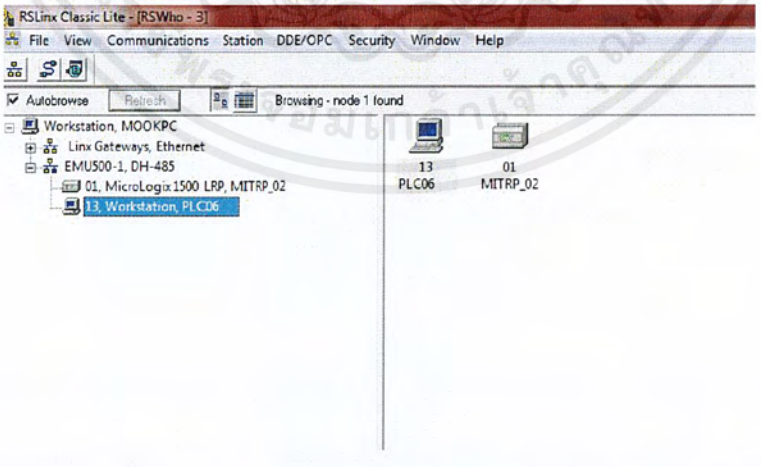
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ขั้นตอนการทำ Network Configuration

การทำ Network Configuration นั้นเป็นการเชื่อมต่อ PLC กับคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานเพื่อทำการติดต่อสื่อสารระหว่างกันโดยในโครงงานนี้ใช้ระบบเครือข่ายที่เรียกว่าเครือข่าย Ethernet โดยมีอุปกรณ์ MicroLogix Ethernet Interface เป็นสื่อกลางซึ่งก่อนจะทำการเชื่อมต่อได้นั้นต้องทำให้อุปกรณ์ทำความรู้จักกันก่อน และกำหนดการสื่อสาร

1. เปิดโปรแกรม RSLinx Classic จากนั้นเลือก Driver โดยใช้ Ethernet/IP Driver เลือกระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อ จากนั้นจะเมื่อปรากฏ icon ของ MicroLogix1500 PLC ถือว่าสำเร็จ

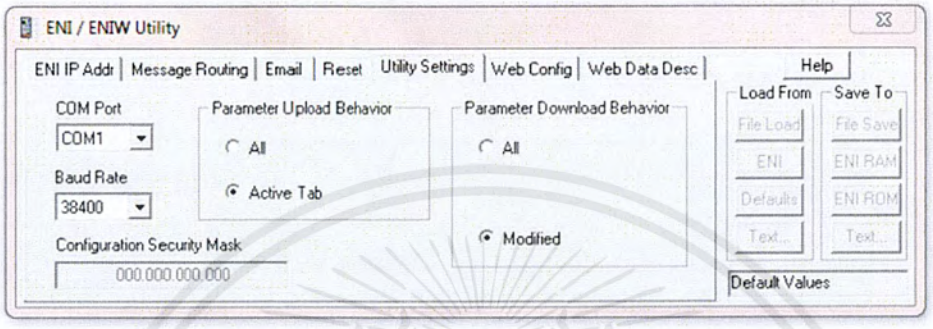
รูปที่ 3.29 การเลือก Driver โดยใช้ Ethernet/IP Driver



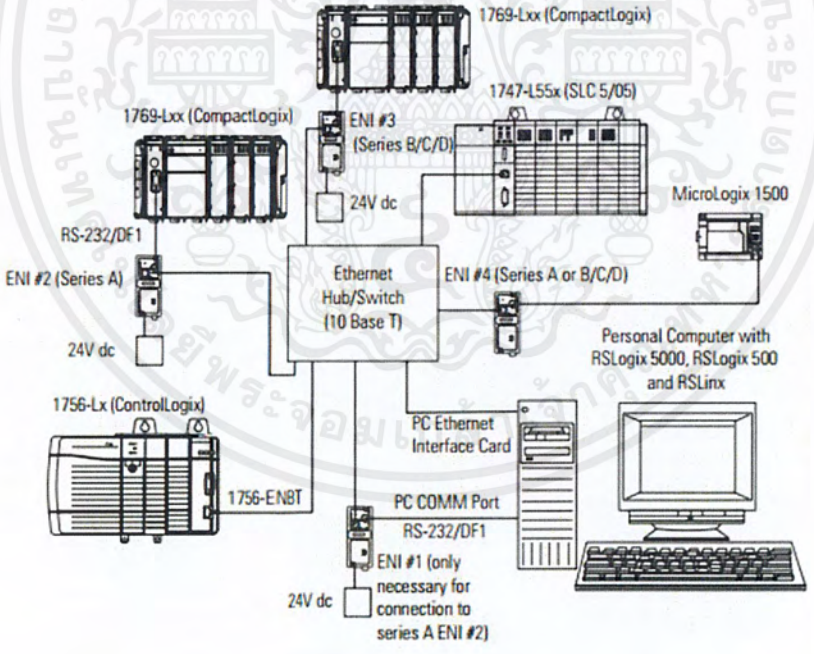
รูปที่ 3.30 การแสดงผลลัพธ์การเชื่อมต่อบน RSLinx Classic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เปิดซอฟต์แวร์ ENI/ENIW Configuration Utility กำหนด COM port โดยดูจาก device manager และตั้งค่าต่างๆตาม Manual ของ MicroLogix Ethernet Interface 1761-NET-ENI and 1761-NET-ENIW



รูปที่ 3.31 การตั้งค่า ENI/ENIW Configuration Utility

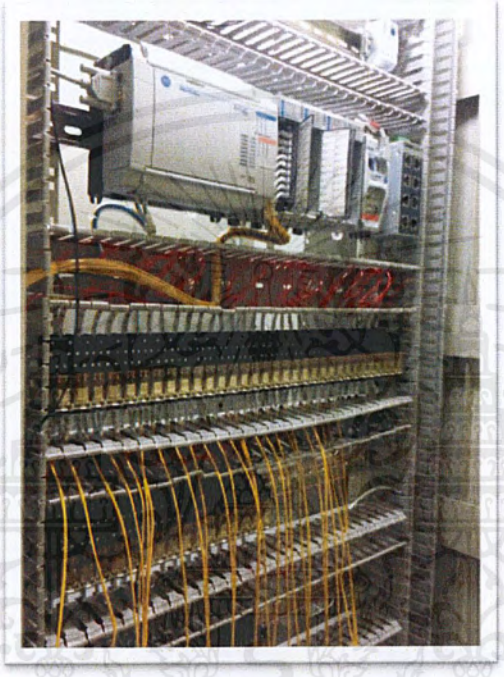


รูปที่ 3.32 ระบบเครือข่าย Ethernet เชื่อมต่อระหว่าง PC กับ MicroLogix1500 PLC

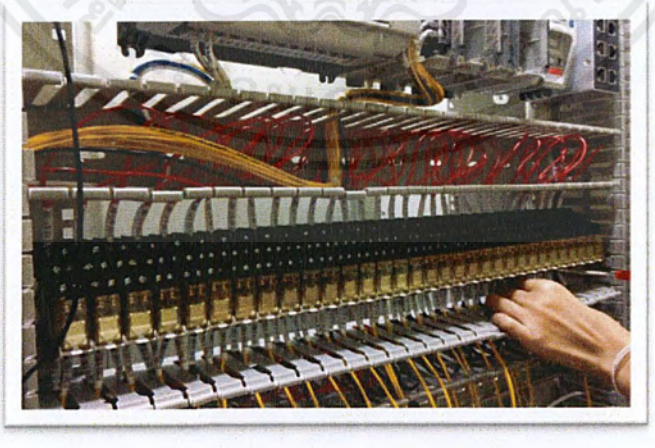
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

การจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) เป็นการดำเนินงานโครงงานในขั้นตอนสุดท้ายหลังจากที่ได้ทำการออกแบบตู้ควบคุมทางไฟฟ้า (Control Panel) และเขียนโปรแกรมเสร็จแล้ว โดยใช้แบบทางไฟฟ้าในการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)



รูปที่ 3.33 จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (1)

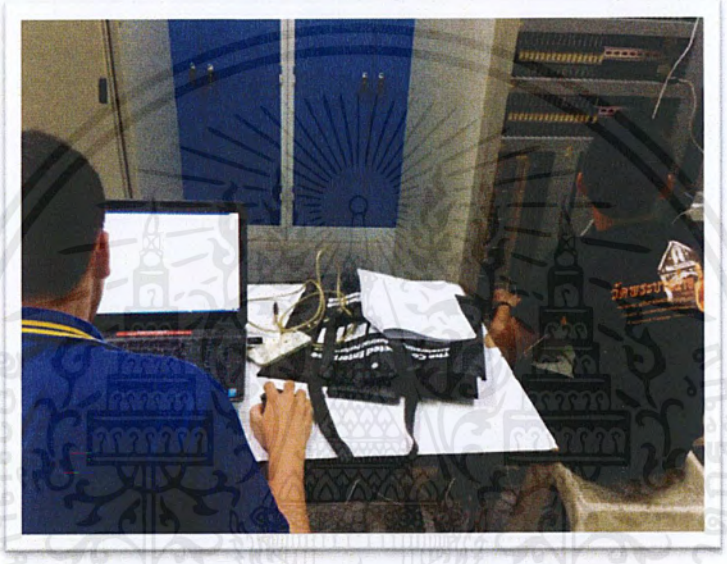


รูปที่ 3.34 จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ทดสอบการใช้งานตู้ควบคุมไฟฟ้า (FAT)

เมื่อจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) เรียบร้อย จากนั้นทำการทดสอบการใช้งานของตู้ควบคุม ซึ่งการทดสอบจะทำการทดสอบการสั่งงานของ PLC การใช้งานของรีเลย์ และการ์ด Digital Input และ Digital Output ควบคุมผ่าน Ladder Diagram จากคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน โดยใช้มัลติมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าในการทดสอบ Digital Output



รูปที่ 3.35 การทดสอบการใช้งานตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

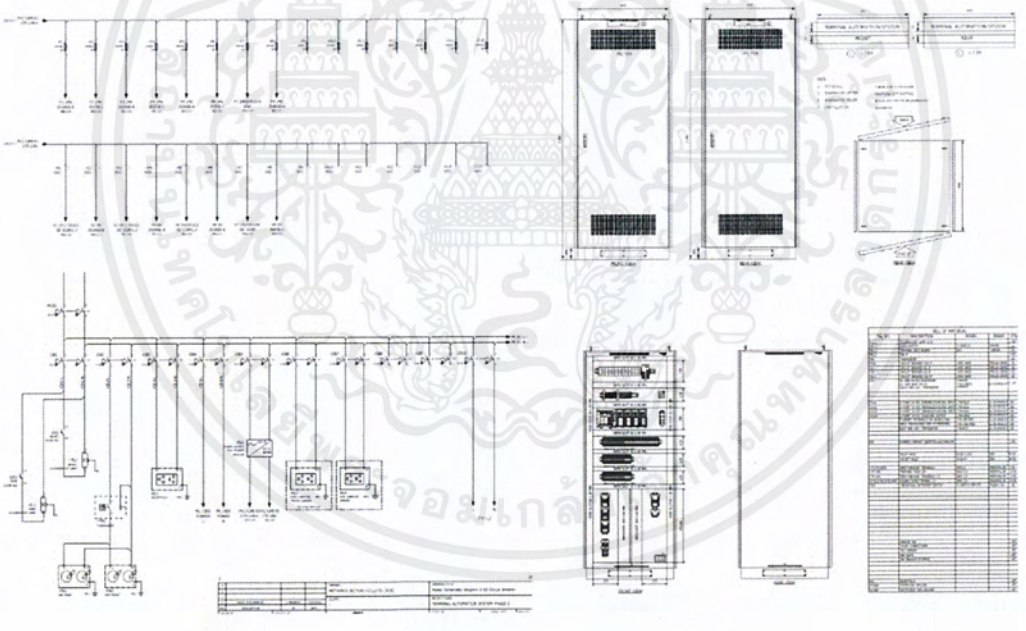
รูปที่ 3.36 การทดสอบการใช้งาน Digital Output ในตู้ควบคุมไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

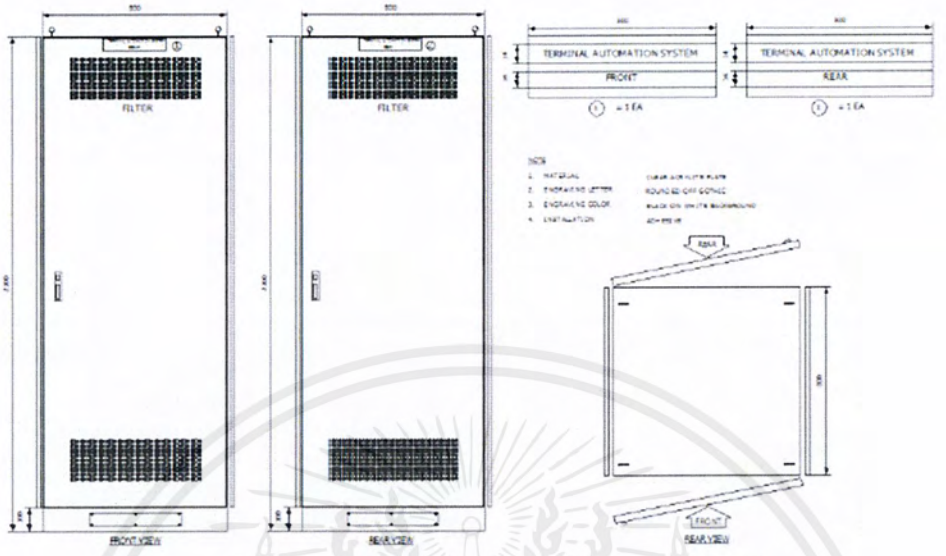
4.1 ผลการออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

การออกแบบทางไฟฟ้าสามารถจำแนกจากลักษณะการออกแบบได้เป็น แบบตู้ควบคุมไฟฟ้า, แบบการวางอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า และแบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ซึ่งแต่ละแบบก็มีวัตถุประสงค์เดียวกันเพื่อจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) โดยสามารถแสดงผลการออกแบบได้ดังรูปภาพต่อไปนี้

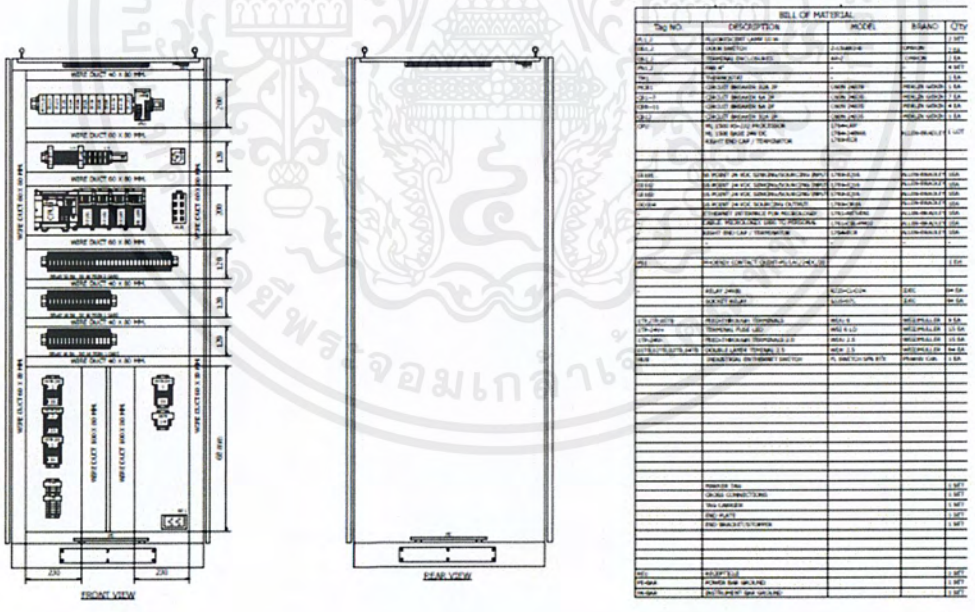


รูปที่ 4.1 ผลการออกแบบทางไฟฟ้าสำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

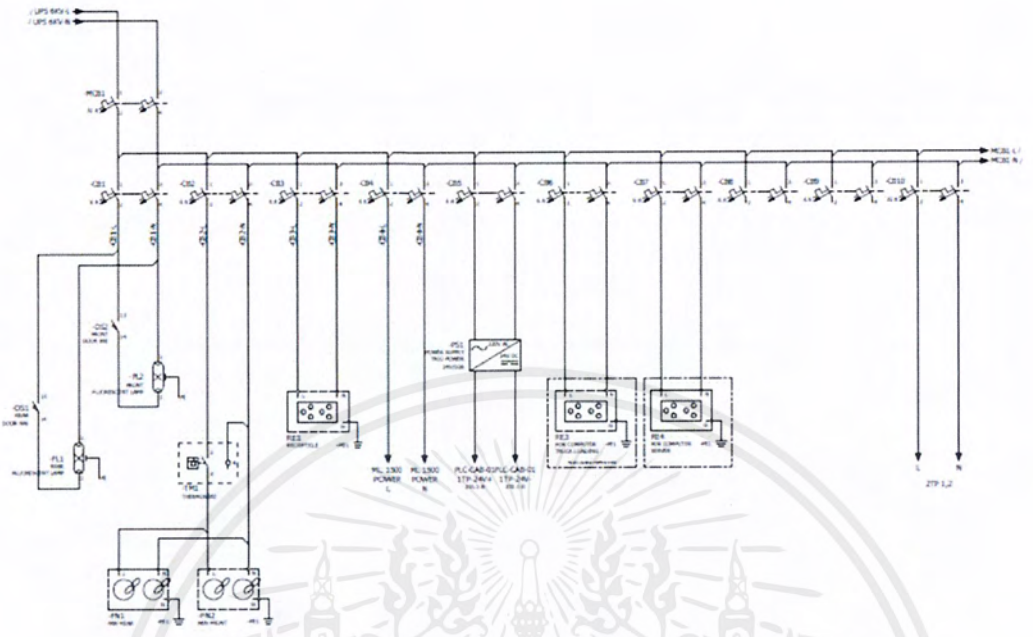


รูปที่ 4.2 ผลการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

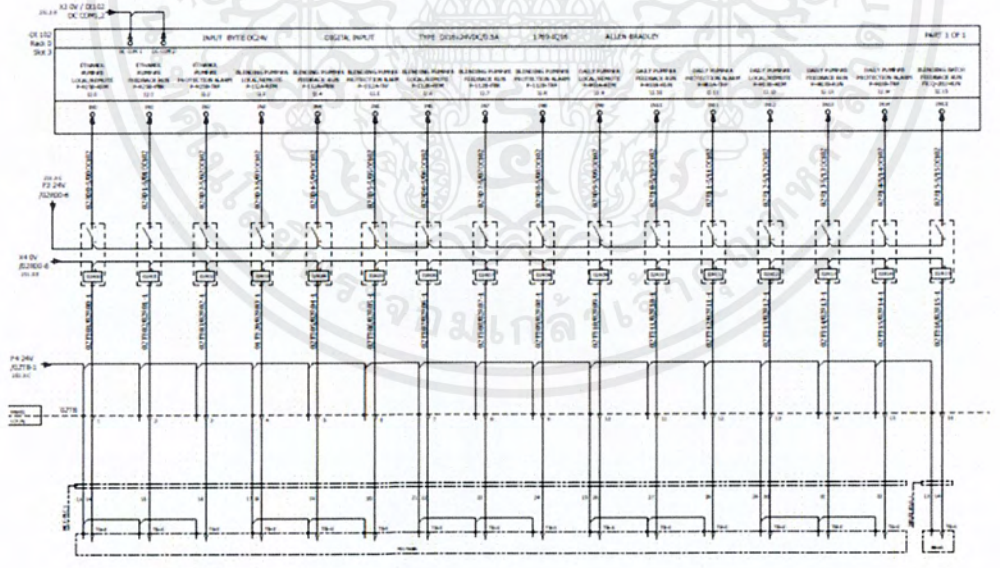


รูปที่ 4.3 ผลการออกแบบการวางอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



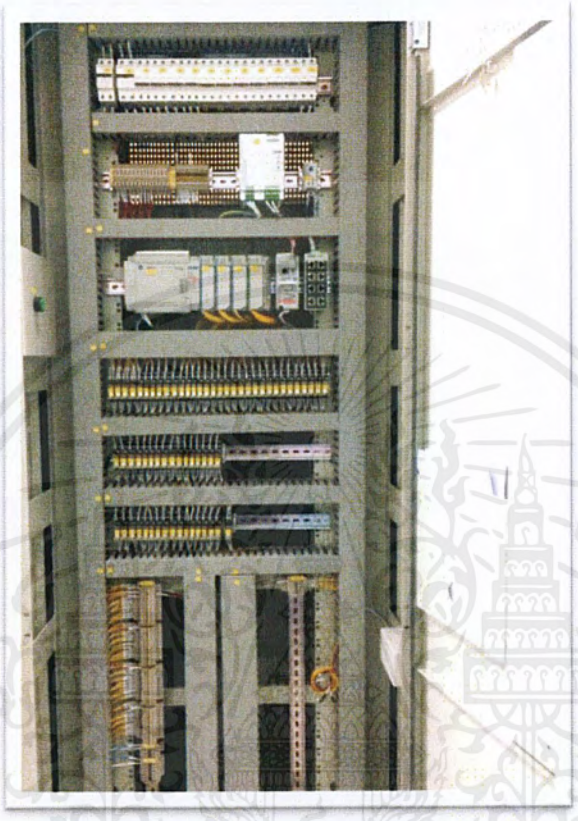
รูปที่ 4.4 ผลการออกแบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (1)



รูปที่ 4.5 ผลการออกแบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)



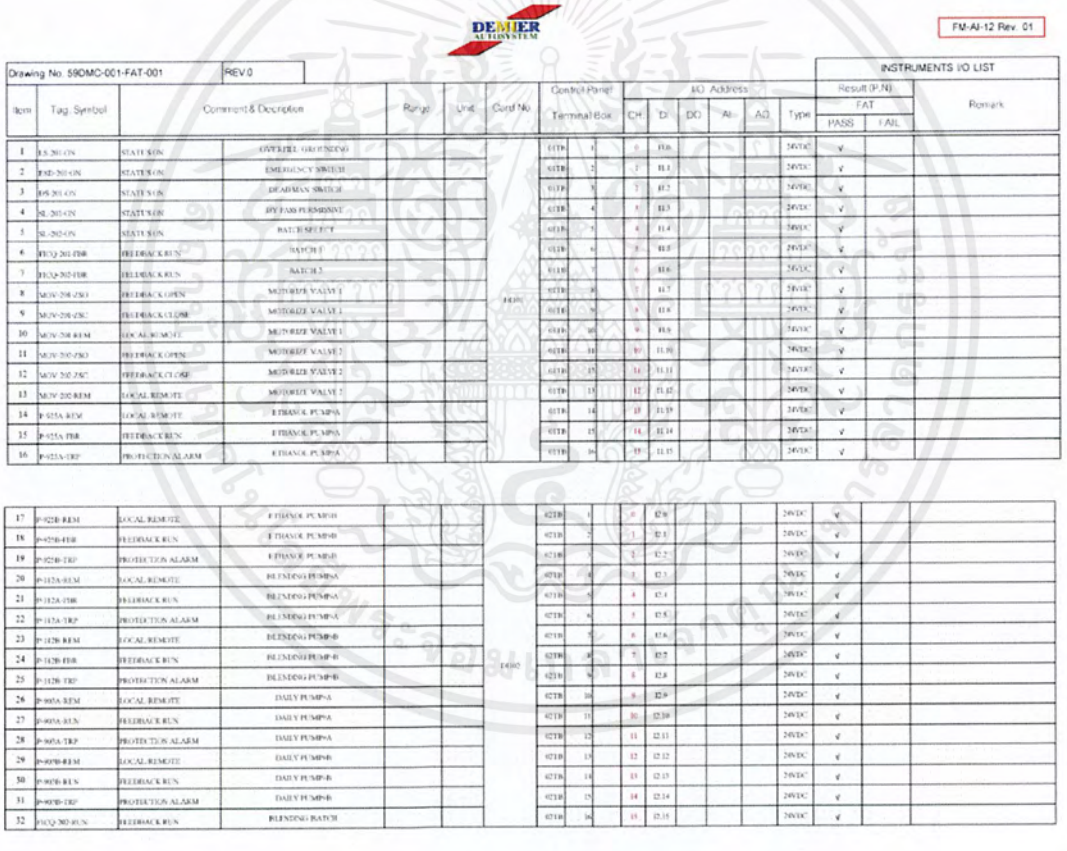
รูปที่ 4.6 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

รูปที่ 4.7 รายละเอียดภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (FAT)

ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ซึ่งการทดสอบนี้เป็นการทดสอบก่อนที่จะนำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) ส่งไปยังลูกค้าและทำการทดสอบหน้างานต่อไป จากการทดสอบพบว่าเป็นไปอย่างราบรื่นไม่พบความผิดปกติจากอุปกรณ์ และอุปกรณ์ต่างๆสามารถใช้งานได้เป็นปกติ รวมทั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าพร้อมนำไปติดตั้งและใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติหน้างานจริงซึ่งจะเป็นขั้นตอนในอนาคตต่อไป สามารถแสดงผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (FAT) ได้ดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEMIER AUTOSYSTEM

FM-AI-12 Rev. 01

Drawing No. 59DMC-001-FAT-001 | REV 0

INSTRUMENTS I/O LIST

Item	Tag. Symbol	Comment & Description		Range	Unit	Card No.	Control Panel Terminal Box	I/O Address CH.	DI	DO	AI	AO	Type	Result (P,NI) FAT PASS	FAT FAIL	Remark
33	[illegible]	ALARM LOW	DAILY TANK LEVEL SWITCH				0TB1 1	1	DI1				24VDC	√		
34	[illegible]	ALARM HIGH	DAILY TANK LEVEL SWITCH				0TB1 2	1	DI2				24VDC	√		
35	[illegible]	ALARM LOW	ETHANOL TANK LEVEL SWITCH				0TB1 3	2	DI3				24VDC	√		
36	[illegible]	ALARM HIGH	ETHANOL TANK LEVEL SWITCH				0TB1 4	2	DI4				24VDC	√		
37	DI5						0TB1 5	2	DI5				24VDC	√		
38	DI6						0TB1 6	2	DI6				24VDC	√		
39	DI7						0TB1 7	2	DI7				24VDC	√		
40	DI8						0TB1 8	2	DI8				24VDC	√		
41	DI9						0TB1 9	3	DI9				24VDC	√		
42	DI10						0TB1 10	3	DI10				24VDC	√		
43	DI11						0TB1 11	3	DI11				24VDC	√		
44	DI12						0TB1 12	3	DI12				24VDC	√		
45	DI13						0TB1 13	3	DI13				24VDC	√		
46	DI14						0TB1 14	3	DI14				24VDC	√		
47	DI15						0TB1 15	3	DI15				24VDC	√		
48	DI16						0TB1 16	3	DI16				24VDC	√		
49	[illegible]	CMD CLOSE	MOTORIZED VALVE 1				0TB2 1	3	DO1				24VDC	√		
50	[illegible]	CMD OPEN	MOTORIZED VALVE 1				0TB2 2	3	DO2				24VDC	√		
51	[illegible]	CMD CLOSE	MOTORIZED VALVE 2				0TB2 3	3	DO3				24VDC	√		
52	[illegible]	CMD OPEN	MOTORIZED VALVE 2				0TB2 4	3	DO4				24VDC	√		
53	[illegible]	CMD START/STOP	ETHANOL PUMP#1				0TB2 5	3	DO5				24VDC	√		
54	[illegible]	CMD START/STOP	ETHANOL PUMP#2				0TB2 6	3	DO6				24VDC	√		
55	[illegible]	CMD START/STOP	BLENDING PUMP#1				0TB2 7	3	DO7				24VDC	√		
56	[illegible]	CMD START/STOP	BLENDING PUMP#2				0TB2 8	3	DO8				24VDC	√		
57	[illegible]	CMD START/STOP	DAILY PUMP#1				0TB2 9	4	DO9				24VDC	√		
58	[illegible]	CMD START/STOP	DAILY PUMP#2				0TB2 10	4	DO10				24VDC	√		
59	[illegible]	[illegible]	PERMIT DATA				0TB2 11	4	DO11				24VDC	√		
60	DO12						0TB2 12	4	DO12				24VDC	√		
61	DO13						0TB2 13	4	DO13				24VDC	√		
62	DO14						0TB2 14	4	DO14				24VDC	√		
63	DO15						0TB2 15	4	DO15				24VDC	√		
64	DO16						0TB2 16	4	DO16				24VDC	√		

รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานที่กล่าวมานั้น เป็นการดำเนินงานในการจัดทำระบบควบคุมการจ่ายเอทานอล ซึ่งเริ่มดำเนินงานจากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับระบบจ่ายเอทานอลทั้ง P&I Diagram, คู่มือการใช้งานระบบจ่ายเอทานอล รวมถึงรายละเอียดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบจากคู่มือการใช้งาน (Manual) หาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต จากนั้นเริ่มออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) โดยเริ่มเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel)ม ออกแบบการจัดวางอุปกรณ์หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) และออกแบบระบบการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) โดยใช้โปรแกรม EPLAN Electric P8 ในการออกแบบ เมื่อออกแบบทางไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วจึงทำการออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุม MicroLogix1500 PLC ผ่านโปรแกรม RSLogix500 เมื่อกระบวนการข้างต้นเสร็จสมบูรณ์จึงเริ่มดำเนินการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) โดยเริ่มจากการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้งาน และเริ่มดำเนินการ wiring เมื่อจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) สำเร็จ จึงทำการทดสอบการใช้งานของตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) โดยจากการทดสอบการใช้งานพบว่าตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) สามารถใช้งานได้ มีประสิทธิภาพ

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. การทดสอบการใช้งานของตู้ควบคุมไฟฟ้าใช้เวลานาน และเกิดการสับสนในบางขณะเนื่องจากมีจำนวน point terminal มากทำให้เกิดความผิดพลาดบ้างในการทดสอบตำแหน่ง

2. เนื่องจากเป็นโครงงานเฉพาะทาง จึงใช้เวลาในการศึกษาค่อนข้างนานกว่าปกติ

3. โครงงานนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบควบคุมการจ่ายเอทานอลทั้งหมด จึงอาจมีบางส่วนที่ต้องดำเนินการต่อเช่น ระบบแสดงผล SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานโครงงานพบว่าต้องใช้ความรู้ในด้านโปรแกรม EPLAN Electric P8 สำหรับเขียนแบบทางไฟฟ้าเพื่อจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Panel) และความรู้เกี่ยวกับซอฟต์แวร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ Allen Bradley PLC เช่น RSLogix500, RSLinx Classic เป็นต้น รวมถึงการเครือข่ายการสื่อสารและภาษาที่ใช้ในการติดต่อ นอกจากนี้ยังต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้าควบคุมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] "MicroLogix1500 System" [ออนไลน์]

Available: http://www.thaiautomation.co.th/micrologix1500.htm

[2] "เอทานอล" [ออนไลน์]

Available: http://www.lannar.com/main/operations/ethanol-business/

[3] "RSLogix500 Basic Programming" [ออนไลน์]

Available: https://www.youtube.com/watch?v=9-wgZ5Qb4aE#t=714.078637

[4] "สารคดีจากอ้อยสู่น้ำมันแก๊สโซฮอล์" [ออนไลน์]

Available: https://www.youtube.com/watch?v=PYsbJJvdouk

[5] "MicroLogix1500 Programmable Logic Controller Systems" [ออนไลน์]

Available: http://ab.rockwellautomation.com/Programmable-Controllers/Micro Logix-1500#documentation

[6] "Ethernet" [ออนไลน์]

Available: http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/ethernet

[7] "MicroLoad.net Preset Controller" [ออนไลน์]

Available: http://www.fmctechnologies.com/en/MeasurementSolutions/Techno logies/LiquidProducts/Electronics/microLoadnet.aspx

[8] "MicroLogix Ethernet Interface User Manual" [ออนไลน์]

Available: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/docu ments/um/1761-um006_-en-p.pdf

[9] "Ethernet Network" [ออนไลน์]

Available: https://thaicontrol.wordpress.com/2014/04/27/ethernet-network

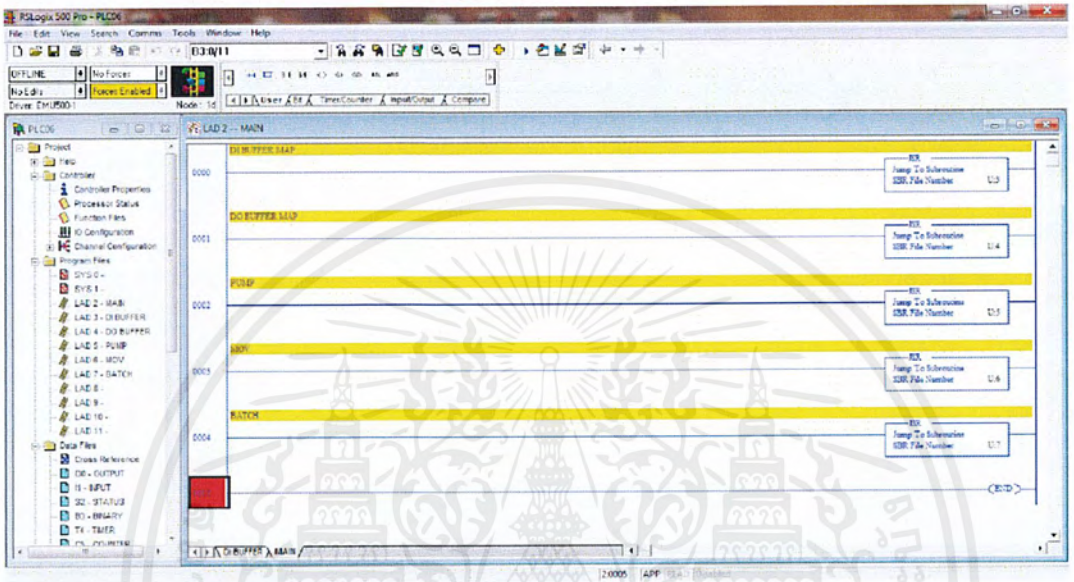
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

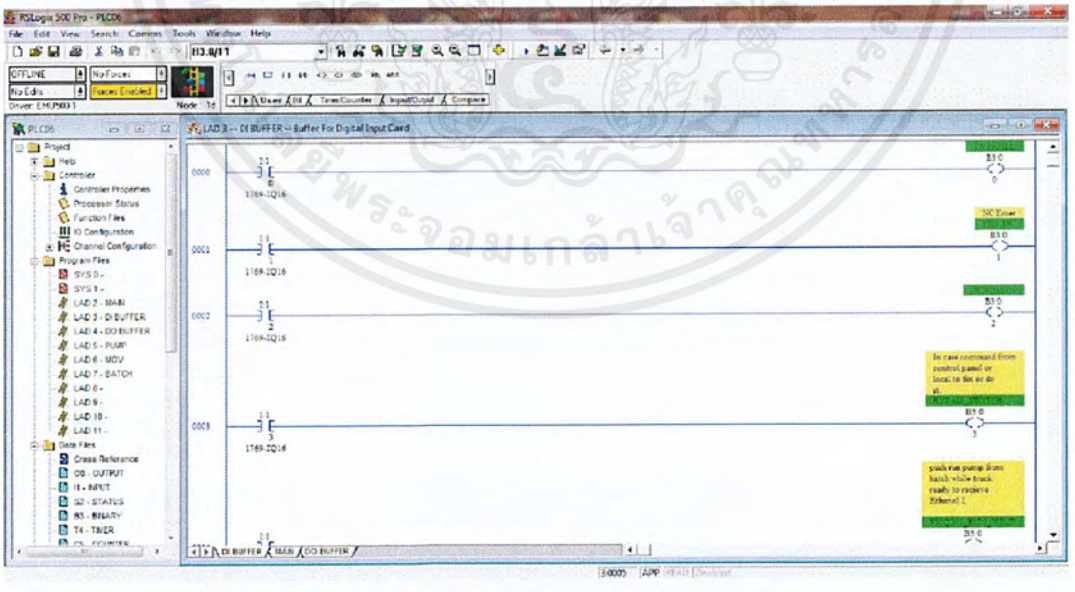
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Ladder Diagram สำหรับควบคุมการทำงาน MicroLogix1500 PLC

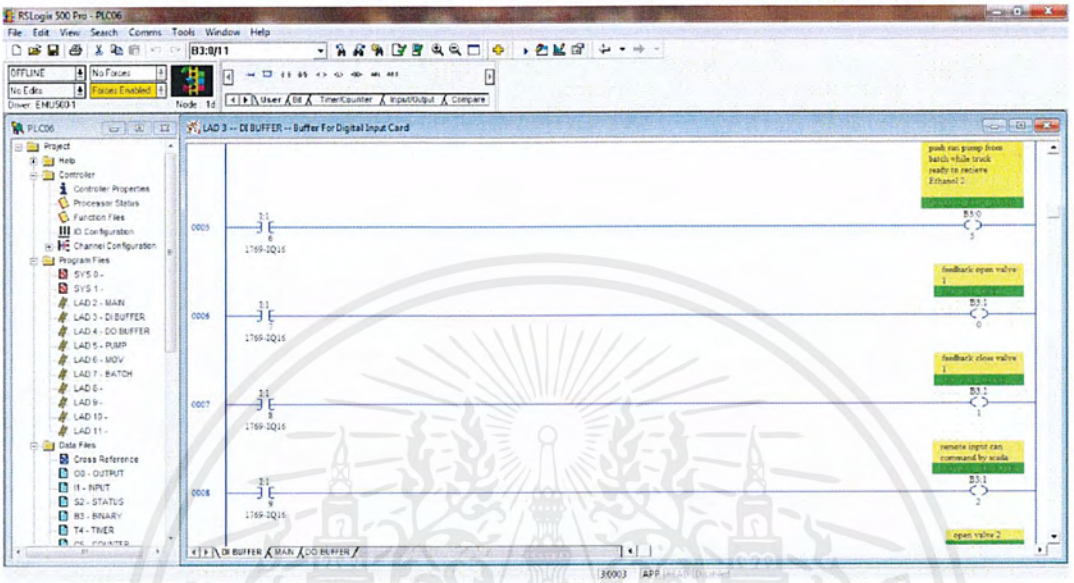


รูปที่ ก.1 Ladder Diagram (1)

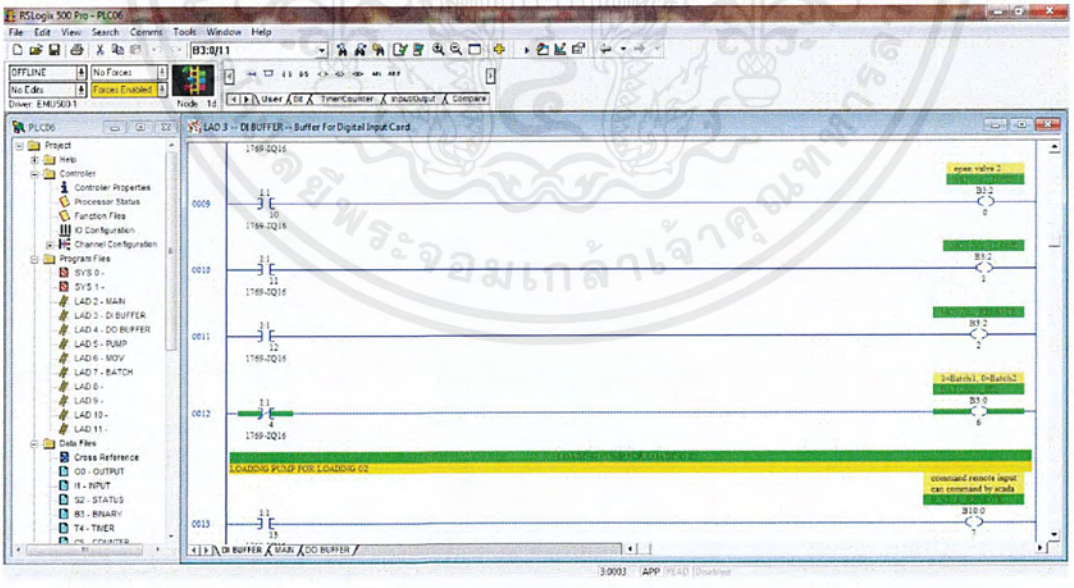


รูปที่ ก.2 Ladder Diagram (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

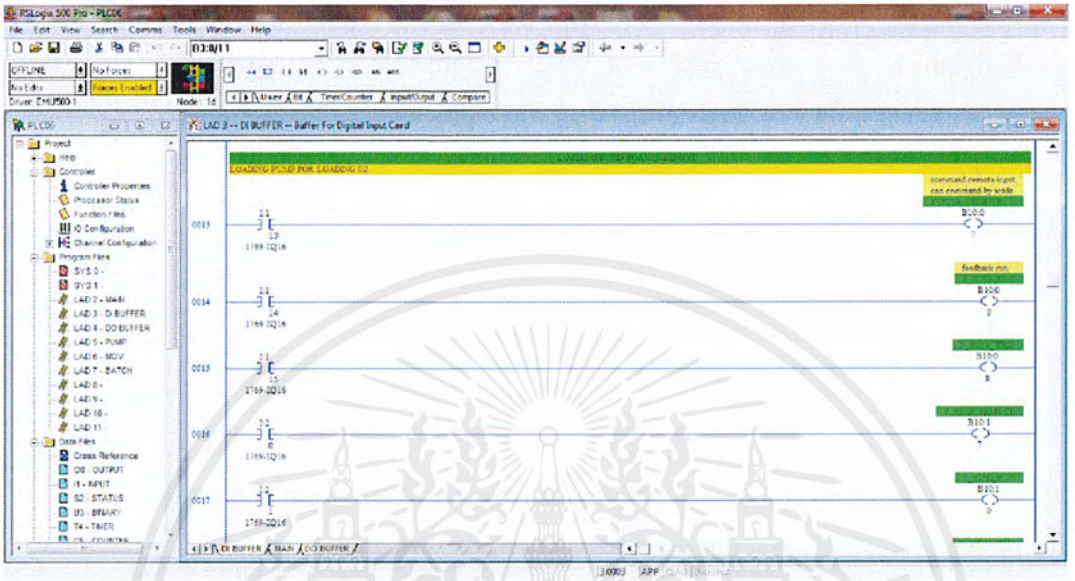


รูปที่ ก.3 Ladder Diagram (3)

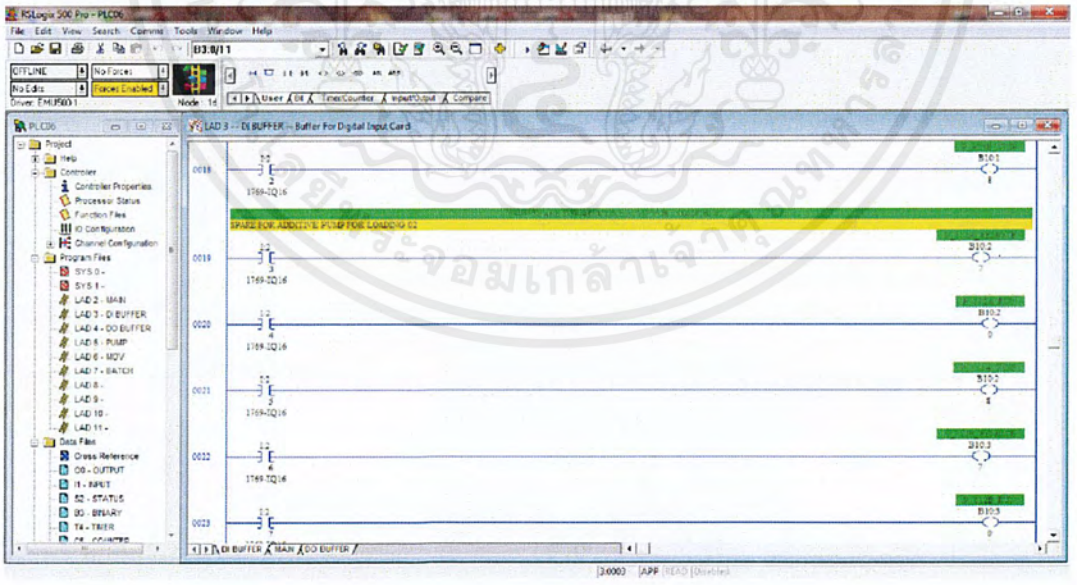


รูปที่ ก.4 Ladder Diagram (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

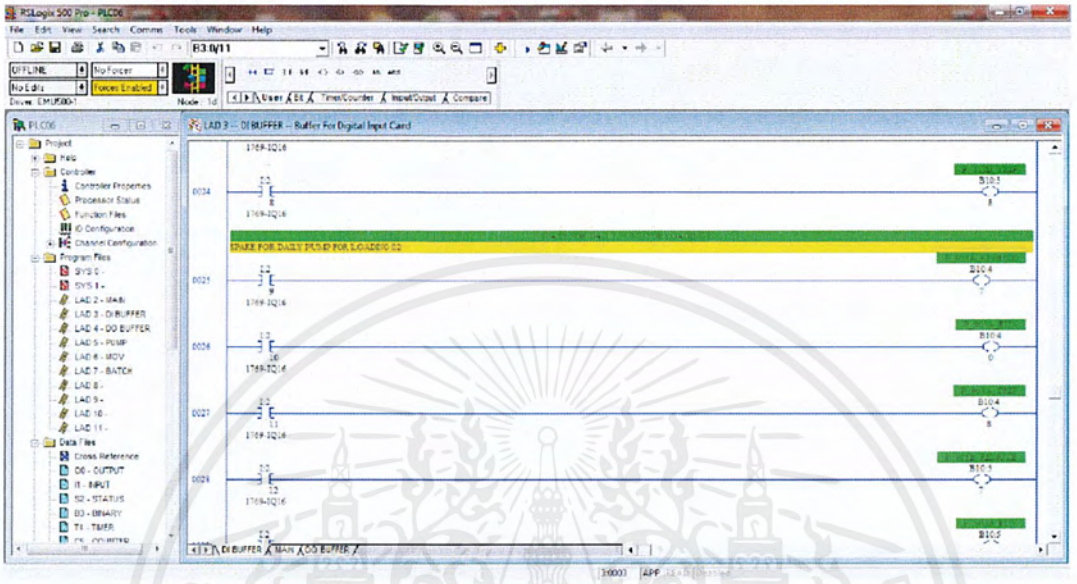


รูปที่ ก.5 Ladder Diagram (5)

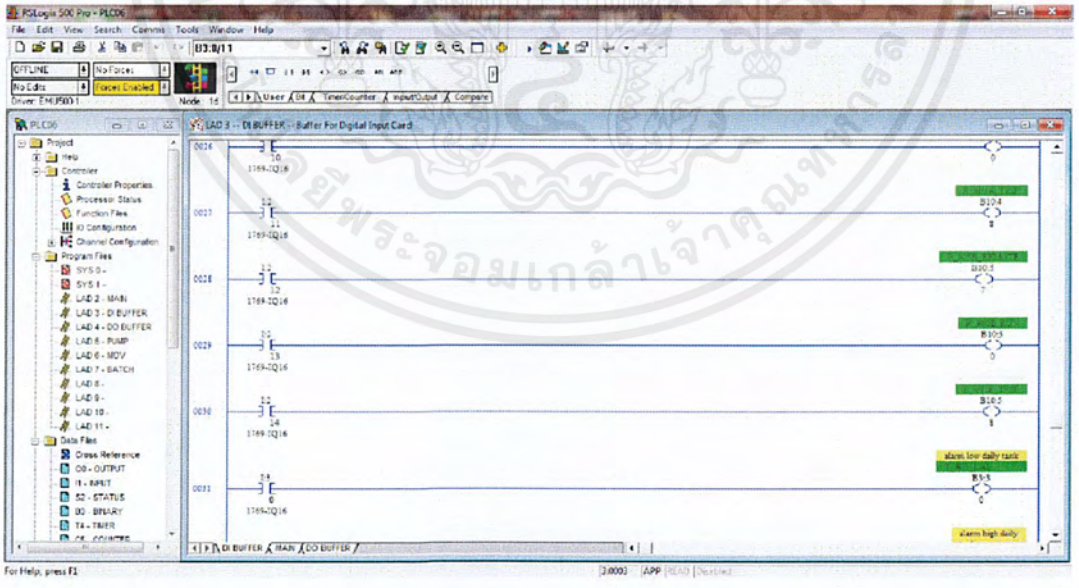


รูปที่ ก.6 Ladder Diagram (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

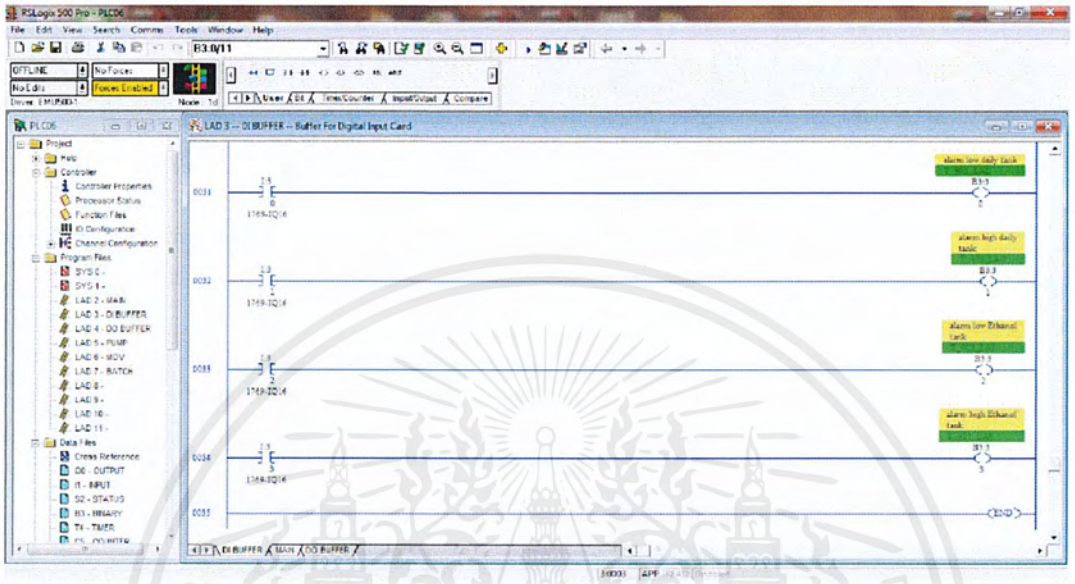


รูปที่ ก.7 Ladder Diagram (7)

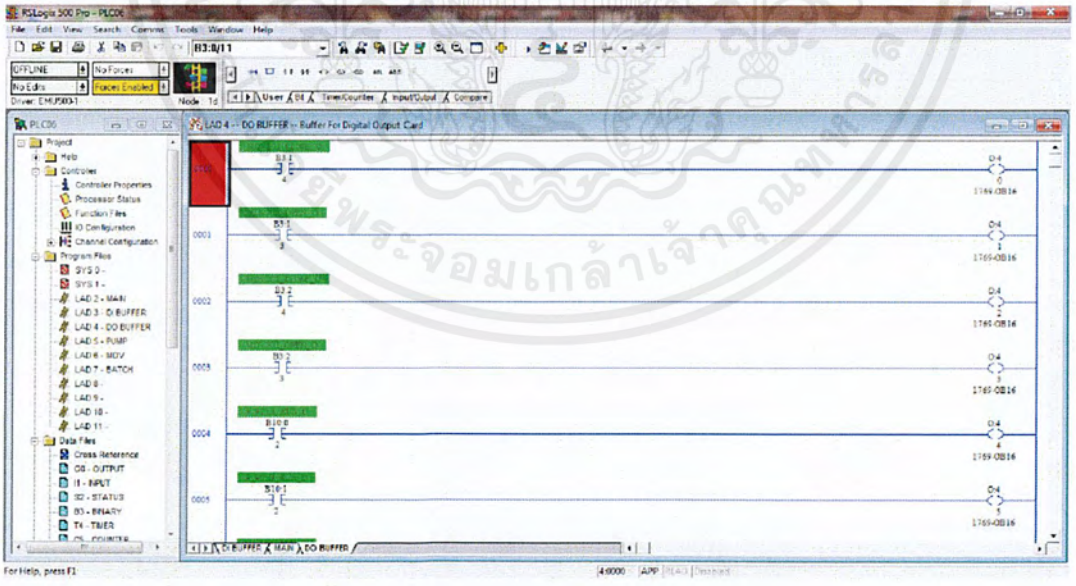


รูปที่ ก.8 Ladder Diagram (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

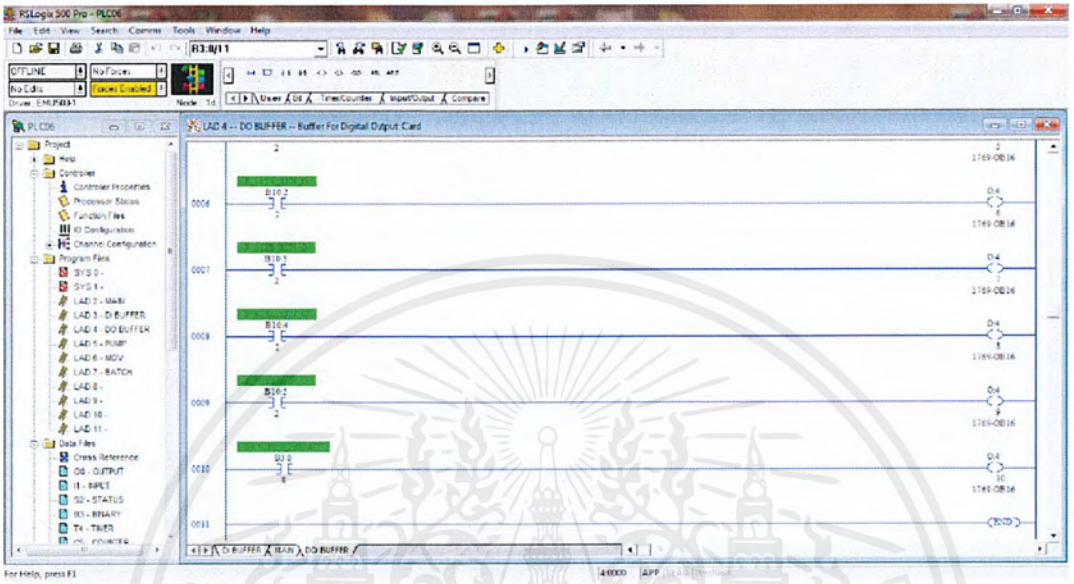


รูปที่ ก.9 Ladder Diagram (9)

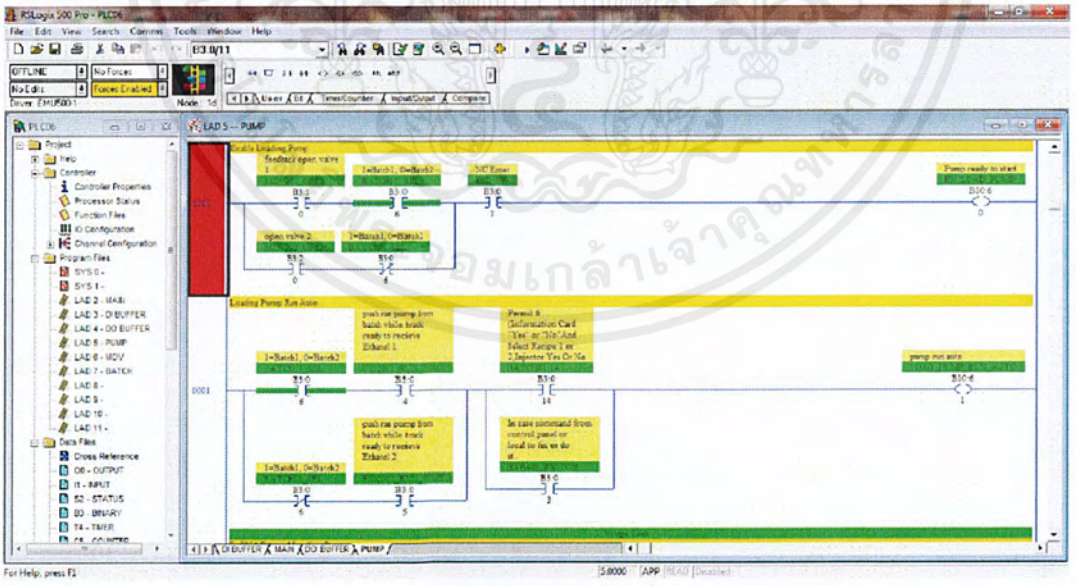


รูปที่ ก.10 Ladder Diagram (10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

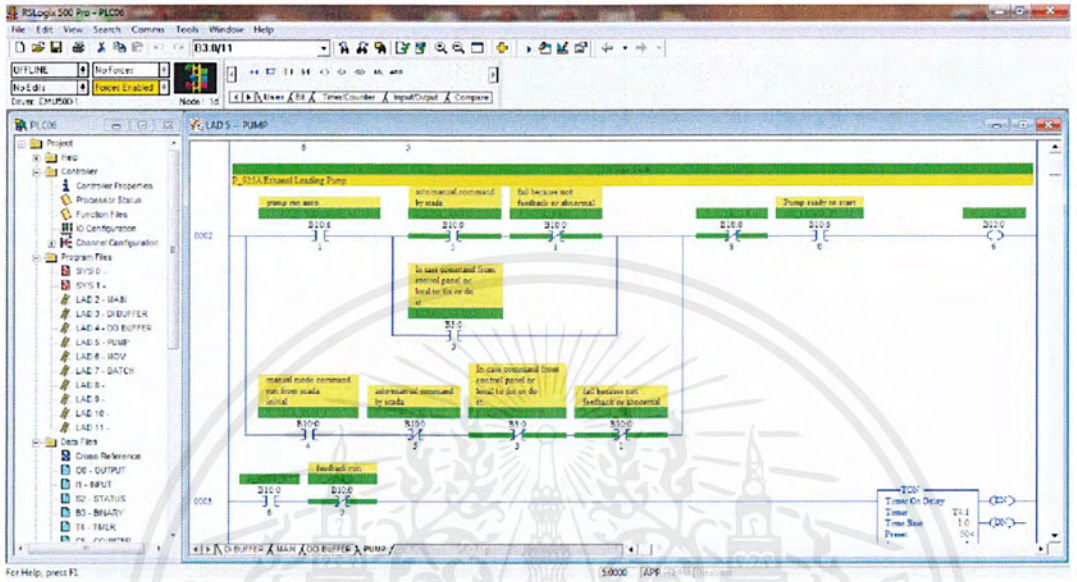


รูปที่ ก.11 Ladder Diagram (11)

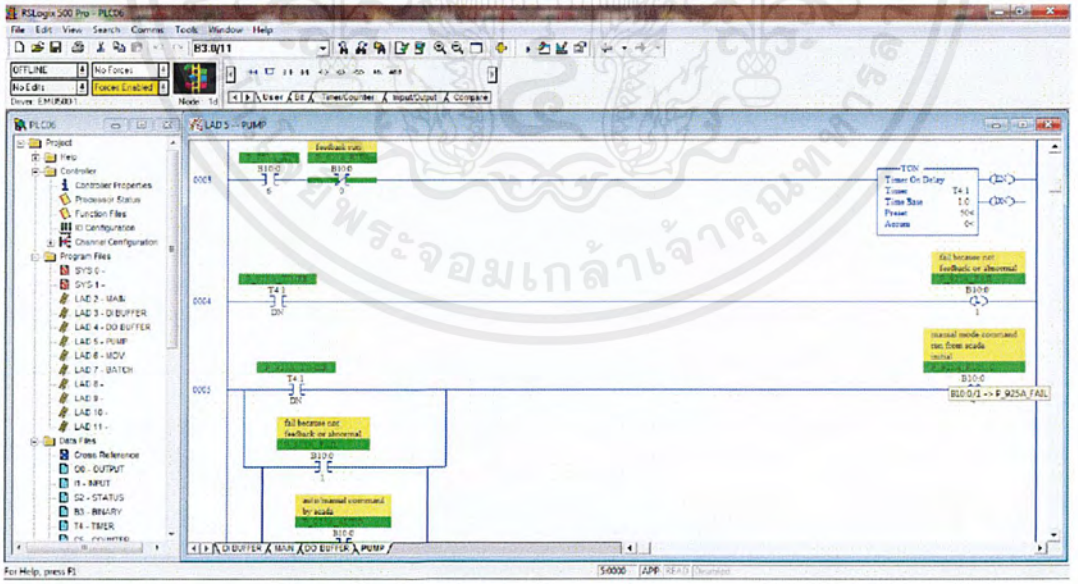


รูปที่ ก.12 Ladder Diagram (12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

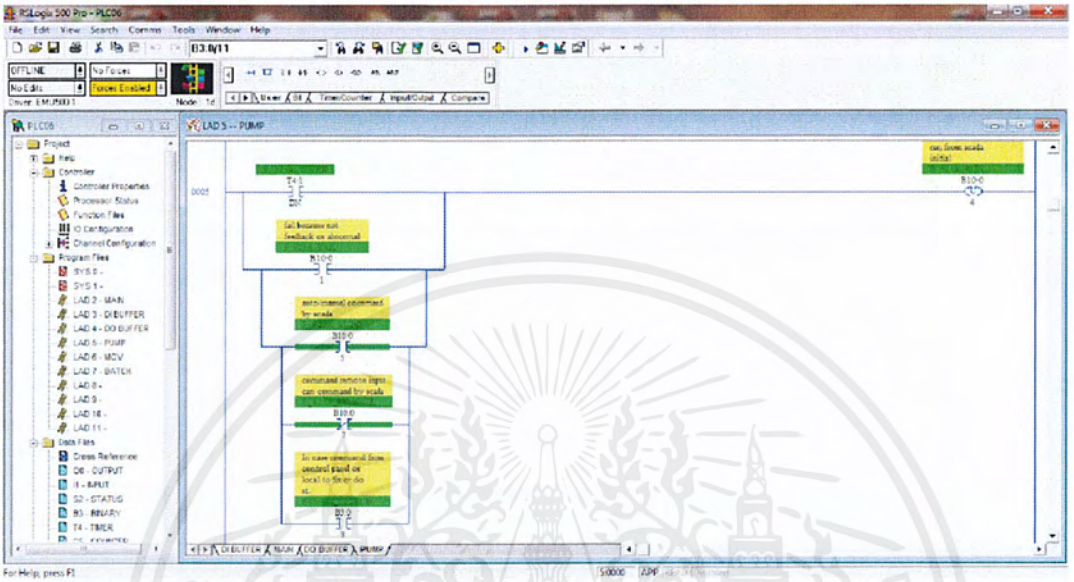


รูปที่ ก.13 Ladder Diagram (13)

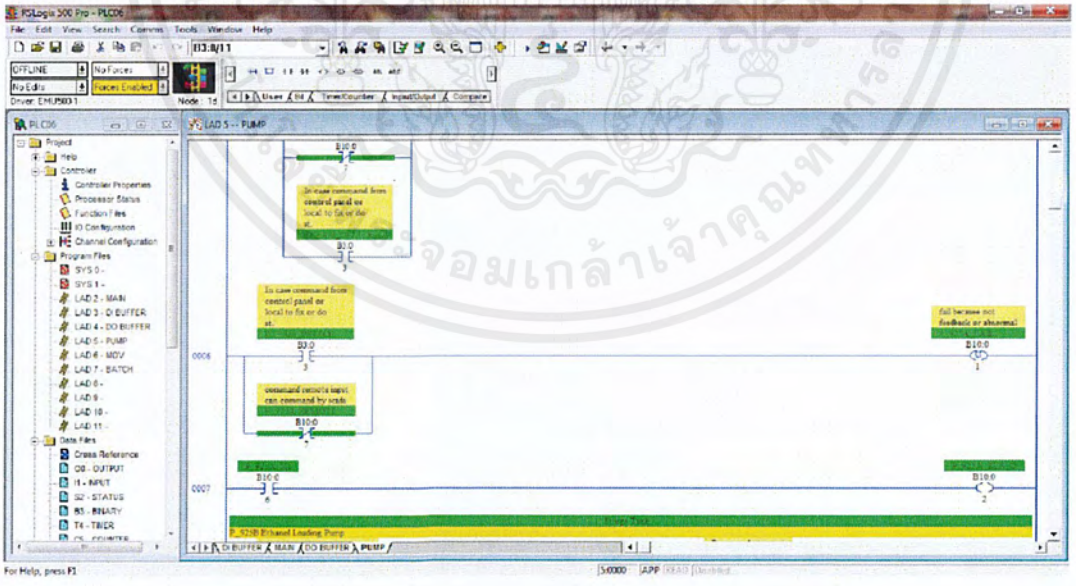


รูปที่ ก.14 Ladder Diagram (14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

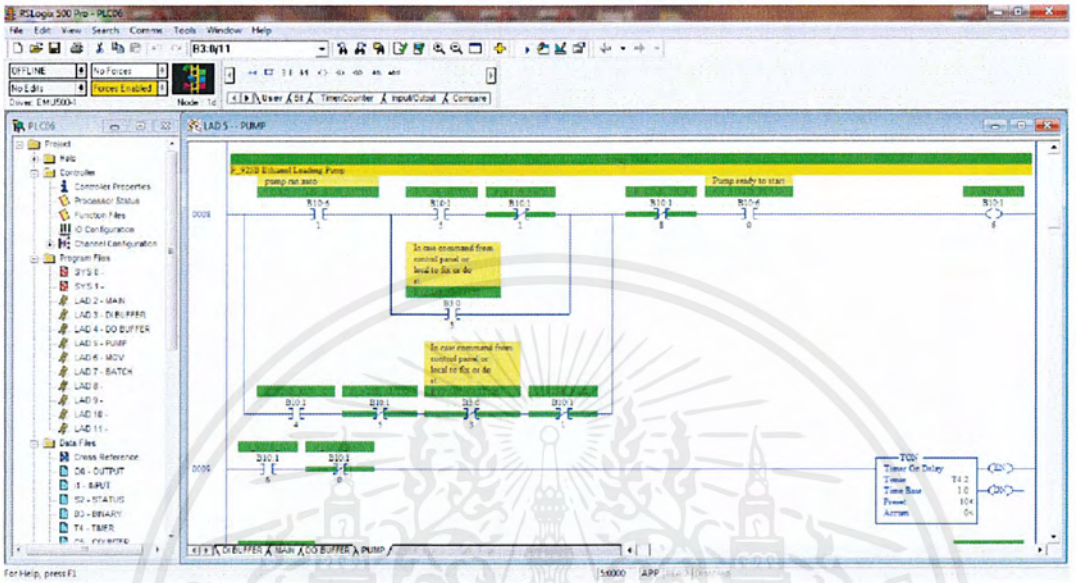


รูปที่ ก.15 Ladder Diagram (15)

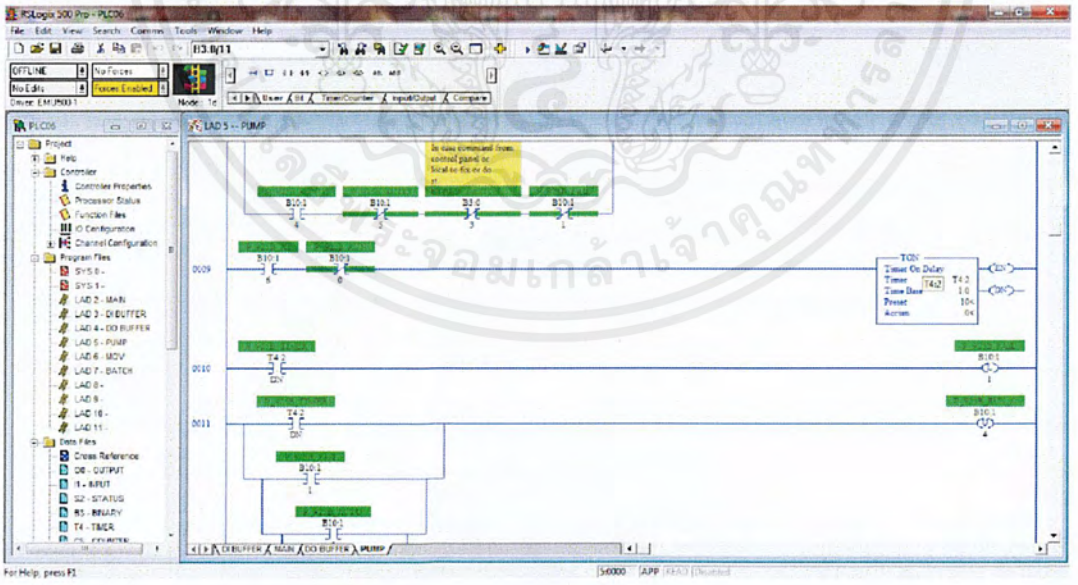


รูปที่ ก.16 Ladder Diagram (16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

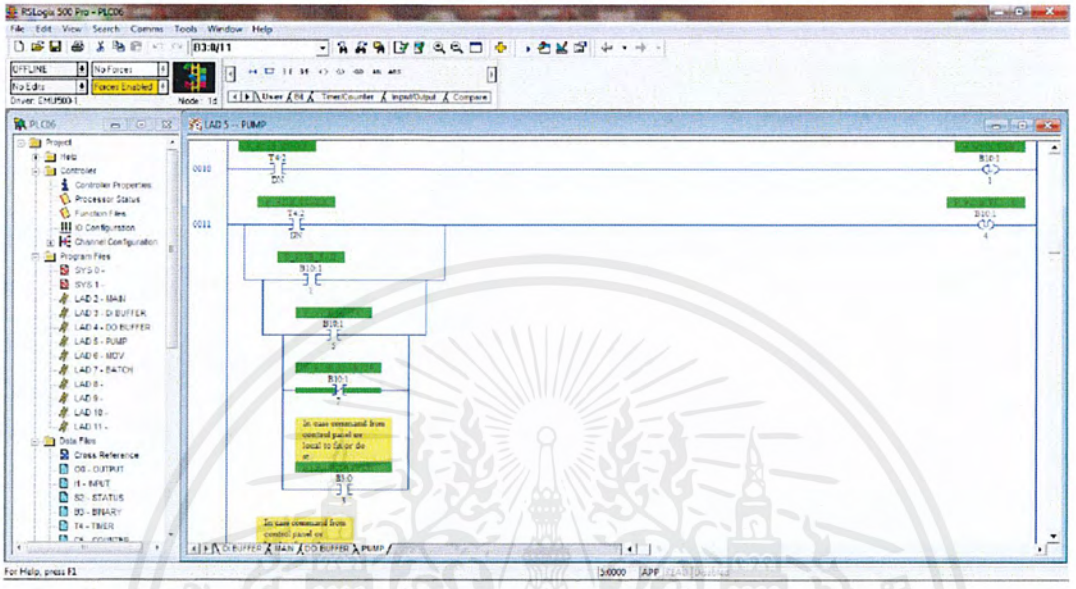


รูปที่ ก.17 Ladder Diagram (17)

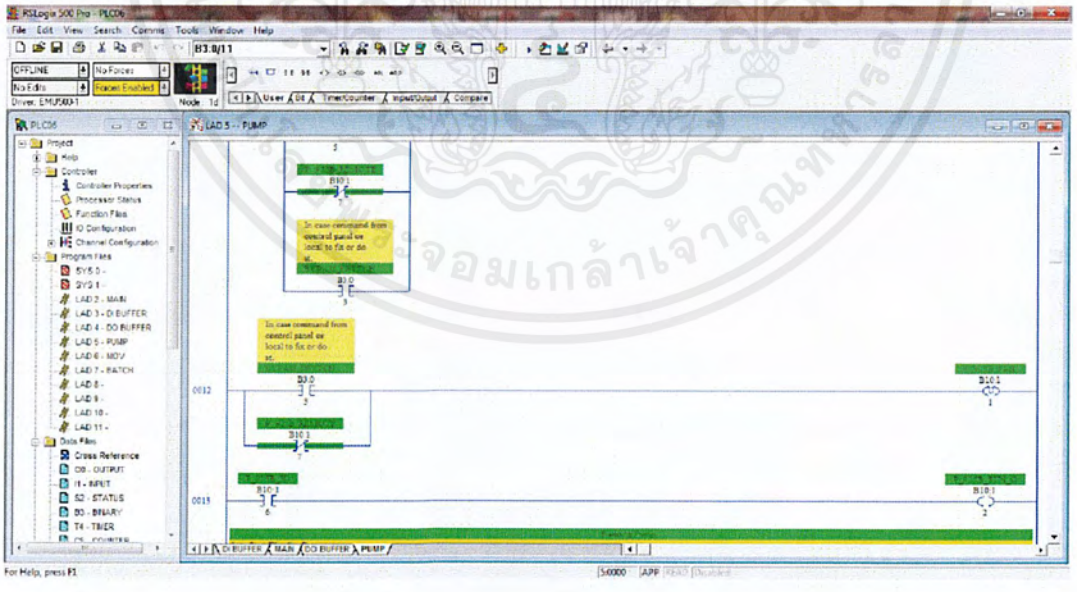


รูปที่ ก.18 Ladder Diagram (18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

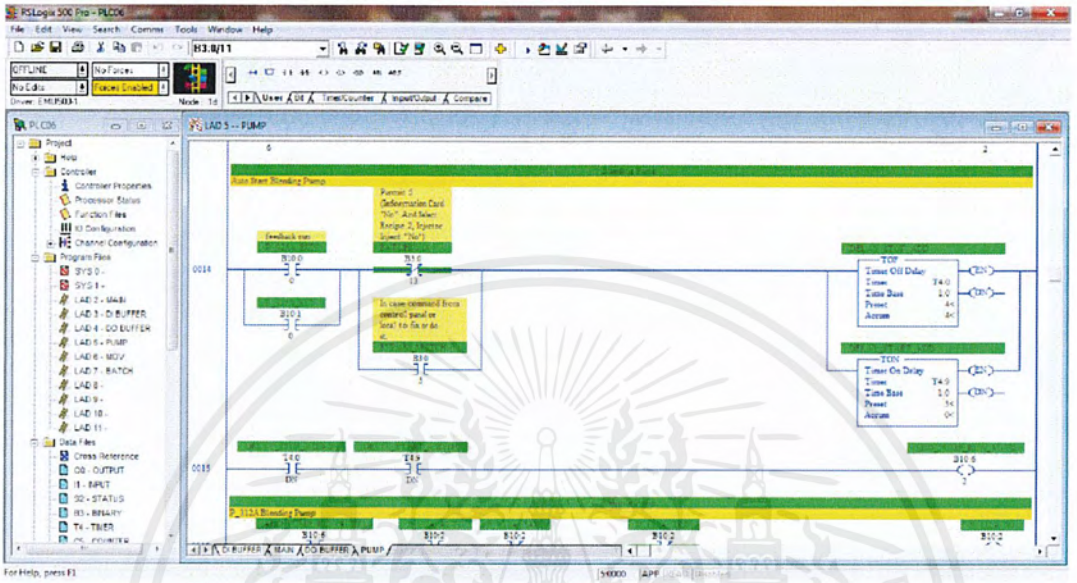


รูปที่ ก.19 Ladder Diagram (19)

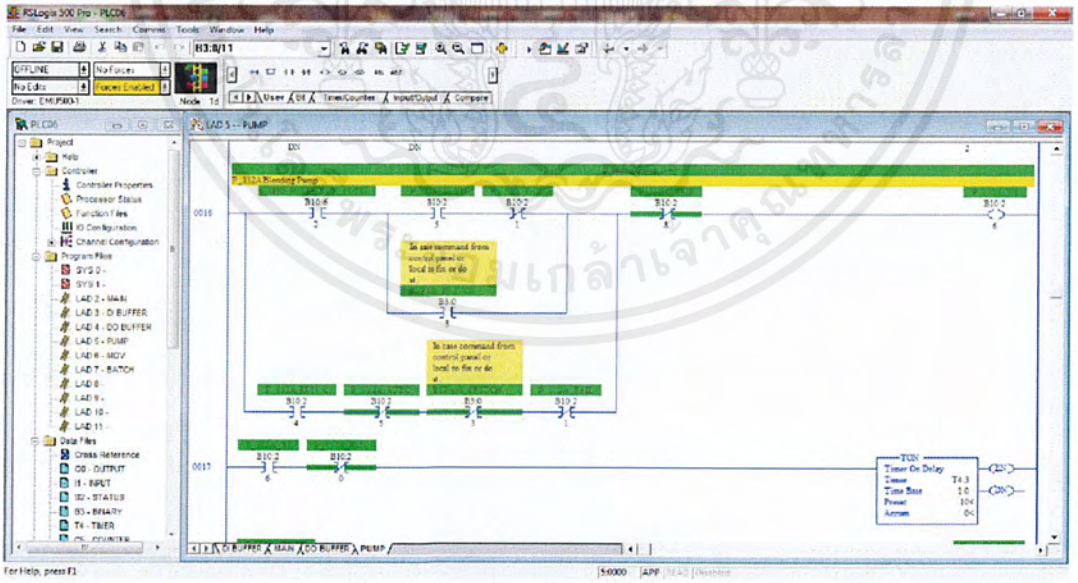


รูปที่ ก.20 Ladder Diagram (20)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

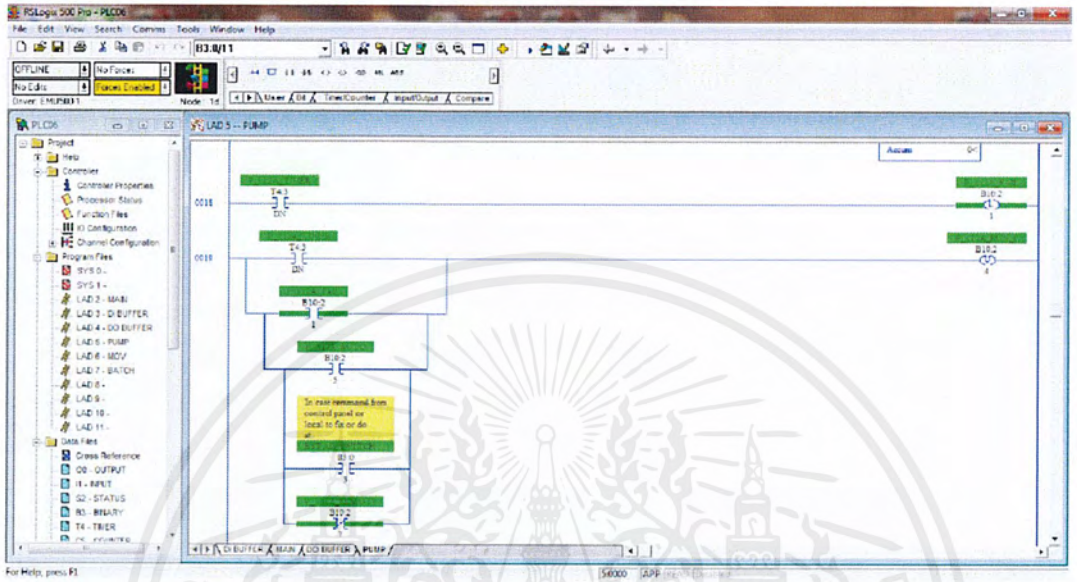


รูปที่ ก.21 Ladder Diagram (21)

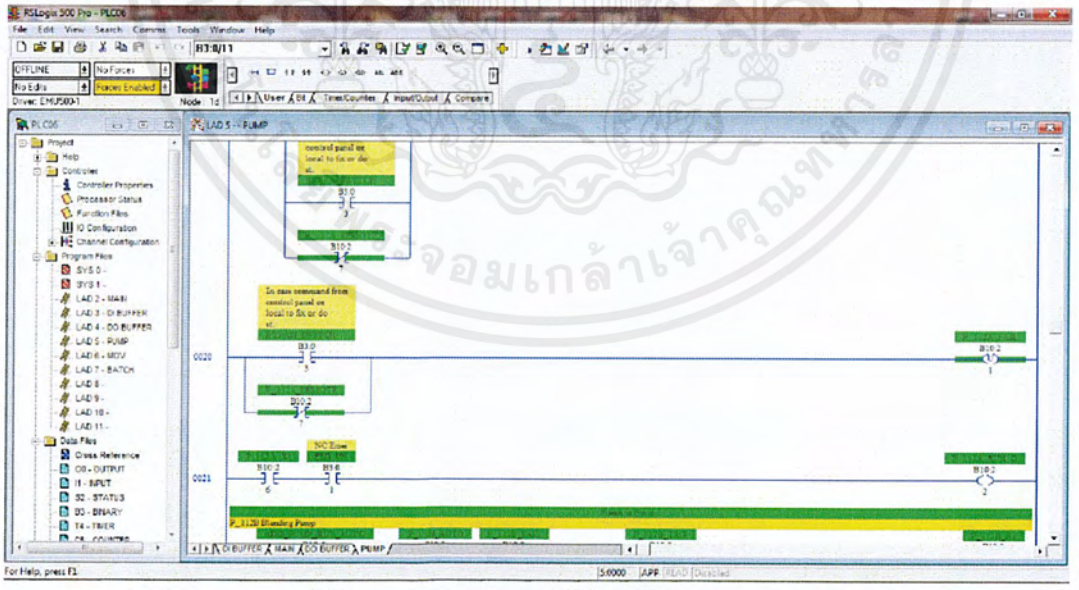


รูปที่ ก.22 Ladder Diagram (22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

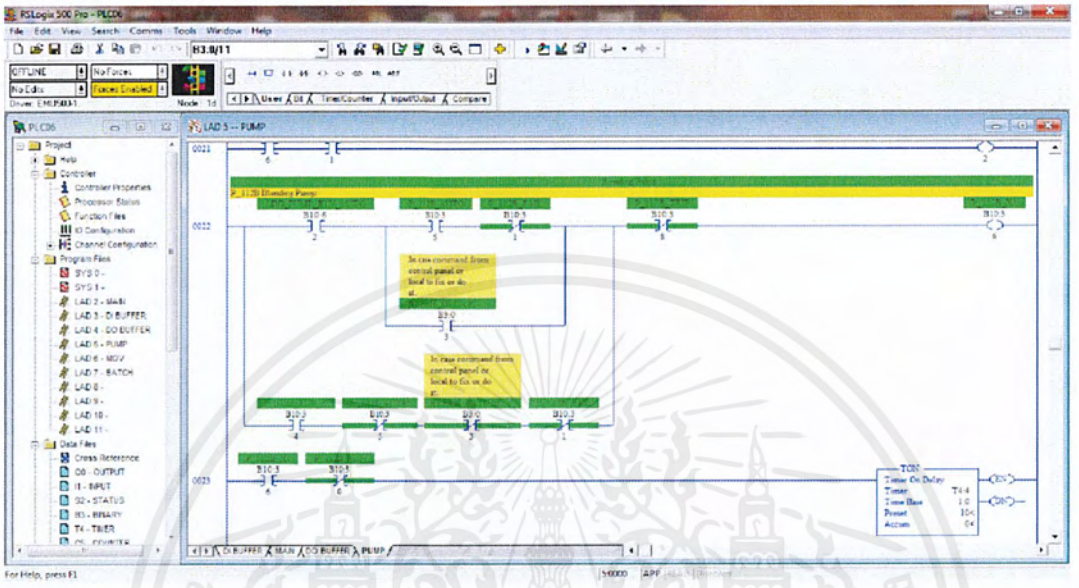


รูปที่ ก.23 Ladder Diagram (23)

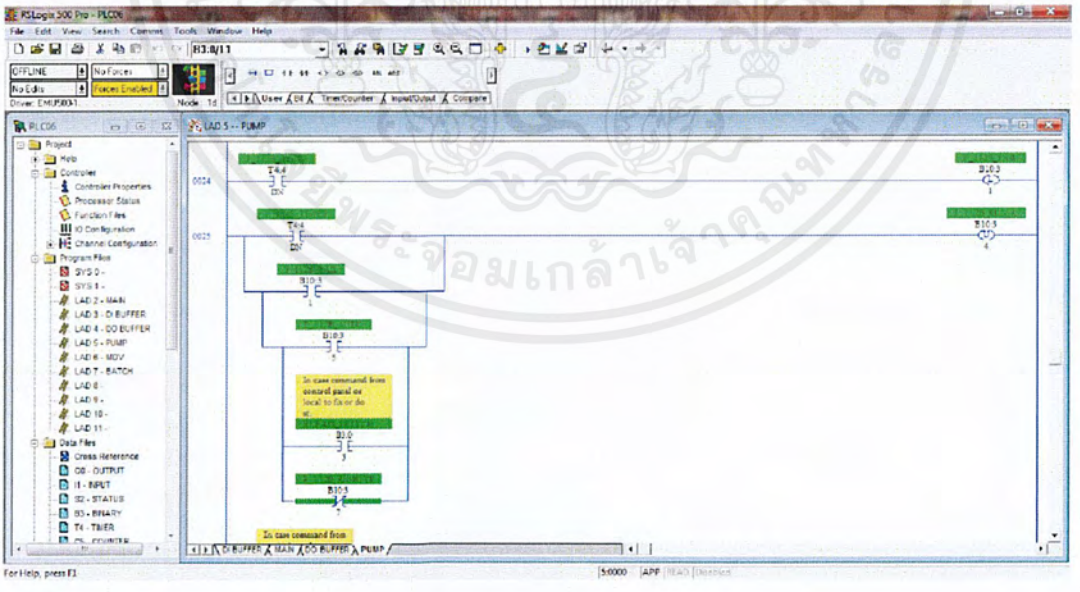


รูปที่ ก.24 Ladder Diagram (24)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

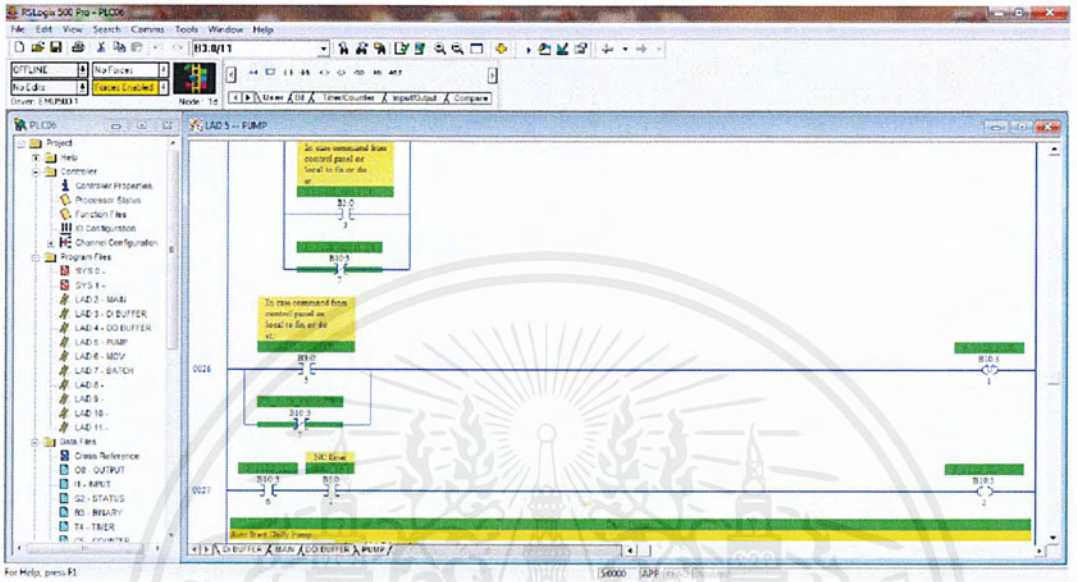


รูปที่ ก.25 Ladder Diagram (25)

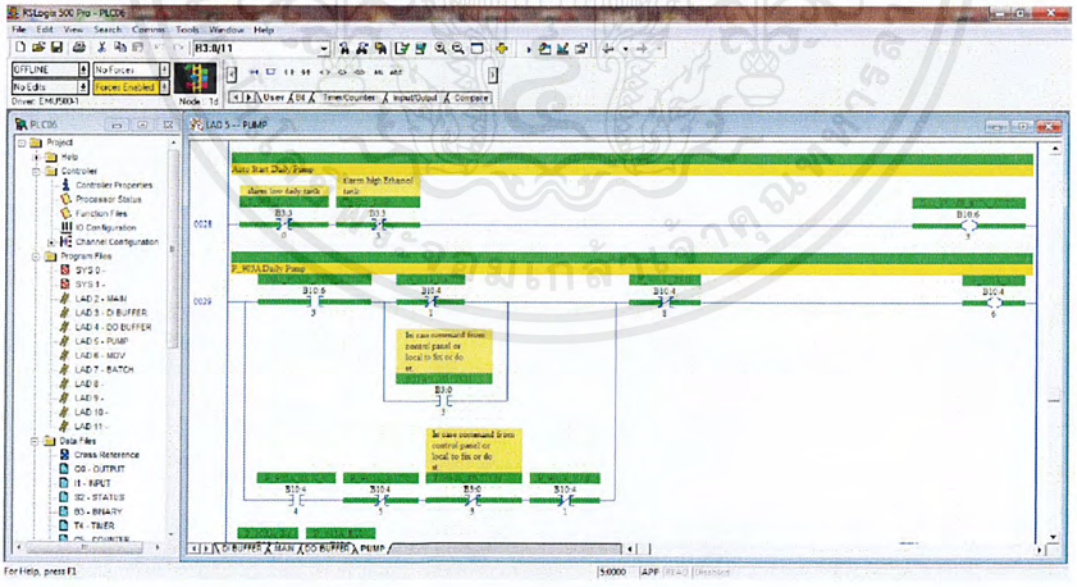


รูปที่ ก.26 Ladder Diagram (26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

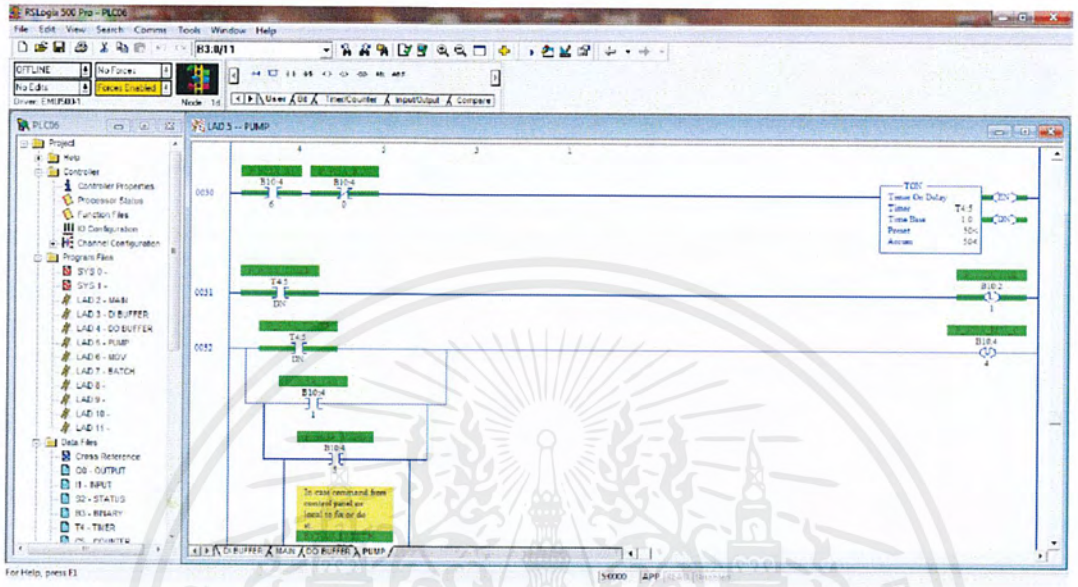


รูปที่ ก.27 Ladder Diagram (27)

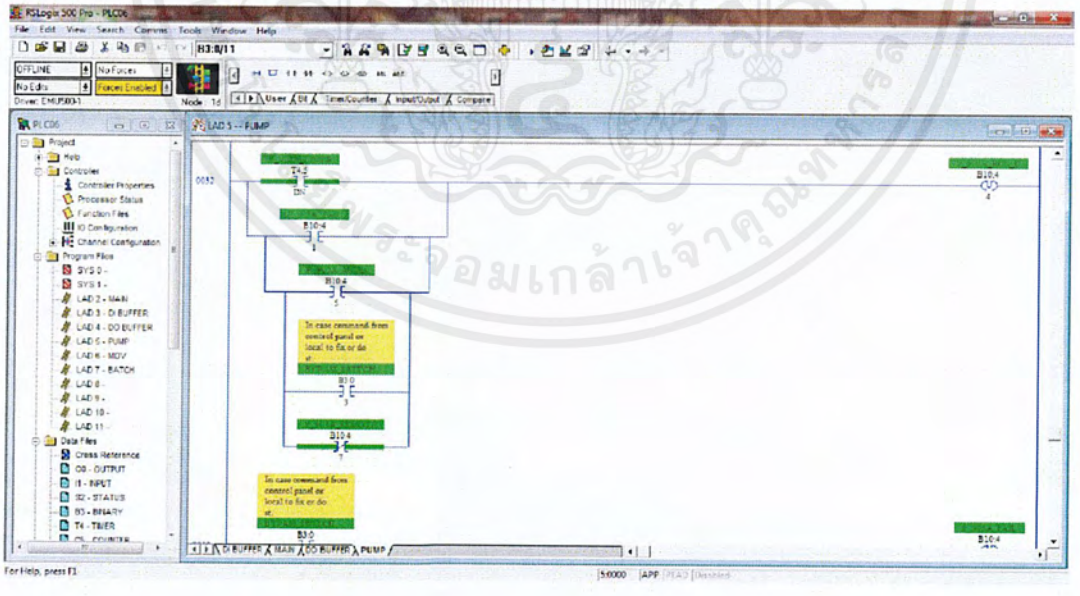


รูปที่ ก.28 Ladder Diagram (28)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

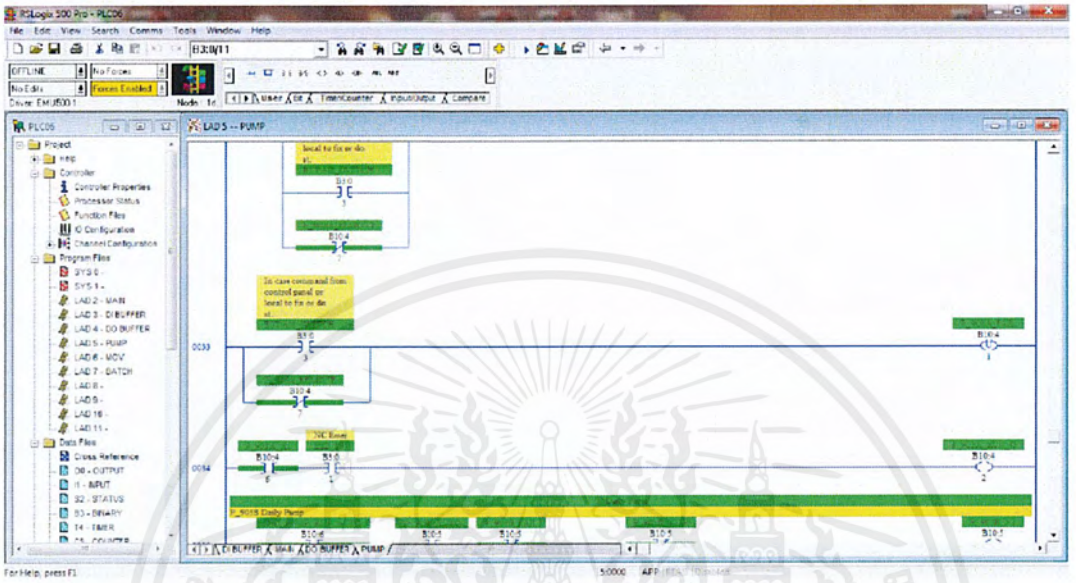


รูปที่ ก.29 Ladder Diagram (29)

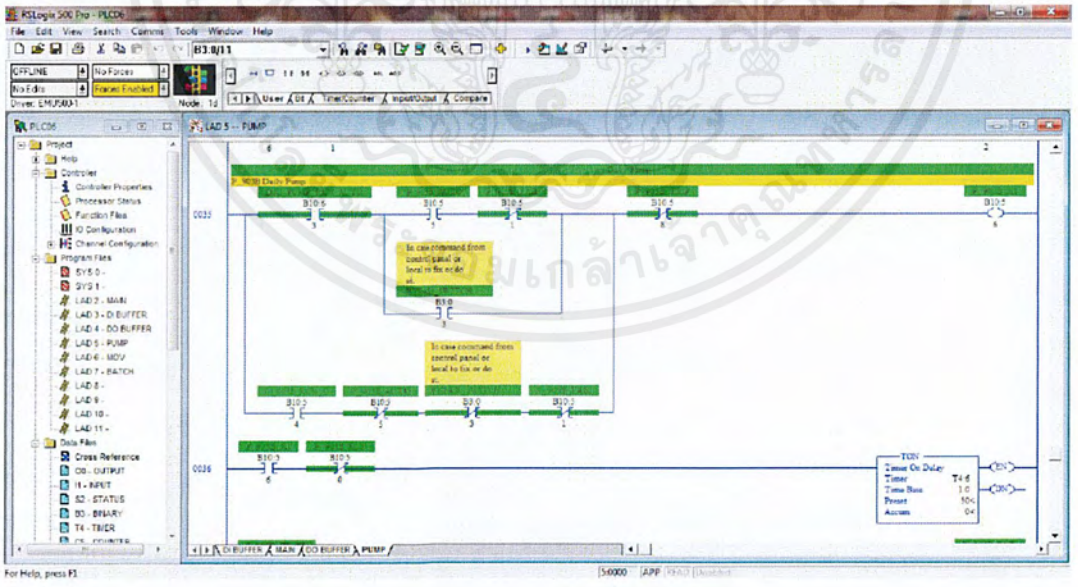


รูปที่ ก.30 Ladder Diagram (30)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

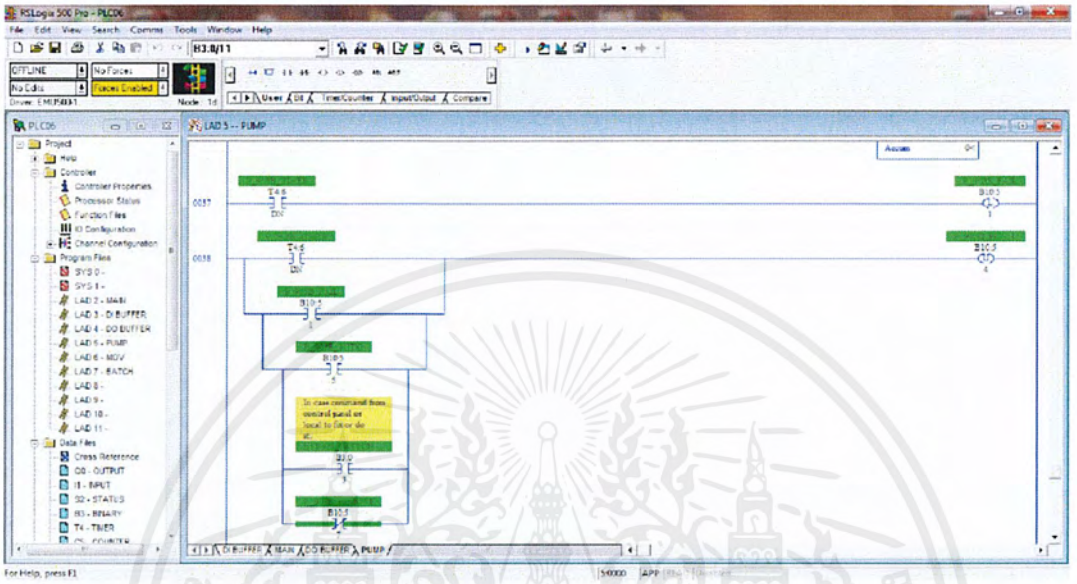


รูปที่ ก.31 Ladder Diagram (31)

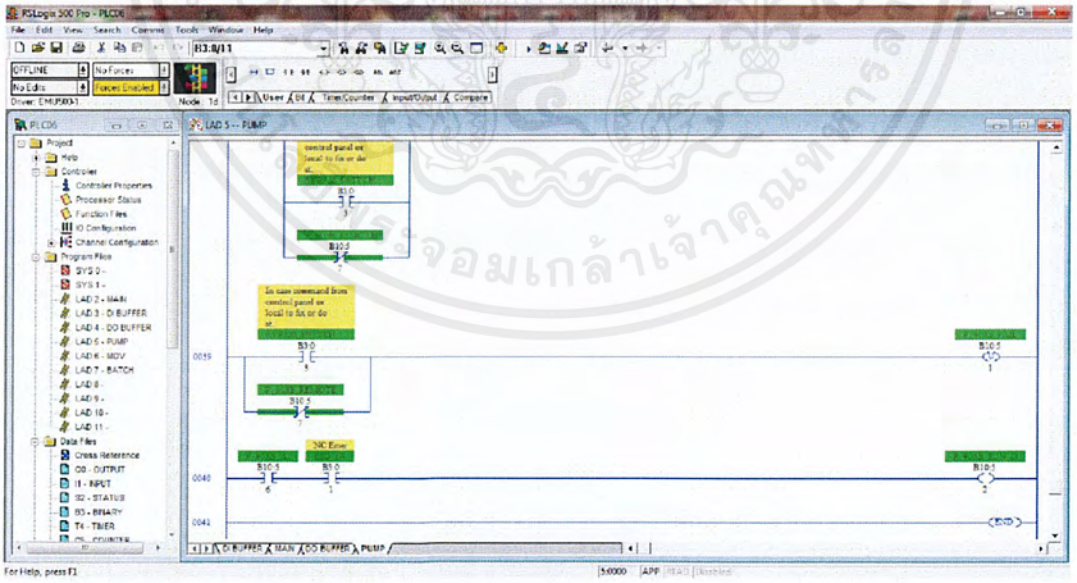


รูปที่ ก.32 Ladder Diagram (32)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

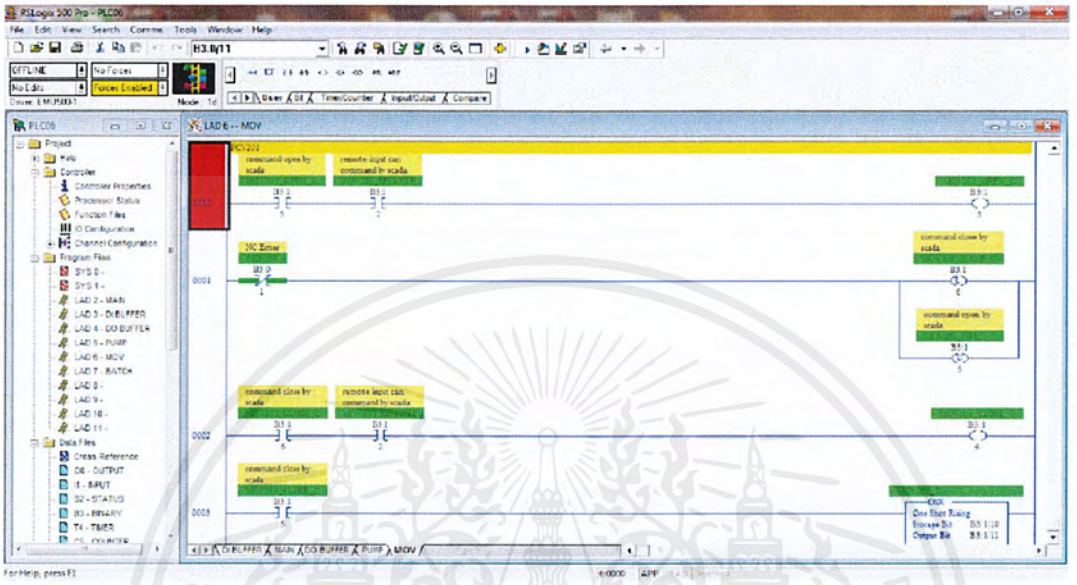


รูปที่ ก.33 Ladder Diagram (33)

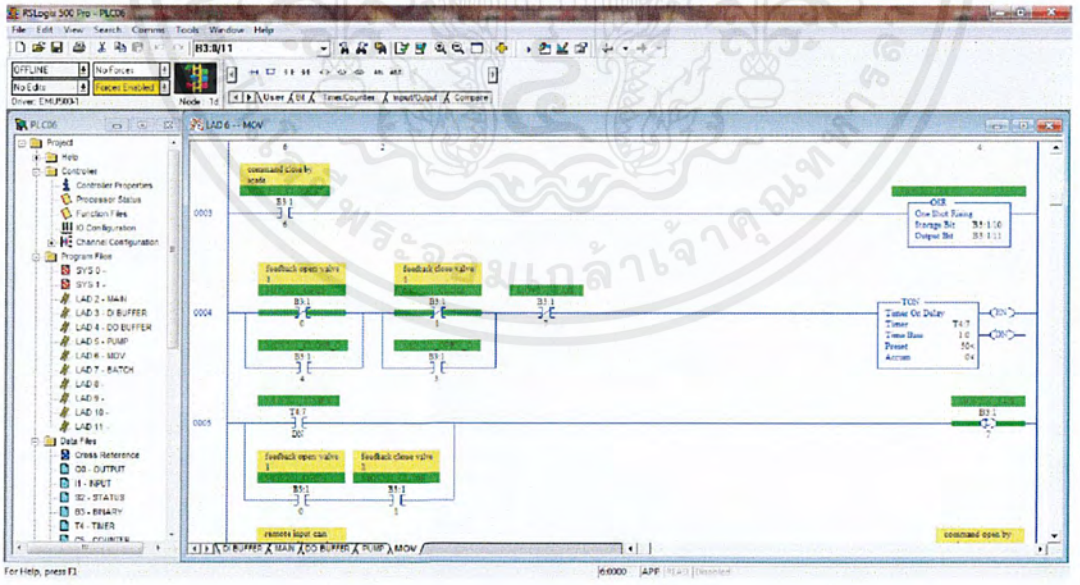


รูปที่ ก.34 Ladder Diagram (34)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

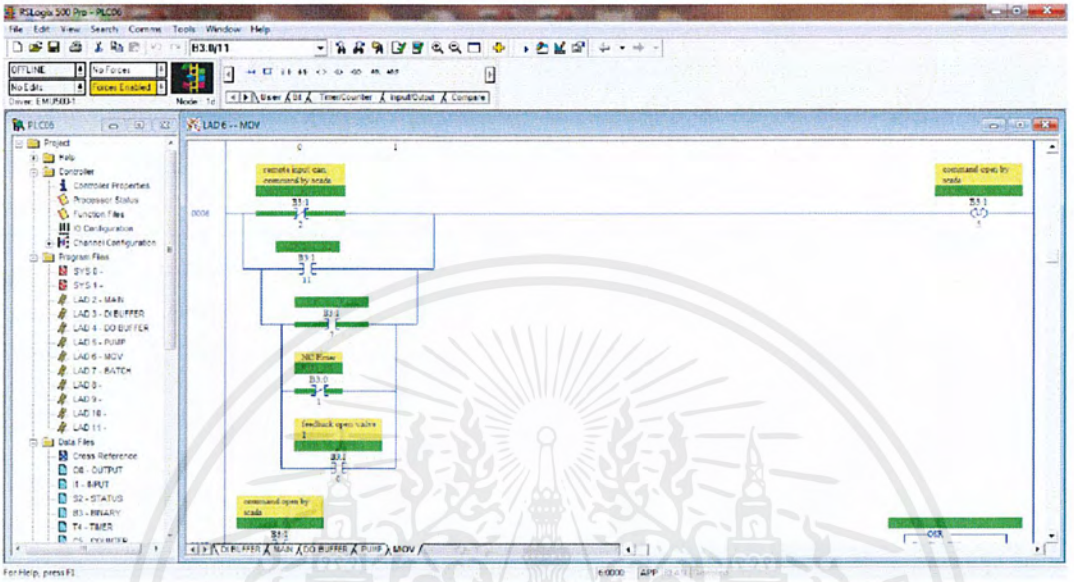


รูปที่ ก.35 Ladder Diagram (35)

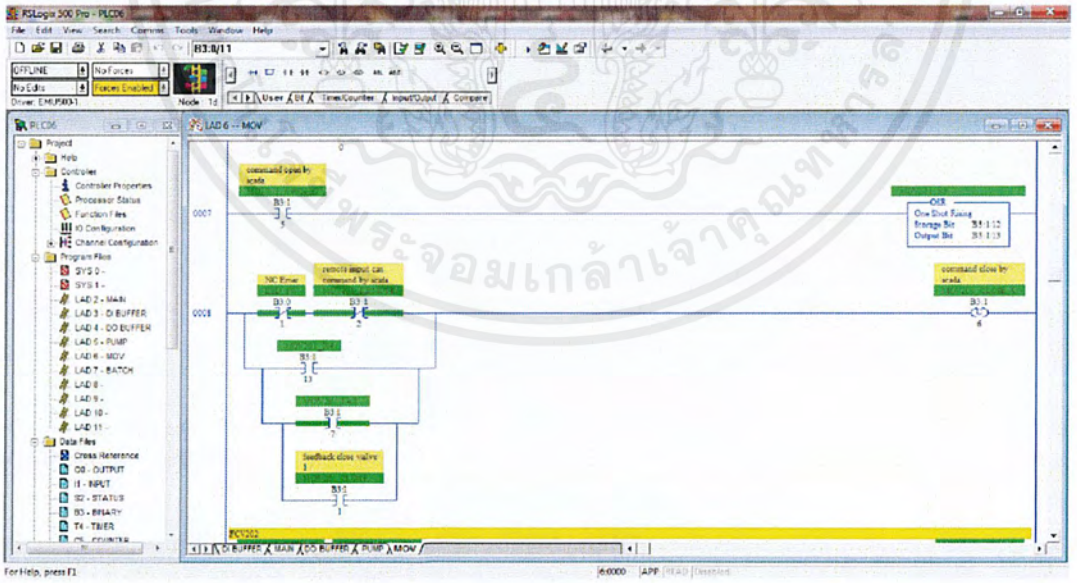


รูปที่ ก.36 Ladder Diagram (36)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

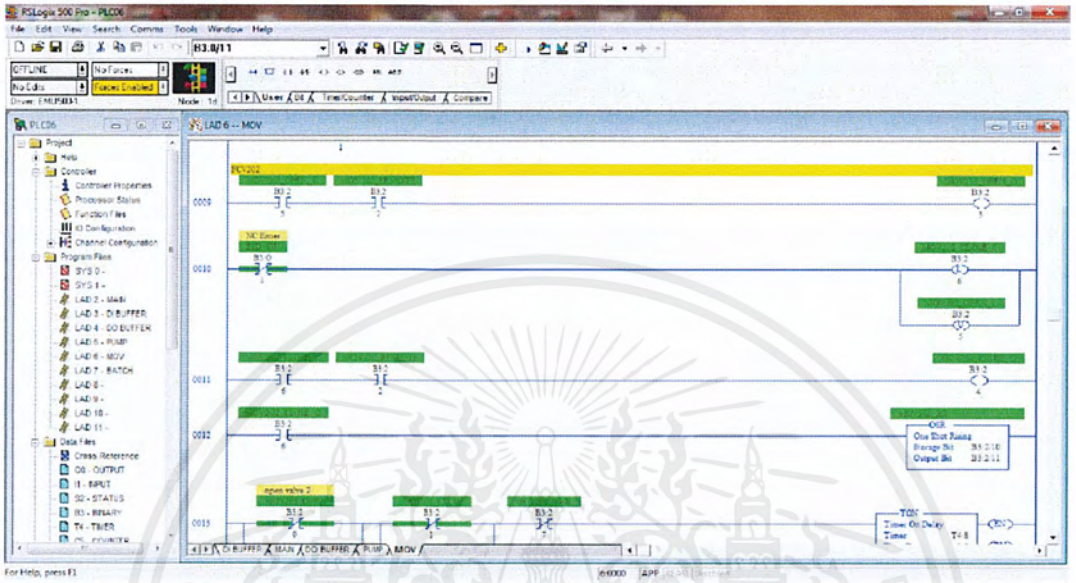


รูปที่ ก.37 Ladder Diagram (37)

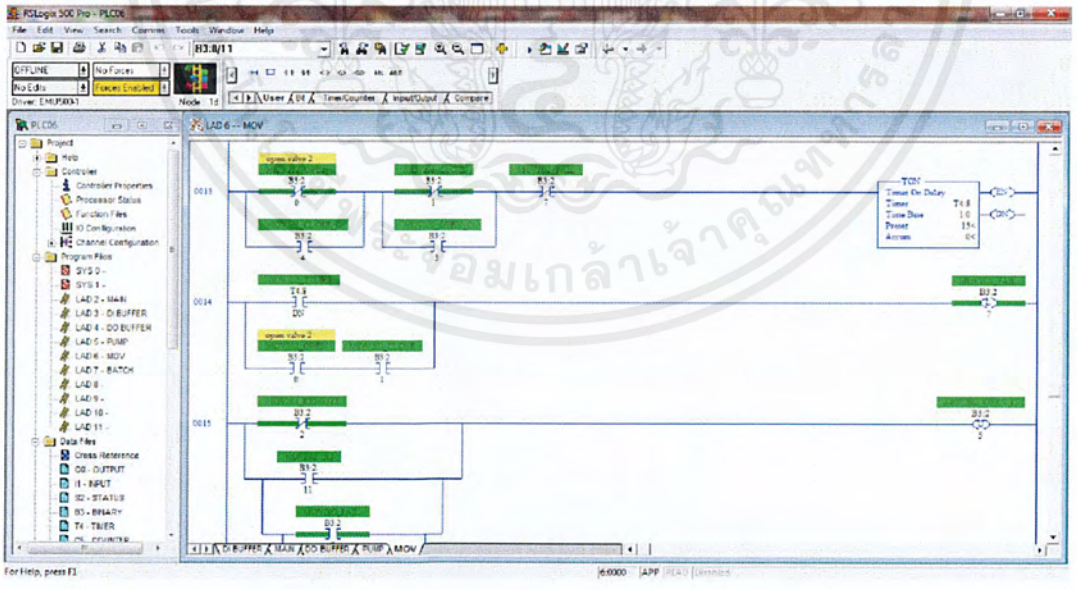


รูปที่ ก.38 Ladder Diagram (38)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

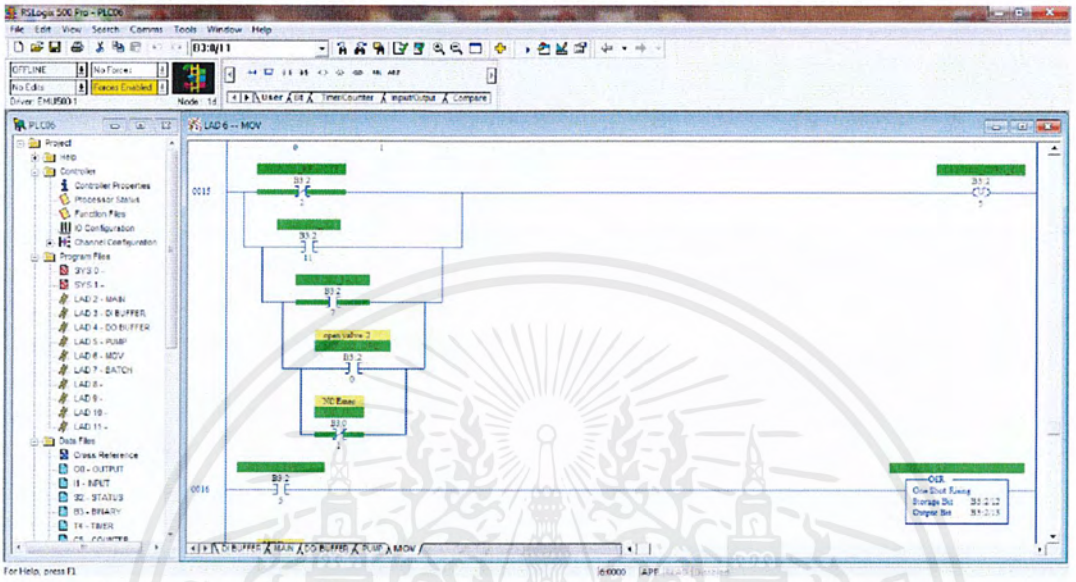


รูปที่ ก.39 Ladder Diagram (39)

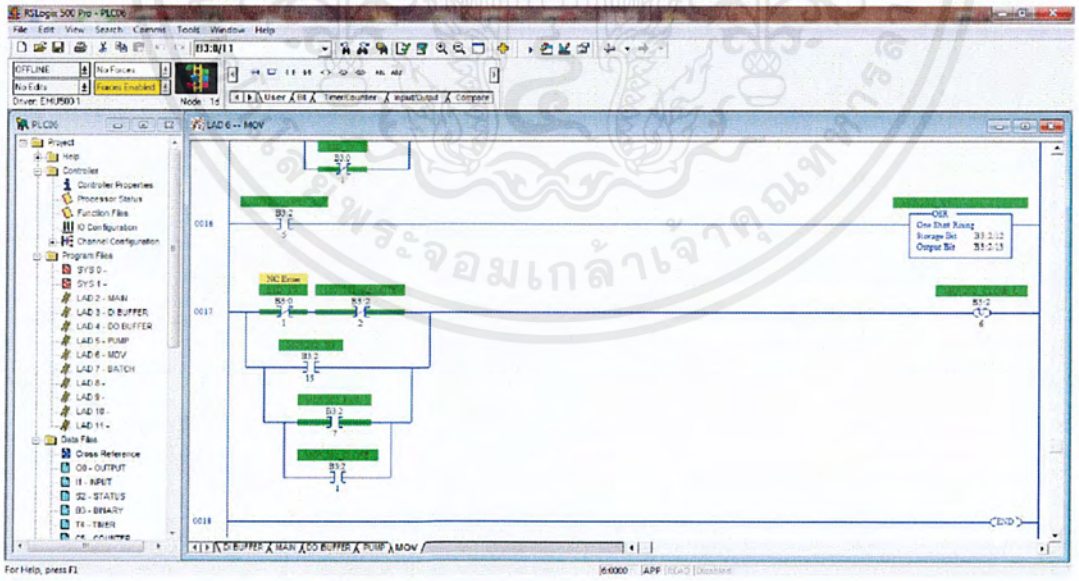


รูปที่ ก.40 Ladder Diagram (40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

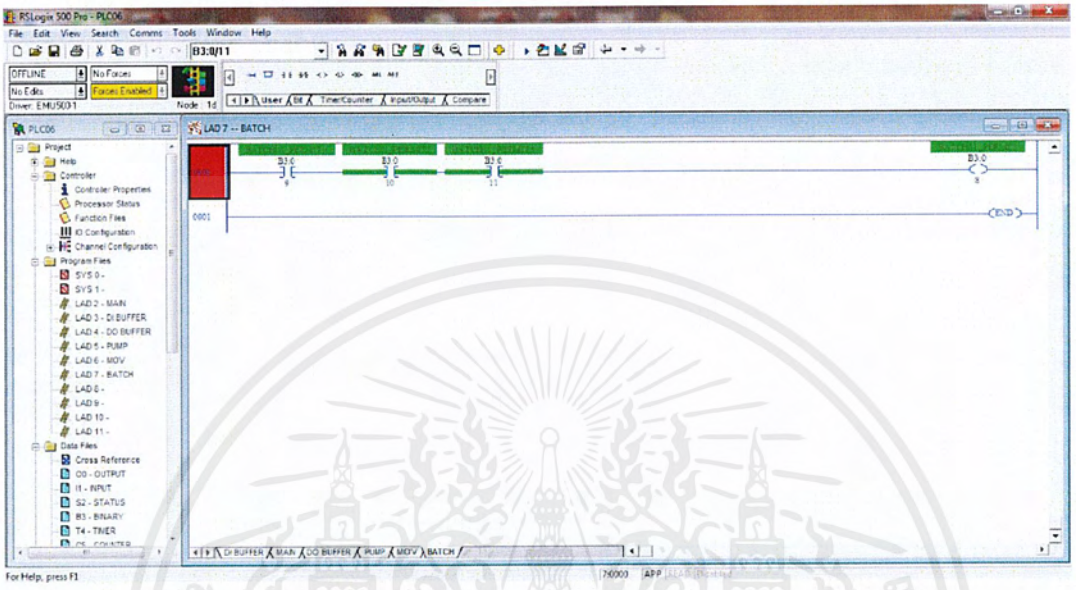


รูปที่ ก.41 Ladder Diagram (41)



รูปที่ ก.42 Ladder Diagram (42)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.43 Ladder Diagram (43)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้