



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุง PLC สำหรับระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ
Replacement PLC for Pipeline Transmission System

นายธนธรณ์ รักษาศักดิ์ศรี

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุง PLC สำหรับระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ
Replacement PLC for Pipeline Transmission System

นายธนธรณ์ รัศม์ศักดิ์ศรี

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การปรับปรุง PLC สำหรับระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ

ชื่อ - นามสกุล นักศึกษา นาย ธนธรณ์ รักษ์ศักดิ์ศรี

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ - นามสกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพานิชย์

รศ.วิริยะ กองรัตน์

ดร.นภศุล วงษ์วานิช

ชื่อ - นามสกุล ผู้นิเทศงาน นาย ชรินทร์ทร ชัยชนะ

สถานประกอบการ บริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้ได้กล่าวถึงการแทนที่และปรับปรุง PLC ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สำหรับระบบควบคุมการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองของบริษัท ท่อส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด โดยทำงานควบคู่ไปกับระบบ SCADA ซึ่งสามารถควบคุม ตรวจสอบ วิเคราะห์และส่ง-รับข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real time) ได้ ทั้งนี้เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์ว, ปั๊ม รวมไปถึงการควบคุมความดัน, อุณหภูมิและอัตราการไหลน้ำมันเชื้อเพลิงภายในท่อ ของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : PLC, SCADA

Cooperative Title: Replacement PLC for Pipeline Transmission System

Student intern name: Mr.Tanatorn Raksaksri

Faculty: Engineering

Department: Instrumentation and Control Engineering

Advisor name: Dr. Suphan Gulpanich

Assoc.Prof. Viriya Kongratana

Dr. Napasool Wongvanich

Mentor name: Mr. Charintorn Chaichana

Company: Infinite Control Co., Ltd.

ABSTRACT

This co-operative education report presents the replacement and improvement of PLC, both hardware and software for pipeline transmission system of Thai Petroleum Pipeline Co., Ltd. Along with the SCADA system which can control, monitor, analyze and send-receive real time data. In order to control the opening and closing of valves, pumps. Including control the pressure, temperature and flow rate of the fuel inside the pipeline. For effectively control the pipeline transmission system at the Bangkok Aviation Fuel Services Public Co., Ltd.

keyword : PLC,SCADA

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยการสนับสนุนจากบริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด ซึ่งได้ให้โอกาสแก่นักศึกษาสหกิจในการเข้าปฏิบัติงานในองค์กร รวมทั้งมอบความรู้และประสบการณ์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคต และการดูแลที่อบอุ่นตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา จึงขอขอบพระคุณบริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด และคุณ ชรินทร์ทร ชัยชนะ ผู้นิเทศงาน รวมถึงพนักงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและได้มอบประสบการณ์อันมีค่าอย่างยิ่งในครั้งนี้

ทั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพานิชย์ รศ.วิริยะ กองรัตน์ และคณาจารย์สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานและจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้มาด้วยดีเสมอมา

นาย ธนธรณ์ รักษ์ศักดิ์ศรี



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 บทนำ	4
2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี (PLC)	4
2.2.1 ความหมายของพีแอลซี	4
2.2.2 โครงสร้างของพีแอลซี	4
2.2.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit)	5
2.2.2.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)	5
1) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM : Random Access Memory)	6
2) หน่วยความจำถาวร (ROM : Read Only Memory)	6
2.1) PROM (Programmable ROM)	6
2.2) EPROM (Erasable Programmable ROM)	6
2.3) EAPROM (Electric Alterable Programmable ROM)	7
2.4) EEPROM (Electric Erasable Programmable ROM)	7
2.2.2.3 ภาควินพุท (Input Unit)	7
2.2.2.4 ภาควเอาต์พุท (Output Unit)	8
2.2.2.5 ภาควแหล่งจ่าย (Power Supply Unit)	9
2.2.3 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม (Programming Language)	9
2.2.3.1 LD (Ladder Diagram)	9

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.3.2 FBD (Function Block Diagram)	10
2.2.3.3 IL (Instruction List)	10
2.2.3.4 ST (Structure Text)	11
2.2.3.5 SFC (Sequential Function Chart)	11
2.3 โพรโทคอล (Protocol) ที่ใช้สำหรับการสื่อสารในโรงงาน	12
2.3.1 Modbus Protocol	12
2.3.1.1 Modbus RTU	13
2.3.1.2 Modbus ASCII	14
2.3.1.3 Modbus TCP/IP	15
2.4 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในโรงงาน	15
2.4.1 ชุด PLC Modicon580	15
2.4.1.1 Backplane	15
2.4.1.2 Power Supply24VDC	16
2.4.1.3 CPU Hot-Standby	16
2.4.1.4 Ethernet Communication Module	17
2.4.2 ภาควินพุทและเอาต์พุท (I/O Cards)	17
2.4.2.1 Digital I/O Cards	17
2.4.2.2 Analog I/O Cards	18
2.4.2.3 EIO Communicator	19
2.4.3 ชุดแหล่งจ่ายภายนอก	20
2.4.4 ชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter)	20
2.4.5 ชุดสื่อสาร Modbus Gateway	23
2.5 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในโรงงาน	24
บทที่ 3 ศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง	25
3.1 บทนำ	25
3.2 ขั้นตอนการ Configuration โปรแกรมควบคุม	30
3.3 ขั้นตอนการศึกษาออกแบบและดำเนินการจัดทำรายชื่ออุปกรณ์ (I/O List)	34
3.4 ขั้นตอนการศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก	36
3.4.1 สร้างพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section) และ Tag name	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4.2 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก	40
3.4.2.1 Hardwire	40
1) I/O List Mapping	41
2) ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก	45
3) กำหนด Address สำหรับใช้สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลกับระบบ SCADA	48
3.4.2.2 Others System (Flow Computer)	49
1) I/O List Mapping	49
2) ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก	51
3) กำหนด Address สำหรับใช้สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลกับระบบ SCADA	54
3.5 ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC	55
3.5.1 Analyze และ Build Changes โปรแกรมควบคุม	55
3.5.2 ดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC	56
3.6 ทดสอบโปรแกรมควบคุมกับระบบ SCADA	58
บทที่ 4 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง	60
4.1 บทนำ	60
4.2 FAT (Factory Acceptance Test)	60
4.3 SAT (Site Acceptance Test) / Commissioning	65
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ	70
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	70
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข	70
5.2.1 ปัญหาที่พบ	70
5.2.2 แนวทางการแก้ไข	70
5.2.3 ข้อเสนอแนะ	71
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก	73
ภาคผนวก ก.	74
ประวัติผู้เขียน	80

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของพีแอลซี (PLC)	5
2.2 ตัวอย่างการใช้งานภาคอินพุทและภาคเอาต์พุทแบบ Digital	8
2.3 ตัวอย่างการใช้งานภาคอินพุทและภาคเอาต์พุทแบบ Analog	8
2.4 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Ladder	9
2.5 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD (Function Block Diagram)	10
2.6 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL (Instruction List)	10
2.7 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST (Structure Text)	11
2.8 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC (Sequential Function Chart)	12
2.9 ตัวอย่างเฟรมข้อมูล Modbus RTU	13
2.10 ตัวอย่างเฟรมข้อมูล Modbus ASCII	14
2.11 ตัวอย่างเฟรมข้อมูล Modbus TCP/IP	15
2.12 ตัวอย่าง Backplane 4 Slot และ 12 Slot	15
2.13 ตัวอย่าง Power Supply 24VDC	16
2.14 ตัวอย่าง Primary CPU และ Secondary CPU	16
2.15 ตัวอย่าง Ethernet Communication Module (NOC)	17
2.16 ตัวอย่าง Digital Input Cards	17
2.17 ตัวอย่าง Digital Output Cards	18
2.18 ตัวอย่าง Analog Input Cards	18
2.19 ตัวอย่าง Analog Output Cards	19
2.20 ตัวอย่าง EIO Communicator	19
2.21 ตัวอย่างชุดแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกแบบสวิตซ์ซิ่ง	20
2.22 ตัวอย่างชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter)	21
2.23 ภาคอินพุทและเอาต์พุทของ PLC รุ่นเก่า	21
2.24 ภาคอินพุทและเอาต์พุทของ PLC รุ่นเก่า ประกอบกับ I/O Wiring Adapter	22
2.25 ภาคอินพุทและเอาต์พุทของ PLC รุ่นเก่า และ PLC รุ่นใหม่สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูล	22
2.26 Gateway (UDS1100)	23
2.27 ซอฟต์แวร์ Unity Pro XL	24
3.1 ตัวอย่างแผนภาพ P&ID	25
3.2 ตัวอย่าง INSTRUMENT INDEX	26
3.3 ตัวอย่าง INSTRUMENT INDEX (ต่อ)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4 ตัวอย่าง INSTRUMENT INDEX (ต่อ)	27
3.5 แผนภาพ System Configuration (Existing)	28
3.6 แผนภาพ System Configuration (New)	28
3.7 แผนภาพ PLC Configuration (Existing)	29
3.8 แผนภาพ PLC Configuration (New)	29
3.9 แผนภาพ Single Line	30
3.10 ตัวอย่างการสร้าง New Project	31
3.11 หน้าต่าง PLC Bus Configuration	31
3.12 หน้าต่าง PLC Bus Configuration (ต่อ)	32
3.13 ตัวอย่าง Configuration PLC Bus	32
3.14 หน้าต่าง Configuration EIO Bus	33
3.15 ตัวอย่าง Configuration EIO Bus	33
3.16 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรมใหม่ (New Section)	36
3.17 ตั้งชื่อ Section และกำหนดภาษาที่ใช้จัดทำโปรแกรมควบคุม	36
3.18 ตัวอย่างการเรียกใช้ DFB types	37
3.19 ตัวอย่างหน้าต่างแสดง DFB Types	37
3.20 ตัวอย่าง DFB types (MV) เหมาะสำหรับใช้ควบคุม MOV	38
3.21 ตัวอย่าง DFB types (MOTOR) เหมาะสำหรับใช้ควบคุม Pumps	38
3.22 หน้าต่าง Variables & FB Instances (Elementary Variables)	39
3.23 หน้าต่าง Variables & FB Instances (Elementary Variables) (ต่อ)	39
3.24 ตัวอย่าง Tag names ของ MOV512	40
3.25 ตัวอย่าง Section ของ Mapping	41
3.26 ตัวอย่างการ Mapping DI	42
3.27 ตัวอย่างการ Mapping AI	42
3.28 ตัวอย่างการ Mapping DO	43
3.29 ตัวอย่างการ Mapping AO	43
3.30 ตัวอย่างการ Mapping Status	44
3.31 ตัวอย่างการ Mapping Command	45
3.32 ตัวอย่าง Section ที่แบ่งตามพื้นที่ต่างๆ	45
3.33 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของ MOV512	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.34 ตัวอย่างการออกแบบลอจิกภายใน MOV512	47
3.35 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของ PCV510	47
3.36 ตัวอย่างการออกแบบลอจิกภายใน PCV510	48
3.37 ตัวอย่างการกำหนด Address Tag names ของ MOV512	48
3.38 ตัวอย่าง Section Mapping	49
3.39 ตัวอย่างการ Mapping Read	50
3.40 ตัวอย่างการ Mapping Write	50
3.41 ตัวอย่างการกำหนด Register จาก Others System (Flow Computer)	51
3.42 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกรับข้อมูล (Read)	52
3.43 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกส่งข้อมูล (Write)	52
3.44 ตัวอย่าง Polling Time	53
3.45 ตัวอย่างการกำหนด Address Tag names ของระบบ Flow Computer	54
3.46 ตัวอย่างการทำ Analyze และ Build Changes	55
3.47 ตัวอย่างการทำ Analyze และ Build Changes (ต่อ)	56
3.48 ตัวอย่างการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC	56
3.49 ตัวอย่างการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC (ต่อ)	57
3.50 ตัวอย่างหลังดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมและเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์	57
3.51 ตัวอย่างการ Set Address PLC	58
3.52 ตัวอย่างการทำ Initialize Animation Table	59
3.53 ตัวอย่างการ Force ค่า ใน Initialize Animation Table	59
4.1 ตัวอย่างเอกสาร Factory Acceptance Test Report	60
4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Digital Input	61
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Digital Input (ต่อ)	61
4.4 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Digital Input (ต่อ)	62
4.5 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Digital Output	63
4.6 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Digital Output (ต่อ)	63
4.7 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Analog Input	64
4.8 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Analog Input (ต่อ)	64
4.9 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Analog Output	65
4.10 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon-AEG984	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.11 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon-AEG984 (ต่อ)	67
4.12 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580	68
4.13 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580 (ต่อ)	69



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตัวอย่าง I/O List - Digital Input	34
3.2 ตัวอย่าง I/O List - Digital Input (ต่อ)	34
3.3 ตัวอย่าง I/O List - Digital Output	35
3.4 ตัวอย่าง I/O List - Digital Output (ต่อ)	35
3.5 ตัวอย่าง I/O List - Analog Input	35
3.6 ตัวอย่าง I/O List - Analog Output	35



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

พลังงาน หนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีส่วนขับเคลื่อนพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และประเทศให้เจริญก้าวหน้าไปได้อย่างไม่หยุดนิ่ง น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นอีกหนึ่งพลังงานสำคัญและยังเป็นกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่งสินค้าและบริการ ทำให้ประชาชนในประเทศได้ใช้สินค้าอุปโภคบริโภคที่จำเป็นต่างๆ จากอดีตน้ำมันเชื้อเพลิงมีการขนส่งทางรถบรรทุกซึ่งมีโอกาสสูงที่จะเกิดผลกระทบด้านความมั่นคงทางพลังงานของธุรกิจการบินหรือของประเทศประกอบกับด้านปัญหาการจราจรติดขัดอย่างหนักทำให้เกิดอุปสรรคอย่างมากที่จะส่งน้ำมันเชื้อเพลิงจากคลังน้ำมันต้นทางไปสู่คลังน้ำมันปลายทางและยังส่งผลให้เกิดมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีผลกระทบต่อประชาชนและความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศโดยรวม เป็นจุดกำเนิดของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อเพื่อจัดปัญหาดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดราคาต้นทุนของการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงอีกด้วย โดยระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อเป็นระบบขนส่งที่มีลักษณะเฉพาะเนื่องจากสินค้าเป็นของเหลวบริเวณที่ท่อผ่านจะต้องมีความชันไม่มากเกินไปเพื่อให้ของเหลวไหลผ่านท่อ ปัจจุบันประเทศไทยมีบริษัทที่ให้บริการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ 2 บริษัท ได้แก่ บริษัทขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด (Thai Petroleum Pipeline Co., Ltd.) และ บริษัทขนส่งน้ำมันทางท่อ จำกัด (Fuel Pipeline Transportation Limited)

ปัจจุบันบริษัท ขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด มีท่อส่ง 3 เส้นทางหลัก หนึ่งในเส้นทางหลักคือน้ำมันศรีราชา-สระบุรี มีความยาว 255 กิโลเมตร ออกแบบให้มีกำลังการขนส่งสูงสุด 26,000 ล้านลิตรต่อปี มีเส้นทางเริ่มต้นจากสถานีสูบน้ำมันต้นทางที่ศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยรับน้ำมันจากโรงกลั่นน้ำมันเอสโซ่ โรงกลั่นน้ำมันไทยออยล์ คลังน้ำมันปตท. และคลังน้ำมันของบริษัท ชลบุรี เทอร์มินัล จำกัด เพื่อลำเลียงไปยังคลังปลายทางที่อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี และที่อำเภอเสนาห์ จังหวัดสระบุรี โดยมีท่อแยกไปที่คลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง ควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อทั้งหมดด้วยระบบสกาตา (SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition System) ซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์แบบเครือข่ายที่ใช้ในการควบคุมการจัดส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ โดยสามารถสั่งการไปยังสถานีสูบน้ำมันต้นทางและปลายทางรวมทั้งจุดต่างๆของระบบท่อ ทั้งนี้บริษัท ขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด มีโครงการที่จะแทนที่และปรับปรุงพีแอลซี (PLC : Programmable Logic Control) ที่ใช้ควบคุมคู่กับระบบ SCADA ที่สถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง เนื่องจากใช้ควบคุมระบบท่อขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาเป็นเวลานานและได้ยกเลิกการผลิตฮาร์ดแวร์ไปแล้วจึงเป็นอุปสรรคต่อการซ่อมบำรุงฮาร์ดแวร์รวมไปถึงการแก้ไขซอฟต์แวร์ (Programming) ประกอบกับทั้ง บริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด เป็นผู้ให้บริการทางด้านระบบควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติครอบคลุมถึงอุปกรณ์เครื่องมือวัดในโรงงานอุตสาหกรรมทุกรูปแบบซึ่งรวมไปถึงระบบที่ใช้จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในงานที่เกี่ยวข้องกับระบบ SCADA / DCS / PLC / PES / MES จึงมีการทำสัญญาร่วมกันและได้รับมอบหมายให้ดำเนินโครงการนี้

โครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้จึงกล่าวถึงการแทนที่และปรับปรุง PLC ทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สำหรับระบบควบคุมการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองที่ทำงานควบคุมคู่กับระบบ SCADA เพื่อควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อเรียนรู้องค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง

1.2.2 เพื่อแทนที่และปรับปรุง PLC ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.2.3 เพื่อศึกษาโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารและรับ-ส่งข้อมูล (Communication) ระหว่าง PLC กับระบบอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น ระบบ SCADA, ระบบอื่นๆ (Others System)

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 แทนที่และปรับปรุง PLC ยี่ห้อ Schneider Electric จากฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon-AEG984 เป็น ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580 ด้วยชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter)

1.3.2 ศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองด้วย PLC โดยใช้ซอฟต์แวร์ Unity Pro XL

1.3.3 สามารถเชื่อมต่อส่วนแสดงผลของระบบ SCADA หรือระบบอื่นๆ (Others System) กับโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองเพื่อทดสอบและแก้ไขให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ดำเนินการติดตั้งโปรแกรมและศึกษาวิธีการใช้งานของโปรแกรม Unity Pro XL รวมไปถึงฟังก์ชันของโปรแกรมและศึกษาฮาร์ดแวร์ PLC เพื่อจะนำความรู้ที่ศึกษามาประยุกต์ใช้และเมื่อเกิดปัญหาระหว่างดำเนินงานสามารถแก้ไขได้

1.4.2 ดำเนินการศึกษาเอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Documents) ของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง

1.4.3 ดำเนินการศึกษารายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมด (I/O List-New) ของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง

1.4.4 ดำเนินการศึกษารายชื่ออุปกรณ์และจัดทำโปรแกรมควบคุมสำหรับระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง

1.4.5 ดำเนินการทดสอบโปรแกรมควบคุมกับระบบ SCADA ของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองเพื่อทดสอบและแก้ไขการทำงานให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

1.4.6 ทดสอบก่อนดำเนินการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (Factory Acceptance Test) และดำเนินการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC (Installation) ที่สถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง (Site Acceptance Test)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เข้าใจกระบวนการทำงานของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง

1.5.2 ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการทำงานของ PLC ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูล (Communication) กับระบบอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น ระบบ SCADA

1.5.3 ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและควบคุมมากขึ้นทั้งหลักการทำงานและรวมถึงการซ่อมบำรุงอุปกรณ์การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

การออกแบบกระบวนการควบคุมที่มีพีแอลซี (PLC) เป็นตัวควบคุมเชิงตรรกะและทำงานตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบ ซึ่งในโครงการนี้ได้นำ PLC มาควบคุมระบบการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองที่ทำงานควบคุมคู่กับระบบ SCADA โดยในการศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานต่างๆ อาทิเช่น ความรู้พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ของ PLC รวมไปถึงภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมและโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารและรับ-ส่งข้อมูล (Communication) ระหว่าง PLC กับระบบอื่นๆ เพื่อให้สามารถสร้างโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี (PLC)

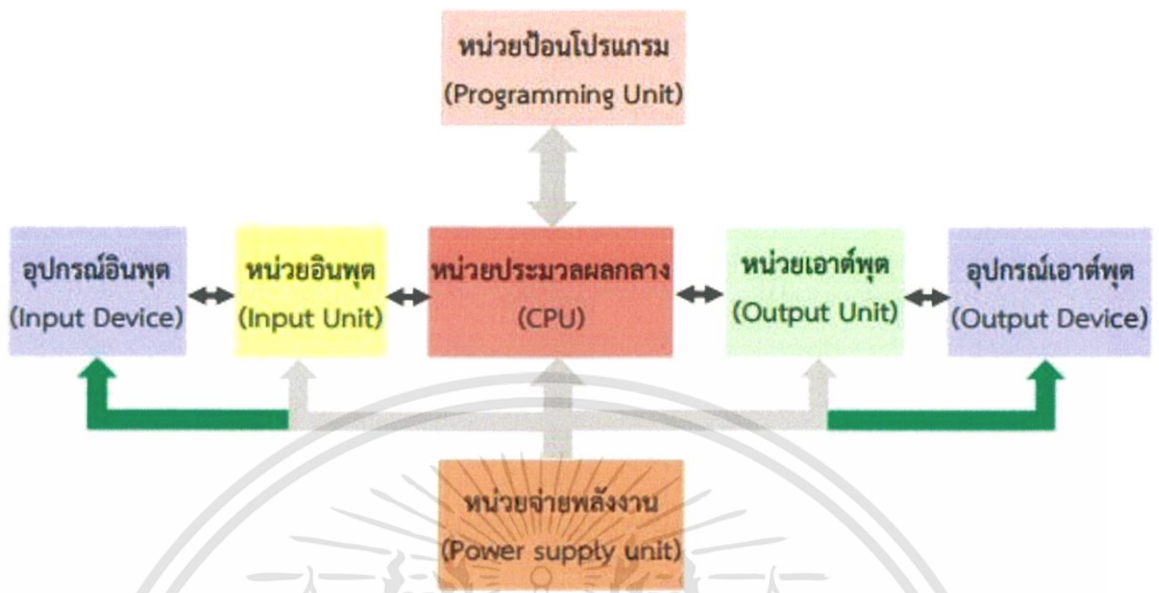
2.2.1 ความหมายของพีแอลซี

พีแอลซี (PLC) ย่อมาจาก Programmable Logic Controller ซึ่งหมายถึงตัวควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ ในยุโรปมักเรียกว่า ซีควนเซอร์ (Sequencer Controller) แต่ในสมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าในญี่ปุ่น (JEMA) มักเรียก พีซี (PC) หรือ พีแอลซี (PLC)

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการต่างๆ โดยภายในจะมีไมโครโปรเซสเซอร์ทำหน้าที่เป็นตัวสั่งการ มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการ มีอินพุตที่สามารถต่อกับตัวตรวจรู้หรือสวิตช์ต่างๆ และมีส่วนของเอาต์พุตที่สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์กระทำการของเครื่องจักร เช่น วงจรแม่เหล็ก รีเลย์ วาล์วต่างๆ เป็นต้น รูปแบบของการควบคุมเครื่องจักรสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมควบคุมสั่งงานโดยมีจะฟังก์ชันต่างๆ สำหรับการควบคุมอยู่ภายใน เช่น รีเลย์ รีจิสเตอร์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับและตัวเปรียบเทียบ เป็นต้น

2.2.2 โครงสร้างของพีแอลซี

โครงสร้างภายในของพีแอลซีแต่ละส่วนจะทำงานร่วมกันเป็นระบบควบคุม โดยจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของพีแอลซี (PLC)

2.2.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU : Central Processing Unit)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลาง จัดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากที่สุดและเปรียบเสมือนสมองของโปรแกรมควบคุม มีหน้าที่ประมวลผล ตัดสินใจและควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบภายใต้คำสั่งเงื่อนไขที่เขียนโปรแกรมไว้ในโปรแกรมควบคุม ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนได้แก่ ตัวประมวลผล (Processor) หน่วยความจำ (Memory) และแหล่งจ่ายพลังงาน (Power supply)

2.2.2.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นส่วนประกอบของหน่วยประมวลผลกลาง โดยหน่วยความจำมีหน้าที่สำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมหรือคำสั่งต่างๆ ที่กำหนดขึ้นโดยผู้ใช้เพื่อให้ตัวประมวลผลนำไปประมวลผล (Executed) เราสามารถแบ่งหน่วยความจำออกได้เป็น 2 ส่วนได้แก่

1) หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมบริหาร (Executed memory) ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลตารางเพื่อใช้สำหรับการบริหารจัดการการทำงานของโปรแกรมควบคุม เช่น การติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบหรือการทำงานของคำสั่งต่างๆ โดยหน่วยความจำส่วนนี้ผู้ใช้ (User) ไม่สามารถแก้ไขได้

2) หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมของผู้ใช้งาน (Application memory) ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลโปรแกรมที่ผู้ใช้งาน (User) กำหนดหรือเขียนขึ้นเอง หน่วยความจำนี้จะประกอบด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไปและพื้นที่สำหรับฟังก์ชันการทำงานพิเศษอื่นๆ

หน่วยความจำที่สำคัญต่อการเลือกใช้งาน เช่น หากต้องการใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมบริหาร (Executed memory) จะต้องเป็นชนิดที่มีความมั่นคงต่อการเก็บข้อมูล ผู้ใช้ (User) ไม่สามารถลบได้หรือข้อมูลต้องไม่สูญเสียเมื่อไฟฟ้าดับ ดังนั้นจึงแยกหน่วยความจำออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลง่าย (Volatile memory) และกลุ่มที่ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้ (Nonvolatile memory)

1) หน่วยความจำชั่วคราว (RAM : Random Access Memory)

เป็นหน่วยความจำที่สามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขข้อมูลได้ จึงเหมาะสมสำหรับการเก็บโปรแกรมที่ฝึกหัดหรือทดลองเขียนก่อนนำไปใช้งานจริงแต่ข้อมูลหรือโปรแกรมที่เก็บใน RAM จะสูญหายเมื่อไม่มีแหล่งจ่ายพลังงานหรือไฟดับไปดังนั้นถ้าต้องการใช้เก็บข้อมูลหรือโปรแกรมเพื่อใช้งานจะต้องต่อแหล่งจ่ายพลังงานหรือแบตเตอรี่สำรองไว้เมื่อเกิดไฟดับไปข้อมูลจะไม่สูญหาย

2) หน่วยความจำชั่วคราว (ROM : Read Only Memory)

เป็นหน่วยความจำที่อ่านข้อมูลได้อย่างเดียวไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้และสามารถเก็บข้อมูลได้ถึงแม้จะไม่มีกระแสไฟฟ้าอยู่ก็ตาม ดังนั้น ROM จึงเหมาะสมสำหรับการเก็บโปรแกรมบริหารระบบหรือโปรแกรมที่เสร็จสมบูรณ์พร้อมใช้งานและไม่ต้องการแก้ไขโปรแกรมอีก แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลักๆ ดังนี้

2.1) PROM (Programmable ROM)

เป็นหน่วยความจำรุ่นแรกที่เขียนลงชิพได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนโปรแกรมไม่สมบูรณ์ ชิพจะเสียหายทันทีและไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

2.2) EPROM (Erasable Programmable ROM)

เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมที่นำไปใช้จริงๆ นั้นหมายถึงเป็นโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นและแก้ไขสมบูรณ์แล้ว โดยจะทำการโอนถ่ายข้อมูลจาก RAM มาสู่ EPROM ด้วยเครื่องอัดโปรแกรมที่เรียกว่า Prom Writer (หรือปัจจุบันอาจใช้วิธีที่สะดวกกว่าและแตกต่างออกไป) ข้อมูลที่จัดเก็บในหน่วยความจำประเภทนี้จะไม่มีการสูญหายเมื่อไฟดับไป แต่ถ้าต้องการลบหรือล้างข้อมูลก็สามารถฉายแสง

อัลตราไวโอเล็ตเข้าไปที่ช่องรับแสงของ EPROM แต่การลบข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถลบข้อมูลบางส่วนได้ ต้องลบทั้งหมดเท่านั้น

2.3) EAPROM (Electric Alterable Programmable ROM)

เป็นหน่วยความจำที่มีคุณสมบัติคล้ายกับ EPROM แต่แตกต่างกันที่วิธีการลบข้อมูล ใช้เก็บโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นและแก้ไขที่สมบูรณ์ โดยจะทำการโอนถ่ายข้อมูลจาก RAM มาสู่ EAPROM ข้อมูลที่จัดเก็บในหน่วยความจำประเภทนี้จะไม่สูญหายเมื่อไฟดับ การลบหรือล้างข้อมูลก็สามารถทำได้โดยป้อนแรงดันเข้าไปในวงจรของ EAPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่เป็นที่นิยมใช้กันเนื่องจากไม่สามารถลบข้อมูลบางส่วนได้ต้องลบทั้งหมดเท่านั้นเหมือนกับ EPROM

2.4) EEPROM (Electric Erasable Programmable ROM)

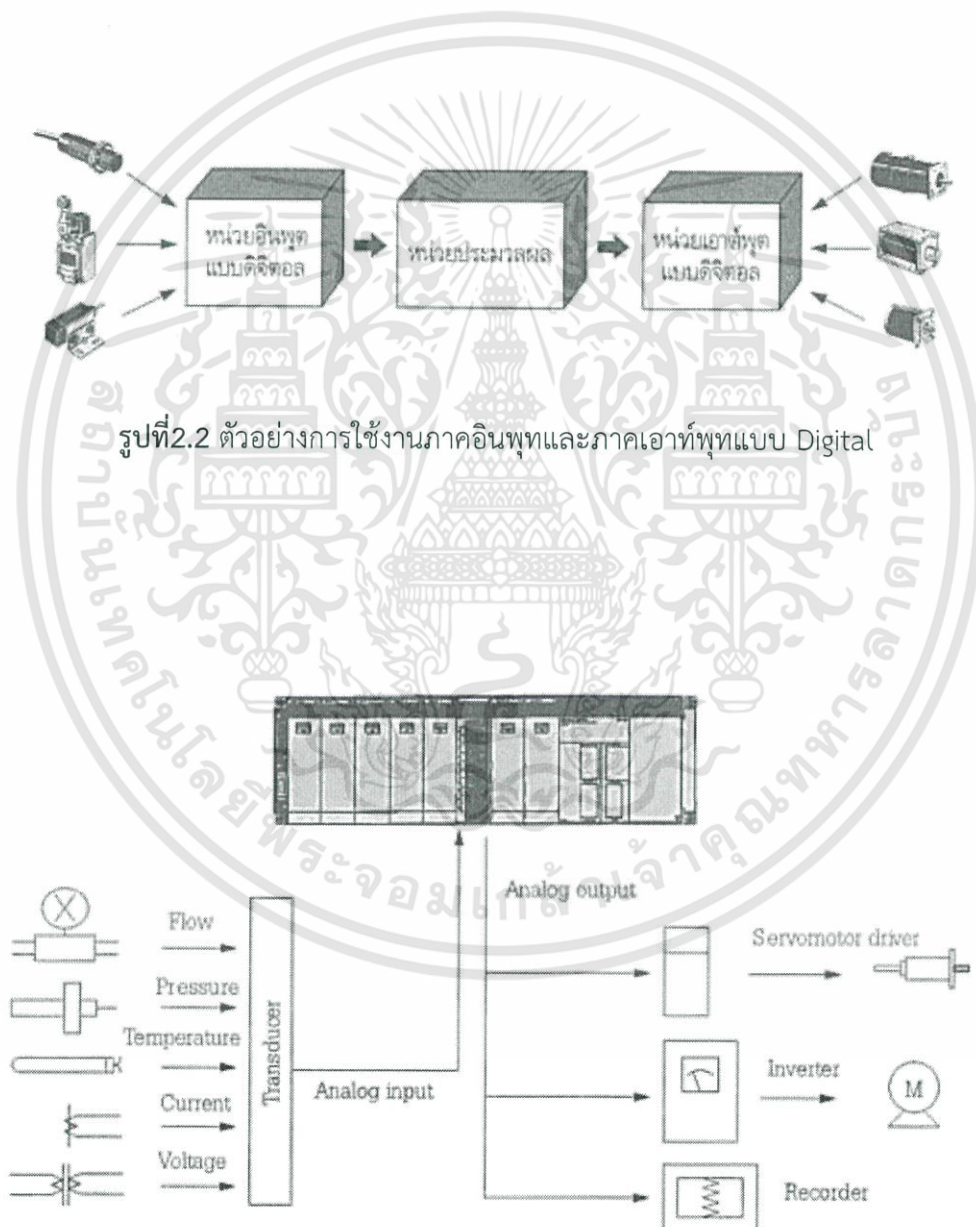
เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมที่สมบูรณ์ นั้นหมายถึงเป็นโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นและแก้ไขที่สมบูรณ์แล้ว โดยจะโอนถ่ายจาก RAM มาสู่ EEPROM ด้วยเครื่องอัดโปรแกรมชนิดพิเศษโดยเฉพาะด้วยหลักการลบข้อมูลหรือโปรแกรมโดยป้อนสัญญาณพัลส์เข้าไปในวงจร EEPROM และสามารถกำหนดการลบหรือแก้ไขในเฉพาะบางส่วนของหน่วยความจำ ซึ่งเป็นข้อดีของ EEPROM เมื่อเทียบกับหน่วยความจำอื่นๆ

2.2.2.3 ภาคอินพุท (Input Unit)

ภาคอินพุท มีหน้าที่ปรับแต่งสัญญาณที่ได้รับมาจากอุปกรณ์อินพุท ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีหลากหลายรูปแบบ เช่น สัญญาณ Digital (ON-OFF หรือ 0-1) หรือสัญญาณ Analog (0-5VDC, 0-10VDC, 0-20mA, 4-20mA) แล้วทำการปรับแต่งสัญญาณเหล่านี้ให้เป็นสัญญาณที่หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) สามารถรับรู้ได้ (ส่วนมากเป็นสัญญาณ Digital) ซึ่งในส่วนประกอบเหล่านี้จะต้องมีวงจรปรับแต่งสัญญาณหรือวงจรแปลงสัญญาณ Analog เป็น Digital (ADC : Analog to Digital Conversion) กล่าวคือเมื่ออุปกรณ์อินพุทส่งสัญญาณเข้ามาเป็นแบบ Digital สัญญาณนั้นก็ปรับระดับสัญญาณให้เหมาะสมแล้วส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลกลาง แต่ถ้าอุปกรณ์อินพุทส่งสัญญาณเข้ามาเป็น Analog ต้องได้รับการปรับแต่งด้วยวงจร ADC ก่อนเสมอ การส่งสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลกลาง จะใช้วงจรแยกสัญญาณที่ทำงานด้วยแสง (Opto Isolate Circuits) ซึ่งจะไม่มีการต่อวงจรถึงกันระหว่างวงจรของอุปกรณ์อินพุทกับวงจรของหน่วยประมวลผลกลาง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายเนื่องมาจากการลัดวงจรของอุปกรณ์อินพุทที่ส่งผลต่อหน่วยประมวลผลกลาง

2.2.2.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุต มีหน้าที่รับสัญญาณที่ได้รับจากหน่วยประมวลผลกลางด้วยวงจรแยกสัญญาณด้วยแสง (Opto Isolate Circuits) จากนั้นจะทำการปรับแต่งระดับของสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมกับอุปกรณ์เอาต์พุตที่ต้องการ เช่น สัญญาณ Digital หรือ Analog โดยในส่วนนี้จะต้องผ่านวงจรแปลงสัญญาณ Digital เป็น Analog (DAC : Digital to Analog Conversion) เพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์เอาต์พุตที่เป็นสัญญาณ Analog แต่ถ้าอุปกรณ์เอาต์พุตเป็นสัญญาณ Digital อยู่แล้วจะปรับระดับสัญญาณ Digital ให้มีค่าเหมาะสมเพื่อขับอุปกรณ์เอาต์พุต



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างการใช้งานภาคอินพุตและภาคเอาต์พุตแบบ Digital

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้งานภาคอินพุตและภาคเอาต์พุตแบบ Analog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5 ภาคแหล่งจ่าย (Power Supply Unit)

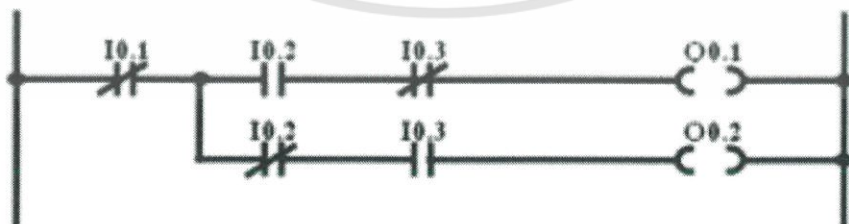
ภาคแหล่งจ่ายมีหน้าที่สำหรับการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วนประกอบต่างๆ ของ PLC โดยมีหลักการสำคัญคือการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งในส่วนภาคอินพุท ภาคเอาต์พุท หน่วยประมวลผลกลางหรือหน่วยป้อนโปรแกรมบางรุ่น เช่น แบบมือถือ จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำ (5,12 หรือ 24VDC) แต่ถ้าเป็นวงจรอินพุทหรือวงจรเอาต์พุทที่ต้องการกระแสไฟฟ้าแบบสลับจะต้องรับไฟจากวงจรภายนอก

2.2.3 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรม (Programming Languages)

ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 61131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), IL (Instruction List), ST (Structure Text) และ SFC (Sequential Function Chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่างๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 61131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่างๆ มารวมกันได้

2.2.3.1 LD (Ladder Diagram)

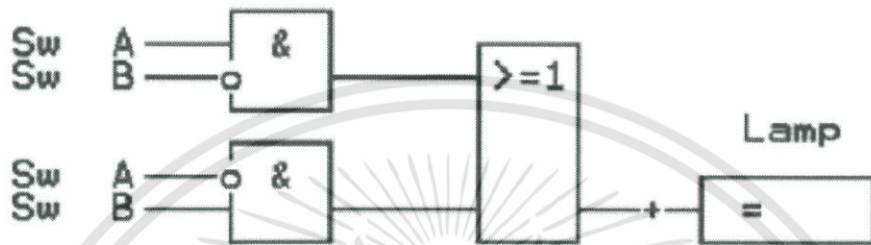
เป็นภาษาที่ถูกเขียนแสดงอยู่ในรูปของกราฟิก ซึ่งมีรากฐานมาจากวงจรรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า โดยที่แลตเตอร์ไดอะแกรมนั้นจะประกอบไปด้วยราง (Rail) ทั้งด้านซ้ายและขวาของไดอะแกรมเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์อินพุทซึ่งอยู่ในรูปของสวิตช์ หน้าสัมผัสผ่านไปยังสัญญาณเอาต์พุทซึ่งอยู่ในรูปของขดลวด คอยล์ หรือฟังก์ชันปฏิบัติการต่างๆ โดยการเขียนโปรแกรมจะเริ่มจากด้านซ้ายไปขวาและบนลงล่าง



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Ladder

2.2.3.2 FBD (Function Block Diagram)

เป็นภาษาที่แสดงถึงฟังก์ชันของบล็อกในรูปกราฟฟิกและทำการเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมมีรากฐานมาจากลอจิกไดอะแกรมจึงเหมาะสมสำหรับผู้ที่มีความรู้พื้นฐานด้านอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD (Function Block Diagram)

2.2.3.3 IL (Instruction List)

เป็นภาษาที่ถูกเขียนให้อยู่ในรูปของข้อความ ซึ่งจะมีรูปแบบคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) หรือคล้ายกับภาษาเครื่อง (Machine Code) สำหรับรูปแบบภาษาอินสตรักชันลิสต์นี้จะประกอบด้วยตัวปฏิบัติการ (Operator) และตัวถูกดำเนินการ (Operand) ดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับผู้มีความเชี่ยวชาญทางด้านภาษาเครื่องโดยตรง

```

: A      -Sw.  A
: AN     -Sw.  B
: O
: AN     -Sw.  A
: A      -Sw.  B
: =      -Lamp
    
```

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL (Instruction List)

2.2.3.4 ST (Structure Text)

เป็นภาษาในระดับสูงโดยจะมีโครงสร้างในการเขียนโปรแกรมที่คล้ายกับภาษาปาสคาล (Pascal Language) ซึ่งประกอบไปด้วยนิพจน์และคำสั่งสำหรับลักษณะของคำสั่งโดยทั่วไปก็จะเป็นการกระทำที่เกี่ยวข้องกับการเลือกสถานะการทำงาน เช่น IF...THEN...ELSE หรือคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวนซ้ำๆ เช่น FOR...WHILE ตลอดจนการอ้างถึงฟังก์ชันบล็อกต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นโปรแกรมที่สามารถตอบสนองการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายรูปแบบ

```
FUNCTION SQUARE : INT
(*****
This function returns as its function value the square of the
input value or if there is overflow, the maximum value that
can be represented as an integer.
*****)
VAR INPUT
value : INT;
END VAR
BEGIN
IF value <= 181 THEN
    SQUARE := value * value; //Calculation of function
value
ELSE
    SQUARE := 32_767; // If overflow, set maximum value
END IF;
END FUNCTION
```

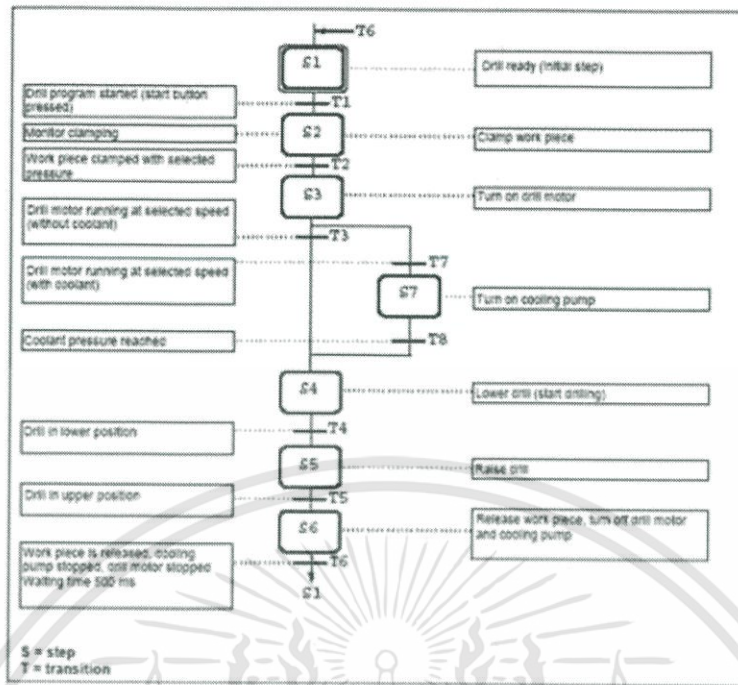
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST (Structure Text)

2.2.3.5 SFC (Sequential Function Chart)

เป็นรูปแบบของภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมซึ่งมีโครงสร้างเป็นการทำงานตามลำดับขั้นตอน (Sequence) สำหรับส่วนประกอบของซีควีนเชียลฟังก์ชันชาร์ตจะประกอบไปด้วยลำดับขั้นตอนการทำงาน เงื่อนไขการเปลี่ยนลำดับขั้นตอน และการทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะของการทำงาน เช่น การทำงานซึ่งจะต้องมีการเลือกสาขาย่อยของลำดับขั้นตอนการทำงาน ซึ่งการทำงานของสาขาย่อยจะต้องเกิดลำดับขั้นตอนการทำงานขนานคู่กันไป โดยในแต่ละลำดับขั้นตอนการทำงานจะหมายถึงการประมวลผลสถานะของโปรแกรมควบคุม ซึ่งจะถูกระตุ้นให้ทำงาน หรือไม่ถูกระตุ้นให้ทำงาน โดยในแต่ละลำดับขั้นตอนการทำงานจะประกอบด้วยการทำงานซึ่งถูกระบุโดยเงื่อนไขตามมาตรฐาน IEC 61131-3 ซึ่งการกระทำนั้นจะอยู่ในแบบรูปภาพหรือโครงสร้างของการทำงานตามลำดับขั้นตอน ดังนั้นจะเห็นว่าการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาซีควีนเชียลฟังก์ชันชาร์ตจะมีความเหมาะสมกับลักษณะเป็นลำดับขั้นตอนเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC (Sequential Function Chart)

2.3 โพรโทคอล (Protocol) ที่ใช้สำหรับการสื่อสารในโรงงาน

2.3.1 Modbus Protocol

Modbus เป็นโพรโทคอลการสื่อสารแบบอนุกรมที่พัฒนาโดย Modicon (ปัจจุบันคือบริษัท Schneider Electric) เพื่อใช้กับตัวควบคุมตรรกะโปรแกรมควบคุม (PLC) กล่าวง่าย ๆ ก็เป็นการสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลผ่านสายระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยอุปกรณ์ที่ต้องการข้อมูลเรียกว่า Modbus Master ส่วนอุปกรณ์ที่ให้ข้อมูลที่ต้องการเรียกว่า Modbus Slave ใน Modbus Network ที่เป็นมาตรฐานนั้นจะมี Master ตัวเดียวแต่ Slave มีได้ถึง 247 ตัว โดยแต่ละตัวมี ID Address ตั้งแต่ 1 ถึง 247 และ Master สามารถ Wiring ข้อมูลไปยัง Slave ได้

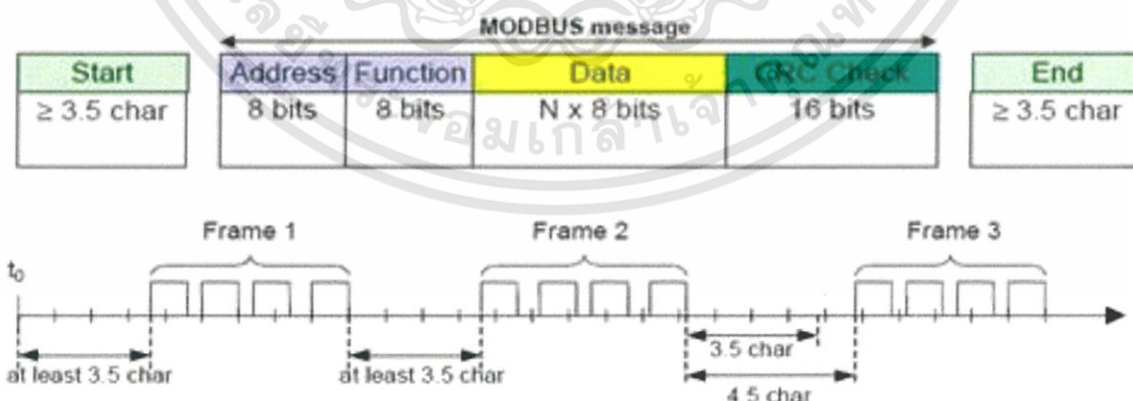
Modbus เป็น Open Protocol (ไม่มีค่าใช้จ่าย) หมายถึงว่าบุคคลทั่วไปสามารถพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารแบบ Modbus โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย Modbus จึงเป็น Protocol พื้นฐานและเป็นที่ยอมรับอย่างมากในอุตสาหกรรมโดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบคือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) แล้วข้อมูลแบบฐานสอง (Binary) ในโพรโทคอล Modbus ที่สื่อสารข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) จะเรียก Modbus ASCII และโพรโทคอล Modbus ที่สื่อสารข้อมูลแบบฐานสอง (Binary) จะเรียก Modbus RTU ทำให้มีความแตกต่างในการกำหนดค่าพอร์ตสื่อสาร การรับ-ส่งข้อมูลด้วยโพรโทคอล Modbus สามารถเลือกได้ 2 โหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คือ โหมด ASCII และโหมด RTU ซึ่งทั้ง 2 โหมดนี้มีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรมจะเลือกโหมดใดก็ได้แต่มีเงื่อนไขว่าอุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อร่วมกันอยู่ในบัสหรือเครือข่ายเดียวกัน

2.3.1.1 Modbus RTU

เฟรมข้อมูลในโหมด RTU ประกอบด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งแอดเดรส 1 ไบต์, หมายเลขฟังก์ชัน 1 ไบต์, ข้อมูลที่ทำการรับ-ส่งจำนวนมากสุดไม่เกิน 252 ไบต์ และรหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบ CRC (Cyclical Redundancy Checking) ขนาด 2 ไบต์ ค่า CRC นี้เป็นค่าที่คำนวณจากข้อมูลทุกไบต์ ไม่รวมบิต Start, Stop และ Parity Check โดยที่ตัว Slave ตัวที่ส่งข้อมูลออกมาจะสร้างรหัส CRC แล้วส่งตามท้ายไบต์ข้อมูลออกมาหลังจากนั้นเมื่อ Master ได้รับเฟรมข้อมูลและถอดข้อมูลออกจากเฟรมแล้วก็จะทำการคำนวณค่า CRC ตามสูตรเดียวกับ Slave เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า CRC ทั้ง 2 ค่าว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกันแสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูล ในโหมด RTU การรับ-ส่งข้อมูล 1 ไบต์ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลส่วนใดภายในเฟรมจะต้องทำการส่งบิตข้อมูลรวม 11 บิต คือ บิตเริ่มต้น (Start) 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต, บิตตรวจสอบ Parity ของข้อมูล 1 บิตและบิตหยุด (Stop) 1 บิต หรือหากเลือกแบบไม่มีบิต Parity ก็จะเป็นแบบ Stop แทน 2 บิตสำหรับการกำหนดให้มีบิต Parity นั้นสามารถเลือกให้เป็นแบบคู่ (Even) หรือแบบคี่ (Odd) ก็ได้ และหากต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีใช้กันทั่วไปมากที่สุด ควรเลือกแบบคู่ที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบคี่หรือไม่มีการตรวจสอบ Parity (No Parity) ได้ด้วย



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างเฟรมข้อมูล Modbus RTU

2.3.1.2 Modbus ASCII

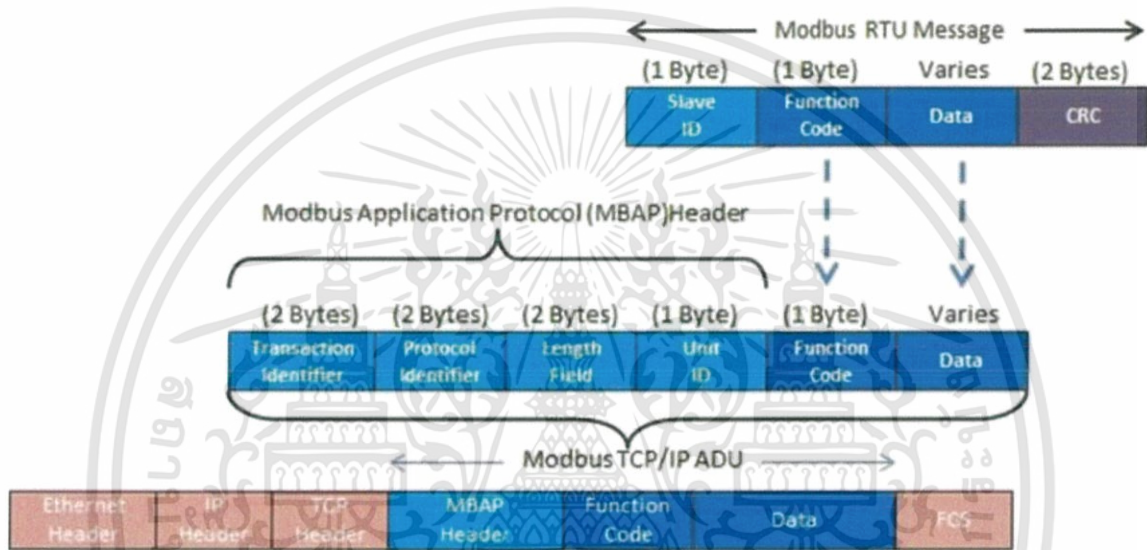
การรับ-ส่งข้อมูลในโหนด ASCII นั้นมีความแตกต่างจากโหนด RTU ตรงที่โหนด RTU ข้อมูลที่จะส่งมีขนาด 1 ไบต์นำมารวมกับบิตประกอบต่างๆ ก็สามารถส่งออกไปได้เลยแต่สำหรับโหนด ASCII จะมองข้อมูล 1 ไบต์นั้นออกมาเป็นตัวอักษร 2 ตัว เช่นค่า 0x5B ซึ่งเลขฐานสิบหกก็จะถูกมองเป็นตัวอักษร '5' และตัวอักษร 'B' จากนั้นก็จะทำการค้นหารหัส ASCII ของตัวอักษรทั้ง 2 ตัวนั้นซึ่งได้แก่ 0x35 สำหรับ '5' และ 0x42 สำหรับ 'B' แล้วทำการส่งรหัส ASCII ทั้ง 2 คำนี้ออกไปซึ่งผลลัพธ์จะเท่ากับการส่ง 0x5B ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ในโหนด RTU จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลในโหนด ASCII จะต้องทำงานมากกว่าการส่งข้อมูลในโหนด RTU ซึ่งทำให้อัตราเร็วในการสื่อสารต่ำกว่า สาเหตุที่เป็นแบบนี้เพราะโหนด ASCII ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่มีความสามารถในการกำหนดช่วงระยะเวลาห่างของเวลาในการส่งเฟรมข้อมูล อย่างเช่นในโหนด RTU ที่อุปกรณ์สามารถกำหนดได้ว่าจะส่งเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมออกมาด้วยเวลาห่างกันเท่าใด และอุปกรณ์ที่รองรับข้อมูลก็ต้องสามารถตรวจจับและแยกแยะได้ว่าเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมที่เข้ามามีระยะเวลาห่างกันภายในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ เพื่อให้สามารถตรวจสอบหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมได้ แต่ในความจริงยังมีอุปกรณ์อีกหลายชนิดที่ไม่มีความสามารถพิเศษนี้จึงต้องใช้วิธีอื่นที่จะช่วยให้สามารถรับรู้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลได้ นั่นได้แก่โหนด ASCII ซึ่งในโหนดนี้จะเริ่มต้นเฟรมข้อมูลด้วยการส่ง ASCII ที่กำหนดให้หมายถึงจุดเริ่มต้นคือ 0x3A ซึ่งตรงกับตัวอักษร ':' ตามด้วยแอดเดรสของ Slave, หมายเลขฟังก์ชัน, ข้อมูล, รหัสตรวจสอบ RLC และรหัส ASCII 2 ตัวที่กำหนดให้หมายถึงจุดสิ้นสุด คือ รหัส 0x0D และ 0x0A คือรหัส CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed) ตามลำดับ โดยในขณะที่บัสข้อมูลว่างจากการรับ-ส่งข้อมูล อุปกรณ์ทุกตัวจะคอยตรวจสอบข้อมูลในบัสว่ามีรหัส ASCII ของ ':' ออกมาหรือไม่ ถ้ามีก็จะรับรู้ว่าจะขณะนี้ได้มีการเริ่มต้นส่งเฟรมข้อมูลออกมาแล้ว ก็จะเข้ากระบวนการรับข้อมูลต่อไป

Start	Address	Function	Data	LRC	End
1 char :	2 chars	2 chars	0 up to 2x252 char(s)	2 chars	2 chars CR,LF

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างเฟรมข้อมูล Modbus ASCII

2.3.1.3 Modbus TCP/IP

Modbus TCP/IP ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะนำการสื่อสารแบบ Internet มาใช้กับอุปกรณ์จำพวก Ethernet Device ระยะในการใช้งานสำหรับการเดินสาย (สาย LAN) คือ 100 เมตร โดยสามารถขยายระยะในการสื่อสารได้โดยการใช้อุปกรณ์ Repeater หรือในระบบ LAN จะเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Hub หรือ Switch ก็จะสามารถลากสายได้อีก 100 เมตรและยังสามารถต่อ Repeater ขยายระยะทางได้โดยไม่จำกัดในการสื่อสารโดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อเมตร (100 Mbps) และเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวน



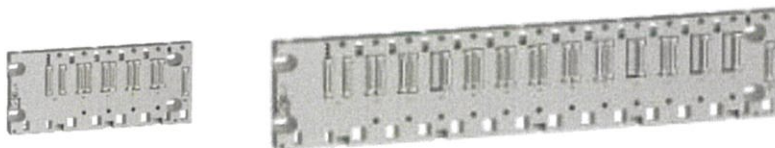
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างเฟรมข้อมูล Modbus TCP/IP

2.4 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในโครงการ

2.4.1 ชุด PLC Modicon580

2.4.1.1 Backplane (BMEXBP0400/1200)

ทำหน้าที่เชื่อมต่อโมดูล (Module) แต่ละโมดูลเข้าด้วยกันเพื่อให้ทำงานร่วมกัน



รูปที่ 2.12 ตัวอย่าง Backplane 4 Slot (BMEXBP0400) และ 12 Slot (BMEXBP1200)

2.4.1.2 Power Supply 24VDC (BMXCPS3020)

ชุดแหล่งจ่ายพลังงานภายในสำหรับ Rack ของ PLC Bus และ EIO Bus



รูปที่ 2.13 ตัวอย่าง Power Supply 24VDC

2.4.1.3 CPU Hot-Standby (BMEH582040)

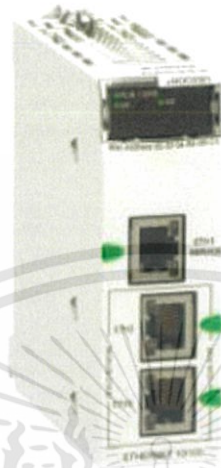
หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) ทำหน้าที่ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่างๆ มีหน่วยประมวลผลกลางเป็นแบบ Redundancy หรือ Hot-Standby กล่าวคือทำงานร่วมกัน อุปกรณ์ชุดหลักเรียกว่า “Primary” และอุปกรณ์ชุดสำรองเรียกว่า “Secondary” เมื่ออุปกรณ์ชุดหลักเกิดการขัดข้อง อุปกรณ์ชุดสำรองจะถูกเรียกขึ้นมาทำงานแทนเพื่อเพิ่มเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือโดยเชื่อมต่อ Primary CPU และ Secondary CPU ผ่านสาย LAN (RJ45) โดยมี SD Memory Card เป็นหน่วยความจำข้อมูลภายใน



รูปที่ 2.14 ตัวอย่าง Primary CPU (a) และ Secondary CPU (b) และส่วนประกอบต่างๆ

2.4.1.4 Ethernet Communication Module (BMENOC0301)

อุปกรณ์ระบบสื่อสารระหว่าง PLC กับระบบอื่นๆ ยกตัวอย่างเช่น ระบบ SCADA หรือระบบอื่นๆ ผ่านสาย LAN มีการสื่อสารแบบ Internet จึงจัดเป็น Ethernet Devices



รูปที่ 2.15 ตัวอย่าง Ethernet Communication Module (NOC)

2.4.2 ภาคอินพุตและเอาต์พุต (I/O Cards)

2.4.2.1 Digital I/O Cards

1) BMXDDI1602 เป็น Digital Input Module 16 Input 24VDC (Sink)

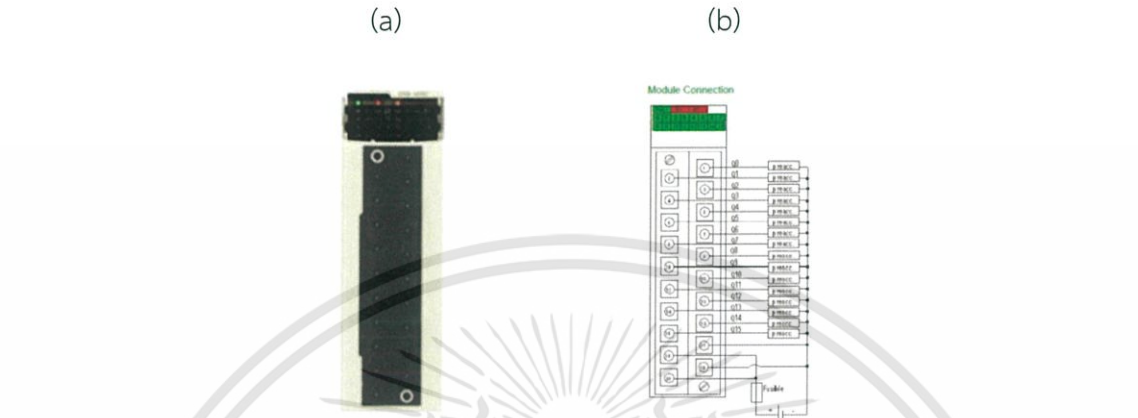
(a)

(b)



รูปที่ 2.16 ตัวอย่าง Digital Input Cards (BMXDDI1602) (a) และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาคอินพุต (b)

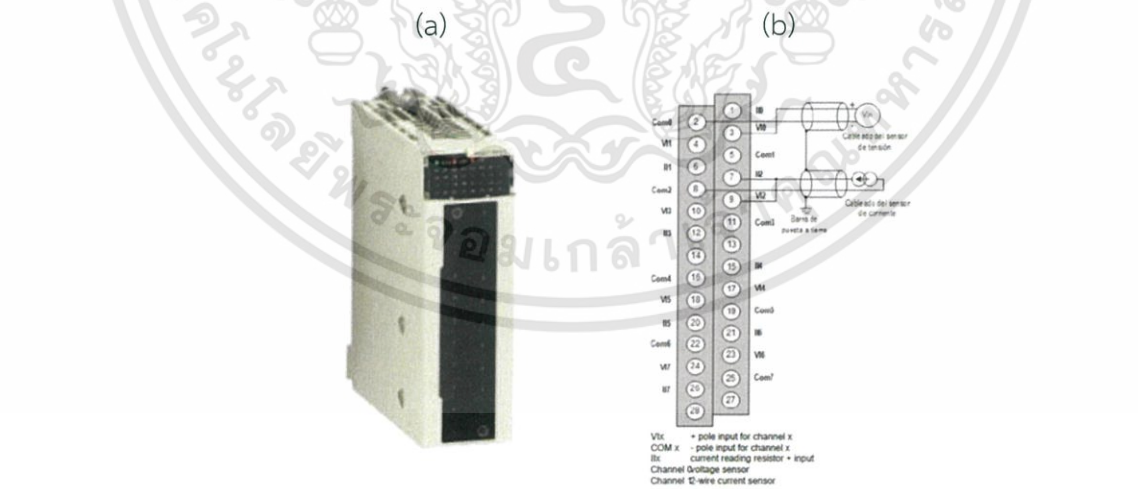
2) BMXDDO1602 เป็น Digital Output Module 16 Output Solid State-24VDC positive (Source)



รูปที่ 2.17 ตัวอย่าง Digital Output Cards (BMXDDO1602) (a) และการต่ออุปกรณ์ภาคเอาต์พุต (b)

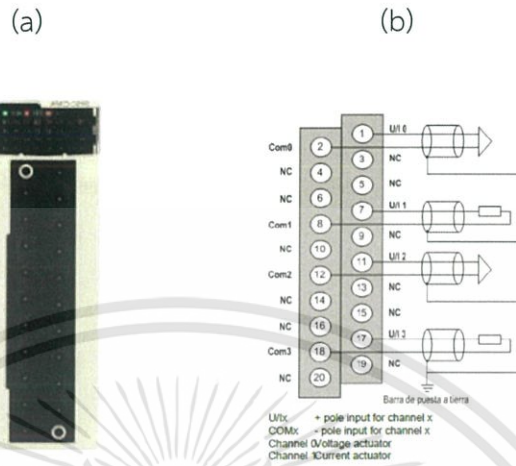
2.4.2.2 Analog I/O Cards

1) BMXAMI0810 เป็น Isolated Analog Input Module 8 Input



รูปที่ 2.18 ตัวอย่าง Analog Input Cards (BMXAMI0810) (a) และการต่ออุปกรณ์ภาคอินพุต (b)

2) BMXAMO0410 เป็น Analog Output Module 4 Output

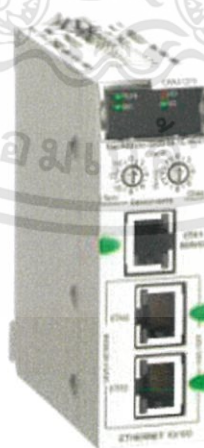


รูปที่ 2.19 ตัวอย่าง Analog Output Cards (BMXAMO0410) (a) และการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภาคเอาต์พุต

(b)

2.4.2.3 EIO Communicator

อุปกรณ์ระบบสื่อสารระหว่าง PLC Bus กับ EIO Bus ผ่านสาย LAN มีการสื่อสารแบบ Internet จึงจัดเป็น Ethernet Devices



รูปที่ 2.20 ตัวอย่าง EIO Communicator

2.4.3 ชุดแหล่งจ่ายภายนอก (Quint-Power Supply 24VDC)

ชุดแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกแบบสวิตซ์ซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโวลต์สูง (220VAC) ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโวลต์ต่ำ (24VDC) เพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้โดยมีชุดแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกเป็นแบบ Redundancy หรือ Hot-Standby กล่าวคืองานร่วมกัน อุปกรณ์ชุดหลักเรียกว่า “Primary” และอุปกรณ์ชุดสำรองเรียกว่า “Secondary” เมื่ออุปกรณ์ชุดหลักเกิดการขัดข้อง อุปกรณ์ชุดสำรองจะถูกเรียกขึ้นมาทำงานแทนเพื่อเพิ่มเสถียรภาพและความน่าเชื่อถือ

(a) (b)

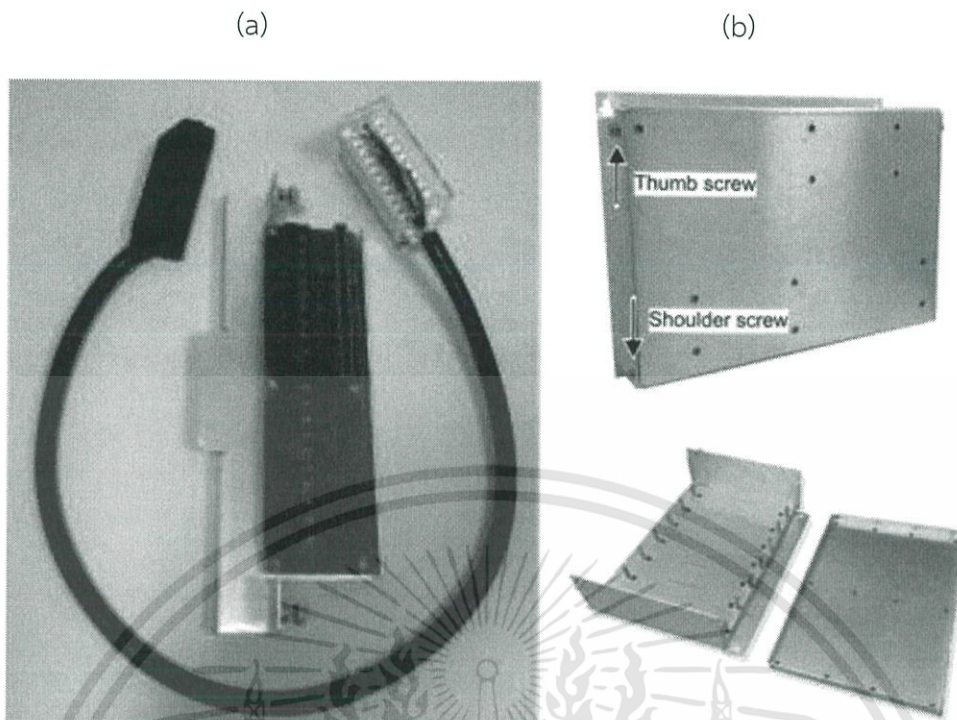


รูปที่ 2.21 ตัวอย่างชุดแหล่งจ่ายพลังงานภายนอกแบบสวิตซ์ซึ่ง ชุดหลัก (Primary) (a) และชุดสำรอง (Secondary) (b)

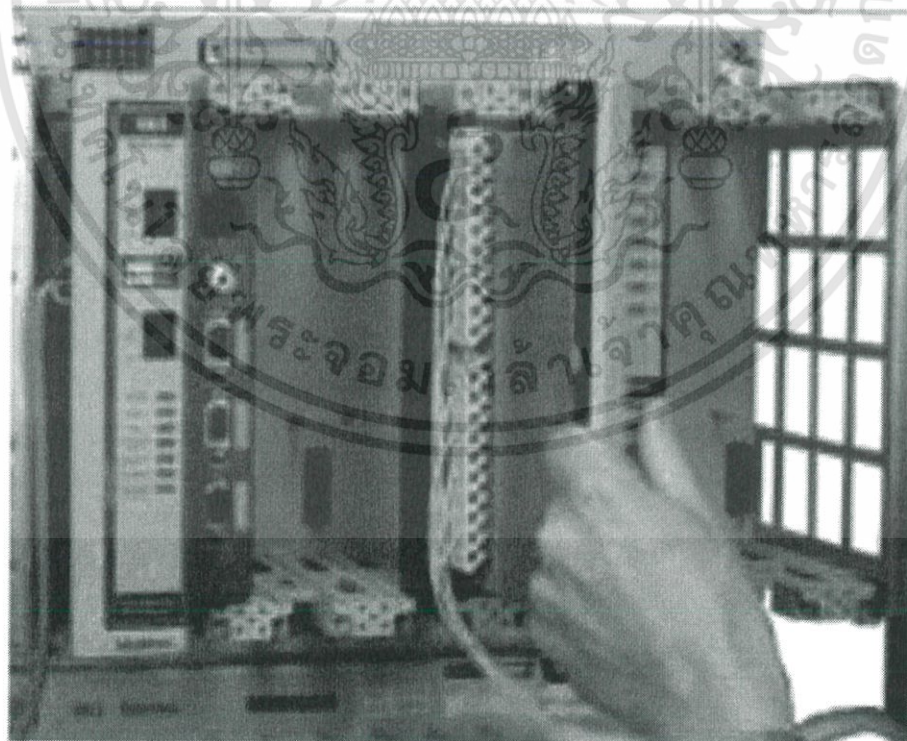
2.4.4 ชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter)

ในอดีตหากต้องการแทนที่และปรับปรุง PLC (Replacement and Improvement) ทำได้โดยรู้ชื่อรุ่น PLC รุ่นเก่าออก จากนั้นทำการติดตั้ง PLC รุ่นใหม่แทนที่และเดินสายจากอุปกรณ์หน้างานเข้ามาที่ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นใหม่ทำให้เสียเวลาในการติดตั้ง แทนที่และปรับปรุงเป็นอย่างมากและอาจเกิดความผิดพลาดในการเดินสายจากอุปกรณ์หน้างานมาที่ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นใหม่

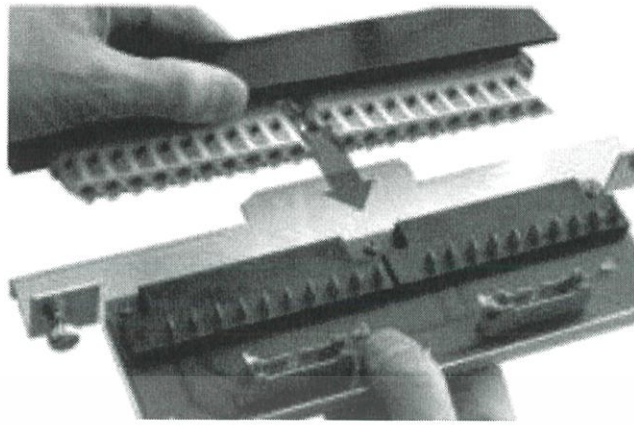
โดยปัจจุบันชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter) เข้ามามีบทบาทและเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมเครื่องจักรต่างๆ เป็นอย่างมากเมื่อต้องการแทนที่และปรับปรุง PLC โดย I/O Wiring Adapter ทำหน้าที่สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลจาก ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นเก่า ไปยังภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นใหม่ที่นำมาแทนที่โดยตรง โดยไม่ต้องมีการเดินสายจากอุปกรณ์หน้างานเข้ามาที่ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นใหม่ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการติดตั้ง แทนที่และปรับปรุงทั้งนี้ยังลดความผิดพลาดในการเดินสายจากอุปกรณ์หน้างานเข้ามาที่ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นใหม่



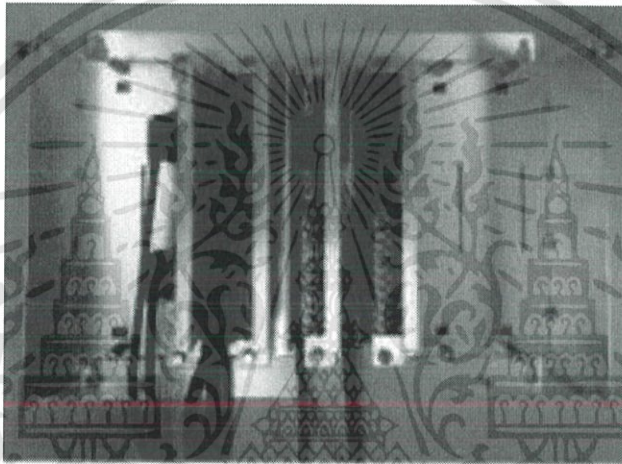
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter) ได้แก่ I/O Wiring Adapter (a) และ Swing arm (b)



รูปที่ 2.23 ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นเก่า (Modicon-AEG984)

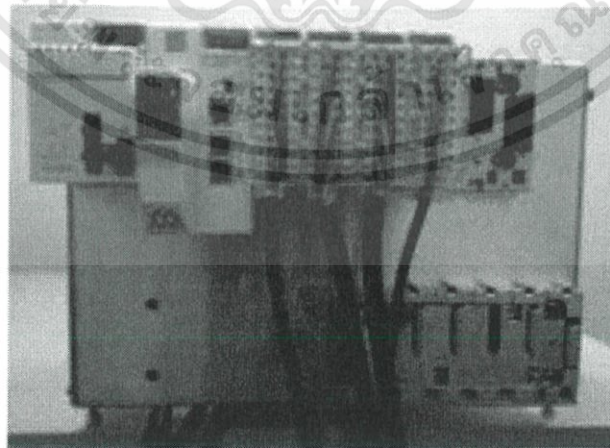


(a)



(b)

รูปที่ 2.24 ภาคอินพุทและเอาต์พุทของ PLC รุ่นเก่า (Modicon-AEG984) ประกอบกับ I/O Wiring Adapter (a) และนำไปติดตั้งใน Swing arm (b)



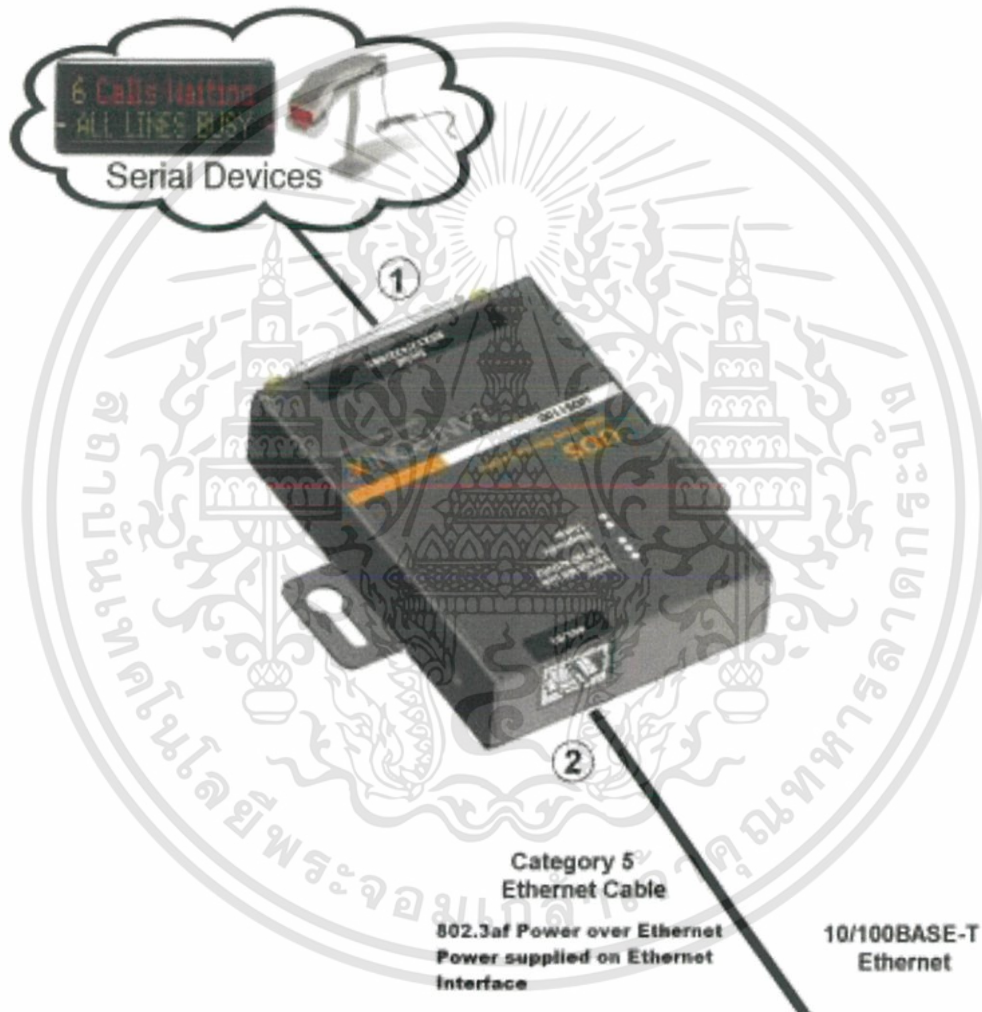
รูปที่ 2.25 ภาคอินพุทและเอาต์พุทของ PLC รุ่นเก่า (Modicon-AEG984) และรุ่นใหม่ (Modicon580)

สามารถสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลโดยชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ชุดสื่อสาร Modbus Gateway (UDS1100)

Modbus ASCII/RTU ที่จะติดต่อสื่อสารกับ Modbus TCP/IP เพื่อให้ใช้งานในเครือข่าย Ethernet จะใช้ Gateway ติดต่อและแปลงรูปแบบการสื่อสารข้อมูล โดยการใช้การสื่อสารของ Modbus ASCII/RTU จะเป็นการสื่อสารผ่านทาง RS-232/422/485 นั้นจะถูก Gateway แปลงให้เป็น Modbus TCP/IP เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารในเครือข่าย Ethernet ต่อไป



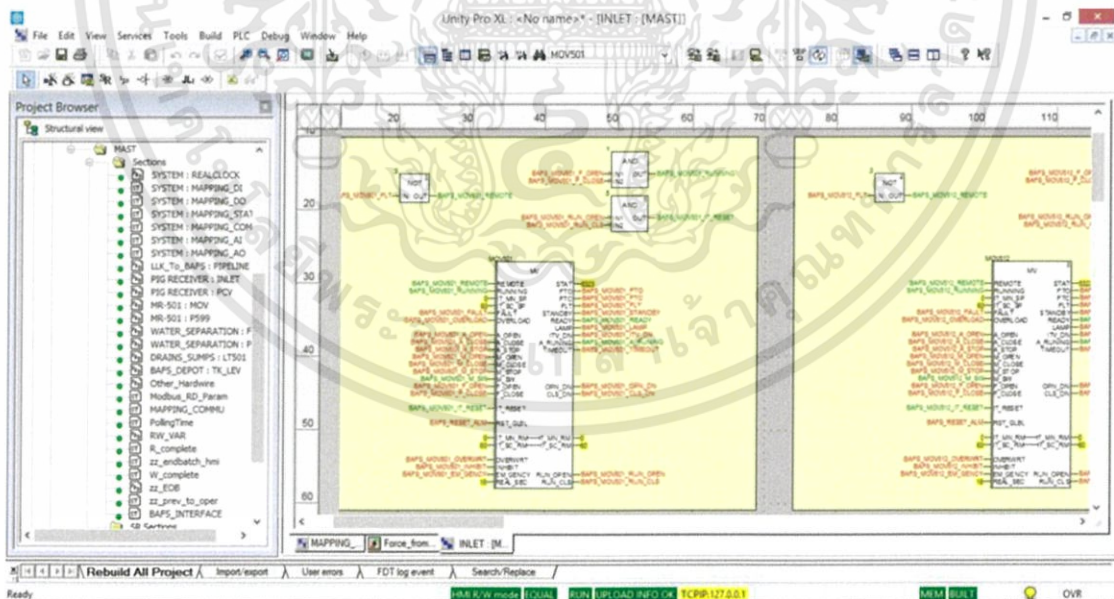
รูปที่ 2.26 Gateway (UDS1100) ทำหน้าที่แปลงรูปแบบการสื่อสารข้อมูล Modbus ASCII/RTU (1) ให้เป็นแบบ Modbus TCP/IP (2) เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารในเครือข่าย Ethernet

2.5 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในโครงการ

Unity Pro XL เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างโปรแกรมควบคุมเพื่อใช้งานกับตัวควบคุมเชิงตรรกะและทำงานตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบของบริษัท Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580 ด้วยคุณสมบัติที่ใช้งานง่าย ตรวจสอบ วิเคราะห์เป็นลำดับขั้นตอนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นสร้างโปรแกรมควบคุมและรองรับตามมาตรฐาน IEC61131-3

ความต้องการทางด้านซอฟต์แวร์ระบบปฏิบัติการ (Operating System Requirement)

- Microsoft Windows 7 (32 bit)
- Microsoft Windows 7 (64 bit)
- Microsoft Windows Server 2012 R2
- Microsoft Windows 10 (32 bit)
- Microsoft Windows 10 (64 bit)



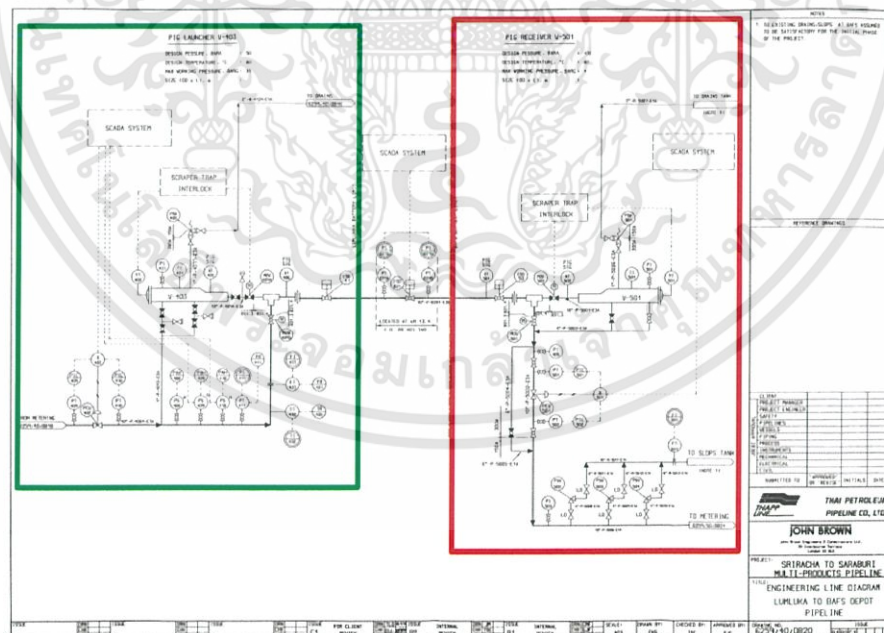
รูปที่ 2.27 ซอฟต์แวร์ Unity Pro XL

ศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อ

3.1 บทนำ

การศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองด้วย PLC จะต้องศึกษากระบวนการทำงานให้เข้าใจว่ามีขั้นตอนการควบคุมอย่างไร อุปกรณ์เครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องแต่ละตัวมีคุณสมบัติและข้อจำกัดใดบ้าง เพื่อให้สามารถการศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยมีการประชุมร่วมกับบริษัท ท่อส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด ถึงกระบวนการทำงานของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง (Process Control Philosophy) เพื่อใช้ศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง

จากนั้นศึกษาวิธีการใช้งานของโปรแกรม Unity Pro XL รวมไปถึงฟังก์ชันของโปรแกรมรวมถึงศึกษารหัส PLC ที่นำมาแทนที่และทำความเข้าใจเอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Documents) ที่มีทั้งหมดของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง




รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแผนภาพ P&ID

จากรูป 3.1 แสดงถึงตัวอย่างแผนภาพ P&ID ระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางจากลำลูกกา (พื้นที่สีเขียว) ถึงสถานีสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง (พื้นที่สีแดง) โดยขอบเขตความรับผิดชอบของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการจะอยู่ในพื้นที่สีแดงเท่านั้นและจากรูปที่ 3.2 ถึงรูปที่ 3.4 แสดงถึง รายชื่ออุปกรณ์ชุดเก่า (I/O List-Existing หรือ INSTRUMENT INDEX) ระหว่างปีคริสต์ศักราช 1992 ถึง 1994 ที่ได้รับจากลูกค้า

JOHN BROWN



THAI PETROLEUM PIPELINE COMPANY LIMITED

SRIRACHA-SARABURI MULTI-PRODUCTS PIPELINE SYSTEM

DOCUMENT NUMBER: 6283/50/0/II00/004

DOCUMENT TITLE: INSTRUMENT INDEX
AREA 50 - BAFS DEPOT

JB RECORD NO: 3185

DOC. CLASS: 3

3	10.01.94	UPDATED AS SHOWN (SHEETS 1-26)	<i>BSP</i>	<i>PRN</i>		
2	10.09.93	UPDATED AS SHOWN (SHEETS 1-23)	PRN	CRL	BI	
1	23.04.93	MAJOR HOLDS REMOVED (SHEETS 1-19)	PRN	CRL	BI	
0	26.11.92	AFC WITH HOLDS	RH	CRL	BI	
D1	13.11.92	APPROVED FOR DESIGN (SHEETS 1-18)	MD	CLG	BI	
B1	25.03.92	APPROVED FOR DESIGN (SHEETS 0-18)	SB	DMG	BI	
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APP	APP
REVISIONS			JBEC APPROVAL		THAPP APP	

SPEC\62832246.CIX

Page 1

รูปที่ 3.2 ตัวอย่าง INSTRUMENT INDEX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INDEX

ABBREVIATIONS

C/PNL = CONTROL PANEL
 C/PCN = CONTROL ROOM
 F/W = FIREWATER
 HSD = HIGH SPEED DIESEL
 ICP = INSTRUMENT CONTROL PANEL
 D.E = DRIVE END
 H/V = HIGH VOLTAGE
 I/F = INTERFACE
 C/CTR = CONTROL CENTRE
 INST = INSTRUMENT
 I/P = INTERFACEL
 L/SW = LEVEL SWITCH
 LOC = LUMBUKA CONTROL CENTRE
 MCC = MOTOR CONTROL CENTRE
 N.D.E = NON DRIVE END
 O/P = OVERPRESSURE
 PKG = PACKAGE
 P/L = PIPELINE
 PG = PREMIUM GASOLINE
 PROTIN = PROTECTION
 P/B = PUMP BILTON
 RG = REGULAR GASOLINE
 S/D = SHUTOFFMAN
 S/STN = SUB STATION
 SW/PM = SWITCH ROOM
 ULG = UNLEADED GASOLINE
 VAC/PRESS = VACUUM AND PRESSURE
 VSDU = VARIABLE SPEED DRIVE UNIT
 I/T = INTERTRIP
 * = NOTATED ON BUT NOT WIRING TO

SIGNAL TYPE

A.I = ANALOGUE INPUT
 A.O = ANALOGUE OUTPUT
 SER A.I = SERIAL LINK ANALOGUE INPUT
 A.O SER = ANALOGUE OUTPUT SERIAL LINK
 D.I = DIGITAL INPUT
 D.O = DIGITAL OUTPUT
 SER D.I = SERIAL LINK DIGITAL INPUT
 D.O SER = DIGITAL OUTPUT SERIAL LINK
 S.W = SOFTWARE
 L = LOCAL

SIGNAL DESTINATIONS

ESD = EMERGENCY SHUTDOWN SYSTEM
 HIPS = HIGH INTEGRITY PROTECTION SYSTEM
 FM = DATA LINK FROM FLEM METERING SYSTEM
 RL = DATA LINK FROM RAIL/ROCK LOADING SYSTEM
 TG = DATA LINK FROM TANK GAUGING SYSTEM
 F&G = DATA LINK FROM FIRE AND GAS SYSTEM
 SCADA = SYSTEM CONTROL AND DATA ACQUISITION
 CDMS = TELECDMS
 TYPES = ESD - SIGNAL TYPES
 IS/WIS = INTRINSICALLY SAFE/AN INTRINSICALLY SAFE

HOLDS
 1. DELETED

REFERENCE DRAWINGS	
6205/50/0/002/022, 025, 035, 035	ELDS AREA 50
6205/50/3/005/028, 032, 033	WDS AREA 50
6205/50/0/1100/004	INSTRUMENT INDEX AREA 50

REV	DESCRIPTION	DATE	BY	CHKD	L'ENG	P'ENG	CLIENT
3	UPDATED AS SHOWN SHITS 1-26	10/01/04	P.S.P.	P.R.N.	B.I.		
2	UPDATED AS SHOWN SHITS 1-23	10/00/03	P.R.N.	C.R.L.	B.I.		
1	M.V. HOLDS FROM SHITS 1-19	23/04/03	P.R.N.	C.R.L.	B.I.		
0	AFC WITH HOLDS	26/11/02	R.F.	C.R.L.	B.I.		
D1	APPROVED FOR DESIGN SHITS 1-18	13/11/02	H.D.	C.R.L.	B.I.		
81	INTERNAL REVIEW SHITS 0-18	27/03/02	S.B.				

CLIENTS NAME :- THAI PETROLEUM PIPELINE COMPANY LTD.
 PROJECT NAME :- SRIRACHA TO SAKABURI MULTI-PRODUCTS PIPELINE

JOHN BRIDAN ENGINEERS & CONSTRUCTORS LTD (PROJECT No. 6205)

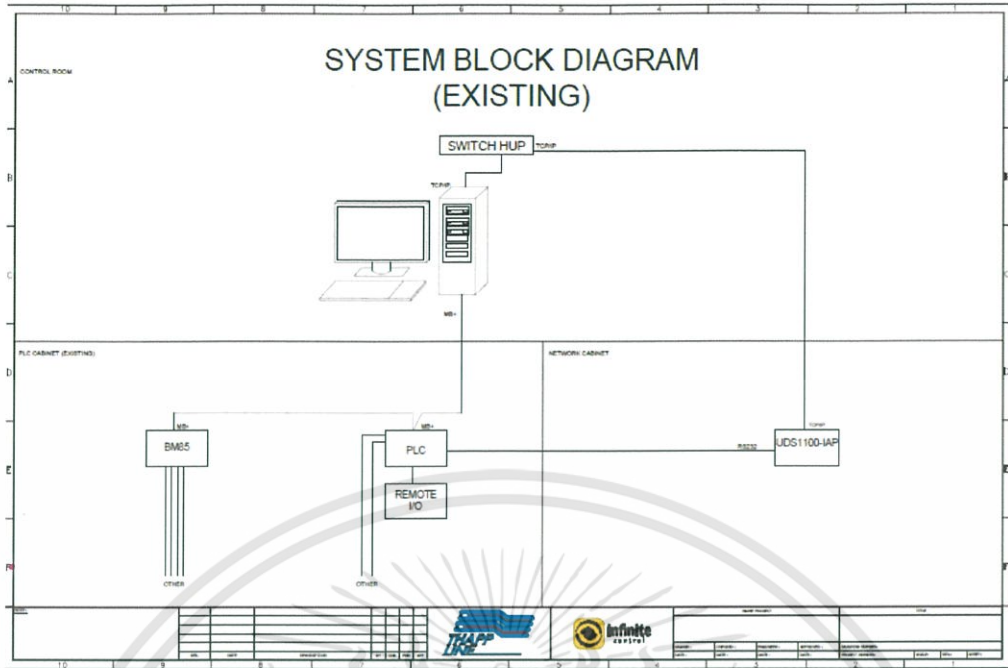
DOCUMENT TITLE :- INSTRUMENT INDEX BAFS AREA 50
 DOCUMENT No. :- 6205/50/0/1100/004 SHIT .2

รูปที่ 3.3 ตัวอย่าง INSTRUMENT INDEX (ต่อ)

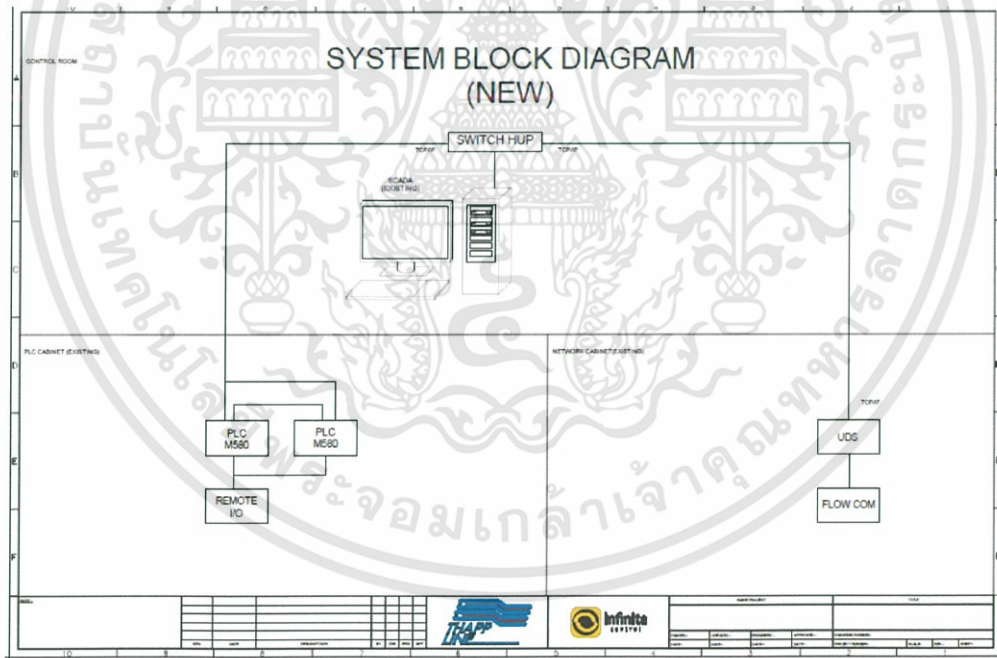
TAG NUMBER	SERVICE	FIELD No. 6205/	LOCATION OR LINE No.	FIELD I/O	SPEC. OR DATA SHE No.	PURCHASE ORDER No.	INSTALLATION DRAWINGS 6205/50/0/		SUN SH- ARE OR BUILD- SURE	ESD	HIP	FM	RL	TG	F&G	SCADA	CDMS	IS	REMARKS	REV No.
							LAYOUT 0124/	LOOP 0100/												
MOV 501	V-501 PIG RECEIVER	0002/002	10" P 6201A E3B	L	E102/018	M05/001	023	50.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LOCAL CONTROL ONLY.	3
HOC 501	CLOSE MOV-501	0002/002	MOV-501	L	E102/018	M05/001	-	50.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NIS LOCAL CONTROL ONLY.	3
HOO 501	OPEN MOV-501	0002/002	MOV-501	L	E102/018	M05/001	-	50.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	NIS LOCAL CONTROL ONLY.	3
ZSC 501	MOV-501 CLOSED L/SW	0002/002	MOV-501	D1	E102/018	H05/001	-	50.061	-	121.3	-	-	-	-	-	-	-	-	D1 - NIS	3
ZLC 501	MOV-501 CLOSED INDICATION	0002/002	SCADA	-	S101/002	H05/002	-	50.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SW	3
ZSO 501	MOV-501 OPENED L/SW	0002/002	MOV-501	D1	E102/018	H05/001	-	50.061	-	121.5	-	-	-	-	-	-	-	-	D1 - NIS	3
ZLO 501	MOV-501 OPEN INDICATION	0002/002	SCADA	-	S101/002	H05/002	-	50.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SW	3
XS 501	MOV-501 FAULT SWITCH	0002/002	MOV-501	D1	E102/018	M05/001	-	50.061	-	121.3	-	-	-	-	-	-	-	-	D1 - NIS	3
XA 501	MOV-501 FAULT ALARM	0002/002	SCADA	-	S101/002	H05/002	-	50.061	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SW	3
MOV 512	V-501 PIG RECEIVER	0002/002	10" P 5002 E3B	L	E102/018	M05/001	023	50.062	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LOCAL CONTROL ONLY.	3

REMARKS.	CLIENTS NAME :- THAI PETROLEUM PIPELINE COMPANY LTD. PROJECT NAME :- SRIRACHA TO SAKABURI MULTI-PRODUCTS PIPELINE	JOHN BRIDAN ENGINEERS & CONSTRUCTORS LTD (PROJECT No. 6205) DOCUMENT TITLE :- INSTRUMENT INDEX - HISC (MOV) BAFS AREA 50 DOCUMENT No. :- 6205/50/0/1100/004 SHIT .16
----------	--	---

รูปที่ 3.4 ตัวอย่าง INSTRUMENT INDEX (ต่อ)

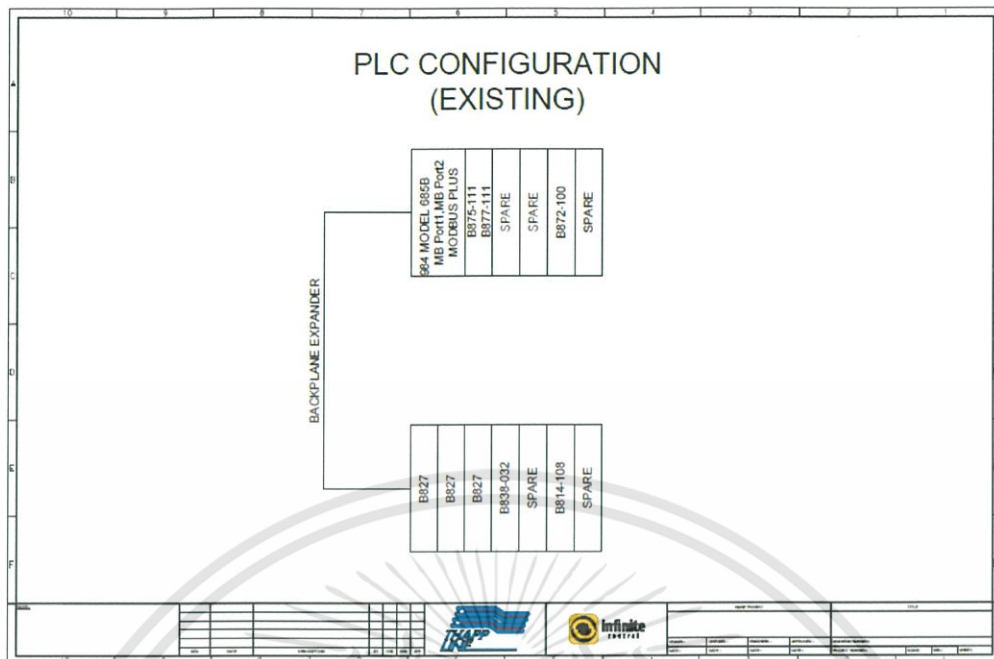


รูปที่ 3.5 แผนภาพ System Configuration (Existing)

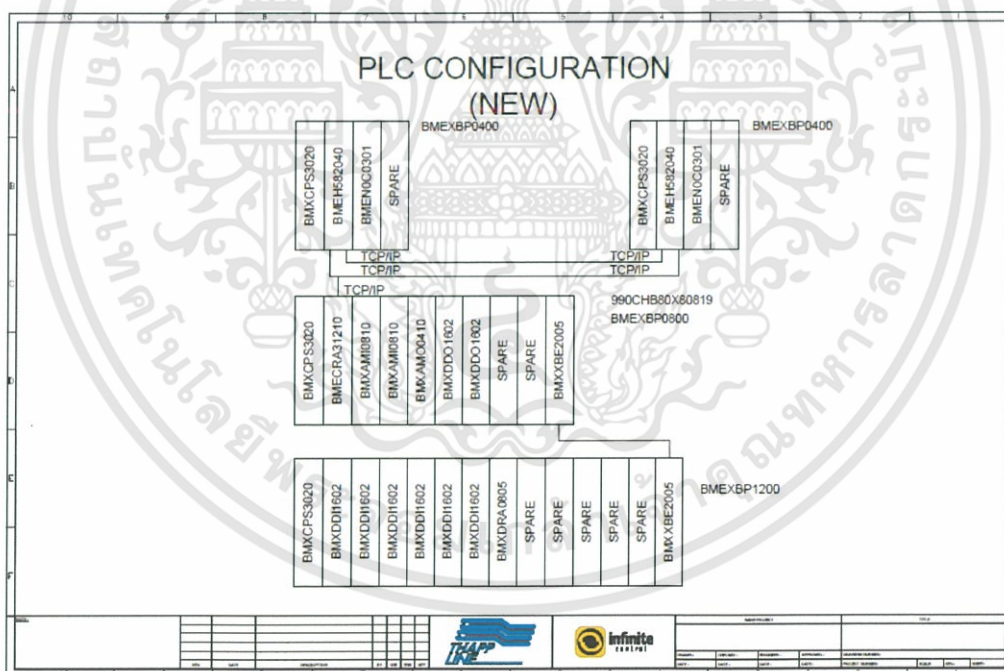


รูปที่ 3.6 แผนภาพ System Configuration (New)

จากรูป 3.5 แสดงถึงแผนภาพ System Configuration (Existing) PLC สื่อสารข้อมูลกับ Others System โดยตรงใช้โปรโตคอล Modbus Plus และใช้ BM85 เป็น Multiplexer และจากรูปที่ 3.6 แสดงแผนภาพ System Configuration (New) PLC ไม่สื่อสารข้อมูลกับ Other System โดยตรง หากใช้ระบบเน็ตเวิร์ค (Network Switch) สื่อสารข้อมูล โดยโปรโตคอล Modbus TCP/IP และใช้ UDS เป็น Gateway เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



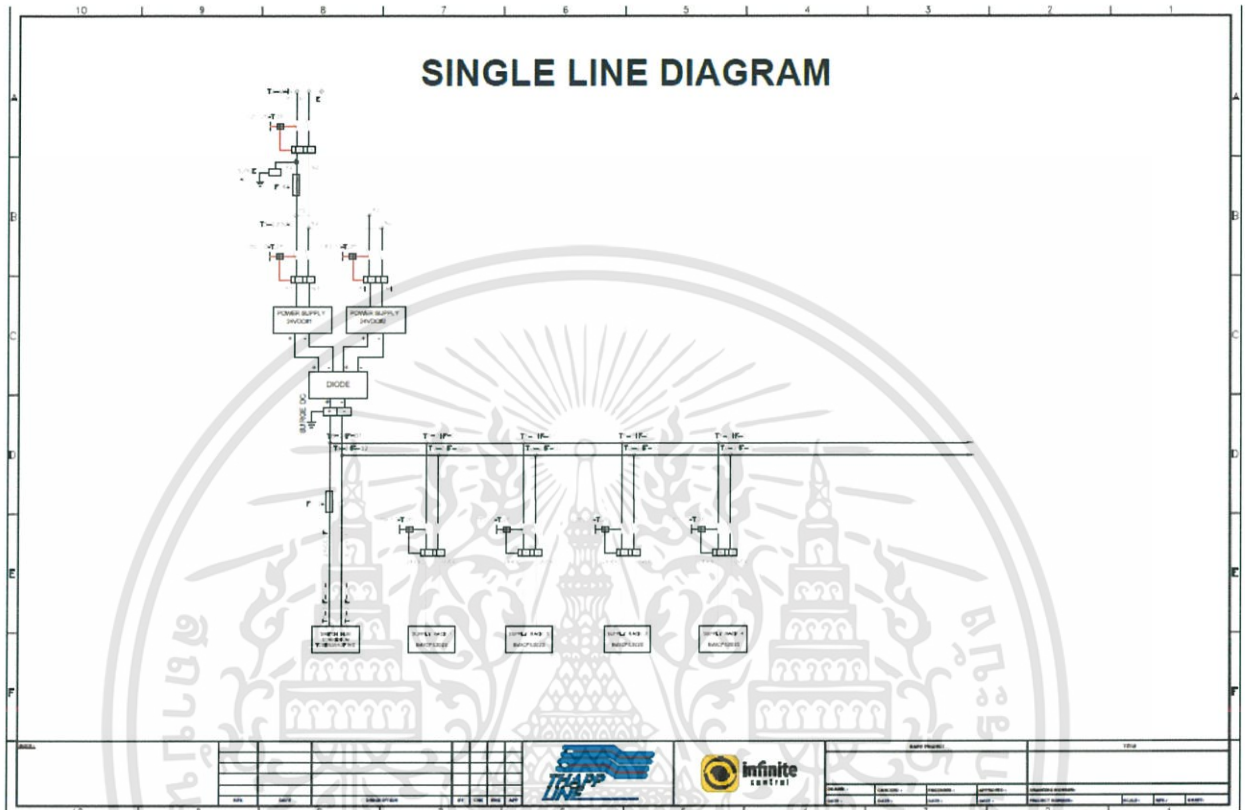
รูปที่ 3.7 แผนภาพ PLC Configuration (Existing)



รูปที่ 3.8 แผนภาพ PLC Configuration (New)

จากรูป 3.7 แสดงถึงแผนภาพ PLC Configuration (Existing) Modicon-AEG984 แบบ Stand Alone และจากรูปที่ 3.8 แสดงแผนภาพ PLC Configuration (New) Modicon580 โดยมีหน่วยประมวลผลกลางเป็นแบบ Redundancy หรือ Hot-Standby เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือ

รวมทั้งสื่อสาร I/O Rack ติดต่อสื่อสารแบบ internet จึงจัดเป็น Ethernet Devices ทั้งหมดพร้อมชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter) เพื่อนำมาแทนที่และปรับปรุงได้สะดวกยิ่งขึ้น

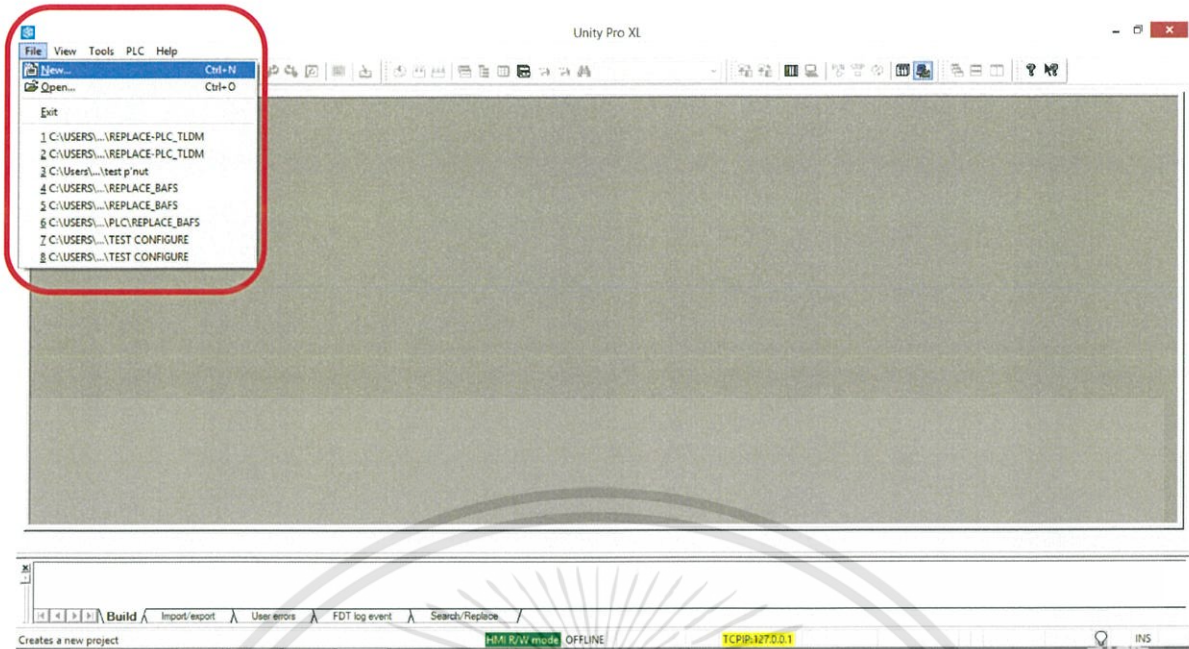


รูปที่ 3.9 แผนภาพ Single Line

3.2 ขั้นตอนการ Configuration โปรแกรมควบคุม

1) การสร้างโปรเจกใหม่ (New Project)

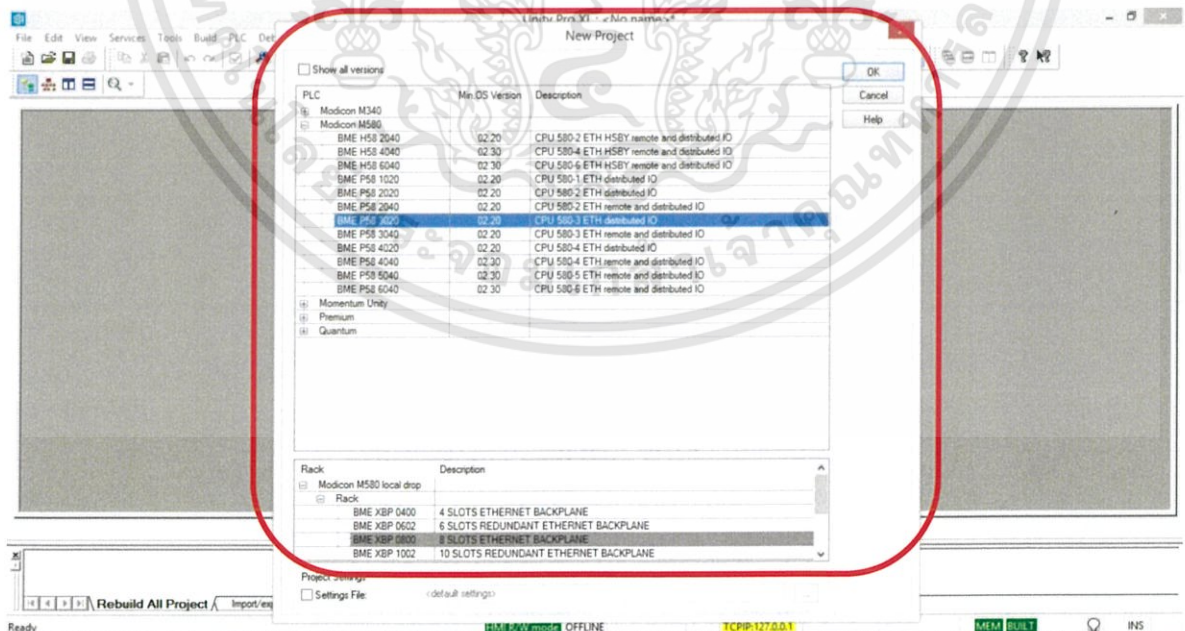
ก่อนจะทำการ Configuration PLC เพื่อให้ซอฟต์แวร์สามารถสื่อสารกับฮาร์ดแวร์ อันดับแรกเมื่อเปิดโปรแกรมควบคุม ต้องทำการสร้างโปรเจกใหม่ขึ้นมาทำได้โดย เปิดโปรแกรม Unity Pro XL > คลิกเมนู File เลือก New จากนั้นหน้าต่าง Configuration จะแสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 3.10



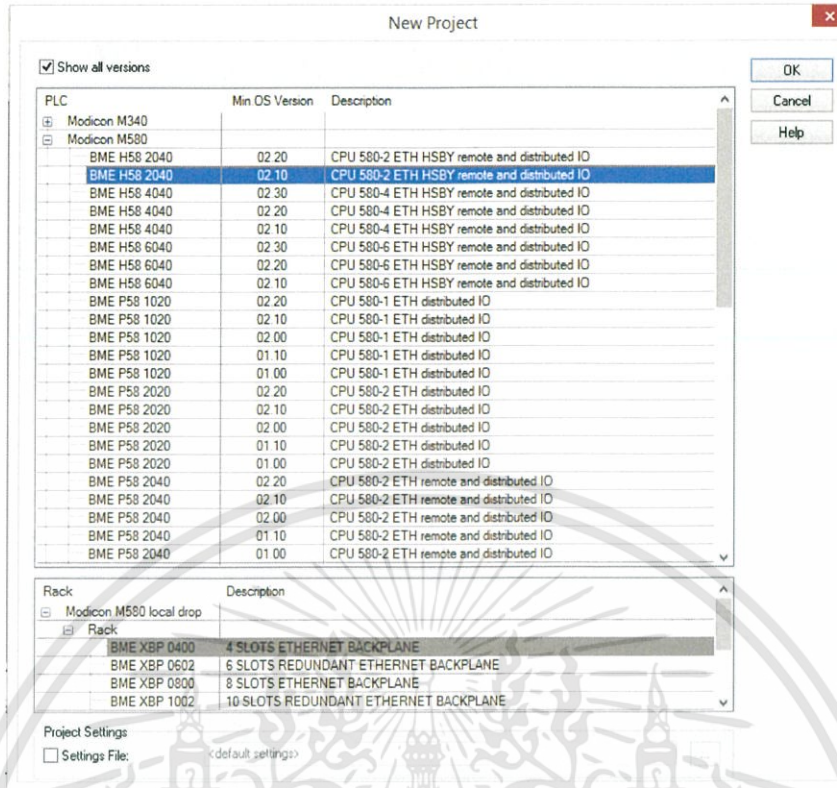
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการสร้าง New Project

2) Configuration PLC Bus

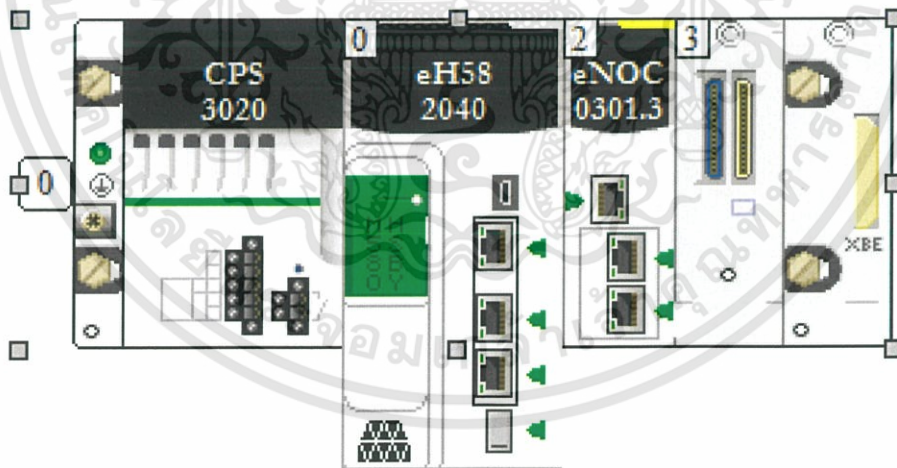
Configuration PLC Bus ตามแบบ PLC Configuration Diagram (New) โดยคลิก
 บวก เลือก PLC รุ่น Modicon580 > คลิกเลือก Supply (BMX CPS3020) > คลิกเลือก CPU
 (Controller) และ จำนวนSlot ของ PLC Rack > คลิกเลือกการ์ด Ethernet Communication
 (BMENOC0301) > คลิก OK ดังรูปที่ 3.11 และ รูปที่ 3.12 ตามลำดับ



รูปที่ 3.11 หน้าต่าง PLC Bus Configuration



รูปที่ 3.12 หน้าต่าง PLC Bus Configuration (ต่อ)

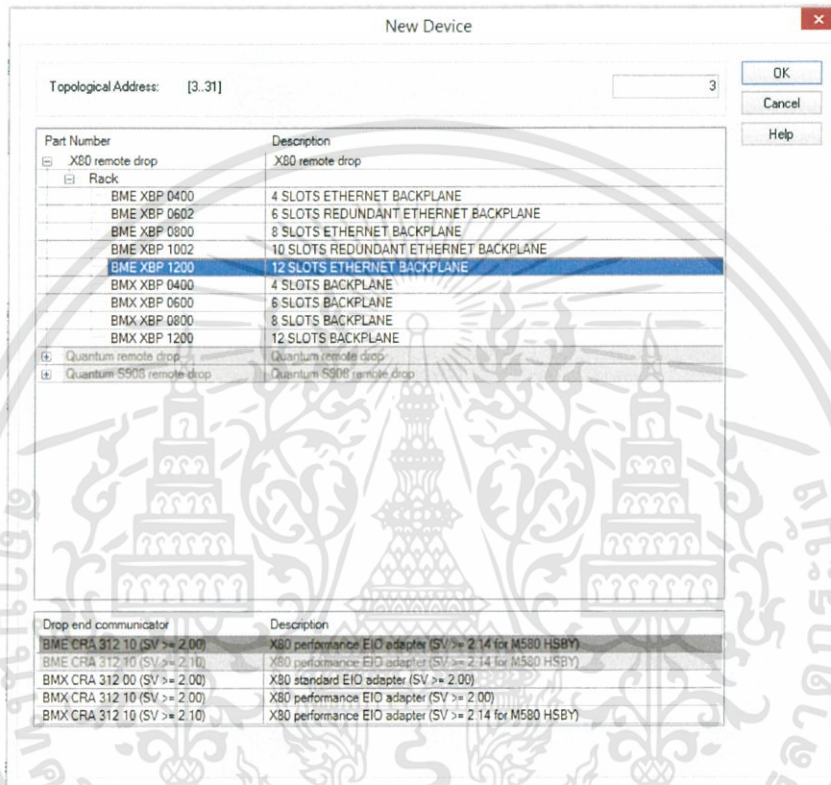


รูปที่ 3.13 ตัวอย่าง Configuration PLC Bus

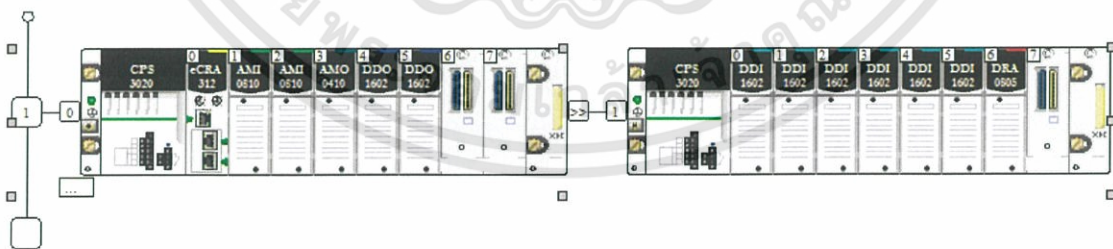
หมายเหตุ : ดังรูปที่ 3.13 Configuration PLC Bus สามารถแก้ไขในภายหลังได้หากมีการเปลี่ยนแปลง

3) Configuration EIO Bus

Configuration EIO Bus ตามแบบ PLC Configuration Diagram (New) โดยคลิกเลือกจำนวน Slot ของ EIO Rack และการ์ด Communicator (BMECRA31210) ตามแบบ PLC Configuration Diagram > คลิกเลือก Supply (BMX CPS3020) และเลือกการ์ด I/O (AI/AO/DI/DO/DRA) > คลิก OK ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 หน้าต่าง Configuration EIO Bus



รูปที่ 3.15 ตัวอย่าง Configuration EIO Bus

หมายเหตุ : ดังรูปที่ 3.15 Configuration EIO Bus สามารถแก้ไขในภายหลังได้หากมีการเปลี่ยนแปลง

3.3 ขั้นตอนการศึกษาออกแบบและดำเนินการจัดทำรายชื่ออุปกรณ์ (I/O List)

หลักการออกแบบและจัดทำรายชื่ออุปกรณ์ชุดใหม่ (I/O List-New) ต้องมีการศึกษารายชื่ออุปกรณ์ชุดเก่า (I/O List-Existing หรือ INSTRUMENT INDEX) ที่ได้รับจากคู่ค้าและมีการศึกษาฮาร์ดแวร์ของ PLC ที่จะนำมาแทนที่และปรับปรุง (Modicon580) พบว่าฮาร์ดแวร์ที่จะนำมาแทนที่และปรับปรุงใช้เทคโนโลยีชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter) ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการติดตั้งแทนที่และปรับปรุง โดยไม่มีการเดินสายใหม่จากอุปกรณ์หน้างานเข้ามาที่ภาคอินพุตและเอาต์พุตของ PLC รุ่นใหม่ ดังนั้นการจัดทำรายชื่ออุปกรณ์ชุดใหม่จึงสามารถเลียนแบบจากรายชื่ออุปกรณ์ชุดเก่าได้บางส่วน และทำการเพิ่มเติมส่วนที่ขาดหายไปจากเอกสาร

โดยมีตารางแสดงตัวอย่างรายชื่ออุปกรณ์ชุดใหม่ (I/O List-New) ดังนี้

1) Digital Input (DI) ดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2

Location	Process	Area	STATUS TAG	Description	PLC TAG NAME	PLC Address
BAFS	HV5907A	METERING SYSTEM	ZSC	ZSC5907A RUN 1 HV closed	BAFS_HV5997A_ZSC	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[0].VALUE
BAFS	HV5907A	METERING SYSTEM	ZSO	ZSC5907A RUN 1 HV open	BAFS_HV5997A_ZSO	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[1].VALUE
BAFS	HV5908A	METERING SYSTEM	ZSC	ZSC5908A RUN 2 HV closed	BAFS_HV5998A_ZSC	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[2].VALUE
BAFS	HV5908A	METERING SYSTEM	ZSO	ZSC5908A RUN 2 HV open	BAFS_HV5998A_ZSO	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[3].VALUE
BAFS	HV5909A	METERING SYSTEM	ZSC	ZSC5909A PRVR IN HV closed	BAFS_HV5999A_ZSC	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[4].VALUE
BAFS	HV5909A	METERING SYSTEM	ZSO	ZSC5909A PRVR IN HV open	BAFS_HV5999A_ZSO	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[5].VALUE
BAFS	HV5909B	METERING SYSTEM	ZSC	ZSC5909B PRVR BYP HV closed	BAFS_HV5999B_ZSC	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[6].VALUE
BAFS	HV5909B	METERING SYSTEM	ZSO	ZSC5909B PRVR BYP HV open	BAFS_HV5999B_ZSO	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[7].VALUE
BAFS	HV5909C	METERING SYSTEM	ZSC	ZSC5909C PRVR OUT HV closed	BAFS_HV5999C_ZSC	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[8].VALUE
BAFS	HV5909C	METERING SYSTEM	ZSO	ZSC5909C PRVR OUT HV open	BAFS_HV5999C_ZSO	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[9].VALUE
BAFS	PDSH5907A	METERING SYSTEM	PDAH	PDSH5907A RUN 1 FLT PRESS ok	BAFS_PDSH5997A_PDAH	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[10].VALUE
BAFS	PDSH5907B	METERING SYSTEM	PDAH	PDSH5907B RUN 1 MOV DIFF HI	BAFS_PDSH5997B_PDAH	EIO2_DIO_DIS_CH_IN[11].VALUE

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่าง I/O List – Digital Input

BAFS	MOV501	PIG RECEIVER	ZSC	V501 1 CLOSED	BAFS_MOV501_ZSC	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[0].VALUE
BAFS	MOV501	PIG RECEIVER	ZSO	V501 1 OPENED	BAFS_MOV501_ZSO	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[1].VALUE
BAFS	MOV501	PIG RECEIVER	ZA	V501 1 AVAIL	BAFS_MOV501_ZA	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[2].VALUE
BAFS	MOV512	PIG RECEIVER	ZSC	V512 2 CLOSED	BAFS_MOV512_ZSC	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[3].VALUE
BAFS	MOV512	PIG RECEIVER	ZSO	V512 2 OPENED	BAFS_MOV512_ZSO	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[4].VALUE
BAFS	MOV512	PIG RECEIVER	ZA	V512 2 AVAIL	BAFS_MOV512_ZA	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[5].VALUE
BAFS	MOV513	METERING SYSTEM	ZSC	V513 3 CLOSED	BAFS_MOV513_ZSC	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[6].VALUE
BAFS	MOV513	METERING SYSTEM	ZSO	V513 3 OPENED	BAFS_MOV513_ZSO	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[7].VALUE
BAFS	MOV513	METERING SYSTEM	ZA	V513 3 AVAIL	BAFS_MOV513_ZA	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[8].VALUE
BAFS	MOV514	METERING SYSTEM	ZSC	V514 4 CLOSED	BAFS_MOV514_ZSC	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[9].VALUE
BAFS	MOV514	METERING SYSTEM	ZSO	V514 4 OPENED	BAFS_MOV514_ZSO	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[10].VALUE
BAFS	MOV514	METERING SYSTEM	ZA	V514 4 AVAIL	BAFS_MOV514_ZA	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[11].VALUE
BAFS	MOV515	METERING SYSTEM	ZSC	V515 5 CLOSED	BAFS_MOV515_ZSC	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[12].VALUE
BAFS	MOV515	METERING SYSTEM	ZSO	V515 5 OPENED	BAFS_MOV515_ZSO	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[13].VALUE
BAFS	MOV515	METERING SYSTEM	ZA	V515 5 AVAIL	BAFS_MOV515_ZA	EIO2_DI4_DIS_CH_IN[14].VALUE

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่าง I/O List – Digital Input (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Digital Output (DO) ดังตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4

BAFS	MOV501	PIG RECEIVER	HSC	CLOSE V501 Pig Trap	BAFS MOV501_HSC	EIO1_D04DIS_CH_OUT[13]VALUE
BAFS	MOV501	PIG RECEIVER	HSO	OPEN V501 Pig Trap	BAFS MOV501_HSO	EIO1_D04DIS_CH_OUT[13]VALUE
BAFS	MOV512	PIG RECEIVER	HSC	CLOSE V512 Inlet	BAFS MOV512_HSC	EIO1_D04DIS_CH_OUT[14]VALUE
BAFS	MOV512	PIG RECEIVER	HSO	OPEN V512 Inlet	BAFS MOV512_HSO	EIO1_D04DIS_CH_OUT[14]VALUE
BAFS	MOV513	METERING SYSTEM	HSC	CLOSE V513	BAFS MOV513_HSC	EIO1_D05DIS_CH_OUT[15]VALUE
BAFS	MOV513	METERING SYSTEM	HSO	OPEN V513	BAFS MOV513_HSO	EIO1_D05DIS_CH_OUT[15]VALUE
BAFS	MOV514	METERING SYSTEM	HSC	CLOSE V514	BAFS MOV514_HSC	EIO1_D05DIS_CH_OUT[16]VALUE
BAFS	MOV514	METERING SYSTEM	HSO	OPEN V514	BAFS MOV514_HSO	EIO1_D05DIS_CH_OUT[16]VALUE
BAFS	MOV515	METERING SYSTEM	HSC	CLOSE V515	BAFS MOV515_HSC	EIO1_D05DIS_CH_OUT[17]VALUE
BAFS	MOV515	METERING SYSTEM	HSO	OPEN V515	BAFS MOV515_HSO	EIO1_D05DIS_CH_OUT[17]VALUE
BAFS	MOV516	METERING SYSTEM	HSC	CLOSE V516	BAFS MOV516_HSC	EIO1_D05DIS_CH_OUT[18]VALUE
BAFS	MOV516	METERING SYSTEM	HSO	OPEN V516	BAFS MOV516_HSO	EIO1_D05DIS_CH_OUT[18]VALUE
BAFS	MOV597B	METERING SYSTEM	HSC	CLOSE V597B	BAFS MOV597B_HSC	EIO1_D06DIS_CH_OUT[19]VALUE
BAFS	MOV597B	METERING SYSTEM	HSO	OPEN V597B	BAFS MOV597B_HSO	EIO1_D06DIS_CH_OUT[19]VALUE
BAFS	MOV599B	METERING SYSTEM	HSC	CLOSE V599B	BAFS MOV599B_HSC	EIO1_D06DIS_CH_OUT[20]VALUE
BAFS	MOV599B	METERING SYSTEM	HSO	OPEN V599B	BAFS MOV599B_HSO	EIO1_D06DIS_CH_OUT[20]VALUE
BAFS	PCV510	METERING SYSTEM	SEL_UPDN	Select. (Up / Down Stream Control)	BAFS PCV510_SEL_UPDN	EIO1_D05DIS_CH_OUT[12]VALUE

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่าง I/O List – Digital Output

BAFS	P599A	METERING SYSTEM	PHSB	HS 5999A STOP LOOP PUMP A	BAFS P599A_PHSB	EIO1_D04DIS_CH_OUT[10]VALUE
BAFS	P599A	METERING SYSTEM	PHSB	HS 5999B STRT LOOP PUMP A	BAFS P599A_PHSB	EIO1_D04DIS_CH_OUT[11]VALUE
BAFS	P599B	METERING SYSTEM	PHSB	HS 5999C STOP LOOP PUMP B	BAFS P599B_PHSB	EIO1_D04DIS_CH_OUT[12]VALUE
BAFS	P599B	METERING SYSTEM	PHSB	HS 5999D STRT LOOP PUMP B	BAFS P599B_PHSB	EIO1_D04DIS_CH_OUT[13]VALUE
spare output						
spare output						
spare output						
BAFS		METERING SYSTEM	X5999C	PROVE PERMISSV	BAFS X5999C	EIO1_D04DIS_CH_OUT[8]VALUE
BAFS	SUPER BAFS		RON	BAFS RON	BAFS RON	EIO1_D04DIS_CH_OUT[7]VALUE
BAFS	SUPER BAFS		STRT	BAFS START	BAFS_START	EIO1_D04DIS_CH_OUT[9]VALUE
BAFS	SUPER BAFS		STOP	BAFS STOP	BAFS_STOP	EIO1_D04DIS_CH_OUT[10]VALUE
BAFS	BAFS SUPER Authority		ALOC	BAFS ALOC	BAFS_ALOC	EIO1_D04DIS_CH_OUT[11]VALUE
BAFS	SUPER SCADA		SDIS	BAFS SDIS	BAFS_SDIS	EIO1_D04DIS_CH_OUT[11]VALUE

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่าง I/O List – Digital Output (ต่อ)

3) Analog Input (AI) ดังตารางที่ 3.5

BAFS	PCV510	METERING SYSTEM	ZI	Valve Position FB	BAFS_PCV510_ZI	EIO1_A11ANA_CH_IN[0]ANA VALUE
BAFS	LT501	DRAINS SUMPS	LI	Level Indicator	BAFS_LT501_LI	EIO1_A11ANA_CH_IN[1]ANA VALUE
BAFS	PCV510	METERING SYSTEM	PI510A	PRIN inlet	BAFS_PCV510_PI510A	EIO1_A11ANA_CH_IN[2]ANA VALUE
BAFS	PCV510	METERING SYSTEM	PI510B	PROUT outlet	BAFS_PCV510_PI510B	EIO1_A11ANA_CH_IN[3]ANA VALUE
BAFS	PCV510	METERING SYSTEM	COU	Control Signal Check (DEM)	BAFS_PCV510_COU	EIO1_A11ANA_CH_IN[4]ANA VALUE
BAFS	PCV510	PIG RECEIVER	IPFB		BAFS_PCV510_IPFB	EIO1_A11ANA_CH_IN[5]ANA VALUE
BAFS	PCV510	PIG RECEIVER	OPFB		BAFS_PCV510_OPFB	EIO1_A11ANA_CH_IN[6]ANA VALUE
BAFS	PDT502A	WATER SEPARATION	PDJ	Strainer Diff Pressure	BAFS_PDT502A_PDJ	EIO1_A11ANA_CH_IN[7]ANA VALUE
BAFS	PDT502B	WATER SEPARATION	PDJ	Strainer Diff Pressure	BAFS_PDT502B_PDJ	EIO1_A12ANA_CH_IN[0]ANA VALUE
BAFS	PDT503A	WATER SEPARATION	PDJ	Strainer Diff Pressure	BAFS_PDT503A_PDJ	EIO1_A12ANA_CH_IN[1]ANA VALUE
BAFS	PDT503B	WATER SEPARATION	PDJ	Strainer Diff Pressure	BAFS_PDT503B_PDJ	EIO1_A12ANA_CH_IN[2]ANA VALUE
BAFS	PT509	METERING SYSTEM	PI	Pressure Indicator	BAFS_PT509_P1	EIO1_A12ANA_CH_IN[3]ANA VALUE

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่าง I/O List – Analog Input

4) Analog Output (AO) ดังตารางที่ 3.6

BAFS	PCV510	PIG RECEIVER	PO6SP	Valve Position Command (Set %)	BAFS_PCV510_PO6SP	EIO1_A03ANA_CH_OUT[0]ANA VALUE
#N/A						
BAFS	PCV510	PIG RECEIVER	IPSP	UpStream pressure set point (Set up)	BAFS_PCV510_IPSP	EIO1_A03ANA_CH_OUT[1]ANA VALUE
BAFS	PCV510	PIG RECEIVER	OPSP	DownStream pressure set point (Set Down)	BAFS_PCV510_OPSP	EIO1_A03ANA_CH_OUT[3]ANA VALUE

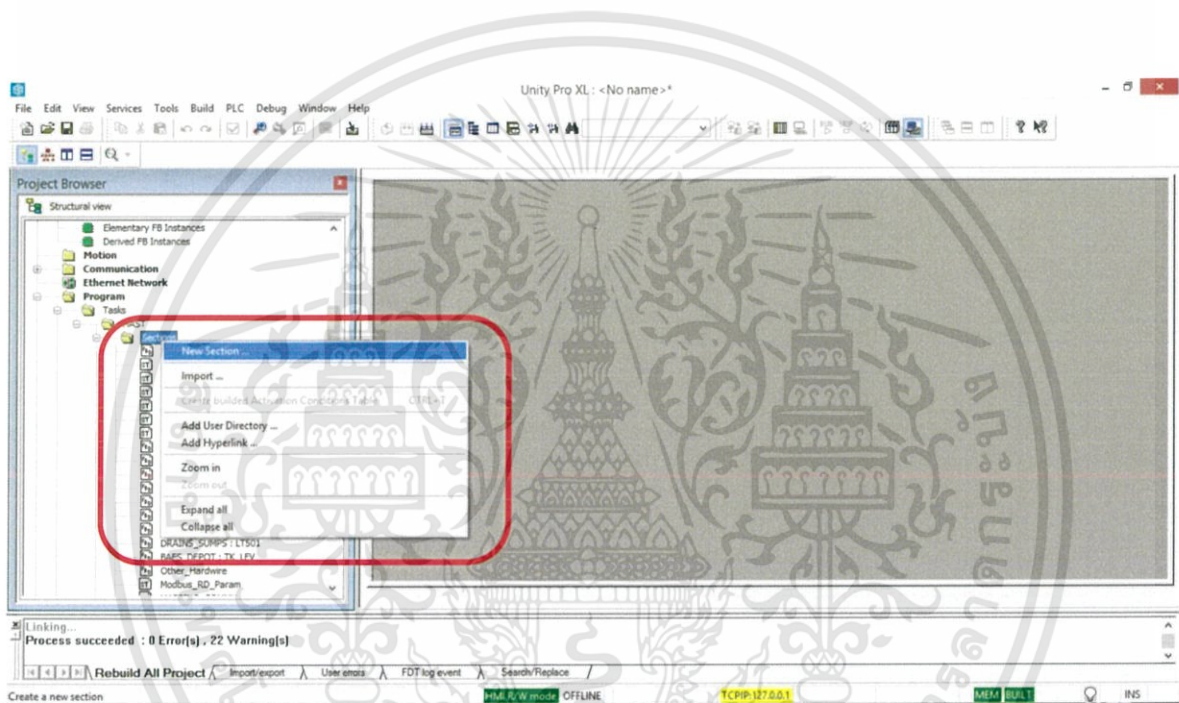
ตารางที่ 3.6 ตัวอย่าง I/O List – Analog Output

3.4 ขั้นตอนการศึกษาออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก

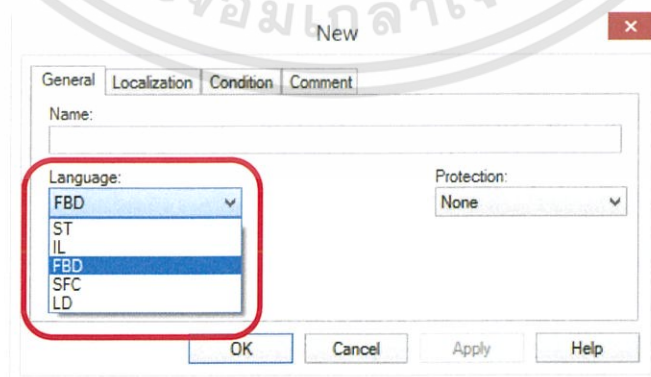
3.4.1) สร้างพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section) และ Tag names

1) สร้างพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section)

ทำได้โดยไปที่หน้าต่าง Project Browser > คลิกขวา Program > คลิกขวา Tasks > คลิกขวา MAST > คลิกขวา Section เลือก New Section และสามารถกำหนดภาษาที่จะสร้างได้ ดังรูปที่ 3.16 และรูปที่ 3.17 ตามลำดับ



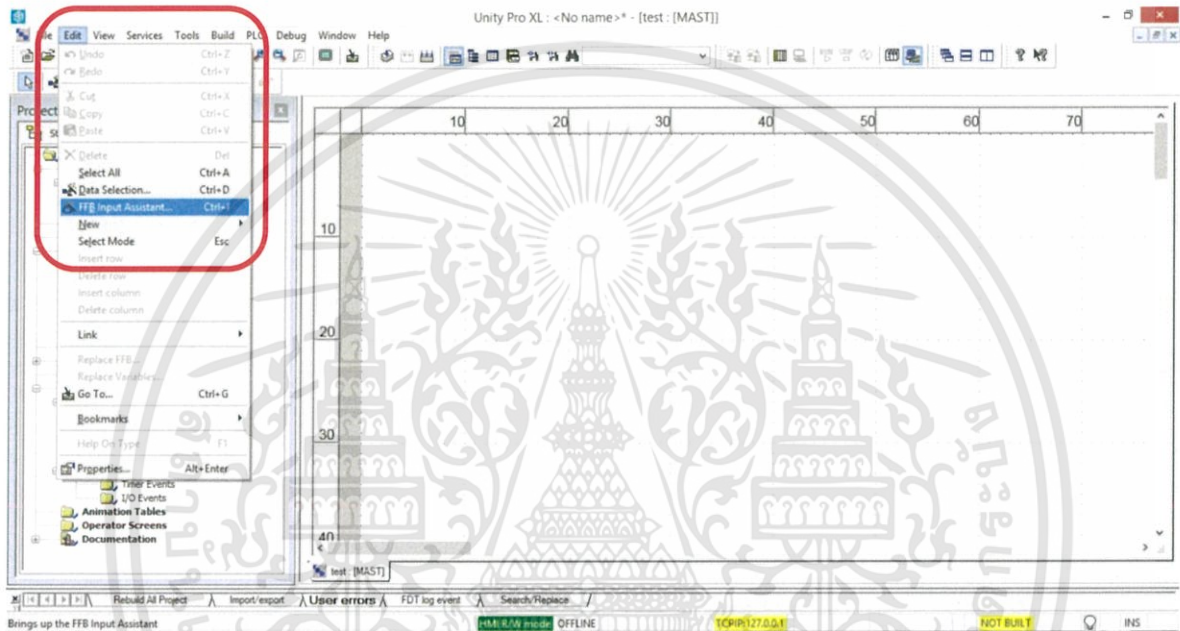
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการสร้างพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรมใหม่ (New Section)



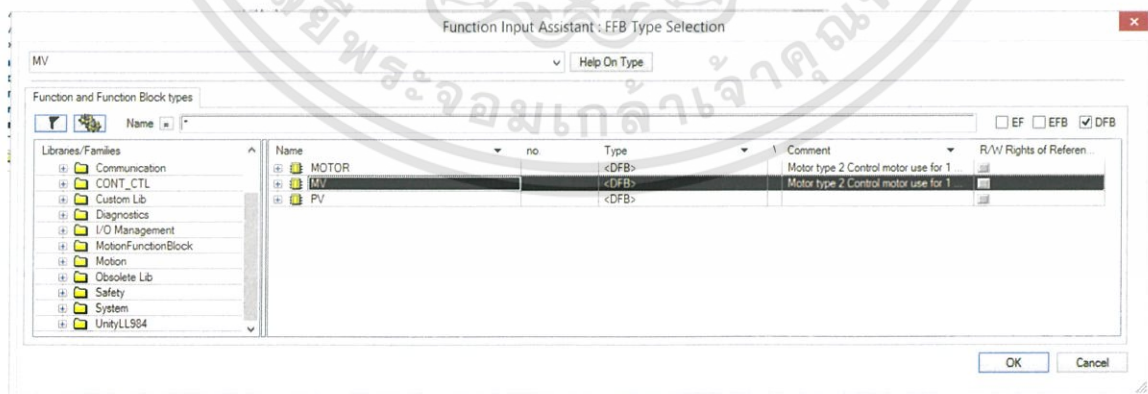
รูปที่ 3.17 ตั้งชื่อ Section และกำหนดภาษาที่ใช้จัดทำโปรแกรมควบคุม

2) วิธีเรียกใช้ DFB Types

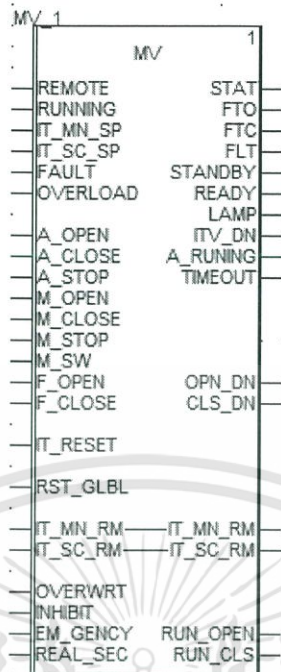
ทำได้โดยคลิก Edit > คลิก FFB Input Assistant หรือใช้คีย์ลัด (Ctrl+I) ดังรูปที่ 3.18 ซึ่งต้องเลือก DFB types ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของอุปกรณ์ที่จะควบคุม เพราะ DFB types มีให้เลือกใช้หลายประเภท เช่น MV, PV, Motor โดยแต่ละประเภทมีการทำงานแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะใช้ควบคุม



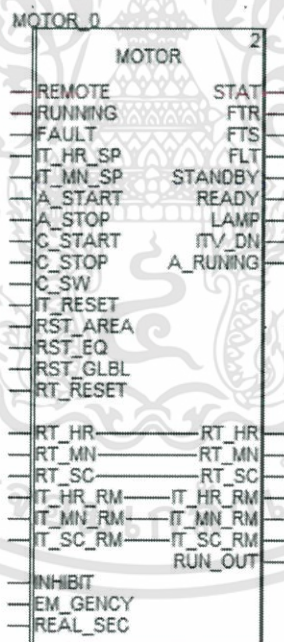
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการเรียกใช้ DFB types



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างหน้าต่างแสดง DFB Types



รูปที่ 3.20 ตัวอย่าง DFB types (MV) เหมาะสำหรับการใช้ควบคุม MOV (Motor Operated Valves)



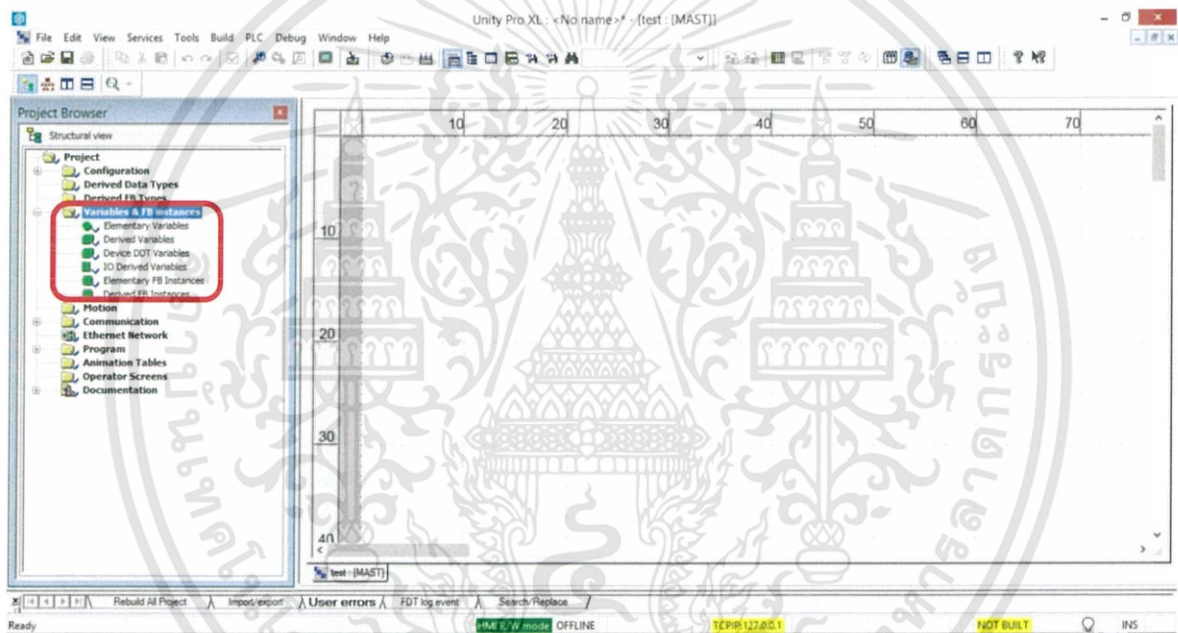
รูปที่ 3.21 ตัวอย่าง DFB types (MOTOR) เหมาะสำหรับการใช้ควบคุม Pumps

จากรูปที่ 3.20 และ รูปที่ 3.21 แสดงให้เห็นถึงการเลือกใช้ DFB Types ที่เหมาะสมสำหรับการควบคุม MOV (Motor Operated Valves) และ Pumps

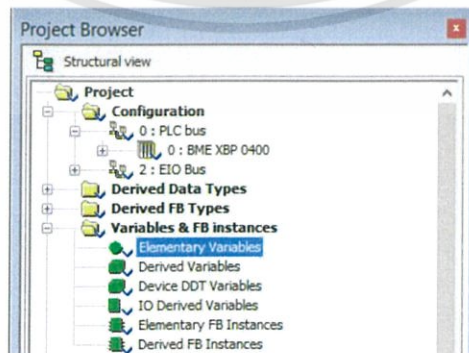
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สร้าง Tag names

เมื่อเรียกใช้ DFB Types ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมแล้ว ต่อไปจะเป็นการสร้าง Tag names สำหรับการจัดทำโปรแกรมควบคุมโดยใช้ภาษา Function Block Diagram (FBD) หรือภาษาอื่นๆ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมสามารถสร้าง Tag names โดยการทำได้โดยการเพิ่มที่ขาบล็อกของ DFB Types ได้โดยตรงจากนั้นระบุ Types ของ Tag names ให้เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น Boolean, Integer, String หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้าง Tag names ไปเก็บที่ Variables & FB Instances (Elementary Variables) หรือสร้าง Tag names ที่ Variables & FB Instances (Elementary Variables) ได้โดยตรง ดังรูปที่ 3.22 และ รูปที่ 3.23 ตามลำดับ



รูปที่3.22 หน้าต่าง Variables & FB Instances (Elementary Variables)



รูปที่3.23 หน้าต่าง Variables & FB Instances (Elementary Variables) (ต่อ)

Name	Type	Value
BAFS_MOV512_OVERWRT	EBOOL	
BAFS_MOV512_READY	EBOOL	
BAFS_MOV512_REMOTE	EBOOL	
BAFS_MOV512_RUN_CLS	EBOOL	
BAFS_MOV512_RUN_OPEN	EBOOL	
BAFS_MOV512_RUNNING	EBOOL	
BAFS_MOV512_STANDBY	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT	WORD	
BAFS_MOV512_STAT_FAULT_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_FCL_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_FLT_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_FOP_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_FTC_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_FTO_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_INHIBIT_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_LAMP_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_OVERLOAD_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_OVERRIDE_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_READY_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_REMOTE_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_RUN_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_STANDBY_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_SW_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_STAT_TIMEOUT_HMI	EBOOL	
BAFS_MOV512_TIMEOUT	EBOOL	
BAFS_MOV512_ZA	EBOOL	

รูปที่ 3.24 ตัวอย่าง Tag names ของ MOV512 (Motor Operated Valves 512) ใน Variables & FB Instances (Elementary Variables)

จากรูปที่ 3.24 จะเห็นว่า Tag names จะมีการตั้งชื่อตามชื่อสถานที่ตามด้วยชื่ออุปกรณ์และสถานะของอุปกรณ์ยกตัวอย่างเช่น BAFS_MOV512_STAT_FOP_HMI หมายความว่า MOV512 (Motor Operated Valves 512) มีสถานะ FOP (Fully Open) วาล์วเปิดสุดและยังเป็น Tag names ในโปรแกรมควบคุมที่จะส่งค่าให้ระบบ SCADA

3.4.2 ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก

หลังจากทำการเลือก DFB types ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมและทำการสร้าง Tag names ครบแล้ว ต่อไปจะเป็นหลักการออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิกโดยแบ่งโปรแกรมควบคุมเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ Hardwire และ Others System

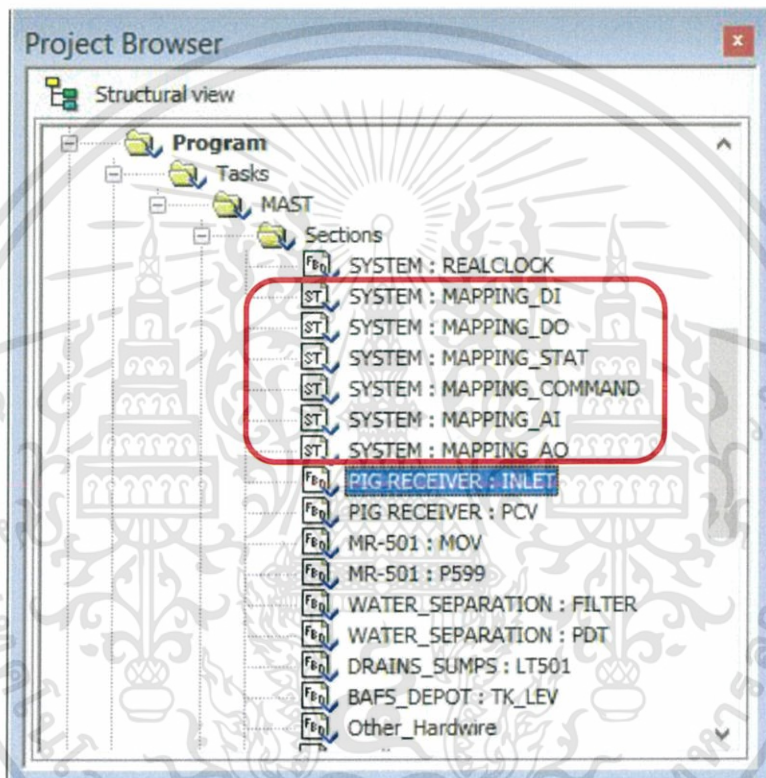
3.4.2.1 Hardwire

หมายถึงอุปกรณ์ที่มาจากการเดินสายเข้ามาที่ภาคอินพุทและเอาต์พุทของ PLC (I/O Cards) โดยตรงมีทั้งสัญญาณ Digital (ON-OFF หรือ 0-1) หรือสัญญาณ Analog (0-5VDC, 0-

10VDC,0-20mA,4-20mA) ยกตัวอย่างเช่น MOV (Motor Operated Valves), Pumps, PCV (Pressure Control Valves), Limit Switch, Level Transmitters เป็นต้น

1) I/O List Mapping

หลักการออกแบบและจัดทำ I/O List Mapping จะสร้างในพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section) โดยใช้ภาษา Structure Text (ST) ดังรูปที่ 3.25



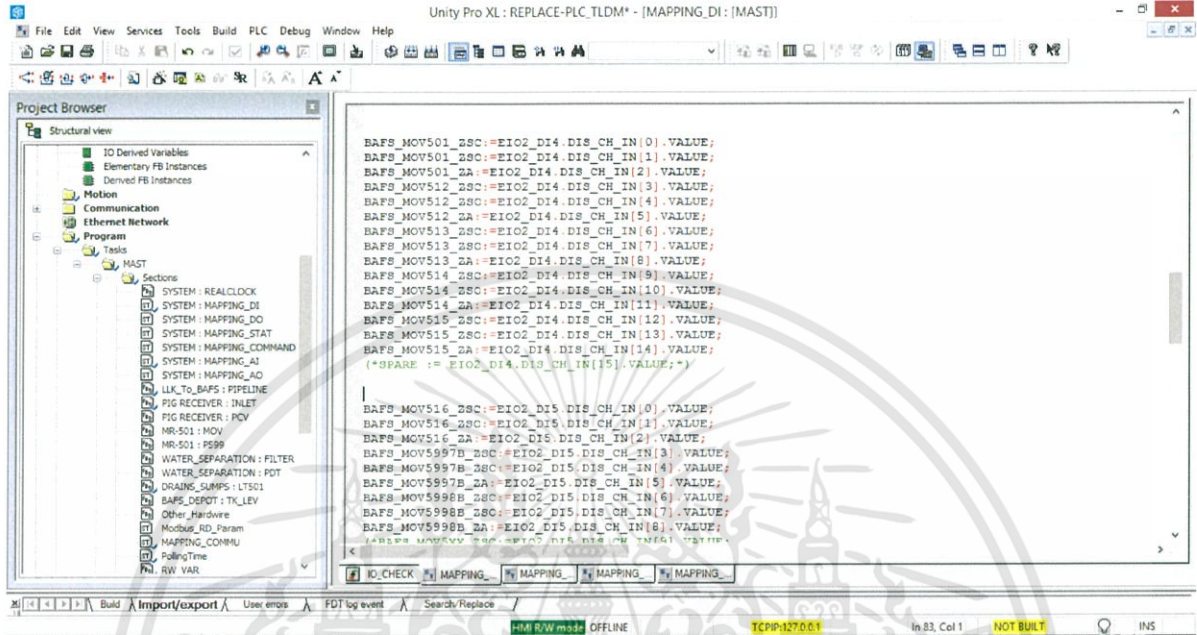
รูปที่ 3.25 ตัวอย่าง Section ของ Mapping

1.1) Mapping I/O Cards

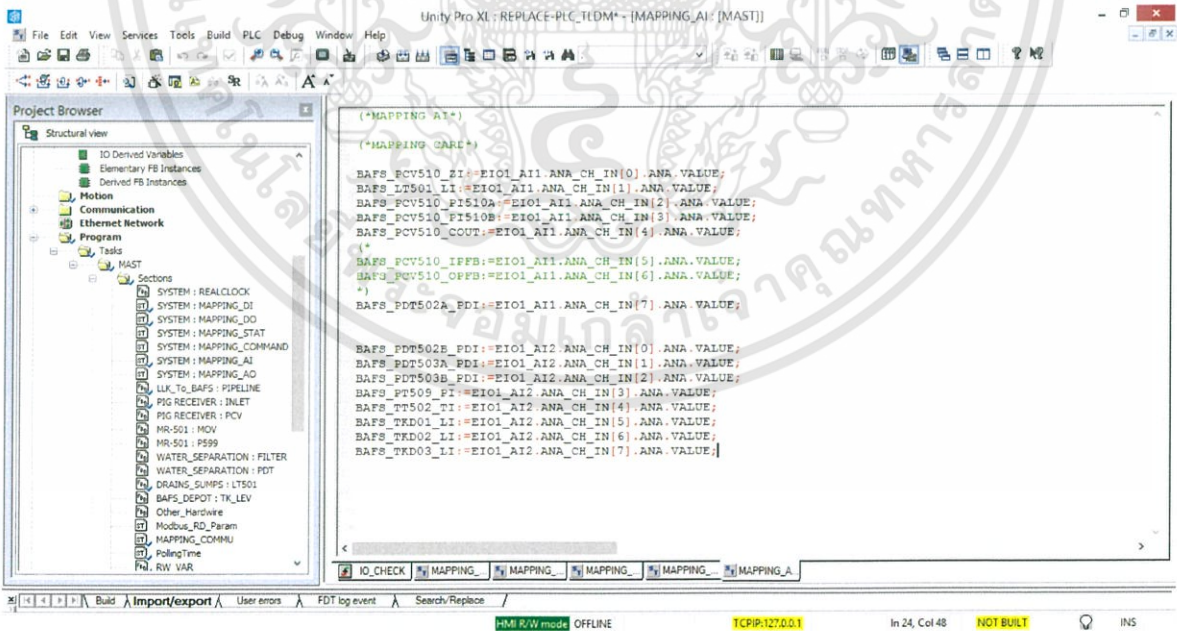
หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping I/O Cards มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่าจาก I/O Cards (ค่าจริงจากอุปกรณ์) มาที่ Tag names ในโปรแกรมควบคุม หรือ ค่าจาก Tag names ในโปรแกรมควบคุมไปยัง I/O Cards (ค่าที่ส่งไปอุปกรณ์)

1.1.1) หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping Digital Input (DI) หรือ Mapping Analog Input (AI) มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่าจาก Digital Input Cards

(DI) หรือ Analog Input Cards (AI) มาที่ Tag names ในโปรแกรมควบคุม โดยนำค่าจริงจากอุปกรณ์มาคำนวณหรือประยุกต์ใช้กับลอจิกที่ได้ออกแบบ ดังรูปที่ 3.26 และ รูปที่ 3.27 ตามลำดับ

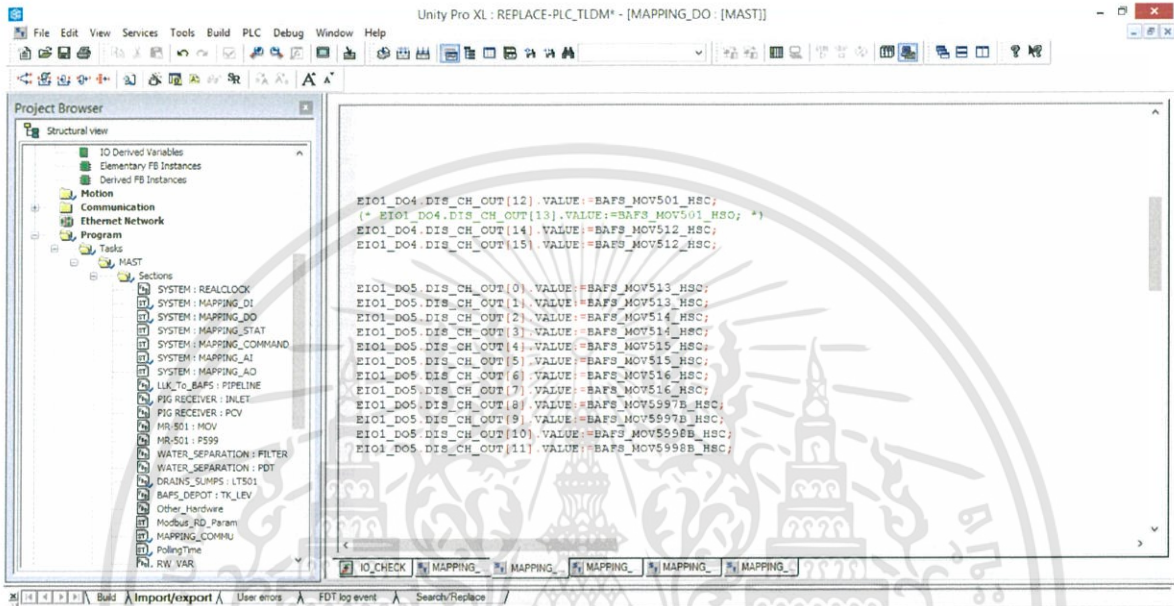


รูปที่ 3.26 ตัวอย่างการ Mapping DI

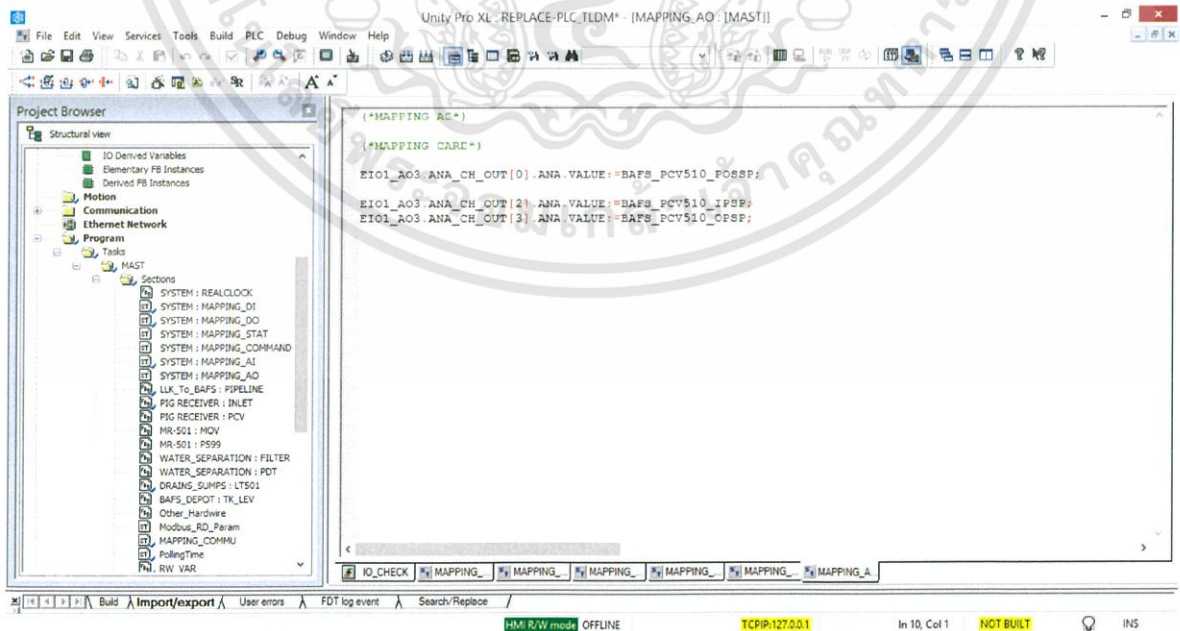


รูปที่ 3.27 ตัวอย่างการ Mapping AI

1.1.2) หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping Digital Output (DO) หรือ Mapping Analog Output (AO) มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่าจาก Tag names ในโปรแกรมควบคุมที่ได้จากการคำนวณหรือประมวลผลจากลอจิกที่ได้ออกแบบไปอยู่ที่ Digital Output Cards หรือ Analog Output Cards และส่งค่าไปยังอุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.28 และ รูปที่ 3.29 ตามลำดับ



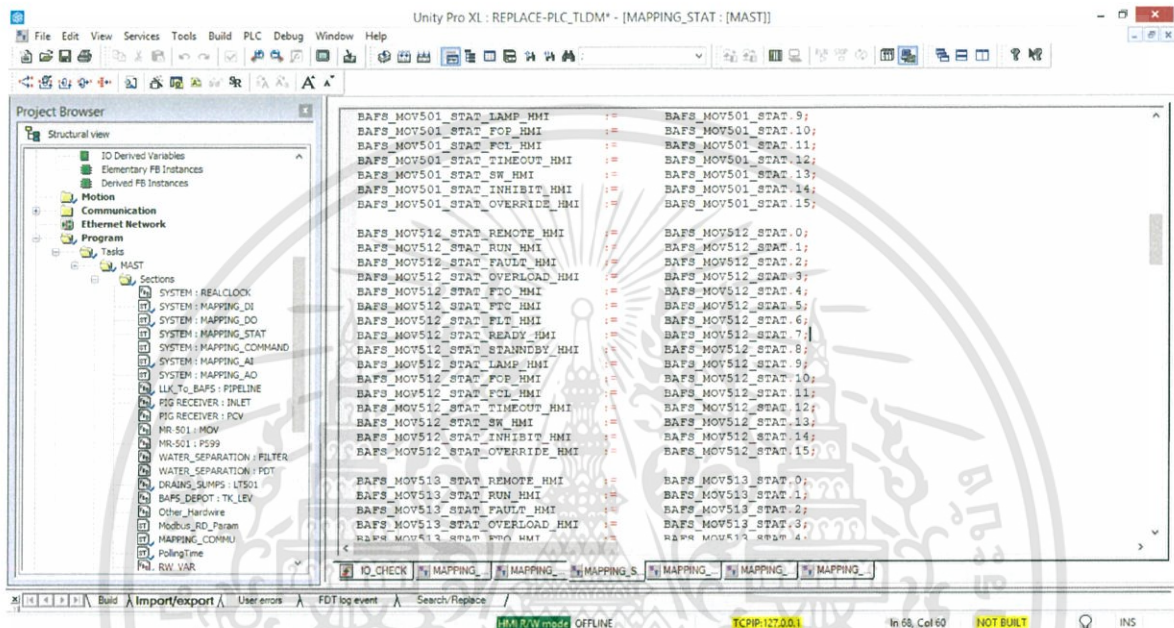
รูปที่ 3.28 ตัวอย่างการ Mapping DO



รูปที่ 3.29 ตัวอย่างการ Mapping AO

1.2) Mapping Status

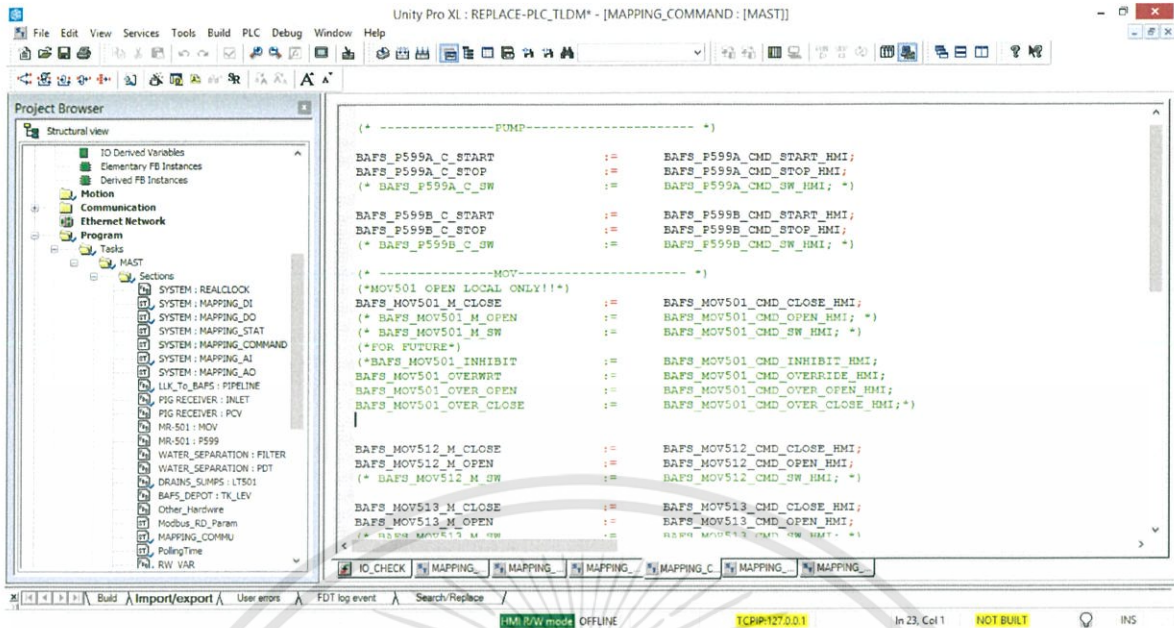
หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping Status มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่าจาก I/O Cards (ค่าจริงจากอุปกรณ์) หรือค่าที่ได้จากการคำนวณหรือประมวลผลจากลอจิกที่ได้ออกแบบไปยัง Tag names ในโปรแกรมควบคุมที่จะส่งให้ระบบ SCADA ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการ Mapping Status

1.3) Mapping Command

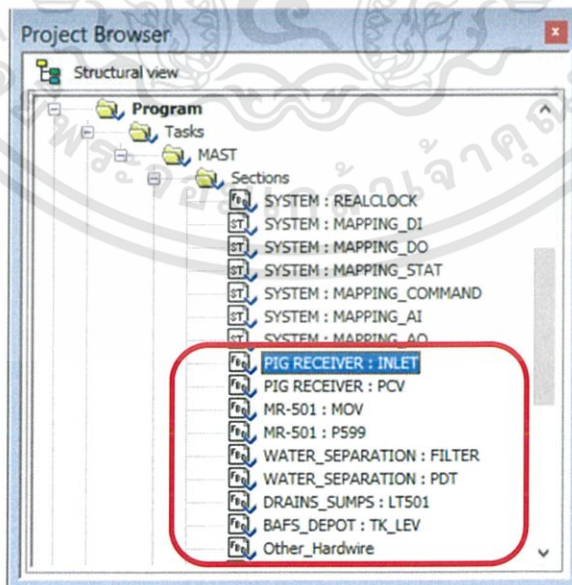
หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping Command มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่า Tag names ในโปรแกรมควบคุมจากระบบ SCADA ไปยัง I/O Cards (ค่าที่ส่งไปที่อุปกรณ์) หรือ Tag names ในโปรแกรมควบคุมที่นำไปคำนวณหรือประมวลผลโดยลอจิกที่ได้ออกแบบ ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ตัวอย่างการ Mapping Command

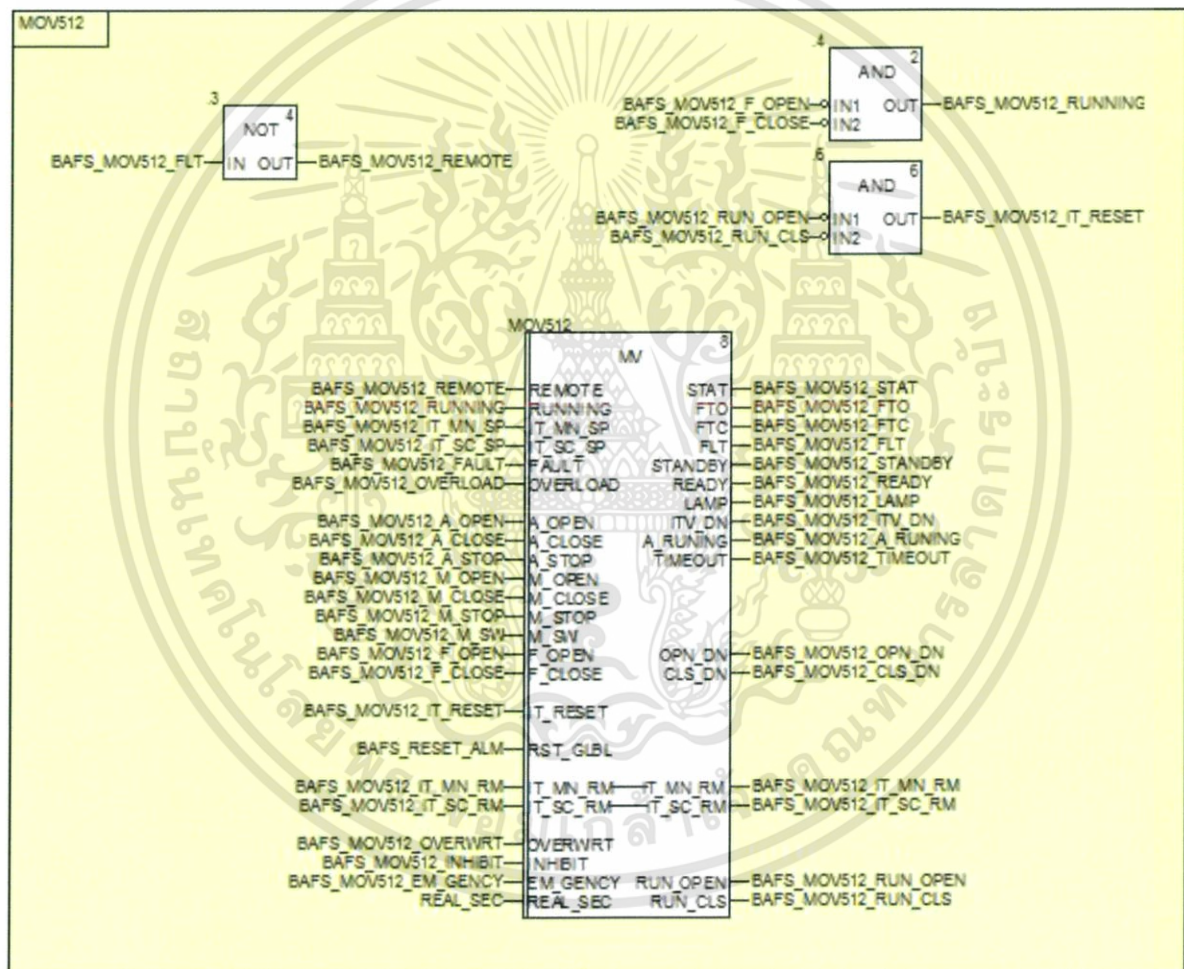
2) ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิก

หลักการออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิกต้องอ้างอิงกับเอกสารทางวิศวกรรมโดยแบ่งพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section) สอดคล้องตามแบบ P&ID และ SCADA Functional Design เป็นพื้นที่ต่างๆ ดังรูปที่ 3.32 โดยใช้ภาษา Function Block Diagram (FBD) จัดทำโปรแกรมควบคุม ดังรูปที่ 3.33 ถึง รูปที่ 3.36



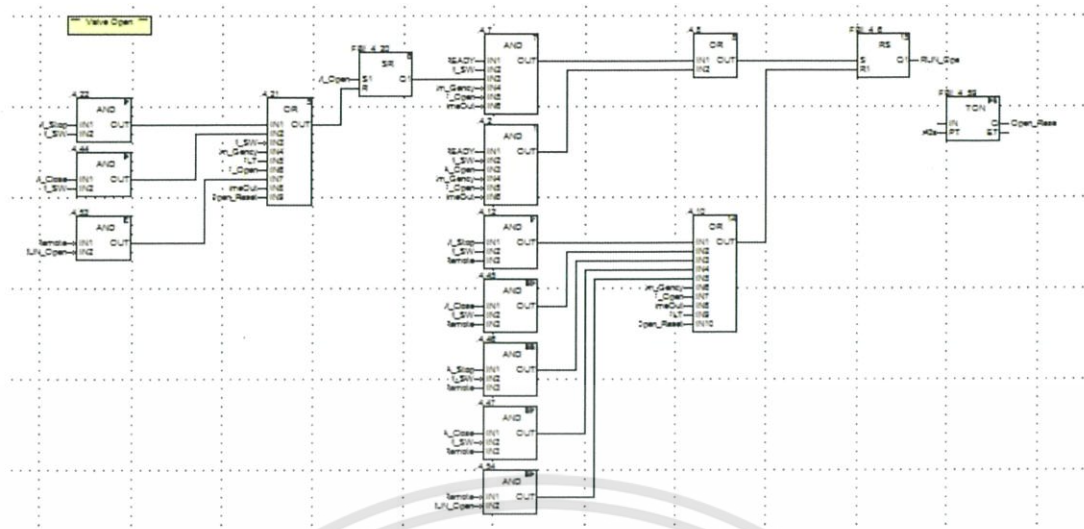
รูปที่ 3.32 ตัวอย่าง Section ที่แบ่งตามพื้นที่ต่างๆ

จากรูปที่ 3.32 จะเห็นว่า Section ถูกแบ่งตามพื้นที่ให้สอดคล้องกับเอกสารทางวิศวกรรมโดยแบ่งพื้นที่หลักๆ ออกเป็น 5 พื้นที่ตามตามแบบ P&ID และ SCADA Functional Design ดังนี้ 1) Pig Receiver 2) MR-501 (Metering Unit501) 3) Water Separation 4) Drains Sumps 5) BAFS Depot โดยแต่ละพื้นที่จะมีอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่นพื้นที่ที่ Pig Receiver แบ่งออกเป็น 2 Section คือ INLET และ PCV โดยมีอุปกรณ์ในพื้นที่ทั้งหมด 3 ตัวได้แก่ 1) MOV501 (Motor Operated Valves 501) 2) MOV512 (Motor Operated Valves 512) และ 3) PCV510 (Pressure Control Valves)

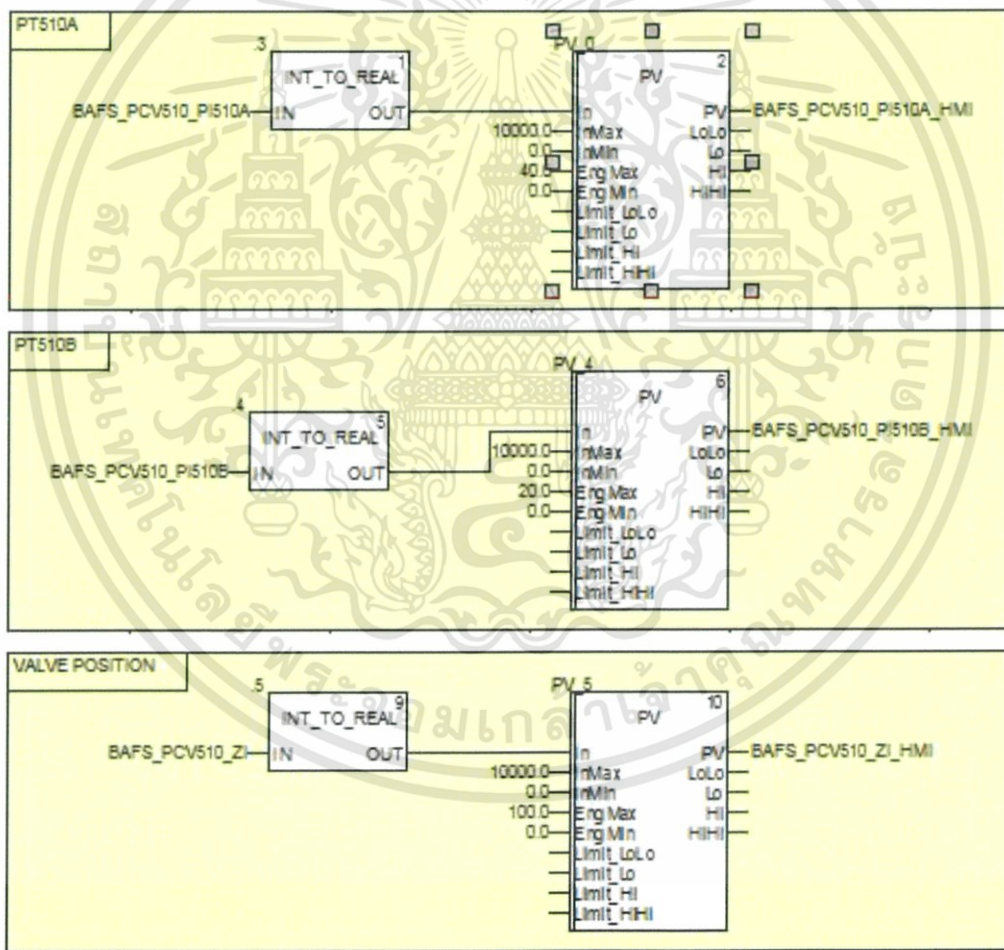


รูปที่ 3.33 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของ MOV512 (Motor Operated Valves 512)

จากรูปที่ 3.33 และรูปที่ 3.34 แสดงถึงตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Digital (ON-OFF) ในพื้นที่ Pig Receiver ใน Section : INLET



รูปที่ 3.34 ตัวอย่างการออกแบบลอจิกภายใน MOV512 (Motor Operated Valves 512)



รูปที่ 3.35 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของ PCV510 (Pressure Control Valves 510)

จากรูปที่ 3.35 และรูปที่ 3.36 แสดงถึงตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกของสัญญาณ Analog (4-20mA) ในพื้นที่ Pig Receiver ใน Section : PCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$EV := (In - InMin) * ((EngMax - EngMin) / (InMax - InMin)) + EngMin;$$

รูปที่ 3.36 ตัวอย่างการออกแบบลอจิกภายใน PCV510 (Pressure Control Valves 510)

3) กำหนด Address สำหรับใช้สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลกับระบบ SCADA

หลักการออกแบบและจัดทำ Address สำหรับใช้สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลกับระบบ SCADA มีการจัดทำ Address ใหม่ทั้งหมดโดยไม่อ้างอิงกับโปรแกรมควบคุมเก่าและห้ามทับซ้อนกับ Address ในระบบอื่นๆ โดยการสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลจะใช้โปรโตคอล Modbus TCP/IP ในการสื่อสารโดยกำหนด Modbus Function Code เป็น %M (Memory) 1 bits และ %MW (Memory Word) 16 bits และ Register 4 digit ต่อท้ายสามารถกำหนด Address ของ Tag names ในโปรแกรมควบคุมที่จะส่งให้ระบบ SCADA ได้ที่ Variables & FB Instances (Elementary Variables) โดยตรง ดังรูปที่ 3.37

Name	Type	Value	Address
BAFS_MOV512_STAT	WORD		
BAFS_MOV512_TIMEOUT	EBOOL		
BAFS_MOV512_ZA	EBOOL		
BAFS_MOV512_ZSC	EBOOL		
BAFS_MOV512_ZSO	EBOOL		
BAFS_MOV512_STAT_REMOTE_HMI	EBOOL		%M1020
BAFS_MOV512_STAT_RUN_HMI	EBOOL		%M1021
BAFS_MOV512_STAT_FAULT_HMI	EBOOL		%M1022
BAFS_MOV512_STAT_OVERLOAD_HMI	EBOOL		%M1023
BAFS_MOV512_STAT_FTO_HMI	EBOOL		%M1024
BAFS_MOV512_STAT_FTC_HMI	EBOOL		%M1025
BAFS_MOV512_STAT_FLT_HMI	EBOOL		%M1026
BAFS_MOV512_STAT_READY_HMI	EBOOL		%M1027
BAFS_MOV512_STAT_STANDBY_HMI	EBOOL		%M1028
BAFS_MOV512_STAT_LAMP_HMI	EBOOL		%M1029
BAFS_MOV512_STAT_FOP_HMI	EBOOL		%M1030
BAFS_MOV512_STAT_FCL_HMI	EBOOL		%M1031
BAFS_MOV512_STAT_TIMEOUT_HMI	EBOOL		%M1032
BAFS_MOV512_STAT_Sw_HMI	EBOOL		%M1033
BAFS_MOV512_STAT_INHIBIT_HMI	EBOOL		%M1034
BAFS_MOV512_STAT_OVERRIDE_HMI	EBOOL		%M1035
BAFS_MOV512_CMD_CLOSE_HMI	EBOOL		%M5010
BAFS_MOV512_CMD_OPEN_HMI	EBOOL		%M5011
BAFS_MOV512_CMD_SW_HMI	EBOOL		%M5012

รูปที่ 3.37 ตัวอย่างการกำหนด Address Tag names ของ MOV512 (Motor Operated Valves 512)

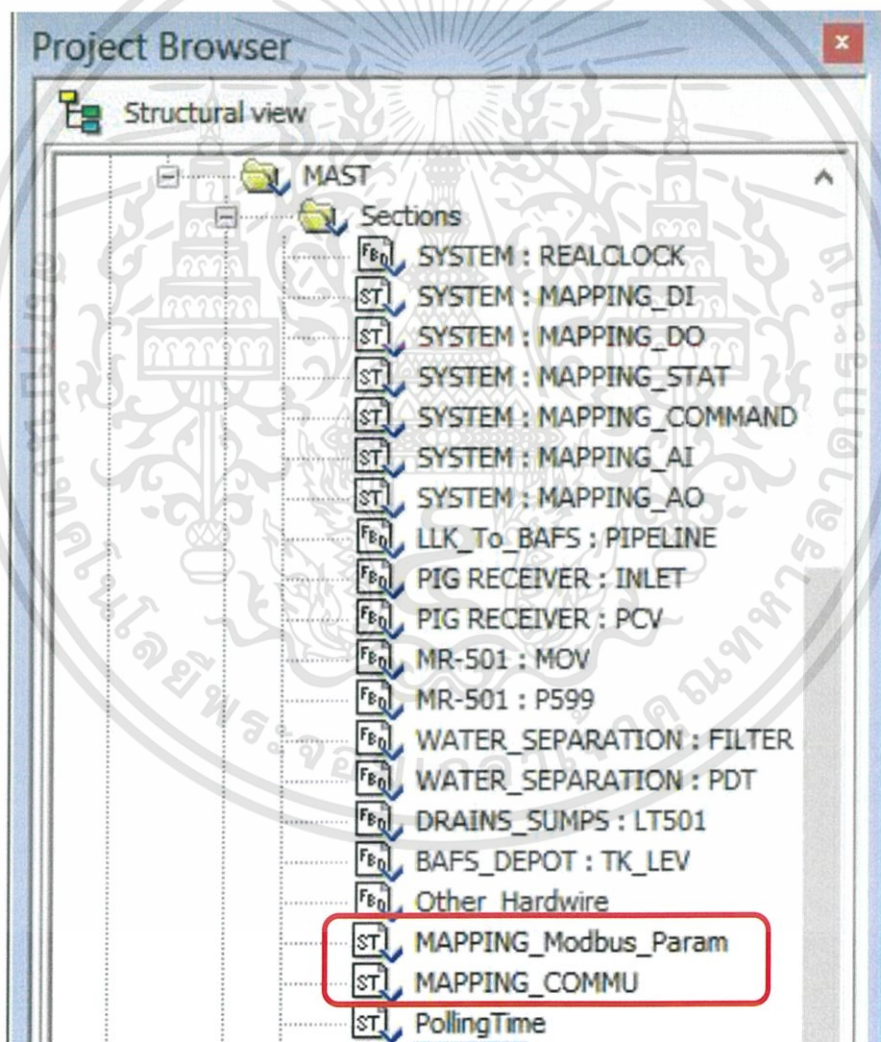
ในโปรแกรมควบคุมที่จะส่งให้ระบบ SCADA

3.4.2.2 Others System (Flow Computer)

หมายถึงอุปกรณ์หรือ Others System (Flow Computer) ที่มาเชื่อมต่อกับ PLC โดยไม่ได้เชื่อมต่อกับภาคอินพุตและเอาต์พุต (I/O Cards) โดยตรงแต่ใช้ระบบเน็ตเวิร์ค (Network Switch) ในสื่อสารรับ-ส่งข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น Flow Computer เป็นต้น

1) I/O List Mapping

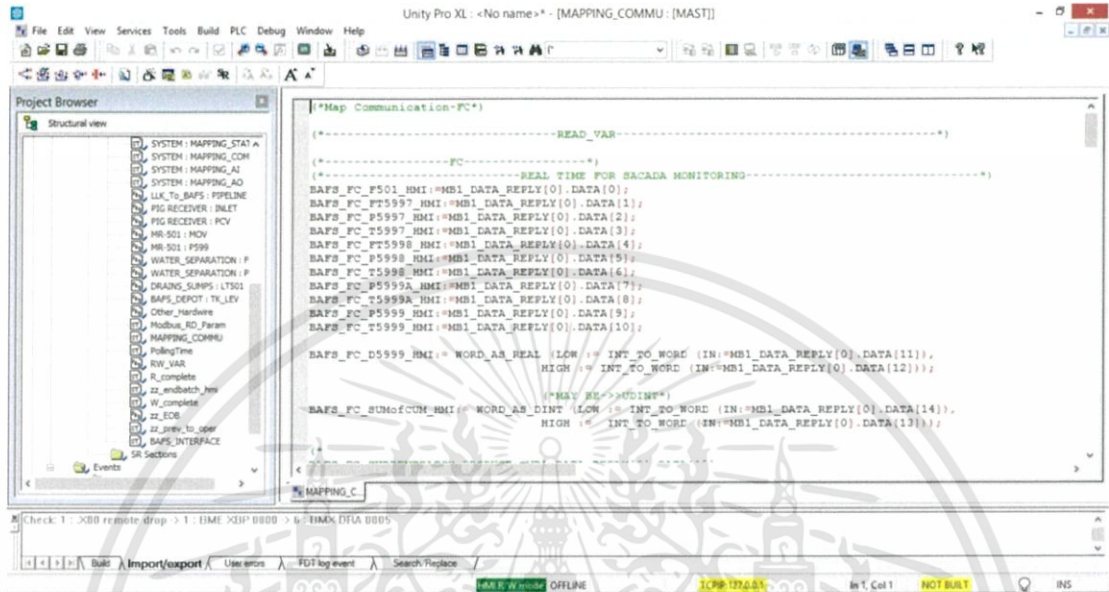
หลักการออกแบบและจัดทำ I/O List Mapping จะสร้างในพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section) โดยใช้ภาษา Structure Text (ST) ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 ตัวอย่าง Section Mapping

1.1) Mapping Read (รับข้อมูล)

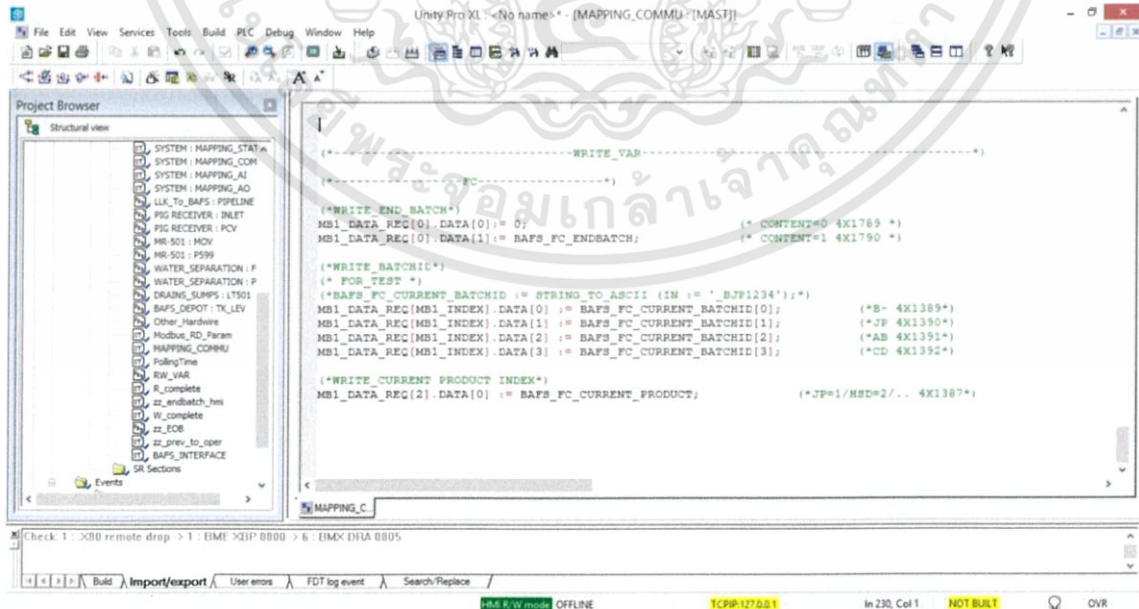
หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping Read มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่าจาก Others System (Flow Computer) มาที่ Tag names ในโปรแกรมควบคุม ดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 ตัวอย่างการ Mapping Read

1.2) Mapping Write (ส่งข้อมูล)

หลักการออกแบบและจัดทำ Mapping Write มีวิธีการคือใช้คำสั่ง Move นำค่าจาก Tag names ในโปรแกรมควบคุม ไปที่ Others System (Flow Computer) ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 ตัวอย่างการ Mapping Write

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ออกแบบและจัดทำโปรแกรมทางลอจิก

หลักการออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมทางลอจิกต้องอ้างอิงกับโปรแกรมควบคุมเก่า (ProWorx32) และเอกสารทางวิศวกรรมโดยแบ่งพื้นที่สำหรับเขียนโปรแกรม (Section) แคะหนึ่งพื้นที่แต่ให้มีการทำ Polling Time ดังรูปที่ 3.44 โดยใช้ภาษา Structure Text (ST) และ Function Block Diagram (FBD) จัดทำโปรแกรมควบคุม ดังรูปที่ 3.41 ถึง รูปที่ 3.43

```
(*-----READ_VAR-----*)

(*-----FC-----*)
REQ_MSG[0].StartOffset := 200; (*4x1340-1357 SCADA MONITORING*)
REQ_MSG[0].NumOfData := 18;

REQ_MSG[1].StartOffset := 0; (*4x1500-1588 CURRENT BATCH*)
REQ_MSG[1].NumOfData := 89;

REQ_MSG[2].StartOffset := 400; (*4x752-793 PREVIOUS BATCH*)
REQ_MSG[2].NumOfData := 32;

(*-----ESD-----*)
REQ_MSG[3].StartOffset := 2048; (*4X529-531 ESD1,2,3*)
REQ_MSG[3].NumOfData := 3;

REQ_MSG[4].StartOffset := 2106; (*4X533 ESD4*)
REQ_MSG[4].NumOfData := 1;

REQ_MSG[5].StartOffset := 4096; (*4X539-540 ESD5,6*)
REQ_MSG[5].NumOfData := 2;

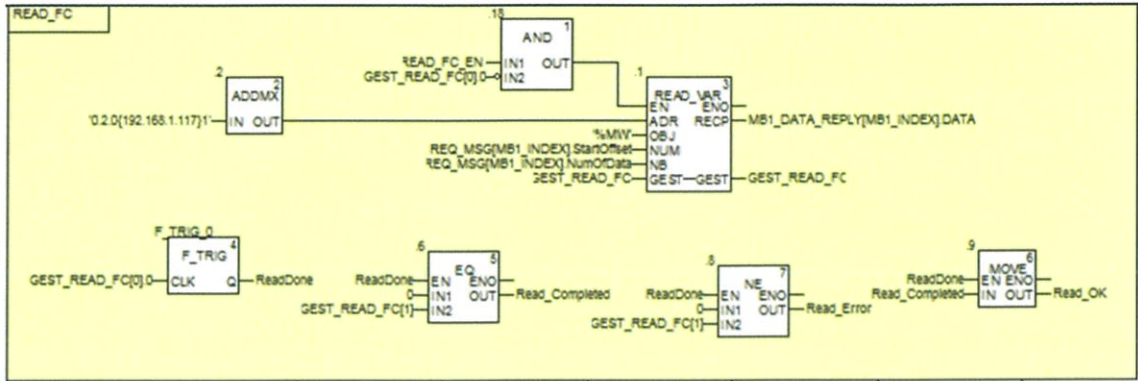
(*-----WRITE_VAR-----*)

(*-----FC-----*)
REQ_MSG[6].StartOffset := 5500; (*4X1789-1790 End Batch & Start Batch*)
REQ_MSG[6].NumOfData := 2;

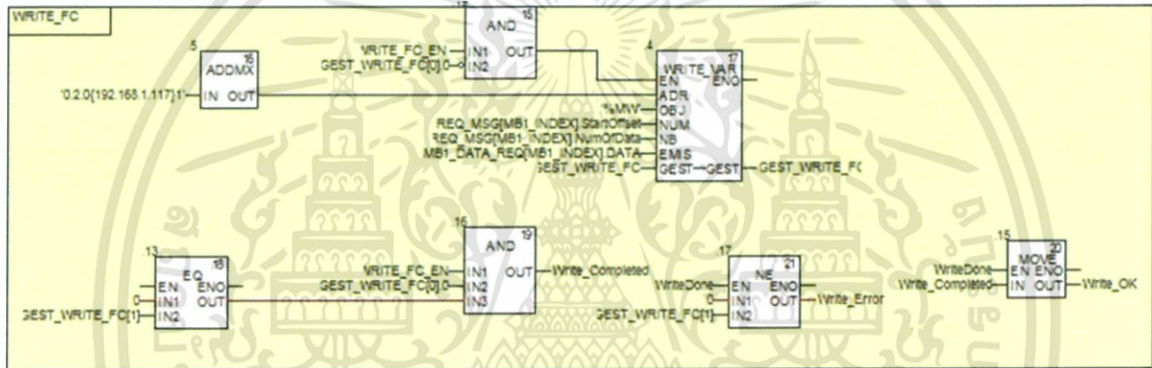
REQ_MSG[7].StartOffset := 4500; (*4x1389-1392 Write Batch_ID*)
REQ_MSG[7].NumOfData := 4;

REQ_MSG[8].StartOffset := 3539; (*4X1387 CURRENT PRODUCT INDEX*)
```

รูปที่ 3.41 ตัวอย่างการกำหนด Register ที่ใช้สื่อสารรับ-ส่งข้อมูลจาก Others System (Flow-Computer)



รูปที่ 3.42 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกรับข้อมูล (Read) จาก Others System (Flow Computer)



รูปที่ 3.43 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมทางลอจิกส่งข้อมูล (Write) ไปยัง Others System (Flow Computer)

```

(*POLLING*)
POLLING_TON( IN:=NOT MB1_INTV,PT:=T#500mS, Q => MB1_INTV);
IF MB1_INTV THEN
  MB1_INDEX:=MB1_INDEX+1;
END_IF;
IF MB1_INDEX >8 THEN
  MB1_INDEX:=0;
END_IF;

IF OR(MB1_INDEX =0,MB1_INDEX =1,MB1_INDEX =2)
THEN
  READ_FC_EN := 1 ;
ELSE
  READ_FC_EN := 0 ;
END_IF;
(*-----*)

IF OR(MB1_INDEX =3,MB1_INDEX =4,MB1_INDEX =5)
THEN
  READ_ESD_EN := 1 ;
ELSE
  READ_ESD_EN := 0 ;
END_IF;
(*-----*)

IF OR(MB1_INDEX =6,MB1_INDEX =7,MB1_INDEX =8)
THEN
  WRITE_FC_EN := 1 ;
ELSE
  WRITE_FC_EN := 0 ;
END_IF;
(*-----*)

```

รูปที่ 3.44 ตัวอย่าง Polling Time

จากรูปที่ 3.44 Polling Time เพื่อสร้างจังหวะสื่อสาร ในการรับ-ส่งข้อมูล หากรับข้อมูลจะไม่ส่งข้อมูลหรือหากส่งข้อมูลจะไม่รับข้อมูลทั้งนี้เพื่อให้ข้อมูลไม่เกิดความผิดพลาดระหว่างการสื่อสาร

3) กำหนด Address สำหรับใช้สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลกับระบบ SCADA

หลักการออกแบบและจัดทำ Address สำหรับใช้สื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลกับระบบ SCADA มีการจัดทำ Address ใหม่ทั้งหมดโดยไม่อ้างอิงกับโปรแกรมควบคุมเก่าและห้ามทับซ้อนกับ Address ในระบบอื่นๆ โดยการสื่อสาร รับ-ส่งข้อมูลจะใช้โปรโตคอล Modbus TCP/IP ในการสื่อสารโดยกำหนด Modbus Function Code เป็น %MW (Memory Word) 16 bits และ Register 4 digit ต่อท้ายสามารถกำหนด Address ของ Tag names ในโปรแกรมควบคุมที่จะส่งให้ระบบ SCADA ได้ที่ Variables & FB Instances (Elementary Variables) โดยตรง ดังรูปที่ 3.45

Name	Type	Value	Address
BAFS_FC_ENDBATCH	INT		%MW1790
BAFS_FC_ProverStat_HMI	INT		%MW1588
BAFS_FC_CalcMeter_HMI	DINT		%MW1586
BAFS_FC_PrevMeter_HMI	DINT		%MW1584
BAFS_FC_AVG_DEN2_15C_HMI	REAL		%MW1582
BAFS_FC_AVG_DEN2_HMI	REAL		%MW1580
BAFS_FC_AVG2_PRESSURE_HMI	REAL		%MW1578
BAFS_FC_AVG2_TEMP_HMI	REAL		%MW1576
BAFS_FC_AVG_DEN1_15C_HMI	REAL		%MW1574
BAFS_FC_AVG_DEN1_HMI	REAL		%MW1572
BAFS_FC_AVG1_PRESSURE_HMI	REAL		%MW1570
BAFS_FC_AVG1_TEMP_HMI	REAL		%MW1568
BAFS_FC_Net2_Cum_HMI	DINT		%MW1566
BAFS_FC_Batch2_Net30c_HMI	DINT		%MW1564
BAFS_FC_Batch2_NetTotal_HMI	DINT		%MW1562
BAFS_FC_Batch2_GrossTot_HMI	DINT		%MW1560
BAFS_FC_Net1_Cum_HMI	DINT		%MW1558
BAFS_FC_Batch1_Net30c_HMI	DINT		%MW1556
BAFS_FC_Batch1_NetTotal_HMI	DINT		%MW1554
BAFS_FC_Batch1_GrossTot_HMI	DINT		%MW1552
BAFS_FC_Run2EndTime_HMI	ARRAY[0.....		%MW1548
BAFS_FC_Run2EndDate_HMI	ARRAY[0.....		%MW1544
BAFS_FC_Run2StartTime_HMI	ARRAY[0.....		%MW1540
BAFS_FC_Run2StartDate_HMI	ARRAY[0.....		%MW1536

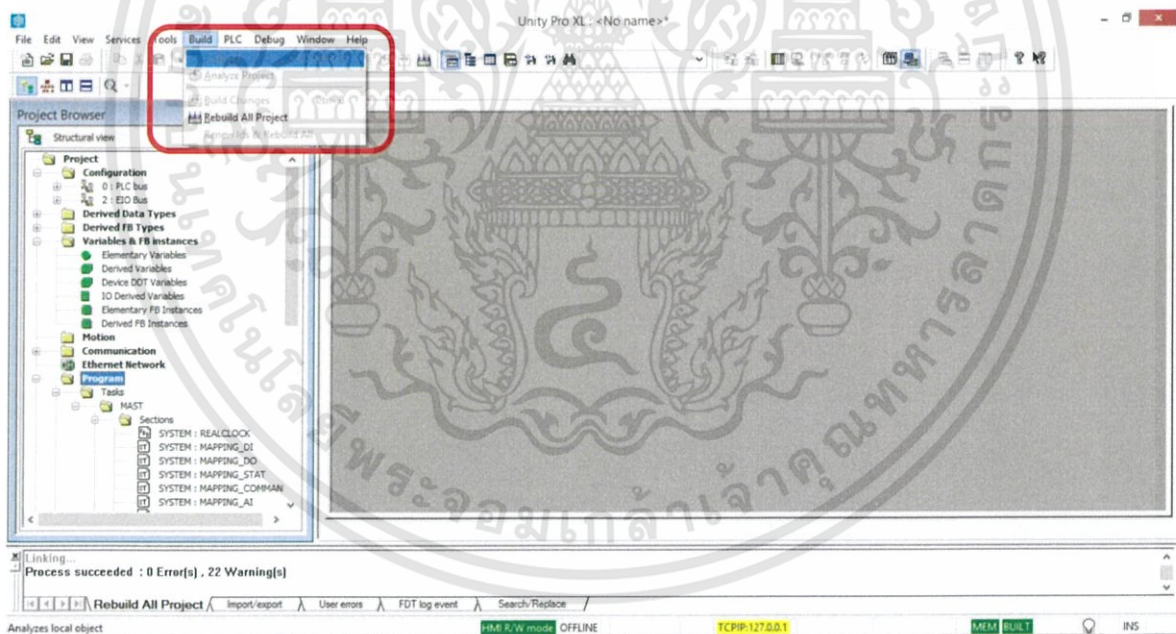
รูปที่ 3.45 ตัวอย่างการกำหนด Address Tag names ของระบบ Flow Computer ในโปรแกรมควบคุมที่จะส่งให้ระบบ SCADA

3.5 ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC

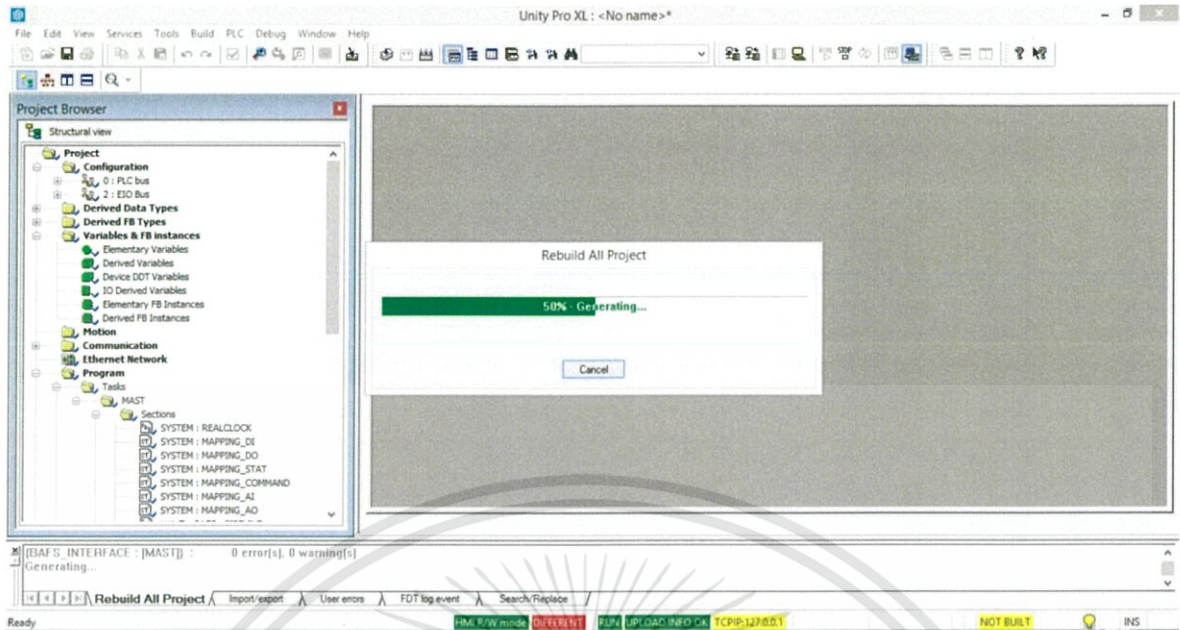
ก่อนจะมีการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC เพื่อให้พร้อมสำหรับการทดสอบโปรแกรมควบคุมกับระบบ SCADA และติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ (Installation) ที่สถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง อันดับแรกเมื่อออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมเสร็จสมบูรณ์ทำการเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์กับคอมพิวเตอร์ส่วนตัว (PC) โดยสายแลน (RJ45) โดยขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC มีดังนี้

3.5.1 Analyze และ Build Changes โปรแกรมควบคุม

ทำการ Analyze และ Build Changes เพื่อตรวจสอบโปรแกรมควบคุมที่ออกแบบและจัดทำว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ โดยคลิกเมนู Build > คลิก Analyze หรือใช้คีย์ลัด (Ctrl+Shift+B) > คลิก Build Changes หรือใช้คีย์ลัด (Ctrl+B) ดังรูปที่ 3.46 และ รูปที่ 3.47 ตามลำดับ



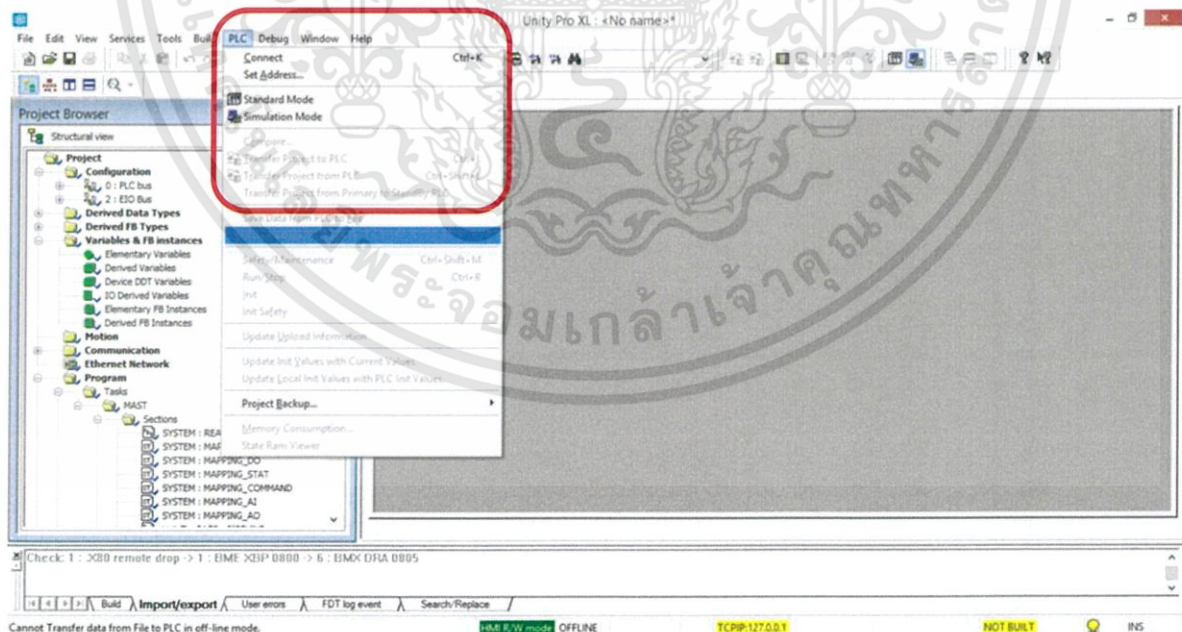
รูปที่ 3.46 ตัวอย่างการทำ Analyze และ Build Changes



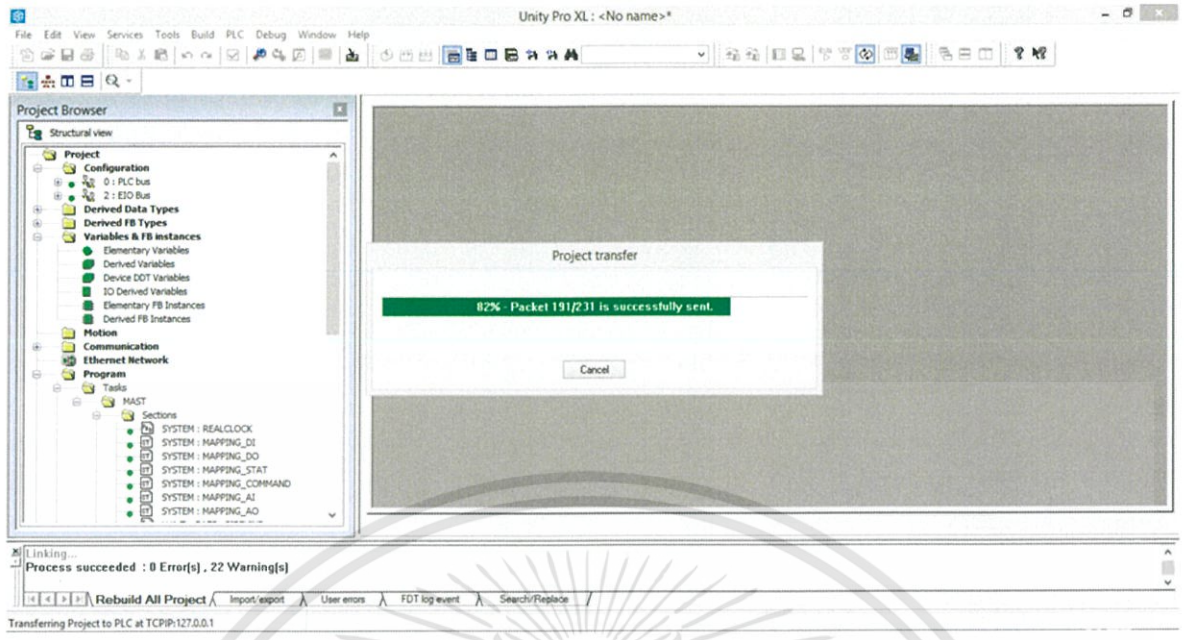
รูปที่ 3.47 ตัวอย่างการทำ Analyze และ Build Changes (ต่อ)

3.5.2 ดาวนโหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC

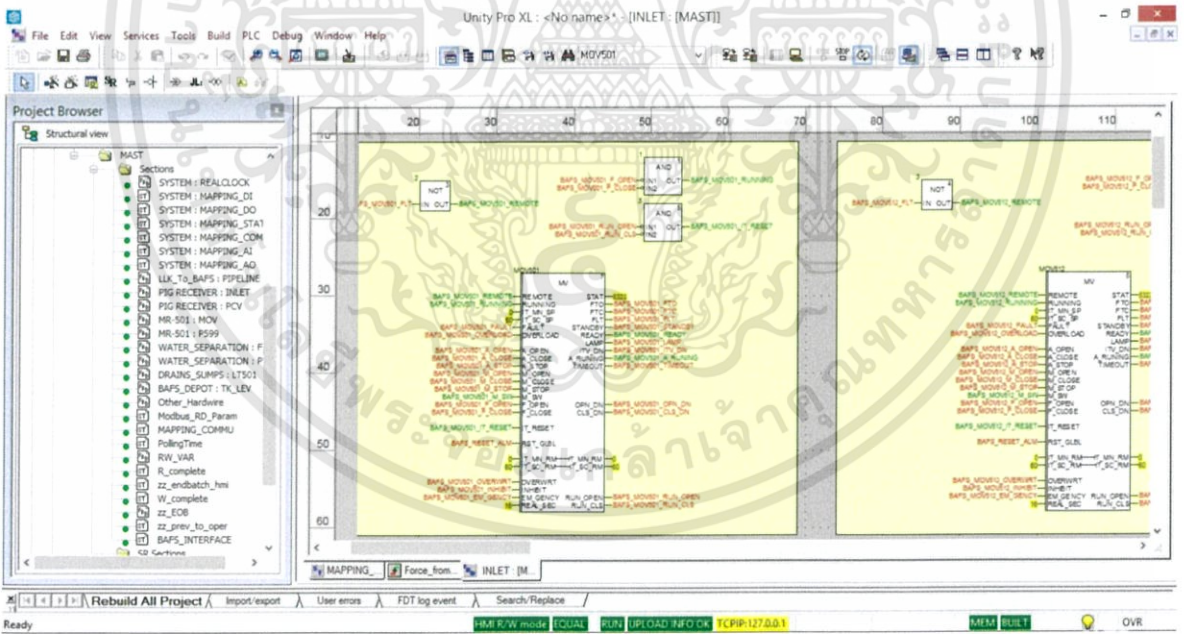
คลิกเมนู PLC > ทำการเลือกโหมดควบคุม (Standard หรือ Simulation) > คลิก Connect > Transfer Project to PLC ดังรูปที่ 3.48 และ รูปที่ 3.49 ตามลำดับ



รูปที่ 3.48 ตัวอย่างการดาวนโหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC



รูปที่ 3.49 ตัวอย่างการดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลงฮาร์ดแวร์ PLC (ต่อ)



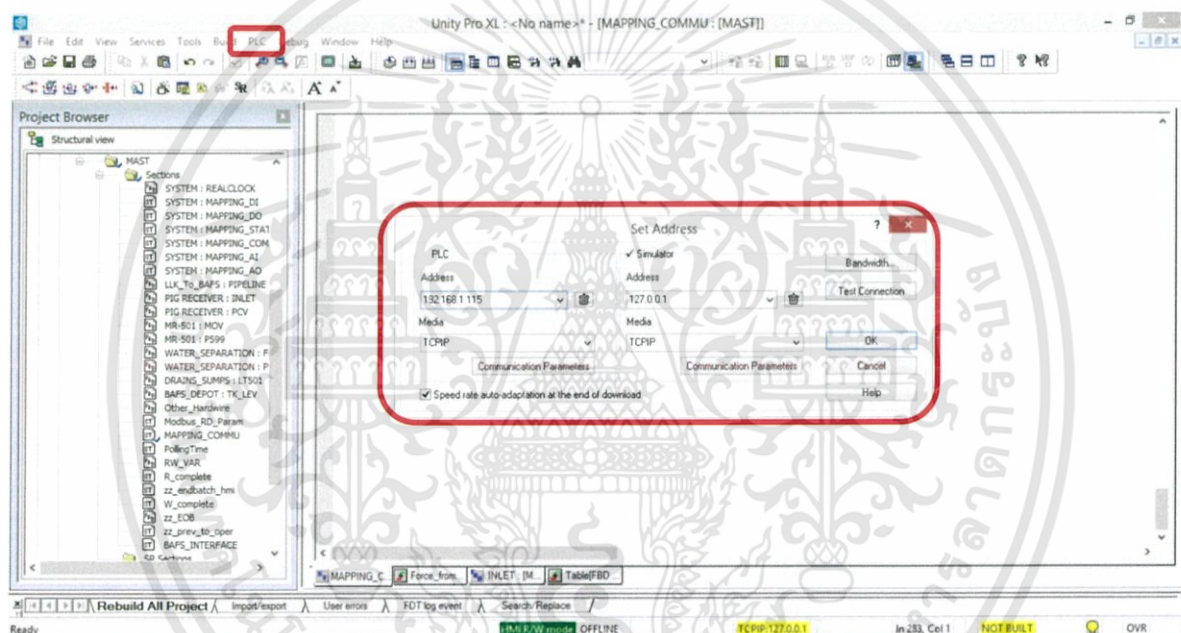
รูปที่ 3.50 ตัวอย่างหลังดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมและเชื่อมต่อเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

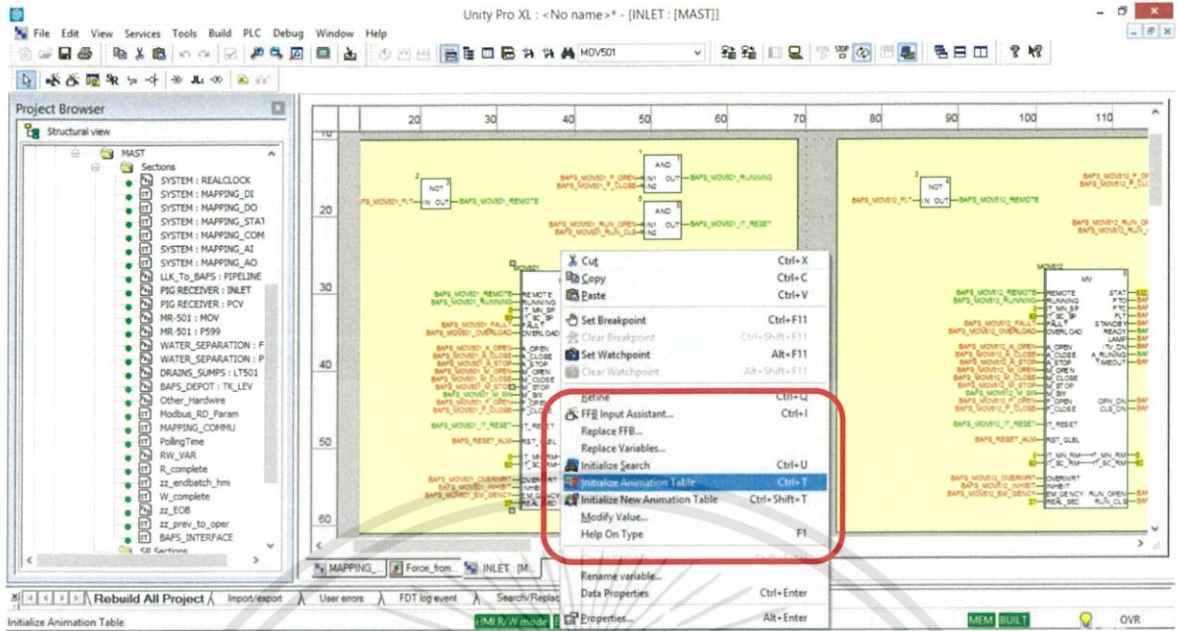
3.6 ทดสอบโปรแกรมควบคุมกับระบบ SCADA

ก่อนทดสอบโปรแกรมควบคุมกับระบบ SCADA ว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์และสอดคล้องต่อความต้องการของคู่ค้าหรือไม่ ต้องมีการเชื่อมต่อ PLC กับระบบ SCADA เข้าด้วยกันโดย กำหนด IP Address ให้ระบบ SCADA มาอ่านข้อมูลที่ PLC ทำได้โดยคลิกเมนู PLC > Set Address ดังรูปที่ 3.51

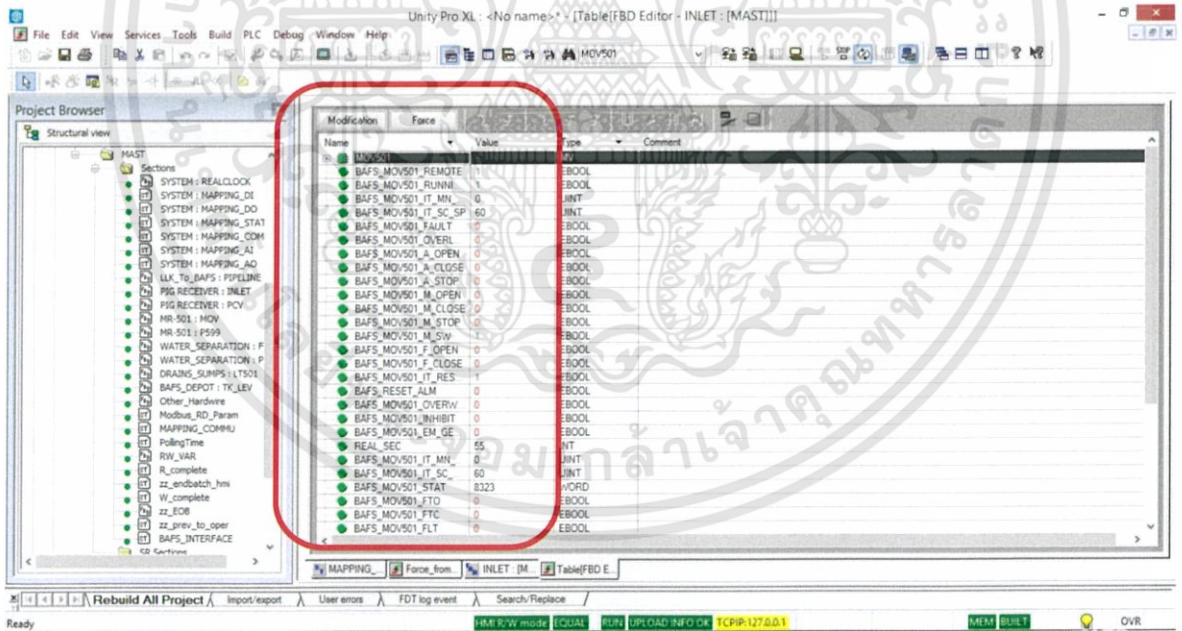
หลังจากเชื่อมต่อกับระบบ SCADA ต่อไปทำการทดสอบโปรแกรมควบคุมทำได้โดยคลิกขวา DFB types (MV) > คลิก Initialize Animation Table หรือใช้คีย์ลัด (Ctrl+T) ยกตัวอย่างเช่น MOV501 (Motor Operated Valves501) ดังรูปที่ 3.52 และ รูปที่ 3.53 ตามลำดับ



รูปที่ 3.51 ตัวอย่างการ Set Address PLC



รูปที่ 3.52 ตัวอย่างการทำ Initialize Animation Table



รูปที่ 3.53 ตัวอย่างการ Force ค่าใน Initialize Animation Table

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4



ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง

4.1 บทนำ

ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองแบ่งออกเป็น 2 ระยะทางวิศวกรรมหลักๆ คือ FAT (Factory Acceptance Test) และ SAT (Site Acceptance Test) โดยมีการทดสอบร่วมกับบริษัท ขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด

4.2 FAT (Factory Acceptance Test)

FAT (Factory Acceptance Test) หมายถึงระยะทดสอบก่อนดำเนินการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC (Installation) ที่สถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง โดยบริษัท ขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด จะดำเนินการทดสอบตามขั้นตอนในเอกสาร Factory Acceptance Test Report ที่ได้จัดทำ ดังรูปที่ 4.1 และเนื้อหาในเอกสารจะเป็นการทดสอบฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดของโปรแกรมควบคุมทางลอจิก (Functionality Area Test) ควบคู่กับระบบ SCADA ดังรูปที่ 4.2 ถึง รูปที่ 4.9 ตามลำดับ

CLIENT  THAI PETROLEUM PIPELINE TRANSPORTATION CO., LTD.					
BY  INFINITE CONTROL CO., LTD.					
PROJECT TITLE: REPLACE PLC MODICON 984 AT BAFS	PROJECT NO. 2018-1102				
DOCUMENT TITLE: Factory Acceptance Test Report					
CUSTOMER'S COMMENT					
REMARK: _____					
RESULT: <input type="checkbox"/> ACCEPTABLE <input type="checkbox"/> UNACCEPTABLE <input type="checkbox"/> OTHER _____					
Doc. No. : P2018-1102-FAT-001					
Rev.	Date	Description	Checked	pro	Client Approved
0	31-Oct-18	Issue for Review	PL	PL	
<small>INFINITE CONTROL CO., LTD. 100/8 Moo. 4 Bangnaeong, Bangnaeong Bangkok 10540, Tel. : +662-397-9200, Fax. : +662-397-8239, www.infinitecontrol.co.th</small>					

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างเอกสาร Factory Acceptance Test Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																
REPORT NO.	P2018-1102-FAT-001					DATE	October 31, 2018									
FIELD INSPECTOR ITEM	PLC I/O Check					PROJECT	Replace PLC modicon 984 at BAFS									
						JOB NO.	2018-1102									
						PLANT	DOMJIANG									
						Signature										
ICC'S INSPECTOR	Panot Leachonrak					ICC	T/L									
ITA'S INSPECTOR						31	/ 10 / 61		31 / 10 / 61							
EQUIPMENT	Digital Input															
ITEM No.	PLC RACK/SLOT/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA				STATUS MESSAGE	RESULT				REMARK
							MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		ON	OFF	Accept	Unaccept	
PLC : BAFS																
1	2/0/0	ZICTRM1 RUN 1 HV closed	BAFS_HVTRM1_ZIC	002_000000.CH_0001.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
2	2/0/1	ZICTRM1 RUN 2 HV closed	BAFS_HVTRM1_ZIO	002_000000.CH_0002.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
3	2/0/2	ZICTRM2 RUN 1 HV closed	BAFS_HVTRM2_ZIC	002_000000.CH_0003.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
4	2/0/3	ZICTRM2 RUN 2 HV closed	BAFS_HVTRM2_ZIO	002_000000.CH_0004.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
5	2/0/4	ZICTRM3 RUN 1 HV closed	BAFS_HVTRM3_ZIC	002_000000.CH_0005.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
6	2/0/5	ZICTRM3 RUN 2 HV closed	BAFS_HVTRM3_ZIO	002_000000.CH_0006.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
7	2/0/6	ZICTRM4 RUN 1 HV closed	BAFS_HVTRM4_ZIC	002_000000.CH_0007.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
8	2/0/7	ZICTRM4 RUN 2 HV closed	BAFS_HVTRM4_ZIO	002_000000.CH_0008.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
9	2/0/8	ZICTRM5 RUN 1 HV closed	BAFS_HVTRM5_ZIC	002_000000.CH_0009.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
10	2/0/9	ZICTRM5 RUN 2 HV closed	BAFS_HVTRM5_ZIO	002_000000.CH_0010.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
11	2/0/10	POS00001A RUN 1 FL1 PRESS ok	BAFS_POS00001A_POSM1	002_000000.CH_0011.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
12	2/0/11	POS00001B RUN 1 MOV OFF HI	BAFS_POS00001B_POSM1	002_000000.CH_0012.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
13	2/0/12	POS00001A RUN 2 FL1 PRESS ok	BAFS_POS00001A_POSM2	002_000000.CH_0013.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
14	2/0/13	POS00001B RUN 2 MOV OFF HI	BAFS_POS00001B_POSM2	002_000000.CH_0014.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
15	2/0/14	POS00001A RUN 3P MOV OFF HI	BAFS_POS00001A_POSM3	002_000000.CH_0015.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
16	2/0/15	POS00001B RUN 3P MOV OFF HI	BAFS_POS00001B_POSM3	002_000000.CH_0016.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
17	2/1/0	VALVE01 LOOP FLOW LOW	BAFS_VALVE01_FAL	002_000000.CH_0017.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
18	2/1/1	Launch Ball from Gun	BAFS_LaunchBall	002_000000.CH_0018.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
19	2/1/2	Feed-up Pump A Running	BAFS_PPUMP_A	002_000000.CH_0019.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
20	2/1/3	Feed-up Pump B Running	BAFS_PPUMP_B	002_000000.CH_0020.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
21	2/1/4	Compressor (Phase) Fault	BAFS_PCV010_A3_FAULT	002_000000.CH_0021.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
22	2/1/5	Rotamer 1 Load (Phase)	BAFS_PCV010_A3_ROTAM1	002_000000.CH_0022.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
23	2/1/6	PNV	002_000000.CH_0023.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
24	2/1/7	PNV	002_000000.CH_0024.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
25	2/1/8	PNV	002_000000.CH_0025.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
26	2/1/9	PNV	002_000000.CH_0026.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
27	2/1/10	PNV	002_000000.CH_0027.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
28	2/1/11	PNV	002_000000.CH_0028.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
29	2/1/12	PNV	002_000000.CH_0029.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
30	2/1/13	PNV	002_000000.CH_0030.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
31	2/1/14	PNV	002_000000.CH_0031.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
32	2/1/15	PNV	002_000000.CH_0032.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 14 of 22

รูปที่ 4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอกจิกของสัญญาณ Digital Input



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																
REPORT NO.	P2018-1102-FAT-001					DATE	October 31, 2018									
FIELD INSPECTOR ITEM	PLC I/O Check					PROJECT	Replace PLC modicon 984 at BAFS									
						JOB NO.	2018-1102									
						PLANT	DOMJIANG									
						Signature										
ICC'S INSPECTOR	Panot Leachonrak					ICC	T/L									
ITA'S INSPECTOR						31	/ 10 / 61		31 / 10 / 61							
EQUIPMENT	Digital Input															
ITEM No.	PLC RACK/SLOT/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA				STATUS MESSAGE	RESULT				REMARK
							MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		ON	OFF	Accept	Unaccept	
33	2/2/0	PNV	002_000000.CH_0033.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
34	2/2/1	PNV	002_000000.CH_0034.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
35	2/2/2	UPS COPM ALM	BAFS_UPS_COP	002_000000.CH_0035.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
36	2/2/3	UPS BATTERY OPER	BAFS_UPS_BOP	002_000000.CH_0036.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
37	2/2/4	UPS BATTERY OPER	BAFS_UPS_OPR	002_000000.CH_0037.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
38	2/2/5	F PANEL COMB BEHAVE	BAFS_FBE_COMB	002_000000.CH_0038.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
39	2/2/6	F PANEL FIRE ALM	BAFS_FBE_ALARM	002_000000.CH_0039.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
40	2/2/7	F PANEL FIRE PANEL FAULT	BAFS_FBE_FIRE	002_000000.CH_0040.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
41	2/2/8	PROFIBUS AL	BAFS_PROFIBUS_ALM1	002_000000.CH_0041.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
42	2/2/9	PROFIBUS AL	BAFS_PROFIBUS_ALM2	002_000000.CH_0042.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
43	2/2/10	PCV010 FAULT	BAFS_PCV010_FAULT	002_000000.CH_0043.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
44	2/2/11	PNV	002_000000.CH_0044.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
45	2/2/12	PCV010 OK	BAFS_PCV010_OK	002_000000.CH_0045.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
46	2/2/13	PCV010 OK	BAFS_PCV010_OK	002_000000.CH_0046.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
47	2/2/14	PCV010 OK	BAFS_PCV010_OK	002_000000.CH_0047.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
48	2/2/15	NON LIMIT SW. CLOSE FOR TDR	BAFS_PCV010_TDR1	002_000000.CH_0048.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
49	2/2/16	NON LIMIT SW. CLOSE FOR TDR	BAFS_PCV010_TDR2	002_000000.CH_0049.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
50	2/2/17	NON LIMIT SW. CLOSE FOR TDR	BAFS_PCV010_TDR3	002_000000.CH_0050.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
51	2/2/18	NON LIMIT SW. CLOSE FOR TDR	BAFS_PCV010_TDR4	002_000000.CH_0051.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
52	2/2/19	NON LIMIT SW. CLOSE FOR TDR	BAFS_PCV010_TDR5	002_000000.CH_0052.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
53	2/2/20	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR0	002_000000.CH_0053.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
54	2/2/21	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR1	002_000000.CH_0054.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
55	2/2/22	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR2	002_000000.CH_0055.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
56	2/2/23	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR3	002_000000.CH_0056.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
57	2/2/24	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR4	002_000000.CH_0057.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
58	2/2/25	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR5	002_000000.CH_0058.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
59	2/2/26	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR6	002_000000.CH_0059.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
60	2/2/27	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR7	002_000000.CH_0060.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
61	2/2/28	TAMGDS0 READY	BAFS_TDR0_TDR8	002_000000.CH_0061.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
62	2/2/29	PNV	002_000000.CH_0062.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
63	2/2/30	PNV	002_000000.CH_0063.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				
64	2/2/31	PNV	002_000000.CH_0064.WALL	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓				

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 15 of 22

รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอกจิกของสัญญาณ Digital Input (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																
REPORT NO. :	P2018-1102-FAT-001				DATE :	October 31, 2018										
FIELD INSPECTION ITEM :	PLC I/O Check				PROJECT :	Replace PLC modicon 984 at BAFS										
				ICM NO. :	2018-1102											
				PLANT :	DONPRANG											
				Signature												
				ICC :	S / K / S		T / L									
				ITA : S INSPECTOR :	S / K / S		T / L									
EQUIPMENT :	Digital Input															
ITEM No.	PLC RACK/SLOT/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA		ENGL. DATA		STATUS MESSAGE	RESULT				REMARK
							MIN.	MAX.	MIN.	MAX.		ON	OFF	Accept	Unaccept	
65	2/4/0	VI01 CLOSED	BAFS_PMOV01_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
66	2/4/1	VI01 OPENED	BAFS_PMOV01_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
67	2/4/2	VI01 A FAIL	BAFS_PMOV01_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
68	2/4/3	VI01 B FAIL	BAFS_PMOV01_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
69	2/4/4	VI02 CLOSED	BAFS_PMOV02_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
70	2/4/5	VI02 OPENED	BAFS_PMOV02_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
71	2/4/6	VI02 A FAIL	BAFS_PMOV02_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
72	2/4/7	VI02 B FAIL	BAFS_PMOV02_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
73	2/4/8	VI03 CLOSED	BAFS_PMOV03_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
74	2/4/9	VI03 OPENED	BAFS_PMOV03_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
75	2/4/10	VI03 A FAIL	BAFS_PMOV03_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
76	2/4/11	VI03 B FAIL	BAFS_PMOV03_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
77	2/4/12	VI03 C FAIL	BAFS_PMOV03_ZCC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
78	2/4/13	VI04 CLOSED	BAFS_PMOV04_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
79	2/4/14	VI04 OPENED	BAFS_PMOV04_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
80	2/4/15	VI04 A FAIL	BAFS_PMOV04_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
81	2/4/16	VI04 B FAIL	BAFS_PMOV04_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
82	2/4/17	VI04 C FAIL	BAFS_PMOV04_ZCC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
83	2/4/18	VI04 D FAIL	BAFS_PMOV04_ZDC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
84	2/4/19	VI05 CLOSED	BAFS_PMOV05_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
85	2/4/20	VI05 OPENED	BAFS_PMOV05_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
86	2/4/21	VI05 A FAIL	BAFS_PMOV05_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
87	2/4/22	VI05 B FAIL	BAFS_PMOV05_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
88	2/4/23	VI05 C FAIL	BAFS_PMOV05_ZCC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
89	2/4/24	VI05 D FAIL	BAFS_PMOV05_ZDC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
90	2/4/25	VI06 CLOSED	BAFS_PMOV06_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
91	2/4/26	VI06 OPENED	BAFS_PMOV06_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
92	2/4/27	VI06 A FAIL	BAFS_PMOV06_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
93	2/4/28	VI06 B FAIL	BAFS_PMOV06_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
94	2/4/29	VI06 C FAIL	BAFS_PMOV06_ZCC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
95	2/4/30	VI06 D FAIL	BAFS_PMOV06_ZDC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
96	2/4/31	VI07 CLOSED	BAFS_PMOV07_ZIC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
97	2/4/32	VI07 OPENED	BAFS_PMOV07_ZSD	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
98	2/4/33	VI07 A FAIL	BAFS_PMOV07_ZA	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
99	2/4/34	VI07 B FAIL	BAFS_PMOV07_ZBC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			
100	2/4/35	VI07 C FAIL	BAFS_PMOV07_ZCC	312_EPL025_CH_0M13_VH01	DI	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓			

Comments : _____

Result : Acceptable Unacceptable Other

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 16 of 23

รูปที่ 4.4 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอคจิกของสัญญาณ Digital Input (ต่อ)



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																			
REPORT NO.	P2018-1102-FAT-001				DATE	October 31, 2018													
FIELD INSPECTION ITEM	PLC I/O Check				PROJECT	Replace PLC modicon 984 at BAFS													
				JOB NO.	2018-1102														
				PLANT	DORPLANG														
				Signature															
ICC'S INSPECTOR	Panet Lecharonvong				ICC	T/L													
TAL'S INSPECTOR					T/L	T/L													
EQUIPMENT				Digital Output															
ITEM No.	PLC BACK/REF/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA				ENG. DATA		STATUS MESSAGE		RESULT				REMARK
							MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	ON	OFF	Accept	Unaccept	Accept	Unaccept			
PLC: BAFS																			
1	1/4/1/0	HS 1099A STOP LOOP PUMP A	BAFS_P199A_PHS	31_30K.005_CK_OUT151.0A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
2	1/4/1/1	HS 1099B STOP LOOP PUMP A	BAFS_P199A_PHS	31_30K.005_CK_OUT151.1A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
3	1/4/1/2	HS 1099C STOP LOOP PUMP B	BAFS_P199B_PHS	31_30K.005_CK_OUT151.2A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
4	1/4/1/3	HS 1099D STOP LOOP PUMP B	BAFS_P199B_PHS	31_30K.005_CK_OUT151.3A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
5	1/4/1/4	SHR2		31_30K.005_CK_OUT151.4A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
6	1/4/1/5	SHR3		31_30K.005_CK_OUT151.5A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
7	1/4/1/6	PHONE PRESSURE	BAFS_K1099C	31_30K.005_CK_OUT151.6A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
8	1/4/1/7	BAFS_RUN	BAFS_RUN	31_30K.005_CK_OUT151.7A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
9	1/4/1/8	BAFS_START	BAFS_START	31_30K.005_CK_OUT151.8A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
10	1/4/1/9	BAFS_STOP	BAFS_STOP	31_30K.005_CK_OUT151.9A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
11	1/4/1/10	BAFS_ALARM	BAFS_ALARM	31_30K.005_CK_OUT151.10A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
12	1/4/1/11	BAFS_STOP	BAFS_STOP	31_30K.005_CK_OUT151.11A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
13	1/4/1/12	CLOSE V501 Pig Trap	BAFS_MCV001_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.12A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
14	1/4/1/13	OPEN V501 Pig Trap	BAFS_MCV001_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.13A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
15	1/4/1/14	CLOSE V511 B&B	BAFS_MCV111_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.14A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
16	1/4/1/15	OPEN V511 B&B	BAFS_MCV111_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.15A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
17	1/4/1/16	CLOSE V511	BAFS_MCV111_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.16A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
18	1/4/1/17	OPEN V511	BAFS_MCV111_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.17A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
19	1/4/1/18	CLOSE V514	BAFS_MCV114_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.18A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
20	1/4/1/19	OPEN V514	BAFS_MCV114_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.19A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
21	1/4/1/20	CLOSE V513	BAFS_MCV113_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.20A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
22	1/4/1/21	OPEN V513	BAFS_MCV113_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.21A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
23	1/4/1/22	CLOSE V516	BAFS_MCV116_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.22A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
24	1/4/1/23	OPEN V516	BAFS_MCV116_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.23A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
25	1/4/1/24	CLOSE V509	BAFS_MCV009_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.24A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
26	1/4/1/25	OPEN V509	BAFS_MCV009_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.25A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
27	1/4/1/26	CLOSE V508	BAFS_MCV008_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.26A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
28	1/4/1/27	OPEN V508	BAFS_MCV008_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.27A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
29	1/4/1/28	CLOSE V507	BAFS_MCV007_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.28A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
30	1/4/1/29	OPEN V507	BAFS_MCV007_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.29A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
31	1/4/1/30	Select 100 - Down Stream Control	BAFS_MCV100_SEL_100PB	31_30K.005_CK_OUT151.30A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
32	1/4/1/31	Value Pressure Select Down Pressure 1 No	BAFS_MCV100_SEL_P1	31_30K.005_CK_OUT151.31A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
33	1/4/1/32	CLOSE V504	BAFS_MCV104_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.32A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
34	1/4/1/33	OPEN V504	BAFS_MCV104_HSD	31_30K.005_CK_OUT151.33A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 17 of 23

รูปที่ 4.5 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอกจิกของสัญญาณ Digital Output



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																			
REPORT NO.	P2018-1102-FAT-001				DATE	October 31, 2018													
FIELD INSPECTION ITEM	PLC I/O Check				PROJECT	Replace PLC modicon 984 at BAFS													
				JOB NO.	2018-1102														
				PLANT	DORPLANG														
				Signature															
ICC'S INSPECTOR	Panet Lecharonvong				ICC	T/L													
TAL'S INSPECTOR					T/L	T/L													
EQUIPMENT				Digital Output															
ITEM No.	PLC BACK/REF/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA				ENG. DATA		STATUS MESSAGE		RESULT				REMARK
							MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	ON	OFF	Accept	Unaccept	Accept	Unaccept			
33	2/4/1/0	SHR2 RELAY OUTPUT	BAFS_K1099C	31_30K.005_CK_OUT151.0A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
34	2/4/1/1	SHR3 RELAY OUTPUT	BAFS_K1099C	31_30K.005_CK_OUT151.1A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
35	2/4/1/2	SHR2 RELAY OUTPUT	BAFS_K1099B	31_30K.005_CK_OUT151.2A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
36	2/4/1/3	SHR3 RELAY OUTPUT	BAFS_K1099B	31_30K.005_CK_OUT151.3A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
37	2/4/1/4	SHR2 RELAY OUTPUT	BAFS_K1099A	31_30K.005_CK_OUT151.4A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
38	2/4/1/5	SHR3 RELAY OUTPUT	BAFS_K1099A	31_30K.005_CK_OUT151.5A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
39	2/4/1/6	RUN H204 PUMP	BAFS_K1099A	31_30K.005_CK_OUT151.6A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						
40	2/4/1/7	LAUNCH BALL	BAFS_K1099B	31_30K.005_CK_OUT151.7A	DO	-	0	1	0	1	ON	OFF	✓						

Comments : _____

Result : Acceptable | Unacceptable | Other

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 18 of 23

รูปที่ 4.6 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอกจิกของสัญญาณ Digital Output (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																
REPORT NO. : P2018-1102-FAT-001										DATE : October 31, 2018						
FIELD INSPECTION ITEM : PLC I/O Check										PROJECT : Replace PLC modicon 984 at BAFS						
										JOB NO. : 2018-1102						
										PLANT : DORPJANG						
ICC'S INSPECTOR : Panat Leechanpenak										Signature						
TAL'S INSPECTOR :		ICC : 5 / 10 / 1								T / L : 5 / 10 / 1						
EQUIPMENT : Analog Input																
ITEM No.	PLC BACK/FLT/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA			ENCL. DATA		STATUS MESSAGE		RESULT		REMARK
							MIN.	MAX.	RES.	MAX.	ON	OFF	Accept	Unaccept	Accept	
PLC I/O																
1	1/1/0	Vibe Position FB	BAFS_PCVIS_01	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
2	1/1/1	Level Indicator	BAFS_TRE1_L1	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
3	1/1/2	FEED rate	BAFS_PCVIS_FEED	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
4	1/1/3	FEEDT outlet	BAFS_PCVIS_FEED	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
5	1/1/4	Control Signal Check (CEM)	BAFS_PCVIS_CEM	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
6	1/1/5		BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
7	1/1/6		BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
8	1/1/7	Shaker Off Pressure	BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
9	1/1/8	Shaker Off Pressure	BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
10	1/1/1	Shaker Off Pressure	BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
11	1/1/2	Shaker Off Pressure	BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
12	1/1/3	Pressure Indicator	BAFS_PCVIS_010	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
13	1/1/4	Temperature Indicator	BAFS_TRE1_L1	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
14	1/1/5	Level Indicator	BAFS_TRE1_L1	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
15	1/1/6	Level Indicator	BAFS_TRE1_L1	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			
16	1/1/7	Level Indicator	BAFS_TRE1_L1	3_A01.ANA.CH_001.ANA.VF	AI		4	20	0	10000			✓			

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 19 of 23

รูปที่ 4.7 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอกจิกของสัญญาณ Analog Input



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																
REPORT NO. : P2018-1102-FAT-001										DATE : October 31, 2018						
FIELD INSPECTION ITEM : PLC I/O Check										PROJECT : Replace PLC modicon 984 at BAFS						
										JOB NO. : 2018-1102						
										PLANT : DORPJANG						
ICC'S INSPECTOR : Panat Leechanpenak										Signature						
TAL'S INSPECTOR :		ICC : 5 / 10 / 1								T / L : 5 / 10 / 1						
EQUIPMENT : Analog Input																
ITEM No.	PLC BACK/FLT/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC IO ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA			ENCL. DATA		STATUS MESSAGE		RESULT		REMARK
							MIN.	MAX.	RES.	MAX.	ON	OFF	Accept	Unaccept	Accept	
11																
12																
13																
14																
15																
16																

Comments :

Result : Acceptable Unacceptable Other

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

Page 20 of 23

รูปที่ 4.8 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอกจิกของสัญญาณ Analog Input (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Replace PLC modicon 984 at BAFS



Factory Acceptance Test																		
REPORT NO.	P2018-1102-FAT-001							DATE	October 31, 2018									
FIELD INSPECTION ITEM	PLC I/O Check							PROJECT	Replace PLC modicon 984 at BAFS									
								JOB NO.	2018-1102									
								PLANT	CONHLANG									
								Signature										
ICC'S INSPECTOR								Ponot Leechanont		ICC		51/10/16		31/10/16		/ /		
TA'S INSPECTOR																		
EQUIPMENT								Analog Output										
ITEM No.	PLC RACK/SLOT/POINT	DESCRIPTION	TAG NAME	PLC ID ADDR.	TYPE	SCALING	RAW DATA			ENGL DATA		STATUS MESSAGE		RESULT				REMARK
							MIN.	MAX.	RESL.	MAXL.	CON.	OFF.	Accept	Unaccept	Accept	Unaccept		
1	1/3/0	Valve Position Command (Set %)	BAF1_PCV05_P05P	AO1ANA_CH_001(1)ANA	AO		4	20	0	10000								
2	1/3/1	#N/A		AO1ANA_CH_001(1)ANA	AO		4	20	0	10000								
3	1/3/2	Upstream pressure set point (Set %)	BAF1_PCV05_P05P	AO1ANA_CH_001(1)ANA	AO		4	20	0	10000								
4	1/3/3	Downstream pressure set point (Set %)	BAF1_PCV05_P05P	AO1ANA_CH_001(1)ANA	AO		4	20	0	10000								
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
Comments																		
Result	<input checked="" type="checkbox"/> Acceptable <input type="checkbox"/> Unacceptable <input type="checkbox"/> Other																	

Doc No. : P2018-1102-FAT-001

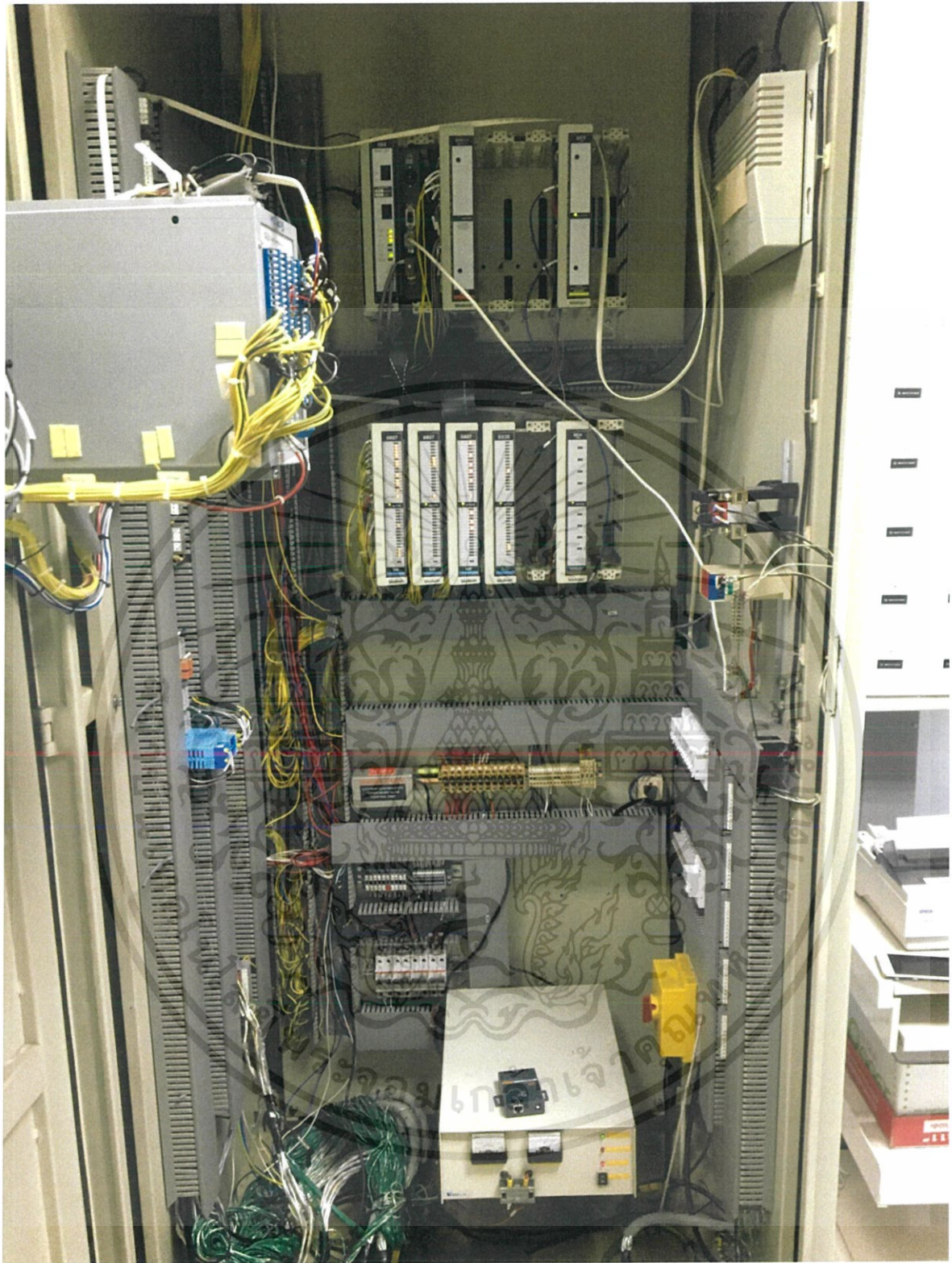
Page 21 of 22

รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบโปรแกรมควบคุมทางลอคจิกของสัญญาณ Analog Output

จากรูปที่ 4.2 ถึง รูปที่ 4.9 หลังการทดสอบฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดของโปรแกรมควบคุมทางลอคจิก (Functionality Area Test) หากบริษัท ขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด ยอมรับ จะทำเครื่องหมายถูกในช่อง Acceptable แต่หากต้องการแก้ไขหรือปรับปรุงฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรมควบคุมจะทำเครื่องหมายในช่อง Unacceptable และถูกระบุใน CAR form (Punch List) ในเอกสาร Factory Acceptance Test Report ก่อนจะทดสอบระยะต่อไปคือ SAT (Site Acceptance Test) เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC

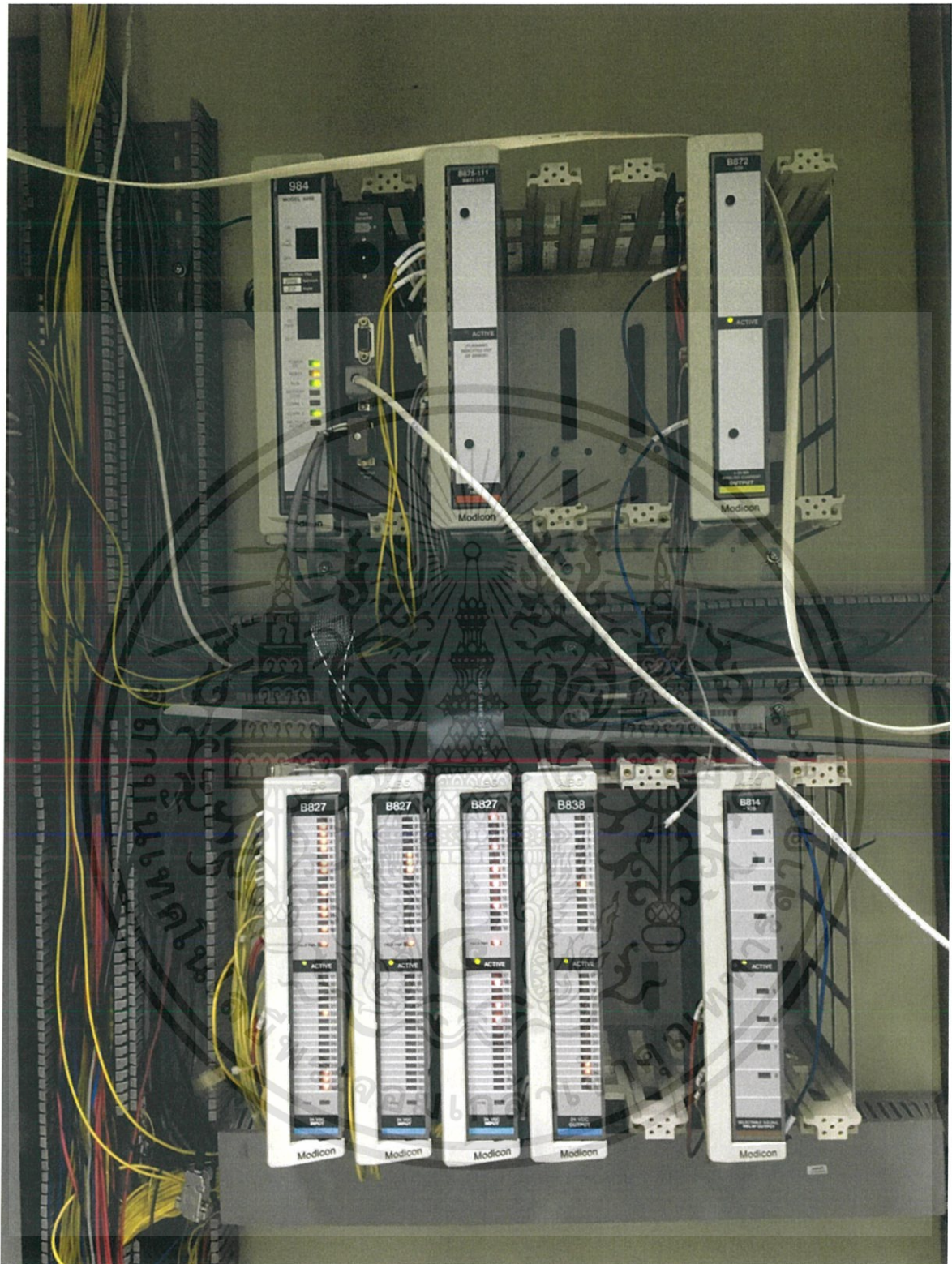
4.3 SAT (Site Acceptance Test) / Commissioning

SAT (Site Acceptance Test) / Commissioning หมายถึงระยะทดสอบเพื่อตรวจรับงานสำหรับดำเนินการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC (Installation) ที่สถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองโดยบริษัท ขนส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด ดังรูปที่ 4.10 ถึง รูปที่ 4.13 ตามลำดับ



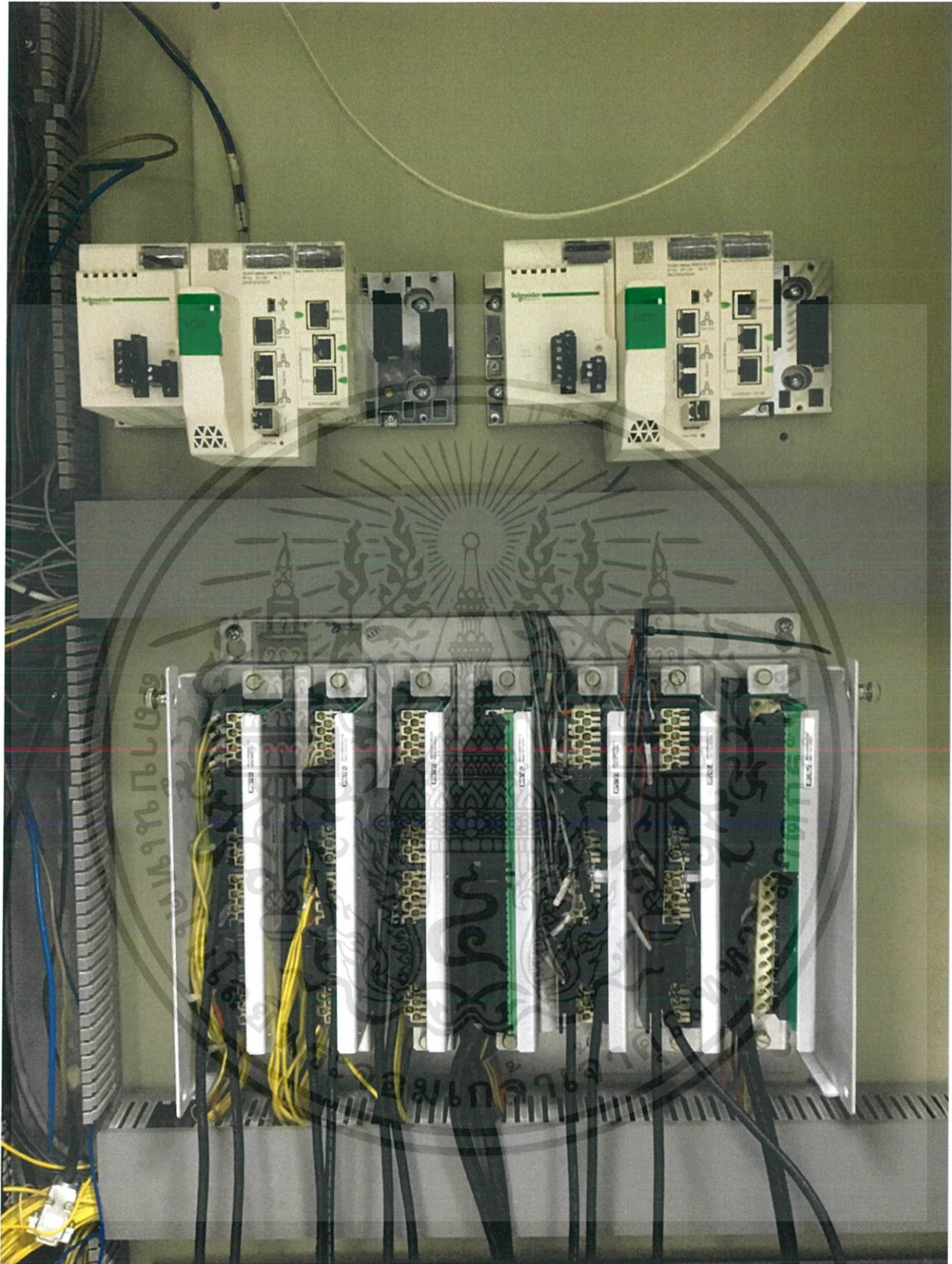
รูปที่ 4.10 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon-AEG984 ก่อนแทนที่และปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



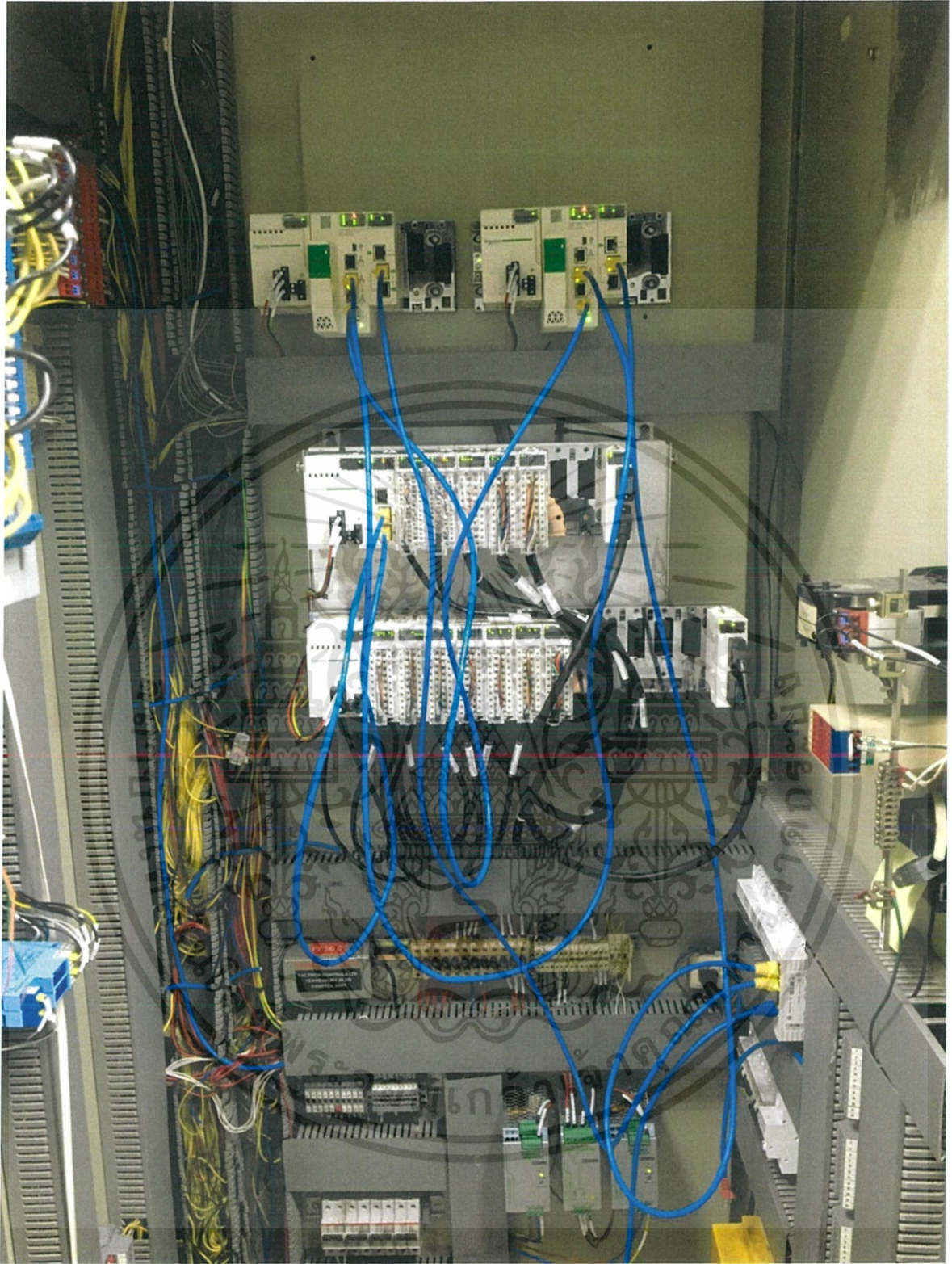
รูปที่ 4.11 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon-AEG984 ก่อนแทนที่และปรับปรุง
(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580 ที่นำมาแทนที่และปรับปรุงด้วยชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 PLC ยี่ห้อ Schneider Electric ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580 ที่นำมาแทนที่และปรับปรุง

ติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำเร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการแทนที่และปรับปรุง PLC ทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สำหรับระบบควบคุมการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองด้วย PLC ที่ทำงานควบคุมคู่กับระบบ SCADA ได้ผลลัพธ์เป็นการแทนที่และปรับปรุง PLC ยี่ห้อ Schneider Electric จากฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon-AEG984 เป็น ฮาร์ดแวร์รุ่น Modicon580 โดยชุดอุปกรณ์สื่อสารแทนที่ (Migration Kits Wiring Adapter) และโปรแกรมควบคุมระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองโดยใช้ซอฟต์แวร์ Unity Pro XL ที่ได้รับผลรับรองการทดสอบในระยะ FAT (Factory Acceptance Test) และ SAT (Site Acceptance Test) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการซ่อมบำรุงฮาร์ดแวร์ รวมไปถึงการแก้ไขซอฟต์แวร์ (Programming) จึงเป็นประโยชน์ต่อระบบควบคุมการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองเพื่อให้มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

- 1) เอกสารทางวิศวกรรม (Engineering Documents) เป็นเอกสารเก่าและข้อมูลบางส่วนขาดหายไป
- 2) ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC เนื่องจากเป็นความรู้ใหม่
- 3) ระยะเวลาในการดำเนินงานค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับประสบการณ์ของนักศึกษาสหกิจ

5.2.2 แนวทางการแก้ไข

- 1) เข้าประชุมหรือสอบถาม บริษัท ท่อส่งปิโตรเลียมไทย จำกัด ถึงกระบวนการทำงานของระบบขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมือง (Process Control Philosophy) อย่างละเอียดรอบคอบ

2) ศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC

3) ขอคำปรึกษาจากคณาจารย์และพนักงานผู้นิเทศงาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการแทนที่และปรับปรุง PLC ทั้งส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สำหรับระบบควบคุมการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิงทางท่อสถานีคลังน้ำมันท่าอากาศยานดอนเมืองที่ทำงานควบคุมคู่กับระบบ SCADA สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการวางโครงสร้างโปรแกรมควบคุมอย่างเป็นระบบ ง่ายต่อการพัฒนาและแก้ไข พร้อมสำหรับการปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมอุปกรณ์ในภายหลัง อีกทั้งยังต้องมีความรอบคอบและตรวจสอบให้ถูกต้องอยู่เสมอเพราะอาจเกิดอันตรายแก่ผู้อื่นได้



เอกสารอ้างอิง

[1] Simply Modbus; แหล่งที่มา:

<http://www.simplymodbus.ca/FAQ.htm>

(สืบค้นวันที่ 27 สิงหาคม 2561)

[2] โครงสร้างและส่วนประกอบของเมเบิลคอนโทรลเลอร์; แหล่งที่มา:

<http://www.pttc.ac.th/pttc/images/pdf/15.pdf>

(สืบค้นวันที่ 13 กันยายน 2561)

[3] PLC, PAC and Dedicated Controllers; แหล่งที่มา:

<https://www.schneider-electric.com/en/product-category/3900-plc%2C-pac-and-dedicated-controllers/?filter=business-1-industrial-automation-and-control>

(สืบค้นวันที่ 29 กันยายน 2561)

[4] PLC Migration and Upgrade; แหล่งที่มา:

<https://www.schneider-electric.com/en/work/services/field-services/industrial-automation/modernization-and-upgrades/plc-migration-upgrade.jsp>

(สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2561)

[5] Upgrade Software pack from Unity Pro Large 10 user to Unity Pro 10 user; แหล่งที่มา:

https://download.schneider-electric.com/files?p_File_Name=UNYSPUEZLTV1X_DATASHEET_WW_en-WW.pdf&p_Reference=UNYSPUEZLTV1X_DATASHEET

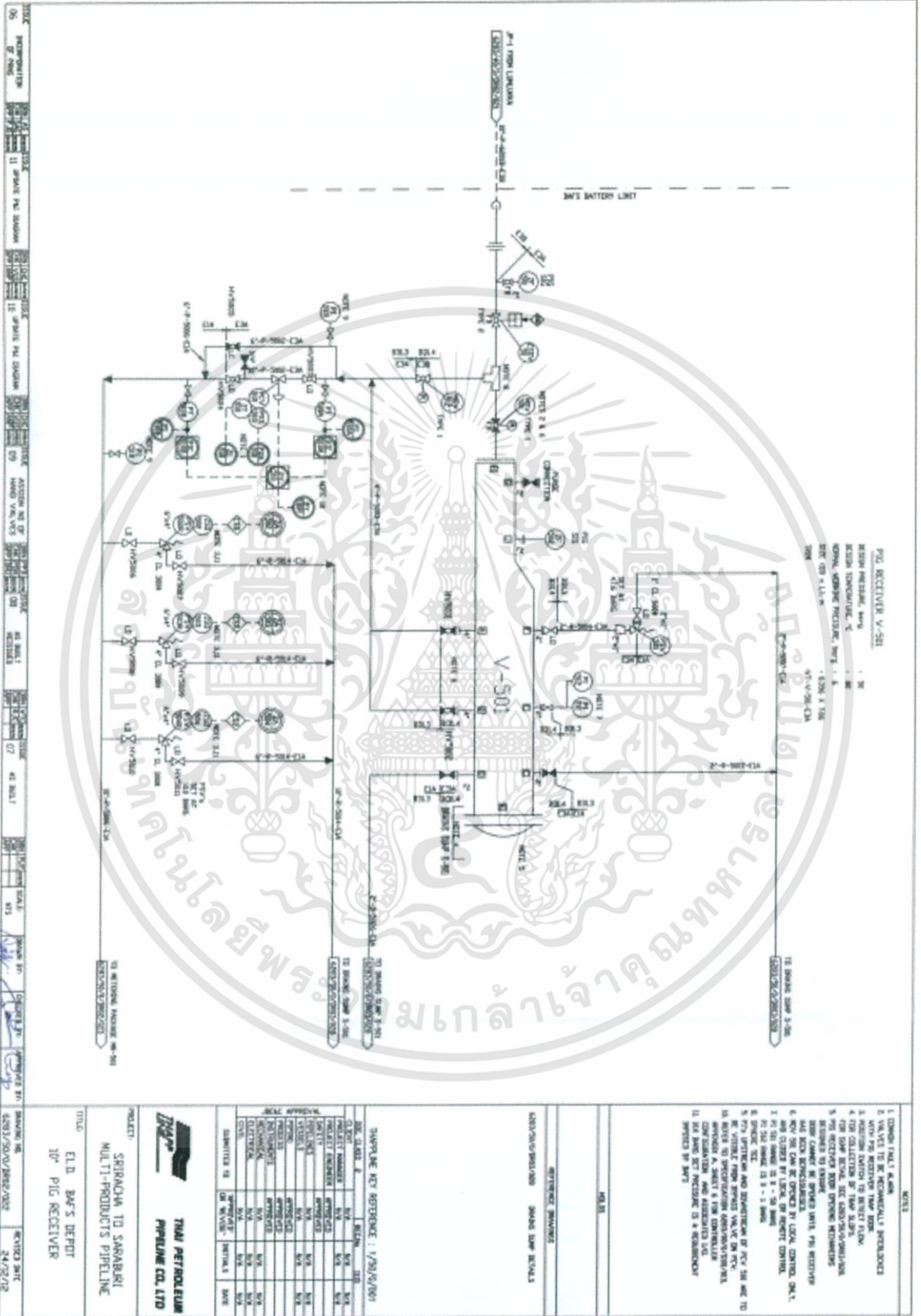
(สืบค้นวันที่ 16 ธันวาคม 2561)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NO.	CAUSE	EFFECT	INITIATING DEVICE	INST. TAG NO.	REMARKS	ACTION		DATE
						DESCRIPTION	TAG IDENT	
1	PIPE DISTURBANCE - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
2	LEAKAGE FROM BAY 02 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
3	LEAKAGE FROM BAY 03 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
4	SPRING FAILURE - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
5	SCADA SYSTEM FAILURE					STOP	STOP	10/10/2011
6	LEAKAGE FROM BAY 04 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
7	LEAKAGE FROM BAY 05 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
8	LEAKAGE FROM BAY 06 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
9	LEAKAGE FROM BAY 07 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
10	LEAKAGE FROM BAY 08 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
11	LEAKAGE FROM BAY 09 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
12	LEAKAGE FROM BAY 10 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
13	LEAKAGE FROM BAY 11 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
14	LEAKAGE FROM BAY 12 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
15	LEAKAGE FROM BAY 13 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
16	LEAKAGE FROM BAY 14 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
17	LEAKAGE FROM BAY 15 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
18	LEAKAGE FROM BAY 16 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
19	LEAKAGE FROM BAY 17 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
20	LEAKAGE FROM BAY 18 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
21	LEAKAGE FROM BAY 19 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
22	LEAKAGE FROM BAY 20 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
23	LEAKAGE FROM BAY 21 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
24	LEAKAGE FROM BAY 22 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
25	LEAKAGE FROM BAY 23 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
26	LEAKAGE FROM BAY 24 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
27	LEAKAGE FROM BAY 25 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
28	LEAKAGE FROM BAY 26 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
29	LEAKAGE FROM BAY 27 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
30	LEAKAGE FROM BAY 28 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
31	LEAKAGE FROM BAY 29 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
32	LEAKAGE FROM BAY 30 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
33	LEAKAGE FROM BAY 31 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
34	LEAKAGE FROM BAY 32 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
35	LEAKAGE FROM BAY 33 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
36	LEAKAGE FROM BAY 34 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
37	LEAKAGE FROM BAY 35 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
38	LEAKAGE FROM BAY 36 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
39	LEAKAGE FROM BAY 37 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
40	LEAKAGE FROM BAY 38 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
41	LEAKAGE FROM BAY 39 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
42	LEAKAGE FROM BAY 40 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
43	LEAKAGE FROM BAY 41 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
44	LEAKAGE FROM BAY 42 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
45	LEAKAGE FROM BAY 43 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
46	LEAKAGE FROM BAY 44 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
47	LEAKAGE FROM BAY 45 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
48	LEAKAGE FROM BAY 46 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
49	LEAKAGE FROM BAY 47 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
50	LEAKAGE FROM BAY 48 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
51	LEAKAGE FROM BAY 49 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
52	LEAKAGE FROM BAY 50 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
53	LEAKAGE FROM BAY 51 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
54	LEAKAGE FROM BAY 52 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
55	LEAKAGE FROM BAY 53 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
56	LEAKAGE FROM BAY 54 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
57	LEAKAGE FROM BAY 55 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
58	LEAKAGE FROM BAY 56 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
59	LEAKAGE FROM BAY 57 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
60	LEAKAGE FROM BAY 58 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
61	LEAKAGE FROM BAY 59 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
62	LEAKAGE FROM BAY 60 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
63	LEAKAGE FROM BAY 61 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
64	LEAKAGE FROM BAY 62 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
65	LEAKAGE FROM BAY 63 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
66	LEAKAGE FROM BAY 64 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
67	LEAKAGE FROM BAY 65 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
68	LEAKAGE FROM BAY 66 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
69	LEAKAGE FROM BAY 67 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
70	LEAKAGE FROM BAY 68 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
71	LEAKAGE FROM BAY 69 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
72	LEAKAGE FROM BAY 70 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
73	LEAKAGE FROM BAY 71 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
74	LEAKAGE FROM BAY 72 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
75	LEAKAGE FROM BAY 73 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
76	LEAKAGE FROM BAY 74 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
77	LEAKAGE FROM BAY 75 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
78	LEAKAGE FROM BAY 76 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
79	LEAKAGE FROM BAY 77 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
80	LEAKAGE FROM BAY 78 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
81	LEAKAGE FROM BAY 79 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
82	LEAKAGE FROM BAY 80 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
83	LEAKAGE FROM BAY 81 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
84	LEAKAGE FROM BAY 82 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
85	LEAKAGE FROM BAY 83 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
86	LEAKAGE FROM BAY 84 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
87	LEAKAGE FROM BAY 85 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
88	LEAKAGE FROM BAY 86 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
89	LEAKAGE FROM BAY 87 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
90	LEAKAGE FROM BAY 88 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
91	LEAKAGE FROM BAY 89 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
92	LEAKAGE FROM BAY 90 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
93	LEAKAGE FROM BAY 91 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
94	LEAKAGE FROM BAY 92 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
95	LEAKAGE FROM BAY 93 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
96	LEAKAGE FROM BAY 94 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
97	LEAKAGE FROM BAY 95 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
98	LEAKAGE FROM BAY 96 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
99	LEAKAGE FROM BAY 97 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011
100	LEAKAGE FROM BAY 98 - BAYS					STOP	STOP	10/10/2011

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นายธนธรณ์ รักษ์ศักดิ์ศรี

วัน เดือน ปีเกิด 13 พฤษภาคม 2539

ที่อยู่ 99/66 หมู่ที่ 5 ต.นาตาล่วง อ.เมือง จ.ตรัง 92000

Email aongfun@gmail.com

โทรศัพท์ 083-637-6300

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2554 – 2557 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปัญญาวิทย์ จังหวัดตรัง

- พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์ทำงาน

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Maintenance Engineer (Control System)

บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)

- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนก System Engineer บริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด