



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและติดตั้งระบบ PLC และ HMI สำหรับไลน์ชุบนิเกิลอัตโนมัติ

Design and Installation of PLC and HMI System  
for Automatic Nickle Plating Line

นายปิยะพงศ์ แก้วกล้า

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การออกแบบและติดตั้งระบบ PLC และ HMI สำหรับไลน์ซูบนิกเกิลอัตโนมัติ

ชื่อ - นามสกุล นักศึกษา นายปิยะพงศ์ แก้วกล้า

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ - นามสกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพานิชย์

รศ.วิริยะ กองรัตน์

ผศ.ดร.นภศุล วงษ์วานิช

ชื่อ - นามสกุล ผู้นิเทศงาน นายบัญญัติ ประสงค์

สถานประกอบการ บริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด

### บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้ได้กล่าวถึงการสร้างและการติดตั้งระบบ PLC และ HMI ที่ใช้สำหรับไลน์ซูบนิกเกิลอัตโนมัติ โดยทำการสร้างระบบ PLC เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายในไลน์ซูบเช่น ตัวจ่ายกระแส บั๊มพ์น้ำ ฝาปิดถัง บั๊มพ์ฉีดสารเคมี ฯลฯ ควบคุมเครื่องที่ทำการยกชิ้นงานไปซูบตามจุดต่างๆในไลน์ซูบ โดยมีไลน์ซูบทั้งหมด3ไลน์ซูบ จะใช้ PLC ทั้งหมด2ชุด โดยที่มี PLC 1ชุดที่ต้องควบคุมไลน์ซูบ2ไลน์ซูบ โดยจะต้องออกแบบโปรแกรมให้อยู่ด้วยกัน แต่แยกการควบคุมออกจากกัน ซึ่งทั้ง3ไลน์ซูบนี้ไม่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน ในแต่ละไลน์ซูบจะมีระบบ HMI ใช้สำหรับการสั่งการและกรณีต้องการควบคุมในโหมด Manual สามารถดู Status ต่างๆในไลน์ซูบได้ทั้งหมด และนำโปรแกรมควบคุมที่สร้างไปติดตั้งที่โรงซูบของบริษัท อาซาฮี-ไทย อัลลอย จำกัด โดยต้องทำการแก้ไขทดสอบเพื่อให้การทำงานของระบบไลน์ซูบอัตโนมัติมีประสิทธิภาพมากที่สุด

คำสำคัญ : PLC , HMI , ไลน์ซูบ , เครื่อง

**Cooperative Title:** Design and Installation of PLC and HMI System for Automatic Nickel Plating Line

**Student Intern Name:** Mr. Piyapong Klaoekla

**Faculty:** Engineering                      **Department:** Instrumentation and Control Engineering

**Advisors Name:** Assoc. Prof. Viriya Kongratana

Assoc. Prof. Dr. Suphan Gulpanich

Asst. Prof. Dr. Noppasoon Wongwannit

**Mentor Name:** Mr. Banyat Prasong

**Company:** Infinite Control Co., Ltd.

## ABSTRACT

This cooperative education project report describes the creation and installation of PLC and HMI systems used for automatic nickel-plated lines. By creating a PLC system to control the equipment inside the plating line, such as the current flow, water pump, tank lid, chemical injection pump, etc. Controlling the crane to lift the work piece to plating at various points in the plating line. There are 3 sets of plating lines in total. The 2 sets of PLCs are used, due to 1 set of PLCs that need to control 2 plating lines. Which must design the program to be together. But will separate the control from each other. All 3 lines are unrelated to each other. In each plating line, there will be a HMI system for commanding and controlling in Manual mode. All statuses can be viewed in the plating line. And the control program will be installed at the plating plant of Asahi-Thai Alloy Co., Ltd., which must be modified, tested, in order to operate the automatic plating line system as efficiently as possible.

**Keywords:** PLC , HMI , Plating Line , Crane

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องด้วยการสนับสนุนจากบริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด ซึ่งได้ให้โอกาสแก่นักศึกษาสหกิจในการเข้าปฏิบัติงานในองค์กร รวมทั้งมอบความรู้และประสบการณ์ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคต และการดูแลที่อบอุ่นตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา จึงขอขอบพระคุณบริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด ขอขอบพระคุณ คุณบัญญัติ ประสงค์ และ คุณไมค์ แคร่สท์ ผู้นิเทศงาน รวมถึงพนักงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและได้มอบประสบการณ์อันมีค่าอย่างย้งในครั้งนั้

ทั้งนี้ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุพรรณ กุลพานิชย์ รศ.วิริยะ กองรัตน์ ผศ.ดร.นภศุล วงษ์วานิช และ คณาจารย์สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ในการ ปฏิบัติงานและจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้มาด้วยดีเสมอมา

นายปิยะพงศ์ แก้วกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป .....	VIII
สารบัญตาราง.....	XIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1    ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2    วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3    ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4    วิธีการดำเนินงาน.....	2
1.5    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1    บทนำ.....	3
2.2    Programmable Logic Controller (PLC) .....	3
2.2.1    ความหมายของ PLC.....	3
2.2.2    โครงสร้างของ PLC .....	4
2.2.2.1.    ตัวประมวลผล (CPU).....	4
2.2.2.2.    หน่วยความจำ(Memory Unit).....	4
2.2.2.3.    หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit) .....	5
2.2.2.4.    แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply).....	5
2.2.2.5.    อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices) .....	5
2.2.3    ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมให้ PLC .....	6
2.2.3.1.    LD (Ladder diagram).....	6
2.2.3.2.    FBD (Function block diagram).....	6
2.2.3.3.    IL (Instruction list).....	7
2.2.3.4.    ST (Structure text).....	7
2.2.3.5.    SFC (Sequential function chart).....	7
2.3    PLC Communication Protocol.....	8
2.3.1    Profibus.....	8
2.3.1.1    โปรฟิบัสดีพี (PROFIBUS DP – Decentralized Peripherals).....	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1.2 โปรไฟบัสเฟลด์บัสเอ็มเอส ( PROFIBUS FMS – Fieldbus Message System ).....	10
2.3.1.3 โปรไฟบัสพีเอ ( PROFIBUS PA – Process Automation ).....	10
2.3.2 RS485 .....	10
2.3.3 Modbus.....	13
2.3.3.1 MODBUS RTU .....	13
2.3.3.2 MODBUS ASCII.....	14
2.3.3.3 RTU.....	15
2.3.3.4 MODBUS TCP/IP .....	16
2.3.4 Ethernet.....	16
2.3.5 CC-Link IE .....	17
2.4 Human Machine Interface.....	17
2.5 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในโรงงาน.....	19
2.5.1 PLC – Mitsubishi MELSEC iQ-R Series .....	19
2.5.1.1 CPU Unit.....	19
2.5.1.2 Base Unit.....	19
2.5.1.3 Power Supply.....	20
2.5.1.4 Communication Unit .....	20
2.5.1.5 Digital Input / Output Unit .....	21
2.5.1.6 Analog Input / Output Unit.....	21
2.5.2 HMI – Proface Operation Panel .....	22
2.6 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในโรงงาน.....	23
2.6.1 GX Works 3 Version 1.055H .....	23
2.6.2 GP-Pro EX Version 4.08.....	24
2.6.3 FR Configurator 2.....	24
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน .....</b>	<b>25</b>
3.1 ศึกษาโปรเจกต์เก่า.....	25
3.1.1 Engineering Document .....	25
3.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	26
3.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรเจกต์.....	29
3.2.1 System Configuration.....	29
3.2.2 Process Sheet.....	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.3 I/O List .....	33
3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมควบคุมให้กับ PLC .....	35
3.3.1 การ Configuration PLC.....	35
3.3.2 สร้าง Structure Data Types.....	37
3.3.3 สร้าง Global Variable .....	37
3.3.4 สร้าง Function Block Unit .....	39
3.3.5 สร้าง Program Unit .....	42
3.4 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมสำหรับหน้าจอ HMI .....	50
3.4.1 การออกแบบและวาดหน้าจอ HMI.....	50
3.4.2 การ Mapping Tag จาก โปรแกรม PLC.....	54
3.4.3 ภาพรวมของ HMI .....	57
3.4.3.1 Monitoring.....	58
3.4.3.2 Control.....	60
3.4.3.3 Production .....	61
3.4.3.4 Setting .....	63
3.4.3.5 Alarms .....	66
3.5 ทดสอบโปรแกรม PLC โดยเชื่อมต่อกับหน้าจอ HMI.....	66
3.6 ติดตั้งโปรแกรมหน้างาน .....	67
3.6.1 ติดตั้งโปรแกรมสำหรับ PLC และ HMI.....	71
3.6.2 ตรวจสอบอินพุตและเอาต์พุต .....	72
3.6.3 Configuration อุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมต่อกับ PLC ผ่าน Protocol .....	76
3.6.3.1 Configuration Inverter.....	76
3.6.3.2 Configuration CC-Link IE Field Protocol.....	77
3.6.3.3 Configuration Profibus Protocol .....	79
<b>บทที่4 ผลการดำเนินงาน .....</b>	<b>82</b>
4.1 Manual Mode Test .....	82
4.2 Semi – Auto Mode Test.....	86
4.3 Automatic Mode Test .....	86
4.4 Site Acceptance Test (SAT).....	87
4.4.1 Test Scenario.....	91
4.4.2 Software Check.....	96

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....	98
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน .....	98
5.2 ปัญหาที่พบและอุปสรรค .....	98
5.3 แนวทางการแก้ไข .....	98
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	99
เอกสารอ้างอิง.....	100
ประวัติผู้เขียน .....	101



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของ PLC.....	4
รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างอินพุต.....	5
รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างเอาต์พุต.....	5
รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์.....	6
รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD .....	6
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL .....	7
รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST.....	7
รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC .....	8
รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลซีที.....	9
รูปที่ 2.10 DP Master Class1, Class2, DP Slave .....	10
รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ .....	11
รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างการทำงานของ RS485 แบบNetwork.....	11
รูปที่ 2.13 การติดต่อสื่อสารแบบ Master/Slave .....	13
รูปที่ 2.14 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS RTU .....	14
รูปที่ 2.15 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS RTU.....	14
รูปที่ 2.16 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS ASCII.....	15
รูปที่ 2.17 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII .....	15
รูปที่ 2.18 MODBUS TCP/IP.....	16
รูปที่ 2.19 แสดงโครงข่าย Ethernet.....	16
รูปที่ 2.20 แสดงโครงข่าย CC-Link IE.....	17
รูปที่ 2.21 การสื่อสารโดยใช้ HMI.....	18
รูปที่ 2.22 แสดง CPU Unit ของ PLC Mitsubishi MELSEC iQ-R Series .....	19
รูปที่ 2.23 แสดง Base Unit.....	19
รูปที่ 2.24 แสดง Power Supply ของ Mitsubishi.....	20
รูปที่ 2.25 แสดง CC-Link IE Field Communication Unit.....	20
รูปที่ 2.26 แสดง Digital Input / Output Unit.....	21
รูปที่ 2.27 แสดง Analog Input / Output Unit.....	21
รูปที่ 2.28 แสดงหน้าจอHMI ยี่ห้อ PROFACE .....	22
รูปที่ 2.29 แสดงตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม GX Works 3 .....	23
รูปที่ 2.30 แสดงตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม GP-Pro EX.....	24
รูปที่ 2.31 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม FR configurator 2 .....	24

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.1 แสดง Layout ของไลน์ชุบทองอัตโนมัติ Pandora .....	25
รูปที่ 3.2 แสดง Process Sheet 1 ใน 2 หน้าของไลน์การชุบทองอัตโนมัติ Pandora.....	26
รูปที่ 3.3 แสดงหน้า Structures Data Types ของโปรแกรม .....	26
รูปที่ 3.4 แสดง Global Variable ของโปรแกรม.....	27
รูปที่ 3.5 แสดงส่วนหนึ่งของฟังก์ชันที่จะนำไปควบคุมการทำงานของ Filter Pump .....	27
รูปที่ 3.6 แสดงส่วน POU ของครนตัวที่ 5 ซึ่งมีการเรียกฟังก์ชันต่างๆมาใช้.....	28
รูปที่ 3.7 แสดง Operation Panel ของไลน์ชุบทองอัตโนมัติ Pandora .....	28
รูปที่ 3.8 แสดงเอกสาร System Configuration ของ ไลน์ชุบ Nickel (Barrel).....	29
รูปที่ 3.9 แสดงเอกสาร System Configuration ของไลน์ชุบ Ni/Ni-Cr ในส่วนของ Main Base.....	30
รูปที่ 3.10 แสดงเอกสาร System Configuration ของไลน์ชุบ Ni/Ni-Cr ในส่วนของ Extension Base.	31
รูปที่ 3.11 แสดง Process Sheet ของ Automatic Nickel (Rack) Plating Line .....	32
รูปที่ 3.12 แสดง Process Sheet ของ Automatic Ni/Cr (Rack) Plating Line .....	32
รูปที่ 3.13 แสดง Process Sheet ของ Automatic Ni (Barrel) Plating Line .....	33
รูปที่ 3.14 แสดงตัวอย่าง I/O List ในส่วนของ System .....	33
รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่าง I/O List ในส่วนของ Transporter (ครน).....	34
รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่าง I/O List ในส่วนของ Equipment ต่าง ๆ .....	34
รูปที่ 3.17 แสดง Pop-up ที่ขึ้นมาให้เลือกรุ่น PLC.....	35
รูปที่ 3.18 แสดงหน้า Navigation .....	35
รูปที่ 3.19 แสดง PLC Configuration ของไลน์ Ni (Barrel).....	36
รูปที่ 3.20 แสดง PLC Configuration ของไลน์ Ni/Ni-Cr (Rack).....	36
รูปที่ 3.21 แสดงการตั้งค่า I/O Point .....	36
รูปที่ 3.22 แสดงโครงสร้าง Structure Data Types ของ TK[18].F_PUMP.STA.FAULT .....	37
รูปที่ 3.23 แสดง Structure Data Types ของ sTK .....	37
รูปที่ 3.24 แสดง Label ที่สร้างมาจาก I/O List ซึ่งจะต้องมีการใส่ Address ที่จะเข้า I/O Module.....	38
รูปที่ 3.25 แสดง Label ที่ดึง Structure Data Types มาใช้.....	38
รูปที่ 3.26 แสดงหน้าบ๊อปอัพสร้าง Function Block.....	39
รูปที่ 3.27 แสดง Local Label FB_SYS .....	40
รูปที่ 3.28 แสดง FB_SYS.....	41
รูปที่ 3.29 แสดง Function Block X_CTRL ที่ใช้ภาษา Structure Text.....	41
รูปที่ 3.30 แสดง Function Block ทั้งหมดที่อยู่ใน Function Block Unit .....	42
รูปที่ 3.31 แสดงหน้าบ๊อปอัพสร้าง Program .....	42

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.63 แสดงหน้า Production Tracking.....	59
รูปที่ 3.64 แสดงหน้า Control และ Menu ย่อย .....	60
รูปที่ 3.65 แสดงหน้า Cover Control .....	60
รูปที่ 3.66 แสดงหน้า Production และ Menu ย่อย.....	61
รูปที่ 3.67 แสดงหน้า Product Overview .....	62
รูปที่ 3.68 แสดงหน้า Auto Dosing .....	62
รูปที่ 3.69 แสดงหน้า Queuing.....	62
รูปที่ 3.70 แสดงหน้า Setting และ Menu ย่อย.....	63
รูปที่ 3.71 แสดงหน้า Transporter Setting .....	63
รูปที่ 3.72 Transporter Setting Position Up/Down.....	64
รูปที่ 3.73 Transporter Setting Position Backward/Forward.....	64
รูปที่ 3.74 Transporter Setting Speed Backward/Forward.....	65
รูปที่ 3.75 Transporter Setting Speed Up/Down.....	65
รูปที่ 3.76 แสดงหน้า Alarm .....	66
รูปที่ 3.77 Ethernet Configuration.....	67
รูปที่ 3.78 ไลน์ชุบอัตโนมัติ Nickle Plating Line และ NiCr Plating Line.....	68
รูปที่ 3.79 ไลน์ชุบอัตโนมัติ Ni – Barrel Plating Line.....	69
รูปที่ 3.80 Control Panel Ni – Barrel Plating Line .....	70
รูปที่ 3.81 Control Panel Nickle Plating Line และ NiCr Plating Line .....	71
รูปที่ 3.82 การติดตั้งโปรแกรมลงสู่ PLC .....	72
รูปที่ 3.83 การตรวจสอบเซนเซอร์ของเครนตัวที่ 1 .....	73
รูปที่ 3.84 การมอนิเตอร์สัญญาณที่เข้ามาผ่านทางโปรแกรม PLC.....	74
รูปที่ 3.85 เอกสาร I/O Test.....	75
รูปที่ 3.86 FR Configurator 2.....	76
รูปที่ 3.87 Inverter ของเครน .....	76
รูปที่ 3.88 Configuration Address ของ Inverter .....	77
รูปที่ 3.89 CC IE Field Configuration .....	77
รูปที่ 3.90 Inverter ที่ Configuration Protocol สำเร็จแล้ว .....	78
รูปที่ 3.91 CC-Link IE Field Diagnostics.....	78
รูปที่ 3.92 เซนเซอร์วัดระยะทางของเครน .....	79
รูปที่ 3.93 Profibus Gateway .....	79

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.94 Profibus Gateway .....	80
รูปที่ 3.95 Profibus Configuration .....	80
รูปที่ 3.96 PLC Module ที่พร้อมสำหรับการทดสอบและใช้งานต่อไป .....	81
รูปที่ 4.1 Transporter Setting Speed Backward/Forward .....	82
รูปที่ 4.2 Transporter Setting Speed Up/Down .....	83
รูปที่ 4.3 Inverter เมื่อเครื่องทำงาน .....	83
รูปที่ 4.4 Remote Control .....	84
รูปที่ 4.5 Transporter Remote HMI .....	84
รูปที่ 4.6 TS Pos Setting Backward/Forward .....	85
รูปที่ 4.7 TS Pos Setting Up/Down .....	85
รูปที่ 4.8 HMI Program Sequence Setting .....	86
รูปที่ 4.9 การทดสอบเครื่องในโหมดต่างๆ .....	87
รูปที่ 4.10 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ .....	87
รูปที่ 4.11 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ .....	88
รูปที่ 4.12 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ .....	88
รูปที่ 4.13 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ .....	89
รูปที่ 4.14 การเติมน้ำลงไปจนถึง .....	89
รูปที่ 4.15 Site Acceptance Test โดยการชุบชิ้นงานจริงในโหมด Automatic .....	90
รูปที่ 4.16 SAT Document .....	91

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 เป็นตารางการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของ RS485, RS232, RS423 และ RS422 .....	12
ตารางที่ 4.1 Transporter 1 – 4 .....	91
ตารางที่ 4.2 Overview .....	92
ตารางที่ 4.3 Transporter Status .....	92
ตารางที่ 4.4 Production Tracking.....	92
ตารางที่ 4.5 Dosing Pump Status .....	93
ตารางที่ 4.6 Transporter Remote Control .....	93
ตารางที่ 4.7 Cover Status.....	93
ตารางที่ 4.8 Spray Status .....	93
ตารางที่ 4.9 Rectifier Status.....	93
ตารางที่ 4.10 Ultrasonic Status.....	94
ตารางที่ 4.11 Production.....	94
ตารางที่ 4.12 Auto Dosing.....	94
ตารางที่ 4.13 Queuing.....	94
ตารางที่ 4.14 Transporter Setting Backward/Forward .....	94
ตารางที่ 4.15 Transporter Setting Up/Down .....	95
ตารางที่ 4.16 Transporter Speed Setting Backward/Forward .....	95
ตารางที่ 4.17 Transporter Speed Setting Up/Down .....	95
ตารางที่ 4.18 Program Setting.....	95
ตารางที่ 4.19 Product Setting.....	95
ตารางที่ 4.20 Tank Setting .....	96
ตารางที่ 4.21 Drip Tray Setting.....	96
ตารางที่ 4.22 Alarm.....	96
ตารางที่ 4.23 HMI Screens Check.....	96

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในยุคปัจจุบันปฏิเสธไม่ได้ว่าระบบอัตโนมัติขั้นเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตของของเรา ครอบคลุมในทุกๆด้านตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคลการพัฒนาอุตสาหกรรม เป็นไปอย่างก้าวกระโดดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เพื่อตอบสนองกำลังการผลิต เพื่อสนับสนุนการทำงานของมนุษย์ หรือทำงานในส่วนที่มนุษย์ไม่สามารถทำ แล้วระบบอัตโนมัติสามารถลดต้นทุน ลดความเสี่ยงได้เป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดความต้องการ และการใช้ทรัพยากรมากขึ้นในภาคส่วนอื่นๆ รวมถึงภาคส่วนของอัตโนมัติเองด้วย ทั้งยังเพิ่มกำลังการผลิตและสร้างโอกาสใหม่ๆ ของธุรกิจ พร้อมทั้งช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยีเป็นประจำอยู่แล้วสามารถเห็นผลได้อย่างชัดเจน ดังนั้นการนำเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติและซอฟต์แวร์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในทุกๆอุตสาหกรรม

จากที่กล่าวมานั้นจะเห็นได้ถึงความสำคัญของระบบอัตโนมัติ ทางบริษัท อาซาฮี ไทยอัลลอย จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตก็อกน้ำ ยี่ห้อ SANWA ได้ทำการเปลี่ยนระบบไลน์ซูปนิกเกิล จากระบบที่ใช้แรงงานคนในการซูป ซึ่งควบคุมคุณภาพได้ยาก และเคยเกิดข้อผิดพลาดสำคัญทำให้เกิดเหตุเพลิงไหม้ในไลน์ซูป ทำให้เกิดความเสียหายทั้งตัวอาคารและอุปกรณ์ในระบบเป็นมูลค่ามหาศาล จึงทำการเปลี่ยนจากระบบแรงงานคนมาเป็นระบบอัตโนมัติ โดยว่าจ้างให้บริษัท รัศมี วิศวกรรม จำกัด ในการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับไลน์ซูปอัตโนมัติ และให้ทางบริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด ซึ่งเป็นผู้นำให้บริการทางด้านระบบควบคุม เครื่องจักรอัตโนมัติ ครอบคลุมถึงอุปกรณ์เครื่องมือวัดในโรงงานอุตสาหกรรมทุกรูปแบบ ซึ่งรวมไปถึงระบบที่ใช้จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในงานที่เกี่ยวข้องกับ ระบบ SCADA/DCS/PLC/PES/MES จึงมีการทำสัญญาร่วมกันและได้รับมอบหมายให้ดำเนินงานในส่วนของระบบอัตโนมัติทั้งหมด

โดยโครงการสหกิจศึกษานี้จะกล่าวถึงการสร้าง และติดตั้งระบบที่ใช้สำหรับไลน์ซูปอัตโนมัติ โดยในไลน์ซูปอัตโนมัตินี้จะใช้ PLC ในการควบคุมไลน์ซูปทั้งหมด และมีระบบ HMI ไว้สำหรับควบคุมแบบ Manual และคู่มือต่างๆ โดยจะต้องสร้างและออกแบบระบบควบคุมเพื่อให้ระบบการซูปมีประสิทธิภาพมากที่สุด

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบ PLC
2. เพื่อศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์สำหรับ PLC และ HMI
3. เพื่อศึกษาการสร้างระบบ PLC และ HMI
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรม
5. เพื่อศึกษาการทดสอบโปรแกรมและการแก้ปัญหาที่หน้างานกับอุปกรณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้เป็นการสร้างและติดตั้งระบบ PLC และ HMI ที่ใช้สำหรับไลน์ซูปอัตโนมัติทั้งหมด 3 ไลน์ คือไลน์ซูปนิกเกิล ไลน์ซูปนิกเกิลโครเมียม และไลน์ซูปนิกเกิลแบบ Barrel โดยใช้ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi MELSEC iQ-R Series R04ENCPU และ PLC Mitsubishi MELSEC iQ-R Series R16ENCPU และ HMI ใช้หน้าจอยี่ห้อ PROFACE Operation Panel ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน PLC คือ GX Works 3 และซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน HMI คือ GP-Pro EX โดยนำไปทดสอบและติดตั้งให้กับไลน์ซูปของบริษัท อาซาฮี-ไทย อัดลอย จำกัด

### 1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาโปรเจกต์คือ ไลน์ซูปของอัตโนมัติ ของบริษัท แพนโดรา โพรดักชัน จำกัด
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. สร้างโปรแกรมควบคุมสำหรับ PLC
4. สร้างโปรแกรมสำหรับหน้าจอสั่งการสำหรับ HMI
5. ทำการทดสอบโปรแกรมควบคุม PLC เมื่อเชื่อมต่อกับ HMI
6. ทำการติดตั้งและทดสอบโปรแกรมควบคุมสำหรับ PLC และ HMI ที่หน้างานจริง
7. Site Acceptance Test (SAT)

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการทำงานของ PLC มากขึ้น รวมทั้งระบบควบคุมต่างๆ
2. ได้รับความรู้ในการใช้ซอฟต์แวร์สำหรับ PLC และ HMI
3. ได้เรียนรู้การสร้างระบบ PLC และ HMI และสามารถนำไปต่อยอดได้
4. ได้รับความรู้และทักษะการเขียนโปรแกรม
5. ได้รับความรู้และทักษะในการทดสอบโปรแกรมและการแก้ปัญหาที่หน้างานกับอุปกรณ์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 บทนำ

การออกแบบกระบวนการควบคุมที่มีพีแอลซี (PLC) เป็นตัวควบคุมเชิงตรรกะและทำงานตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ได้รับการออกแบบ ซึ่งในโครงการนี้ได้นำชุด PLC มาควบคุมไลน์ชุปนิกเกิลอัตโนมัติ และทำงานควบคู่ไปกับระบบ HMI โดยในการศึกษา ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมไลน์ชุปนิกเกิลอัตโนมัติ จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานต่างๆ อาทิเช่น ความรู้พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ของ PLC รวมไปถึงภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมและโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารและรับ-ส่ง ข้อมูล (Communication) ระหว่าง PLC กับระบบอื่นๆ เพื่อให้สามารถสร้างโปรแกรมควบคุมไลน์ชุปนิกเกิลอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.2 Programmable Logic Controller (PLC)

##### 2.2.1 ความหมายของ PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller: PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสิ่งสำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand Alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด - สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

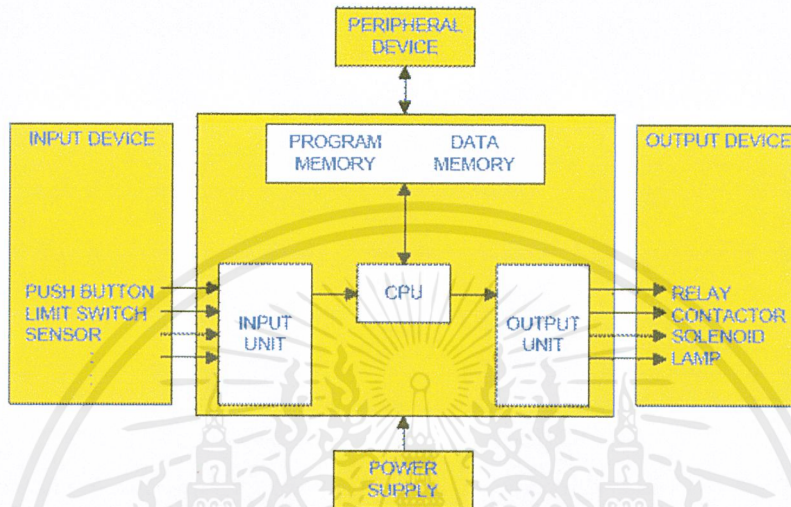
การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด - สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

## 2.2.2 โครงสร้างของ PLC

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างภายในของ PLC

### 2.2.2.1. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรถลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีควีนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

### 2.2.2.2. หน่วยความจำ(Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

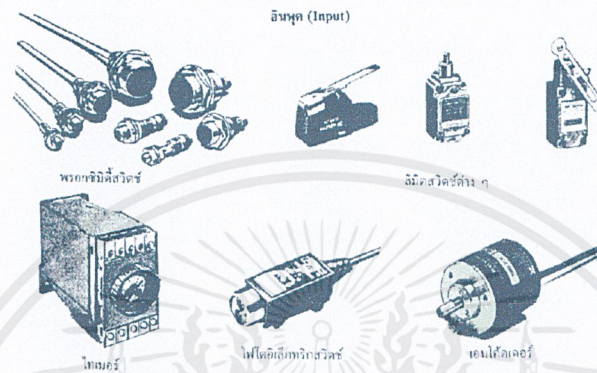
RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะเวลาทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม

เหมาะกับการที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

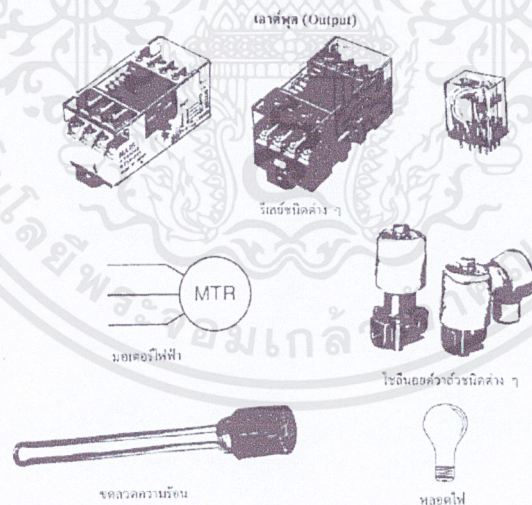
### 2.2.2.3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป



รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างอินพุต

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างเอาต์พุต

### 2.2.2.4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/ เอาท์พุต

### 2.2.2.5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

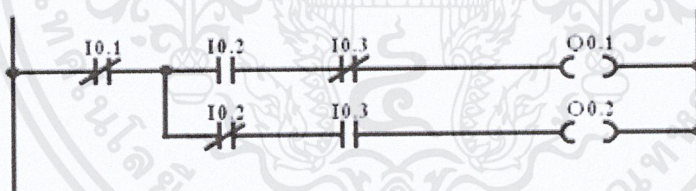
- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD
- etc

### 2.2.3 ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมให้ PLC

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ LD (Ladder diagram), FBD (Function block diagram), IL(Instruction list), ST(Structure text) และ SFC (Sequential function chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของ แต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่างๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 1131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม เราสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่างๆ มารวมกันได้

#### 2.2.3.1. LD (Ladder diagram)

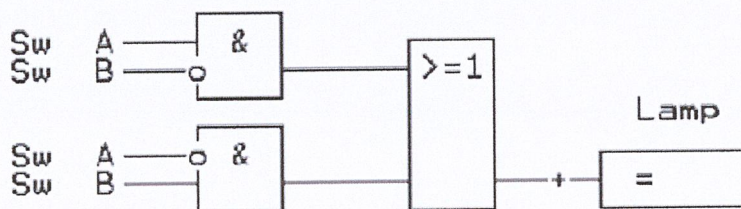
จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่ง แลตเตอร์ไดอะแกรม จะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวา ของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแส และมีขดลวด หรือ คอยล์ เป็นเอาต์พุต



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลตเตอร์

#### 2.2.3.2. FBD (Function block diagram)

เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชัน การทำงานในรูปของกราฟิกเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของ ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจาก ลอจิกไดอะแกรม



รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 6 การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3.3. IL (Instruction list)

IL จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษา แอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

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

รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL

### 2.2.3.4. ST (Structure text)

ST จะเป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วย นิพจน์ และ คำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR , WHILE เป็นต้น

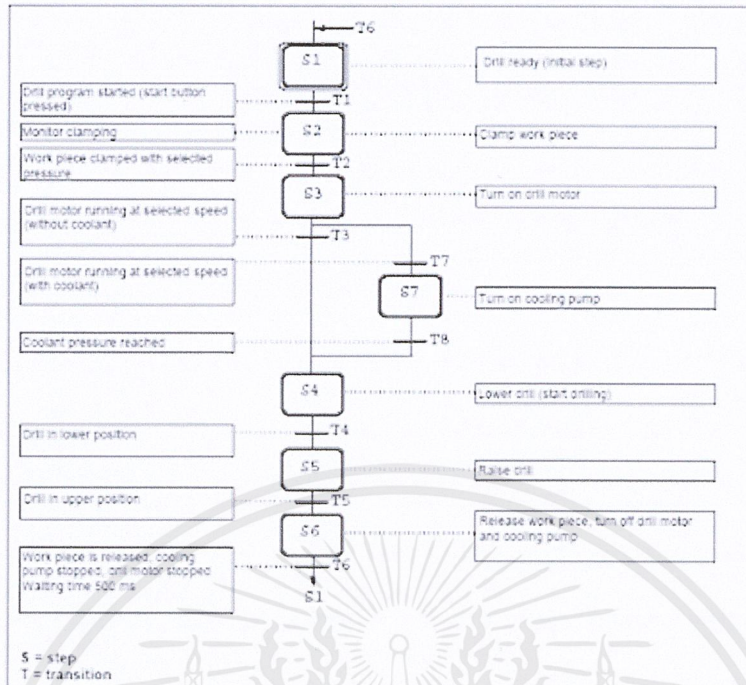
```
FUNCTION SQUARE : INT
(
.....
This function returns as its function value the square of the
input value or if there is overflow, the maximum value that
can be represented as an integer.
.....)
VAR INPUT
  value : INT;
END_VAR
BEGIN
IF value <= 181 THEN
  SQUARE := value * value; //Calculation of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

รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST

### 2.2.3.5. SFC (Sequential function chart)

SFC จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีควเอนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Alternative step sequence และ Parallel step sequence เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 7 วิชาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC

## 2.3 PLC Communication Protocol

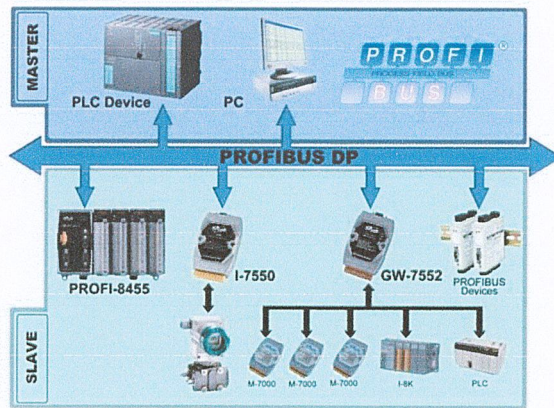
### 2.3.1 Profibus

สมัยก่อนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการควบคุมแบบซีเควนส์โดยมีพีแอลซี (PLC – Programmable Logic Controllers) เป็นตัวควบคุมและยังไม่มี การต่อกันเป็นระบบ พบว่ามีความยุ่งยากในการต่อสายมาก เนื่องจากการต่อสายแบบหนึ่งเส้นต่อหนึ่งอินพุทหรือเอาต์พุทนั้นใช้สายเป็นจำนวนมาก ต่อมาได้มีการนำ โปรฟิบัส (PROFIBUS – Process Field Bus) มาใช้ซึ่งโปรฟิบัสเป็นมาตรฐานแบบหนึ่งสำหรับการติดต่อ แบบอนุกรมกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน โดยใช้บัสเพียงเส้นเดียวในการเชื่อมต่อ ทำให้สามารถลด จำนวนสายลงแต่สามารถเพิ่มความเร็วในการติดต่อสื่อสารได้มากขึ้น โดยได้ค่าที่ถูกต้องเที่ยงตรงระบบโปร ฟิบัสเป็นมาตรฐานระบบเปิดสำหรับการผลิตและการควบคุมอัตโนมัติที่ไม่ผูกมัดกับผู้ผลิตใด ๆ โปรฟิบัสจะ เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ (IEC61158, EN50170, 50240) เพื่อให้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ มาตรฐานนี้สามารถติดต่อกันและใช้งานร่วมกันได้อย่างสมบูรณ์

#### 2.3.1.1 โปรฟิบัสดีพี (PROFIBUS DP – Decentralized Peripherals)

ใช้สื่อสารระหว่างส่วนควบคุมกลางกับอุปกรณ์อินพุท-เอาต์พุทที่ระดับฟิลด์ ใช้สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วมาก เช่น อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ( Control Drives ), PLC, ระบบไฟฟ้ากำลังและอุปกรณ์ อื่น ๆ ที่ต้องการการเชื่อมต่อด้วยความเร็วสูง โปรฟิบัสดีพี สื่อสารแบบ Master/Slave จะมี 1 Master ( มักจะเป็น PLC ) ต่อร่วมกับ Slave ได้ 31 ตัว ต่อ Segment เมื่อระบบทำงาน Master จะ Polls ไปที่ Slave แต่ละตัวตามลำดับ ในระบบสามารถมี Master ได้หลายตัว โดย Network ของ Master จะเป็นการ สื่อสารแบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า “Token”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 แสดงตัวอย่างเครือข่ายที่ใช้โพรฟิบัสดีพี

คุณสมบัติของโพรฟิบัสดีพี ( PROFIBUS DP )

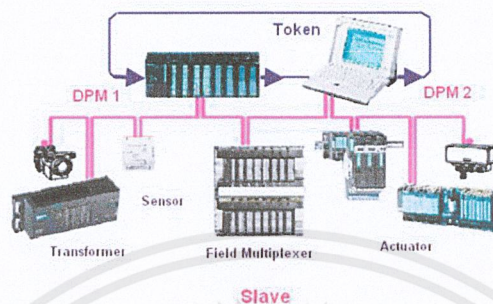
1. โพรฟิบัสดีพี เป็นแบบ Physical Layer ตามมาตรฐาน RS-485 ใช้สาย 2 สาย ซึ่งสามารถทนการรบกวนทางไฟฟ้าได้ดี
2. โพรฟิบัสดีพี ออกแบบสำหรับระบบที่ใหญ่ได้ถึง 126 Address nodes และต่อได้ถึง 1,000 A/D In-Out จุดใน Network
3. การสื่อสารที่รวดเร็ว 12 Mbps
4. การต่อสายของอุปกรณ์เป็นแบบหัว Connector ทำให้ลดปัญหาความยุ่งยากและความผิดพลาดจากการต่อสายแบบเดิม ๆ
5. ง่ายสำหรับการออกแบบระบบ, การติดตั้งระบบ, Maintenance และการ Monitor สถานะการทำงานของอุปกรณ์ทุกตัวในระบบ
6. ระบบมีความยืดหยุ่นมาก สามารถต่อร่วมกับระบบ Bus อื่น ๆ ได้ง่าย

\*อุปกรณ์ในโพรฟิบัสดีพีทุกตัวจะต้องมี Device Master File ที่เรียกว่า “GSD File” ซึ่งบรรจุรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ เช่น I/O data size, อัตราการสื่อสารและสถานะต่าง ๆ ประเภทของอุปกรณ์ในระบบโพรฟิบัสดีพีในระบบโพรฟิบัสดีพีแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

Master เป็นผู้กำหนดข้อมูลการสื่อสารบนโพรฟิบัสดีพี โดยจะส่งข้อความที่ปราศจากการกระตุ้นจากภายนอก เนื่องจาก Master เป็นผู้ถือครองบัสจึงสามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งว่า สถานีกระตุ้น (Active stations) แบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด คือ DPM1 (DP Master Class 1) ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของ Slave ภายในระบบ ตัวอย่างของ DPM1 ได้แก่ พีแอลซี (PLCs-Programmable Logic Controllers) DPM2 (DP Master Class 2) ทำหน้าที่ในการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ให้กับระบบ เช่น การตั้งค่าข้อมูล (Configuration Data) ตัวอย่างเช่น พีซี (PC-Personal Computer) โดย Master ทั้ง 2 ชนิดนี้ จะมีอำนาจในการครอบครองบัสตามเวลาที่กำหนด หลังจากผ่านช่วงเวลาดังกล่าวจะส่งอำนาจการครอบครองบัสหรือ Token ให้กับ Master ตัวถัดไปที่อยู่บนบัส โดยจะสื่อสารกันผ่านกระบวนการ Token Passing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Slave เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สถานีถูกระทำ (Passive Station) เนื่องจากไม่มีอำนาจในการถือครองบัส มีความสามารถเพียงรับส่งข้อมูลจากการร้องขอของ Master ได้แก่ อุปกรณ์อินพุทเอาต์พุทต่างๆ โดยที่ Master จะเป็นผู้ส่งข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนดต่างๆของรูปแบบการสื่อสาร เพื่อเป็นข้อตกลงที่ใช้ระหว่างร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดย Master จะวนมาสอบถามข้อมูลของ Slave ทุกตัวที่อยู่ในระบบอยู่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.10 DP Master Class1, Class2, DP Slave

### 2.3.1.2 โพรฟิบบัสเอเอ็มเอส ( PROFIBUS FMS – Fieldbus Message System )

ใช้สื่อสารระหว่าง พีแอลซี ( PLCs – Programmable Logic Controllers ) กับ PC ( Personal Computer ) และแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ระดับเซลล์ ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลที่มีความซับซ้อน

### 2.3.1.3 โพรฟิบบัสพีเอ ( PROFIBUS PA – Process Automation )

เป็นส่วนขยายของโพรฟิบบัสดีพี โดยสามารถรวมอุปกรณ์ของโพรฟิบบัสพีเอ และโพรฟิบบัสดีพีเข้าด้วยกันได้โดยการใช้อุปกรณ์แยกส่วน (Segment Coupler) ใช้ในการสื่อสารที่มีความเร็วสูงและระบบอัตโนมัติ และต้องการความน่าเชื่อถือ

## 2.3.2 RS485

RS485 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 485) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 โดยความร่วมมือของ TIA (Telecommunications Industry Association) และ EIA (Electronic Industries Association) มาตรฐาน RS485 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อมๆกันได้หลายจุด ปกติแล้ว EIA จะตั้งชื่อมาตรฐานของตัวเองโดยการใช้คำนำหน้าว่า "RS" (Recommended Standard) แต่เนื่องจากมาตรฐานนี้เป็นความร่วมมือระหว่าง 2 หน่วยงาน คือ TIA และ EIA ทั้งสองหน่วยงานจึงตกลงเปลี่ยนจากคำว่า "RS" เป็น "TIA/EIA" แทนอย่างเป็นทางการ เพื่อระบุถึงแหล่งที่มาของมาตรฐานอย่างชัดเจน โดยต่อมาทาง EIA ก็ได้ยกเลิกมาตรฐานนี้และมาตรฐาน RS485 นี้ก็ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันโดย TIA ทำให้มาตรฐาน RS485 ถูกเปลี่ยนชื่อเป็น "TIA-485" อย่างเป็นทางการ แต่สุดท้ายเพราะความเคยชินทำให้วิศวกรทั่วโลกยังเรียกมาตรฐานการสื่อสารนี้ว่า RS485 เหมือนเดิม

## หลักการทํางานของ RS485

มาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลในแบบที่เรียกว่า Half duplex คือสามารถรับและส่งข้อมูลได้ทีละอย่างเท่านั้นไม่สามารถทําท้สองอย่างได้ในเวลาเดียวกัน ถ้าจะให้พูดแล้วเห็นภาพก็คล้ายลักษณะของวิทยุสื่อสารที่ต้องคอยสลับกันพูดทีละครั้ง



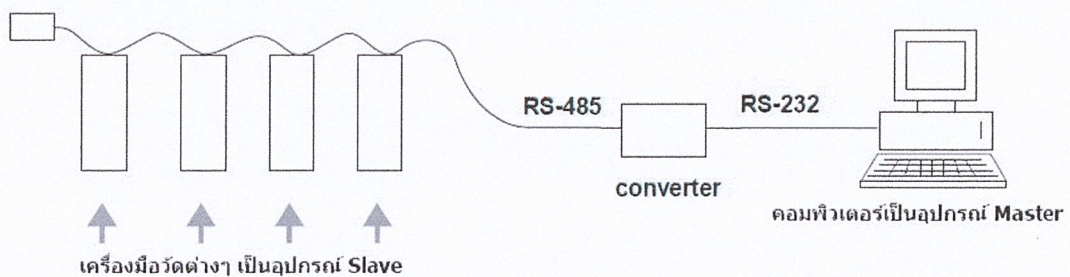
รูปที่ 2.11 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ

สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลดิจิทัลแบบ RS485 นั้น จะส่งข้อมูลโดยใช้สายไฟเพียงแค่ 2 เส้นคือ A และ B เป็นตัวบอค่ารหัสดิจิทัล(Digital code) โดยใช้ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้ว A และ B เป็นตัวบอค่าดังนี้

- เมื่อ  $V_a - V_b$  ได้แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า  $-200$  mV คือสัญญาณดิจิทัลเป็น 1
- เมื่อ  $V_a - V_b$  ได้แรงดันไฟฟ้ามากกว่า  $+200$  mV คือสัญญาณดิจิทัลเป็น 0

## หลักการทํางานของ RS485 แบบ NETWORK

มาตรฐาน RS485 สามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network) โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งในเครือข่าวนั้น จะต้องมียุกรณ์อยู่ 1 ตัว ทำหน้าที่คอยจัดคิวการสื่อสารในเครือข่าย ซึ่งเราจะเรียกอุปกรณ์ตัวนี้ว่า "Master" และอุปกรณ์ส่วนที่เหลือเราจะเรียกว่า "Slave" โดยที่ Slave แต่ละตัวจะมีหมายเลข Address ของตัวเอง และเมื่อตัว Master ต้องการสั่งการตัว Slave ตัว Master จะส่งชุดคำสั่งพร้อมระบุหมายเลข Address ไปยังอุปกรณ์ Slave ทุกตัว เมื่ออุปกรณ์ Slave ได้รับคำสั่งและคำสั่งนั้นมีหมายเลข Address ตรงกับตัวเอง อุปกรณ์ Slave ถึงจะทำตามคำสั่งของ Master เป็นลำดับไป



รูปที่ 2.12 แสดงตัวอย่างการทํางานของ RS485 แบบNetwork

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ **11** ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## จำนวนอุปกรณ์สูงสุดในเครือข่าย RS485

นี่เป็นอีกหนึ่งคำถามที่ผู้ใช้หน้าใหม่สงสัยมากที่สุดในโลก หากตามมาตรฐานแล้ว เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุด 32 ตัว เมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นมีความต้านทานไฟฟ้าภายใน 12 k $\Omega$  แต่ปัจจุบันการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาจนมีความต้านทานไฟฟ้าภายในที่สูงมาก (ในหลัก M $\Omega$ ) ซึ่งทำให้เครือข่าย RS485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 256 ตัว นอกจากนี้เครือข่าย RS485 ยังสามารถใช้ตัวขยายสัญญาณ (Repeater) สำหรับเพิ่มอุปกรณ์ในเครือข่ายได้ถึงหลายพันตัวและครอบคลุมระยะหลายกิโลเมตรกันเลยทีเดียว

ตารางที่ 1.1 เป็นตารางการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆของ RS485, RS232, RS423 และ RS422

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ RS232 RS423 RS422 RS485

	RS232	RS423	RS422	RS485
Differential	no	no	yes	yes
Max number of drivers	1	1	1	32
Max number of receivers	1	10	10	32
Modes of operation	half duplex full duplex	half duplex	half duplex	half duplex
Network topology	point-to-point	multidrop	multidrop	multipoint
Max distance (acc. standard)	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Max speed at 12 m	20 kbs	100 kbs	10 Mbs	35 Mbs
Max speed at 1200 m	(1 kbs)	1 kbs	100 kbs	100 kbs
Max slew rate	30 V/ $\mu$ s	adjustable	n/a	n/a
Receiver input resistance	3..7 k $\Omega$	$\geq$ 4 k $\Omega$	$\geq$ 4 k $\Omega$	$\geq$ 12 k $\Omega$
Driver load impedance	3..7 k $\Omega$	$\geq$ 450 $\Omega$	100 $\Omega$	54 $\Omega$
Receiver input sensitivity	$\pm$ 3 V	$\pm$ 200 mV	$\pm$ 200 mV	$\pm$ 200 mV
Receiver input range	$\pm$ 15 V	$\pm$ 12 V	$\pm$ 10 V	-7..12 V
Max driver output voltage	$\pm$ 25 V	$\pm$ 6 V	$\pm$ 6 V	-7..12 V
Min driver output voltage (with load)	$\pm$ 5 V	$\pm$ 3.6 V	$\pm$ 2.0 V	$\pm$ 1.5 V

## ข้อดีของสัญญาณ RS485

- สามารถส่งสัญญาณได้ไกล

RS485 สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสูงสุดถึง 1,200 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นระยะทางที่ไกลมาก เพียงพอต่อการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างแน่นอน และจะเห็นได้ชัดว่าระยะการส่งสัญญาณได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจนทิ้งห่างมาตรฐานรุ่นเก่าอย่าง RS232 ที่สามารถส่งสัญญาณได้เพียง 15 เมตร เท่านั้น

- สามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายได้

นอกจากจะส่งสัญญาณได้ไกลแล้ว RS485 ยังสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย (Network) แบบ Multipoint ได้ด้วย ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งสิ่งนี้ถือว่าเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นของสัญญาณ RS485 เลยทีเดียว

- ประหยัดงบประมาณในการเดินสาย

มาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่ใช้สายไฟเพียง 2 เส้นในการรับส่งข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานรุ่นเก่าที่สามารถส่งสัญญาณในระยะเท่ากันอย่าง RS422 ที่ต้องใช้สายไฟถึง 4 เส้นในการรับส่งข้อมูล ซึ่งราคาสายเคเบิลแบบ 2 แกน จะถูกกว่าสายเคเบิลแบบ 4 แกน ถึงเกือบครึ่ง ในความเป็นจริงแล้วเรื่องงบประมาณถือเป็นเรื่องสำคัญมากๆ ซึ่งนี่ถือเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นของ RS485 เลยทีเดียว

## ข้อเสียของสัญญาณ RS485

- ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์ที่เราใช้กันอยู่นั้นไม่มี port เชื่อมต่อสัญญาณ RS485 โดยตรง จะมีก็แต่ USB หรือ RS232 เท่านั้น ฉะนั้นหากเราจะเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ RS485 กับคอมพิวเตอร์นั้น เราต้องเสียงบประมาณเพิ่มขึ้นในการซื้อตัวแปลงสัญญาณ (Converter) เพื่อแปลงสัญญาณจาก RS485 เป็น USB หรือ RS232 ในการเชื่อมต่อนั่นเอง

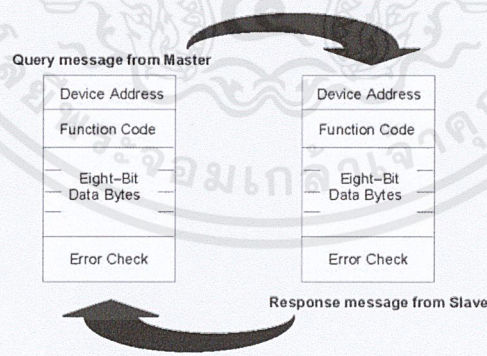
- ความเร็วในการรับส่งข้อมูล

ถึงแม้ RS485 จะถูกพัฒนาด้านความเร็วในการรับส่งข้อมูลขึ้นมากแล้วก็ตามเมื่อเทียบกับมาตรฐานเก่า แต่ก็ยังมีความล่าช้าอยู่เมื่อเชื่อมต่อในลักษณะเครือข่ายจำนวนมากๆ

### 2.3.3 Modbus

โพรโตคอล MODBUS เป็นการสื่อสารข้อมูลในลักษณะ Master/Slave ซึ่งเป็นการสื่อสารจากอุปกรณ์แม่ (Master) เครื่องเดียว ส่วนใหญ่มักเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์แสดงผล HMI ไปยังอุปกรณ์ลูก (Slave) ได้หลาย ๆ เครื่อง โดยสามารถกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ได้สูงสุด 255 เครื่อง โดยมีลักษณะการส่งข้อมูล 2 แบบ คือ ข้อมูลแบบแอสกี (ASCII) และข้อมูลแบบเลขฐานสอง (Binary) ในโพรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบ ASCII จะเรียก MODBUS ASCII และโพรโตคอล MODBUS ที่สื่อสารข้อมูลแบบเลขฐานสอง จะเรียก MODBUS RTU ทำให้มีความแตกต่างในการกำหนดค่าพอร์ตสื่อสาร

การรับส่งข้อมูลด้วยโพรโตคอล MODBUS สามารถเลือกได้ 2 โหมด คือ โหมด ASCII และโหมด RTU ซึ่งทั้ง 2 โหมดนี้มีความแตกต่างกันที่การกำหนดรูปแบบของชุดข้อมูลภายในเฟรม จะเลือกโหมดใดก็ได้แต่มีเงื่อนไขว่า อุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อรวมกันอยู่ในบัสหรือเครือข่ายเดียวกัน จะต้องตั้งให้เลือกใช้โหมดเดียวกันทั้งหมด

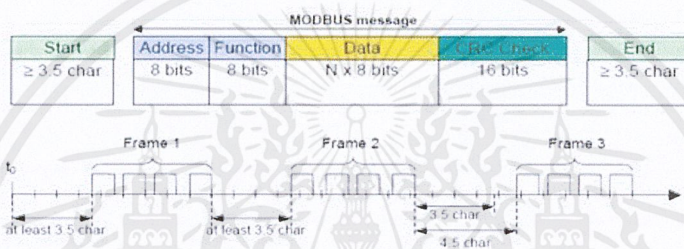


รูปที่ 2.13 การติดต่อสื่อสารแบบ Master/Slave

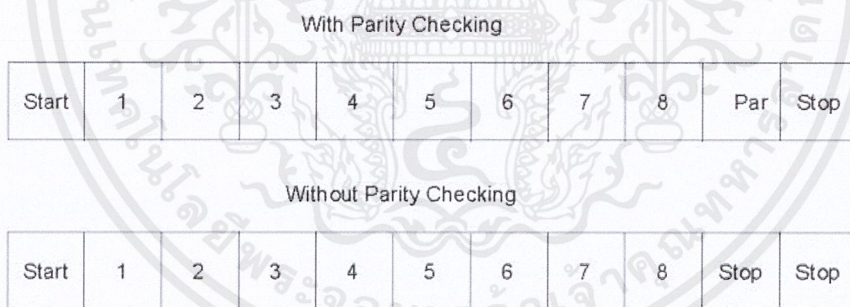
#### 2.3.3.1 MODBUS RTU

เฟรมข้อมูลในโหมด RTU ประกอบด้วยข้อมูลแสดงตำแหน่งแอดเดรส 1 ไบต์, หมายเลขฟังก์ชัน 1 ไบต์, ข้อมูลที่ทำการรับส่งจำนวนมากสุดไม่เกิน 252 ไบต์ และรหัสตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแบบ CRC (Cyclical Redundancy Checking) ขนาด 2 ไบต์ ค่า CRC นี้เป็นค่าที่คำนวณมาจากข้อมูลทุกไบต์

ไม่รวมบิต Start, Stop และ Parity Check โดยที่ตัว Slave ตัวที่ส่งข้อมูลออกมาจะสร้างรหัส CRC แล้วส่งตามท้ายไบต์ข้อมูลออกมา หลังจากนั้นเมื่อ Master ได้รับเฟรมข้อมูลและถอดข้อมูลออกจากเฟรมแล้วจะทำการคำนวณค่า CRC ตามสูตรเดียวกับ Slave เพื่อทำการเปรียบเทียบค่า CRC ทั้ง 2 ค่าว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรงกันแสดงว่าเกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลในโหมด RTU การรับส่งข้อมูล 1 ไบต์ ไม่ว่าจะ เป็นข้อมูลส่วนใดภายในเฟรมจะต้องทำการส่งบิตข้อมูลรวม 11 บิต คือ บิตเริ่มต้น (Start) 1 บิต, บิตข้อมูล 8 บิต, บิตตรวจสอบ Parity ของข้อมูล 1 บิตและบิตหยุด 1 บิต (Stop) 1 บิต หรือหากเลือกแบบไม่มีบิต Parity ก็จะเป็นแบบ Stop แทน 2 บิต สำหรับการกำหนดให้มีบิต Parity นั้น สามารถเลือกเป็นแบบคู่ (Even Parity) หรือคี่ (Odd Parity) ก็ได้ และหากต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีใช้กันทั่วไปมากที่สุด ควรเลือกแบบคู่โดยที่สามารถปรับเปลี่ยนเป็นแบบคี่หรือไม่มีการตรวจสอบ Parity (No Parity) ได้ด้วย



รูปที่ 2.14 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS RTU



รูปที่ 2.15 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS RTU

### 2.3.3.2 MODBUS ASCII

การรับส่งข้อมูลในโหมด ASCII นั้นมีความแตกต่างจากโหมด RTU ตรงที่ในโหมด RTU ข้อมูลที่จะส่งขนาด 1 ไบต์ นำมารวมกับบิตประกอบต่างๆ ก็สามารถส่งออกไปได้เลย แต่สำหรับโหมด ASCII จะมองข้อมูล 1 ไบต์ นั้นออกมาเป็นตัวอักษร 2 ตัว เช่น ค่า 0x5B ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหก ก็จะถูกมองเป็นตัวอักษร '5' และตัวอักษร 'B' จากนั้นก็จะทำการค้นหารหัส ASCII ของตัวอักษรทั้ง 2 ตัวนั้น ซึ่งได้แก่ 0x35 สำหรับ '5' และ 0x42 สำหรับ 'B' แล้วทำการส่งรหัส ASCII ทั้ง 2 ค่านี้ออกไป ซึ่งจะได้ผลเท่ากับกับการส่งค่า 0x5B ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 1 ไบต์ ในโหมด

### 2.3.3.3 RTU

จะเห็นได้ว่าการส่งข้อมูลในโหมด ASCII จะต้องทำงานมากกว่าการส่งข้อมูลในโหมด RTU ซึ่งทำให้ อัตราเร็วในการสื่อสารมีค่าต่ำกว่า สาเหตุที่เป็นแบบนี้ก็เพราะว่า โหมด ASCII ได้ถูกออกแบบมาสำหรับ อุปกรณ์ที่ไม่มีความสามารถในการกำหนดช่วงระยะเวลาของเวลาในการส่งเฟรมข้อมูล อย่างเช่นในโหมด RTU ที่อุปกรณ์สามารถกำหนดได้ว่าจะส่งเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมออกมาด้วยเวลาห่างกันเท่าใด และอุปกรณ์ ที่รองรับข้อมูลก็ต้องสามารถตรวจจับและแยกแยะได้ว่าเฟรมข้อมูลแต่ละเฟรมที่รับเข้ามานั้นมีระยะเวลาห่าง กันภายในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ เพื่อให้สามารถตรวจสอบหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูล แต่ละเฟรมได้ แต่ในความเป็นจริงยังมีอุปกรณ์อีกหลายชนิดที่ไม่มีความสามารถพิเศษนี้ จึงต้องใช้วิธีอื่นที่จะ ช่วยให้สามารถรับรู้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรมข้อมูลได้ นั่นได้แก่โหมด ASCII ซึ่งในโหมดนี้จะเริ่มต้น เฟรมข้อมูลด้วยการส่งรหัส ASCII ที่กำหนดให้หมายถึงจุดเริ่มต้น คือ 0x3A ซึ่งตรงกับตัวอักษร ‘:’ ตามด้วย แอดเดรสของ Slave, หมายเลขฟังก์ชัน, ข้อมูล, รหัสตรวจสอบสอง RLC และรหัส ASCII 2 ตัว ที่กำหนดให้ หมายถึงจุดสิ้นสุด คือ รหัส 0x0D และ 0x0A คือรหัส CR (Carriage Return) และ LF (Line Feed) ตามลำดับ โดยในขณะที่บัสข้อมูลว่างจากการรับส่งข้อมูล อุปกรณ์ทุกตัวจะคอยตรวจสอบข้อมูลในบัสว่ามี การส่งรหัส ASCII ของ ‘:’ ออกมาหรือไม่ ถ้ามีก็จะรับรู้ว่าจะขณะนี้ได้มีการเริ่มต้นส่งเฟรมข้อมูลออกมาแล้ว ก็ จะเข้ากระบวนการรับข้อมูลต่อไป

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

รูปที่ 2.16 ลักษณะเฟรมข้อมูลของ MODBUS ASCII

With Parity Checking

Start	1	2	3	4	5	6	7	Par	Stop
-------	---	---	---	---	---	---	---	-----	------

Without Parity Checking

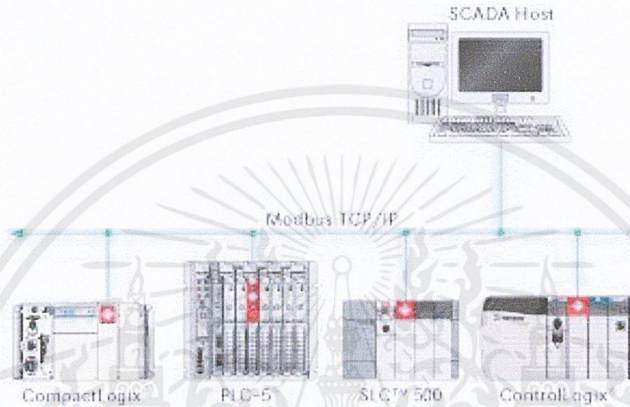
Start	1	2	3	4	5	6	7	Stop	Stop
-------	---	---	---	---	---	---	---	------	------

รูปที่ 2.17 ลักษณะข้อมูลแต่ละไบต์ของ MODBUS ASCII

MODBUS จะบริการให้อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารกันผ่าน Serial Port (RS-232/422/485) แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้อุปกรณ์สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่อยู่บนเครือข่าย Ethernet ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้การ สื่อสารแบบ MODBUS Protocol ส่วนใหญ่จะเป็น PLCs, DCSs, HMIs, Instruments อย่างไรก็ตาม MODBUS จำเป็นต้องมีอุปกรณ์จำพวก Gateway และ Bridge ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง Serial Line กับ Ethernet

### 2.3.3.4 MODBUS TCP/IP

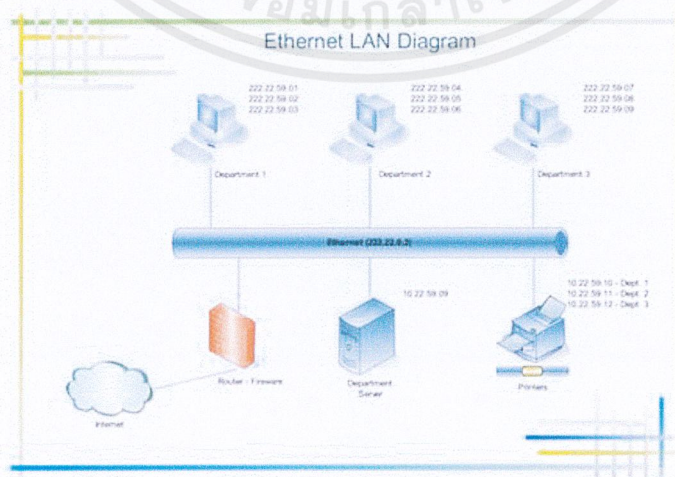
MODBUS TCP/IP ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะนำการสื่อสารแบบ Internet มาใช้กับอุปกรณ์จำพวก Ethernet Device ระยะในการใช้งานสำหรับการเดินสาย (สาย LAN) คือ 100 เมตร โดยสามารถขยายระยะในการสื่อสารได้โดยการใช้อุปกรณ์ Repeater หรือในระบบ LAN จะเรียกอุปกรณ์นี้ว่า Hub หรือ Switch ก็จะสามารถลากสายได้อีก 100 เมตร และยังสามารถต่อ Repeater ขยายระยะทางได้โดยไม่จำกัด ในการสื่อสารโดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อวินาที (100 Mbps) และเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวน



รูปที่ 2.18 MODBUS TCP/IP

### 2.3.4 Ethernet

Ethernet เป็นเทคโนโลยีเครือข่ายที่ได้รับความนิยมมาก เพราะเป็นการส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ซึ่งในช่วงแรกที่มีการพัฒนาระบบ Ethernet สามารถที่จะส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็ว 10 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่า Fast Ethernet และ Gigabit Ethernet ที่ทำความเร็วได้ถึง 100 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) หรือ 1 Gbps และ 1000 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) หรือ 10 GbE ตามลำดับ



รูปที่ 2.19 แสดงโครงข่าย Ethernet

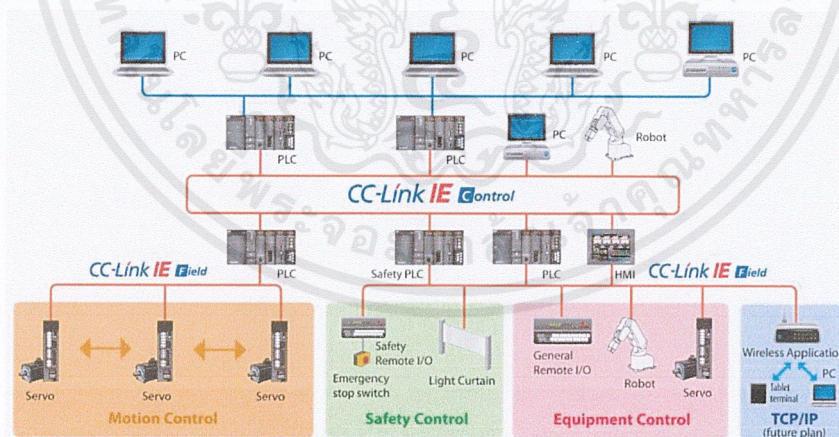
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ **16** ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีการควบคุมมาตรฐานของ Ethernet ด้วยสถาบันวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Institute of Electrical and Electronics Engineers) หรือ IEEE ซึ่งเป็นองค์กรที่ไม่หวังผลกำไรที่คอยดูแลและพัฒนาเทคโนโลยีทางไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ซึ่งก็รวมถึง Ethernet ด้วยเช่นกัน

Ethernet เป็นการสื่อสารแบบโพรโทคอล (Protocol) ของ LAN ชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นโดย 3 บริษัทใหญ่คือบริษัท Xerox Corporation, Digital Equipment Corporation (DEC) และ Intel ในปี ค.ศ. 1976 หรืออาจจะเรียกการสื่อสารแบบนี้ว่าเป็นการสื่อสารระดับล่างก็ได้เช่นกัน ระบบการส่งแบบ Ethernet นั้นเป็นระบบการส่งที่เรียกว่า CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) โดยอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้ ในการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะทำการส่งได้เพียงคนเดียวเท่านั้น แต่ถ้าในเวลาเดียวกันมีการส่งข้อมูลมาพร้อมกัน มากกว่า 1 คนด้วยกัน ซึ่งเราเรียกว่า “Collision” อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แต่ละตัวจะมีการตรวจสอบ Collision เมื่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ตรวจสอบว่ามีการส่งข้อมูลมาพร้อมกัน อุปกรณ์เหล่านั้นจะหยุดส่งข้อมูลเพียงช่วงเวลาหนึ่ง และจะทำการส่งใหม่ เวลาที่หยุดรอนั้นจะเป็นการสุ่มแบบสถิติ ทำให้การเกิด Collision อีกครั้งจะเป็นไปได้้น้อยมาก ๆ แต่ถ้าเกิดการ Collision จริง ๆ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เหล่านั้นก็จะวนกลับมารอและสุ่มเวลาอีกรอบจนกว่าจะไม่พบการ Collision อีก

### 2.3.5 CC-Link IE

CC-Link ย่อมาจาก Control and Communication Link (การเชื่อมต่อการควบคุมและการสื่อสาร) คือเครือข่ายความเร็วสูงพิเศษและเครือข่ายความจุขนาดใหญ่พิเศษ ที่ช่วยให้สามารถสื่อสารตามที่กำหนดแบบซิงโครนัส (แบบวนรอบ) และสื่อสารข้อความ (ชั่วคราว) ตามสั่งแบบอะซิงโครนัส ฟังก์ชันการควบคุม I/O, การควบคุมการเคลื่อนที่และฟังก์ชันความปลอดภัยสามารถผนวกรวมกันได้อย่างไร้รอยต่อ



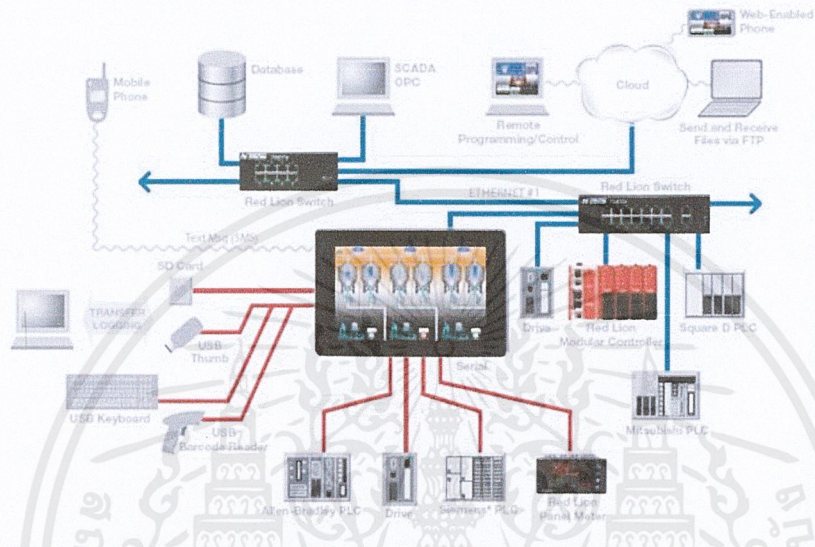
รูปที่ 2.20 แสดงโครงข่าย CC-Link IE

## 2.4 Human Machine Interface

การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล HMI รวมไปถึง SCADA เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 17 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC เป็นตัวควบคุมอยู่ โดย HMI นั้น จะเป็นการนำข้อมูลจาก PLC ส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่างๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน และสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกัน กับ HMI โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC สั่งงาน ไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆใน Line ผลิต



รูปที่ 2.21 การสื่อสารโดยใช้ HMI

### คุณสมบัติของ HMI ในส่วนของ Hardware

**Communicate** สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ ในลักษณะแบบดิจิทัล โดยมีรูปแบบของสัญญาณให้เลือกหลายแบบ และสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่างๆ โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวก็สามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่นๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดาย ผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, Lan หรือ Wireless

**Collect** สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่างๆใน รูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data logger) ผ่านทาง Web Browser ได้อย่างง่ายดาย ทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างานไลน์ผลิต

**Connect** สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการดูค่าหรือควบคุมกระบวนการผลิตจากระยะไกล โดยการเชื่อมต่อผ่านมือถือ หรือแท็บเล็ต ใช้เว็บเบราว์เซอร์มาตรฐานตัวใดก็ได้ในการดูค่าหรือควบคุม โดยหน้าจอแสดงผลโชว์หน้าตาเสมือนว่าอยู่ตรงหน้า สามารถส่งข้อความ SMS หรือ email แจ้งเตือนให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง สามารถดูค่าที่หน้าจอ, ค่าที่บันทึกไว้ใน Memory Card หรือควบคุมแก้ไขเปลี่ยนค่าได้แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

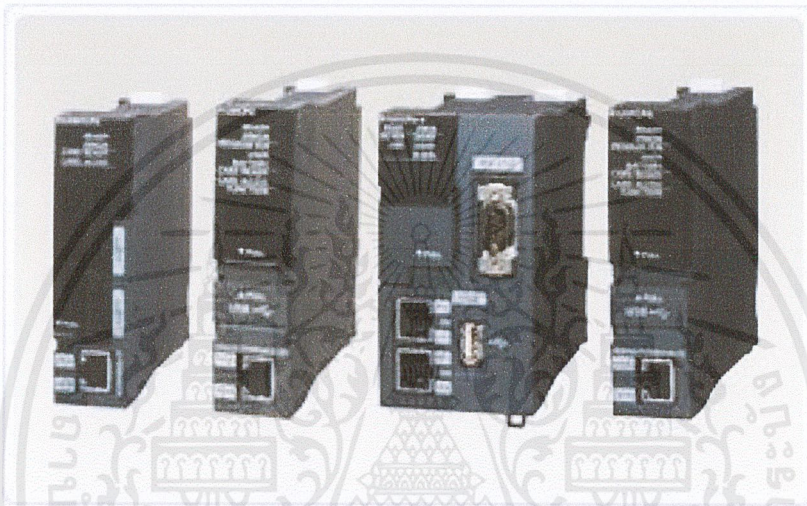
## 2.5 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ในโครงการงาน

### 2.5.1 PLC – Mitsubishi MELSEC iQ-R Series

#### 2.5.1.1 CPU Unit

ซีรี่ส์ MELSEC iQ-R มีตัวควบคุมระบบอัตโนมัติแบบตั้งโปรแกรมได้ที่หลากหลายสำหรับใช้ควบคุมระบบอัตโนมัติต่างๆ มากมาย สถาปัตยกรรม CPU หลายตัวได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อช่วยให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้รวดเร็วขึ้นผ่านจุดเชื่อมต่อ (หน่วยฐาน)

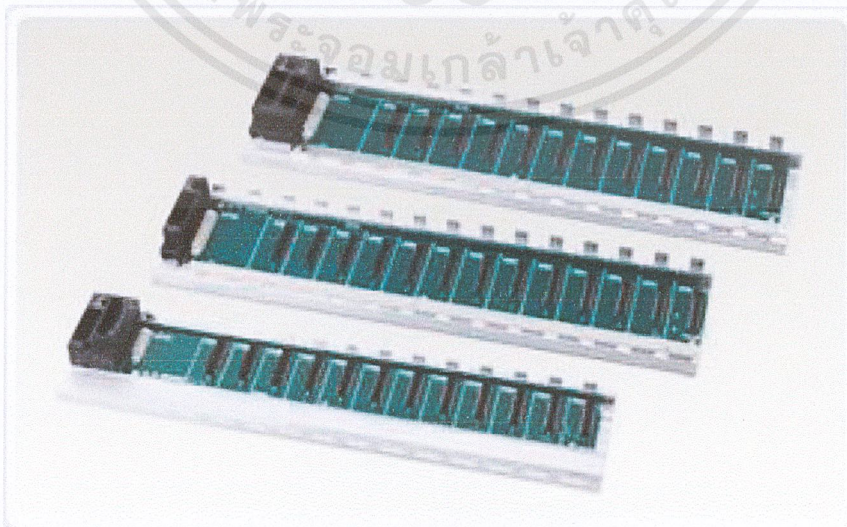
ในโครงการงานนี้จะใช้ PLC 2ตัว โดยใช้CPU รุ่น R04ENCPU สำหรับไลน์ซูป Ni ที่ใช้ Rack แบบ Barrel และ R16ENCPU สำหรับไลน์ซูป Ni และ Ni-Cr ที่ใช้ Rack แบบแขน



รูปที่ 2.22 แสดง CPU Unit ของ PLC Mitsubishi MELSEC iQ-R Series

#### 2.5.1.2 Base Unit

ใช้สำหรับการติดตั้งโมดูลต่างๆ เช่น แหล่งจ่ายไฟ, CPU และ I/O การเลือกหน่วยฐานช่วยให้สามารถใช้ระบบที่มีขนาดต่างๆ ได้



รูปที่ 2.23 แสดง Base Unit

### 2.5.1.3 Power Supply

โมดูลนี้ใช้สำหรับการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำหรับโมดูล CPU, อินพุท, เอาท์พุท และโมดูลอื่นๆ บนหน่วยฐาน



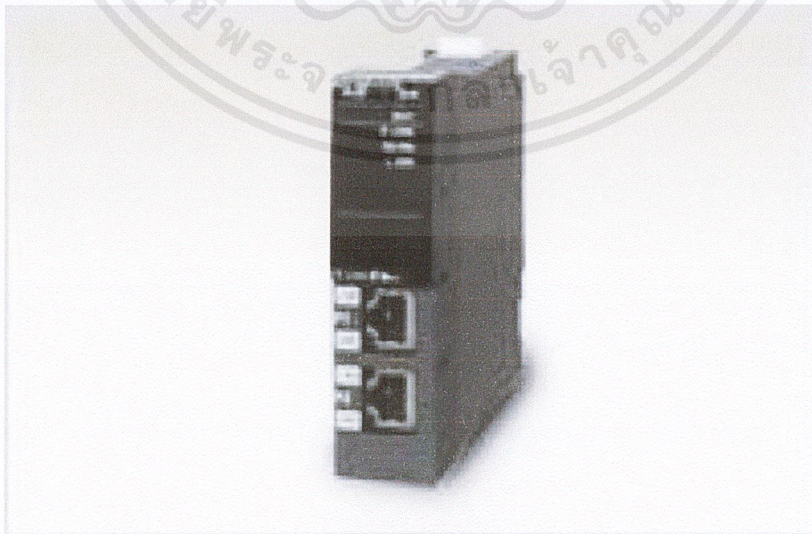
รูปที่ 2.24 แสดง Power Supply ของ Mitsubishi

### 2.5.1.4 Communication Unit

กลุ่มโมดูลนี้ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับระบบควบคุมหลายระบบกลุ่มโมดูลหลากหลายประเภทจะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการรวบรวมและควบคุมข้อมูลการผลิตต่างๆ

- CC-Link IE Field Network

ตัวควบคุมที่รวมเครือข่ายที่ใช้ Ethernet กิกะบิตแบบอนเนกประสงค์, การควบคุม I/O, การควบคุมความปลอดภัย และการควบคุมการเคลื่อนไหวในโทโพโลยีการเดินสายที่มีความยืดหยุ่น ซึ่งรองรับการกำหนดค่าแบบสตาร์ริง และไลน์

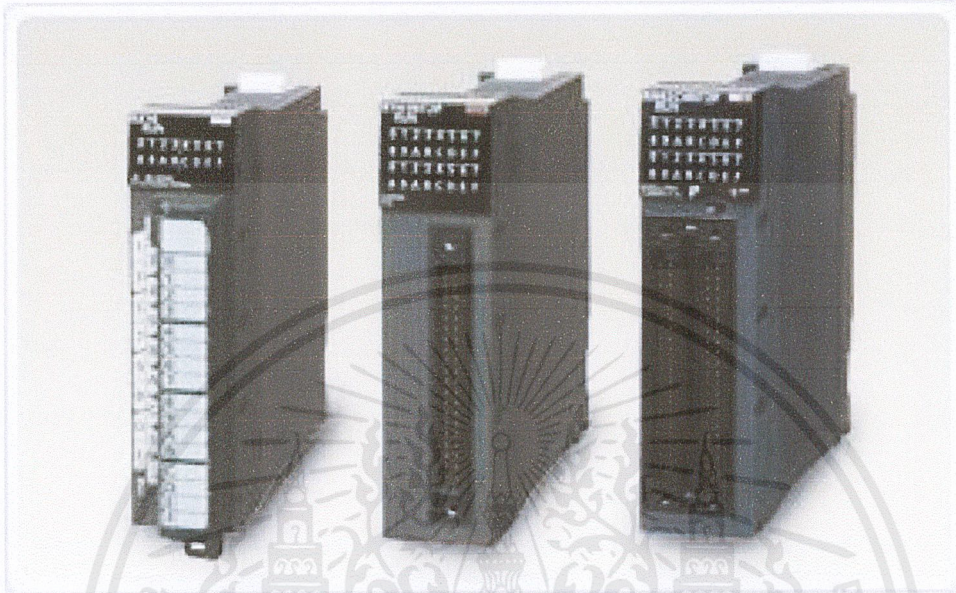


รูปที่ 2.25 แสดง CC-Link IE Field Communication Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 20:ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1.5 Digital Input / Output Unit

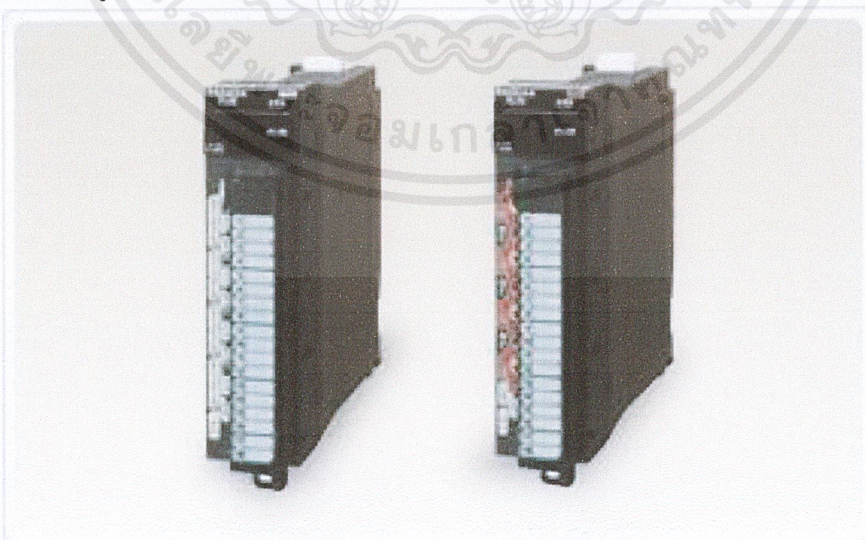
โมดูล I/O ดิจิตอลใช้เพื่อแสดงอินเทอร์เฟซของกระบวนการต่างๆ ไปยังตัวควบคุมการเชื่อมต่อเทอร์มินอลที่มีความหนาแน่นสูง (สูงสุด 64 จุด) ทำให้มีการออกแบบที่ประหยัดพื้นที่ภายในตู้ควบคุมได้มากขึ้น ซึ่งลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง



รูปที่ 2.26 แสดง Digital Input / Output Unit

### 2.5.1.6 Analog Input / Output Unit

ช่วงโมดูลอะนาล็อกของซีรีส์ MELSEC iQ-R มีความสัมพันธ์ต่างๆ เช่น การแปลงความเร็วสูง, ติดตั้งกับสัญญาณเอาต์พุตดิจิตอลที่มีความละเอียดสูง 32 บิต ซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลสัญญาณอะนาล็อกที่มีความแม่นยำสูง



รูปที่ 2.27 แสดง Analog Input / Output Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ **21** ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.2 HMI – Proface Operation Panel

จอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) เป็นจอสัมผัสแบบ HMI ในระบบอุตสาหกรรม โดย HMI ย่อมาจาก Human machine interface ความหมายคือจะเป็นการทำงานโดยสื่อสารกันระหว่างคนกับเครื่องจักร และแสดงในรูปแบบที่เป็นกราฟฟิกมากขึ้น โดยการทำงานสมัยก่อนของตัวจอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) จะเป็นแบบปุ่มกดแบบหน้าตู้ซึ่งเชื่อมต่อกับ PLC แต่จอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) ในปัจจุบันนี้สามารถเป็นรูปแบบของปุ่มกดหน้าตู้แบบกราฟฟิก (ไม่ได้เป็นปุ่มจริงๆ) ยกตัวอย่างเช่น บนหน้าจอของจอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) สามารถแสดงภาพของเครื่องสูบน้ำที่เชื่อมต่อกับท่อ แสดงการทำงานและปริมาณของน้ำที่กำลังสูบในท่อนั้นได้ และผู้ปฏิบัติงานยังสามารถสั่งเปิดปิดการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้ที่หน้าจอสัมผัส (Touch Screen Proface หรือ HMI Proface) เลย



รูปที่ 2.28 แสดงหน้าจอHMI ยี่ห้อ PROFACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในโครงการงาน

### 2.6.1 GX Works 3 Version 1.055H

GX Works3 ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับ PLC MELSEC iQ-F series กับ MELSEC iQ-R series การติดตั้ง GX Works3 แบบเต็มจะได้ GX Developer และ GX Works2 มาใช้กับ PLC รุ่นอื่นๆได้ ตัวอย่างการใช้งาน GX Works3 มีดังนี้

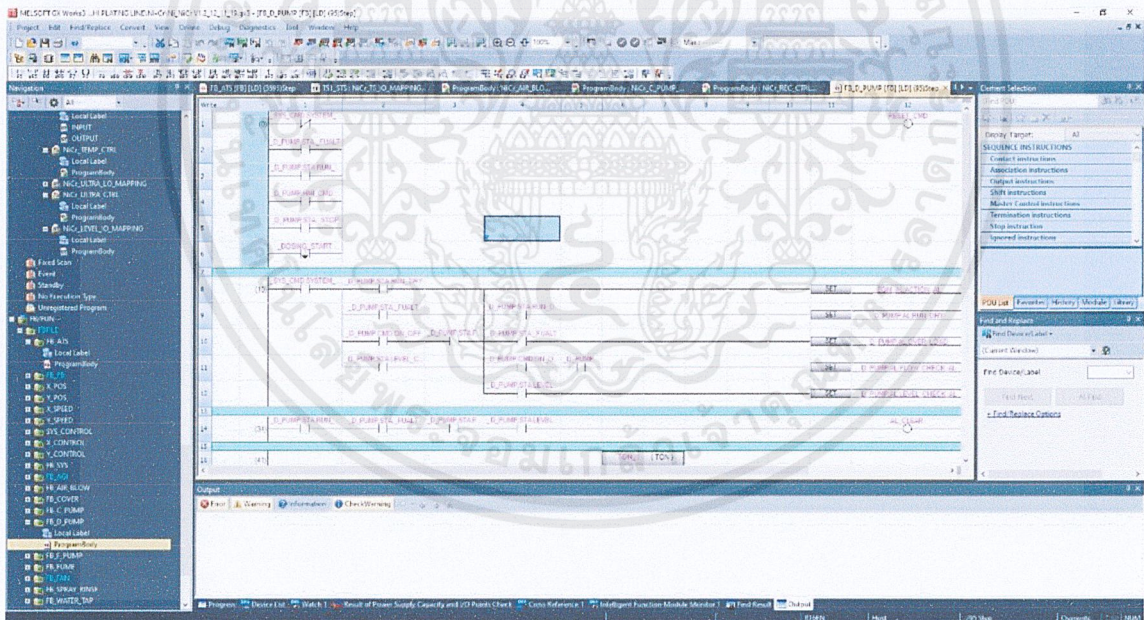
1) ใช้สร้างภาษาโปรแกรมของ PLC โดยเป็นโปรแกรมสำหรับผลิตโปรแกรมอีกที เช่นภาษา แลadder (Ladder Diagram) ภาษาแบบฟังก์ชันบล็อก (FB) เป็นต้น การเขียนโปรแกรมใกล้เคียงกับ GX Developer และ GX Works 2 แต่ GX Works 3 สามารถใช้แลadderพร้อมกับ Function Block Diagram/structure Ladder (FBD/FD) ตามมาตรฐาน IEC 61131-3 ได้

2) ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมไปยัง PLC หรืออ่านโปรแกรมจาก PLC

3) Monitor ดูสถานะของโปรแกรม เช่น circuit monitor, device monitor (ดูสถานะของอุปกรณ์) เป็นต้น

4) Debugging คือ ฟังก์ชันการแก้ปัญหา เช่น การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม PLC ว่ามีการทำงานปกติหรือผิดปกติ

5) Diagnostics คือ ฟังก์ชันสำหรับแสดงสถานะ Error ของ PLC

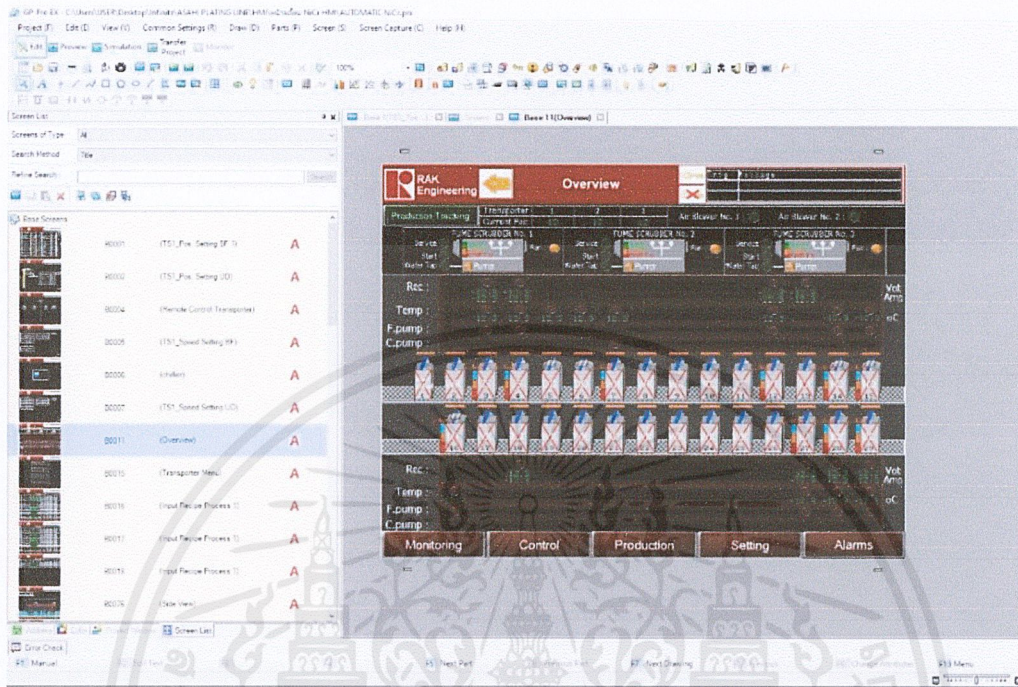


รูปที่ 2.29 แสดงตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม GX Works 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.6.2 GP-Pro EX Version 4.08

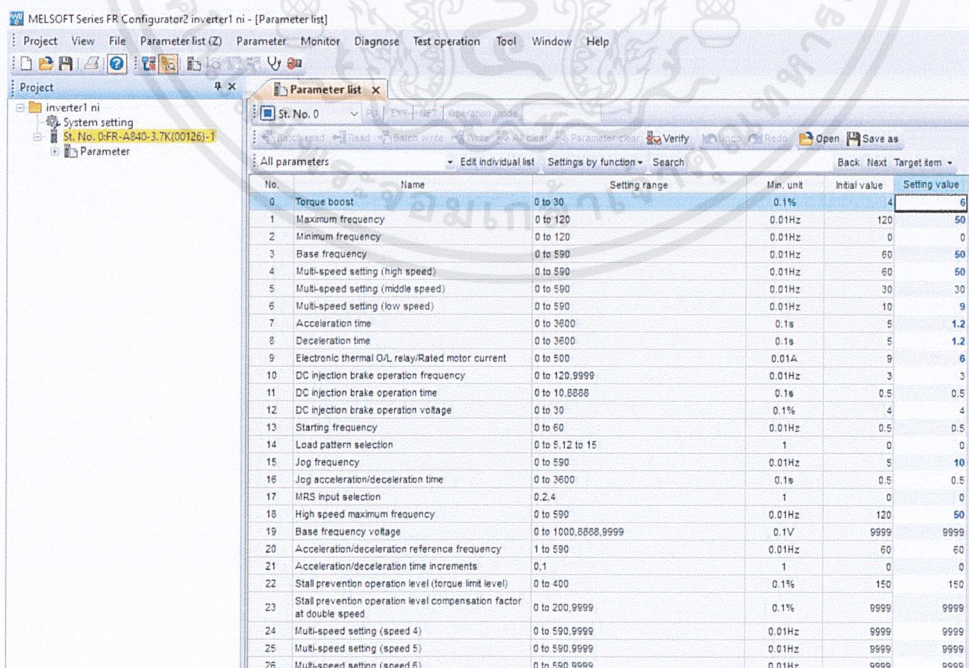
เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างและออกแบบหน้าจอ PROFACE เพื่อนำไปใช้เป็นระบบ HMI ทำหน้าที่สั่งการไลน์ซูปผ่านทางหน้าจอ PROFACE



รูปที่ 2.30 แสดงตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม GP-Pro EX

### 2.6.3 FR Configurator 2

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ให้กับ Inverter ของ Mitsubishi โดยในโปรเจกต์ใช้ Inverter รุ่น FR A840



รูปที่ 2.31 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม FR configurator 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

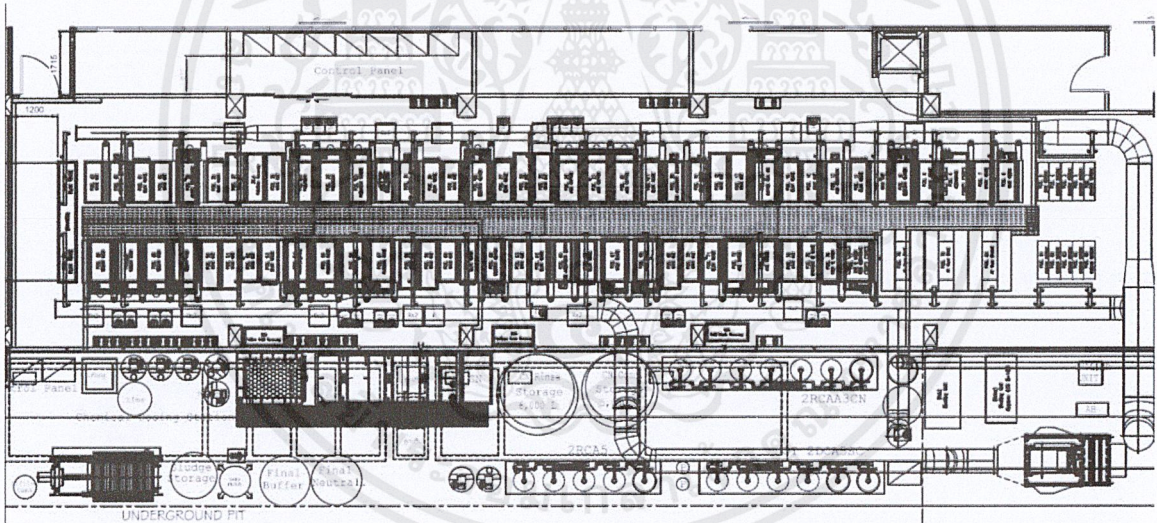
### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 ศึกษาโปรเจกต์เก่า

ก่อนที่จะเริ่มดำเนินงานสำหรับโปรเจกต์นี้ ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาโปรเจกต์เก่า โดยเป็นโปรเจกต์การสร้างระบบ PLC และ HMI ใช้สำหรับไลน์ซูปเช่นกัน เป็นไลน์ซูปทองของบริษัท แพนโดรา โพรดักชั่น จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องประดับและอัญมณีชื่อดังระดับโลก แต่จะมีความแตกต่างกับโปรเจกต์ไลน์ซูปนิกเกิลอยู่พอสมควร ในการศึกษาโปรเจกต์เก่านี้อาจแยกการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ

##### 3.1.1 Engineering Document

โดยในโปรเจกต์ไลน์ซูปทองของ Pandora นั้น จะใช้ PLC ยี่ห้อ Omron และใช้ Operation Panel ยี่ห้อ Proface เช่นเดียวกับโปรเจกต์ไลน์ซูปนิกเกิล แต่ในส่วนของกระบวนการซูปค่อนข้างที่จะแตกต่างกัน โปรเจกต์ไลน์ซูปทองของ Pandora นั้น จะถึงในกระบวนการซูปทั้งหมด 85 ถัง ใช้เครนทั้งหมด 8 ตัว ไลน์ซูปจะวนเป็นรูปตัว U เริ่มซูปที่ถังที่ 1 และสิ้นสุดที่ถังที่ 85 ดังรูป



รูปที่ 3.1 แสดง Layout ของไลน์ซูปทองอัตโนมัติ Pandora

จากนั้นทำการศึกษาลงรายละเอียดที่กระบวนการซูปโดยศึกษาจาก Process Sheet ซึ่งจะระบุ Sequence ในการซูป อุปกรณ์ทั้งหมดในไลน์ซูป อุปกรณ์ที่มีในแต่ละตำแหน่ง ขอบเขตของเครนที่สามารถเดินทางได้ อีกทั้งยังบอกเวลาในการซูปในแต่ละตำแหน่ง ซึ่ง Process Sheet ถือเป็นส่วนที่สำคัญมากในการเขียนโปรแกรม PLC เพราะเป็นเอกสารที่บอกรายละเอียดในกระบวนการซูปทุกอย่าง และข้อมูลที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 25 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POS.	PROCESS NAME	Transporter No.		Pipes Sequence	TIME	TEMP. (°C)	Current	Voltage	TANK		Water Tap	Water Temp.	Agitation	Spraying	REC.TOWER	BUX	FILTER	HEAT EXCH.	OXY. TANK	AUXILIARY	LARGE CHAMBER	SMALL CHAMBER	CHEMICALS	AND REMARKS
		ROW1	ROW2						Length	Width														
12	Load/Unload Transp.																							
13	Strip Clean																							
14	Strip Rinse																							
15	Strip Rinse																							
16	Strip Rinse																							
17	Strip Rinse																							
18	Strip Rinse																							
19	Strip Rinse																							
20	Strip Rinse																							
21	Strip Rinse																							
22	Strip Rinse																							
23	Strip Rinse																							
24	Strip Rinse																							
25	Strip Rinse																							
26	Strip Rinse																							
27	Strip Rinse																							
28	Strip Rinse																							
29	Strip Rinse																							
30	Strip Rinse																							
31	Strip Rinse																							
32	Strip Rinse																							
33	Strip Rinse																							
34	Strip Rinse																							
35	Strip Rinse																							
36	Strip Rinse																							
37	Strip Rinse																							
38	Strip Rinse																							
39	Strip Rinse																							
40	Strip Rinse																							
41	Strip Rinse																							
42	Strip Rinse																							
43	Strip Rinse																							
44	Strip Rinse																							
45	Strip Rinse																							
46	Strip Rinse																							

CO = OXY. WATER  
DI = DEIONIZED WATER  
RC = Reverse Osmosis WATER

RC=NON-CIRCULATION WATER  
RC=ON-CIRCULATION WATER

A=ACID  
AL=ALFALD  
POS=POSITION

MS=MILD STEEL  
SUS=STAINLESS STEEL  
TI=TITANIUM

TEP=TEP,OH  
HEATING  
C=COOLING  
Q=QUARTZ

F=FILTER  
P=PUMP  
EDU=REDUCTOR

AN=ANOD. S. AN. RINSE  
CN=CHINE. CN  
ON=ON. CN RINSE

รูปที่ 3.2 แสดง Process Sheet 1 ใน 2 หน้าของไลน์การชุบทองอัตโนมัติ Pandora

3.1.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

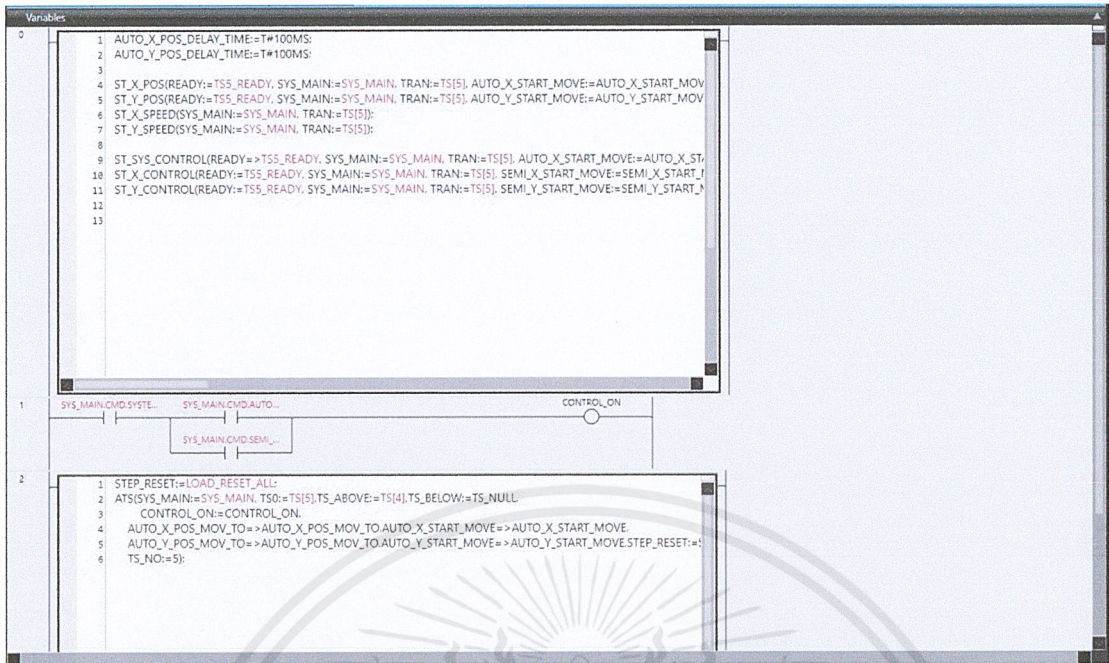
ในส่วนของการศึกษาซอฟต์แวร์นั้น จะศึกษาเฉพาะในส่วนของโปรแกรม PLC โดยในไลน์การชุบทองอัตโนมัติจะใช้ โปรแกรมในการเขียน PLC คือ Sysmac Studio ซึ่งเป็นโปรแกรมเขียน PLC ของ Omron โดยในโปรแกรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนหลักๆคือ 1. Configuration and Setup และ 2. Programming ซึ่งผู้จัดทำได้ศึกษาในส่วนของ Programming เป็นหลัก อาทิ Data Types เป็น Tags ที่ไว้ใช้สำหรับสื่อสารกันในโปรแกรม PLC

Name	Base Type	Offset Type	Offset Byte	Offset Bit	Comment
AGL_CMD	STRUCT	NU			
EMPTY	BOOL				
CN_OFF	BOOL				
SPEED1	BOOL				
SPEED2	BOOL				
SPEED3	BOOL				
BC_DATA	STRUCT	NU			
QR_NO	STRING[30]				
RACK1_NO	STRING[30]				
RACK1_TYPE	STRING[100]				
RACK1_SURFACE_AREA	STRING[30]				
RACK1_CON_SURFACE_AREA	STRING[30]				
RACK2_NO	STRING[30]				
RACK2_TYPE	STRING[100]				
RACK2_SURFACE_AREA	STRING[30]				
RACK2_CON_SURFACE_AREA	STRING[30]				
SURFACE_AREA_FOR_TIEM	STRING[30]				
TOTAL_SURFACE_AREA	STRING[30]				
PROJ_NO	STRING[30]				
V_C_DEN1	STRING[30]				
V_C_DEN2	STRING[30]				
V_C_DEN3	STRING[30]				
V_C_DEN4	STRING[30]				
V_C_DEN5	STRING[30]				
V_C_DEN6	STRING[30]				
V_C_DEN7	STRING[30]				
V_C_DEN8	STRING[30]				
V_C_DEN9	STRING[30]				
V_C_DEN10	STRING[30]				
V_C_DEN11	STRING[30]				
V_C_DEN12	STRING[30]				
Mode_1	STRING[30]				
Mode_2	STRING[30]				
Mode_3	STRING[30]				
Mode_4	STRING[30]				

รูปที่ 3.3 แสดงหน้า Structures Data Types ของโปรแกรม

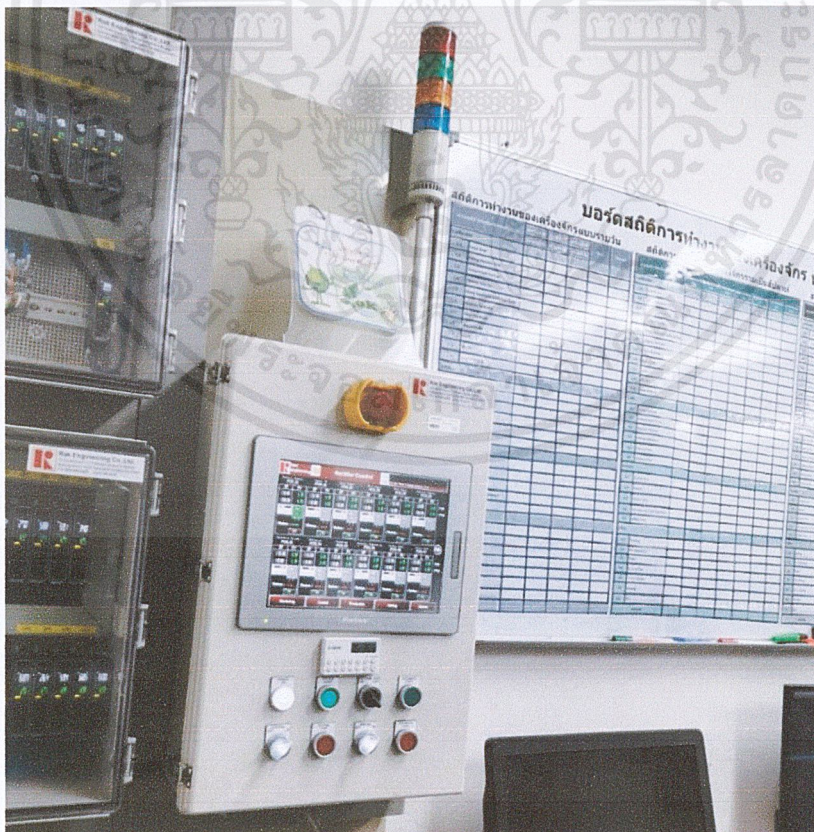
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 26. ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.6 แสดงส่วน POU ของครนตัวที่ 5 ซึ่งมีการเรียกฟังก์ชันต่างๆมาใช้

และเมื่อศึกษาในส่วนของเอกสารและโปรแกรมแล้ว ได้มีโอกาสไปศึกษาหน้างานจริงของ Pandora ซึ่งได้เห็นกระบวนการทำงานต่างๆ เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้มากขึ้น



รูปที่ 3.7 แสดง Operation Panel ของไลน์ซูปทออัตโนมัติ Pandora

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 28 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรเจค

เมื่อทำการศึกษาโปรเจคเก่าพอเป็นแนวทางแล้ว ทางผู้จัดทำได้เริ่มศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโปรเจคใหม่โดยทางบริษัท อินฟินิท จำกัด คอนโทรลได้รับงานมาจากบริษัท รัศม์ วิศวกรรม จำกัด ซึ่งเป็นผู้ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดในไลน์ชุบ และให้ทาง Infinite Control สร้างระบบ PLC และ HMI ขึ้นมา โดยทาง RAK Engineering จะเป็นผู้จัดหาอุปกรณ์และกำหนดสเปค โดยโปรเจคใหม่ที่ได้รับคือ ไลน์ชุบนิเกิลอัตโนมัติ ซึ่งมีไลน์ชุบทั้งหมด 3 ไลน์ แบ่งเป็น

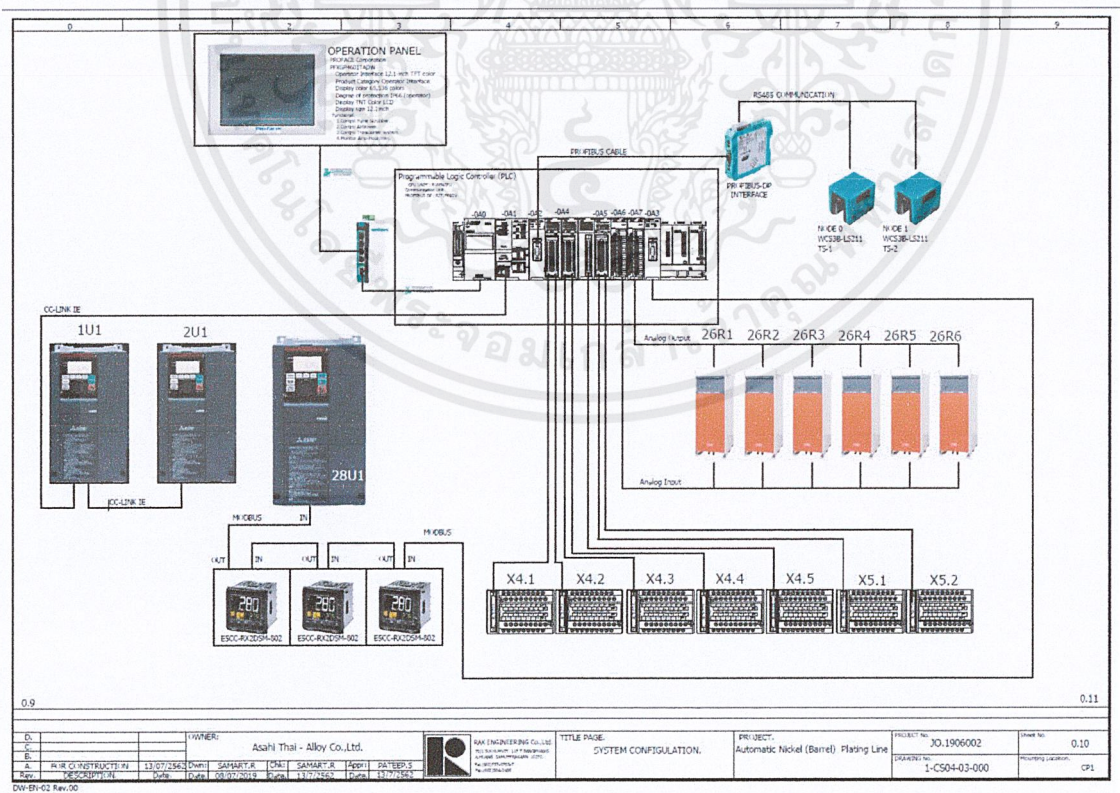
1. ไลน์ชุบนิเกิลอัตโนมัติที่ใช้เครนแบบ Rack (Automatic Nickel(Rack) Plating Line)
2. ไลน์ชุบนิเกิลโครเมียมอัตโนมัติที่ใช้เครนแบบ Rack (Automatic Ni/Cr(Rack) Plating Line)
3. ไลน์ชุบนิเกิลอัตโนมัติที่ใช้เครนแบบ Barrel (Automatic Nickel(Barrel) Plating Line)

โดยทั้ง 3 ไลน์นี้ไม่ได้เกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน จะใช้ PLC 2 ชุด ไลน์ชุบ Ni (Rack) และ Ni/Cr (Rack) จะใช้ PLC ร่วมกัน แต่แยกการควบคุมออกจากกัน และไลน์ชุบ Ni(Barrel) จะใช้ PLC 1 ชุด และทั้ง 3 ไลน์ชุบจะมีระบบ HMI แยกกัน 3 ระบบ มี Operation Panel 3 จอ

ก่อนที่จะทำการเขียนระบบ ต้องทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเพื่อให้เข้าใจรายละเอียดของกระบวนการและระบบควบคุม โดยมีเอกสารที่เกี่ยวข้องหลักๆดังนี้

#### 3.2.1 System Configuration

เป็นเอกสารที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างระบบ อาทิ PLC ที่ใช้ I/O Device และ HMI

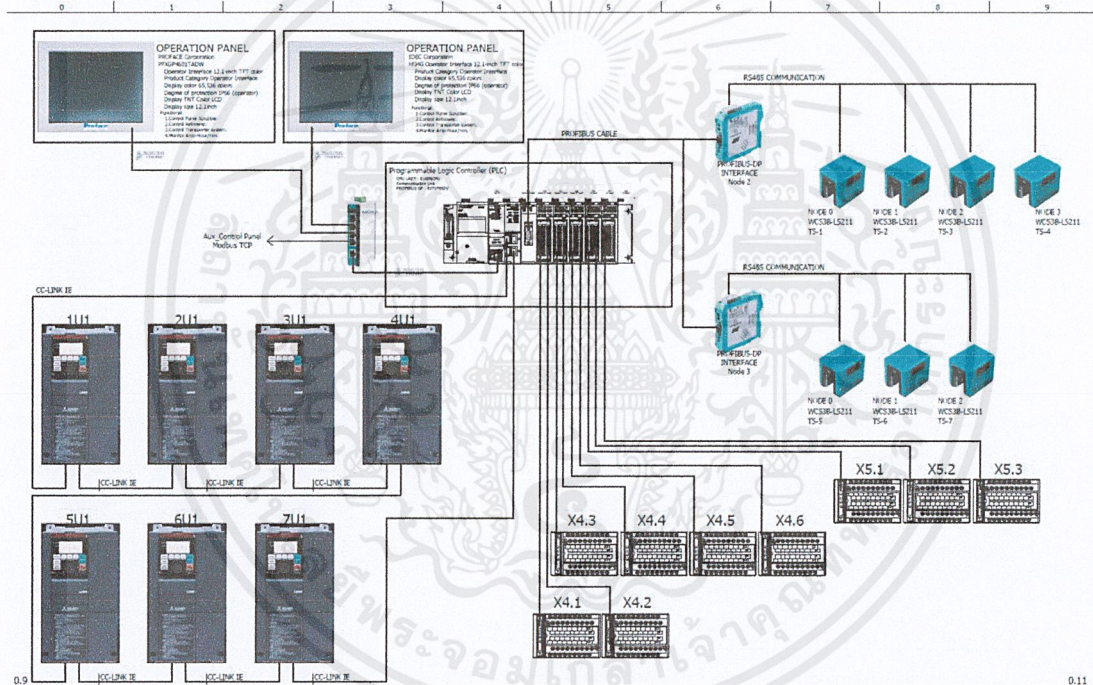


รูปที่ 3.8 แสดงเอกสาร System Configuration ของ ไลน์ชุบ Nickel (Barrel)

จากรูปที่ 3.8 จะแสดงให้เห็นถึงยี่ห้อของ PLC ซึ่งจะใช้ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi MELSEC iQ-R series รุ่น R04EN โดยจะมีหน่วยความจำที่เล็กกว่ารุ่น R16EN จะมี Protocol ที่ใช้คือ Profibus D/P ซึ่งจะเป็นการสื่อสารระหว่าง PLC กับ Profibus Interface ซึ่งแปลงสัญญาณมาจาก RS485 ซึ่งรับสัญญาณมาจาก Sensors แสกนบาร์โค้ดบอกระยะของเครนแต่ละตัว ซึ่งจากภาพที่ 3.8 จะเห็นได้ว่ามี Sensors ตัว จากเครน 2 ตัว โดยการใช้ Profibus Communication สำหรับ PLC Mitsubishi นั้นต้องมีการเพิ่ม Module สำหรับ Profibus Module โดยเฉพาะ

Protocol ที่ใช้ลำดับถัดไปคือ CC Link IE ซึ่งเป็น Protocol ของ Mitsubishi Electric เป็นการสื่อสารกันระหว่าง PLC กับ Invertor ของเครนแต่ละตัว ส่วนการสื่อสารระหว่าง PLC กับ Temperature Control และ Inverter ของ Fume Scrubber จะใช้ Modbus เป็น Protocol ในการสื่อสาร

และในการสื่อสารกับ Operation Panel จะใช้ Ethernet ในการสื่อสาร โดย Operation Panel จะใช้ยี่ห้อ Proface ขนาด 12.1 นิ้ว



OWNER: Asahi Thai - Alloy Co., Ltd.		TITLE PAGE: SYSTEM CONFIGURATION.		PROJECT: Automatic Ni/Ni-Cr (Rack) Flaring Line		PROJECT No.: 30.1906001		DRAW No.: 1-C504-03-000		DRAWING LAYOUT: CPL	
DATE: 11/30/19		DATE: 11/30/19		DATE: 11/30/19		DATE: 11/30/19		DATE: 11/30/19		DATE: 11/30/19	

รูปที่ 3.9 แสดงเอกสาร System Configuration ของไลน์ซูป Ni/Ni-Cr ในส่วนของ Main Base

จากรูปที่ 3.9 จะแสดงให้เห็นถึงยี่ห้อของ PLC ซึ่งจะใช้ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi MELSEC iQ-R series รุ่น R16ENCPU ซึ่ง PLC 1ชุด จะควบคุมไลน์การซูป 2 ไลน์คือ ไลน์ซูป Ni และไลน์ซูป Ni-Cr ซึ่งจากรูปที่ 3.9 จะเป็นในส่วนของ Main Base จะมี I/O ในส่วนของ เครน, System, Inverter และ HMI ซึ่งจะใช้หน้าจอ HMI แยกกัน ไลน์ซูป



ELECTROPLATING SPECIFICATION SHEET

PROJECT: AUTOMATIC NICKEL (RACK) PLATING LINE  
 CALCULATION FOR: Ashin-Thai Alloy Co., Ltd.

TRAK ENGINEERING CO., LTD.  
 Revision: 1.0  
 Date: August 9, 2018  
 Page 1 of 1

POS	PROCESS NAME	Temperature (°C)	Time (min)	Temp (°C)	Acid	TANK				WATER TAP	AGITATION	SPRINKLING	RECYCLER	FILTER/PUMP				HEAT/COOL	CITY WATER	CONSUMPTION	REMARKS			
						Material	Volume (Lit)	Temp (°C)	Temp (°C)					Material	Volume (Lit)	Material	Volume (Lit)					Material	Volume (Lit)	Material
1	LOAD UNLOAD																							
2	Water Rinse																							
3	1.5 STEP		1.5	RT	ACID	20	1	1000	1800	1500	PP	1500	2.675	0	RD	Alu								
4	2.0 STEP		2.0	RT	ACID	20	1	1000	1800	1500	PP	1500	2.675	0	RD	Alu								
5	3.0 STEP		3.0	RT	ACID	20	1	1000	1800	1500	PP	1500	2.675	0	RD	Alu								
6	HOT WATER RINSE		1	60			1	500	1800	1500	SS304	1400	1.260	0	RD	Alu								
7	Water Rinse (In Tank)		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1700	1.540	0	RD	Alu								
8	Water Rinse (In Tank)		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1600	1.520	0	RD	Alu								
9	RO/TREATMENT		40	RT	ACID		1	500	1800	1500	PP	1300	1.215	18	RD	Alu								
10	HOT DECAIRING		1	60	ALK	2	1	1000	1800	1500	SS304	1300	1.215	0	RD	Alu								
11	ULTRASONIC 1		1	RT	ALK	2	1	1000	1800	1500	SS304	1300	1.215	0	RD	Alu								
12	ULTRASONIC 2		1	RT	ALK	2	1	1000	1800	1500	SS304	1300	1.215	0	RD	Alu								
13	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
14	ELECTRO DECAIRING		1	RT	ALK	2	1	1000	1800	1500	PP	1300	1.215	0	RD	Alu								
15	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1300	1.215	0	RD	Alu								
16	ACID DIP		30	RT	ACID		1	500	1800	1500	PP	1300	1.215	0	RD	Alu								
17	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
18	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
19	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
20	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
21	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
22	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
23	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu								
24	RECOVERY		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	18	RD	Alu								
25	DEM-BRIGHT N.A.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu							
26	DEM-BRIGHT N.B.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu							
27	DEM-BRIGHT N.C.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu							
28	DEM-BRIGHT N.D.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu							
29	SLUMP TANK							1000	1200	1200	PP	1100	1.900	0	RD	Alu								
- MAINTENANCE TANK								200	1000	1000	PP	1500	1.600	0	RD	Alu								
For Semi-Strip Nickel 1								200	1000	1000	PP	1500	1.600	0	RD	Alu								
For Semi-Strip Nickel 2								200	1000	1000	PP	1500	1.600	0	RD	Alu								

CW = CITY WATER  
 DW = DEIONIZED WATER  
 RW = RECYCLATION WATER  
 CA = CALICHE  
 AN = ANODE  
 ME = MICHROMER  
 MS = MILD STEEL  
 SS = STAINLESS STEEL  
 T = TITANIUM  
 H = HEATING  
 C = COOLING  
 G = GATE  
 F = FILTER  
 P = PUMP  
 EDU = EDUCATOR  
 HM = HEAVY METAL  
 HMH = NON-HEAVY METAL  
 CH = CHANGE

รูปที่ 3.11 แสดง Process Sheet ของ Automatic Nickel (Rack) Plating Line

ELECTROPLATING SPECIFICATION SHEET

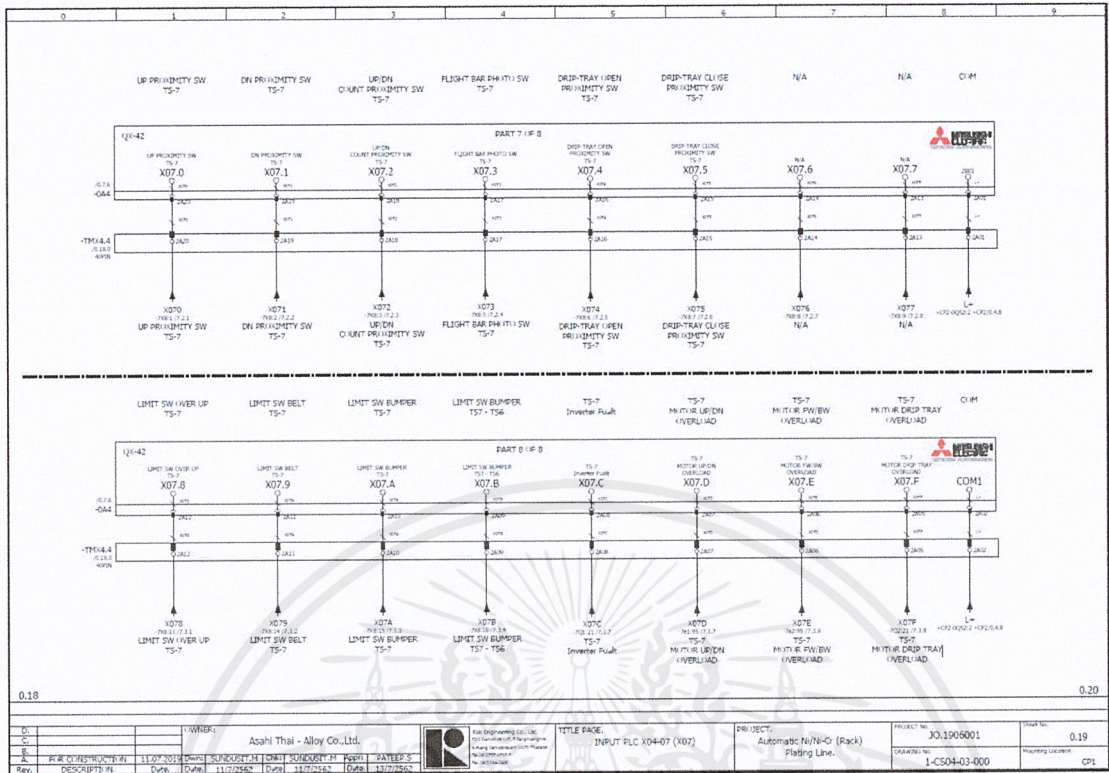
PROJECT: AUTOMATIC Ni/Cr (RACK) PLATING LINE  
 CALCULATION FOR: Ashin-Thai Alloy Co., Ltd.

TRAK ENGINEERING CO., LTD.  
 Revision: 1.0  
 Date: August 9, 2018  
 Page 1 of 1

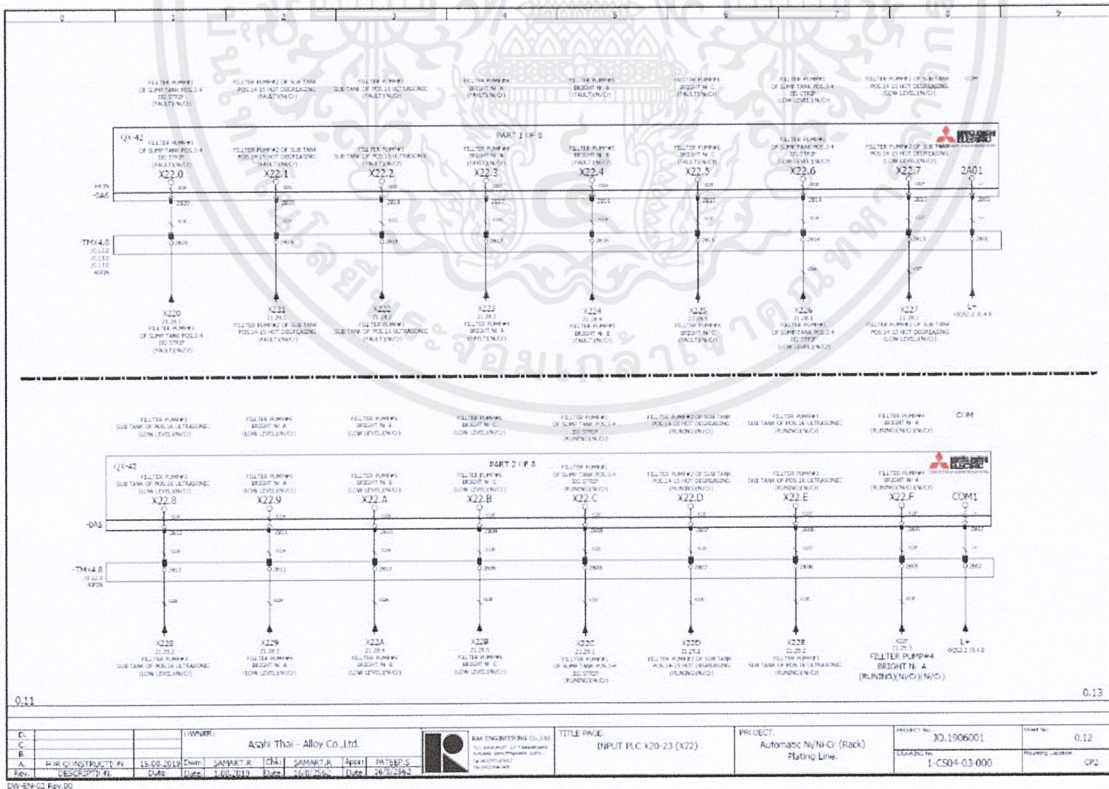
POS	PROCESS NAME	Temperature (°C)	Time (min)	Temp (°C)	Acid	TANK				WATER TAP	AGITATION	SPRINKLING	RECYCLER	FILTER/PUMP				HEAT/COOL	CITY WATER	CONSUMPTION	REMARKS		
						Material	Volume (Lit)	Temp (°C)	Temp (°C)					Material	Volume (Lit)	Material	Volume (Lit)					Material	Volume (Lit)
1	LOAD UNLOAD																						
2	Water Rinse																						
3	1.5 STEP		1.5	RT	ACID	20	1	1000	1800	1500	PP	1500	2.675	0	RD	Alu							
4	2.0 STEP		2.0	RT	ACID	20	1	1000	1800	1500	PP	1500	2.675	0	RD	Alu							
5	3.0 STEP		3.0	RT	ACID	20	1	1000	1800	1500	PP	1500	2.675	0	RD	Alu							
6	HOT WATER RINSE		1	60			1	500	1800	1500	SS304	1400	1.260	0	RD	Alu							
7	Water Rinse (In Tank)		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1700	1.540	0	RD	Alu							
8	Water Rinse (In Tank)		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1600	1.520	0	RD	Alu							
9	RO/TREATMENT		40	RT	ACID		1	500	1800	1500	PP	1300	1.215	18	RD	Alu							
10	HOT DECAIRING		1	60	ALK	2	1	1000	1800	1500	SS304	1300	1.215	0	RD	Alu							
11	ULTRASONIC 1		1	RT	ALK	2	1	1000	1800	1500	SS304	1300	1.215	0	RD	Alu							
12	ULTRASONIC 2		1	RT	ALK	2	1	1000	1800	1500	SS304	1300	1.215	0	RD	Alu							
13	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
14	ELECTRO DECAIRING		1	RT	ALK	2	1	1000	1800	1500	PP	1300	1.215	0	RD	Alu							
15	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1300	1.215	0	RD	Alu							
16	ACID DIP		30	RT	ACID		1	500	1800	1500	PP	1300	1.215	0	RD	Alu							
17	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
18	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
19	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
20	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
21	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
22	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
23	Water Rinse		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	0	RD	Alu							
24	RECOVERY		1	RT			1	500	1800	1500	PP	1400	1.260	18	RD	Alu							
25	DEM-BRIGHT N.A.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu						
26	DEM-BRIGHT N.B.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu						
27	DEM-BRIGHT N.C.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu						
28	DEM-BRIGHT N.D.		1	RT	SS	ACID	3	1	700	1800	1500	PP	1300	1.700	0	RD	Alu						
29	SLUMP TANK							1000	1200	1200	PP	1100	1.900	0	RD	Alu							
- MAINTENANCE TANK								200	1000	1000	PP	1500	1.600	0	RD	Alu							
For Semi-Strip Nickel 1								200	1000	1000	PP	1500	1.600	0	RD	Alu							
For Semi-Strip Nickel 2								200	1000	1000	PP	1500	1.600	0	RD	Alu							

CW = CITY WATER  
 DW = DEIONIZED WATER  
 RW = RECYCLATION WATER  
 CA = CALICHE  
 AN = ANODE  
 ME = MICHROMER  
 MS = MILD STEEL  
 SS = STAINLESS STEEL  
 T = TITANIUM





รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่าง I/O List ในส่วนของ Transporter (มอเตอร์)



รูปที่ 3.16 แสดงตัวอย่าง I/O List ในส่วนของ Equipment ต่าง ๆ

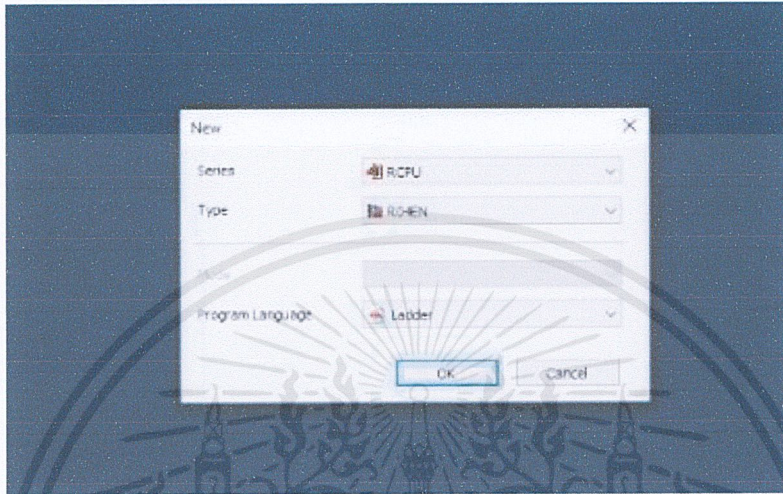
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมควบคุมให้กับ PLC

โดยในโปรเจกต์นี้มีไลน์ซัพทั้งหมด 3 ไลน์ แต่ใช้ PLC 2 ตัว โดยในไลน์ Ni (Barrel) จะใช้ PLC แยก 1 ตัว ไลน์ Ni และ Ni/Cr จะใช้ PLC ร่วมกัน โดยต้องใช้โปรแกรมร่วมกันแต่แยกการควบคุมออกจากกัน

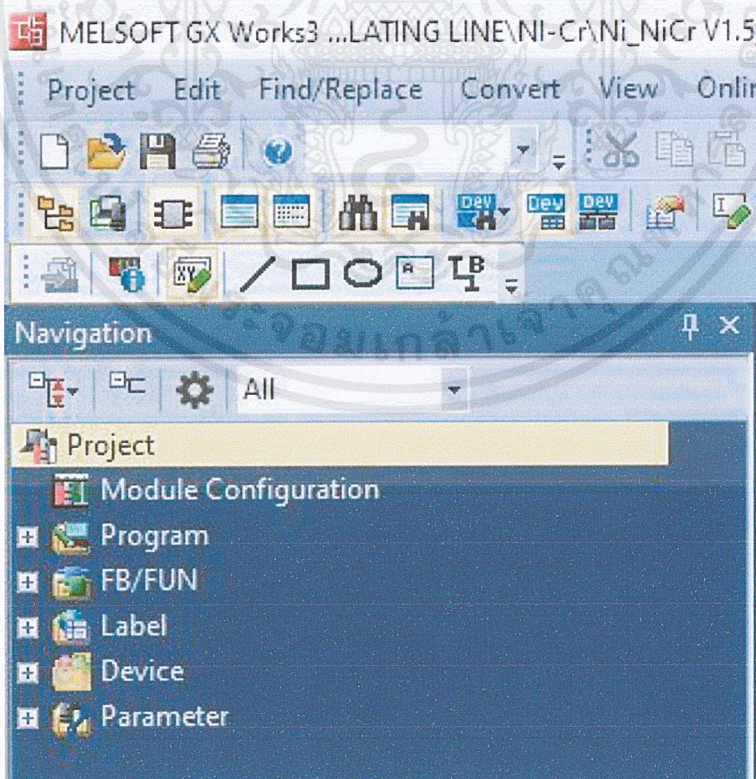
#### 3.3.1 การ Configuration PLC

1. สร้างโปรเจกต์ขึ้นมา จากนั้นจะมี Pop-up ขึ้นมาให้เลือก Series และรุ่นของ PLC ภาษาที่ใช้เขียน



รูปที่ 3.17 แสดง Pop-up ที่ขึ้นมาให้เลือกรุ่น PLC

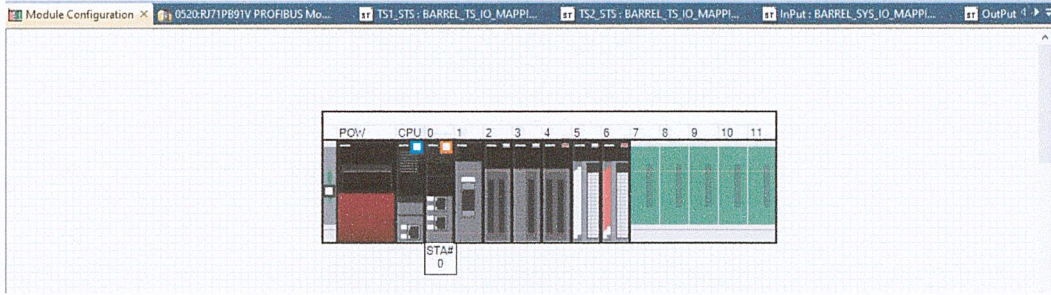
2. Configuration PLC โดยเข้าไปที่หน้าต่าง Navigation จากนั้นเลือก Module Configuration



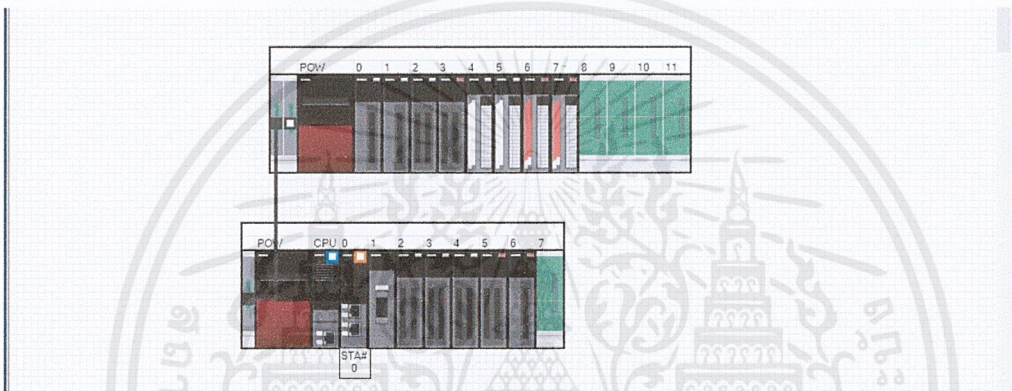
รูปที่ 3.18 แสดงหน้า Navigation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การ Configuration PLC โดยขั้นแรกต้องสร้าง Module ต่างๆ ให้เหมือนกับในเอกสาร System Configuration ซึ่งในเอกสารจะมีบอกรายละเอียดรุ่นของ Module

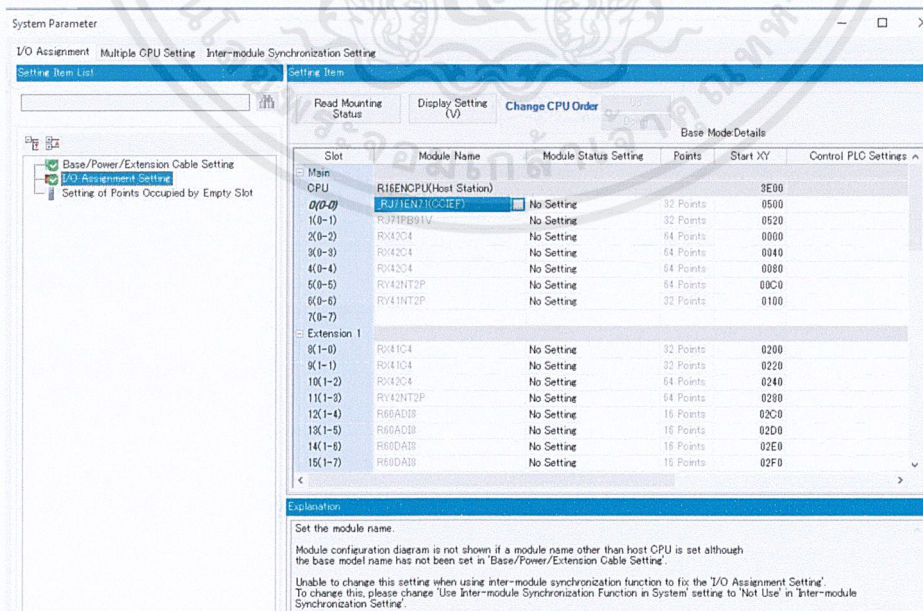


รูปที่ 3.19 แสดง PLC Configuration ของไลน์ Ni (Barrel)



รูปที่ 3.20 แสดง PLC Configuration ของไลน์ Ni/Ni-Cr (Rack)

จากนั้นทำการ Setting I/O Point ในแต่ละ Module ซึ่งจะอยู่ใน Navigator – Parameter – System Parameter – I/O Assignment Setting จากนั้นทำการตั้งค่า Start XY ให้เหมือนกับเอกสาร I/O List

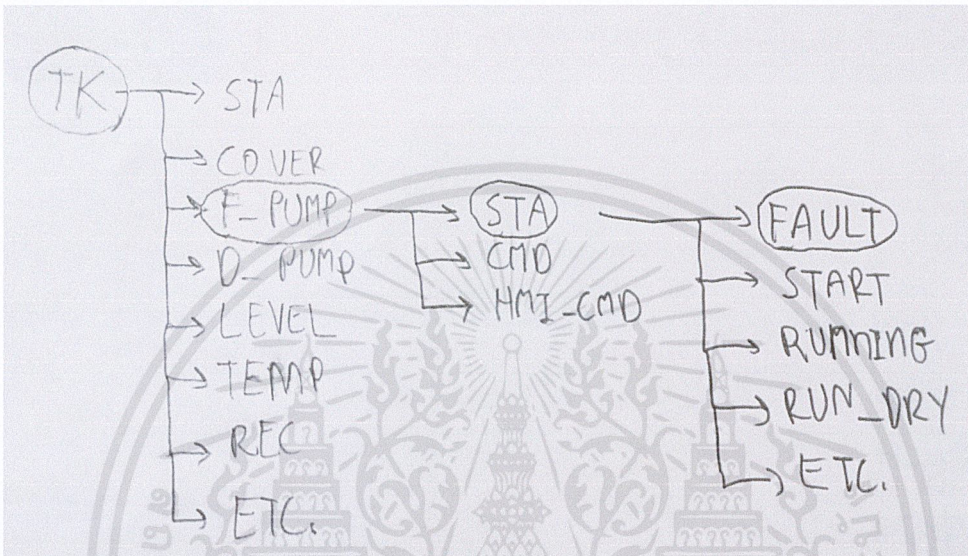


รูปที่ 3.21 แสดงการตั้งค่า I/O Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 36 ศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 สร้าง Structure Data Types

ทำการสร้าง Structure Data Types โดยอ้างอิงข้อมูลจากโปรเจก Pandora Gold Plating Line โดยนำมาดัดแปลงจากโปรแกรม PLC Omron มาเป็นของ Mitsubishi ซึ่งขั้นตอนการสร้างจะไปที่หน้า Navigator - Label - Structure Data Types ซึ่ง Structure Data Types จะมี Label ดึงไปใช้ในส่วน ของโปรแกรม PLC โดยสามารถสร้าง Label ซ้อนกันได้เป็น Structure เช่นสถานะ Fault ของ Filter Pump ในถังที่ 18 จะใช้ Label เป็น TK[18].F\_PUMP.STA.FAULT ซึ่งเป็น Data types ที่ซ้อนกันเป็น Structure



รูปที่ 3.22 แสดงโครงสร้าง Structure Data Types ของ TK[18].F\_PUMP.STA.FAULT

Label Name	Data Type	Comment
1 STA	sTK_STA	...
2 COVER	sCOVER	...
3 C_PUMP	sC_PUMP	...
4 F_PUMP	sF_PUMP	...
5 D_PUMP	sD_PUMP(1..2)	...
6 LEVEL	sLEVEL	...
7 REC	sRECTIFIER	...
8 TEMP	sTEMPERATURE	...
9 AGI	sAGITATOR	...
10 WATER_TAP	sWATER_TAP	...
11 SPRAY_RINSE	sRINSE_MASTER	...
12 FB_IDX	Word [Signed]	...
13 FB_IDX_BOOK	Word [Signed]	...
14 QR_NO	String(30)	...
15 LOAD_ID	Double Word [Signed]	...
16 DTY_EN	Bit	...
17 USE_TM	sTM	...
18		...
19		...

รูปที่ 3.23 แสดง Structure Data Types ของ sTK

### 3.3.3 สร้าง Global Variable

ในการสร้าง Global Variable นั้น จะมีทั้งในส่วน Label ที่สร้างมาจาก I/O List และ Label ที่จะดึง Structure Data Types จาก PLC ไปใช้

Label Name	Data Type	Class	Assign (Device/Label)
181 Ni_SYS_SYSTEM_STR_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X2
182 Ni_SYS_SYSTEM_STP_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X3
183 Ni_SYS_RUN_CONT_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X4
184 Ni_SYS_MAN_MODE_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X5
185 Ni_SYS_AUTO_STR_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X6
186 Ni_SYS_AUTO_STP_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X7
187 Ni_SYS_AL_STP_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X8
188 Ni_SYS_PRO_RST_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X9
189 Ni_SYS_READY_TO_LD_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X0A
190 Ni_SYS_RUN_IDEL_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X0B
191 Ni_SYS_UNLD_READY_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X0C
192 Ni_SYS_EMER_STP_CTRL_PANEL_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X0D
193 Ni_SYS_EMER_STP_CTRL_PANEL_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X0E
194 Ni_TS1_UP_PROX_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X10
195 Ni_TS1_DN_PROX_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X11
196 Ni_TS1_UP_DN_ENCODER_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X12
197 Ni_TS1_FLIGHT_BAR_PHOTO_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X13
198 Ni_TS1_OVTRL_UP_LIMIT_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X18
199 Ni_TS1_BELT_LIMIT_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X19
200 Ni_TS1_BUMP_LIMIT_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X1A
201 Ni_TS1_INV_FAULT_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X1B
202 Ni_TS1_MOTOR_UP_DN_OVLD_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X1C
203 Ni_TS1_MOTOR_FW_BW_OVLD_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X1D
204 Ni_TS2_UP_PROX_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X20
205 Ni_TS2_DN_PROX_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X21
206 Ni_TS2_UP_DN_ENCODER_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X22
207 Ni_TS2_FLIGHT_BAR_PHOTO_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X23
208 Ni_TS2_OVTRL_UP_LIMIT_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X28
209 Ni_TS2_BELT_LIMIT_SW_STS	Bit	VAR_GLOBAL	X29

รูปที่ 3.24 แสดง Label ที่สร้างมาจาก I/O List ซึ่งจะต้องมีการใส่ Address ที่จะเข้า I/O Module

จากรูปที่ 3.24 จะเป็น Label ที่อยู่ในหน้า Global Variable ที่มีการสร้างโดยอ้างอิงจากเอกสาร I/O List ซึ่งจะบอกว่า I/O ที่เข้ามาเป็นของอุปกรณ์ใด และของไลน์ชุดใด เข้ามาที่ Address ใดในหน้า Module I/O เช่น Label ที่ 181 Ni\_SYS\_SYSTEM\_STR\_STS อธิบายคือ เป็น I/O ประเภท Status (Input) ชื่อว่า System Start ของไลน์ชุด Ni ที่ Address X2 ประเภทของ Label คือ BOOL

Label Name	Data Type	Class	Assign (Device/Label)
544 Ni_AIR_BLOWR	sAIR_BLOWER(1, 2)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
545 Ni_AIR_BLOWR	sAIR_BLOWER(1, 2)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
546 Ni_EGM_AL	sALARMS	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
547 Ni_EGM_AL	sALARMS	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
548 Ni_ULTRA	sF_PUMP	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
549 Ni_ULTRA	sF_PUMP(1, 2)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
550 Ni_FB_DA_LD	sFB_DA	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
551 Ni_FB_DA_ULD	sFB_DA	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
552 Ni_FB_DA_LD	sFB_DA	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
553 Ni_FB_DA_ULD	sFB_DA	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
554 Ni_FB_DA	sFB_DA(0, 29)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
555 Ni_FB_DA	sFB_DA(0, 29)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
556 Ni_FUME_SCRB	sFUME_SCRUBBER(1, 3)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
557 Ni_FUME_SCRB	sFUME_SCRUBBER(1, 3)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
558 Ni_HMI_PRO_MODEL	sPRO_MO	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
559 Ni_HMI_PRO_MODEL	sPRO_MO	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
560 Ni_PRO_MODEL	sPRO_MO(0, 30)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
561 Ni_PRO_MODEL	sPRO_MO(0, 30)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
562 Ni_PRO_SEQ	sPRO_SEQ(0, 30)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
563 Ni_PRO_SEQ	sPRO_SEQ(0, 30)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
564 Ni_SYS_MAIN	sSYS	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
565 Ni_SYS_MAIN	sSYS	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
566 Ni_TK	sTK(0, 29)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
567 Ni_TK	sTK(0, 29)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
568 Ni_HMI_PRODUCT_NAME	String(15)	VAR_GLOBAL	
569 Ni_HMI_PRODUCT_NAME	String(15)	VAR_GLOBAL	
570 Ni_TS	sTS(0, 4)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
571 Ni_TS	sTS(0, 4)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting
572 Ni_Q_DATA	sTS_Q_DATA(0, 4)	VAR_GLOBAL	Detailed Setting

รูปที่ 3.25 แสดง Label ที่ดึง Structure Data Types มาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

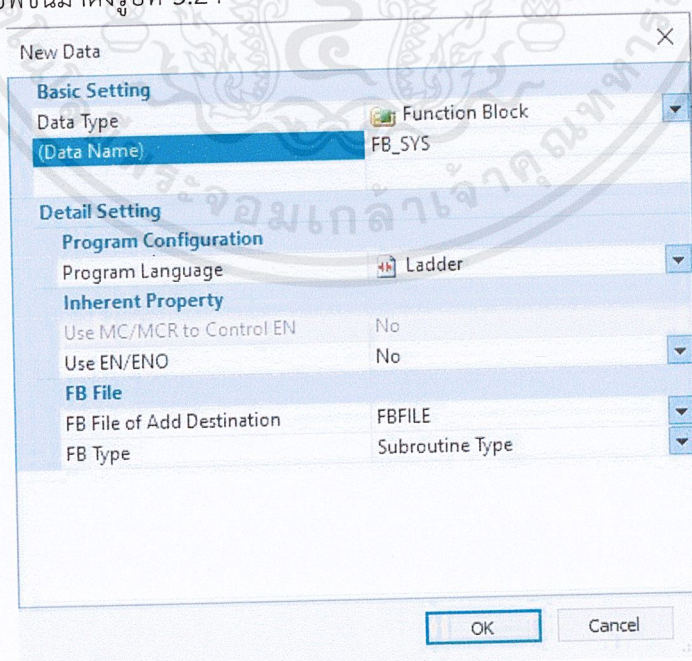
จากรูปที่ 3.25 จะเป็น Label ที่อยู่ในหน้า Global Variable ที่มีการสร้างเพื่อจุดประสงค์ต้องการเรียกใช้ Structure Data Types ที่สร้างในโปรแกรม โดยยกตัวอย่างเช่น Label ที่ 570 ชื่อ Ni\_TS มี Data Type เป็น sTS(0..4) ซึ่งเป็น Structure Data Types ที่สร้างไว้ โดยที่ชื่อมีกำกับไว้ว่า เป็น Label ที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมของไลน์ซูป Ni และ Label ที่ 571 ชื่อ NiCr\_TS มี Data Type เป็น sTS(0..4) ซึ่งเป็น Structure Data Types ที่สร้างไว้ โดยที่ชื่อมีกำกับไว้ว่า เป็น Label ที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมของไลน์ซูป Ni-Cr

เหตุที่ต้องแยก Label เป็น Ni และ Ni-Cr เพราะว่ามีการใช้ PLC ร่วมกันใน 2 ไลน์ซูป จึงต้องใช้เขียนโปรแกรมร่วมกัน แต่ในโปรแกรมจะแยกการควบคุมเป็น 2 ชุด ทำให้ต้องมีการแยก Label เป็น Ni และ Ni-Cr

### 3.3.4 สร้าง Function Block Unit

ในการสร้าง Function Block Unit ในส่วนของ Equipment และ System จะอ้างอิงรูปแบบเดิมจาก Pandora Gold Plating Line เนื่องจากในส่วนนี้การทำงานจะคล้ายคลึง แต่สำหรับในส่วน Function Block Unit การทำงานของเครนนั้นจะต้องเปลี่ยนแปลงจากของเดิมค่อนข้างมาก เนื่องจากโปรเจกต์เก่า Pandora Gold Plating Line เครนจะเดินทางเป็นรูปตัว U จุด Load ขึ้นงานจะอยู่ที่ Position แรก และจุด UnLoad ขึ้นงานจะอยู่ที่ Position สุดท้าย ทำให้ Sequence การซูปจะเรียงจาก Position น้อยไปมาก แต่โปรเจกต์ใหม่ Asahi Nickel Plating Line เครนจะเดินทางไปและกลับ จุด Load/UnLoad ขึ้นงานจะอยู่จุดเดียวกัน ทำให้ Sequence การซูปจะไม่เรียงจาก Position น้อยไปมาก ดังนั้นต้องทำการสร้าง Function Block Unit ของเครนใหม่

สำหรับการสร้าง Function Block Unit จะไปที่หน้าต่าง Navigator – FB/FUN – คลิกขวา – New Data จะแสดงป๊อปอัพขึ้นมาดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.26 แสดงหน้าต่างป๊อปอัพสร้าง Function Block

โดยจากรูปที่ 3.24 จะสามารถตั้งชื่อและเลือกภาษาที่ใช้เขียนได้ โดยในที่นี้จะแสดงตัวอย่างการสร้าง ฟังก์ชันการควบคุมระบบ (FB\_SYS) โดยใช้ภาษา Ladder Diagram

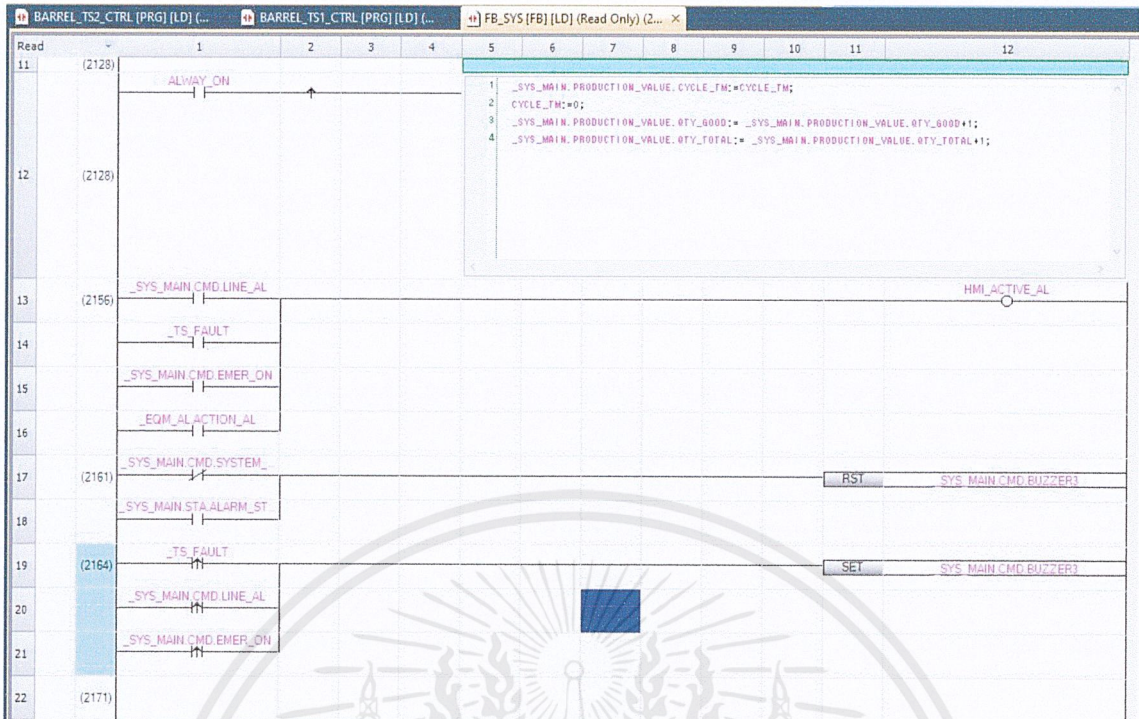
สำหรับขั้นตอนการสร้าง FB\_SYS จะต้องสร้าง Local Label ที่ใช้ในฟังก์ชันก่อน ซึ่งจะอ้างอิงมาจากโปรเจค Pandora Gold Plating Line

	Label Name	Data Type	Class	Comment
1	_SYS_MAIN	sSYS	VAR_IN_OUT	
2	_TS_FAULT	Bit	VAR_INPUT	
3	_TEMP_AL	Bit	VAR_INPUT	
4	_EQM_AL	sALARMS	VAR_IN_OUT	
5	HMI_ACTIVE_AL	Bit	VAR_IN_OUT	
6	TEST_SYS_NO	Bit	VAR	
7	MANUAL_MODE_R_TRIG	R_TRIG	VAR	
8	CYCLE_TM	Double Word [Signed]	VAR	
9	R_TRIG1S	R_TRIG	VAR	
10	cDate Time	Word [Signed](0..6)	VAR	
11	cDate Time Str	String(30)	VAR	
12	tTime	Word [Signed](0..2)	VAR	
13	tTime Str	String(10)	VAR	
14				
15				
16				
17				

รูปที่ 3.27 แสดง Local Label FB\_SYS

โดยการสร้าง Function Block Unit จะสร้างให้มีพื้นฐานเดียวกันทั้งหมด คือทั้ง 3 ไหล่ซูปจะใช้ Function Block Unit เหมือนกันทั้งหมด แต่แตกต่างกันในส่วน Program Unit ดึง Function Block ดึงนั้นในส่วน Label ที่ดึง Structure Data Types มาใช้นั้น จะยังไม่สามารถเจาะจง Label ที่ดึงมาได้ว่าจะเป็นของไหลซูปไหน จึงต้องทำการสร้าง Local Label ประเภท VAR\_IN\_OUT เปรียบเสมือน Label พัก ได้เจาะจงว่าเป็น Label ของไหลซูปไหน เพื่อกำหนดนำไปใช้ในส่วน Program Unit

และเมื่อสร้าง Local Label แล้ว ต่อไปจะเป็นการสร้างในส่วน Program Body ซึ่งใน Function Block ที่ยกตัวอย่างมาคือ FB\_SYS จะทำการอ้างอิงรูปแบบมาจากโปรเจคเก่า โดยใน Function Block ส่วนใหญ่จะใช้พื้นฐานภาษา Ladder Diagram ในการเขียน แต่มีการสอดแทรกภาษา Structure Text บ้างหรือบาง Function Block จะใช้พื้นฐานภาษา Structure Text ในการเขียนทั้งหมด ส่วนใหญ่จะเป็น Function Block ในส่วนของการทำงานของเครื่อง



รูปที่ 3.28 แสดง FB\_SYS

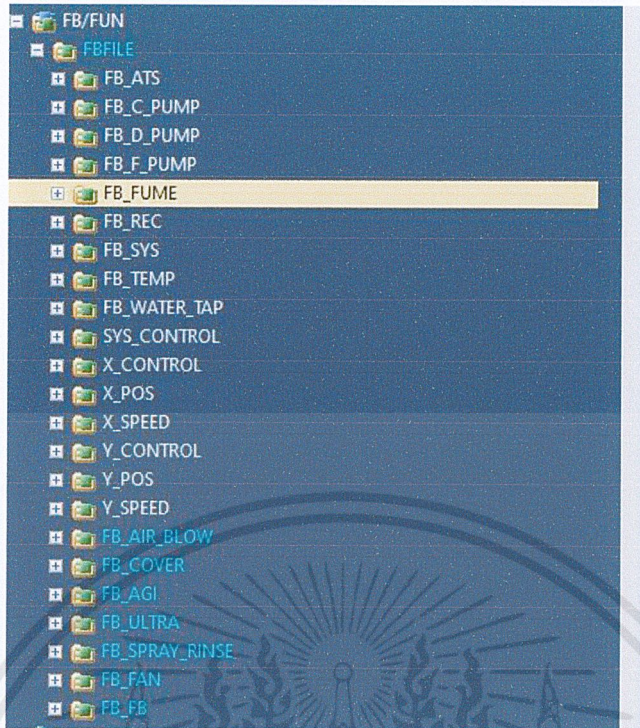
```

1 (*GET START POSITION*)
2
3 IF _TS.CMD.FW AND _TS.CMD.FW THEN
4   _TS.POS.X.START_REF := _TS.POS.X.CUR_REF;
5 END_IF;
6
7 (******MOVE TS FW ******)
8 (******INTERLOCK******)
9 (*FW INTERLOCK*)
10
11 X_LOCK_FW := (_TS.CMD.BW OR _TS.CMD.UP OR _TS.CMD.DN OR _TS.STA.BELT_LS OR _TS.STA.OVER_TRA_FW) OR
12 (NOT _TS.STA.UP_PROX AND NOT _TS.STA.DN_PROX AND NOT _SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE) OR
13 ((_TS.CMD.DTY_CL OR _TS.CMD.DTY_OP) AND NOT _SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE);
14
15 (*FW MOVEING*)
16
17 S_FW := (_READY AND _X_MOV_CONDITION AND _X_MOV_FW AND NOT X_LOCK_FW) AND
18 (_A_X_STR OR _SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE OR _TS.CMD.SEMI_MODE);
19
20 R_FW := (NOT _READY OR NOT _X_MOV_CONDITION OR NOT _X_MOV_FW OR X_LOCK_FW);
21 FW_RS(S_FW, R_FW, FW_RS_Q);
22 FW_TON(In:=FW_RS_Q, PT:=_A_X_DELAY_TM);
23 _TS.CMD.FW:=FW_TON.Q;
24
25
26
27
28
29 (******MOVE TS BW ******)
30 (******INTERLOCK******)
31 (*BW INTERLOCK*)
32
33 X_LOCK_BW := (_TS.CMD.FW OR _TS.CMD.UP OR _TS.CMD.DN OR _TS.STA.BELT_LS OR _TS.STA.OVER_TRA_BW) OR
34 (NOT _TS.STA.UP_PROX AND NOT _TS.STA.DN_PROX AND NOT _SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE) OR
35 ((_TS.CMD.DTY_CL OR _TS.CMD.DTY_OP) AND NOT _SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE);
36
37 (*BW MOVEING*)
38
39 S_BW := (_READY AND _X_MOV_CONDITION AND _X_MOV_BW AND NOT X_LOCK_BW) AND
40 (_A_X_STR OR _SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE OR _TS.CMD.SEMI_MODE);
41
42 R_BW := (NOT _READY OR NOT _X_MOV_CONDITION OR NOT _X_MOV_BW OR X_LOCK_BW);
43 BW_RS(S_BW, R_BW, BW_RS_Q);
44 BW_TON(In:=BW_RS_Q, PT:=_A_X_DELAY_TM);

```

รูปที่ 3.29 แสดง Function Block X\_CTRL ที่ใช้ภาษา Structure Text

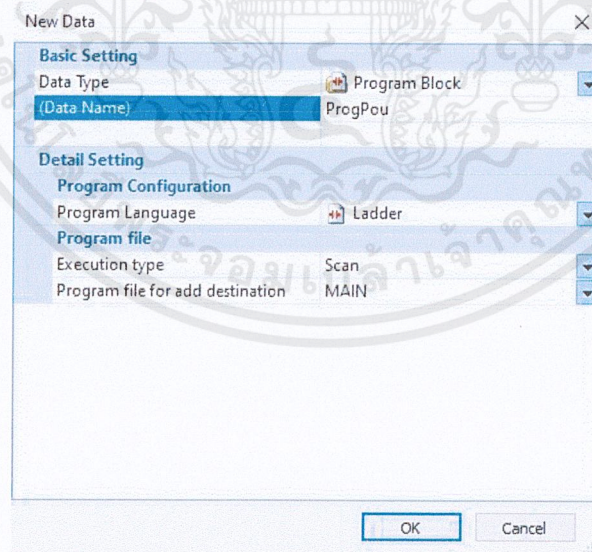
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 แสดง Function Block ทั้งหมดที่อยู่ใน Function Block Unit

### 3.3.5 สร้าง Program Unit

สำหรับการสร้าง Program Unit จะไปที่หน้าต่าง Navigator – Program – Scan - คลิกขวา – New Data จะแสดงป๊อปอัพขึ้นมาดังรูปที่ 3.31



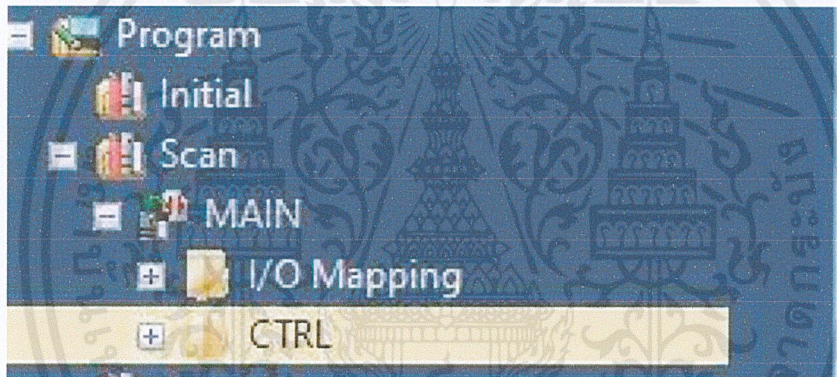
รูปที่ 3.31 แสดงหน้าต่างป๊อปอัพสร้าง Program

เมื่อสร้างโปรแกรมแล้ว ในโปรแกรม 1 โปรแกรมภายในจะประกอบไปด้วย Local Label และ Program Body ในส่วน Program Body จะสามารถเพิ่ม Layer และสามารถเปลี่ยนชื่อได้



รูปที่ 3.32 แสดงส่วนประกอบของโปรแกรม

ในส่วนของ Program Unit จะเป็นส่วนที่สั่งการ PLC โดยในส่วนนี้ตอนติดตั้งโปรแกรมจะต้อง Write ลงไปใน PLC ด้วย ซึ่งใน Program Unit จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆคือ I/O Mapping และ Control



รูปที่ 3.33 แสดง Program Unit

ในส่วนของ I/O Mapping จะเป็นการ Mapping Tag จาก Label ที่สร้างจาก I/O List มาเป็น Label ที่ดึง Structure Data Types มาใช้ ซึ่งจะใช้เป็นภาษา Structure Text โดยในส่วนนี้จะมี Function พื้นฐานสอดแทรกบ้าง เช่น IF, FOR

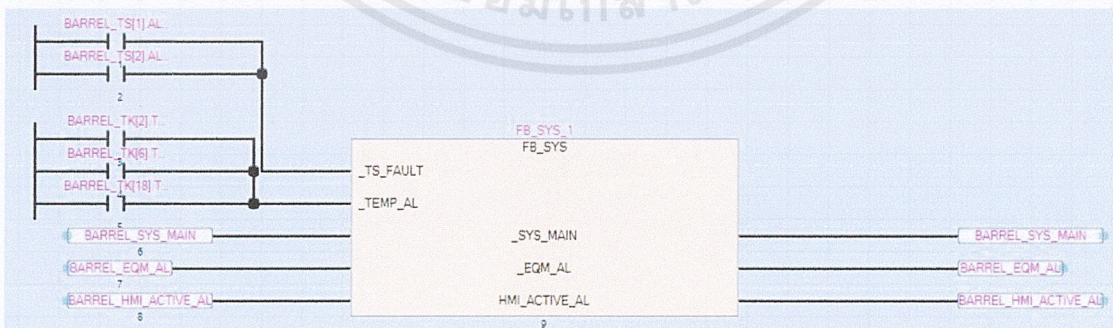
```

25 // //BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM4:=SYS_SAFETY_EM4_STA;
26 // //BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM5:=SYS_SAFETY_EM5_STA;
27 // //BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_DOOR1:=NOT SYS_SAFETY_DOOR_TS_STA;
28 // BARREL_SYS_MAIN.STA.SYS_START:=BARREL_TS1_UP_PROX_STS;
29 // BARREL_SYS_MAIN.STA.SYS_STOP:= NOT BARREL_TS1_DN_PROX_STS;
30 // BARREL_SYS_MAIN.STA.UNLOAD_READY:=BARREL_TS1_INV_OSC_FAULT_STS OR SYS_UNLOAD_READY_STA_TEST;
31 // BARREL_EQM_AL.RESET:=BARREL_TS1_OVTRV_LIMIT_UP_STS OR SEC1_REIG.Q;
32
33
34 SEC1_REIG(CIK:=SM412); // GET CLOCK PULSE Get1sCIK
35 // AUTO UN:LOAD
36 AUTO_UNLOAD_TRIG(CIK:=BARREL_TK[1].FB_IDX=0 );
37
38 IF (AUTO_UNLOAD_TRIG.Q) THEN
39   SYS_READY_TO_UNLOAD_STA_TEST:=1;
40 END_IF;
41 AUTO_UNLOAD_TON(In:=SYS_READY_TO_UNLOAD_STA_TEST,PT:=T#500MS);
42 IF AUTO_UNLOAD_TON.Q THEN
43   SYS_READY_TO_UNLOAD_STA_TEST:=0;
44 END_IF;
45
46
47 BARREL_SYS_MAIN.STA.MANUAL_MODE:=BARREL_SYS_MAN_MODE_STS;
48 BARREL_SYS_MAIN.STA.ALARM_STOP:=BARREL_SYS_AL_STP_STS;
49 BARREL_SYS_MAIN.STA.AUTOMATIC_START:=BARREL_SYS_AUTO_STR_STS;
50 BARREL_SYS_MAIN.STA.AUTOMATIC_STOP:=NOT BARREL_SYS_AUTO_STP_STS;
51 BARREL_SYS_MAIN.STA.LOAD_READY:=BARREL_SYS_READY_TO_LD_STS ;
52 BARREL_SYS_MAIN.STA.READY_TO_UNLOAD:=BARREL_SYS_READY_TO_UNLD_STS OR SYS_READY_TO_UNLOAD_STA_TEST;
53 BARREL_SYS_MAIN.STA.RUN_CONTINUOUS:=BARREL_SYS_RUN_CONT_STS;
54 BARREL_SYS_MAIN.STA.RUN_IDLE:=BARREL_SYS_RUN_IDLE_STS;
55 BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM1:=NOT BARREL_SYS_EMER_STP_SW_LD_UNLD_STS;
56 BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM2:=BARREL_SYS_EMER_SW_WALKWAY_STS;
57 BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM3:=NOT BARREL_SYS_EMER_STP_COMP_STS;
58 //BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM4:=SYS_SAFETY_EM4_STA;
59 //BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_EM5:=SYS_SAFETY_EM5_STA;
60 //BARREL_SYS_MAIN.STA.SAFETY_DOOR1:=NOT SYS_SAFETY_DOOR_TS_STA;
61 BARREL_SYS_MAIN.STA.SYS_START:=BARREL_SYS_STR_STS;
62 BARREL_SYS_MAIN.STA.SYS_STOP:= NOT BARREL_SYS_STP_STS ;
63 BARREL_SYS_MAIN.STA.UNLOAD_READY:=BARREL_SYS_UNLD_READY_STS OR SYS_UNLOAD_READY_STA_TEST;
64 BARREL_EQM_AL.RESET:=BARREL_SYS_AL_STP_STS OR SEC1_REIG.Q;
65
66
67

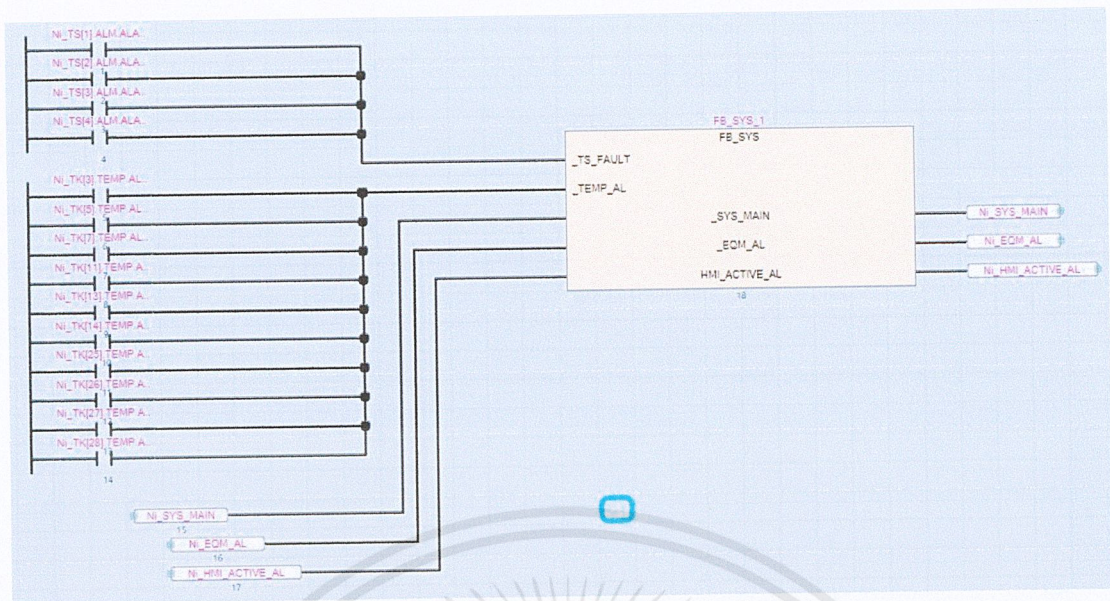
```

รูปที่ 3.34 แสดง System I/O Mapping

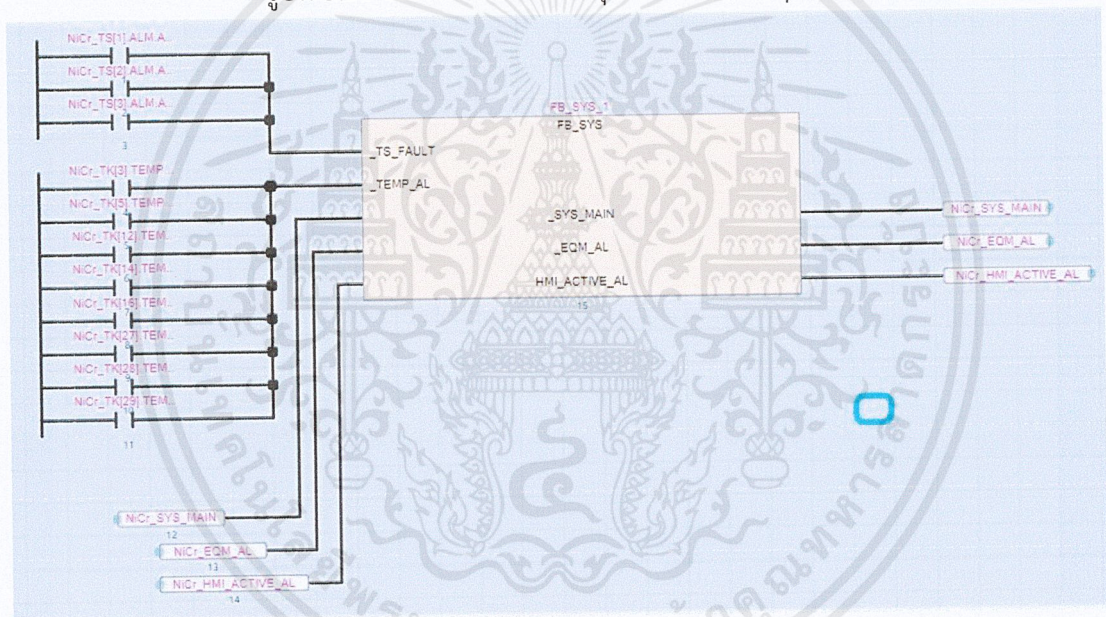
ในส่วน Control จะเป็นการดึง Function Block Unit มาใช้ ซึ่งจะใช้เป็นภาษา Function Block Diagram (FBD) โดยจะต้องใส่ Label ในขา VAR\_IN\_OUT ตามโปรแกรมควบคุมของไลน์ชูปนั้นๆ เช่น ถ้าเป็นโปรแกรมควบคุมระบบของไลน์ชูป Ni-Barrel จะต้องใส่ขา BARREL\_SYS\_MAIN ตามชื่อที่สร้างไว้ในหน้า Global Variable



รูปที่ 3.35 แสดงโปรแกรมควบคุมระบบของไลน์ชูป Ni-Barrel

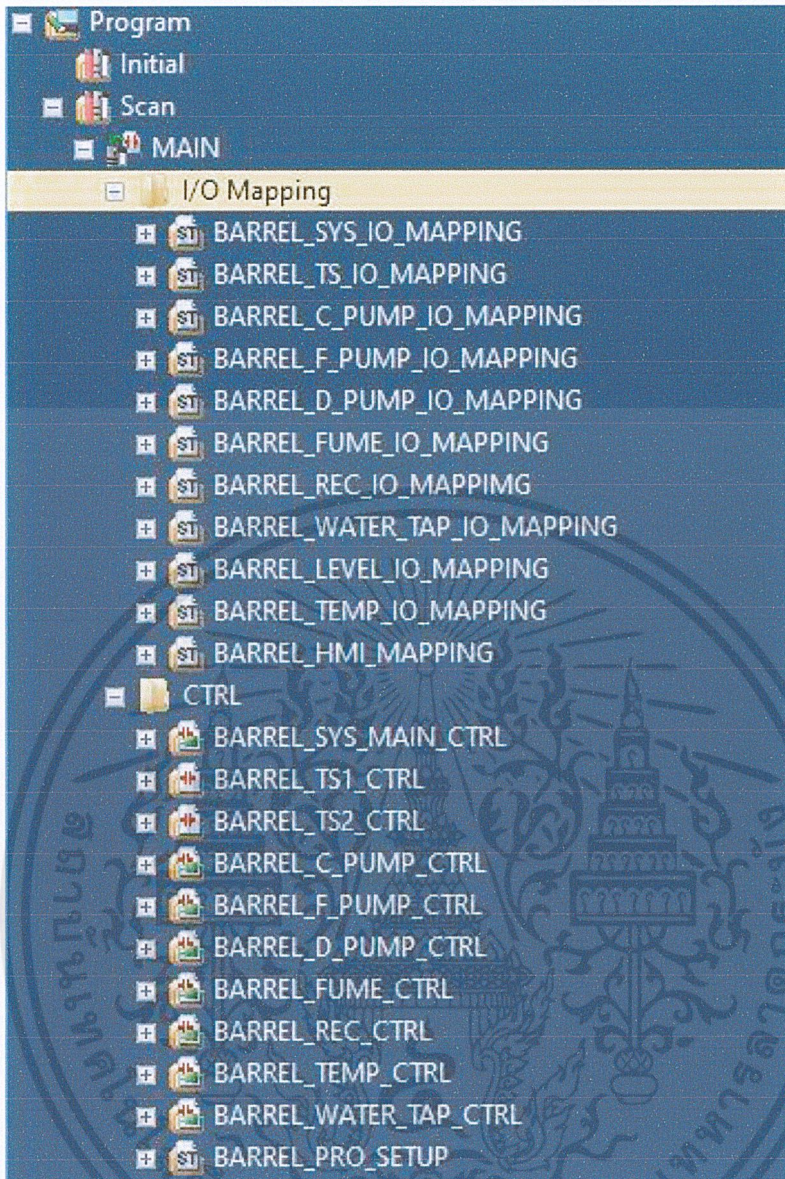


รูปที่ 3.36 แสดงโปรแกรมควบคุมระบบของไลน์ซูบ Ni



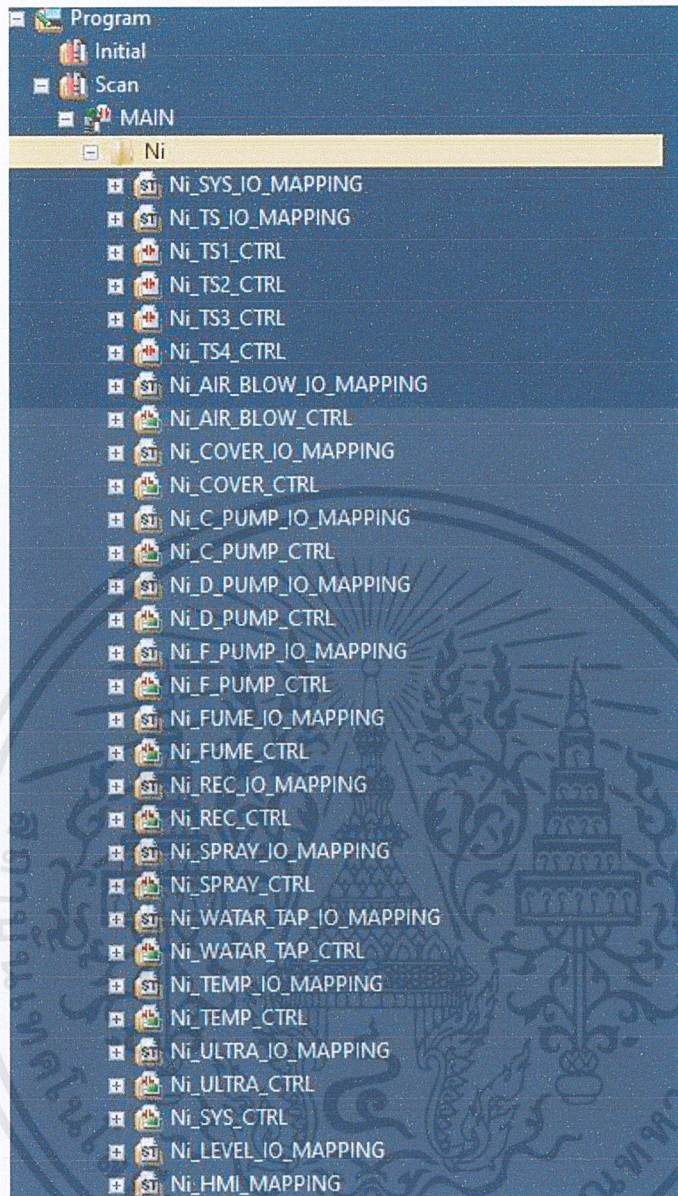
รูปที่ 3.37 แสดงโปรแกรมควบคุมระบบของไลน์ซูบ Ni-Cr

จากรูปที่ 3.35 - 3.37 จะเห็นได้ว่าในส่วนของ Program Unit มีการตั้ง Function Block (FB\_SYS) มาใช้ ซึ่งเป็น Function Block ที่มีการโปรแกรมด้านในเหมือนกัน แต่จะแตกต่างกันที่ตอนนำไปใช้ ซึ่งถ้าเป็นไลน์ซูบ Ni จะต้อง Mapping ขา Input และ Output ด้วย Label ที่ขึ้นต้นด้วย Ni เช่นเดียวกับไลน์ซูบ Ni-Cr และ Ni-Barrel ต้องใช้ Label ที่ขึ้นต้นด้วย NiCr และ BARREL ตามลำดับ



รูปที่ 3.38 แสดง Program Unit ของ Ni-Barrel Plating Line ที่จะ Write ลงสู่ PLC R04ENCPU

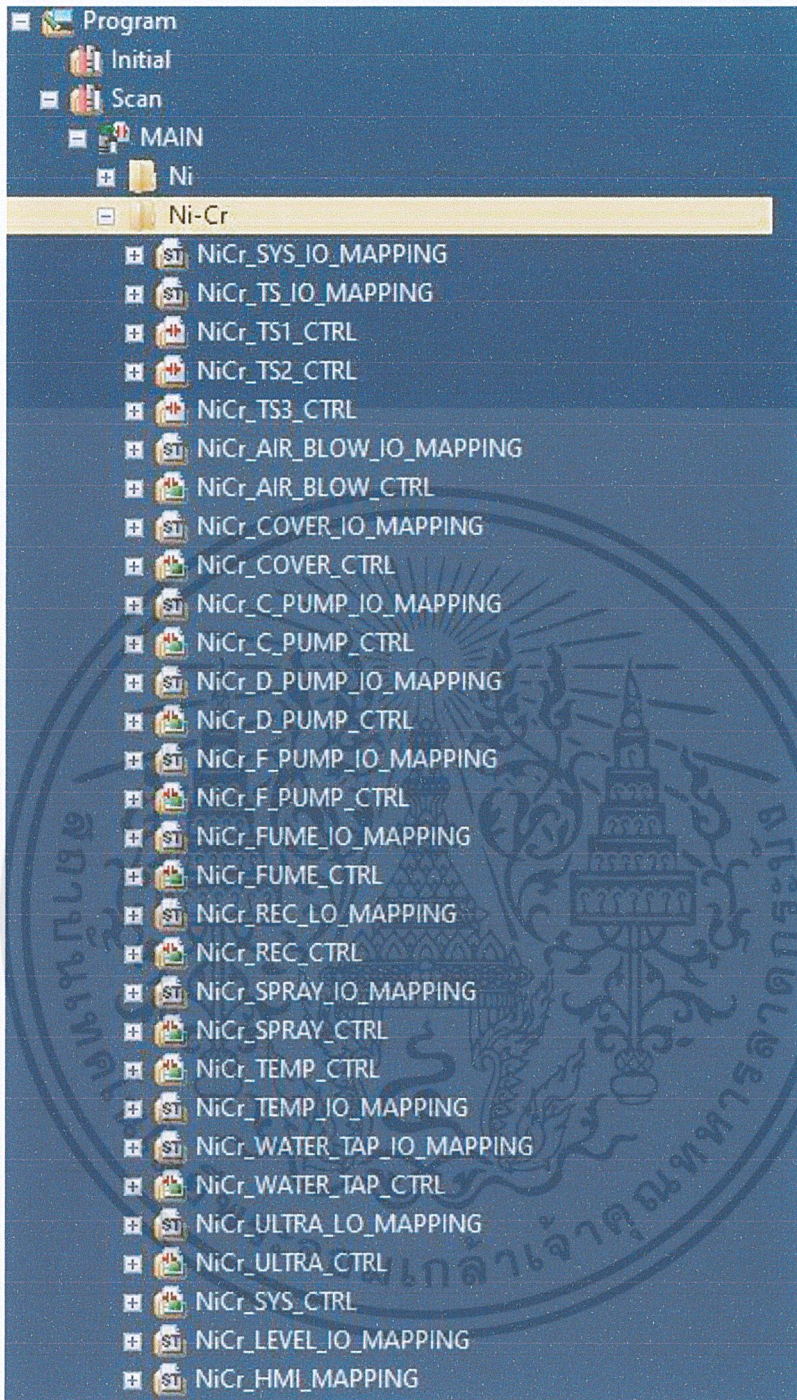
จากรูปที่ 3.38 จะแสดง Program Unit ของ Ni-Barrel Plating Line ซึ่งมี Program ที่จะ write ลงสู่ PLC เพื่อควบคุมส่วนต่างๆของไลน์ชุบดังนี้ System, เครื่องตัวที่ 1 และ 2, Pump ต่างๆในกระบวนการชุบ, Fume Scrubber, Rectifier, Temp Controller, HMI, Water Tap.



รูปที่ 3.39 แสดง Program Unit ของ Ni Plating Line ที่จะ Write ลงสู่ PLC R16ENCPU

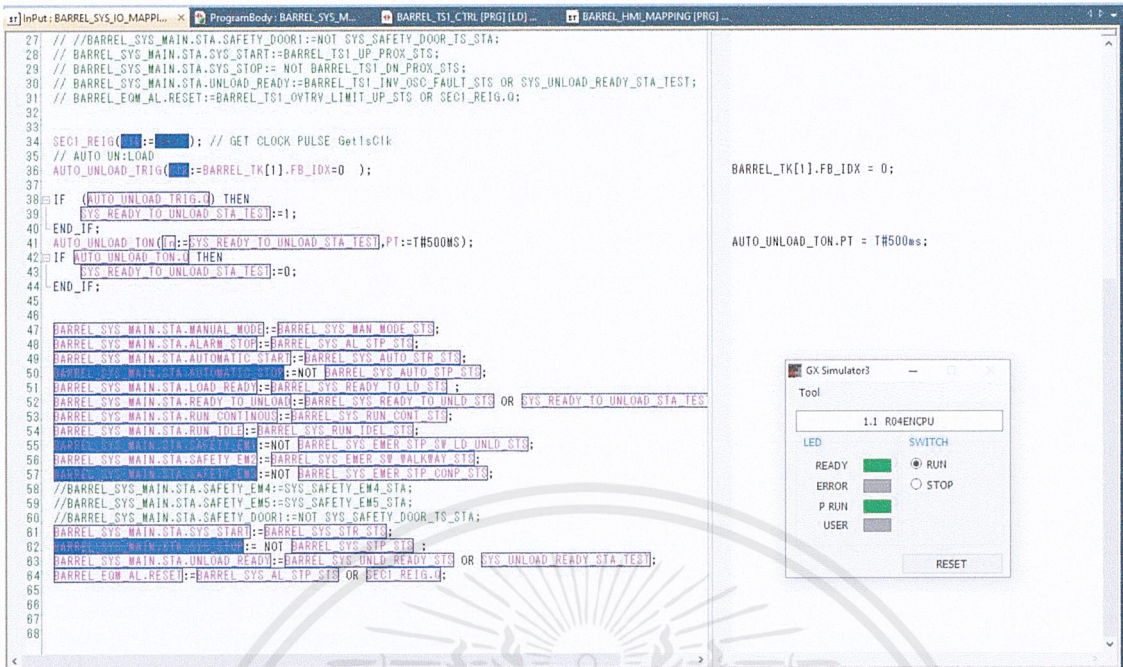
จากรูปที่ 3.39 จะแสดง Program Unit ของ Ni Plating Line ซึ่งมี Program ที่จะ write ลงสู่ PLC เพื่อควบคุมส่วนต่างๆของไลน์ชุบดังนี้ System, เครื่องตัวที่ 1 ถึง 4, Air Blower, ฝาปิดถัง, Pump ต่างๆในกระบวนการชุบ, Fume Scrubber, Rectifier, Temp Controller, HMI , Water Tap, Spray Water, Ultrasonic

และในรูปที่ 3.40 จะแสดง Program Unit ของ NiCr Plating Line ซึ่งมี Program ที่จะ write ลงสู่ PLC เพื่อควบคุมส่วนต่างๆของไลน์ชุบดังนี้ System, เครื่องตัวที่ 1 ถึง 3, Air Blower, ฝาปิดถัง, Pump ต่างๆในกระบวนการชุบ, Fume Scrubber, Rectifier, Temp Controller, HMI, Water Tap, Spray Water, Ultrasonic



รูปที่ 3.40 แสดง Program Unit ของ Ni-Cr Plating Line ที่จะ Write ลงสู่ PLC R16ENCPU

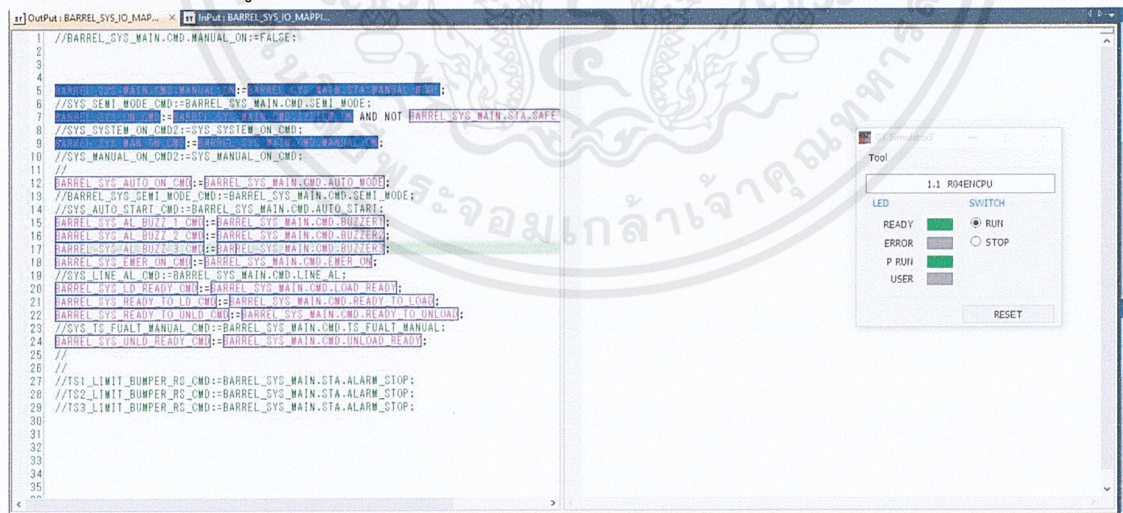
เมื่อทำการสร้างโปรแกรมสำหรับ PLC เสร็จสิ้นแล้ว ต่อไปจะเป็นการทดสอบโปรแกรมแบบ Simulation โดยเป็นการเช็คเบื้องต้นว่าโปรแกรมที่สร้างมาสามารถใช้งานได้หรือไม่ หรือมีข้อผิดพลาดส่วนใด ก่อนจะนำไป Write ลงสู่ PLC เพื่อป้องกันความเสียหาย



รูปที่ 3.41 หน้า Input System I/O Mapping เมื่อทำการ Simulation

จากรูปที่ 3.41 เป็นตัวอย่างการ Simulation Test Program โดยเป็นขั้นตอนแรกของการ Simulation Test ซึ่งต้องทำการ Start System และเช็คค่าไม่มี Emergency ตัวใดทำงานอยู่ ซึ่งจะต้องทำการ force ค่าที่หน้าโปรแกรมในส่วนของ System I/O Mapping Input

จากนั้นทำการดูสถานะ System On หรือไม่ โดยดูที่หน้าโปรแกรมในส่วนของ System I/O Mapping Output ดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 หน้า Output System I/O Mapping เมื่อทำการ Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 49 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

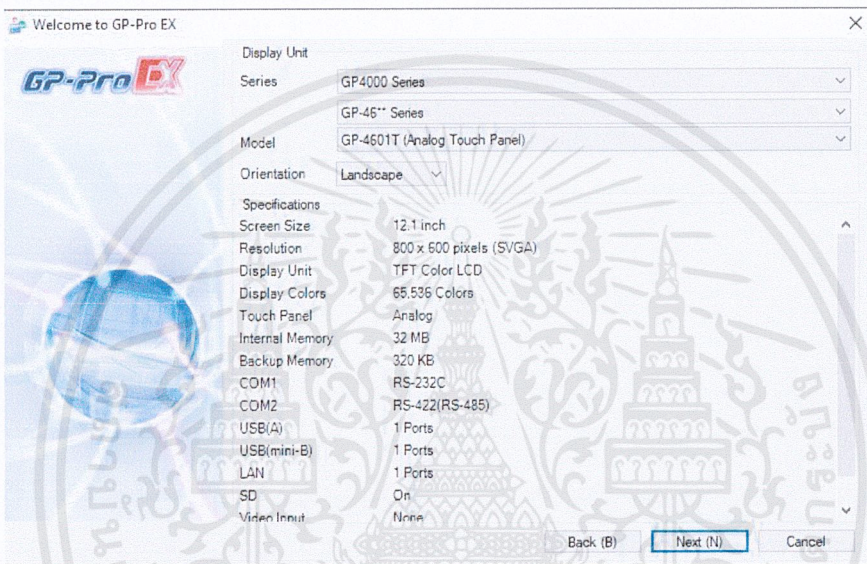
### 3.4 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมสำหรับหน้าจอ HMI

สำหรับขั้นตอนการสร้างหน้าจอ HMI นั้นจะแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ

#### 3.4.1 การออกแบบและวาดหน้าจอ HMI

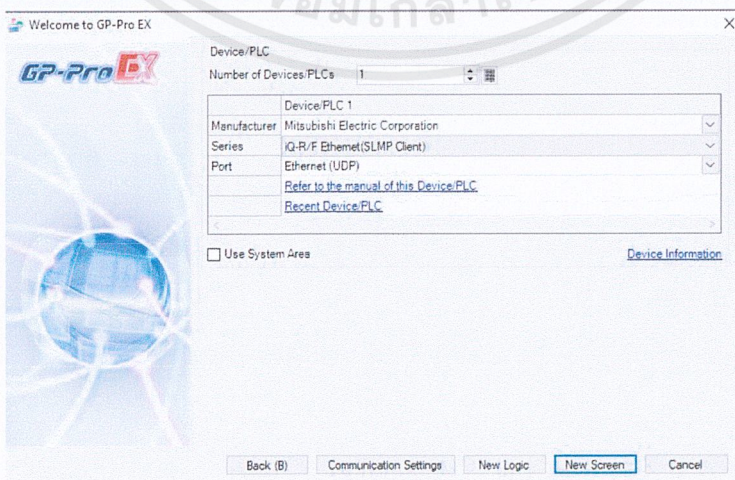
สำหรับขั้นตอนการออกแบบและวาดหน้านั้น จะเป็นการอ้างอิงรูปแบบมาจากโปรเจก Pandora Gold Plating Line ทั้งหมด โดยมีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดภายในในส่วนของการซัพและรูปแบบการซัพที่แตกต่างออกไป

สำหรับขั้นตอนการสร้างหน้าจอ HMI นั้น จะต้องมีการอ้างอิงสเปคหน้าจอ HMI จากเอกสาร System Configuration



รูปที่ 3.43 แสดงการตั้งค่าคุณสมบัติจอ

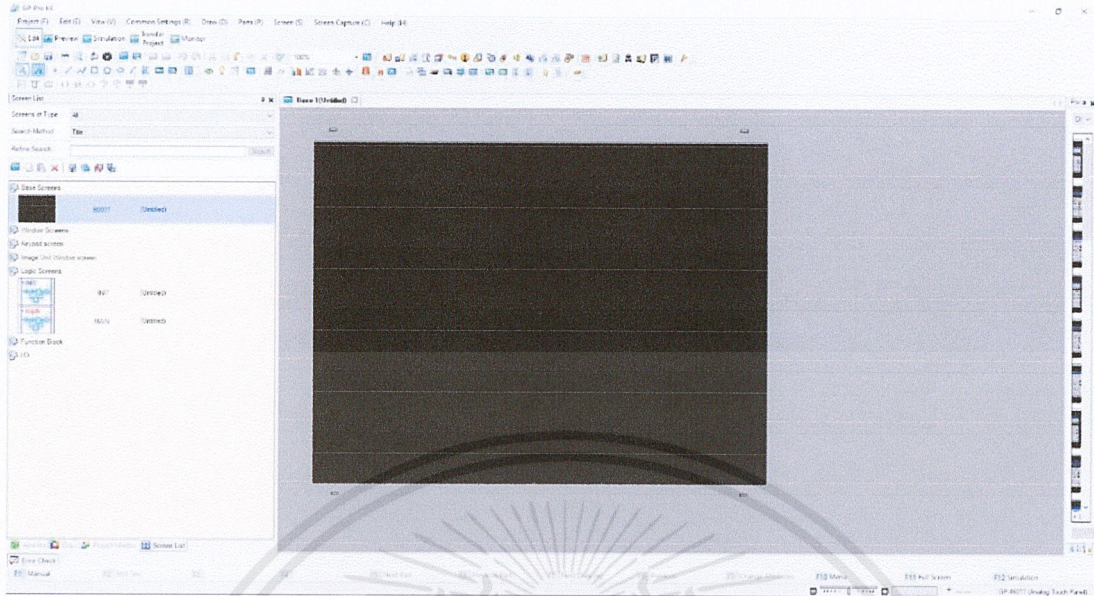
โดยเมื่อเริ่มสร้างโปรเจก จะมี Pop-Up ให้เลือกรุ่นและโมเดลหน้าจอตามรูปที่ 3.40 จากนั้นจะมี Pop - Up ให้เลือกยี่ห้อและรุ่นของ PLC ที่จะทำการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.41 โดยโปรเจกนี้จะต้องเลือก Manufacturer เป็น Mitsubishi Electric Corporation และ Series iQ-R/F Ethernet (SLMP Client)



รูปที่ 3.44 แสดงหน้าต่างการเลือกยี่ห้อและรุ่น PLC ที่จะทำการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 50.ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกด New Screen จะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ 3.42

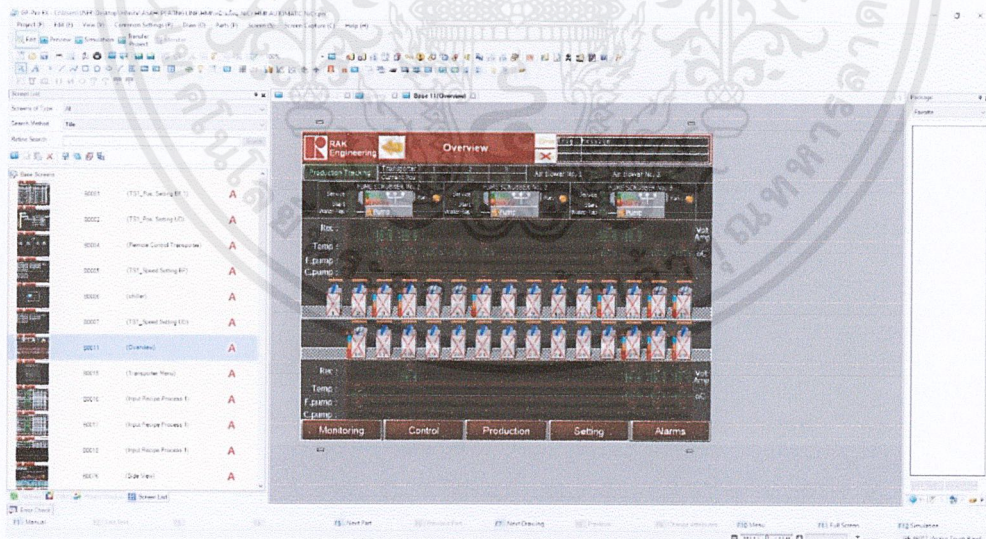


รูปที่ 3.45 แสดงหน้าต่างเมื่อกดปุ่ม New Screen

สำหรับการออกแบบหน้าจอ นั้น จะอ้างอิงรูปแบบมาจากโปรเจก Pandora Gold Plating Line โดยจะเปลี่ยนแปลงในส่วนรายละเอียดต่างๆตามกระบวนการชุบที่เปลี่ยนแปลงไปดังรูปที่ 3.44

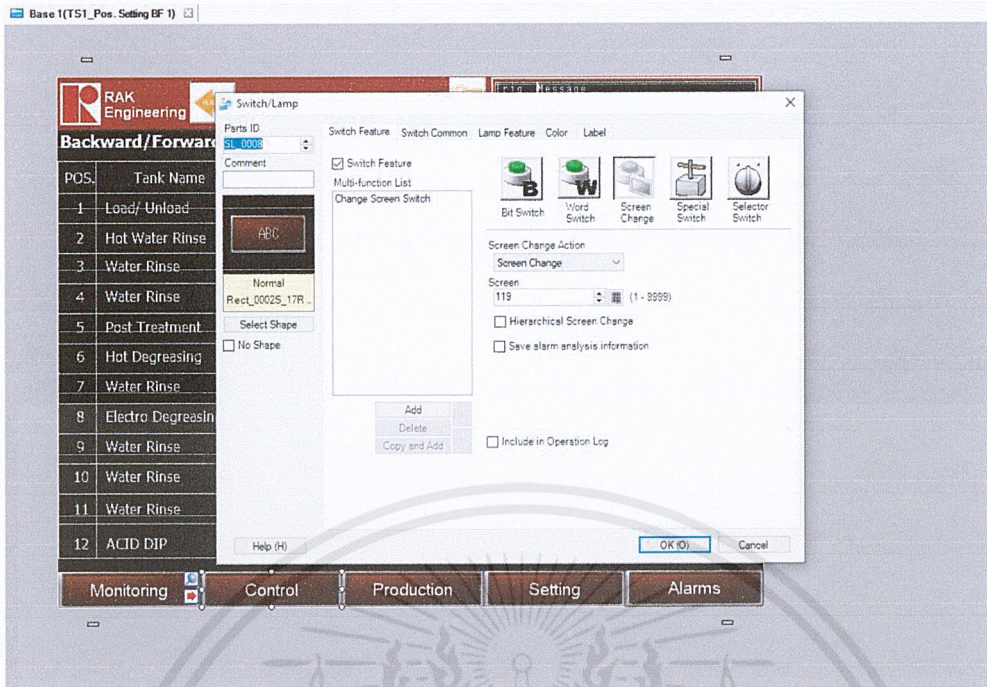


รูปที่ 3.46 แสดงแถบเครื่องมือของโปรแกรม



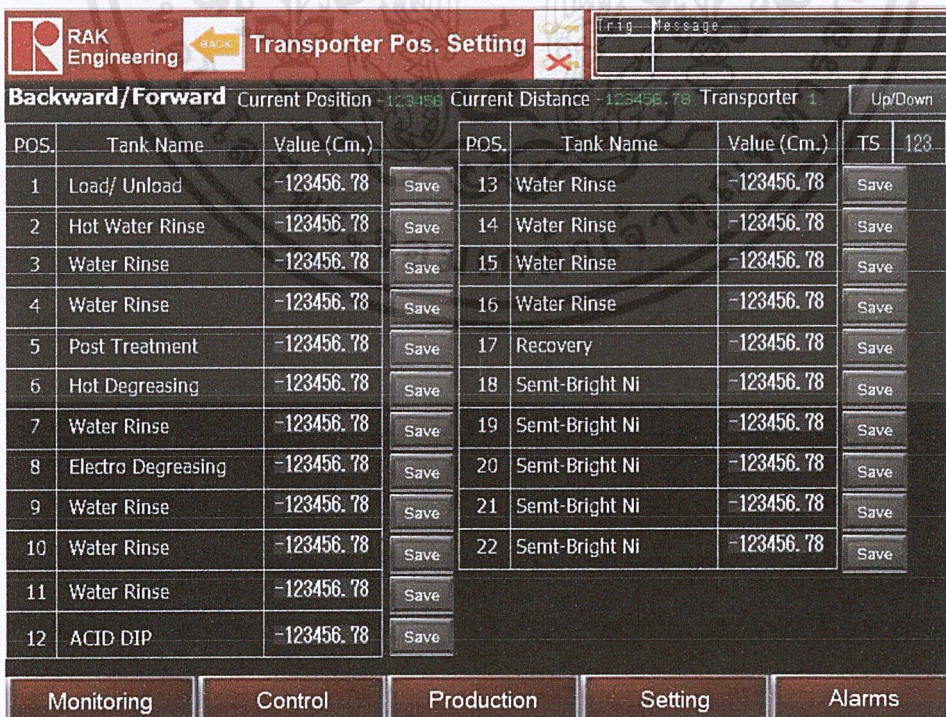
รูปที่ 3.47 หน้า Overview

จากรูปที่ 3.47 แสดงหน้า Overview ที่สร้างมา ซึ่งจะเป็นหน้าแรกของ HMI โดยจะมีการบอกสถานะต่างๆของถัง ตำแหน่งของเครน สถานะของอุปกรณ์ทุกชนิดอย่างคร่าวๆ และมีการแสดงค่าต่างๆไว้ที่หน้า Overview ด้วย โดยในแถบเมนูด้านล่างจะมีการลิงค์ไปยังเมนูย่อยอื่นๆ



รูปที่ 3.48 แสดงหน้าต่าง Switch Feature

จากรูปที่ 3.48 เป็นหน้าต่าง Switch Feature ซึ่งสามารถเลือก Feature ของปุ่มได้ โดยในปุ่ม Control ของแถบเมนูด้านล่าง จะเลือกเป็น Screen Change โดยเมื่อกดจะเปลี่ยนไปยังหน้า 119 สำหรับ Position และชื่อของถังที่จะนำมาใส่ในหน้าจอ HMI ดังตัวอย่างรูปที่ 3.49 จะอ้างอิงมาจากเอกสาร Process Sheet ในแต่ละไลน์ซูป



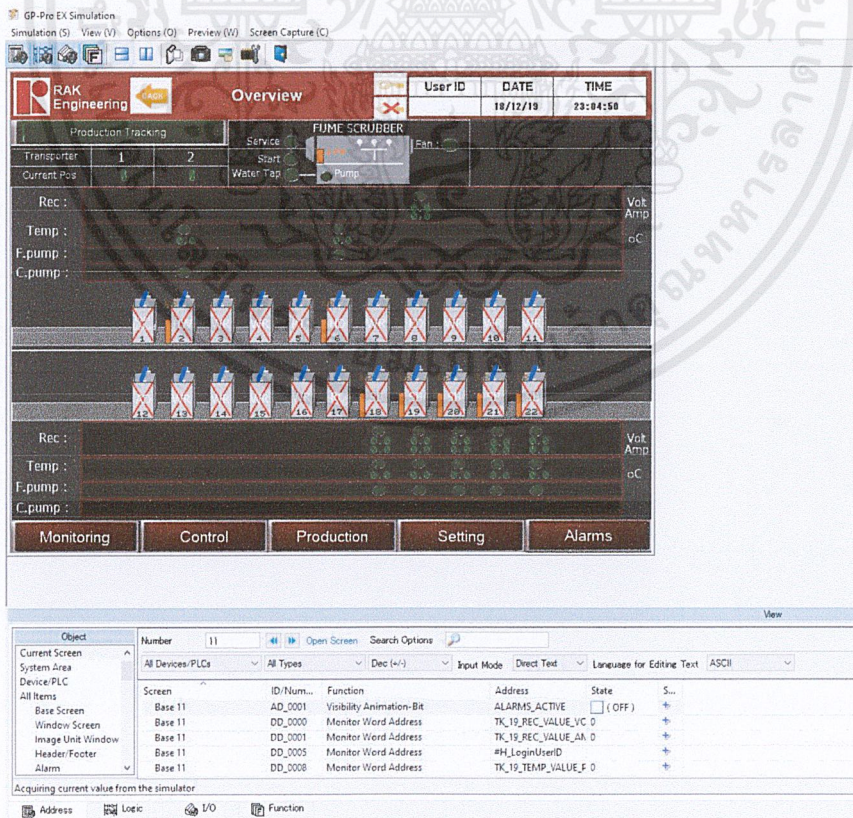
รูปที่ 3.49 หน้า TS Pos Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 52.ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen ID	Screen Name	Status
B0001	(TS1_Pos. Setting BF 1)	A
B0002	(TS1_Pos. Setting UD)	A
B0004	(Remote Control Transporter)	A
B0005	(TS1_Speed Setting EF)	A
B0006	(chiller)	A
B0007	(TS1_Speed Setting UD)	A
B0011	(Overview)	A
B0015	(Transporter Menu)	A
B0016	(Input Recipe Process 1)	A
B0017	(Input Recipe Process 1)	A
B0045	(Product Setting Enter Product)	A
B0046	(Product Setting Barcode)	A

รูปที่ 3.50 แสดงตัวอย่างหน้าที่สร้าง

จากรูปที่ 3.50 จะเห็นได้ว่าจะมีการบอกเลขหน้า และชื่อของหน้า HMI เพื่อสะดวกในการลิงค์หน้า โดยโปรแกรม GP-Pro EX สามารถ Simulation หน้าจอ HMI ได้ดังรูปที่ 3.51



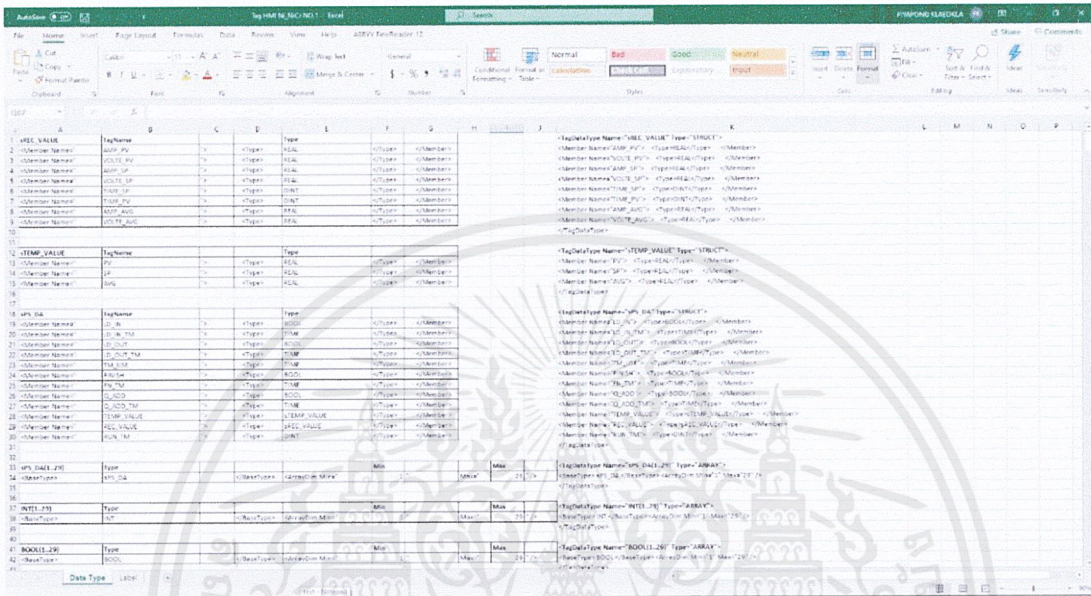
รูปที่ 3.51 แสดงการ Simulation HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 53 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการสร้างหน้าจอ HMI ครบทั้งหมดแล้ว ต่อไปจะทำการ Mapping Tag จาก PLC

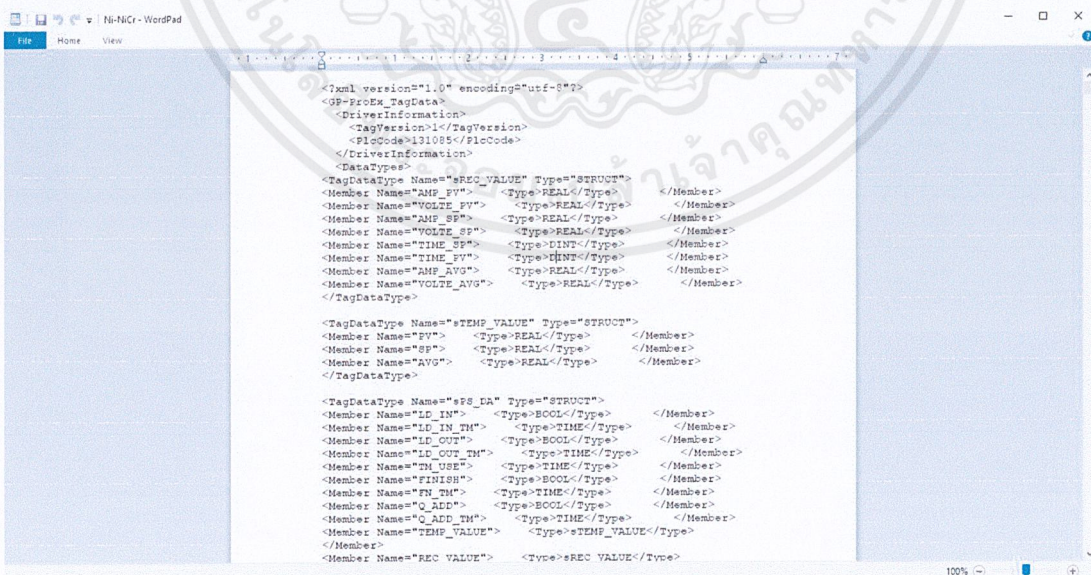
### 3.4.2 การ Mapping Tag จาก โปรแกรม PLC

และเมื่อทำการสร้างหน้า HMI ครบทุกหน้าตามกระบวนการครบแล้ว ต่อไปจะเป็นการ Mapping Tag ที่ใช้ใน PLC จากโปรแกรม GX Works 3 มาใช้ในหน้าจอ HMI โดยจะต้องสร้างไฟล์ที่จะใช้ Mapping Tag ใน Excel โดยจะมีการดึงทั้ง Structure Data Types และ Label ใน Global Variable



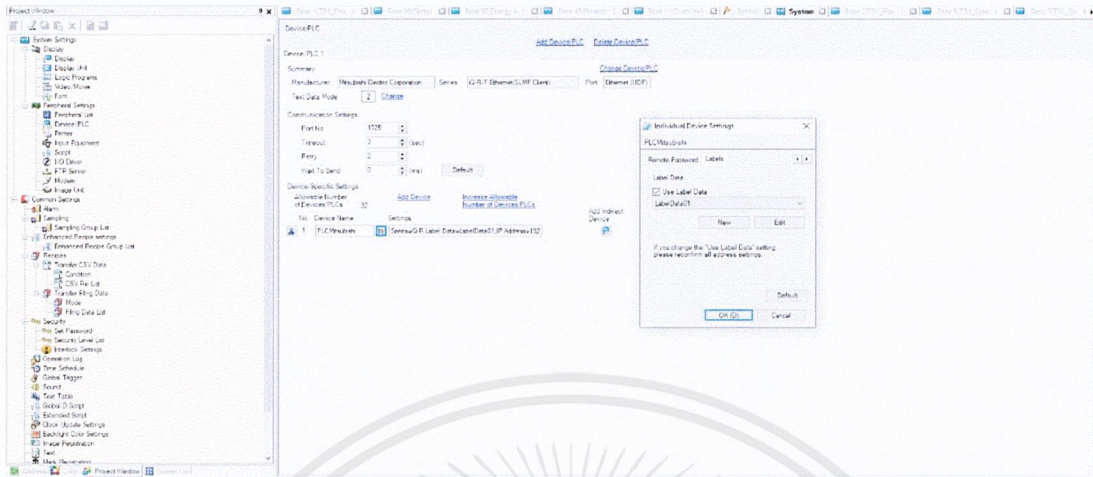
รูปที่ 3.52 Tag PLC ที่สร้างใน Excel เพื่อนำไปใช้ใน HMI

จากนั้นจะมีการสร้าง Code ในช่องท้ายสุดของตาราง เพื่อนำไปใส่ในไฟล์ XML ที่เป็นท่อน Code สำหรับดึง Tag เข้าไปในโปรแกรม GP-Pro EX



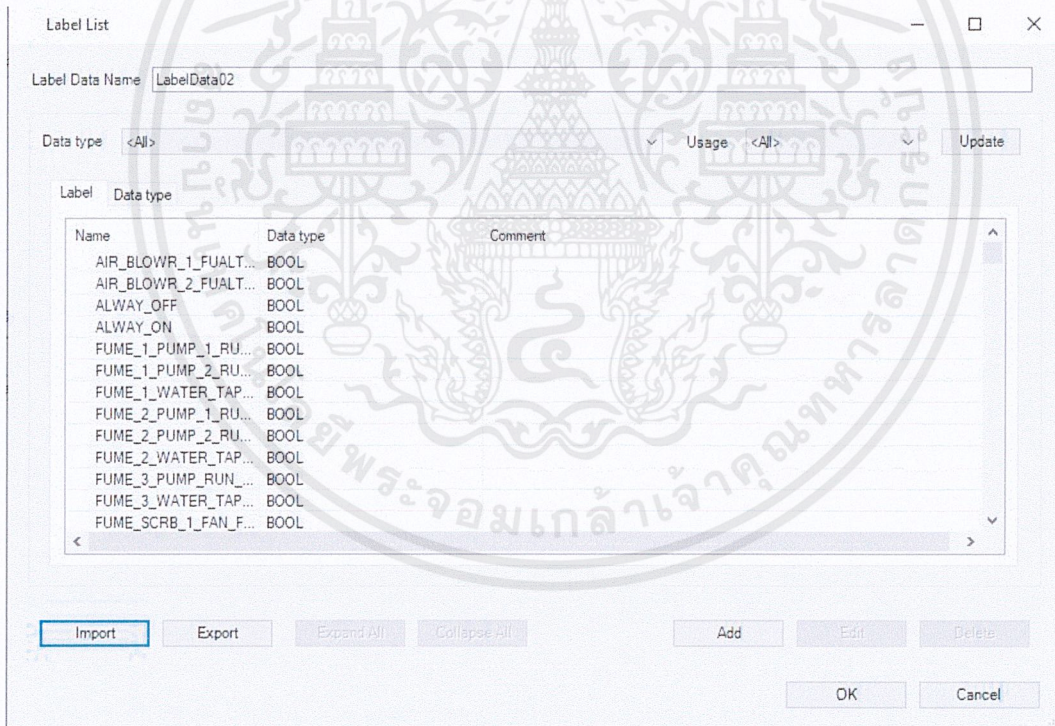
รูปที่ 3.53 ไฟล์ XML ที่จะนำไป Import เข้าสู่โปรแกรม GP-Pro EX

จากนั้นทำการ Import Tag ในไฟล์ XML เข้าไป โดยเข้าไปที่หน้า Project Window – Device PLC – Device Setting – Label -New – Import จากนั้นเลือกไฟล์ที่ต้องการ Import



รูปที่ 3.54 หน้าต่างในส่วนของการเพิ่ม Label

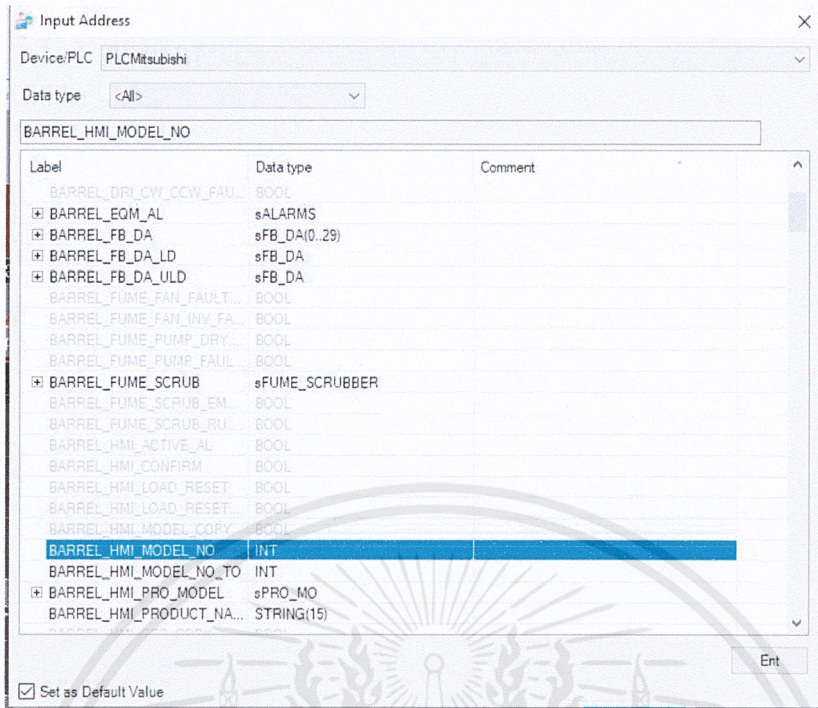
เมื่อ Import Tag สำเร็จ จะมี Label ขึ้นมาดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 Import Tag Complete

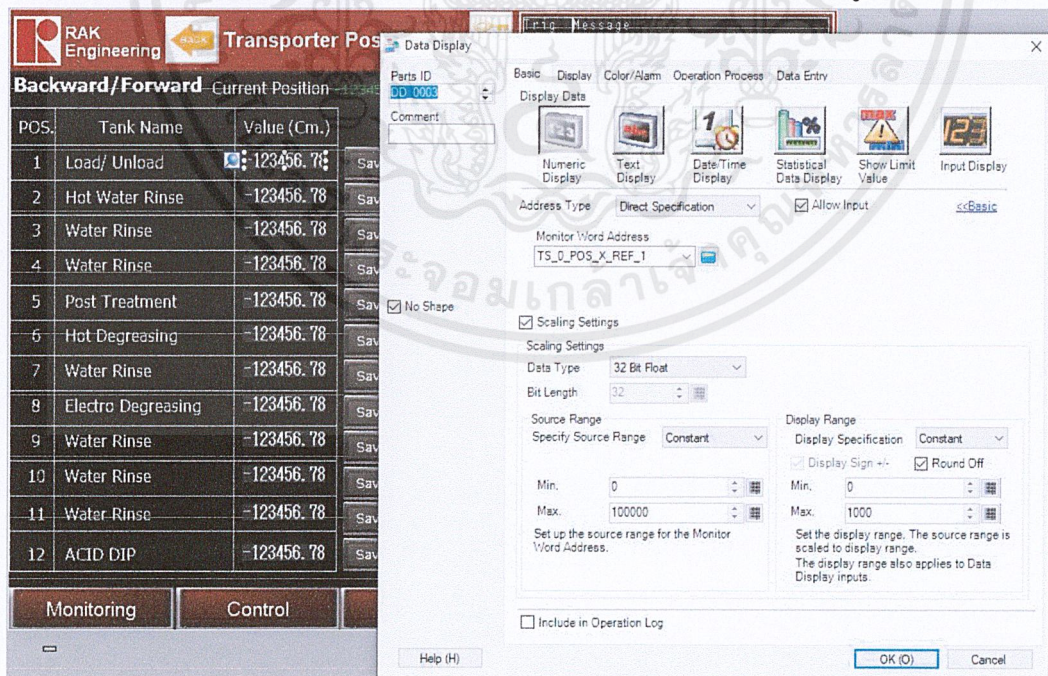
เมื่อทำการ Import Tag สำเร็จ จะสามารถดึง Tag ไปใช้ในหน้า HMI ได้โดยตรงดังรูปที่ 3.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 55 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.56 แสดง Tag จาก PLC ที่สามารถนำไปใช้ได้

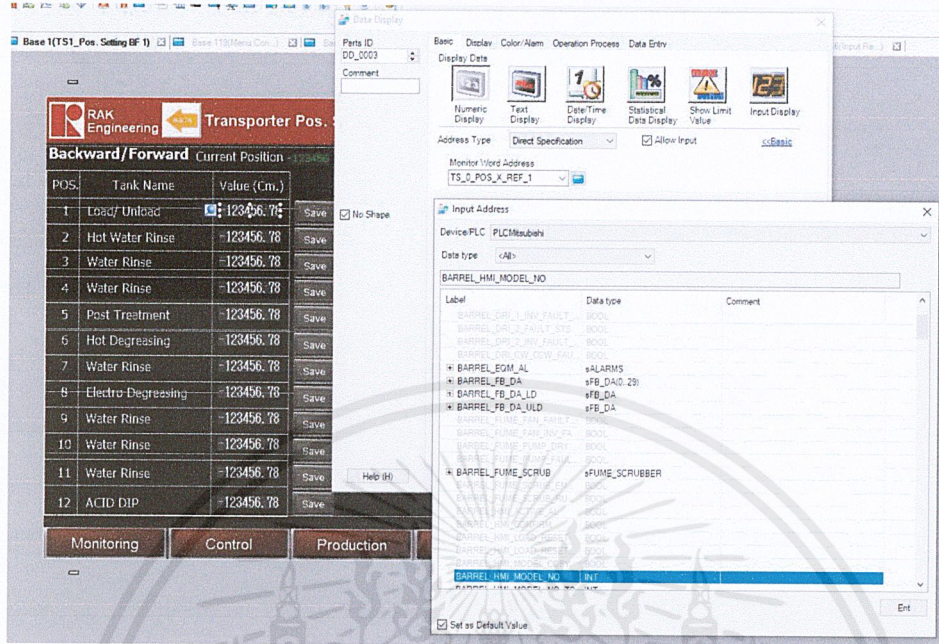
เมื่อทำการ Mapping Tag จาก PLC แล้ว ต่อไปเป็นการนำ Tag PLC ไปใช้ในหน้าจอ HMI โดยในที่นี่จะยกตัวอย่างการ Map Tag ในหน้า TS Pos Setting ซึ่งจะทำให้การ Map ในส่วนของค่า Value ของ Pos TS โดยทำการดับเบิลคลิกที่ตัวเลข จากนั้นจะแสดงหน้าต่างต่าง Data Display ดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 Data Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 56 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

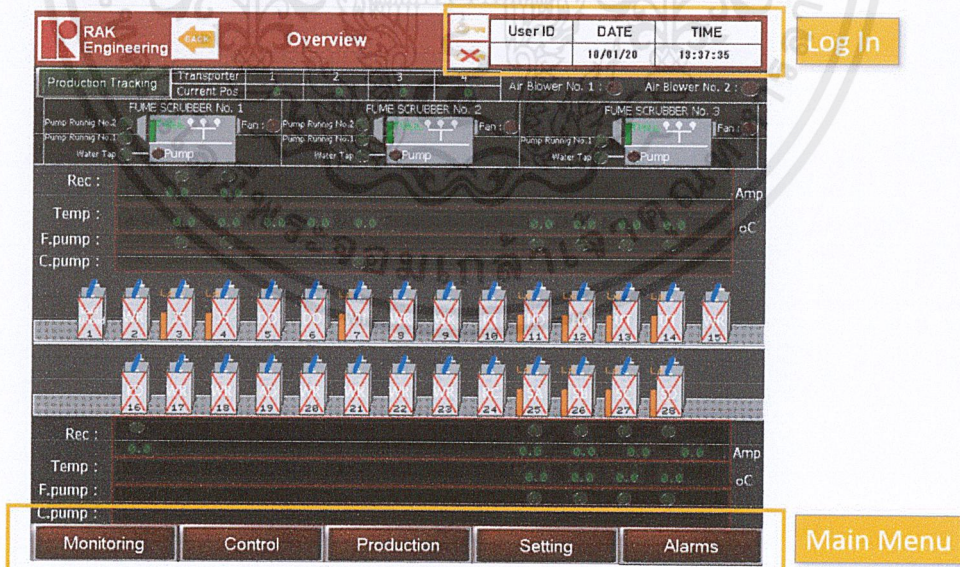
เมื่อคลิกเข้าไปที่ Monitor Word Address จะมีหน้าต่าง Input Address ขึ้นมาดังรูปที่ 3.58 ซึ่งสามารถเลือก Tag ที่ Map มาจาก PLC ได้ทั้งหมด



รูปที่ 3.58 Input Address

### 3.4.3 ภาพรวมของ HMI

โดยในที่นี้จะแสดงหน้า HMI ของ Ni Plating Line ซึ่งมี Menu หลักในหน้าจอดังนี้

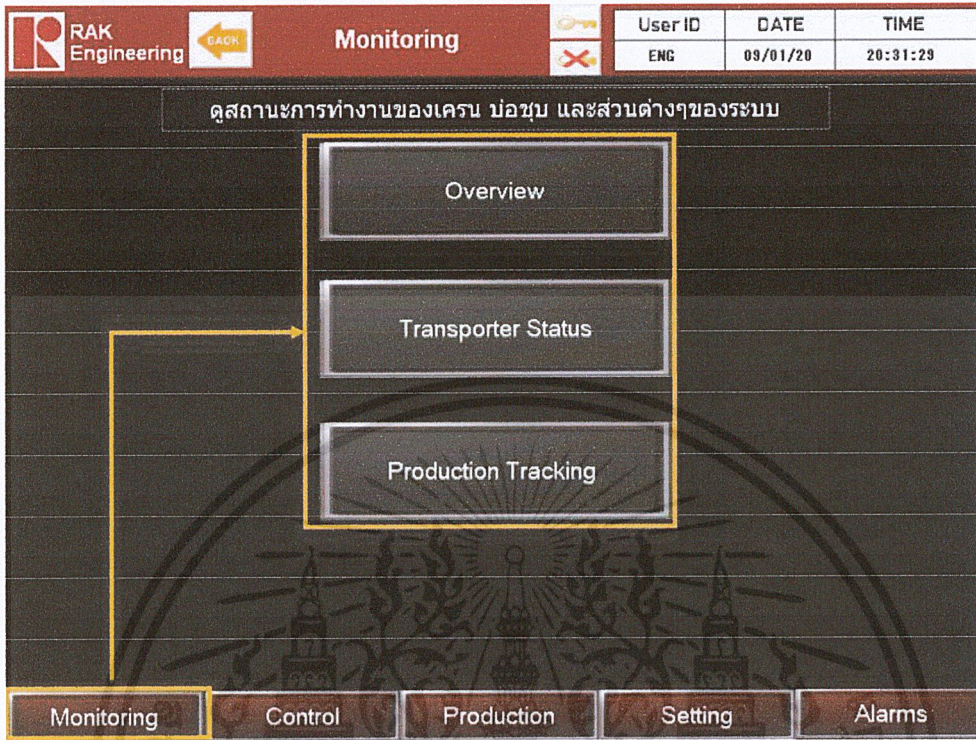


รูปที่ 3.59 Overview และ Main Menu

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 57 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

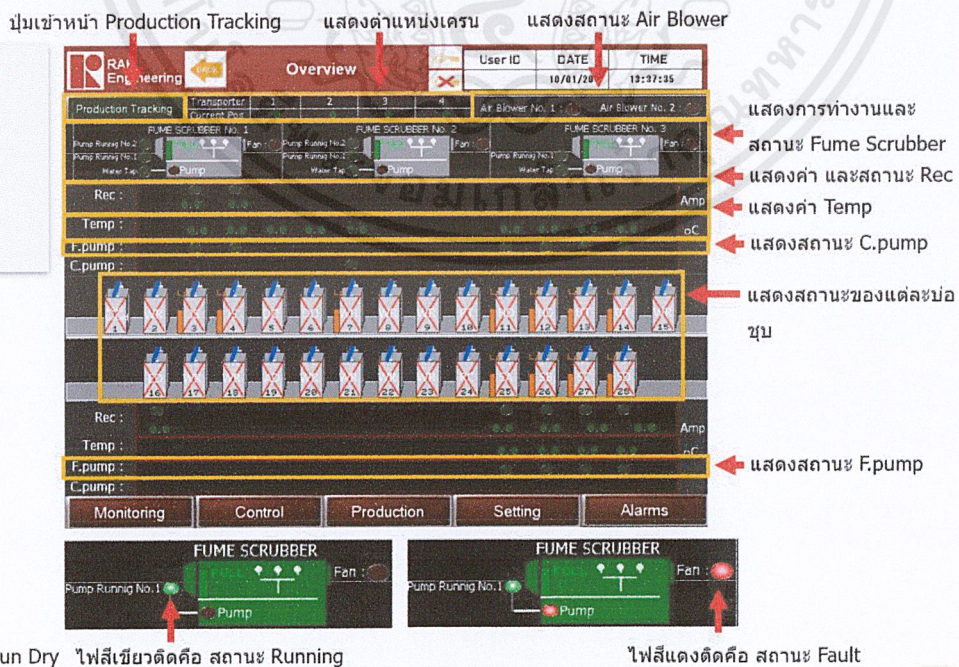
### 3.4.3.1 Monitoring

โดยหน้า Monitoring จะมีเมนูย่อยต่างๆ เพื่อเข้าไป Monitor ได้ดังรูปที่ 3.60



รูปที่ 3.60 แสดงหน้า Monitoring และ Menu ย่อย

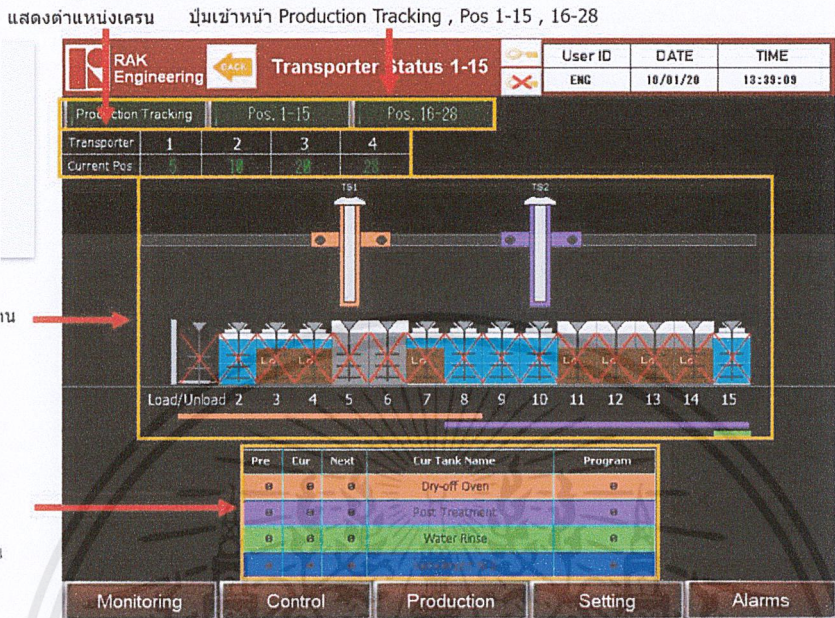
หน้า Overview จะแสดงตำแหน่งเครื่อง สถานะการทำงานระบบโดยรวม ค่ากระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ กับสถานะต่างๆโดยรวมของแต่ละบ่อชุบ และความผิดปกติของระบบทั้งหมด



รูปที่ 3.61 แสดงหน้า Overview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 58 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า Transporter Status จะแสดงตำแหน่ง, สถานะการทำงานของเครนและบ่อชุบทั้งหมด และรวมไปถึงแสดงข้อมูลรายละเอียด, ความผิดปกติที่เกิดขึ้นระหว่างการชุบ



รูปที่ 3.62 แสดงหน้า Transporter Status

หน้า Production Tracking จะแสดงสถานะ Bar.ในถัง Rectifier On/Off Set ค่าเวลา ในถังได้ สามารถดูเวลาBar. อยู่ในถังแล้ว กี่วินาที และ อีกกี่วินาทีที่จะออก ของ ถัง Position นั้นๆ และสามารถ Clear ค่าของ Bar. ได้

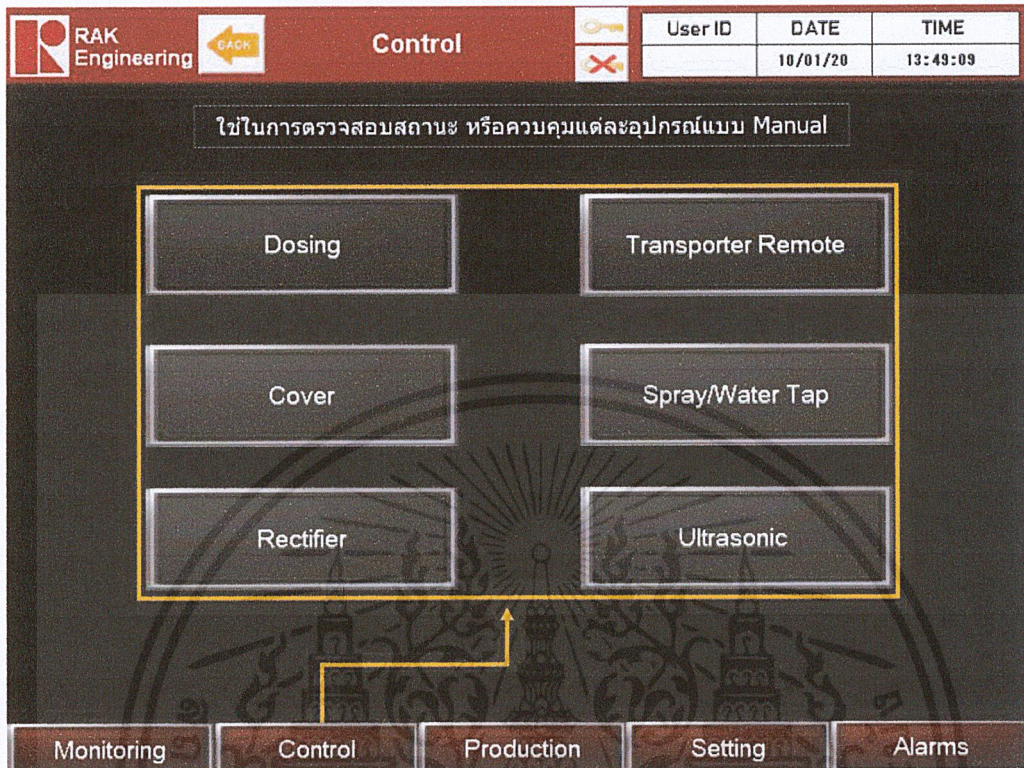
Pos.	Tank	Bar.	Rec.	SP Time	PV Time	Diff	IDX	BOOK	LOAD	Clear
1	Load/ Unload	█		0	0	0	0	0	0	0
2	Water Rinse	█		0	0	0	0	0	0	0
3	Jig Strip	█		0	0	0	0	0	0	0
4	Jig Strip	█		0	0	0	0	0	0	0
5	Dry-off Oven	█		0	0	0	0	0	0	0
6	Dry-off Oven	█		0	0	0	0	0	0	0
7	Hot Water Rinse	█		0	0	0	0	0	0	0
8	Water Rinse (Hi-Tank)	█		0	0	0	0	0	0	0
9	Water Rinse (Hi-Tank)	█		0	0	0	0	0	0	0
10	Post Treatment	█		0	0	0	0	0	0	0
11	Hot Degreasing	█		0	0	0	0	0	0	0
12	Hot Degreasing	█		0	0	0	0	0	0	0
13	Ultrasonic 1	█		0	0	0	0	0	0	0
14	Ultrasonic 2	█		0	0	0	0	0	0	0
15	Water Rinse	█		0	0	0	0	0	0	0
16	Electro Degreasing	█		0	0	0	0	0	0	0
17	Water Rinse	█		0	0	0	0	0	0	0
18	Water Rinse	█		0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 3.63 แสดงหน้า Production Tracking

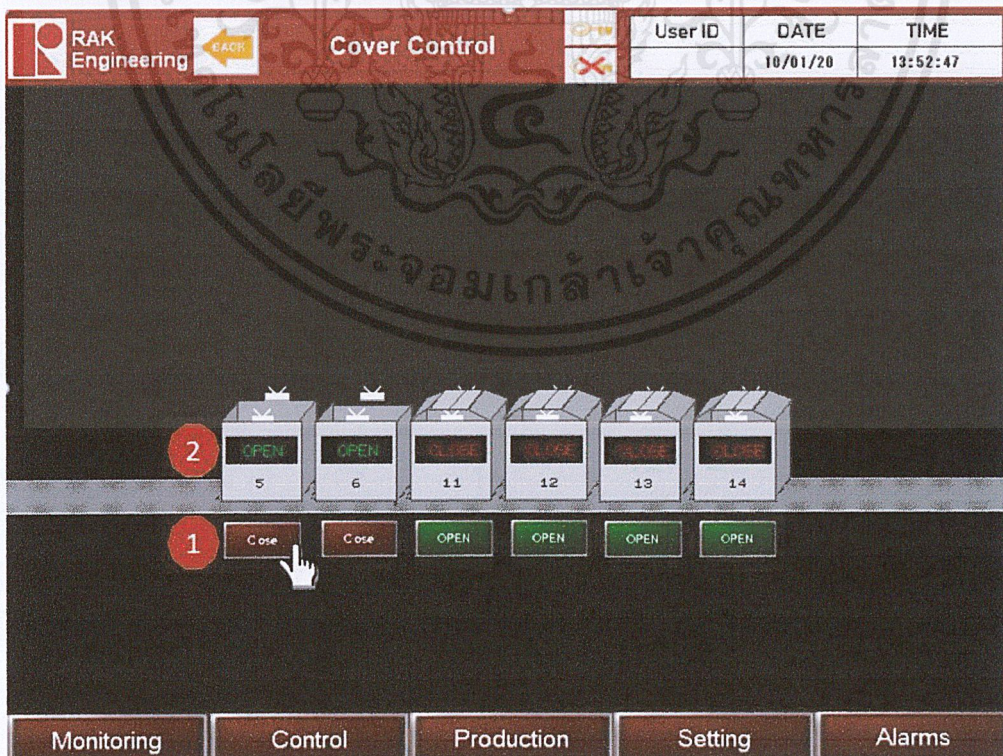
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 59 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3.2 Control

โดยหน้า Control จะมีเมนูย่อยต่างๆ เพื่อเข้าไป Control ได้ดังรูปที่ 3.64



รูปที่ 3.64 แสดงหน้า Control และ Menu ย่อย

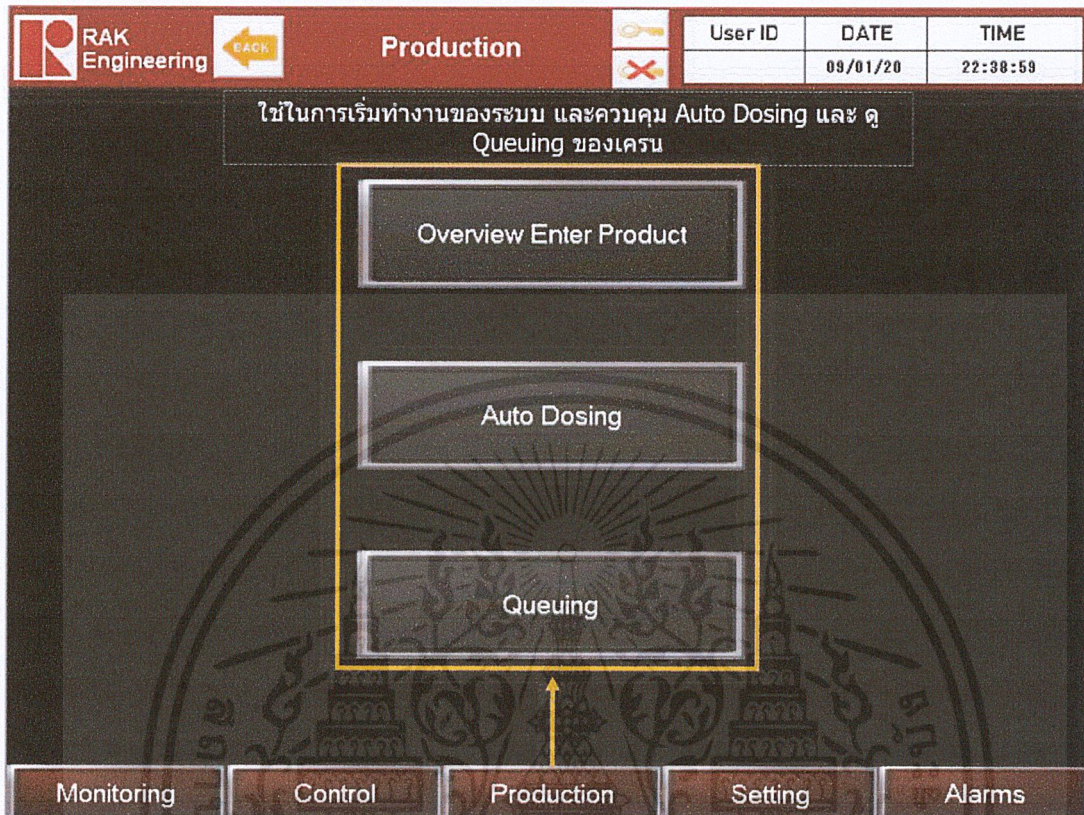


รูปที่ 3.65 แสดงหน้า Cover Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 60 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3.3 Production

โดยหน้า Production จะมีเมนูย่อยต่างๆ เพื่อเข้าไป Production ได้ดังรูปที่ 3.66



รูปที่ 3.66 แสดงหน้า Production และ Menu ย่อย

หน้า Product Overview จะแสดงรายละเอียดทั้งหมดของการผลิต

1. กรอกชื่อ Product Name ที่ต้องการใช้งาน
2. ระบบจะแสดงรายละเอียดของ Product ที่ได้ทำการเลือกข้างต้น(สามารถแก้ไขได้ตลอด)
3. สามารถปรับเปลี่ยนโหมด ได้ ว่าเป็น Volt/Amp ของค่า Current Density แต่ละ Position (สามารถแก้ไขได้ตลอด)
4. กดปุ่ม Confirm หลังกดปุ่ม Confirm ค่าทั้งหมดจะขึ้นเป็นสีเขียว สามารถดูเวลาที่งานออกได้ที่ Cycle Time
5. ถ้าต้องการเปลี่ยนโปรแกรมหรือกระแสไฟ ให้กดปุ่ม Reset แล้วกรอกชื่อ Product Name และทำการเปลี่ยนแปลงตามที่ต้องการแล้วกดปุ่ม Confirm ใหม่
6. ถ้าต้องการลบข้อมูลทั้งหมดที่ระบบกำลังทำงานให้กดปุ่ม Reset All

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 61:ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Product Name: **BV15**

Reset All Start Time: 2020-1-9 5:55:33

End Time: --:--

Run Time: 661 Mn.

Down Time: 3 Mn.

Idle Time: 0 Mn.

Cycle Time: 372 Sec.

First Pass Yield: 0.00 %

Good Product Cycle: 65 bar

NG Product Cycle: 0 bar

Total products: 65 bar

Part No.: 1  
Part Name: M  
FB Quantity: 100  
Run No.: 0  
FB No.: 1  
Lot No.: 1  
Process No.: 1  
Surface Area: 300.0

Pos. Description	Current Density	Rectifier
Electro Degreasing (Pos.8)	0.017	5.0 Volt
Semi-Bright Ni (Pos.18-22)	0.700	210.0 Amp

Monitoring Control Production Setting Alarms

รูปที่ 3.67 แสดงหน้า Product Overview

RAK Engineering Energy Ah

User ID: DATE: 10/01/20 TIME: 14:02:47

Reset	Total	Copper CN Pos.25-28	Set Point Value (Amp)	Point Value (Amp)	Set Times	Actual Times
		A	0.00	0.00	Reset	0
		B	0.00	0.00	Reset	0

Semi-Bright Ni A POS.25

Total (Amp) A	Total (Amp) B
0.00	0.00

Semi-Bright Ni B POS.26

Total (Amp) A	Total (Amp) B
0.00	0.00

Semi-Bright Ni C POS.27

Total (Amp) A	Total (Amp) B
0.00	0.00

Semi-Bright Ni D POS.28

Total (Amp) A	Total (Amp) B
0.00	0.00

Monitoring Control Production Setting Alarms

รูปที่ 3.68 แสดงหน้า Auto Dosing

RAK Engineering Queuing

User ID: DATE: 10/01/20 TIME: 14:03:01

TS1			TS2			TS3			TS4		
Queue	From	To	Queue	From	To	Queue	From	To	Queue	From	To
Q1	0	0	Q1	0	0	Q1	0	0	Q1	0	0
Q2	0	0	Q2	0	0	Q2	0	0	Q2	0	0
Q3	0	0	Q3	0	0	Q3	0	0	Q3	0	0
Q4	0	0	Q4	0	0	Q4	0	0	Q4	0	0
Q5	0	0	Q5	0	0	Q5	0	0	Q5	0	0
Q6	0	0	Q6	0	0	Q6	0	0	Q6	0	0
Q7	0	0	Q7	0	0	Q7	0	0	Q7	0	0
Q8	0	0	Q8	0	0	Q8	0	0	Q8	0	0
Q9	0	0	Q9	0	0	Q9	0	0	Q9	0	0
Q10	0	0	Q10	0	0	Q10	0	0	Q10	0	0

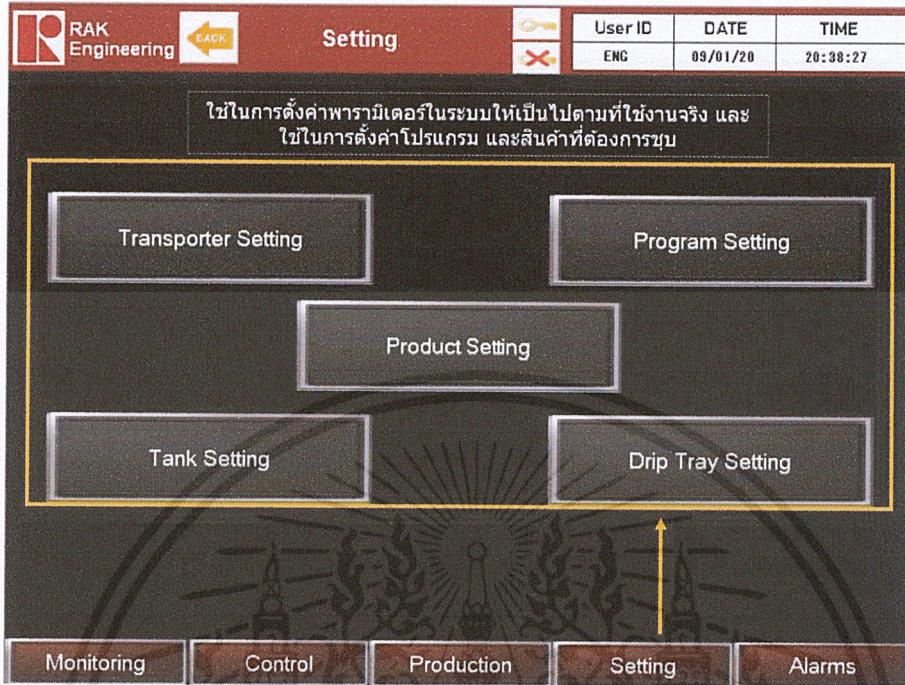
Monitoring Control Production Setting Alarms

รูปที่ 3.69 แสดงหน้า Queuing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 62 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

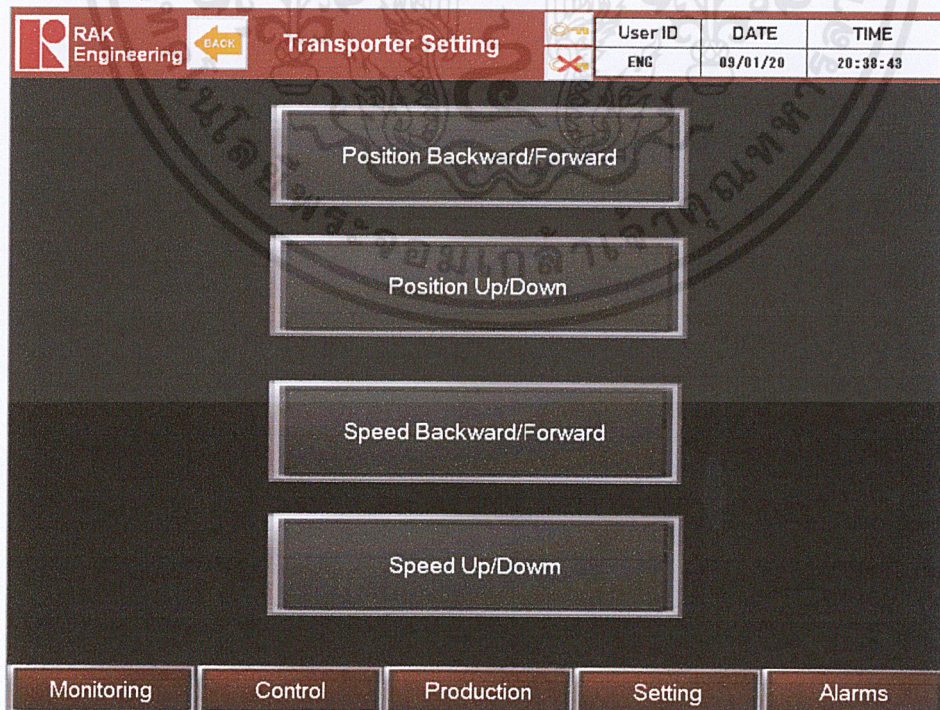
### 3.4.3.4 Setting

โดยหน้า Setting จะมีเมนูย่อยต่างๆ เพื่อเข้าไป Setting ได้ดังรูปที่ 3.70



รูปที่ 3.70 แสดงหน้า Setting และ Menu ย่อย

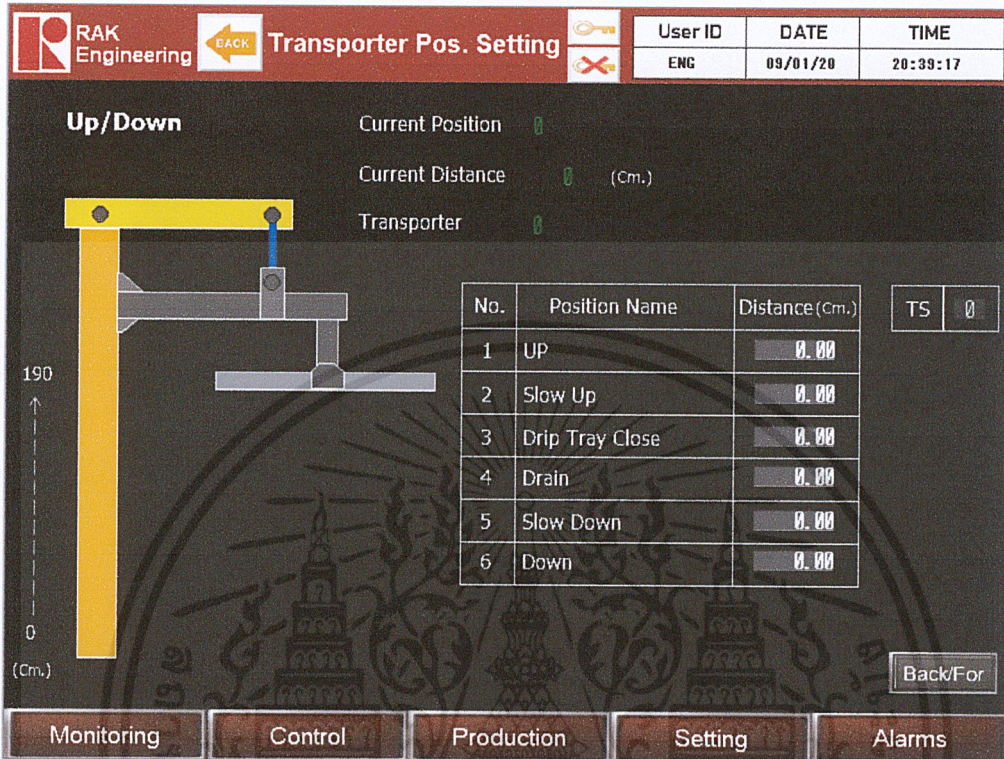
ในที่นี้จะยกตัวอย่างเมนูย่อย Transporter Setting โดยเมื่อกดเข้าที่ปุ่ม Transporter Setting จะเข้าหน้า Setting ดังรูปที่ 3.71



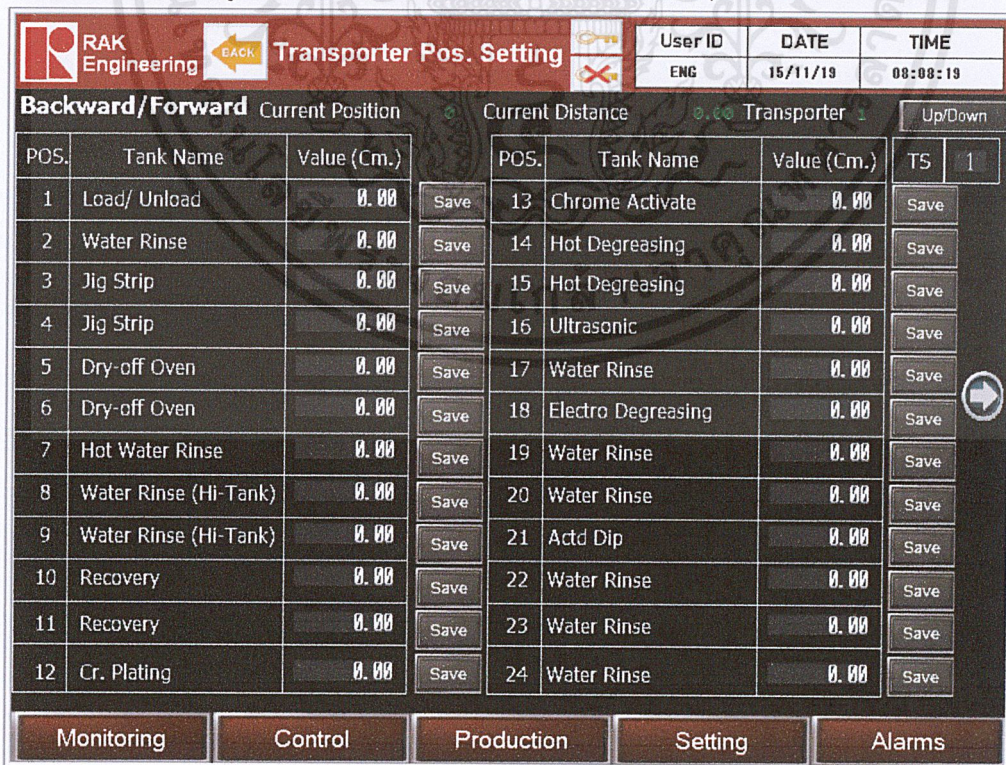
รูปที่ 3.71 แสดงหน้า Transporter Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 63 รัชศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.71 สามารถ Setting ในส่วนของ Position และ Speed 4 ทิศทางได้ดังรูปที่ 3.72 - 3.75



รูปที่ 3.72 Transporter Setting Position Up/Down



รูปที่ 3.73 Transporter Setting Position Backward/Forward

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 64 รัชศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Backward/Forward**

Distance Limit Setting (cm.)	
Distance MAX	0.00
Distance MIN	0.00
Tolerance	0.00
Slow Start	0.00
Slow Stop	0.00

Speed (Hz.)	
MAX	0.00
MIN	0.00
Speed Manual	0.00

Boundary (Pos.)	
MAX	0
MIN	0

Current Speed: 0.00  
Transporter: 1

TS: 1

Up/Down

Monitoring Control Production Setting Alarms

รูปที่ 3.74 Transporter Setting Speed Backward/Forward

**Up/Down**

Distance Limit Setting (cm.)	
Distance MAX	0.00
Distance MIN	0.00
Tolerance	0.00
Slow Start	0.00
Slow Stop	0.00

Speed (Hz.)	
MAX	0.00
MIN	0.00
Speed Manual	0.00

Boundary (Pos.)	
MAX	0
MIN	0

Current Speed: 0.00  
Transporter: 1

TS: 1

Back/For

Monitoring Control Production Setting Alarms

รูปที่ 3.75 Transporter Setting Speed Up/Down

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 65 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3.5 Alarms

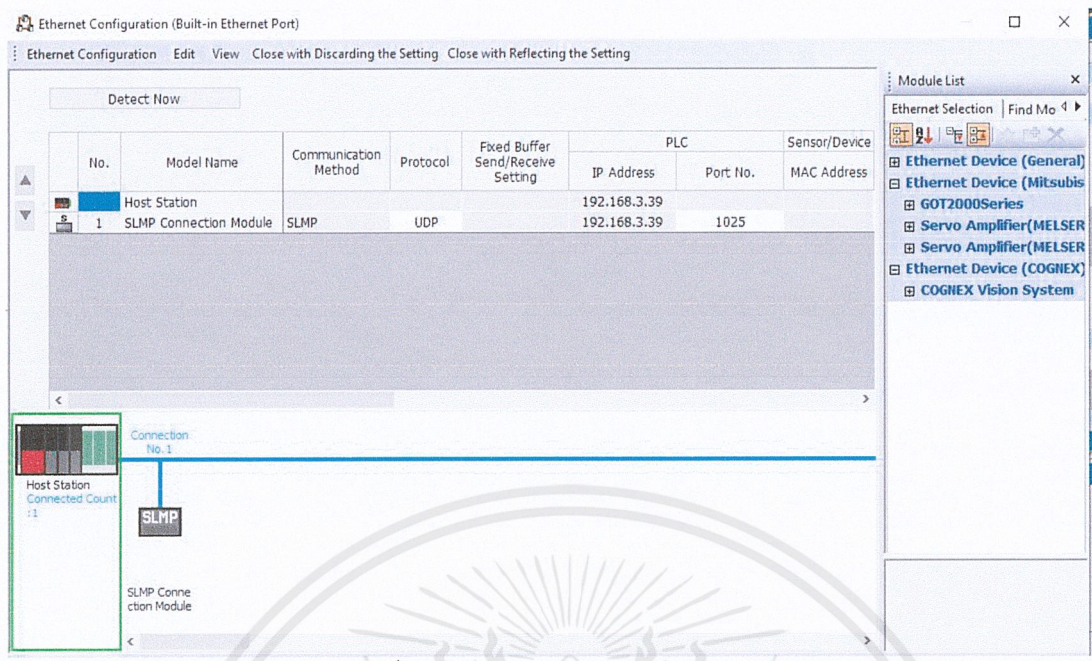
Date	Time	Alarm Detail	Ack	Rcv
20/01/10	15:17	TK8 Rectifier Value Low		15:17
20/01/10	15:17	Fume Scrubber Pump Run Dry		
20/01/10	15:17	TK22 Filter Pump Level Low		
20/01/10	15:17	TK21 Filter Pump Level Low		
20/01/10	15:17	TK20 Filter Pump Level Low		
20/01/10	15:17	TK19 Filter Pump Level Low		
20/01/10	15:17	TK18 Filter Pump Level Low		
20/01/10	15:17	TK6 Filter Pump Level Low		
20/01/10	15:17	TK6 Filter Pump Run Dry		

รูปที่ 3.76 แสดงหน้า Alarm

### 3.5 ทดสอบโปรแกรม PLC โดยเชื่อมต่อกับหน้าจอ HMI

เป็นการทดสอบโปรแกรมเมื่อโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์ทั้ง PLC และ HMI โดยทำการเชื่อมต่อกับโดยใช้สาย LAN ต่อเข้ากับ Hub โดยมี PLC เป็น Master ให้ HMI เป็น Slave และมีการ Monitor ค่าที่รับส่งกันโดยต่อคอมพิวเตอร์เข้าไปที่ Hub อีก 1 ตัว

โดยทำการ Write โปรแกรมลงสู่ PLC และ HMI จากนั้นทำการ Ethernet Configuration โดยไปที่หน้าต่าง Navigator – Parameter – R16ENCPU – Module Parameter – External Device Configuration จากนั้นเลือก SLMP Connection ดังรูปที่ 3.77



รูปที่ 3.77 Ethernet Configuration

เมื่อทำการ Ethernet Configuration แล้ว และเชื่อมต่อ PLC กับ HMI แล้ว สามารถเช็คการเชื่อมต่อได้ที่ Toolbar – Diagnostic – Ethernet Diagnostic

สำหรับการทดสอบโปรแกรม PLC โดยเชื่อมต่อกับหน้าจอ HMI นั้น จะทดสอบโดยการ Force ค่า System On และเปิด Manual Mode เข้าสู่ PLC และทดลองป้อนค่าต่างๆจาก HMI และดูผลลัพธ์จาก PLC ผ่านทางคอมพิวเตอร์ที่ทำการ Monitor ค่าจาก PLC อยู่ ทำการ Start อุปกรณ์ต่างๆ และทดลองใส่ค่าให้อุปกรณ์นั้น Fault และดูว่า PLC ทำการตัดระบบการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆหรือไม่ มีการเตือน Alarm หรือไม่ และเมื่อทำการทดสอบโปรแกรมคร่าวๆแล้ว ต่อไปจะนำโปรแกรมไปติดตั้งยังหน้างานจริง

3.6 ติดตั้งโปรแกรมหน้างาน

เมื่อทำการ Simulation Test จนโปรแกรมสามารถใช้งานได้แล้วทั้ง PLC และ HMI ต่อไปเป็นการติดตั้งโปรแกรมที่หน้างานไลน์ซัพของบริษัทยาซาฮี - ไทย อัสลอย จำกัด โดยในหน้างานจะมี Control Panel 2 ส่วน ส่วนแรกจะควบคุม Ni – Barrel Plating Line โดยมีหน้าจอ HMI 1 หน้าจอตั้งรูปที่ 3.80 และอีกส่วนหนึ่งจะควบคุม Nickle Plating Line และ NiCr Plating Line ซึ่ง Control Panel ส่วนนี้จะมีหน้าจอ HMI 2 หน้าจอไว้สำหรับควบคุมไลน์ซัพ 2 ไลน์ ดังรูปที่ 3.81 และมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้



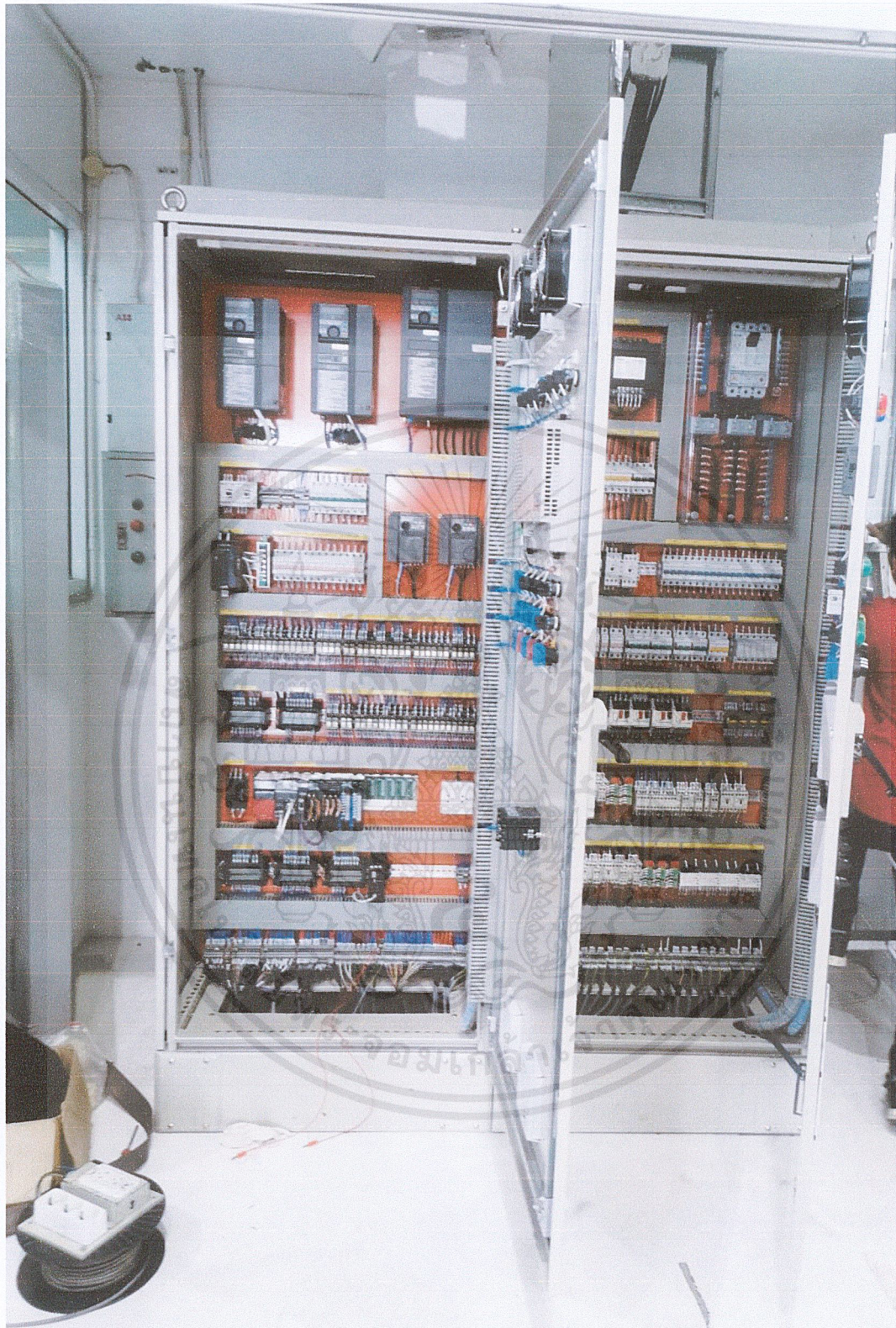
รูปที่ 3.78 ไลน์ชุบอัตโนมัติ Nickle Plating Line และ NiCr Plating Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 68 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



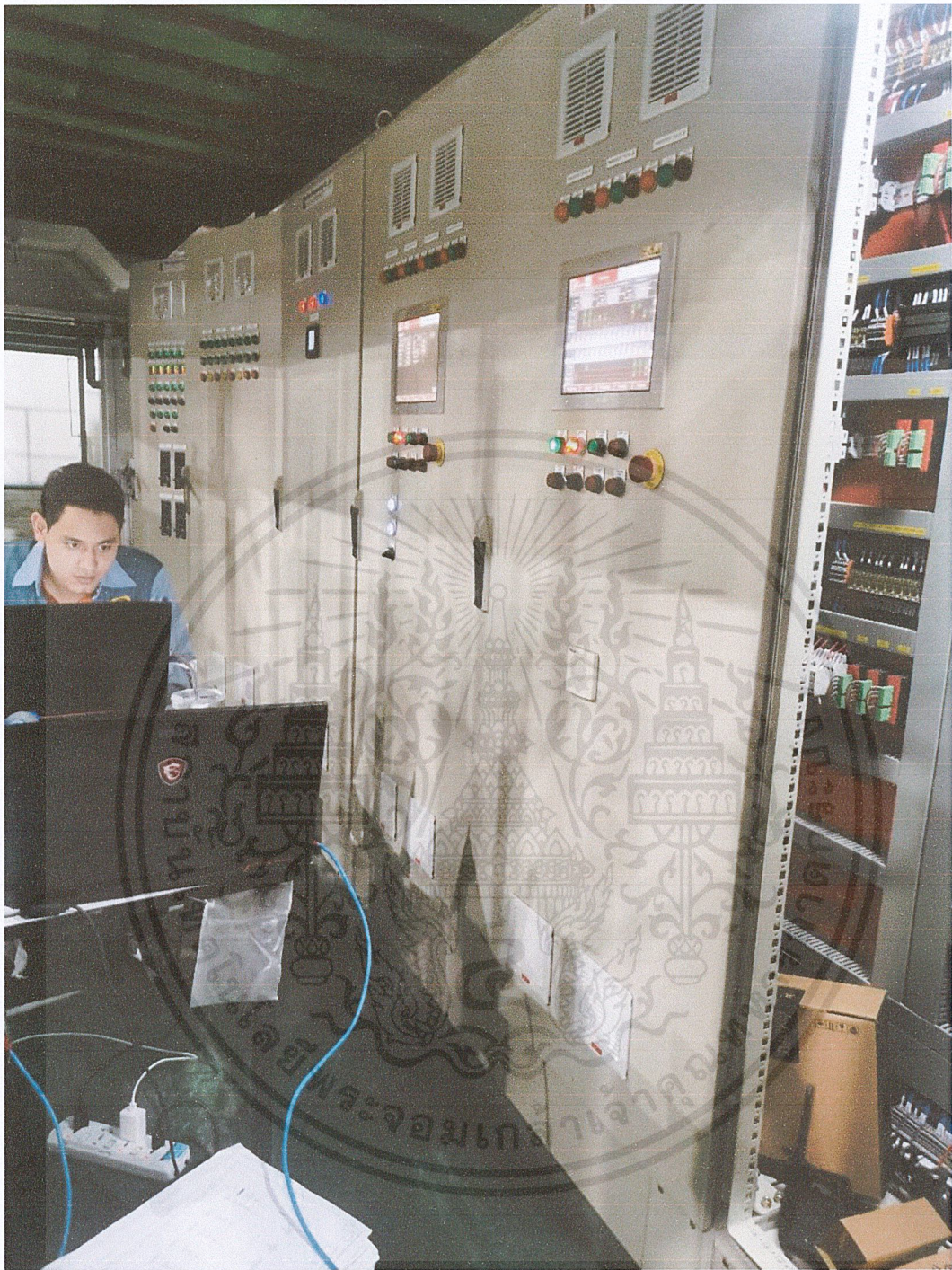
รูปที่ 3.79 ไลน์ชุบอัตโนมัติ Ni – Barrel Plating Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 69 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.80 Control Panel Ni – Barrel Plating Line

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 70 วิชาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

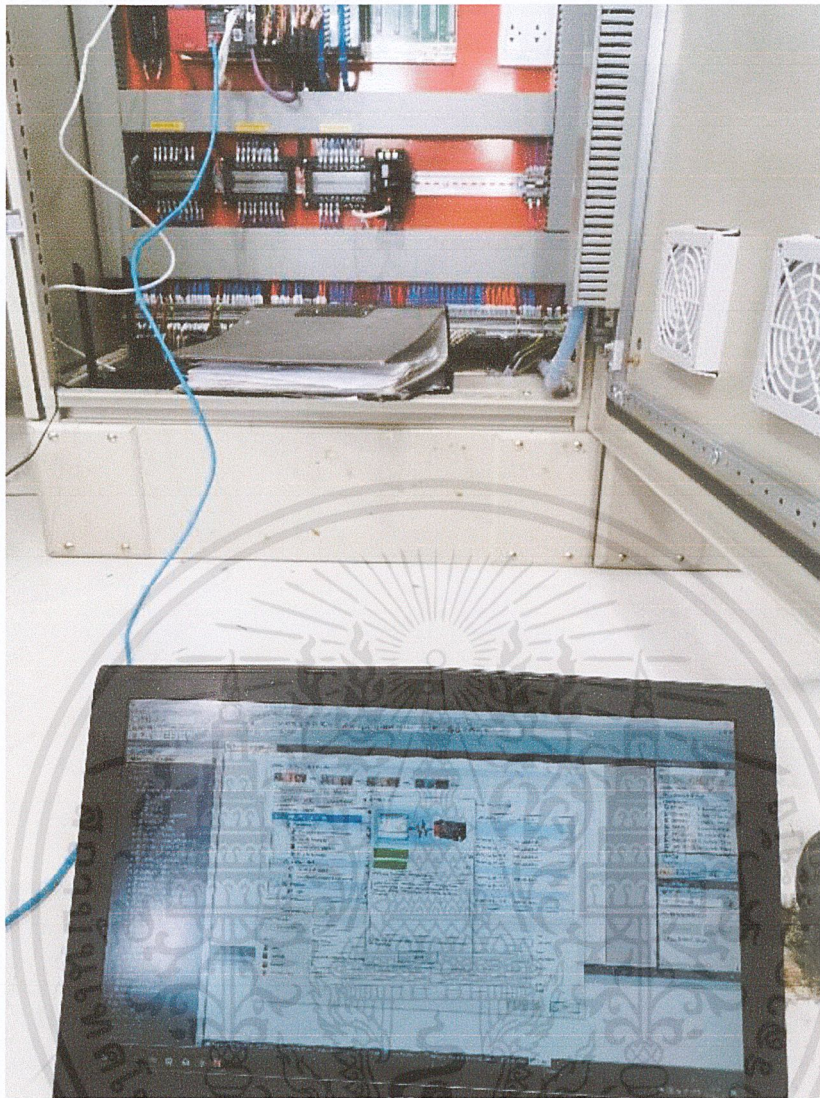


รูปที่ 3.81 Control Panel Nickle Plating Line และ NiCr Plating Line

### 3.6.1 ติดตั้งโปรแกรมสำหรับ PLC และ HMI

ขั้นตอนแรกสำหรับการดำเนินงานที่ไซต์งาน ขั้นตอนแรกคือการติดตั้งโปรแกรมสำหรับ PLC และ HMI โดยทำการติดตั้งโปรแกรม เซ็ค Error เซ็คการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่าง PLC กับ HMI ว่าสามารถสื่อสารกันได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ71ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.82 การติดตั้งโปรแกรมลงสู่ PLC

### 3.6.2 ตรวจสอบอินพุตและเอาต์พุต

เมื่อติดตั้งโปรแกรมและสามารถใช้งานได้ ต่อไปเป็นการตรวจสอบอินพุตและเอาต์พุตที่เข้ามายังหน้าการ์ด PLC และ เข้ามายังโปรแกรม PLC ว่ามีความสอดคล้องกันและถูกต้องตามเอกสารวิศวกรรมหรือไม่ ซึ่งจะต้องตรวจสอบตามเอกสาร I/O List ซึ่งจะระบุที่มาของสัญญาณอินพุตหรือเอาต์พุต ระบุ Address หน้าการ์ด PLC ซึ่งต้องทำการตรวจสอบทุกสัญญาณที่ระบุในเอกสาร I/O List โดยทำการตรวจสอบอุปกรณ์แหล่งกำเนิดสัญญาณว่ามีการใช้งานได้หรือไม่ และตรวจสอบสัญญาณที่เข้ามายังหน้าการ์ดว่าตรงตามที่ระบุตามเอกสาร I/O List หรือไม่ ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่กินเวลาค่อนข้างมาก และต้องมีการแก้ไขอุปกรณ์จำนวนมาก เพราะบางอุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานได้ หรือมีการลากสายมาเข้าหน้าการ์ด PLC ไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสาร I/O List โดยเป็นขั้นตอนที่ต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียด เพราะถ้าเกิดมีข้อผิดพลาดของอุปกรณ์หรือการเดินสายผิด อาจทำให้โปรแกรมสั่งการอุปกรณ์ผิดพลาดและอาจเกิดความเสียหายต่อกระบวนการชုပ်ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 72 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.83 การตรวจสอบเซนเซอร์ของเครนตัวที่ 1

ตัวอย่างดังรูปที่ 3.83 เป็นการตรวจสอบเซนเซอร์ของเครนตัวที่ 1 ของไลน์ซูป Nickle ซึ่งเป็นการตรวจสอบว่าเซนเซอร์แต่ละตัวสามารถใช้งานได้หรือไม่ มีสัญญาณส่งเข้าไปยังหน้าการ์ด PLC หรือไม่ และสัญญาณที่เข้ามาตรงตาม Address ที่ระบุไว้หรือไม่ และจากรูปที่ 3.84 จะเป็นการตรวจสอบอินพุตและเอาต์พุตที่เข้ามายังโปรแกรม PLC โดยการมอนิเตอร์ดูสัญญาณที่เข้ามาผ่านทางโปรแกรม PLC โดยตรงเพื่อเป็นการเช็คค่า โปรแกรม PLC กับหน้าการ์ด PLC มีการ Map Address ตรงกันหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 73 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.84 การมอนิเตอร์สัญญาณที่เข้ามาผ่านทางโปรแกรม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 74 ศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NiCr TS3 DN PROX SW STS	BOOL	X71
NiCr TS3 UP DN ENCODER STS	BOOL	X72
NiCr TS3 FLIGHT BAR PHOTO SW STS	BOOL	X73
NiCr TS3 PROX SW DTY OPEN STS	BOOL	X74
NiCr TS3 PROX SW DTY CLOSE STS	BOOL	X75
NiCr TS3 OVTRV UP LIMIT SW STS	BOOL	X78
NiCr TS3 BELT LIMIT SW STS	BOOL	X79
NiCr TS3 BUMP LIMIT SW STS	BOOL	X7A
NiCr TS3 TS2 BUMP LIMIT SW STS	BOOL	X7B
NiCr TS3 INV FUALT STS	BOOL	X7C
NiCr TS3 MOTOR UP DN OVLD STS	BOOL	X7D
NiCr TS3 MOTOR FW BW OVLD STS	BOOL	X7E
NiCr TS3 MOTOR DTY OVLD STS	BOOL	X7F
Ni TS1 REMOTE READY STS	BOOL	X80
Ni TS1 REMOTE UP SW STS	BOOL	X81
Ni TS1 REMOTE DN SW STS	BOOL	X82
Ni TS1 REMOTE FW SW STS	BOOL	X83
Ni TS1 REMOTE BW SW STS	BOOL	X84
Ni TS1 REMOTE AUTO SW STS	BOOL	X85
Ni TS2 REMOTE READY STS	BOOL	X88
Ni TS2 REMOTE UP SW STS	BOOL	X89
Ni TS2 REMOTE DN SW STS	BOOL	X8A
Ni TS2 REMOTE FW SW STS	BOOL	X8B
Ni TS2 REMOTE BW SW STS	BOOL	X8C
Ni TS2 REMOTE AUTO SW STS	BOOL	X8D
Ni TS3 REMOTE READY STS	BOOL	X90
Ni TS3 REMOTE UP SW STS	BOOL	X91
Ni TS3 REMOTE DN SW STS	BOOL	X92
Ni TS3 REMOTE FW SW STS	BOOL	X93
Ni TS3 REMOTE BW SW STS	BOOL	X94
Ni TS3 REMOTE AUTO SW STS	BOOL	X95
Ni TS4 REMOTE READY STS	BOOL	X98
Ni TS4 REMOTE UP SW STS	BOOL	X99
Ni TS4 REMOTE DN SW STS	BOOL	X9A
Ni TS4 REMOTE FW SW STS	BOOL	X9B
Ni TS4 REMOTE BW SW STS	BOOL	X9C
Ni TS4 REMOTE AUTO SW STS	BOOL	X9D
NiCr TS1 REMOTE READY STS	BOOL	X0A0
NiCr TS1 REMOTE UP SW STS	BOOL	X0A1
NiCr TS1 REMOTE DN SW STS	BOOL	X0A2
NiCr TS1 REMOTE FW SW STS	BOOL	X0A3
NiCr TS1 REMOTE BW SW STS	BOOL	X0A4
NiCr TS1 REMOTE AUTO SW STS	BOOL	X0A5
NiCr SYS STR STS	BOOL	X0A6
NiCr SYS STP STS	BOOL	X0A7
NiCr TS2 REMOTE READY STS	BOOL	X0A8
NiCr TS2 REMOTE UP SW STS	BOOL	X0A9
NiCr TS2 REMOTE DN SW STS	BOOL	X0AA
NiCr TS2 REMOTE FW SW STS	BOOL	X0AB
NiCr TS2 REMOTE BW SW STS	BOOL	X0AC
NiCr TS2 REMOTE AUTO SW STS	BOOL	X0AD
NiCr SYS RUN CONT STS	BOOL	X0AE

NiCr TS7 75076 X77

รูปที่ 3.85 เอกสาร I/O Test

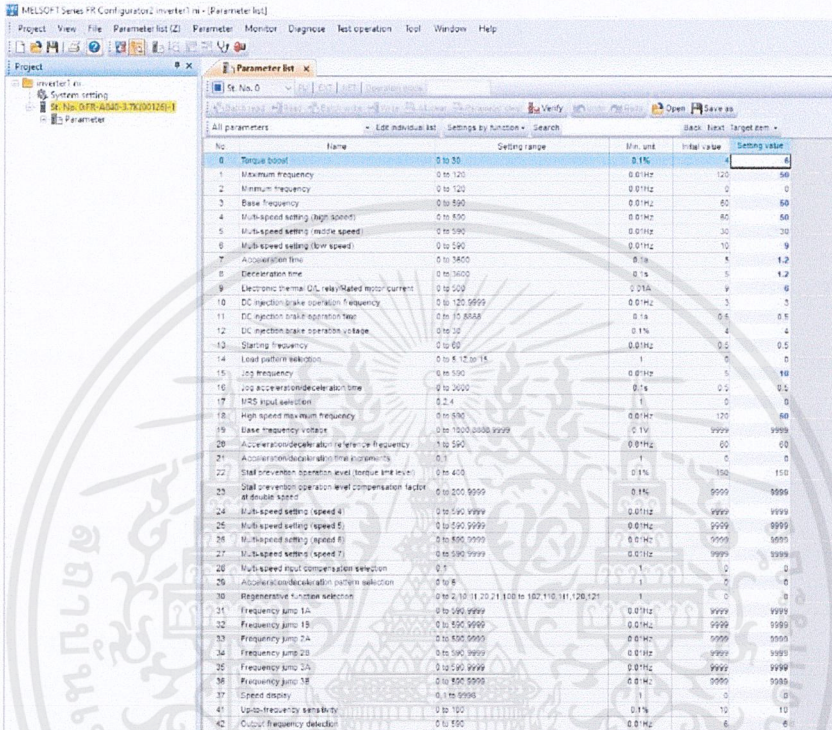
จากรูปที่ 3.85 เป็นเอกสารตรวจสอบอินพุตและเอาต์พุต โดยจะตรวจสอบว่ามีสัญญาณออกมาจากอุปกรณ์แหล่งกำเนิดหรือไม่ และถ้ามีสัญญาณเข้ามาตรงตาม Address ที่ระบุไว้หรือไม่ และจากรูปที่ 3.85 อุปกรณ์ที่ติดตั้งบางอย่างไม่มีการเดินสายสัญญาณเข้ามายังหน้าการ์ด PLC ทำให้ต้องมีการจัดบันทึกไว้และประสานงานกับทีมติดตั้งให้มีการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 75 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3 Configuration อุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมต่อกับ PLC ผ่าน Protocol

#### 3.6.3.1 Configuration Inverter

เป็นการ Configuration Inverter ที่ทำการสั่งมอเตอร์ของคอนกรีตแต่ละตัว โดยใช้โปรแกรม FR Configurator 2 ซึ่งจะมีการ Configuration ค่าต่างๆเข้าไปยัง Inverter เช่น Power, Network, Station, Pole เป็นต้น



No.	Name	Setting	range	Min. unit	Initial value	Setting value
0	Torque boost	0 to 30		0.1%	4	4
1	Minimum frequency	0 to 120		0.01Hz	20	50
2	Minimum frequency	0 to 120		0.01Hz	0	0
3	Base frequency	0 to 500		0.01Hz	60	50
4	Multi-speed setting (high speed)	0 to 500		0.01Hz	60	50
5	Multi-speed setting (middle speed)	0 to 500		0.01Hz	30	30
6	Multi-speed setting (low speed)	0 to 500		0.01Hz	10	9
7	Acceleration time	0 to 3600		0.1s	5	1.2
8	Deceleration time	0 to 3600		0.1s	5	1.2
9	Electronic thermal O/L relay related motor current	0 to 500		0.2A	9	0
10	DC injection brake operation frequency	0 to 120 0000		0.01Hz	3	3
11	DC injection brake operation time	0 to 15 0000		0.1s	0.6	0.5
12	DC injection brake operation voltage	0 to 30		0.1V	4	4
13	Starting frequency	0 to 60		0.01Hz	0.2	0.5
14	Load pattern selection	0 to 8 12 to 14		1	0	0
15	Jog frequency	0 to 500		0.01Hz	5	10
16	Jog acceleration/deceleration time	0 to 3000		0.1s	0.5	0.5
17	SRS signal selection	0 to 4		1	0	0
18	High speed maximum frequency	0 to 500		0.01Hz	120	60
19	Base frequency voltage	0 to 1000 0000 0000		0.1V	9999	9999
20	Acceleration/deceleration time reference frequency	1 to 500		0.01Hz	60	60
21	Acceleration/deceleration time increment	0.1		1	0	0
22	Stall prevention operation level (torque limit level)	0 to 400		0.1%	150	150
23	Stall prevention operation level compensation factor at double speed	0 to 200 0000		0.1%	0000	0000
24	Multi-speed setting (speed 4)	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
25	Multi-speed setting (speed 5)	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
26	Multi-speed setting (speed 6)	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
27	Multi-speed setting (speed 7)	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
28	Multi-speed input compensation selection	0 to 1		1	0	0
29	Acceleration/deceleration pattern selection	0 to 8		1	0	0
30	Regenerative current selection	0 to 2 10 11 20 21 100 to 102 110 111 120 121		1	0	0
31	Frequency ramp 1A	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
32	Frequency ramp 1B	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
33	Frequency ramp 2A	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
34	Frequency ramp 2B	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
35	Frequency ramp 3A	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
36	Frequency ramp 3B	0 to 500 0000		0.01Hz	0000	0000
37	Speed droop	0.1 to 9999		1	0	0
41	Up-to-frequency sensitivity	0 to 100		0.1%	10	10
42	Output frequency detection	0 to 500		0.01Hz	6	6

รูปที่ 3.86 FR Configurator 2

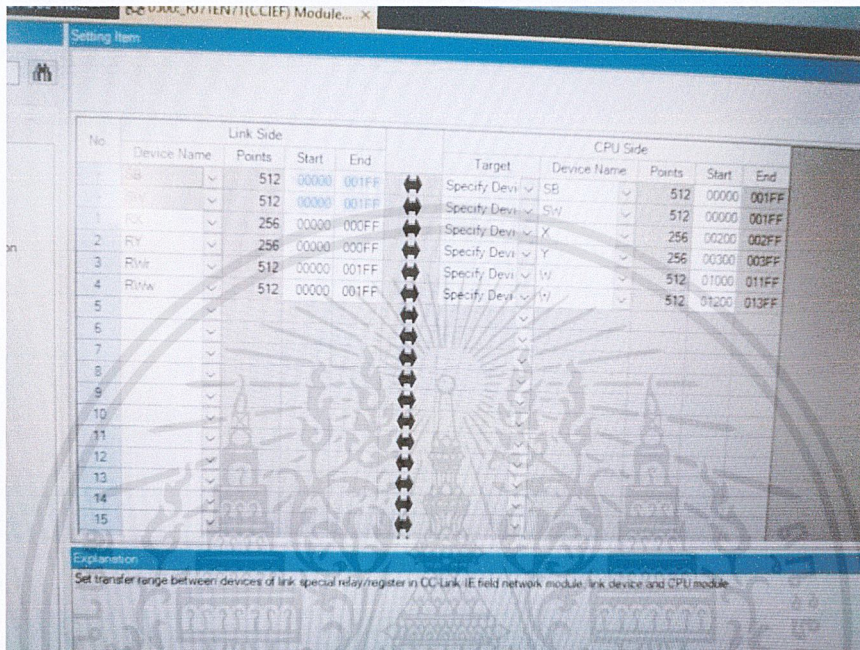


รูปที่ 3.87 Inverter ของคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 76 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

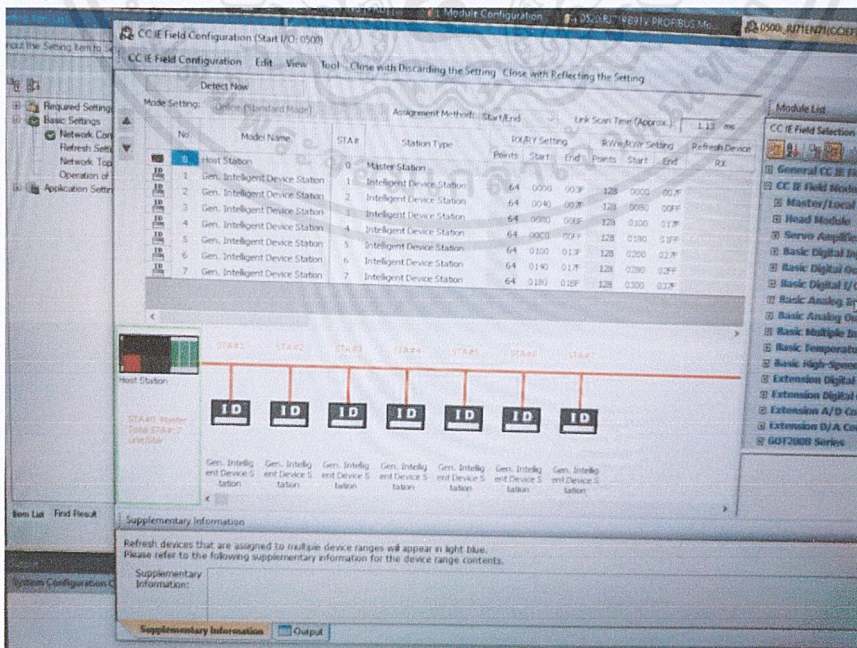
### 3.6.3.2 Configuration CC-Link IE Field Protocol

เมื่อทำการ Configuration Inverter สำเร็จแล้ว ต่อไปเป็นการ Configuration CC-Link IE Field Protocol ซึ่งเป็น Protocol ที่ใช้สื่อสารระหว่าง PLC กับ Inverter ของเครื่อง ซึ่งจะทำการ Configuration ในโปรแกรม GX Works 3 โดยเข้าไปที่ Navigator – R16ENCPU – Module Parameter – RJ71EN71 ขั้นตอนแรกต้องทำการ Configuration Address ของ Inverter ดังรูปที่ 3.88



รูปที่ 3.88 Configuration Address ของ Inverter

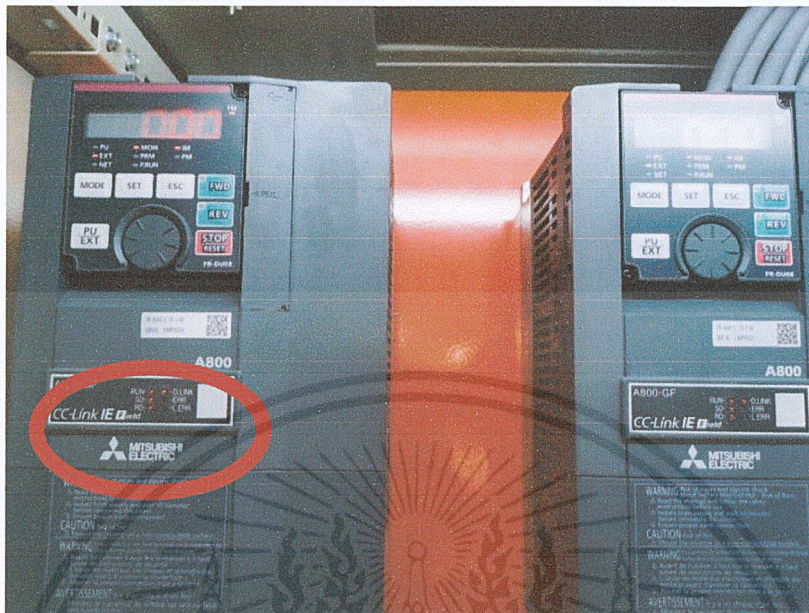
ต่อไปเป็นการสร้าง Station โดยสร้างตามจำนวนของ Inverter ที่อยู่ในวงนั้นๆ โดยจากรูปที่ 3.89 มี Inverter ที่อยู่ในวงทั้งหมด 7 ตัว และทำการระบุ Address ของ Inverter แต่ละตัว



รูปที่ 3.89 CC IE Field Configuration

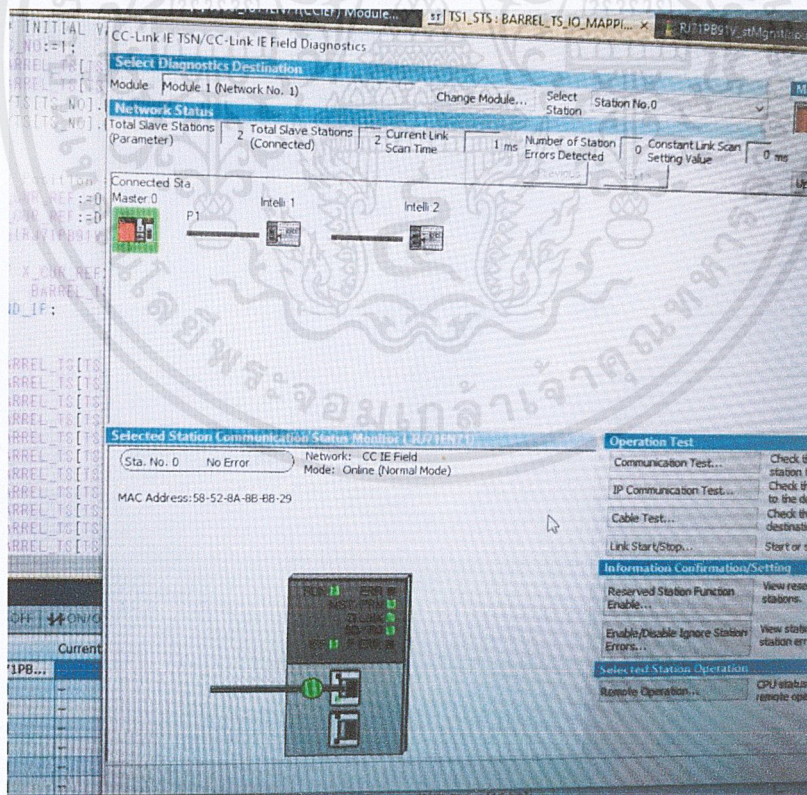
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 77 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อทำการ Configuration สำเร็จแล้ว ที่ Inverter จะมีไฟสีแดงขึ้นที่ D Link ดังรูปที่ 3.90 และที่ PLC ไม่มีไฟ Error ขึ้นที่ Module CC-Link



รูปที่ 3.90 Inverter ที่ Configuration Protocol สำเร็จแล้ว

และสามารถเช็คการสื่อสารได้ที่เมนู Diagnostics - CC-Link IE Field Diagnostics ดังรูปที่ 3.91



รูปที่ 3.91 CC-Link IE Field Diagnostics

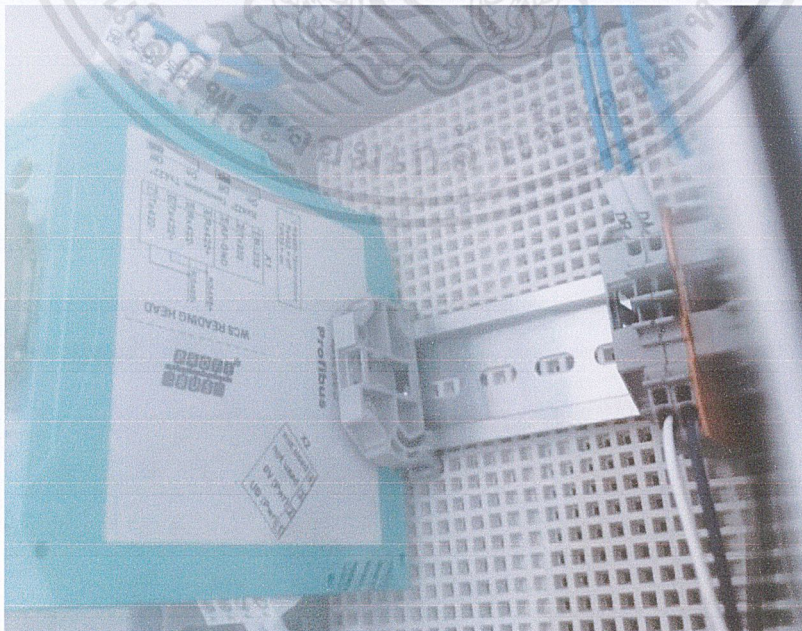
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 78 ศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6.3.3 Configuration Profibus Protocol

ขั้นตอนต่อไปเป็นการ Configuration เซนเซอร์วัดระยะทางของคอนแต่ละตัว ซึ่งจะสื่อสารกับ PLC โดยใช้ Profibus Protocol และมี Gateway เป็นตัวแยกและกระจายสัญญาณจาก Profibus 1 เส้น ไปยังคอนแต่ละตัว

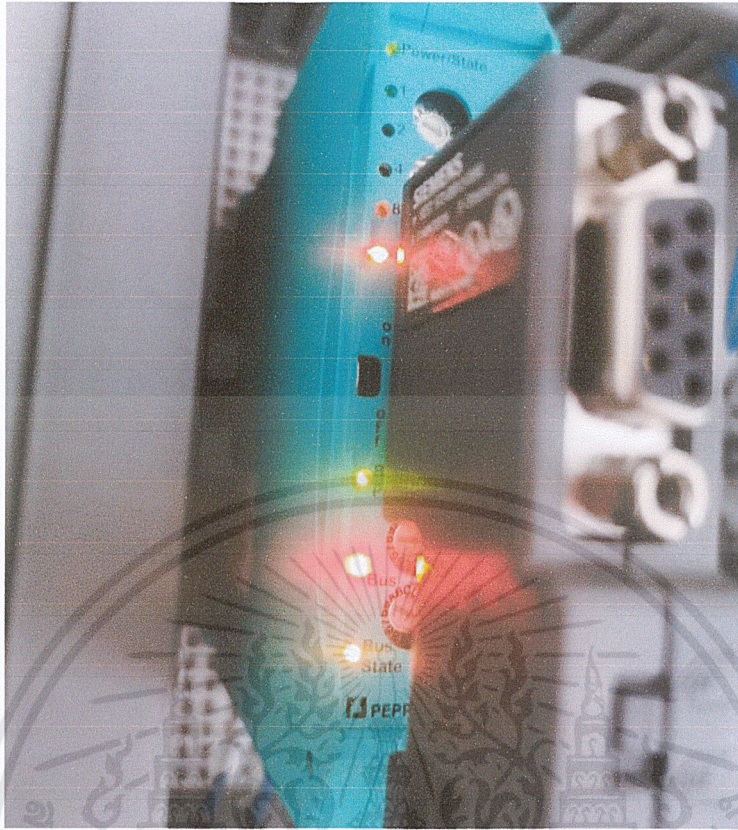


รูปที่ 3.92 เซนเซอร์วัดระยะทางของคอน



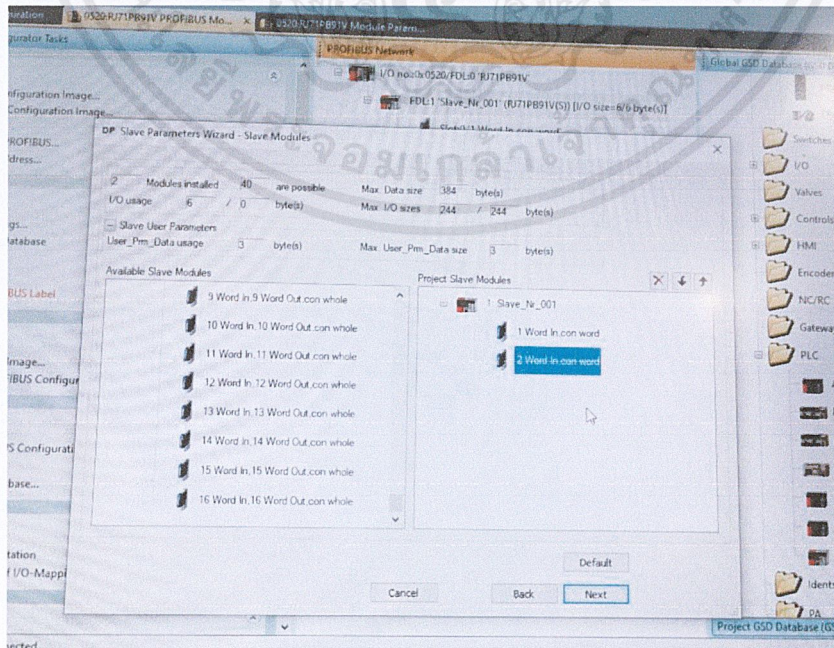
รูปที่ 3.93 Profibus Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.94 Profibus Gateway

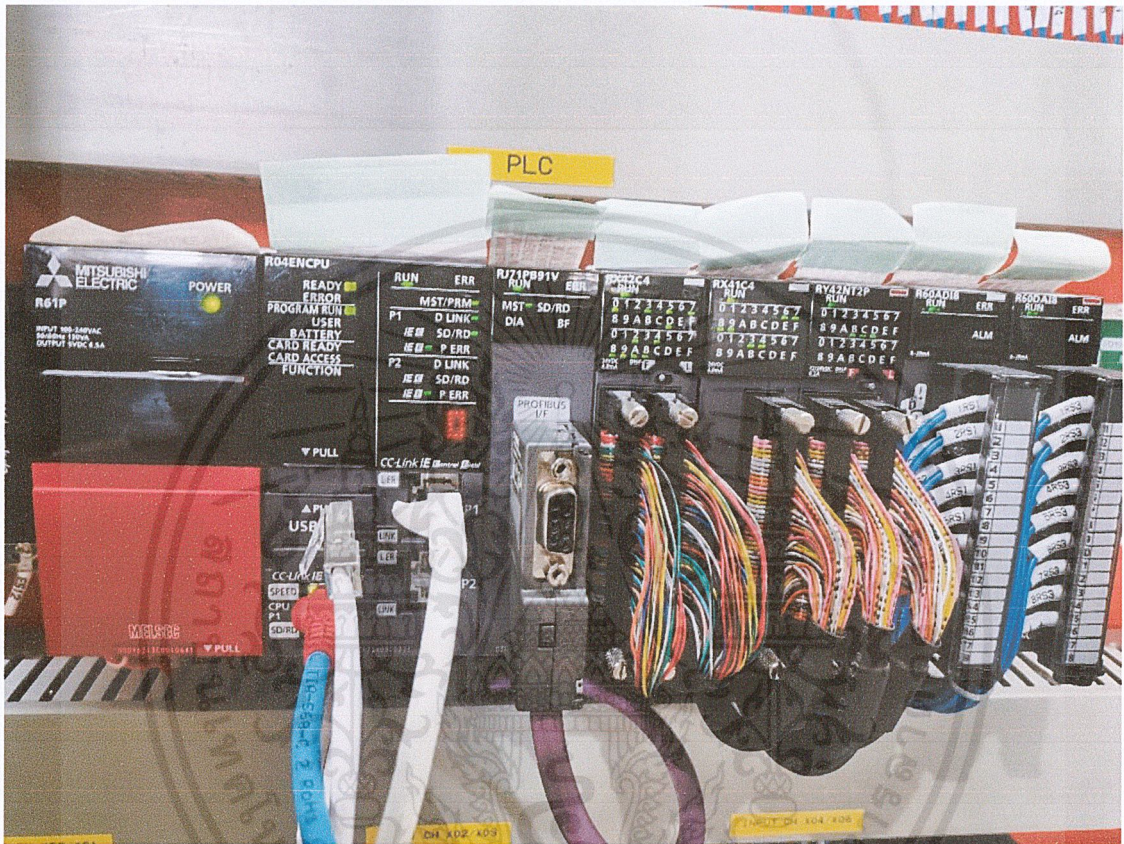
โดยขั้นตอนการ Configuration นั้นจะทำในโปรแกรม GX Works 3 โดยเข้าไป Configuration ที่ Profibus Master Module โดยทำการเลือกให้ Profibus Master Module ที่ PLC เป็น Master และ เซนเซอร์วัดระยะทางของครอนแต่ละตัวเป็น Slave ดังรูปที่ 3.95



รูปที่ 3.95 Profibus Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ **80** ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อทำการโปรแกรมสามารถใช้งานได้ Configuration สำเร็จทุกอุปกรณ์ จะไม่มีไฟสถานะ Error ขึ้นที่ Module PLC โดยจากรูปที่ 3.96 CPU Module สามารถรันได้ ไม่มี Error , CC-Link IE Module รันได้ ไม่มี Error มีไฟ D Link ติดและสามารถสื่อสารกับ Inverter ได้โดยใช้ Network 0 และ Profibus Master Module รันได้ ไม่มี Error



รูปที่ 3.96 PLC Module ที่พร้อมสำหรับการทดสอบและใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ **81** ศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

### 4.1 Manual Mode Test

เป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องในโหมด Manual เมื่อโปรแกรมสามารถใช้งานได้และ ทดสอบ I/O แล้ว โดยการทดสอบการทำงานของเครื่องในโหมด Manual จะสั่งการทำงานของเครื่องด้วย 2 วิธีคือ ใช้ Remote Control และ หน้าจอ Remote Control ใน HMI โดยก่อนทำการทดสอบต้องมีการตั้งค่า Speed , Distance Limit และ Boundary ของเครื่องแต่ละตัวดังรูปที่ 4.1 – 4.2 เมื่อเครื่องมีการเคลื่อนที่ Inverter จะแสดง Speed ที่ตั้งค่าไว้ตามทิศทางต่างๆดังรูปที่ 4.3 และเมื่อทำการทดสอบสำเร็จแล้ว จะมีการเก็บค่า Position ของเครื่องแต่ละตัว โดยทำการเคลื่อนเครื่องไปยังตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นไปยังหน้า HMI หน้า TS Pos Setting และกดบันทึก Position นั้นๆ ดังรูปที่ 4.6 และ 4.7

RAK Engineering		Transporter Speed Setting		User ID	DATE	TIME
				ENG	15/11/19	08:09:51

Backward/Forward	
Distance Limit Setting (cm.)	
Distance MAX	0.00
Distance MIN	0.00
Tolerance	0.00
Slow Start	0.00
Slow Stop	0.00

Speed (Hz.)	
MAX	0.00
MIN	0.00
Speed Manual	0.00
Current Speed	0.00
Transporter	1

Boundary (Pos.)	
MAX	0
MIN	0

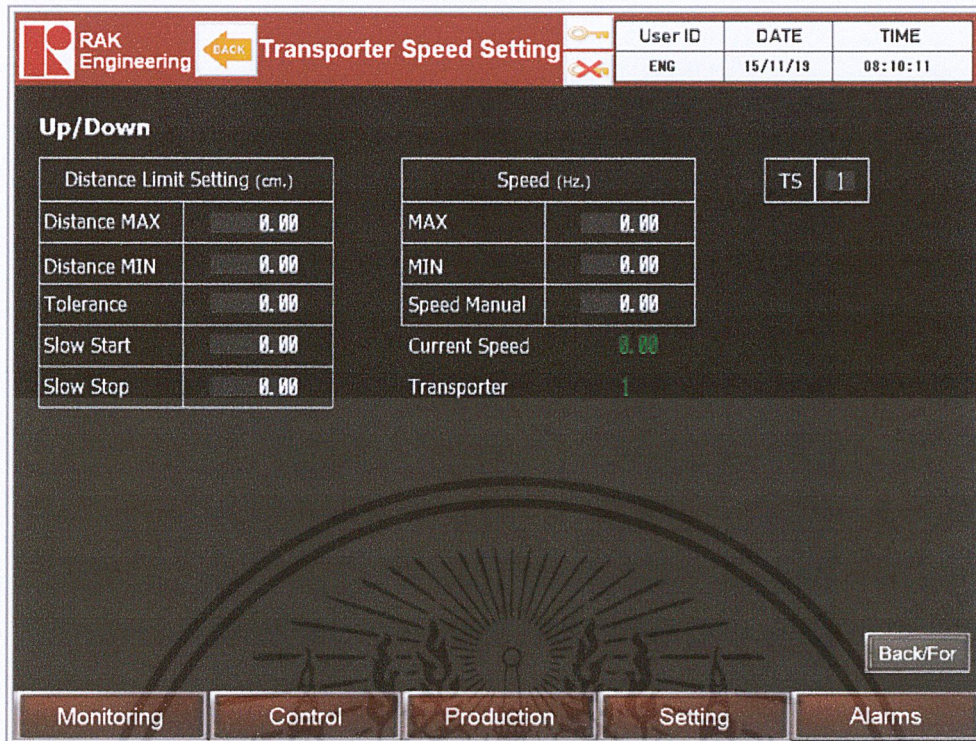
  

Up/Down

Monitoring Control Production Setting Alarms

รูปที่ 4.1 Transporter Setting Speed Backward/Forward

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 82 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 Transporter Setting Speed Up/Down

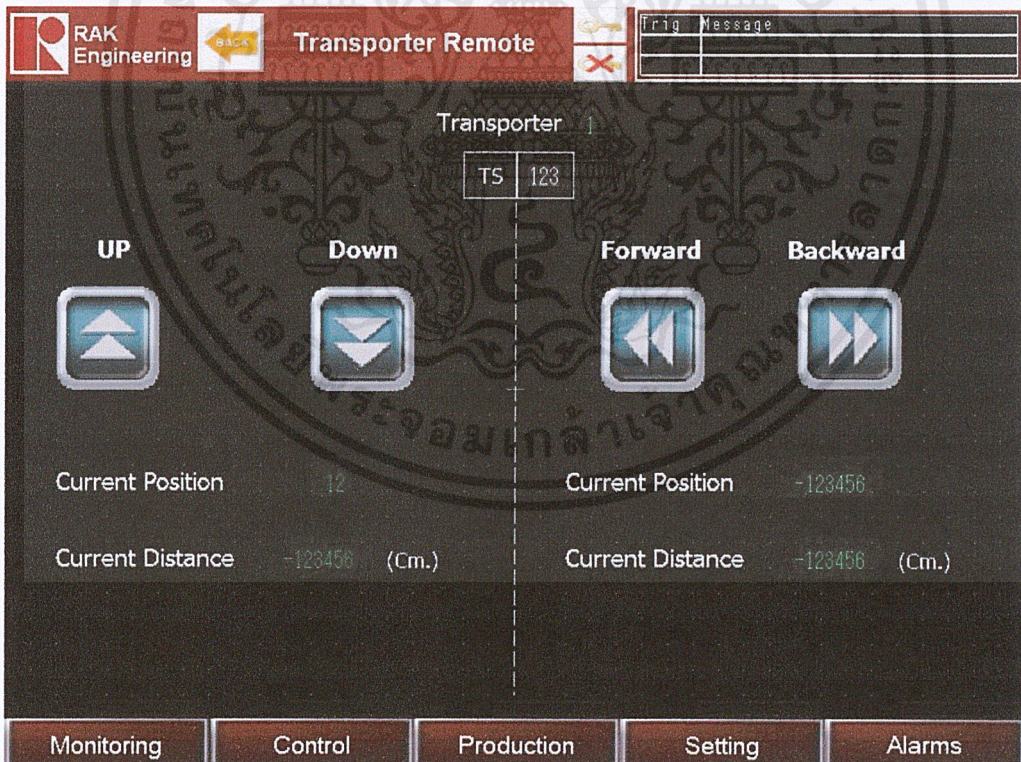


รูปที่ 4.3 Inverter เมื่อเครื่องทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 83 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 Remote Control



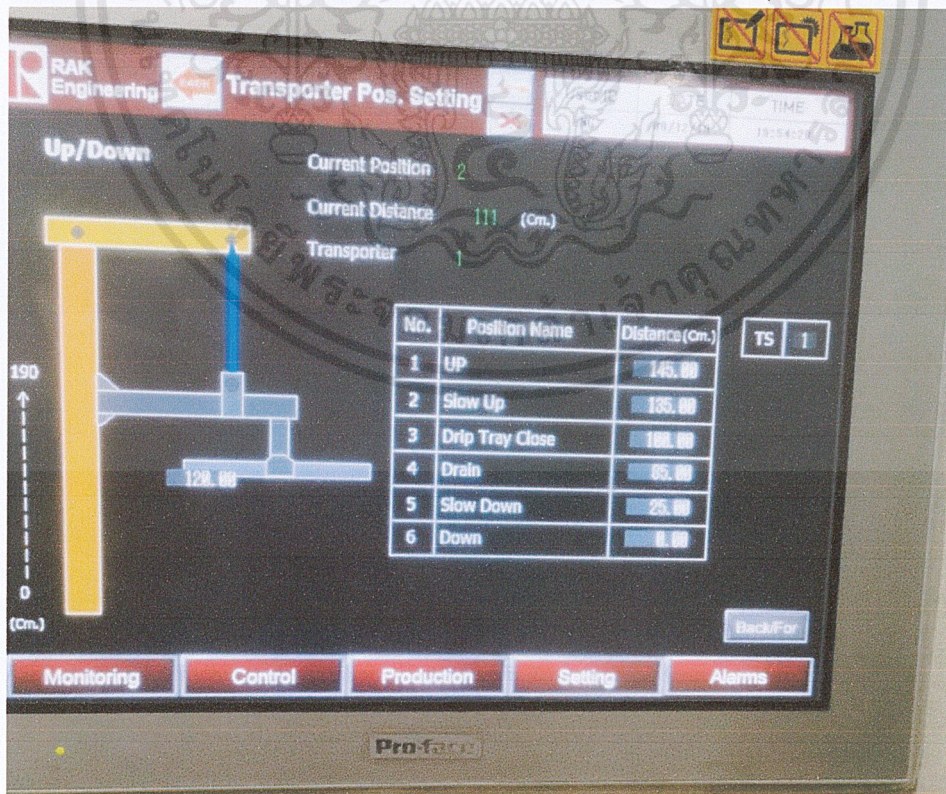
รูปที่ 4.5 Transporter Remote HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 84 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 TS Pos Setting Backward/Forward

จากรูปที่ 4.6 เมื่อคอนเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่ต้องการแล้ว จะทำการกดปุ่ม Save ระยะของตำแหน่งนั้นๆ เช่นต้องการให้ระยะ 342.20 เป็น Position ที่ 13 ต้องทำการกดปุ่ม Save ที่ Position 13



รูปที่ 4.7 TS Pos Setting Up/Down

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 85 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 Semi – Auto Mode Test

เป็นการทดสอบการทำงานของครนในโหมดกึ่งอัตโนมัติ โดยการทำงานของระบบนี้คือ กดปุ่มที่ Remote Control หรือ หน้าจอ Remote Control ใน HMI เพียง 1 ครั้ง ครนจะเดินทางไปตามปุ่มที่กด 1 Position โดยต้องมีการบันทึกระยะทางของ Position นั้นๆแล้ว สำหรับการทดสอบในโหมดนี้จะมีการตั้ง ค่า Slow Up และ Slow Down สำหรับการเคลื่อนที่ขึ้นลง เพื่อเพิ่มและลดความเร็วเมื่อเดินทางถึงจุดสูงสุด และจุดต่ำสุด และตั้งค่า Slow Start และ Slow Stop สำหรับการเคลื่อนที่ไป-กลับ เพื่อเพิ่มและลดความเร็วเมื่อออกสตาร์ทและใกล้ถึง Position เป้าหมายตามลำดับ อีกทั้งต้องมีการตั้งค่าเขตแดนของครน แต่ละตัว ว่าสามารถไปได้ใกล้-ไกลสุดยัง Position ที่เท่าใด

#### 4.3 Automatic Mode Test

เป็นการทดสอบการทำงานของครนในโหมดอัตโนมัติ โดยการทำงานในระบบนี้จะต้องสัมพันธ์กับ อุปกรณ์ต่างๆภายในไลน์ซูป ซึ่งมีการออกแบบไว้ในโปรแกรมแล้ว และต้องมีการสั่ง Sequence การทำงานของครนว่าจะให้ครนไปยัง Position ใดบ้าง โดยสามารถตั้งค่า Sequence ได้ในหน้าจอ HMI โดยเมื่อกด ปุ่ม Automatic Start ครนทั้งหมดในไลน์ซูปจะเดินทางตาม Sequence ที่ตั้งค่าไว้

POS.	Pro. NAME	Pro. Seq. 1	Pro. Seq. 2	Min. (Sec.)	Nom. (Sec.)	Max. (Sec.)	Drain Time (Sec.)	Priority	Agitation (Speed)
1	Load/ Unload	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
2	Hot Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
3	Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
4	Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
5	Post Treatment	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
6	Hot Degreasing	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
7	Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
8	Electro Degreasing	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
9	Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
10	Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
11	Water Rinse	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	
12	ACID DIP	12345	12345	12345	12345	12345	12345	123	

รูปที่ 4.8 HMI Program Sequence Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 86 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

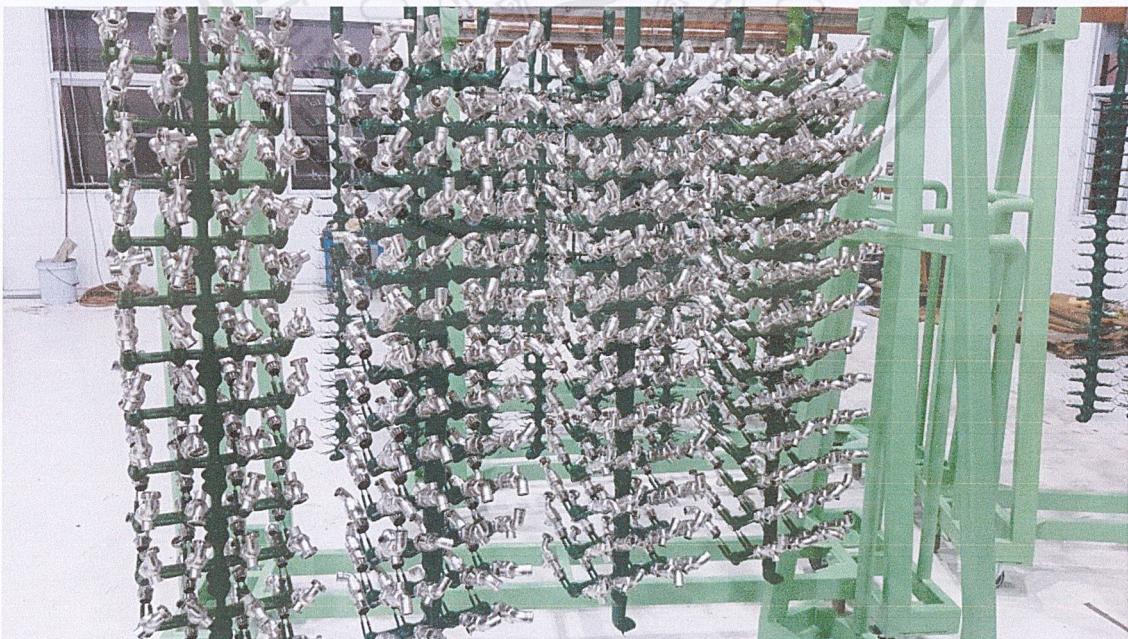


รูปที่ 4.9 การทดสอบเครื่องในโมเดลต่างๆ

#### 4.4 Site Acceptance Test (SAT)

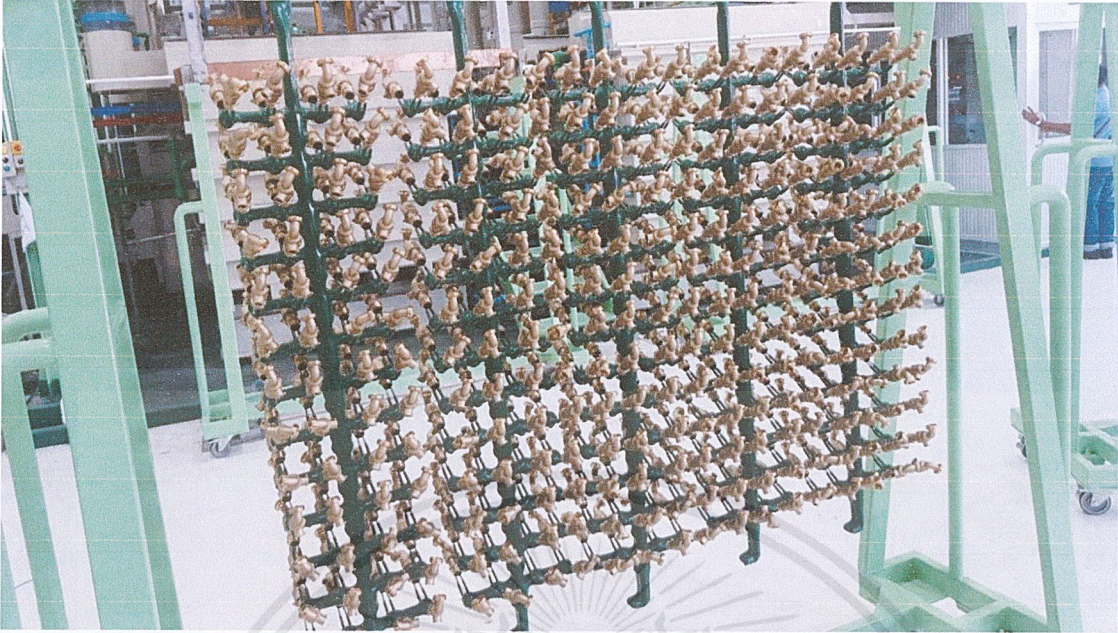
SAT (Site Acceptance Test) / Commissioning หมายถึงระยะทดสอบเพื่อตรวจรับงาน สำหรับดำเนินการติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ PLC (Installation) ที่บริษัท อาซาฮี - ไทย อัลลอย จำกัด โดยเป็นการทดสอบโดยใช้ชิ้นงานจริง และมีการเติมสารเคมีและน้ำในถัง

ในที่นี้จะยกตัวอย่างเอกสาร SAT เฉพาะของ Automatic Nickle Plating Line

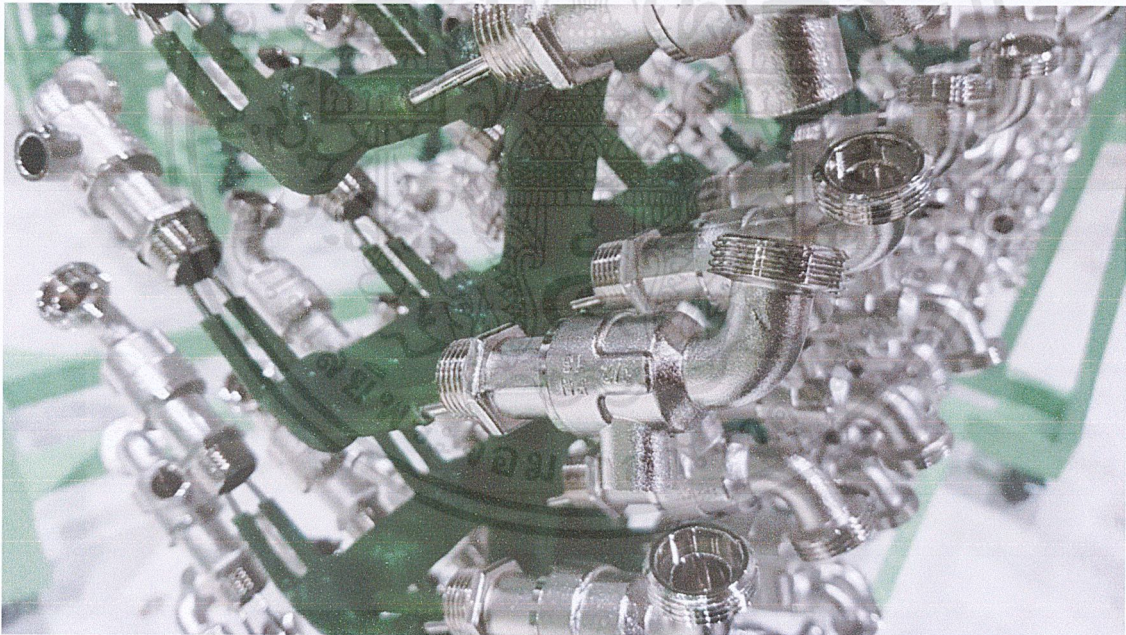


รูปที่ 4.10 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 87 ปรึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

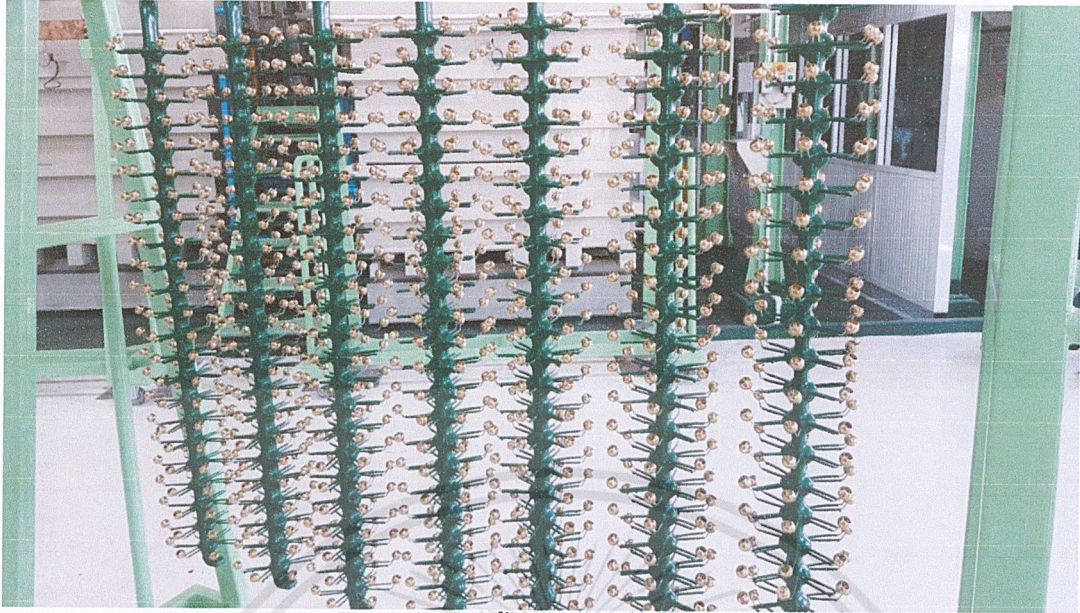


รูปที่ 4.11 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ

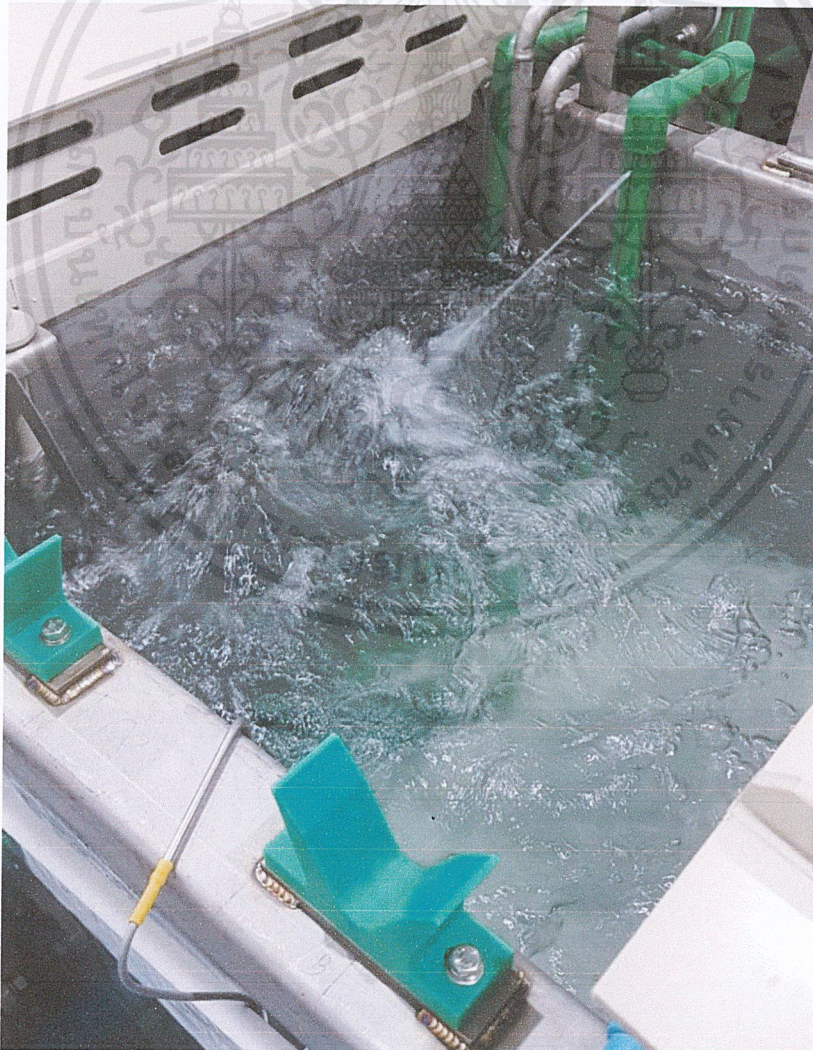


รูปที่ 4.12 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 88 ศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ชิ้นงานที่จะนำมาชุบ





รูปที่ 4.14 การเติมน้ำลงไปจนถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 89 ศึกษานอกโรงเรียน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 Site Acceptance Test โดยการชูบชิ้นงานจริงในโหมด Automatic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 90 รัชศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>CLIENT</b>  <b>RAK ENGINEERING CO., LTD</b>															
<b>BY</b>  <b>INFINITE CONTROL CO.,LTD.</b>															
<b>PROJECT TITLE :</b> Engineering PLC & HMI System Implemente for Automatic Nickel (Rack)	<b>CONTRACT NO.</b>														
<b>DOCUMENT TITLE :</b> Site Acceptance Test (SAT)															
<b>CUSTOMER'S COMMENT</b>															
REMARK : _____ _____															
RESULT : <input checked="" type="checkbox"/> ACCEPTABLE <input type="checkbox"/> UNACCEPTABLE <input type="checkbox"/> OTHER _____															
Doc. No. : PJ201931-01-EN-SYS-500															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev.</th> <th>Date</th> <th>Description</th> <th>By</th> <th>Checked</th> <th>Approved</th> <th>Client Approved</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>14-Jan-19</td> <td>for Approve</td> <td>MK</td> <td>AP</td> <td>AP</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Rev.	Date	Description	By	Checked	Approved	Client Approved	A	14-Jan-19	for Approve	MK	AP	AP		
Rev.	Date	Description	By	Checked	Approved	Client Approved									
A	14-Jan-19	for Approve	MK	AP	AP										
Infinite Control co.,ltd. 100/8 Moo.4 T.Bangsaothong A.Bangsaothong Samutprakam 10540															

รูปที่ 4.16 SAT Document

#### 4.4.1 Test Scenario

ตารางที่ 4.1 Transporter 1 – 4

EQUIPMENT. : TRANSPORTER 1 - 4

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	MANUAL MODE	- System "ON"		/	
		- In the cabinet, Turn Manual Selector "ON"	Red Light "ON" at TS	/	
		- Remote Control, Clear emergency alarm		/	
		- Press FW Button	TS moving FW @ manual speed	/	
		- Press BW Button	TS moving BW @ manual speed	/	
		- Press UP Button	TS moving UP @ manual speed	/	
2	SEMI-AUTO MODE	- Press DN Button	TS moving DN @ manual speed	/	
		- System "ON"		/	
		- In the cabinet, Turn Manual Selector "OFF"	Orange Light "ON" at TS	/	
		- Remote Control, Clear emergency alarm		/	
		- Press FW Button	TS moving FW @ auto speed	/	
		- Press BW Button	TS moving BW @ auto speed	/	
3	AUTO MODE	- Press UP Button	TS moving UP @ auto speed	/	
		- Press DN Button	TS moving DN @ auto speed	/	
		- System "ON"		/	
		- In the cabinet, Turn Manual Selector "OFF"	Green Light "ON" at TS	/	
		- In the cabinet, Press Automatic Button "ON"		/	
		- Remote Control, Clear emergency alarm		/	

:  Acceptable                       Unacceptable                       other

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 91  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 4.2 Overview

Section : Overview

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	Enable/Disable Tank	- Press Tank Enable POS.1-28 "OFF"	- Cross sign POS.1-28 Show up	/	
2	Having Fligt Bar	- Simulate Fligt Bar Pos. 1-28 "ON"	- Fligt Bar Pos. 1-28 Show up	/	
3	Cover Status	- Press Tank Opened Cover POS.5-6,11-14 "ON" - Press Tank Closed Cover POS.5-6,11-14 "ON"	- Open - Cross - Cross - Cross - Cross - Closed Cover POS.5-6,11-14 Show up	/	
4	Level Tank Status	- Simulate Tank Level EMPTY "ON" - Simulate Tank Level FULL "ON"	- Level EMPTY (Red, Blink) - Level FULL (Blue)	/	
5	Rectifier Status	- Press Rectifier Start Button (Rectifier Control) - Pos.3-4,16,25-28 - Simulate Rectifier Status "FAULT"	- Rectifier Status (Green,Start) - Rectifier Status (Red,FAULT)	/	
6	Temperature Status	- Simulate Rectifier Volt,Amp PV - Simulate Temperature Values PV	- Show Rectifier PV Values - Show Temperature Values PV	/	
7	Filter Pump Status (F)	- Press Filter Button "Start" (Page Control) - Simulate Filter Rundry Status "ON" - Simulate Filter Fault Status "ON"	- Filter Status (Green) - Filter Rundry Status (Orange) - Filter Fault Status (Red)	/	
8	Circulate Pump Status (P)	- Press Cir. Pump Button "Start" (Page Control) - Simulate Cir. Pump Rundry Status "ON" - Simulate Cir. Pump Fault Status "ON"	- Filter Status (Green) - Filter Rundry Status (Orange) - Filte Faultr Status (Red)	/	
9	Transporter Position	- Simulate TS 1-4 Position	- Boarder TS 1-4 show up at the right Pos.	/	
10	Transporter 1-4 FW/BW Position	- Simulate TS 1-4 FW/BW Position	- Show current TS1-4 FW/Bw Position	/	
11	Fume Scrubber1 Status	- Simulate System,Pump,WT,Fan,Speed,Level	- Show System,Pump,WT,Fan,Speed,Level Status	/	
12	Fume Scrubber2 Status	- Simulate System,Pump,WT,Fan,Speed,Level	- Show System,Pump,WT,Fan,Speed,Level Status	/	
13	Fume Scrubber3 Status	- Simulate System,Pump,WT,Fan,Speed,Level	- Show System,Pump,WT,Fan,Speed,Level Status	/	
13	Air Blower	- Simulate Air Blower	- Show Air Blower Status (Red,FAULT)	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.3 Transporter Status

Section : Transporter Status

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	Transporter 1-4 FW/BW Position	- Simulate TS 1-4 FW/BW Position	- Show current TS1-4 FW/Bw Position	/	
	Transporter 1-4 Up/Dn Position	- Simulate TS 1-4 Up/Dn Position	- Show current TS1-4 Up/Dn Position	/	
2	Previous Value Transporter 1-4	- Simulate Previous Value Transporter 1-4	- Show Previous Value Transporter 1-4	/	
3	Current Value Transporter 1-4	- Simulate Current Value Transporter 1-4	- Show Current Value Transporter 1-4	/	
4	Next Value Transporter 1-4	- Simulate Next Value Transporter 1-4	- Show Next Value Transporter 1-4	/	
5	Current Tank Name Transporter 1-4	- Simulate Current Tank Name Transporter 1-4	- Show Current Tank Name Transporter 1-4	/	
9	Program Value Transporter 1-4	- Simulate Program Value Transporter 1-4	- Show Program Value Transporter 1-4	/	
10	Enable/Disable Tank	- Press Enable POS.1-28 "OFF" (Page Setting)	- Cross sign POS.1-28 Show up	/	
11	Having Fligt Bar	- Simulate Fligt Bar Pos. 1-28 "ON"	- Fligt Bar Pos. 1-28 Show up	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.4 Production Tracking

Section : Production Tracking

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	Having Fligt Bar	- Simulate Fligt Bar Pos. 1-28 "ON"	- Fligt Bar Pos. 1-28 "ON" (Green)	/	
2	Rectifier Status	- Simulate Rectifier Pos.3-4,16,25-28 "ON"	- Rectifier Pos.3-4,16,25-28 "ON" (Green)	/	
3	SP Time	- Simulate SP Time from (Program Setting)	- Show Set Point Time	/	
4	PV Time	- Simulate PV Time	- Show PV Time	/	
5	Diff	- Simulate Diff	- Show Diff	/	
6	IDX	- Simulate IDX	- Show IDX	/	
7	Book	- Simulate Book	- Show Book	/	
8	Load	- Simulate Load	- Show Load	/	
9	Clear	- Press the button Clear	- Delete data Pos	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 4.5 Dosing Pump Status

Section : Dosing Pump

ITEM	FUNCTION	SCENARIO		Acceptable	Unacceptable
		ACTION	RESULT		
1	Dosing Pump Status	- Press Dosing Pump Button "Start" (Page Control)	- Dosing Pump Status (Green,Start)	/	
		- Simulate Dosing Pump Fault Status "OI"	- Dosing Pump Fault Status (Orange,Fault)	/	
		- Press Dosing Pump Button "Stop" (Page Control)	- Dosing Pump Status (Red,Stop)	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.6 Transporter Remote Control

Section : Transporter Remote Control

ITEM	FUNCTION	SCENARIO		Acceptable	Unacceptable
		ACTION	RESULT		
1	Transporter Remote Control	- Press the button Up , Down , Backward , Forward	Transporter Up , Down , Backward , Forward	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.7 Cover Status

Section : Cover

ITEM	FUNCTION	SCENARIO		Acceptable	Unacceptable
		ACTION	RESULT		
1	Cover Status	- Press Cover Button "Start" (Page Control)	- Cover Status (Green,Open)	/	
		- Press Cover Button "Close" (Page Control)	- Cover Status (Red,Close)	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.8 Spray Status

Section : Spray

ITEM	FUNCTION	SCENARIO		Acceptable	Unacceptable
		ACTION	RESULT		
1	Spray Status	- Press Spray Button "Start" (Page Control)	- Spray Status (Green,Start)	/	
		- Simulate Spray Fault Status "OI"	- Spray Fault Status (Orange,Fault)	/	
		- Press Spray Button "Stop" (Page Control)	- Spray Status (Red,Stop)	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.9 Rectifier Status

Section : Rectifier

ITEM	FUNCTION	SCENARIO		Acceptable	Unacceptable
		ACTION	RESULT		
1	Rectifier Status	- Press Rectifier Button "Start" (Page Control)	- Rectifier Status (Green,Start)	/	
		- Simulate Rectifier Fault Status "OI"	- Rectifier Fault Status (Orange,Fault)	/	
		- Set Point Value Volt	- Show Point Value Current Volt	/	
		- Set Point Value Amp	- Show Point Value Current Amp	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.10 Ultrasonic Status

Section : Ultrasonic

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Ultrasonic Status	- Press Ultrasonic Button "Start" (Page Control) - Simulate Ultrasonic Fault Status "OH" - Simulate Ultrasonic Rundry Status "ON"	- Ultrasonic Status (Green,Start) - Ultrasonic Fault Status (Orange,Fault) - Ultrasonic Rundry Status (Yellow,Dry Run)	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.11 Production

Section : Production

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Product Name	- Fill out the Product Name	- Display Show Parameter Point Value	/	
2	Start Time/End Time/Run Time.....	- Simulated Time Value	- Display Show Time	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.12 Auto Dosing

Section : Auto Dosing

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Show Real-Time Auto Dosing Detail	- Simulate auto dosing parameter (Current SP and PV, Plating Times, Total (Ah), Pump Status) - Press Reset Button - Press Reset Total Button	- Show auto dosing parameter correctly (Current SP and PV, Plating Times, Total (Ah)) - Point Value Reset "0" - Point Value Total Reset Total "0"	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.13 Queuing

Section : Queuing

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Queuing	- Simulated Value Queu Transporter	- Display Show Queu Point Value	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.14 Transporter Setting Backward/Forward

Section : Transporter Setting Backward/Forward

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Transporter Setting Backward/Forward	- Simulated Point Value - Press Save Button 2 Sec - Simulated Point Value Move Transporter	- Show Point Value Current Position - Point Value Current Position Auto - Show Point Value With Transporter	/	

:  Acceptable  Unacceptable  other

## ตารางที่ 4.15 Transporter Setting Up/Down

Section : Transporter Setting UP/DOWN

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Transporter Setting UP/DOWN	- Simulated Point Value	- Show Point Value Current Position	/	
		- Press Set Current Position Up/Down	- Point Value Current Position Auto	/	
		- Simulated Point Value Move Transporter	- Show Point Value With Transporter	/	

:  Acceptable                       Unacceptable                       other

## ตารางที่ 4.16 Transporter Speed Setting Backward/Forward

Section : Transporter Speed Setting Backward/Forward

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Transporter Speed Setting Backward/Forward	- Setting Distance Limit Setting	- Show Distance Limit Setting	/	
		- Setting Boundary	- Show Boundary	/	
		- Setting Speed	- Show Speed	/	

:  Acceptable                       Unacceptable                       other

## ตารางที่ 4.17 Transporter Speed Setting Up/Down

Section : Transporter Speed Setting UP/DOWN

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Transporter Speed Setting UP/DOWN	- Setting Distance Limit Setting	- Show Distance Limit Setting	/	
		- Setting Speed	- Show Speed	/	

:  Acceptable                       Unacceptable                       other

## ตารางที่ 4.18 Program Setting

Section : Program Setting (Pos.1-28)

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Open/Close Position	- Press Button Light On Is Open	-Transporter Work With Position (Green,Open)	/	
2	Min Time Value	- Set Point Value Min (Sec)	- Show Point Value Min	/	
3	Nom Time Value	- Set Point Value Nom (Sec)	- Show Point Value Nom	/	
4	Max Time Value	- Set Point Value Max (Sec)	- Show Point Value Max	/	
5	Drip Tray Time Value	- Set Point Value Drip Tray(Sec)	- Show Point Value Drip Tray	/	
6	Priority	- Set Point Value Priority	- Show Point Value Priority	/	

:  Acceptable                       Unacceptable                       other

## ตารางที่ 4.19 Product Setting

Section : Product Setting

ITEM	SCENARIO		RESULT	Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION			
1	Product Name	- Fill out the Product Name	- Show Product Name	/	
2	Part No.	- Fill out the Part No.	- Show Part No.	/	
3	Part Name	* - Fill out the Part Name	- Show Part Name	/	
4	Current Density	* - Fill out the Current Density	- Show Current Density	/	
5	Surface Area	* - Fill out the Surface Area	- Show Surface Area	/	
6	Quantity	* - Fill out the Quantity	- Show Quantity	/	
7	Flight Bar No.	* - Fill out the Flight Bar No.	- Show Flight Bar No.	/	
8	Lot No.	* - Fill out the Lot No.	- Show Lot No.	/	
9	Program No.	* - Fill out the Program No.	- Show Program No.	/	

:  Acceptable                       Unacceptable                       other

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ 95 ศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 4.20 Tank Setting

Section : Tank Setting (Pos.1-28)

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	Open/Close Tank	- Press Button Light On Is Open	-Tank Status (Green,Close)	/	

:  
 Acceptable                       Unacceptable                       other

## ตารางที่ 4.21 Drip Tray Setting

Section : Drip Tray Setting (Pos.1-28)

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	Open/Close Drip Tray Tank	- Press Button Light On Is Open	-Drip Tray Open alway (Green,Close)	/	

:  
 Acceptable                       Unacceptable                       other

## ตารางที่ 4.22 Alarm

Section : Alarm

ITEM	SCENARIO			Acceptable	Unacceptable
	FUNCTION	ACTION	RESULT		
1	Alarm Detail	- Simulate Alarm	- Show Alarm (Red)	/	

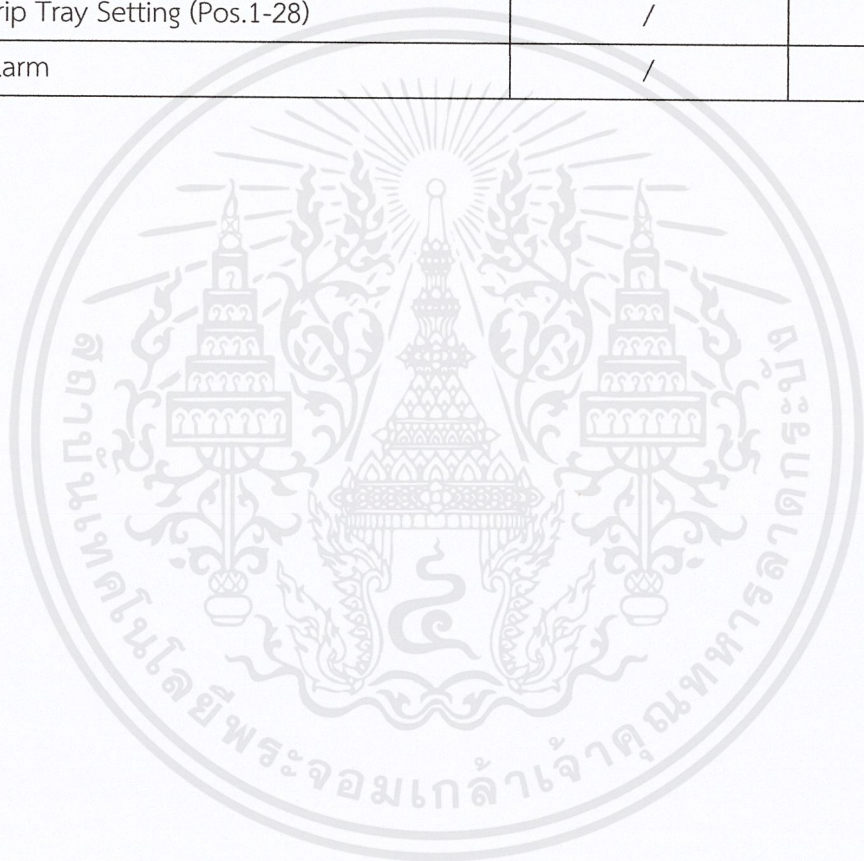
:  
 Acceptable                       Unacceptable                       other

### 4.4.2 Software Check

#### ตารางที่ 4.23 HMI Screens Check

item	HMI Screens Design		
	FUNCTION	Acceptable	Unacceptable
1	Overview	/	
2	Transporter Status (Pos.1-28)	/	
3	Production Tracking	/	
4	Dosing Control	/	
5	Transporter Remote	/	
6	Cover	/	
7	Spray Control	/	
8	Rectifier	/	
9	Ultrasonic	/	
10	Production Overview	/	
11	Auto Dosing	/	

12	Queuing	/	
13	Transporter Setting Bw_Fw (Pos.1-28)	/	
14	Transporter Setting UP_DN (TS.1-4)	/	
15	Transporter Setting Speed Bw Fw (TS.1-4)	/	
16	Transporter Setting Speed Up Dn (TS.1-4)	/	
17	Program Setting (Pos.1-28)	/	
18	Product Setting	/	
19	Tank Setting (Pos.1-28)	/	
20	Drip Tray Setting (Pos.1-28)	/	
21	Alarm	/	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 97  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงาน

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโครงการสหกิจศึกษา การสร้างและติดตั้งระบบ PLC และ HMI ใช้สำหรับไลน์ ชุบนิกเกิลอัตโนมัติ ของบริษัท อาชาฮี - ไทย อัลลอย จำกัด ที่ใช้ PLC ยี่ห้อ Mitsubishi MELSEC iQ-R Series รุ่น R04ENCPU และ R16ENCPU โดยมีระบบ HMI ทำหน้าที่สั่งการและควบคุมด้วยโหมด Manual ผลลัพธ์ที่ได้ PLC สามารถควบคุมกระบวนการชุบในไลน์ชุบได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ สามารถดำเนินการตามกระบวนการชุบตามที่ลูกค้าต้องการได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยสำหรับ Mitsubishi MELSEC iQ-R Series รุ่น R16ENCPU ที่ใช้การควบคุมร่วมกัน 2 ไลน์ชุบ ผลลัพธ์ที่ออกมา PLC สามารถแยกการควบคุมออกเป็น 2 ไลน์ชุบได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถแยกระบบการทำงานออกจากกันได้ และสำหรับระบบ HMI สามารถทำงานร่วมกับ PLC ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถสั่งการผ่านทางระบบ HMI ได้มีผลลัพธ์ออกมาถูกต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ สำหรับชิ้นงานที่นำมาเข้ากระบวนการไลน์ชุบ อัตโนมัติชิ้นนั้น ผลลัพธ์ที่ได้ชิ้นงานมีความถูกต้องตามที่ลูกค้ากำหนดไว้ แสดงว่าระบบการควบคุมไลน์ชุบ อัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5.2 ปัญหาที่พบและอุปสรรค

1. มีความรู้พื้นฐานทางด้านการเขียนโปรแกรมและการสื่อสารในอุตสาหกรรมน้อยเกินไป
2. เอกสารทางวิศวกรรมที่ได้รับมีข้อผิดพลาด ทำให้ต้องมีการแก้ไขโปรแกรมหน้างานหลายจุด
3. มีการประสานงานกับทีมติดตั้ง Hardware น้อยเกินไป ทำให้มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและ เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน
4. ระยะเวลาในการดำเนินงานสหกิจศึกษาค่อนข้างน้อย
5. หลักสูตรของภาควิชาไม่เอื้ออำนวยต่อการดำเนินงานสหกิจศึกษา เนื่องจากมีหลายวิชาที่ทำการสอนหลังจากจบสหกิจศึกษาแล้ว ซึ่งความรู้เหล่านั้นต้องนำมาใช้ในสหกิจศึกษา

#### 5.3 แนวทางการแก้ไข

1. ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมทางด้านการเขียนโปรแกรมและการสื่อสารในอุตสาหกรรมเพิ่มเติม
2. ควรมีการตรวจสอบเอกสารทางวิศวกรรมอย่างละเอียด
3. ควรมีการประชุมให้บ่อยครั้งเพื่อพูดคุยระหว่างกัน ทำให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการทำงานมากขึ้น
4. ขอคำแนะนำจากทางคณะวิศวกรรมศาสตร์เรื่องระยะเวลาสหกิจศึกษา
5. ปรีกษาคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมเรื่องหลักสูตรให้สอดคล้องกันทั้งการเรียนการสอน, การฝึกงานและสหกิจศึกษา

#### 5.4 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบและติดตั้งระบบ PLC และ HMI สำหรับไลน์ซูบนิกเกิ้ลอัตโนมัติของบริษัทอาซาฮี - ไทย อัสลอย จำกัด เป็นการติดตั้งระบบที่ต้องมีการทำงานอย่างต่อเนื่อง จึงต้องมีความรอบคอบในการเขียนโปรแกรมควบคุม ต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียด และควรมีการประชุมพูดคุยกันระหว่างทีม System กับทีมติดตั้งให้มากกว่านี้ และควรมีกรอบเวลาการทำงานที่ชัดเจนเพื่อที่จะทำงานได้อย่างเป็นระบบมากกว่านี้



## เอกสารอ้างอิง

- [1] Admin PLC Sanook (2018). ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียน ladder diagram. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2562, จาก <http://www.plcsanook.com>.
- [2] Mitsubishi Electric Corporation TOKYO (2013). INVERTER FR-A800 INSTRUCTION MANUAL (DETAILED). สืบค้นเมื่อวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2562, จาก <https://www.vfds.com/manuals/mitsubishi/mitsubishi-a800-manual.pdf>
- [3] Pepperl-Fuchs (2018). WCS-PG310 WCS PROFIBUS DP Interface Module. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2562, จาก [https://files.pepperl-fuchs.com/webcat/navi/productInfo/doct/tdoct5979\\_\\_eng.pdf?v=20180320073418](https://files.pepperl-fuchs.com/webcat/navi/productInfo/doct/tdoct5979__eng.pdf?v=20180320073418)
- [4] Mitsubishi Electric Industrial Automation (2017). FR-A800 INVERTER INSTRUCTION MANUAL. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2562, จาก [https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/fr-a800\\_manual\\_english\\_01\\_06\\_2017.pdf](https://www.utu.eu/sites/default/files/attachment/fr-a800_manual_english_01_06_2017.pdf)



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นายปิยะพงศ์ แก้วกล้า  
วัน เดือน ปีเกิด 17 กันยายน พ.ศ.2540  
ที่อยู่ 70/65 หมู่ 1 ต.เบิกไพร อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี 70110  
E-mail piyapong\_arthur1997@hotmail.com  
โทรศัพท์ 080-2087686

### ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2553 – 2558 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จ.นครปฐม
- พ.ศ.2559 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ประสบการณ์ทำงาน

- นักศึกษาฝึกงานแผนก Instrument and Electrical Maintenance และ DCS Control System บริษัท สตาร์ ปีโตรเลียม รีไฟน์นิง จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษาแผนก System Engineer บริษัท อินฟินิท คอนโทรล จำกัด