



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบสกาตาสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหิน  
SCADA System for Coal-fired Power Plant

นายปพน จิตไชยชาญ  
นายพลากร อัยุรคีมีจันทร์

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม  
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2561



## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบสกาตาสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหิน  
SCADA System for Coal-fired Power Plant

นายปพน จิตไชยชาญ  
นายพลากร อยู่รัศมีจันทร์

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	ระบบสกาตาสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหิน
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นายปพน จิตไชยชาญ นายพลากร อยู่รัศมีจันทร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันท์
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายปฐมพร เกตุแก้ว
สถานประกอบการ	บริษัท พี.เอ.เอ็ม. เอ็นจิเนียริง แอนด์ ออโตเมชัน จำกัด

### บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอวิธีการดำเนินงานของระบบสกาตาที่ใช้ในการควบคุมและตรวจเฝ้าระวังสำหรับโรงไฟฟ้าพลังถ่านหิน ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าและไอน้ำ เพื่อนำมาใช้กระบวนการผลิตของโรงงานกระดาษ โดยใช้ระบบสกาตาสั่งการทำงานและตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าและตู้ควบคุม ซึ่งควบคุมการทำงานด้วยพีแอลซี (Programmable logic controller) รุ่น SIEMENS S7-1500 การเขียนชุดคำสั่งควบคุมเขียนด้วยโปรแกรม TIA Portal V14 เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์และคอนโทรลวาล์วแบ่งออกได้สามส่วน คือ ระบบควบคุมด้วยมือ (Manual) ระบบควบคุมวงเปิด (Open-loop control) และระบบควบคุมวงปิด (Closed-loop control) สำหรับการแสดงผลข้อมูลระหว่างเครื่องจักรกับผู้ใช้งาน (Human-Machine Interface, HMI) ออกแบบหน้ากราฟิกจากโปรแกรม SIMATIC WinCC เพื่อสั่งการทำงานระยะไกล และแสดงค่าพารามิเตอร์หรือสถานะทำงานต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจเฝ้าระวังปัญหาที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายและแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดพลาดของตัวอุปกรณ์ในระบบ

คำสำคัญ: ระบบสกาตา, พีแอลซี, TIA Portal V14, SIMATIC WinCC

**Project Title:** SCADA System for Coal-fired Power Plant  
**Student Intern name:** Mr. Papon Jitchaichan  
Mr. Palakorn Yuratsameechan  
**Faculty:** Engineering  
**Department:** Instrumentation and Control Engineering  
**Advisor name:** Asst.Prof. Dr. Tattaya Pukkalanun  
**Mentor name:** Mr. Pathomporn Ketkaew  
**Company:** P.A.M. Engineering and Automation Co., Ltd.

## ABSTRACT

This report is intended to present the process of SCADA system for coal-fired power plant in which the thermal power plant is designed to produce electrical energy and steam for paper mill. By using SCADA system for controlling and monitoring devices status from the design of the board layout and control box. Operation is controlled by programmable logic controller modeled SIEMENS S7-1500. Programming is created by using TIA Portal V14 for control motor and control valve, provide three control mode: manual, open-loop control and close-loop control. The human machine interface is designed for control, show parameters and status of work required to monitor problems that may cause damage and false alarms of the device by using SIMATIC WinCC.

**Keywords:** SCADA System, PLC, TIA Portal V14, SIMATIC WinCC

## กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำขอขอบคุณบุคลากร บริษัท พี.เอ.เอ็ม. เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ ออโตเมชัน จำกัด ที่ได้ให้โอกาสได้เข้าไปฝึกงานสหกิจศึกษากับทางบริษัท ได้ลงมือปฏิบัติงานจากหน้างานจริง ซึ่งได้รับประสบการณ์ที่ดีอย่างมาก อีกทั้งยังได้รับความรู้ และความช่วยเหลือต่างๆ โดยขอขอบคุณ นายปฐมพร เกตุแก้ว พนักงานที่ปรึกษาที่คอยดูแล และให้คำปรึกษา รวมถึงทีมงานในแผนกปฏิบัติงาน และช่างเทคนิคของโรงไฟฟ้าทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำงานตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทัตยา ปุคคะสนันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในโครงการสหกิจศึกษาของสาขาวิศวกรรมระบบควบคุม ที่คอยกำกับดูแลและให้คำปรึกษาในการทำรายงาน การแก้ไขปัญหาต่างๆ รวมถึงคณาจารย์ประจำภาควิชาทุกท่านที่มอบความรู้ทั้งในส่วนของทฤษฎี และในส่วนของปฏิบัติที่ทำให้สามารถนำความรู้ที่ได้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการทำงานจากหน้างานจริงได้สำเร็จ และผ่านพ้นไปด้วยดี

ผู้จัดทำ

ปพน จิตไชยชาญ

พลากร อยู่รัศมีจันทร์

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญภาพ.....	VII
สารบัญตาราง.....	XIV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของการทำโครงการ.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ระบบสกาตา.....	4
2.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของระบบสกาตา.....	4
2.1.2 รูปแบบของระบบสกาตา.....	6
2.1.2.1 แบบเดี่ยว.....	6
2.1.2.2 แบบกระจาย.....	6
2.1.2.3 แบบสื่อสารระยะไกล.....	7
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม.....	7
2.2.1 ระบบควบคุม (Control system).....	7
2.2.1.1 การควบคุมแบบวงเปิด (Open loop control).....	8
2.2.1.2 การควบคุมแบบวงปิด (Closed loop control).....	8
2.2.2 ตัวควบคุมการทำงาน (Controller Devices).....	9
2.2.2.1 ตัวควบคุมพีไอดี (PID controller).....	10
2.3 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบสกาตา.....	10
2.3.1 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม.....	10
2.3.1.1 PLC (Programmable logic controller).....	10
2.3.1.2 Switch.....	13

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1.3 Noise filter.....	13
2.3.1.4 Power supply.....	14
2.3.1.5 Computer.....	14
2.3.1.6 Digital input module (DI).....	15
2.3.1.7 Digital output module (DO).....	16
2.3.1.8 Analog input module (AI).....	18
2.3.1.9 Analog output module (AO).....	19
2.3.1.10 Relays.....	20
2.3.1.11 PROFINET.....	20
2.3.2 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบโรงไฟฟ้าถ่านหิน.....	21
2.3.2.1 อุปกรณ์การตรวจวัดความดัน อุณหภูมิ การไหล และระดับน้ำ.....	21
2.3.2.2 อุปกรณ์ที่มีมอเตอร์ไฟฟ้า.....	22
2.3.2.3 อุปกรณ์ที่มีอินเวอร์เตอร์.....	22
2.3.2.4 คอนโทรลลาล์ว.....	23
2.4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	23
2.4.1 โปรแกรม TIA Portal V14.....	23
2.4.2 โปรแกรม SIMATIC WinCC.....	24
<b>บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินการ.....</b>	<b>25</b>
3.1 ส่วนของผู้ควบคุม.....	25
3.1.1 ศึกษาแบบไฟฟ้า.....	25
3.1.2 การจัดทำผู้ควบคุม.....	27
3.1.3 การทดสอบผู้ควบคุม.....	28
3.1.4 การเชื่อมต่อ PLC กับโปรแกรมคำสั่งเบื้องต้น.....	29
3.2 ส่วนของโปรแกรมการควบคุมการทำงาน.....	32
3.2.1 ศึกษาส่วนประกอบของระบบ.....	32
3.2.2 ศึกษากระบวนการทำงานของอุปกรณ์.....	35
3.2.3 ศึกษาเงื่อนไขการควบคุมแบบ Open Loop.....	36
3.2.4 ศึกษาเงื่อนไขการควบคุมแบบ Closed Loop.....	39
3.2.5 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม TIA Port V14.....	41
3.2.5.1 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์แบบ Open loop.....	41
3.2.5.2 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์แบบ Closed loop.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.5.3 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ที่มี Inverter.....	49
3.2.5.4 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ Control Valve.....	49
3.3 ส่วนของการออกแบบหน้าจอในการแสดงผล.....	50
3.3.1 ศึกษาโครงสร้างจากแบบ P&ID.....	50
3.3.2 ออกแบบส่วนแสดงผลโดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC.....	53
3.3.3 สร้างการแสดงผลการทำงานในโปรแกรม.....	62
3.3.4 ออกแบบหน้าต่างสำหรับควบคุมและสั่งการ.....	65
3.4 ส่วนของการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC กับ SCADA.....	68
3.5 ส่วนของการทดสอบและติดตั้งหน้าไซต์งาน.....	69
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินการ.....</b>	<b>70</b>
4.1 ผลการออกแบบและจัดทำตู้.....	70
4.2 ผลการออกแบบโปรแกรมควบคุมชุดคำสั่งการทำงานสำหรับพีแอลซีโดย ใช้โปรแกรม TIA Portal V14.....	73
4.3 ผลการออกแบบหน้าจอสำหรับแสดงผลและควบคุมของระบบสกาตาโดย ใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC.....	73
4.4 ผลการควบคุมการทำงานจริงของโรงไฟฟ้าถ่านหินโดยควบคุมจากระบบสกาตา.....	75
<b>บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>77</b>
5.1 สรุปผลการดำเนินการ.....	77
5.2 ปัญหาที่พบและแนวแก้ไข.....	77
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	77
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>78</b>

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพรวมของระบบสกาดา.....	4
2.2 ส่วนประกอบของระบบสกาดา .....	5
2.3 รูปแบบระบบสกาดาลักษณะระบบเดี่ยว .....	6
2.4 รูปแบบระบบสกาดาลักษณะระบบกระจาย .....	7
2.5 รูปแบบระบบสกาดาลักษณะระบบสื่อสารระยะไกล .....	7
2.6 โครงสร้างโดยทั่วไปของระบบควบคุม.....	8
2.7 องค์ประกอบของระบบควบคุมแบบวงเปิด.....	8
2.8 องค์ประกอบของการควบคุมแบบวงปิด.....	9
2.9 ตัวอย่างการใช้ระบบควบคุมวงปิด.....	9
2.10 ส่วนประกอบของพีแอลซี.....	11
2.11 Program/Scan Cycle.....	11
2.12 PLC รุ่น SIMATIC S7-1500.....	12
2.13 CALANCE X005.....	13
2.14 Noise filter RSHN-2016.....	13
2.15 SIPLUS S7-1500 PM 1507 24V / 8A.....	14
2.16 DELL OPTIPLEX 7060 I7-7700.....	14
2.17 วงจรอินพุตไฟตรง.....	15
2.18 วงจรอินพุตแบบไฟสลับ.....	15
2.19 DI 32x24VDC BA module.....	16
2.20 วงจรเอาต์พุตแบบรีเลย์.....	16
2.21 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN.....	17
2.22 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP.....	17
2.23 วงจรภายในเอาต์พุตโซลิดสเตทรีเลย์.....	17
2.24 DQ 32x24VDC/0.5 BA.....	18
2.25 สัญญาณแบบต่างๆ ที่ส่งให้แฉะลือกอินพุต.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.26 AI 8xU/I/RTD/TC ST.....	19
2.27 การส่งสัญญาณแบบกระแสและแรงดัน .....	19
2.28 AQ 8xU/I HS.....	20
2.29 Coupling relay slim.....	20
2.30 รูปแบบโครงข่ายแบบ PROFINET .....	21
2.31 Differential Pressure Transmitter .....	21
2.32 หลักการของ Cooling Tower .....	22
2.33 Boiler Feed Water Pump.....	22
2.34 องค์ประกอบ Control Valve.....	23
2.35 ตัวอย่างโปรแกรม TIA Portal V14.....	23
2.36 ตัวอย่างโปรแกรม Simatic WinCC.....	24
3.1 ตัวอย่างแบบตู้ควบคุม.....	25
3.2 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้.....	26
3.3 ตัวอย่างแบบ Power Diagram.....	26
3.4 ตัวอย่างแบบ Control Diagram.....	27
3.5 จัดวางอุปกรณ์ภายในตู้.....	27
3.6 ทำการเดินสายไฟภายในตู้.....	27
3.7 เก็บสายเข้าทางด้านหน้า.....	28
3.8 เก็บสายเข้าทางด้านหลัง.....	28
3.9 ตัวอย่างการทดสอบตู้ควบคุม.....	28
3.10 การเลือก CPU.....	29
3.11 การเลือกการ์ด.....	29
3.12 การจัดเรียงการ์ด.....	30
3.13 เลือก CPU และ Devices .....	30

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.14 กำหนด Address ในส่วนของโปรแกรม TIA Port V14 .....	30
3.15 กำหนด Address ให้อยู่ในวงเดียวกัน .....	31
3.16 นำตู้ควบคุมไปติดตั้งที่หน้างาน .....	31
3.17 I/O List Digital .....	32
3.18 การต่อแบบ 2 Wire และ 4 Wire .....	33
3.19 ตัวอย่าง Analog Input แบบ 2 Wire .....	33
3.20 ตัวอย่าง Analog Input แบบ 4 Wire .....	34
3.21 โครงสร้างระบบสภาคาของโรงไฟฟ้า .....	34
3.22 ตัวอย่างเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ .....	35
3.23 ตัวอย่างตัวแปรในการควบคุมอุปกรณ์ .....	35
3.24 ตัวอย่างเงื่อนไข Deaerator Feed Pump .....	36
3.25 ตัวอย่างเงื่อนไข Boiler Feed Pump .....	37
3.26 ตัวอย่างเงื่อนไข Function Induce Draft Fan .....	37
3.27 ตัวอย่างเงื่อนไข Function Force Draft Fan .....	37
3.28 ตัวอย่างเงื่อนไข Purge Mode .....	38
3.29 ตัวอย่างเงื่อนไข Pre Light Mode .....	38
3.30 ตัวอย่างเงื่อนไข Boiler Protection .....	38
3.31 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Supper Heater Temp Control .....	39
3.32 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม By-Pass Steam Pressure Control .....	39
3.33 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Furnace Pressure Control .....	40
3.34 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Air Flow Control .....	40
3.35 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Drum Level Control .....	41
3.36 โปรแกรม TIA Portal V14 .....	41
3.37 การเปิดใช้งานโปรแกรม TIA Portal V14 .....	41

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.38 การสร้าง New Project .....	42
3.39 การเพิ่ม Device .....	42
3.40 การสร้างบัพเฟอร์สำหรับลิงค์ข้อมูลของอุปกรณ์ .....	42
3.41 การสร้างแทรกลิงค์ .....	43
3.42 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Deaerator Feed .....	43
3.43 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Boiler Feed .....	44
3.44 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม ID Fan .....	44
3.45 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม FD Fan .....	44
3.46 ตัวอย่างโปรแกรม Purge Mode .....	45
3.47 ตัวอย่างโปรแกรม Boiler Protection .....	45
3.48 ตัวอย่างโปรแกรม Pre Light Mode .....	46
3.49 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Supper Heater Temp Control .....	46
3.50 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม By-Pass Steam Pressure Control .....	47
3.51 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Furnace Pressure Control .....	47
3.52 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Air Flow Control .....	48
3.53 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Drum Level Control .....	48
3.54 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ที่เป็น Inverter .....	49
3.55 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Control Valve .....	49
3.56 LOGO SIMATIC WinCC Professional .....	50
3.57 แบบ P&ID ระบบโรงไฟฟ้าโดยภาพรวม 1 .....	50
3.58 แบบ P&ID ระบบโรงไฟฟ้าโดยภาพรวม 2 .....	51
3.59 แบบ P&ID ระบบกังไอน้ำและระบบน้ำมัน .....	51
3.60 แบบ P&ID ระบบหล่อน้ำเย็น .....	52
3.61 แบบ P&ID ระบบบำบัดน้ำ .....	52

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.62 แบบ P&ID ระบบไฟฟ้า .....	53
3.63 ฟังก์ชัน Graphic Designer ของโปรแกรม SIMATIC WinCC .....	53
3.64 แถบเมนูพื้นฐาน Graphic Designer ของโปรแกรม SIMATIC WinCC .....	54
3.65 หน้าจอแสดงผล Main Menu .....	54
3.66 หน้าจอแสดงผล Overview .....	55
3.67 หน้าแสดงผล Steam and Water .....	55
3.68 หน้าจอแสดงผล Deaerator.....	56
3.69 หน้าจอแสดงผล Air and Gas.....	56
3.70 หน้าจอแสดงผล ASH and Fuel.....	57
3.71 หน้าจอแสดงผล Cooling water .....	57
3.72 หน้าจอแสดงผล Water treatment.....	58
3.73 หน้าจอแสดงผล Generator and Turbine .....	58
3.74 หน้าจอแสดงผล Lube oil and Control oil.....	59
3.75 หน้าจอแสดงผล Electrical.....	59
3.76 หน้าจอแสดงผล Control panel.....	60
3.77 หน้าจอแสดงผล Setting.....	60
3.78 หน้าจอแสดงผล Alarm.....	61
3.79 หน้าจอแสดงผล Trend.....	61
3.80 แถบเมนูของการสร้างการแสดงผลของอุปกรณ์.....	62
3.81 การกำหนดค่า Valve Range ของอุปกรณ์ .....	62
3.82 มอเตอร์ทำงานปกติ (Run) .....	63
3.83 มอเตอร์หยุดการทำงาน (Stop).....	63
3.84 มอเตอร์ทริป (Trip).....	63
3.85 มอเตอร์ไม่สัญญาณทางไฟฟ้า (No electrical signal) .....	63

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.86 พารามิเตอร์แสดงค่าอุณหภูมิ.....	64
3.87 พารามิเตอร์แสดงค่าความดัน.....	64
3.88 พารามิเตอร์แสดงค่าอัตราการไหล.....	64
3.89 พารามิเตอร์แสดงค่าระดับความสูง.....	64
3.90 พารามิเตอร์แสดงค่าระดับเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน.....	64
3.91 พารามิเตอร์แสดงค่าความเร็วรอบและกระแสไฟฟ้า.....	64
3.92 พารามิเตอร์แสดงค่า Set point ของอุปกรณ์.....	65
3.93 หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ที่มีอินเวอร์เตอร์.....	66
3.94 หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า.....	66
3.95 หน้าต่างสำหรับควบคุมคอนโทรลลาล์ว.....	67
3.96 หน้าต่างสำหรับควบคุม Purge Mode.....	67
3.97 กำหนด Address ในโปรแกรม SIMATIC WinCC.....	68
3.98 Data Block โปรแกรม TIA Portal V14.....	68
3.99 การเชื่อมต่อสายสัญญาณควบคุม.....	69
3.100 การออกแบบหน้าจอหน้าไซต์งาน.....	69
4.1 Power circuit.....	70
4.2 PLC Specifcation.....	70
4.3 Control circuit.....	71
4.4 แบบบอร์ดภายในตู้ควบคุมตามแบบไฟฟ้า.....	71
4.5 แบบบอร์ดภายในตู้ควบคุมที่เดินสายเสร็จ.....	72
4.6 ตู้ควบคุมที่ทำการต่อสายไฟ.....	72
4.7 ส่วนของโปรแกรม TIA Portal V14.....	73
4.8 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลและสั่งการทำงาน.....	73
4.9 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแสดงกราฟค่าที่อุปกรณ์วัดได้.....	74

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการตั้งค่าของอุปกรณ์.....	74
4.11 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการทำงานผิดปกติ.....	74
4.12 ส่วนของการทำงานจริงของอุปกรณ์.....	75
4.13 การทำงานของเครื่องมือวัด.....	75
4.14 การทำงานของคอนโทรลลาล์ว.....	75
4.15 การทำงานของมอเตอร์.....	76



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินการ.....	3
3.1 ตารางแสดงกลุ่มอุปกรณ์ในระบบโรงไฟฟ้า.....	65



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

โรงไฟฟ้าถ่านหิน (Coal-fired Power Plant) เป็นโรงไฟฟ้าที่อาศัยพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงถ่านหินในการเผาไหม้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิภายในเตาเผาไหม้ สำหรับเปลี่ยนสถานะน้ำในหม้อต้มให้กลายเป็นไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันพอที่จะสามารถขับเคลื่อนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้สามารถทำงานได้ ซึ่งกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำนั้น จำเป็นต้องควบคุมระดับของอุณหภูมิและความดันของไอน้ำให้มีระดับที่คงที่สม่ำเสมอ โดยเริ่มตั้งแต่การควบคุมอัตราการป้อนเชื้อเพลิงถ่านหินและปริมาณอากาศเพื่อใช้ในการสันดาป (Combustion) ภายในเตาเผาไหม้ รวมถึงระบบป้อนน้ำเลี้ยงสำหรับหม้อไอน้ำเพื่อรักษาระดับน้ำให้เพียงพอต่อการใช้งาน และระบบอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการใช้งาน

เนื่องจากทางบริษัทมีความต้องการย้ายฐานที่ตั้งโรงไฟฟ้าถ่านหินและปรับปรุงระบบควบคุมกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการของโรงงานผลิตกระดาษจากระบบเดิมให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีขึ้นและสะดวกต่อการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานสำหรับการวิเคราะห์ผลทำงาน หรือแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ต่างๆ จึงได้มีการสร้างระบบสภาวะสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหิน (SCADA System for Coal-fired Power Plant) ในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการประมวลผล และการส่งคำสั่งไปยังพีแอลซี รวมถึงการรายงานข้อมูลการทำงานต่างๆ ของระบบให้แก่ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

1. เพื่อออกแบบระบบสภาวะไว้ใช้ในการควบคุมและตรวจเฝ้าระวังการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน ให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องแม่นยำ
2. เพื่อศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์และคอนโทรลเลอร์ โดยใช้พีแอลซีรุ่น SIEMENS S7-1500 โดยใช้โปรแกรม TIA Portal V14
3. เพื่อศึกษาการสร้างส่วนแสดงผลข้อมูลระหว่างเครื่องจักรกับผู้ใช้งาน สำหรับแสดงสถานะการทำงานของระบบและแจ้งเตือนการทำงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC

### 1.3 ขอบเขตของการทำโครงการ

1. ออกแบบตู้ควบคุมและจัดทำตู้ควบคุม
2. ออกแบบหน้าจอแสดงผลและควบคุมของระบบสกาดาโดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC
3. ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานสำหรับพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม TIA Portal V14
4. การควบคุมการทำงานจริงของโรงไฟฟ้าถ่านหินโดยควบคุมจากระบบสกาดา

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำของโรงไฟฟ้าถ่านหินได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ
2. สามารถแสดงข้อมูลสถานะของตัวอุปกรณ์และค่าพารามิเตอร์ในกระบวนการ เพื่อวิเคราะห์ผลการทำงานของระบบได้ง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้งาน
3. แจ้งเตือนการทำงานเมื่ออุปกรณ์เกิดความผิดปกติหรือหยุดชะงักได้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบและแก้ไขหน้างานจริงได้อย่างรวดเร็ว
4. เพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกแก่ผู้ปฏิบัติงานในการตั้งค่าพารามิเตอร์ควบคุมระบบ
5. สามารถสั่งหยุดการทำงานของตัวอุปกรณ์ได้โดยอัตโนมัติเมื่อเกิดภาวะฉุกเฉิน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานและตัวอุปกรณ์ได้

### 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ TIA Portal V14 สำหรับเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุม เพื่อใช้ในการจำลองการทำงานเบื้องต้น โดยใช้พีแอลซี รุ่น S7-1500
2. ศึกษาการใช้ซอฟต์แวร์ SIMATIC WinCC สำหรับการเขียนและออกแบบหน้าจอกาฟิกแสดงผลการสถานะทำงานของอุปกรณ์และค่าพารามิเตอร์
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบของโรงไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมสำหรับพีแอลซี
4. ลงพื้นที่หน้างานจริงเพื่อเก็บข้อมูลกระบวนการทำงานของระบบต่างๆ ในโรงไฟฟ้า
5. ติดตั้งตู้ควบคุมและเดินสายไฟจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่หน้าไซต์งาน
6. เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมมอเตอร์และคอนโทรลล่าวในโปรแกรม TIA Portal V14
7. ออกแบบส่วนของหน้าจอกาฟิกแสดงผลการควบคุมสั่งการ และแจ้งเตือนการทำงานให้สะดวกต่อผู้ใช้งานในโปรแกรม SIMATIC WinCC
8. Commissioning และ Calibration อุปกรณ์ต่างๆ ที่หน้าไซต์งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการ

ลำดับ	แผนการดำเนินงาน	เดือน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
		สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ศึกษาการเขียนโปรแกรม PLC		■															
2	ศึกษาการทำงานระบบสกาดา			■														
3	ศึกษากระบวนการทำงานของโรงไฟฟ้าถ่านหิน				■													
4	ทดสอบการทำงานตู้ควบคุม					■												
5	เก็บข้อมูลจากหน้าไซต์งาน						■											
6	ออกแบบและแก้ไขส่วนของการแสดงผลข้อมูล							■										
7	เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานระบบต่างๆ								■									
8	INSTALLING AND COMMISSIONING									■								
9	เขียนรูปเล่มเล่มรายงานสหกิจ																	■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

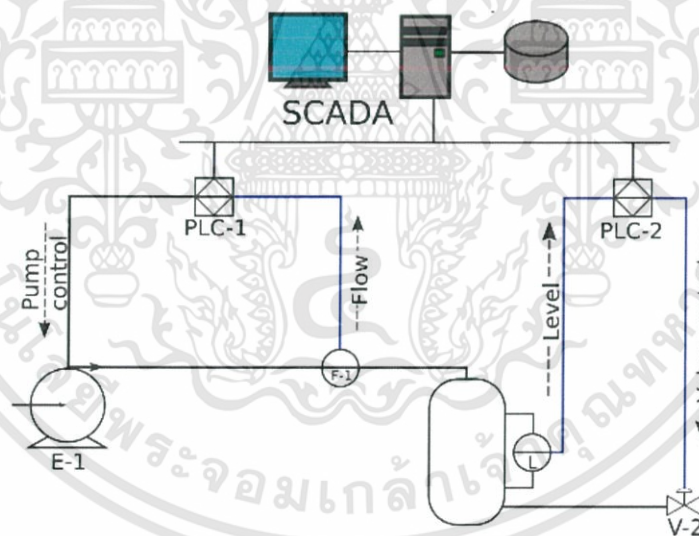
### ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและความรู้ที่ใช้ในการดำเนินงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสกาดาสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหิน โดยแบ่งออกได้เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 2.1 ระบบสกาดา

##### 2.1.1 ความหมายและส่วนประกอบของระบบสกาดา

ระบบสกาดา หรือ SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) หมายถึง “ระบบควบคุมและประมวลผลแบบศูนย์รวม” เป็นระบบที่ใช้ในการรวบรวมและจัดการข้อมูล แสดงผลของการทำงาน การตรวจวัดรับ-ส่งข้อมูล และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยเฉพาะกับอุปกรณ์ที่อยู่ห่างไกลออกไปจากศูนย์ควบคุมและไม่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานที่สถานีนั้น (Unman station)



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมของระบบสกาดา

ระบบสกาดา (SCADA) จะทำหน้าที่เป็นหลายระดับ โดยศูนย์ควบคุม (สถานีหลัก) จะทำหน้าที่ในการส่งคำสั่งในการควบคุมไปที่หน่วยควบคุมระยะไกล (Remote terminal unit : RTU) ซึ่งติดตั้งอยู่ที่สถานีสนามของระบบเพื่อให้ RTU ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์และประมวลผลข้อมูลที่สถานีสนามก่อนที่จะส่งรายงานไปยังศูนย์ควบคุม

ส่วนประกอบหลักของระบบสกาดานี้ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) หน่วยควบคุมระยะไกล (Remote terminal unit)

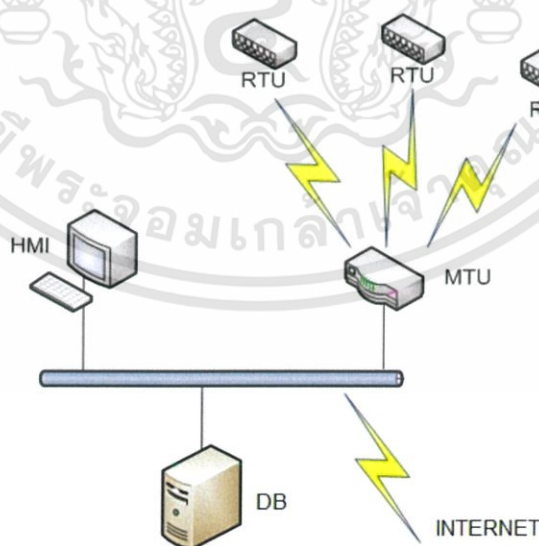
เป็นส่วนหนึ่งของระบบสกาดา ที่ถูกติดตั้งอยู่ที่สถานีสนามหรือสถานีตรวจวัดข้อมูล (Local station) โดย RTU จะถูกต่อกับเครื่องมือวัด และรวบรวมข้อมูล ทั้งที่เป็นค่าต่อเนื่อง (Analog) หรือสถานะ (Digital) แล้วนำเอาค่าที่ทำการตรวจวัดได้มาทำการประมวลผลและส่งกลับไปแสดงผลที่ศูนย์ควบคุมโดยผ่านระบบสื่อสาร นอกจากนี้ RTU ยังจะต้องรับคำสั่งในการควบคุมอุปกรณ์จากศูนย์ควบคุมด้วย

2) ระบบสื่อสาร (Communication system)

ทำหน้าที่ในการสื่อสารเพื่อรับ-ส่งข้อมูลหรือคำสั่งระหว่าง RTU กับ RTU หรือ RTU กับ ศูนย์ควบคุมซึ่งระบบสื่อสารของระบบสกาดา สามารถที่จะใช้สื่อ (Media) ต่างๆ ในการสื่อสาร เช่น สัญญาณวิทยุ คลื่นสัญญาณไมโครเวฟ สัญญาณดาวเทียม เครือข่ายสายโทรศัพท์ หรือสายสัญญาณ (RS-232, RS-485) เป็นต้น

3) สถานีหลัก หรือศูนย์ควบคุม (Master station)

ทำหน้าที่ในการรวบรวมและจัดการข้อมูล รวมไปถึงการควบคุมระบบทั้งหมดเพื่อนำเอาข้อมูลจาก RTU ทุกตัวในระบบมาทำการประมวลผลเพื่อควบคุมกระบวนการหรือแสดงผลข้อมูลของ RTU นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการรองรับข้อมูลที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากความผิดปกติบางอย่างที่ RTU ซึ่งเป็นการรายงานทันทีที่เกิดเหตุการณ์ขึ้น (Event mode) โดยไม่ต้องรอให้ Master station



ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบของระบบสกาดา

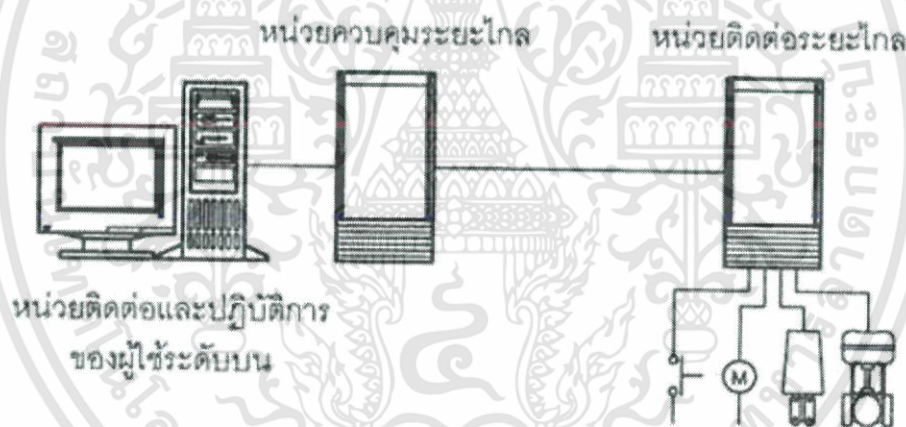
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.2 รูปแบบของระบบสกาดา

การจัดวางออกแบบระบบสกาดา สามารถกระทำได้หลายลักษณะ และมีความยืดหยุ่นตัวสูง เนื่องจากระบบสกาดา สามารถเริ่มต้นได้ตั้งแต่ระบบขนาดเล็กซึ่งมีคุณลักษณะที่เป็นระบบเดี่ยว และสามารถขยายออกไปเพื่อให้ครอบคลุมกับลักษณะงานซับซ้อนที่เชื่อมโยงเป็นเครือข่าย ซึ่งรูปแบบของระบบสกาดา โดยทั่วไปประกอบแบ่งออกได้ 3 แบบ คือ

### 2.1.2.1 แบบเดี่ยว

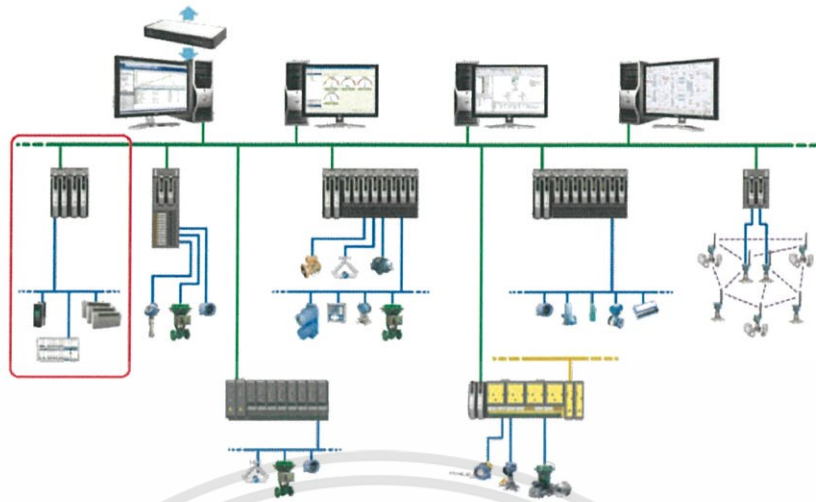
เป็นรูปแบบระบบพื้นฐานของระบบสกาดา เนื่องจากต้องมีส่วนประกอบ 3 ส่วนนี้เป็นอย่างน้อย คือ อุปกรณ์ควบคุม อย่างเช่น พีแอลซี (Programmable logic controller), ชุดคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์สกาดา ซึ่งโดยปกติการเชื่อมต่อสัญญาณข้อมูลมักกระทำผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS-232C / RS-422 / RS-485 หรือ บัสพิเศษ เช่น Profibus/DP และ Ethernet TCP/IP ขึ้นอยู่กับฮาร์ดแวร์และโปรโตคอลที่อุปกรณ์ควบคุมนั้นสามารถเชื่อมโยง โดยรูปแบบนี้อาจสังเกตได้ว่าในระบบสกาดา จะมี SCADA station เพียงตัวเดียว



ภาพที่ 2.3 รูปแบบระบบสกาดาลักษณะระบบเดี่ยว

### 2.1.2.2 แบบกระจาย

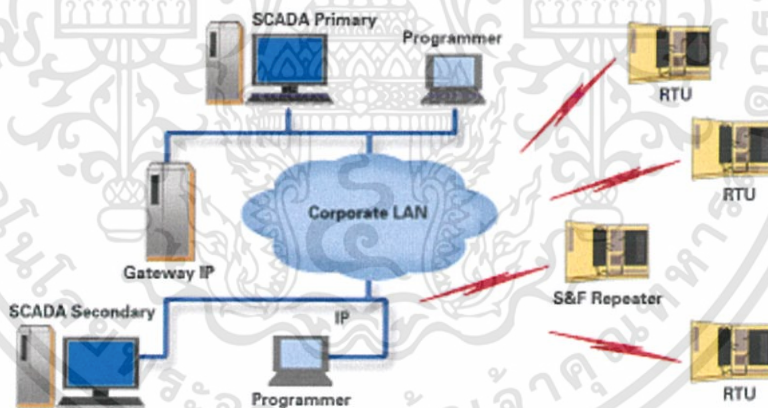
มักมีรูปแบบการนำเอาข้อมูลของระบบสกาดา แบบเดี่ยวมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างสายผลิต หรือในกรณีสายผลิตที่มีจุดควบคุมย่อย ซึ่งมักเชื่อมโยงกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือ LAN นั่นเอง ผ่านสายสัญญาณอีเทอร์เน็ต นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มจุดต่อเครือข่ายไปยังผู้จัดการ และผู้บริหารได้เช่นกัน การควบคุมลักษณะนี้จะมี SCADA station มากกว่า 1 ตัว



ภาพที่ 2.4 รูปแบบระบบสกาดาลักษณะระบบกระจาย

### 2.1.2.3 แบบสื่อสารระยะไกล

เป็นรูปแบบระบบสกาดา กับงานควบคุมเชิงภาคสนามที่มีระยะไกลมาก ซึ่งมักเลือกใช้เป็นอุปกรณ์ RTU (Remote terminal unit) และมีเครือข่ายคลื่นวิทยุความถี่สูงอย่าง UHF ในลักษณะ Trucking radio มีโปรโตคอลสื่อสารข้อมูลในแบบ HDLC (High data level control) ควบคุมไว้



ภาพที่ 2.5 รูปแบบระบบสกาดาลักษณะระบบสื่อสารระยะไกล

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการควบคุม

### 2.2.1 ระบบควบคุม (Control system)

ระบบควบคุม คือ การควบคุมระบบพลศาสตร์ ให้มีค่าเอาต์พุตที่ต้องการ โดยการป้อนค่าอินพุตที่เหมาะสมให้กับระบบ โครงสร้างโดยทั่วไปของระบบควบคุมการทำงาน ค่าเป้าหมายของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ หรือเงื่อนไขข้อกำหนดที่ทำการป้อนเข้าสู่ระบบควบคุมจะถูกเรียกว่า “อินพุต” (Input) ส่วนผลของการทำงาน หรือสัญญาณที่ถูกจ่ายออกจากระบบควบคุมการทำงานจะถูกเรียกว่า “เอาต์พุต” (Output)

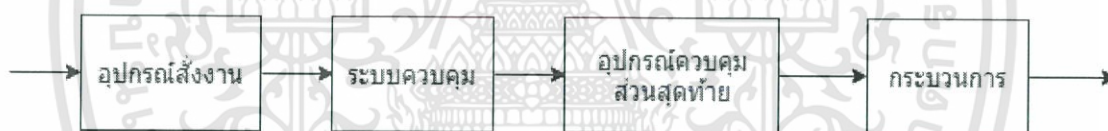


ภาพที่ 2.6 โครงสร้างโดยทั่วไปของระบบควบคุม

โดยวิธีการควบคุมกระบวนการทำงาน ของกระบวนการทำงานให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการนั้น โดยทั่วไปสามารถกระทำได้ 2 วิธี

### 2.2.1.1 การควบคุมแบบวงเปิด (Open loop control)

การควบคุมแบบวงเปิด เป็นลักษณะของการควบคุมซึ่งสัญญาณเอาต์พุตของระบบ หรือการทำงานของกระบวนการไม่มีผลต่อการทำงานของระบบควบคุม นั่นคือ สัญญาณเอาต์พุตของระบบ หรือกระบวนการไม่ได้ถูกตรวจวัด หรือถูกป้อนกลับมาเพื่อทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุต หรือค่าเป้าหมายที่ได้ถูกป้อนเข้าไปยังระบบควบคุม



ภาพที่ 2.7 องค์ประกอบของระบบควบคุมแบบวงเปิด

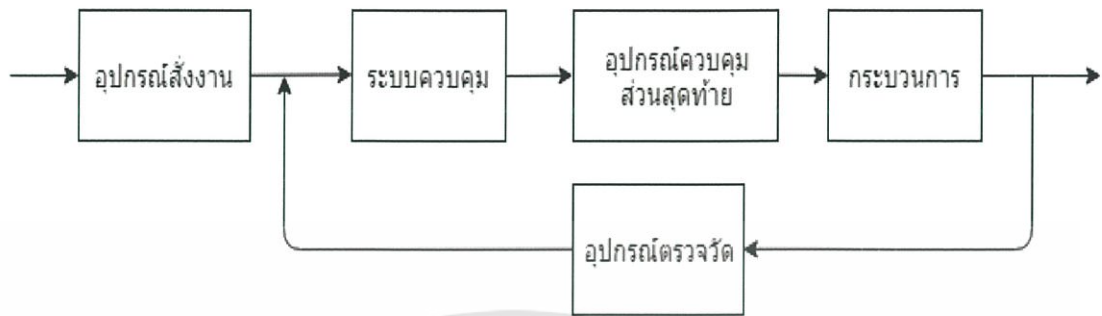
เนื่องจากรูปแบบของการควบคุมแบบวงเปิดนั้นสัญญาณเอาต์พุตของระบบไม่ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุต ดังนั้นความเที่ยงตรงของการควบคุมแบบวงเปิดนี้จึงขึ้นอยู่กับ การปรับเทียบระบบ ในทางปฏิบัติการควบคุมแบบวงเปิดนี้สามารถนำมาใช้ได้ดี ถ้าหากผู้ควบคุมกระบวนการทำงานทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอินพุต และเอาต์พุตของระบบเป็นอย่างดี ตัวอย่าง ได้แก่ การเปิด-ปิดไฟแสงสว่าง การเปลี่ยนทิศทาง การหมุนของมอเตอร์เครื่องซักผ้า การควบคุมสัญญาณไฟจราจร ฯลฯ

### 2.2.1.2 การควบคุมแบบวงปิด (Closed loop control)

การควบคุมแบบวงปิด เป็นลักษณะของการควบคุมซึ่งสัญญาณเอาต์พุตของระบบ หรือการทำงานของกระบวนการมีผลโดยตรงต่อการทำงานของระบบควบคุม ดังนั้นหลักการควบคุมแบบวงปิดนี้ก็คือ “การควบคุมแบบป้อนกลับ” (Feedback control) นั่นเอง ซึ่งสัญญาณป้อนกลับนี้อาจเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

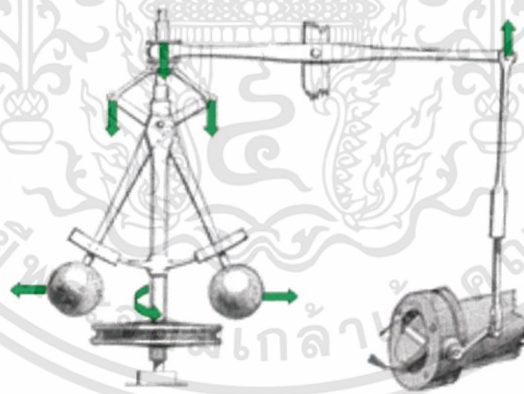
สัญญาณเอาต์พุตของกระบวนการโดยตรง หรือเป็นสัญญาณที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสัญญาณเอาต์พุตก็ได้



ภาพที่ 2.8 องค์ประกอบของการควบคุมแบบวงปิด

ในวงจรควบคุมแบบวงปิดค่าที่ถูกตรวจวัดได้จากการทำงานของระบบจะถูกป้อนกลับเข้ามาที่อินพุตของเครื่องควบคุม โดยจะถูกเรียกว่า “การป้อนข้อมูลกลับ” (Feedback)

ตัวอย่างการใช้ระบบควบคุมวงปิด จากภาพที่ 2.8 เป็นการแสดงหลักการทำงานของลูกเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่เมื่อเครื่องจักรหมุนเร็วเกินค่าที่ต้องการลูกตุ้มจะเบนออกจากแกนกลางส่งผลให้ลื่นควบคุมไอน้ำปล่อยไอน้ำน้อยลง ในทางกลับกันถ้าเครื่องยนต์หมุนช้าเกินไปลูกตุ้มจะหุบเข้าหาแกนกลางส่งผลให้ลื่นควบคุมไอน้ำปล่อยไอน้ำเข้าสู่เครื่องจักรมากขึ้น



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการใช้ระบบควบคุมวงปิด

### 2.2.2 ตัวควบคุมการทำงาน (Controller Devices)

เป็นอุปกรณ์ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อทดแทนมนุษย์ในการควบคุมการทำงานของระบบให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยตัวควบคุมการทำงานจะทำการสร้างตัวแปรเอาต์พุตด้วยรูปแบบ หรือเงื่อนไขของการควบคุมที่ได้ถูกกำหนดเอาไว้ ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตที่จ่ายออกมาจากตัวควบคุมการทำงานก็คือ ค่าตัวแปรแก้ไขปรับกระบวนการ (Correcting variable)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2.1 ตัวควบคุมพีไอดี (PID controller)

ตัวควบคุมพีไอดี หรือ ตัวควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ เป็นตัวควบคุมที่ทำหน้าที่ปรับแต่งคุณลักษณะของสัญญาณที่ใช้ควบคุมระบบให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ และมีความเหมาะสมกับระบบมากที่สุด ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ซึ่งตัวควบคุมแบบพีไอดีประกอบไปด้วย 3 ตัวแปรคือ

- 1) การควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional) เป็นตัวควบคุมที่ไม่มีการหน่วง (Delay) ระหว่างสัญญาณทางออก แต่สัญญาณทางออกจะเป็นสัดส่วนกับสัญญาณทางเข้า
- 2) การควบคุมแบบปริพันธ์ (Integral) เป็นตัวควบคุมที่ใช้สัญญาณทางออกเป็นสัดส่วนโดยตรงกับสัญญาณผิดพลาด หรือสัญญาณทางเข้า
- 3) การควบคุมแบบอนุพันธ์ (Derivative) เป็นตัวควบคุมที่ให้สัญญาณทางออกเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด (Error)

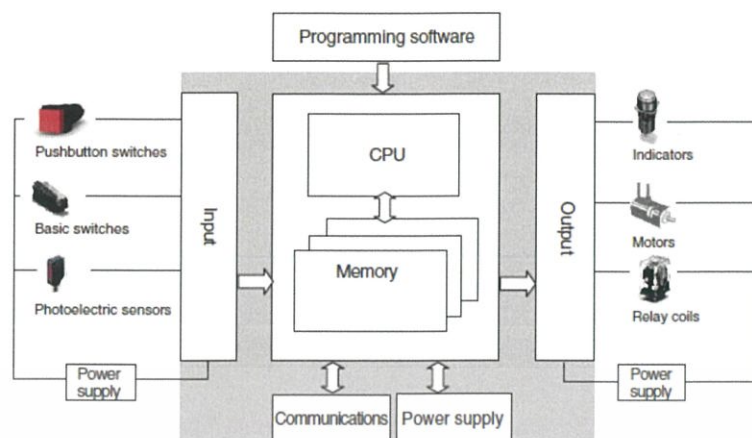
## 2.3 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบสกาตา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานของระบบสกาตาสำหรับควบคุมโรงไฟฟ้าถ่านหิน แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม และส่วนของอุปกรณ์พื้นฐานของระบบโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้สำหรับควบคุมการทำงานของระบบผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำ

### 2.3.1 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

#### 2.3.1.1 PLC (Programmable logic controller)

พีแอลซี หรือ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของพีแอลซีจะคล้ายกับหลักการการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้วพีแอลซี จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า “solid-State Digital Logic Element เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก เพื่อใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนประกอบหลักของพีแอลซี แบ่งออกได้ 4 ส่วนคือ

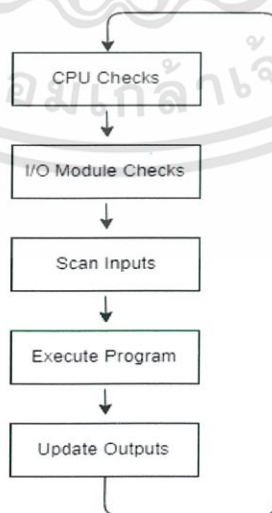


ภาพที่ 2.10 ส่วนประกอบของพีแอลซี

1) ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายในซีพียูจะประกอบไปด้วยวงจร Logic gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทม์เมอร์ (Timer) และซีควเอนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลตเตอร์ลอจิก (Relay ladder logic) เข้าไปได้

การประมวลผลของซีพียูจากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่งเรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 ms, (0.0001-0.01 วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากพีแอลซี เช่น จอภาพ เป็นต้น



ภาพที่ 2.11 Program/Scan Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกได้เป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งหน่วยความจำของพีแอลซีประกอบด้วย RAM (Random Access Memory), EPROM (Erasable Programmable Read Only), EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

## 3) ส่วนที่เป็นอินพุต / เอาต์พุต (Input Output : I/O)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุตจะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือรับสถานะแล้วส่งไปยังซีพียูเพื่อประมวลผล เมื่อซีพียูประมวลผลแล้วส่งให้ส่วนของเอาต์พุตเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ซีพียู ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้วซีพียูจะเสียหายได้

## 4) ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

อุปกรณ์โปรแกรม (Programming) หรือ เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของพีแอลซี นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับพีแอลซี เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของพีแอลซี และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย

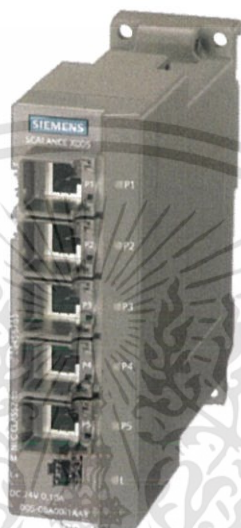


ภาพที่ 2.12 PLC รุ่น SIMATIC S7-1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1.2 Switch

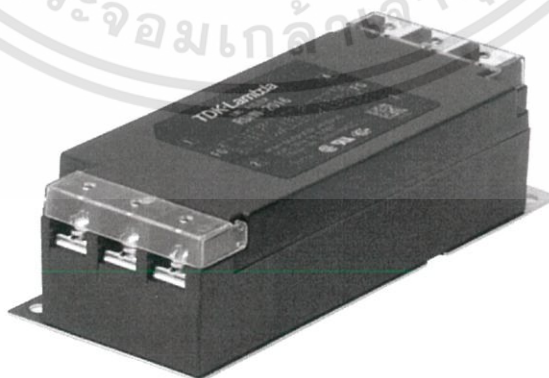
Network switch หรือ switching hub เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่เชื่อมอุปกรณ์ network เข้าด้วยกัน โดยอาศัยสาย cable ต่อเข้ากับ port แต่ละอุปกรณ์ และยังสามารถจัดการเชื่อมต่อระหว่าง network address เป็นตัวบอกตัวตนของแต่ละอุปกรณ์ เพื่อให้การส่งข้อมูล packet ไปถึงได้ถูกต้องและเจาะจง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับ network



ภาพที่ 2.13 CALANCE X005

### 2.3.1.3 Noise filter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกรองความถี่ โดยใช้คุณสมบัติของ RLC ที่มีการตอบสนองต่อความถี่ต่างกัน เพื่อป้องกันสัญญาณความถี่สูงหรือสัญญาณรบกวนที่เข้ามาจนสัญญาณหลัก ช่วยให้สัญญาณที่ได้มีความเสถียร หนึ่งเรียบ ไร้สัญญาณรบกวน



ภาพที่ 2.14 Noise filter RSHN-2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1.4 Power supply

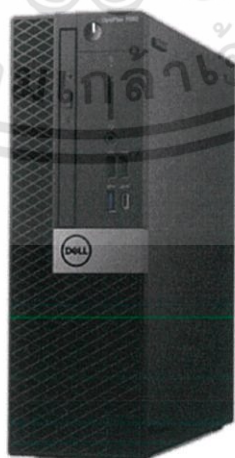
พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) เป็นอุปกรณ์หลักที่คอยจ่ายไฟให้กับชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220 โวลต์ ให้เหลือเพียงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) 24 โวลต์ หรือตามขนาดของพาวเวอร์ซัพพลายที่เลือกใช้



ภาพที่ 2.15 SIPLUS S7-1500 PM 1507 24V / 8A

### 2.3.1.5 Computer

คอมพิวเตอร์ (Computer) ทำหน้าที่เป็นเหมือนกับสถานีกำกับ ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์และซอฟต์แวร์ที่มีความรับผิดชอบในการสื่อสารกับอุปกรณ์สนาม (RTUs, PLCs, sensors, etc.) และซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนเวิร์กสเตชันในห้องควบคุมหรือที่อื่นๆ ในระบบสกาดาขนาดเล็ก สถานีแม่อาจประกอบด้วยคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว หรือในระบบสกาดาขนาดใหญ่ สถานีแม่อาจประกอบด้วยเซิร์ฟเวอร์หลายตัวก็ได้



ภาพที่ 2.16 DELL OPTIPLEX 7060 I7-7700

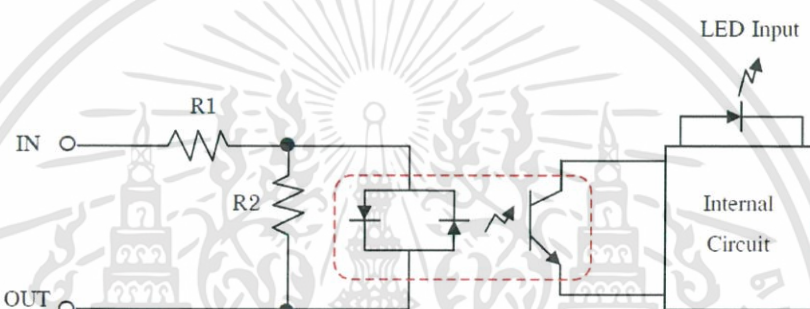
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1.6 Digital input module (DI)

เป็นมอดูลที่ใช้สำหรับรับสัญญาณอินพุตที่รับรู้สัญญาณได้เพียงแค่ “ON” หรือ “OFF” เท่านั้นเข้ามาแปลง ส่งเข้าไปภายในพีแอลซี ตามโครงสร้างจะมีดิจิทัลอินพุต 2 แบบคือ

#### 1) วงจรอินพุตไฟตรง (DC input)

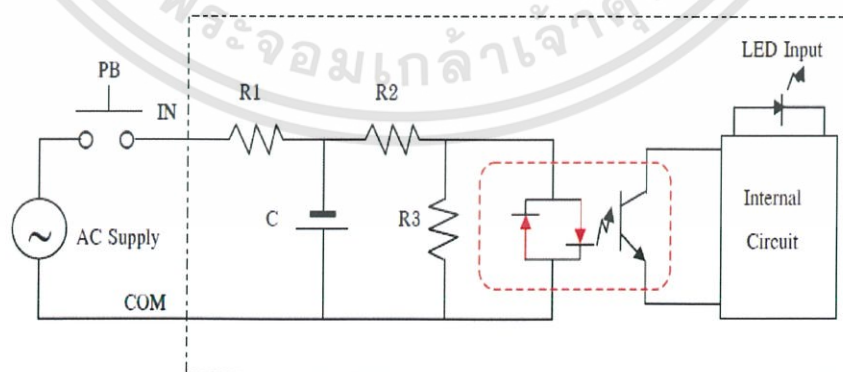
จะใช้อุปกรณ์ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ภาคอินพุตจะใช้วงจรถอดทอนแรงดันแล้วขับออปโตทรานซิสเตอร์ จากออปโตทรานซิสเตอร์ก็จะไปขับภาคอินพุตของ IC เพื่อส่งสัญญาณไปให้ซีพียูอีกทีหนึ่ง ซึ่งการใช้อุปกรณ์ประเภทออปโต (Opto) ทำให้ระบบพีแอลซีสามารถแยกสัญญาณกราวด์ (Ground) ของภาคอินพุตออกจากวงจรภายในได้



ภาพที่ 2.17 วงจรอินพุตไฟตรง

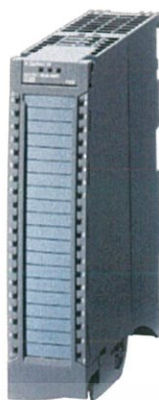
#### 2) วงจรอินพุตไฟสลับ (AC input)

ใช้ไฟสลับผ่านแรงดันทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องแรงดันตกคร่อมในสายมากเกินไปดังเช่น วงจรอินพุตไฟตรงโดยที่ผ่านแรงดันอินพุตตั้งแต่ 100-220 VAC สำหรับพีแอลซีบางรุ่นก็จะแบ่งอินพุตแบบนี้ ออกเป็น 2 ย่านคือ 100-120 และ 200-240 VAC



ภาพที่ 2.18 วงจรอินพุตแบบไฟสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



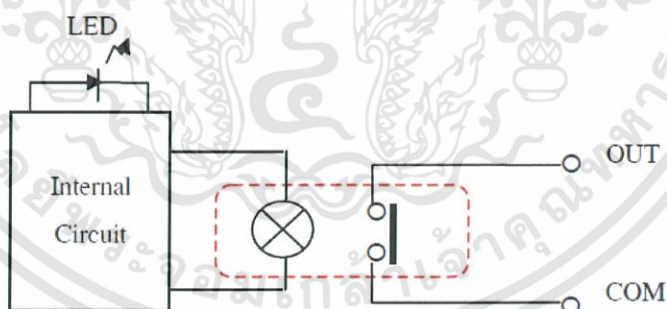
ภาพที่ 2.19 DI 32x24VDC BA module

### 2.3.1.7 Digital output module (DQ)

มอดูลดิจิทัลเอาต์พุตทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดต่างๆ ซึ่งการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ ทำได้เพียง “ON” หรือ “OFF” โดยมีชนิดของเอาต์พุตให้เลือกใช้ 3 แบบคือ

#### 1) เอาต์พุตชนิดรีเลย์ (Relay Contact Output)

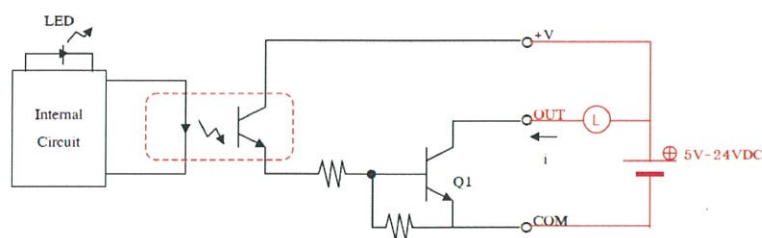
เอาต์พุตชนิดรีเลย์สามารถนำเอาต์พุตไปขับโหลด AC หรือ DC ได้ โดยการเปลี่ยนหน้าสัมผัสของรีเลย์ ซึ่งอาศัยหลักการทำงานของสนามแม่เหล็ก ดังนั้นเวลาที่นำหน้าสัมผัสรีเลย์ไปใช้งานจึงเปรียบได้เสมือนสวิตช์ควบคุมแบบ NO (Normally open) หรือ NC (Normally closed)



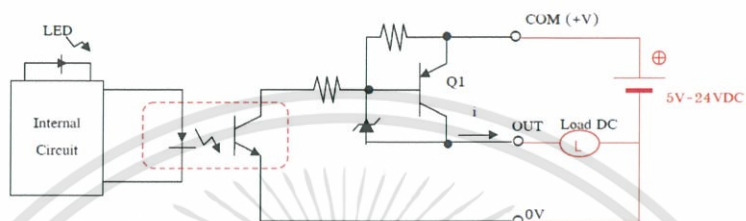
ภาพที่ 2.20 วงจรเอาต์พุตแบบรีเลย์

#### 2) เอาต์พุตชนิดทรานซิสเตอร์ (Transistor Output)

เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN และเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP



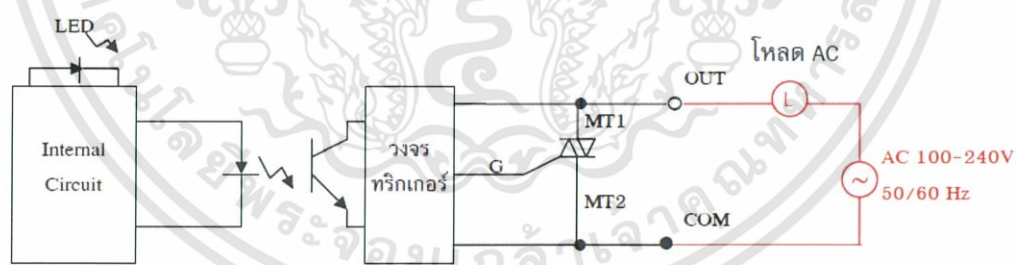
ภาพที่ 2.21 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ NPN



ภาพที่ 2.22 วงจรภายในเอาต์พุตทรานซิสเตอร์แบบ PNP

### 3) เอาต์พุตชนิดโซลิตสเตทรีเลย์ (Solid State Relay : SSR)

เอาต์พุตประเภทนี้จะนำมาใช้ควบคุมโหลด AC ที่ต้องการควบคุมความเร็วในการตอบสนองที่ดีกว่าใช้เอาต์พุตแบบรีเลย์ อุปกรณ์ภาคเอาต์พุตที่ใช้จะใช้ไทรแอดเป็นสวิตช์ควบคุมโหลด ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมโหลด AC ได้ทั้งซีกบวกและซีกลบ รูปคลื่นไซน์ (Sine wave) วงจรส่วนทริกเกอร์ทำหน้าที่กระตุ้นไทรแอดให้ทำงานสอดคล้องกับรูปคลื่นไซน์



ภาพที่ 2.23 วงจรภายในเอาต์พุตโซลิตสเตทรีเลย์

ลักษณะการต่อวงจรโหลดกับภาคเอาต์พุต SSR จะต่อในลักษณะอนุกรมกัน นำขาข้างหนึ่งของโหลดต่อกับขา OUT อีกข้างต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสลับ ส่วนขาอีกข้างหนึ่งคือขา COM นำไปต่อกับขั้วแหล่งจ่ายสลับอีกข้าง

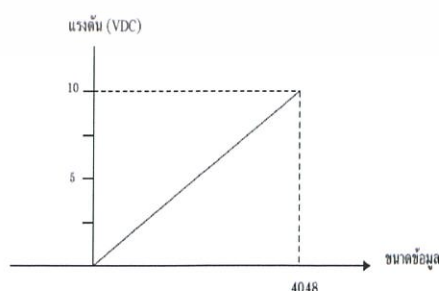
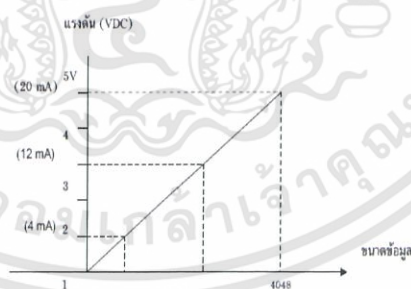


ภาพที่ 2.24 DQ 32x24VDC/0.5 BA

### 2.3.1.8 Analog input module (AI)

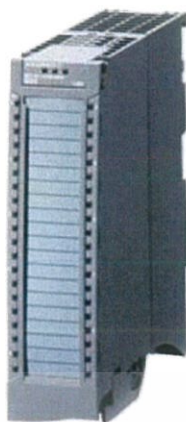
เป็นโมดูลที่ใช้รับสัญญาณแอนะล็อกอินพุตที่บอกเป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น 0-10 VDC,  $\pm 10$  VDC 1-5 V (4-20mA) ซึ่งสัญญาณแอนะล็อกทั้ง 3 แบบนั้นเป็นสัญญาณมาตรฐานที่กำหนดไว้ใช้ในอุตสาหกรรม โดยหลักการทำงานของแอนะล็อกอินพุตของพีแอลซีจะนำค่าที่วัดได้แปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล

อุปกรณ์ที่วัดค่ามาเป็นสัญญาณแอนะล็อกส่วนมากเป็นการวัดระยะทาง, วัดความเร็ว, วัดอุณหภูมิ, วัดอัตราการไหล และวัดความดัน เป็นต้น แล้วแปลงค่าเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าออกมา ดังนั้น เวลาที่อุปกรณ์เหล่านี้วัดค่าออกมาเป็นแอนะล็อกค่าใดๆ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำตารางเปรียบเทียบค่า เพื่อที่จะกำหนดขนาดข้อมูลให้กับพีแอลซีให้ควบคุมตามที่ต้องการ



ภาพที่ 2.25 สัญญาณแบบต่างๆ ที่ส่งให้แอนะล็อกอินพุต

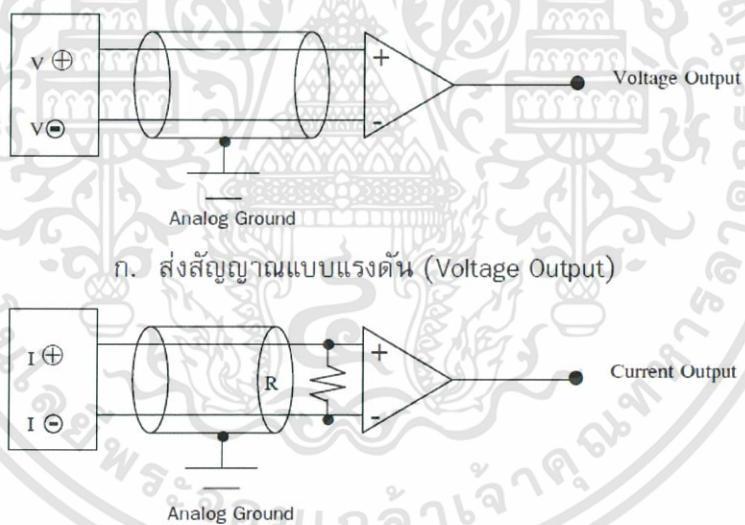
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.26 AI 8xU/I/RTD/TC ST

### 2.3.1.9 Analog output module AQ

เป็นมอดูลแบบแอนะล็อกเอาต์พุตที่เพิ่มความสามารถให้พีแอลซีส่งสัญญาณควบคุมเป็นปริมาณได้ ค่าที่ส่งออกไปก็จัดเป็นค่าสัญญาณมาตรฐานคือ สัญญาณ 0-10 VDC,  $\pm 10$  VDC, 1-5 V (4-20 mA) การส่งสัญญาณของแอนะล็อกเอาต์พุตจะส่งสัญญาณ 2 แบบคือ แรงดันและกระแส

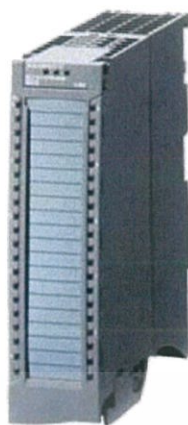


ก. ส่งสัญญาณแบบแรงดัน (Voltage Output)

ข. ส่งสัญญาณแบบกระแส (Current Output)

ภาพที่ 2.27 การส่งสัญญาณแบบกระแสและแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.28 AQ 8xU/I HS

#### 2.3.1.10 Relays

รีเลย์ (Relay) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดวงจรหรือต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้า จะทำงานเมื่อมีการจ่ายไฟไปตามกำหนดทำให้เกิดวงจรเปิด เมื่อไม่มีการจ่ายไฟจะทำให้เกิดวงจรปิดทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้รีเลย์เป็นสวิตช์นั้นไม่ทำงาน

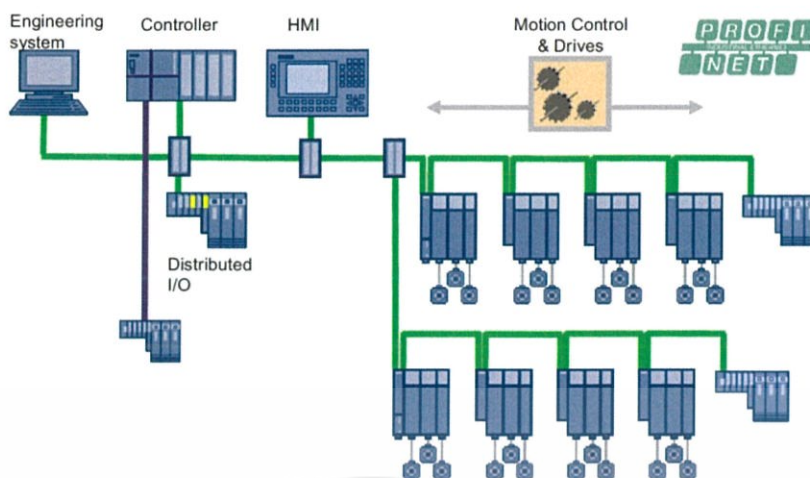


ภาพที่ 2.29 Coupling relay slim

#### 2.3.1.11 PROFINET

PROFINET ย่อมาจากคำว่า “Process field net” ซึ่งระบบการสื่อสารแบบโปรฟีเน็ต มีรากฐานที่สำคัญมาจากระบบการสื่อสารแบบอีเทอร์เน็ต (Ethernet) บางครั้งเราเรียกว่า LAN (Local area network) หรือ TCP/IP Network ระบบโปรฟีเน็ตถูกออกแบบเพื่อที่จะนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ระบบอีเทอร์เน็ตที่ออกแบบมาอย่างพิเศษสำหรับงานอุตสาหกรรม จึงถูกเรียกว่า “Industrial Ethernet”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.30 รูปแบบโครงข่ายแบบ PROFINET

## 2.3.2 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบโรงไฟฟ้าถ่านหิน

### 2.3.2.1 อุปกรณ์การตรวจวัดความดัน อุณหภูมิ การไหล และระดับน้ำ

ตัวอย่างอุปกรณ์ Differential Pressure Transmitter เป็นอุปกรณ์วัดความดันแตกต่างมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการวัดระดับของเหลวในถัง โดยจะอ่านค่าได้จากความสูงของเหลวที่ทำการวัด โดยทั่วไปด้าน HP (High Pressure) ของอุปกรณ์จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านต่ำสุดของถัง (Lower Nozzle) และด้าน LP (Low Pressure) หรือด้านที่มีความดันคงที่ จะถูกต่ออยู่กับจุดต่อด้านสูงสุดของถัง (Upper Nozzle) โดยด้าน LP จะใช้เป็นจุดอ้างอิง ดังนั้นความดันที่เกิดขึ้นที่ด้าน LP จะต้องมีค่าความดันที่คงที่อยู่ตลอดเวลา การทำให้ความดันด้าน LP ให้มีค่าคงที่

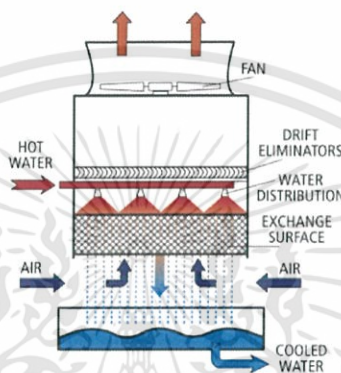


ภาพที่ 2.31 Differential Pressure Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.2 อุปกรณ์ที่มีมอเตอร์ไฟฟ้า

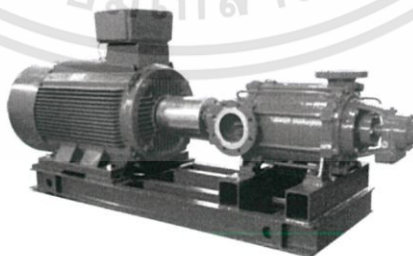
ตัวอย่างอุปกรณ์ Cooling Tower เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้วิธีการระเหยตัวของน้ำ (Evaporation) ในขบวนการ จะมีการสูญเสียน้ำไปส่วนหนึ่ง แต่น้ำส่วนใหญ่ยังคงนำกลับมาใช้ได้ อีก โดยปกติเราสามารถจะนำไปใช้ในการระบายความร้อนของน้ำในการหล่อเย็นกับอุปกรณ์ใดๆ เช่น การหล่อเย็นอุปกรณ์ในขบวนการผลิต การหล่อเย็นอุปกรณ์ในโรงผลิตกระแสไฟฟ้า และการระบายความร้อนจากระบบปรับอากาศ



ภาพที่ 2.32 หลักการของ Cooling Tower

### 2.3.2.3 อุปกรณ์ที่มีอินเวอร์เตอร์

ตัวอย่างอุปกรณ์ Boiler Feed Water Pump เกือบทุกภาคอุตสาหกรรมจะมีหม้อต้ม ใช้เป็นต้นกำลังให้ความร้อนแก่กระบวนการผลิต โดยจะเผาไหม้เชื้อเพลิงแล้วนำความร้อนที่ได้ถ่ายเทให้กับน้ำให้ร้อนขึ้นแล้วเดือดเป็นไอ ในกระบวนการดังกล่าวนี้จะต้องใช้ปั๊มน้ำที่ผ่านกระบวนการ Softening แล้ว เพื่อเข้าสู่หม้อต้ม ซึ่งใช้น้ำจากแหล่งน้ำ เช่น ท่อประปา เป็นต้น ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนจนน้ำเดือดเป็นไอน้ำที่แรงดันต่างๆ

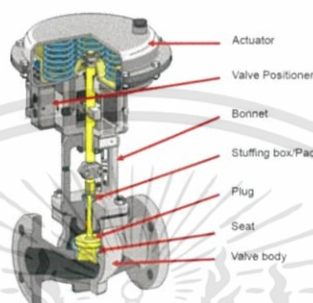


ภาพที่ 2.33 Boiler Feed Water Pump

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.4 คอนโทรลวาล์ว

ตัวอย่างอุปกรณ์ คอนโทรลวาล์ว เป็นอุปกรณ์ที่ถูกขับเคลื่อนด้วยกำลังจากภายนอกเพื่อปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของของไหลในระบบการควบคุมกระบวนการทำงานหนึ่ง วาล์วควบคุมประกอบด้วย ตัววาล์วและอุปกรณ์เชื่อมต่อกับกลไกการกระตุ้น (Actuator Mechanism) สามารถเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของชิ้นส่วนควบคุมการไหล (Flow controlling element) ภายในตัววาล์วหรือตำแหน่งของลิ้นวาล์วตามสัญญาณที่ได้รับจากระบบควบคุม

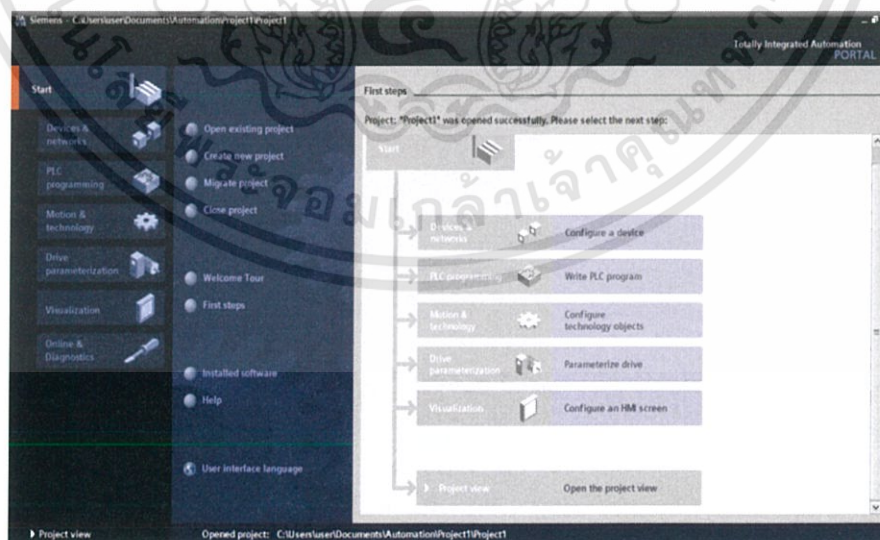


ภาพที่ 2.34 องค์ประกอบ Control Valve

## 2.4 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 โปรแกรม TIA Portal V14

Totally Integrated Automation Portal หรือ TIA Portal เป็นซอฟต์แวร์ประยุกต์สำหรับใช้งานกับพีแอลซี SIEMENS ในการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานต่างๆ

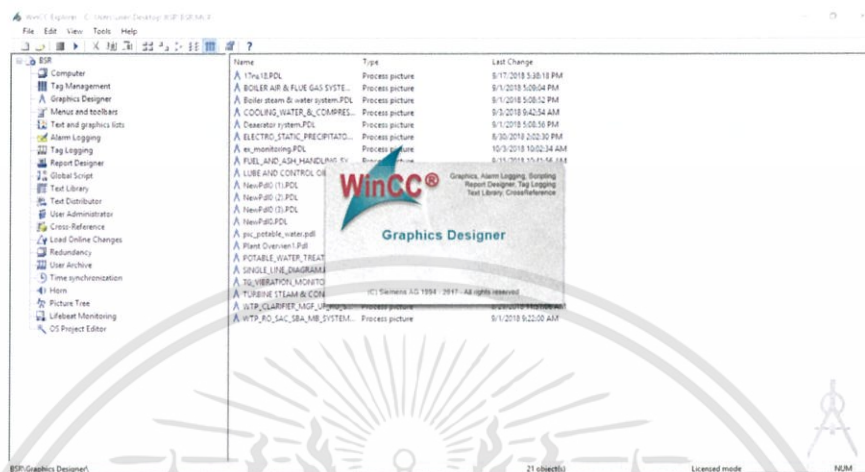


ภาพที่ 2.35 ตัวอย่างโปรแกรม TIA Portal V14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 โปรแกรม SIMATIC WinCC Explorer

ซอฟต์แวร์ที่ใช้เขียนระบบสกาตา SIEMENS สำหรับออกแบบหน้าจอกราฟิกแสดงผลและสั่งการทำงานของอุปกรณ์ภายในระบบโรงไฟฟ้า



ภาพที่ 2.36 ตัวอย่างโปรแกรม SIMATIC WinCC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในเนื้อหาบทนี้ จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานของการออกแบบระบบสกาตาสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหิน ซึ่งได้รับการว่าจ้างจากทางบริษัท เอลต้า คอนสตรัคชั่น แอนด์ เซอร์วิส ในการจัดทำระบบโดยเริ่มจากการออกแบบตู้ควบคุม จนไปถึงการติดตั้งระบบหน้างานจริง ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ สามารถแบ่งหัวข้อออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ ดังนี้

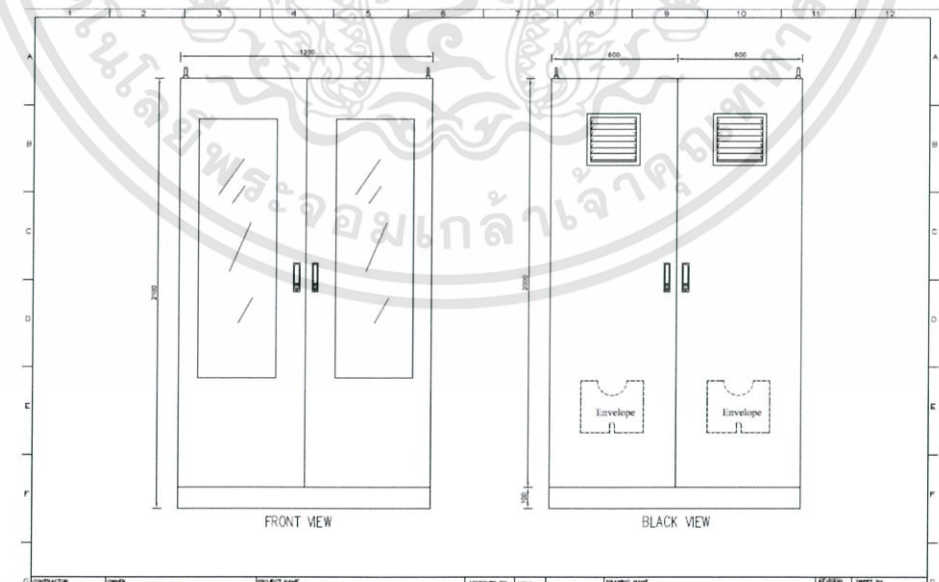
1. ส่วนของตู้ควบคุม
2. ส่วนของโปรแกรมในการควบคุมการทำงาน
3. ส่วนของการออกแบบหน้าจอในการแสดงผล
4. ส่วนของการเชื่อมต่อข้อมูลของระบบสกาตา
5. ส่วนของการทดสอบและติดตั้งหน้าไซต์

#### 3.1 ส่วนของตู้ควบคุม

##### 3.1.1 ศึกษาแบบไฟฟ้า

เริ่มจากการศึกษาแบบไฟฟ้าของตู้ควบคุม ซึ่งจะบอกรายละเอียดต่างๆ ตั้งแต่ขนาดของตู้ควบคุม การจัดวางอุปกรณ์และการต่อสายไฟภายในตู้ สามารถแสดงรายละเอียดดังนี้

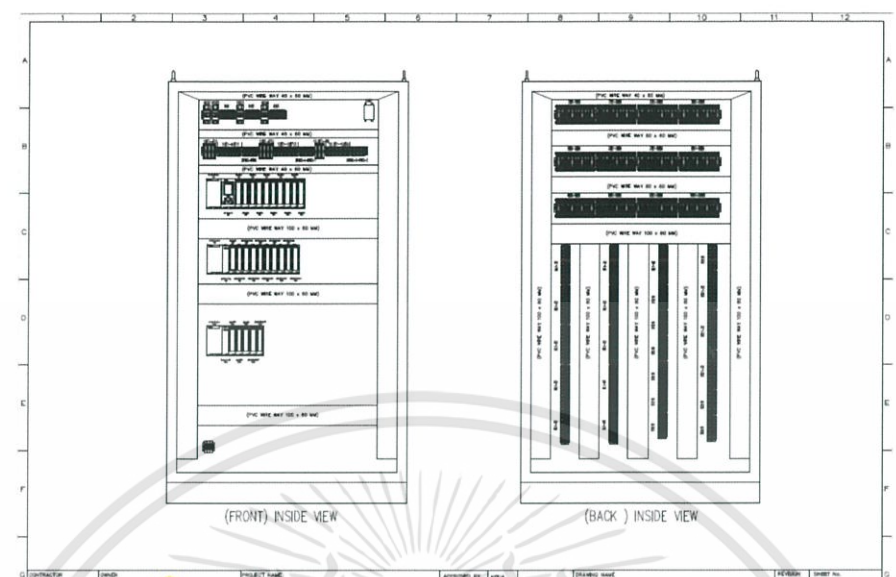
##### 1) แบบตู้ควบคุม



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างแบบตู้ควบคุม

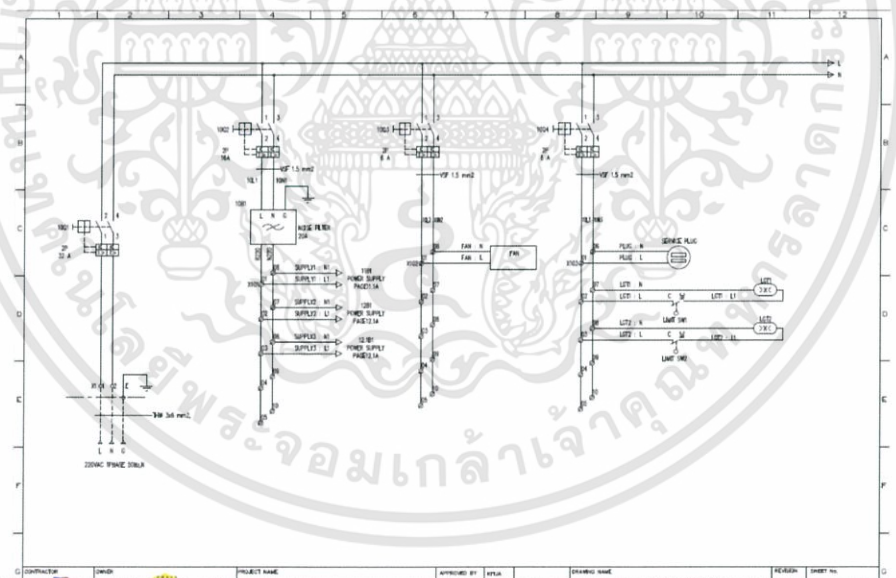
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) การจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้

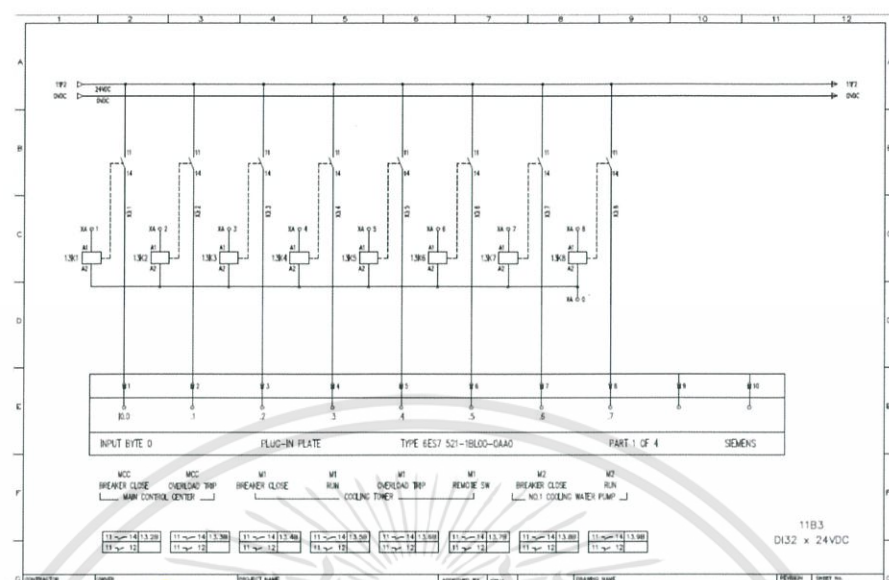
## 3) แบบ Power Diagram



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างแบบ Power Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

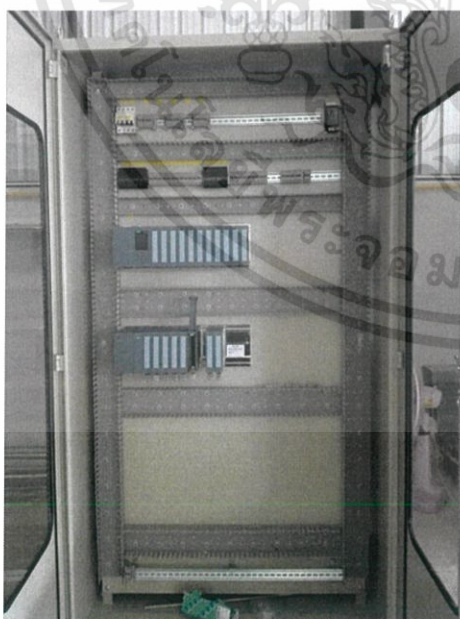
## 4) แบบ Control Diagram



ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างแบบ Control Diagram

## 3.1.2 การจัดทำตู้ควบคุม

การจัดทำตู้ควบคุมจะเริ่มจากการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ เข้าไว้ภายในตู้ควบคุม จากนั้นจึงทำการเดินสายไฟตามแบบไฟฟ้าที่ได้ทำการศึกษาก่อนหน้า และทำการเก็บสายไฟเข้ารางทั้งด้านหน้าและด้านหลังให้เรียบร้อย

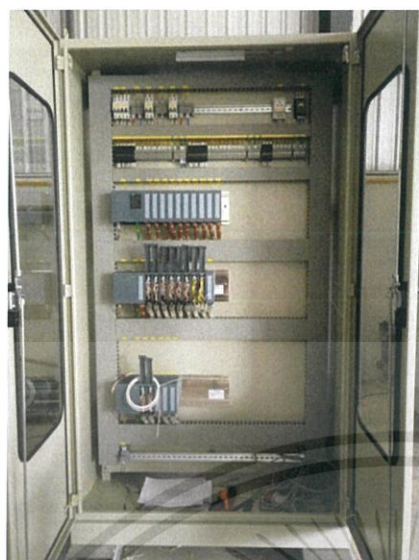


ภาพที่ 3.5 จัดวางอุปกรณ์ภายในตู้



ภาพที่ 3.6 ทำการเดินสายไฟภายในตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



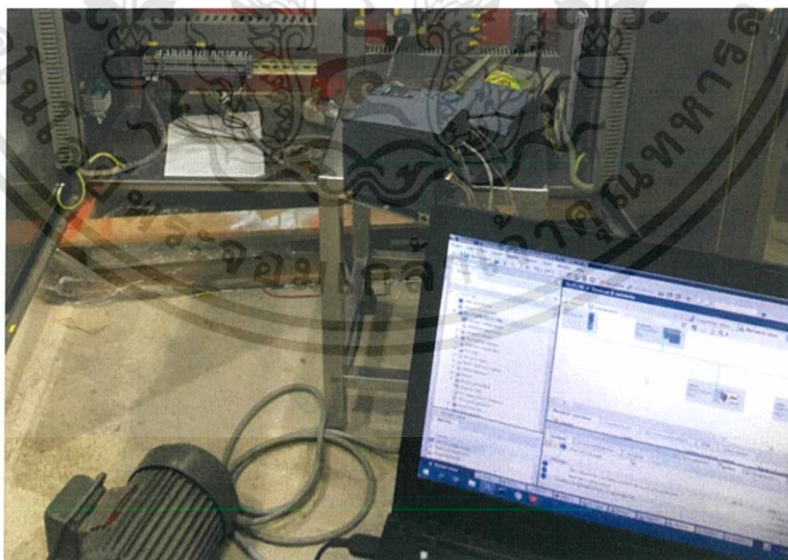
ภาพที่ 3.7 เก็บสายเข้ารางด้านหน้า



ภาพที่ 3.8 เก็บสายเข้ารางด้านหลัง

### 3.1.3 การทดสอบตู้ควบคุม

หลังจากทำการประกอบตู้ควบคุมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบการตู้ควบคุม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการเดินสายไฟ และการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้มิเตอร์ไฟฟ้าเช็ค การเดินสายไฟ และทดสอบการโปรแกรมของพีแอลซีเบื้องต้นต่อไป



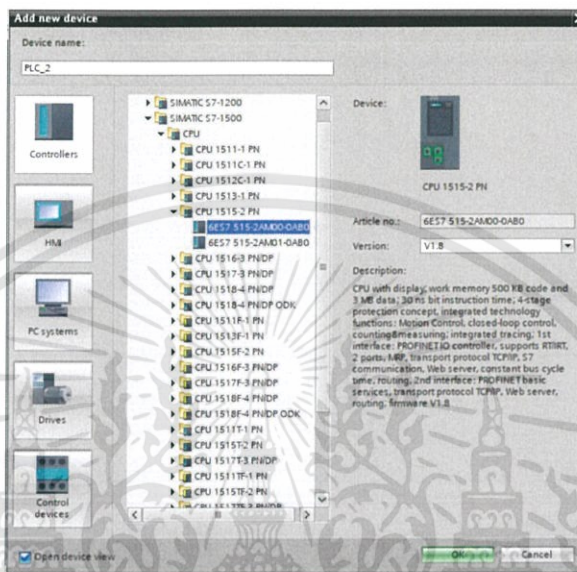
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการทดสอบตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.4 การเชื่อมต่อ PLC กับโปรแกรมคำสั่งเบื้องต้น

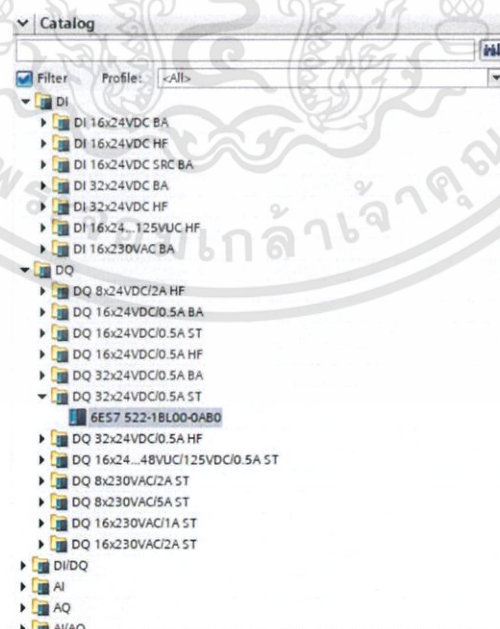
ในการเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับโปรแกรมคำสั่งนั้นจะต้องทำการเลือกรุ่นของ CPU และ การ์ดตามที่ออกแบบในแบบไฟฟ้า

ทำการ Add new device ของ Controller ซึ่งใช้ CPU รุ่น 1515-2 PN



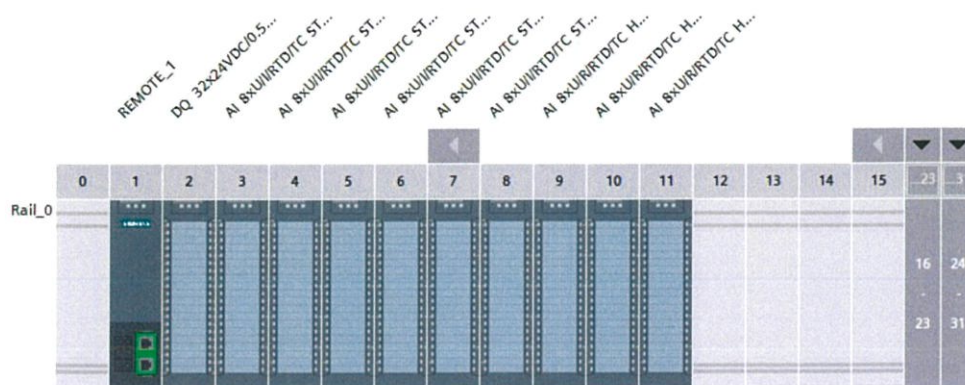
ภาพที่ 3.10 การเลือก CPU

ทำการเลือกการ์ดดิจิทัลอินพุต ดิจิทัลเอาต์พุต แอนะล็อกอินพุต และแอนะล็อกเอาต์พุต ในโปรแกรมให้ตรงกับแบบไฟฟ้าที่ออกแบบไว้



ภาพที่ 3.11 การเลือกการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



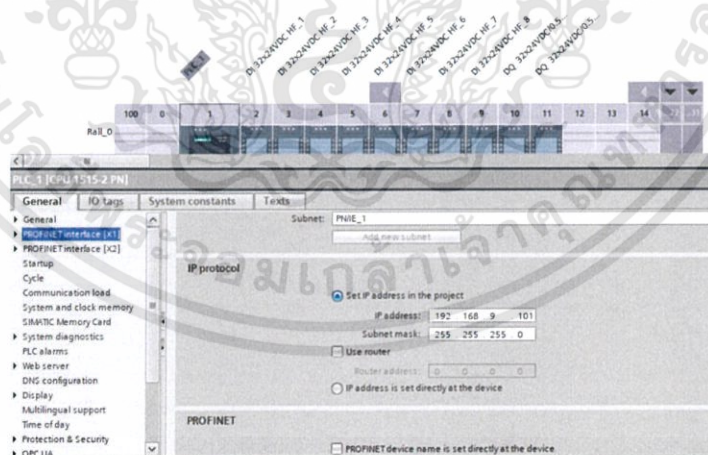
ภาพที่ 3.12 การจัดเรียงการ์ด

เมื่อทำการเลือก CPU และการ์ดเสร็จแล้วจะได้ดังภาพที่ 3.12



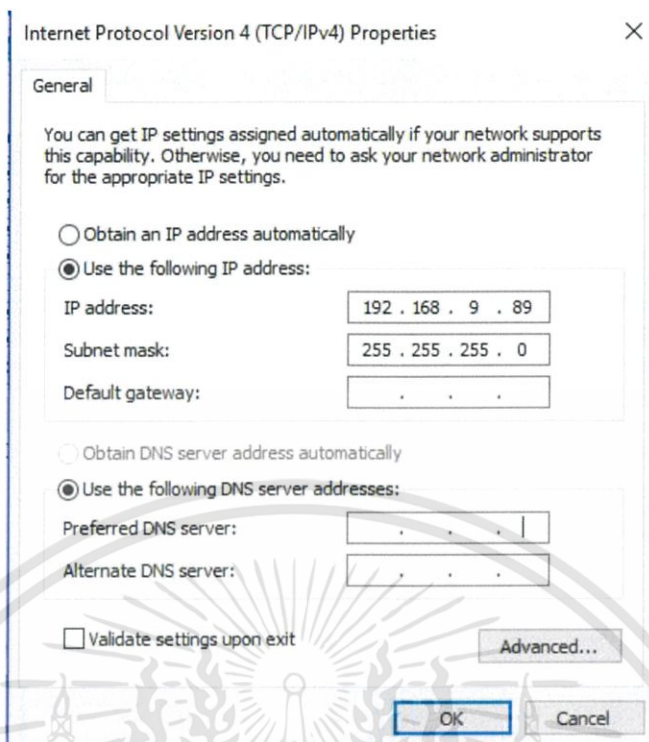
ภาพที่ 3.13 เลือก CPU และ Devices

ทำการกำหนด IP Address ระหว่างอุปกรณ์กับโปรแกรมให้ตรงกัน ซึ่งในการกำหนดอุปกรณ์แต่ละตัวนั้น จะต้องมีย IP Address ที่ไม่ซ้ำกับอุปกรณ์อื่นในเน็ตเวิร์คเดียวกัน



ภาพที่ 3.14 กำหนด Address ในส่วนของโปรแกรม TIA Port V14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 กำหนด Address ให้อยู่ในวงเดียวกัน

หลังจากทำการเชื่อมต่อ PLC กับโปรแกรมเบื้องต้นแล้ว จึงนำผู้ควบคุมไปติดตั้งที่หน้างานตามวันและเวลาที่ได้ตกลงกันไว้



ภาพที่ 3.16 นำผู้ควบคุมไปติดตั้งที่หน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 ส่วนของโปรแกรมในการควบคุมการทำงาน

### 3.2.1 ศึกษาส่วนประกอบของระบบ

ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมระบบสั่งการให้กับอุปกรณ์ นั้นจะต้องศึกษาส่วนประกอบของระบบ จำนวน I/O List ของระบบก่อนว่ามี I/O List อะไรบ้าง และทำการศึกษากระบวนการทำงานของอุปกรณ์ก่อนว่ามีหลักการการทำงานอย่างไร

ส่วนของ Digital Input และ Digital Output

	DESCRIPTION		IO TYPE	IO CARD	IO TAG	RANGE	UNIT	SIGNAL TYPE	CABLE NAME	GRAPHIC NAME
MCC	MAIN CONTROL CENTER	Circuit Breaker Close	DI		0.0			Contact In		
1600 A		Overload Trip	DI		0.1			Contact In		
M1	COOLING TOWER	Circuit Breaker Close	DI		0.2			Contact In		
3.7 KW		Run	DI		0.3			Contact In		
		Overload Trip	DI		0.4			Contact In		
		Remote SV	DI		0.5			Contact In		
		PLC Start-Stop	DO		0.0			Contact Out		
M2	NOT COOLING WATER PUMP	Circuit Breaker Close	DI		0.6			Contact In		
15 KW		Run	DI		0.7			Contact In		
		Overload Trip	DI		1.0			Contact In		
		Remote SV	DI		1.1			Contact In		
		PLC Start-Stop	DO		0.1			Contact Out		
M3	NOT COOLING WATER PUMP	Circuit Breaker Close	DI		1.2			Contact In		
15 KW		Run	DI		1.3			Contact In		
		Overload Trip	DI		1.4			Contact In		
		Remote SV	DI		1.5			Contact In		
		PLC Start-Stop	DO		0.2			Contact Out		
M4	NOT COOLING WATER PUMP	Circuit Breaker Close	DI		1.6			Contact In		
75 KW		Overload Trip	DI		1.7			Contact In		
		Remote SV	DI		2.0			Contact In		
		PLC Start-Stop	DO		0.3			Contact Out		

ภาพที่ 3.17 I/O List Digital

จากภาพที่ 3.17 จะเป็น I/O List สำหรับมอเตอร์ที่ใช้งานของอุปกรณ์ตัวอย่าง เช่น Induced Draft Fan เป็นพัดลมสำหรับใช้ในการดูดอากาศออกจากเตาเผาเพื่อป้องกันในการสันดาปภายใน

ส่วนของ Analog Input และ Analog Output จะเป็นการส่งและรับสัญญาณแบบไฟฟ้าโดยมีอยู่สองแบบ คือ แบบค่าแรงดัน 0-10 โวลต์ และ 4-20 มิลลิแอมป์ และมีการเดินสายสองแบบ คือ 2 Wire และ 4 Wire

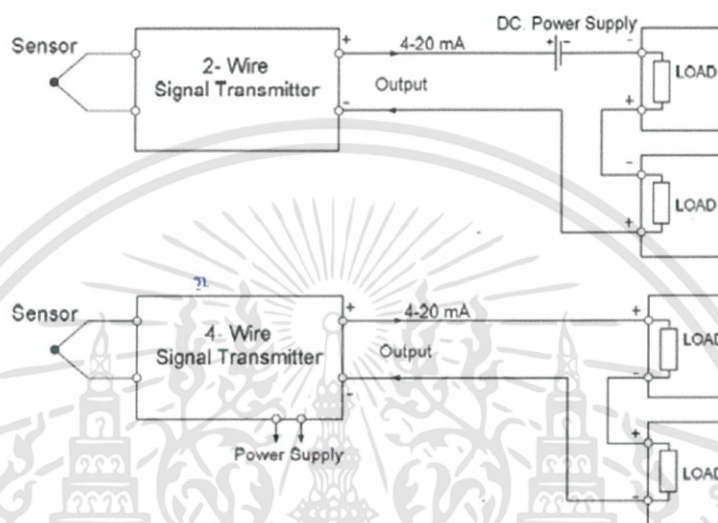
#### 1) การต่อแบบ 2 Wire

เป็นการต่อโดยใช้สายเพียง 2 เส้น ซึ่งสายหนึ่งเป็นสัญญาณ Output ของ Transmitter และสายหนึ่งของ Power Supply สำหรับจ่ายเลี้ยงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน Signal Transmitter Output Signal ของ Transmitter แบบนี้เป็นสัญญาณ 4-20mA เท่านั้น ข้อดีของ Transmitter ดังกล่าวจะช่วยให้การประหยัดสายในการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) การต่อแบบ 4 Wire

เป็นการต่อโดยใช้สายสัญญาณ 2 เส้น และสาย Power Supply อีก 2 เส้นแยกกันสัญญาณ Output ของ 4-Wire Signal Transmitter มีทั้งที่เป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน สัญญาณ Output ของ 4-Wire Signal Transmitter มีทั้งเป็นสัญญาณกระแสไฟฟ้ามาตรฐาน และสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน สัญญาณจะแตกต่างกัน



ภาพที่ 3.18 การต่อแบบ 2 Wire และ 4 Wire

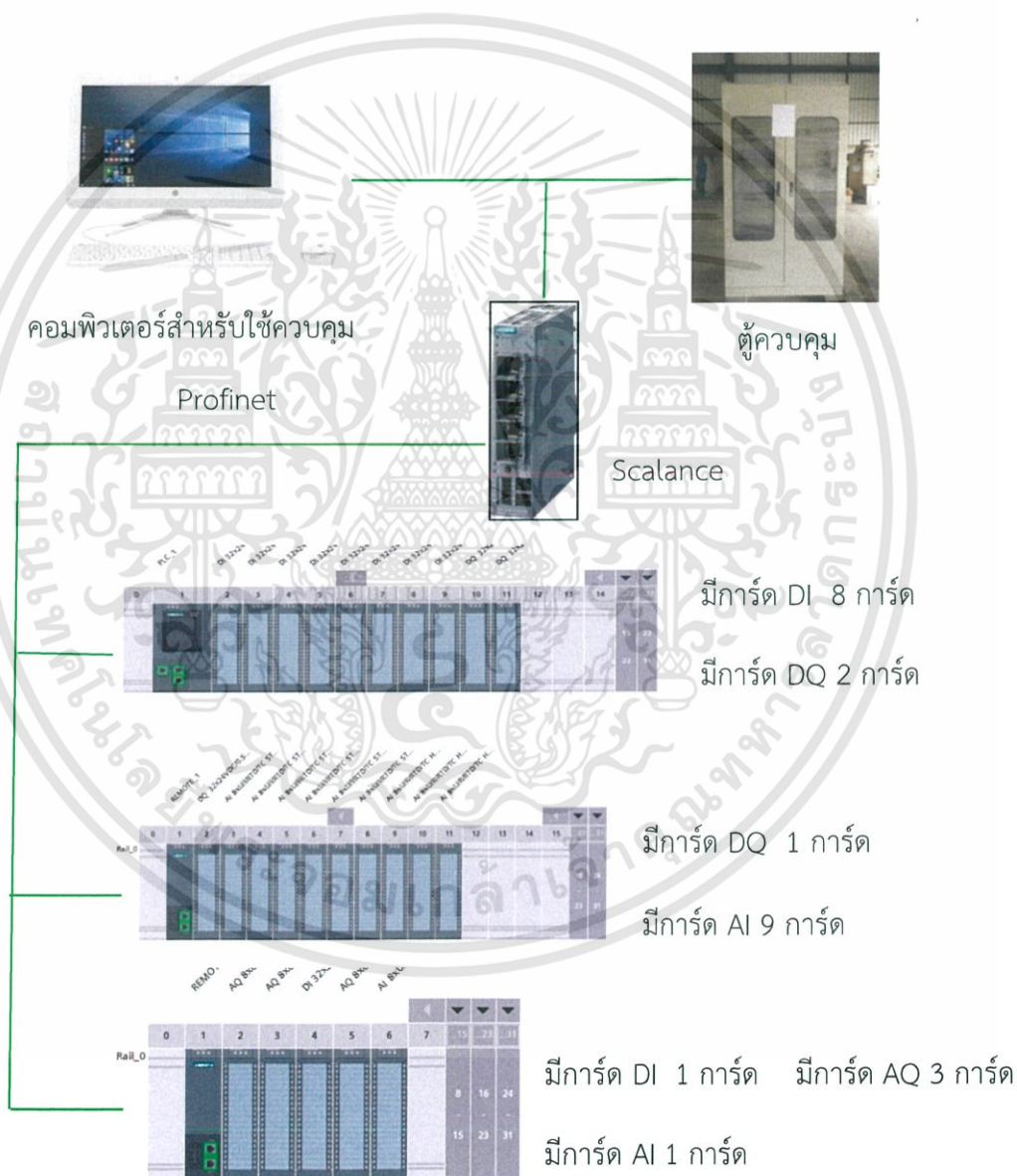
TAG NAME	DESCRIPTION	IO TYPE	IO CARD	I/O TAG	RANGE	UNIT	SIGNAL TYPE	CABLE NAME	Note
PT-842	Main Steam Pressure	AI	0.0				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-841	Turbine Bypass Pressure	AI	0.1				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-541	Dearator Pressure	AI	0.2				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-142	Boiler steam drum Pressure	AI	0.3				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-143	MSB Steam Pressure	AI	0.4				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-141	Superheater outlet Pressure	AI	0.5				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-001	Oil Pressure	AI	0.6				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-002	Boiler Feed Water Pump (P-3)	AI	0.7				Analog 4-20 mA		2 wire
PT-161	Furnace Draft	AI	1.0				Analog 4-20 mA		2 wire
FT-051	Combustion Air	AI	1.1				Analog 4-20 mA		2 wire
FT-141	Main steam flow	AI	1.2				Analog 4-20 mA		2 wire
FT-441	Steam Turbine Outlet flow	AI	1.3				Analog 4-20 mA		2 wire
FT-761	ID-Fan inlet flow	AI	1.4				Analog 4-20 mA		2 wire
FT-531	Boiler Feed Water Flow	AI	1.5				Analog 4-20 mA		2 wire
LT-531	Dearator Level	AI	1.6				Analog 4-20 mA		2 wire
LT-131	Drum Level	AI	1.7				Analog 4-20 mA		2 wire
LI-021	Coal Bunker Level	AI	2.0				Analog 4-20 mA		2 wire
O2T-801	Stack Oxygen Analyzer	AI	2.1				Analog 4-20 mA		2 wire
		AI	2.2				Analog 4-20 mA		2 wire
		AI	2.3				Analog 4-20 mA		2 wire
		AI	2.4				Analog 4-20 mA		2 wire

ภาพที่ 3.19 ตัวอย่าง Analog Input แบบ 2 Wire

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCC	Main Panel Current	AI	3.0			Analog 4-20 mA	4 Wire
M2	No 1 Cooling Water Pump Motor Current	AI	3.1			Analog 4-20 mA	4 Wire
M3	No 2 Cooling Water Pump Motor Current	AI	3.2			Analog 4-20 mA	4 Wire
M4	Induced Draft Fan Motor Current	AI	3.3			Analog 4-20 mA	4 Wire
M5	Forced Draft Fan Motor Current	AI	3.4			Analog 4-20 mA	4 Wire
M6	Over Fire Draft Fan Motor Current	AI	3.5			Analog 4-20 mA	4 Wire
M14	Stoker Motor Current	AI	3.6			Analog 4-20 mA	4 Wire
M17	No 1 Paddle Wheel Motor Current	AI	3.7			Analog 4-20 mA	4 Wire
M18	No 2 Paddle Wheel Motor Current	AI	4.0			Analog 4-20 mA	4 Wire
M19	A/H Ash Conveyor Motor Current	AI	4.1			Analog 4-20 mA	4 Wire
M24	Bucket Conveyor Motor Current	AI	4.2			Analog 4-20 mA	4 Wire
M25	Hopper Belt Conveyor Motor Current	AI	4.3			Analog 4-20 mA	4 Wire
M32	No 1 Boiler Feed Water Motor Current	AI	4.4			Analog 4-20 mA	4 Wire
M32-1	No 3 Boiler Feed Water Motor Current	AI	4.5			Analog 4-20 mA	4 Wire
M34	No 1 D/H Feed Water Motor Current	AI	4.6			Analog 4-20 mA	4 Wire
M35	No 2 D/H Feed Water Motor Current	AI	4.7			Analog 4-20 mA	4 Wire
		AI	5.0			Analog 4-20 mA	4 Wire
		AI	5.1			Analog 4-20 mA	4 Wire

ภาพที่ 3.20 ตัวอย่าง Analog Input แบบ 4 Wire

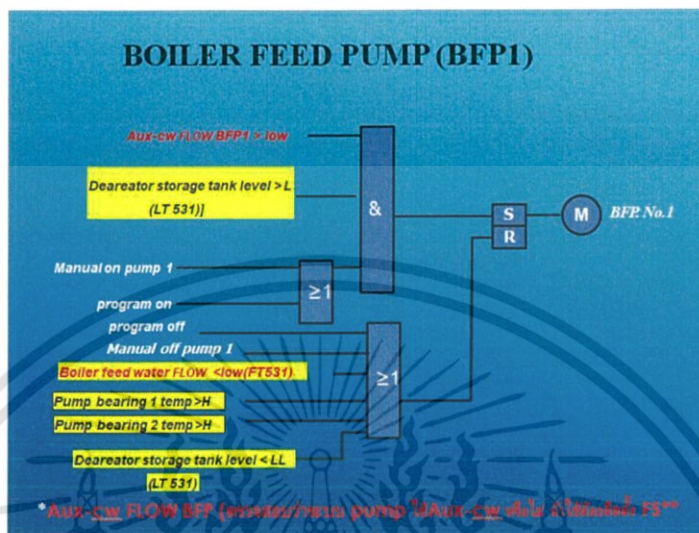


ภาพที่ 3.21 โครงสร้างระบบสกาตาของโรงไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 ศึกษากระบวนการทำงานของอุปกรณ์

โดยการออกแบบโปรแกรมการควบคุมอุปกรณ์นั้น จะทำการศึกษาเงื่อนไขและลำดับการทำงานของอุปกรณ์ก่อน



ภาพที่ 3.22 ตัวอย่างเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์

โดยสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นจะมีทั้งหมด 18 สัญญาณ

Circuit Breaker	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mode A/M	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Local Remote	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Run	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Command A	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Command M	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FB Run	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Trip	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Data	Bool	1.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PLC Start-Stop	Bool	1.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PLC Start-Stop ...	Bool	1.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PLC Start-Stop ...	Bool	1.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alarms	Bool	1.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Spare-1	Bool	1.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Spare-2	Bool	1.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Spare-3	Bool	1.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Count	Int	2.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Status	Int	4.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างตัวแปรในการควบคุมอุปกรณ์

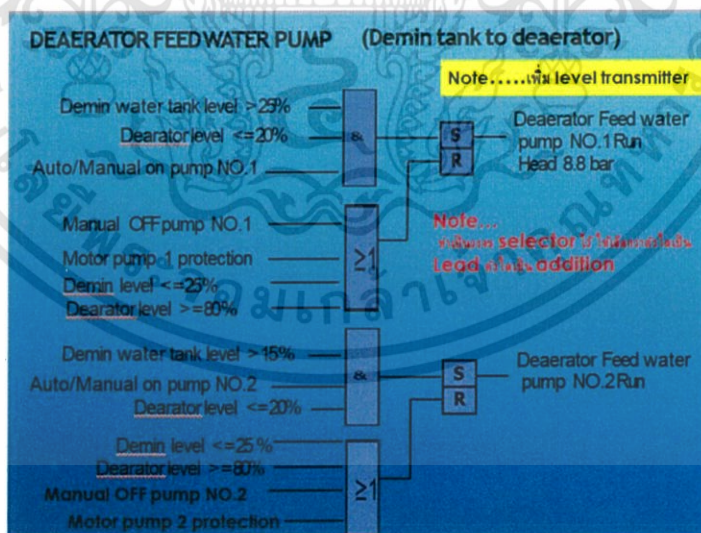
- 1) Circuit Breaker Close : เป็นสัญญาณเบรกเกอร์หน้าตู้ควบคุมของอุปกรณ์ว่าทำการ Close แล้ว
- 2) Mode : เป็นสัญญาณสำหรับเปลี่ยนโหมด Auto Manual
- 3) Local : Remote เป็นสัญญาณสำหรับส่งขึ้นมาควบคุมที่หน้าจอแสดงผลโดยการบิดซีเล็คเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) Run : เป็นสัญญาณในการสั่งการทำงานของอุปกรณ์
- 5) Command A : เป็นคำสั่งการทำงานในของโหมด Auto
- 6) Command B : เป็นคำสั่งการทำงานในของโหมด Manual
- 7) FB Run : เป็นสัญญาณสำหรับการส่งกลับมาของอุปกรณ์เพื่อให้รู้ความอุปกรณ์ทำงาน
- 8) Trip : เป็นสัญญาณแจ้งว่าอุปกรณ์มีปัญหาในการทำงาน
- 9) Data : ใช้สำหรับการเก็บพวก ทิกเกอร์
- 10) PLC Start-Stop : เป็นคำสั่งเริ่มการทำงานของอุปกรณ์
- 11) Alarms : เป็นคำสั่งที่สำหรับการแจ้งเตือนของอุปกรณ์ว่ามีการทำงานผิดพลาด
- 12) Count : ใช้สำหรับการนับจำนวนในโปรแกรม
- 13) Status : เป็นสัญญาณสำหรับการโชว์สถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์
- 14) Spare : ใช้สำหรับสำรองตัวแปรถ้าเกิดตัวแปรไม่พอในการใช้งาน

### 3.2.3 ศึกษาเงื่อนไขการควบคุมแบบ Open Loop

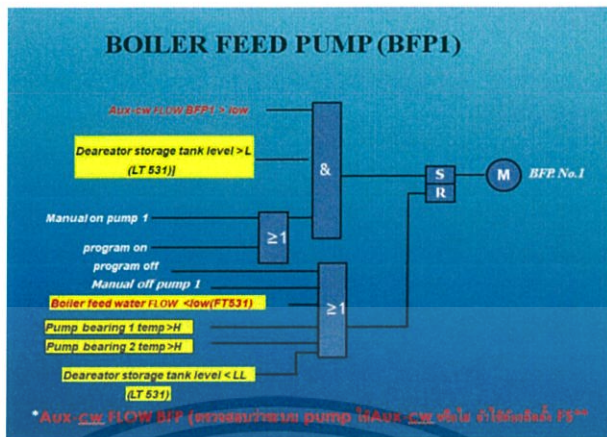
- 1) เงื่อนไขการทำงานของปั๊ม Deaerator Feed ใช้สำหรับเติมน้ำเข้าถัง Deaerator



ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างเงื่อนไข Deaerator Feed Pump

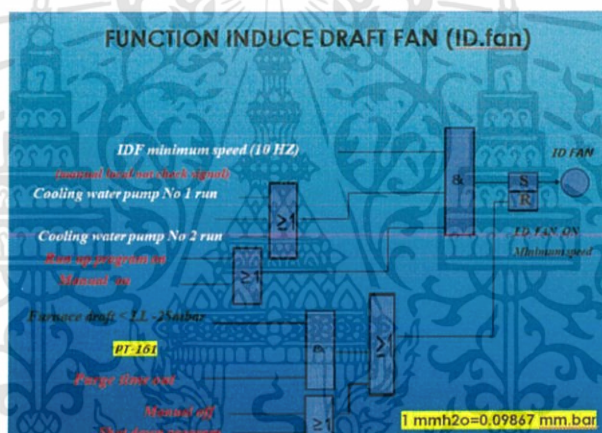
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เงื่อนไขการทำงานของ Boiler Feed สำหรับการเติมน้ำจากถัง Deaerator เข้า Dump



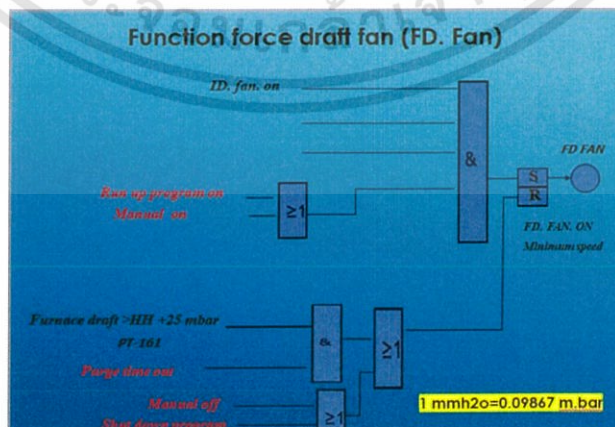
ภาพที่ 3.25 ตัวอย่างเงื่อนไข Boiler Feed Pump

3) เงื่อนไขการทำงานของ ID Fan สำหรับการดูดอากาศออกจากเตาเผา



ภาพที่ 3.26 ตัวอย่างเงื่อนไข Function Induce Draft Fan

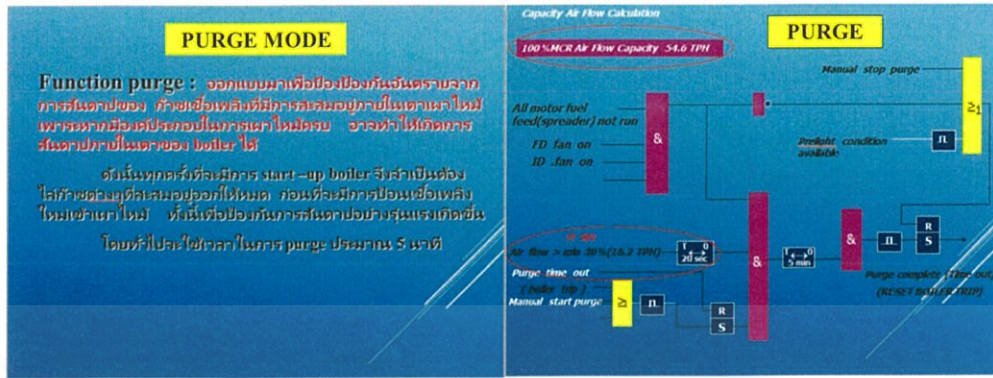
4) เงื่อนไขการทำงานของ FD Fan สำหรับการดูดอากาศจากภายนอกเข้าไปยังเตาเผา



ภาพที่ 3.27 ตัวอย่างเงื่อนไข Function Force Draft Fan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เงื่อนไขการทำงานของ Purge Mode สำหรับการป้องกันการเกิดสันดาปภายในเตาเผา



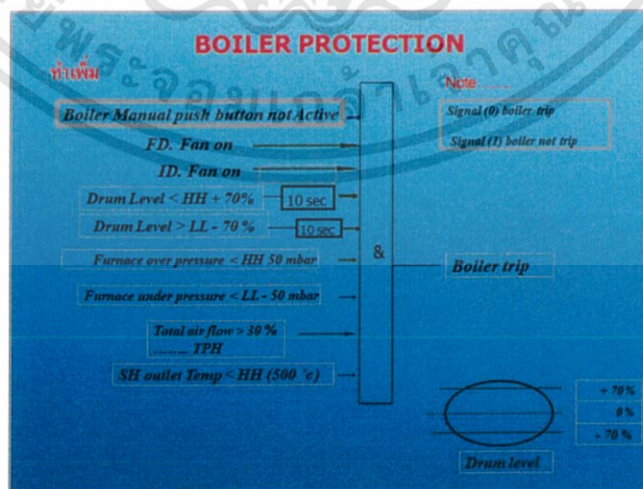
ภาพที่ 3.28 ตัวอย่างเงื่อนไข Purge Mode

6) เงื่อนไขการทำงานของ Pre Light Mode สำหรับการตรวจเช็คความพร้อมของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.29 ตัวอย่างเงื่อนไข Pre Light Mode

7) เงื่อนไขการทำงานของ Boiler Protection สำหรับการป้องกันตัดการทำงานเมื่ออุปกรณ์ทำงานผิดพลาดของอุปกรณ์

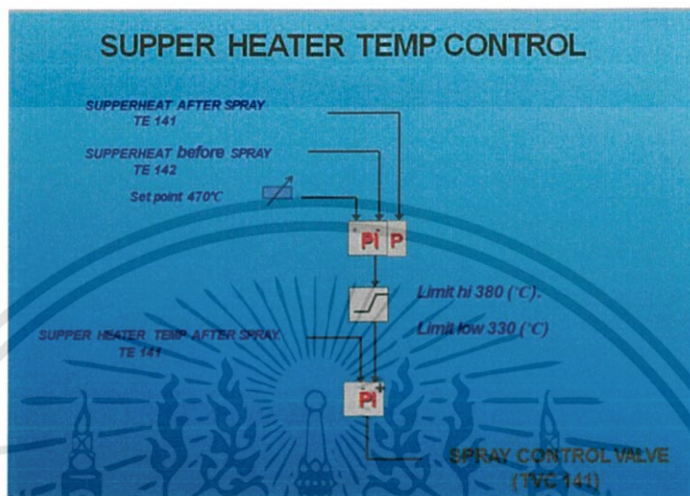


ภาพที่ 3.30 ตัวอย่างเงื่อนไข Boiler Protection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

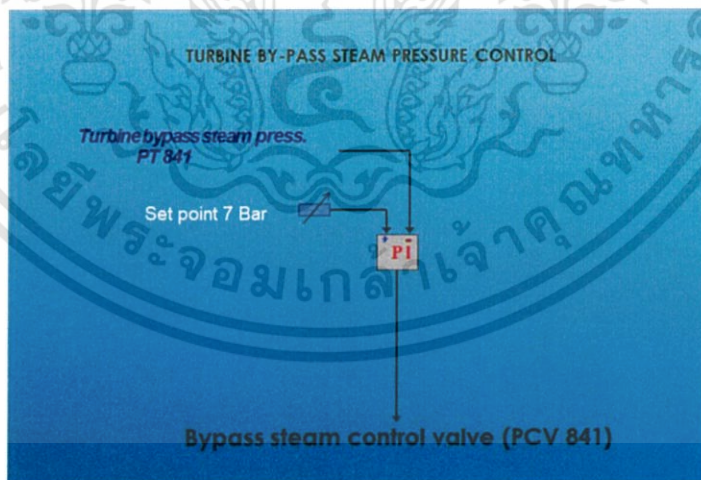
### 3.2.4 ศึกษาเงื่อนไขการควบคุมแบบ Closed Loop

1) เงื่อนไขการทำงานของ Supper Heater Temp Control เป็นการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในที่เรากำหนด ถ้าหากเกินโปรแกรมจะไปทำการสั่งให้ Control Valve เปิดเพื่อไปลดอุณหภูมิให้เท่ากับที่กำหนดไว้



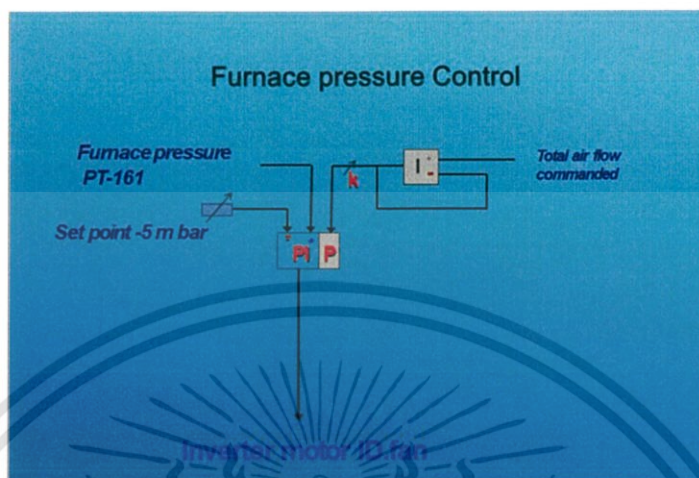
ภาพที่ 3.31 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Supper Heater Temp Control

2) เงื่อนไขการทำงานของ By-Pass Steam Pressure Control เป็นการควบคุมความดันให้อยู่ในที่เรากำหนดอยู่ที่ 7 bar ถ้าหากเกินโปรแกรมจะไปทำการสั่งให้ Control Valve เปิดเพื่อให้ความดันไปทางที่ทำการ By - Pass โดยไม่ผ่าน Turbine



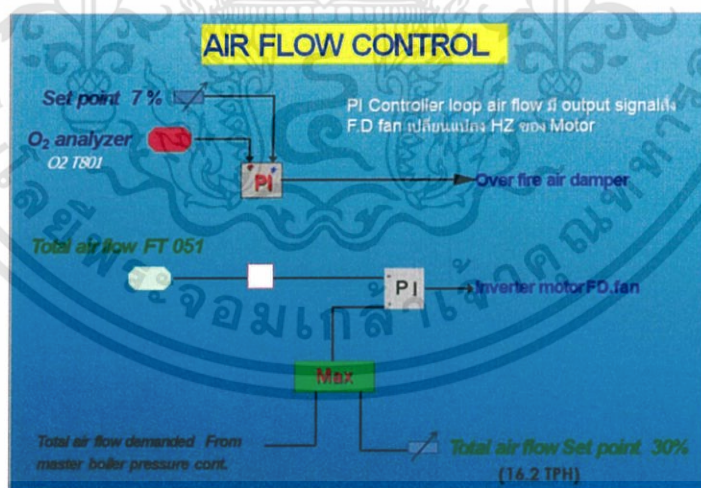
ภาพที่ 3.32 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม By-Pass Steam Pressure Control

3) เงื่อนไขการทำงานของ Furnace Pressure Control เป็นการควบคุมความดันภายในเตาเผาเพื่อให้อยู่ในที่เรากำหนดอยู่ที่ - 5 mbar ถ้าหากเกินโปรแกรมจะไปทำการสั่งให้ ID Fan ปรับความถี่และรอบของการทำงานให้สามารถรักษาความดันอยู่ในค่าที่กำหนดไว้



ภาพที่ 3.33 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Furnace Pressure Control

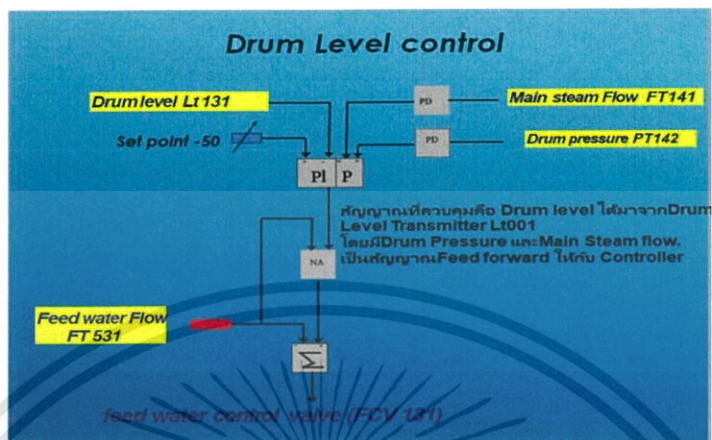
4) เงื่อนไขการทำงานของ Air Flow Control เป็นการควบคุมอากาศให้อยู่ตามที่กำหนด อากาศอยู่ที่ 7% และ Total air อยู่ที่ 30% ถ้าหากเกินโปรแกรมจะไปทำการสั่งให้ Over Fire Fan และ FD Fan จะทำการปรับความถี่และรอบของการทำงานให้สามารถรักษาอากาศให้อยู่ในค่าที่กำหนดไว้



ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Air Flow Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เงื่อนไขการทำงานของ Drum Level Control เป็นการควบคุมระดับน้ำในถัง Drum ให้อยู่ตามที่กำหนด ถ้าหากเกินหรือระดับน้ำไม่ถึงโปรแกรมจะไปทำการสั่งให้ Control Valve ทำการเปิดหรือปิด Valve เพื่อให้สามารถรักษาระดับน้ำให้อยู่ในค่าที่กำหนดไว้



ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างเงื่อนไขควบคุม Drum Level Control

### 3.2.3 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม TIA Portal V14

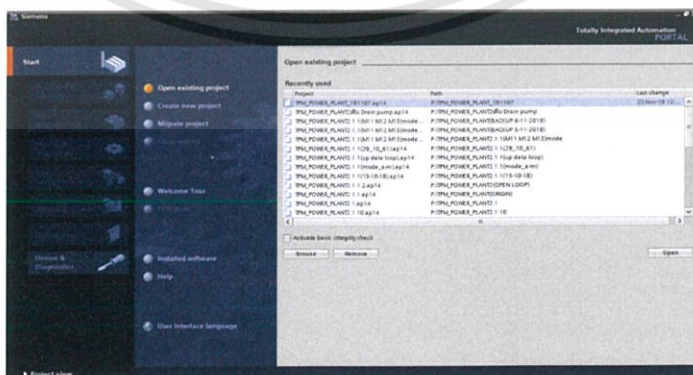
โดยในการออกแบบโปรแกรมการควบคุม นั้นใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อว่า “TIA Portal V14” ในการออกแบบโปรแกรม ออกแบบโปรแกรมของแต่ละอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ

- 1) โปรแกรม TIA Portal V14



ภาพที่ 3.36 โปรแกรม TIA Portal V14

- 2) เปิดใช้งานโปรแกรม TIA Portal V14

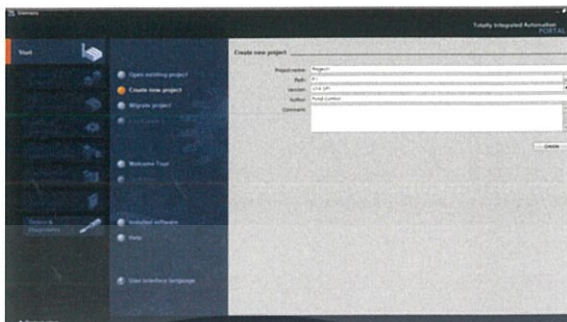


ภาพที่ 3.37 การเปิดใช้งานโปรแกรม TIA Portal V14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3) สร้างโปรเจกงานใหม่

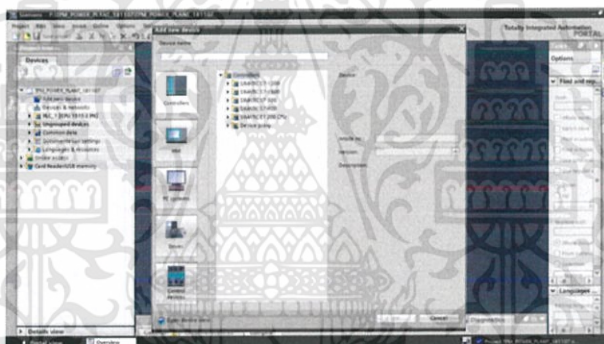
คลิกที่แถบเมนู Create new project > Project name (ตั้งชื่อโปรเจก) > Create



ภาพที่ 3.38 การสร้าง New Project

## 4) เพิ่ม New Device

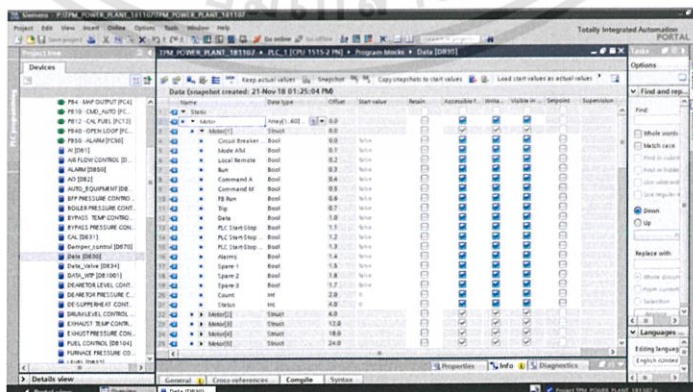
คลิกที่แถบเมนู “Add new device” > เลือก “Device” ที่ต้องการ > OK



ภาพที่ 3.39 การเพิ่ม Device

## 5) สร้างบัพเฟอร์สำหรับลิงค์ข้อมูลการทำงานของอุปกรณ์

คลิกที่แถบเมนู “Add row” > “Data type” เลือก “Type” ของข้อมูล

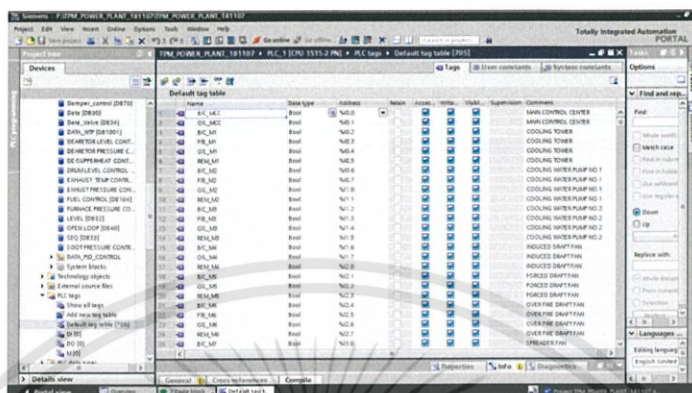


ภาพที่ 3.40 การสร้างบัพเฟอร์สำหรับลิงค์ข้อมูลของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) สร้างแทรกสำหรับลิงค์ข้อมูล

คลิกที่แถบเมนู “PLC tags” > “Add new table” > “Add row” > ตั้งชื่อแทรก ,ชนิดของข้อมูล (Data type) และกำหนด Address ของ Input Output



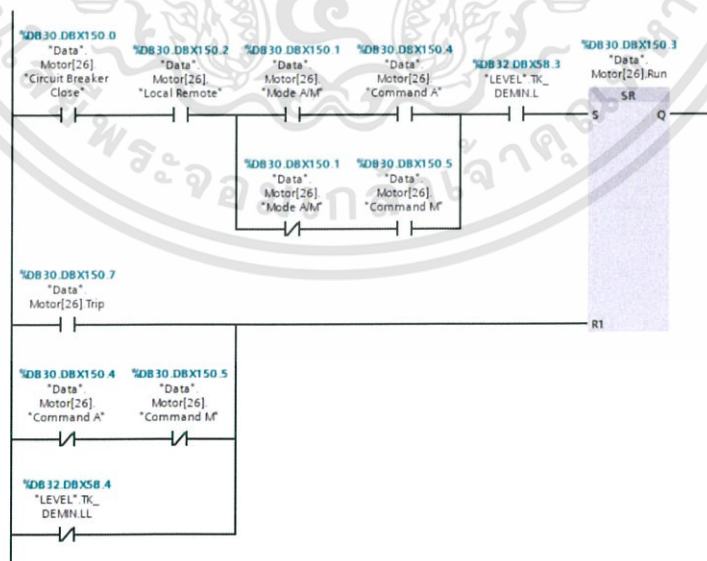
ภาพที่ 3.41 การสร้างแทรกลิงค์

โดยโปรแกรมที่จะไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นจะทำการศึกษาเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์ตามที่ลูกค้าต้องการก่อนที่จะทำการออกแบบโปรแกรม จะมีการทำงาน 2 แบบคือ แบบ Open Loop และแบบ Close Loop

3.2.5.1 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์แบบ Open Loop

โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์มอเตอร์แบบธรรมดา

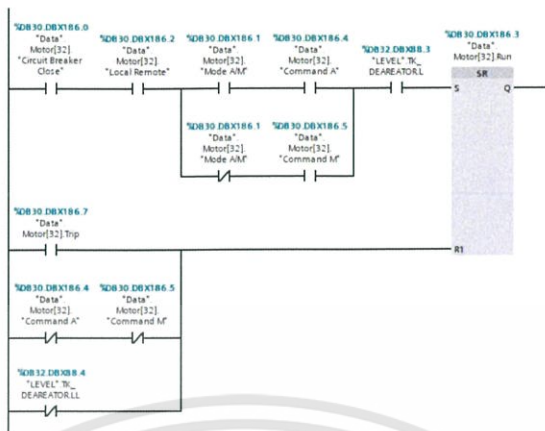
1) Deaerator Feed



ภาพที่ 3.42 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Deaerator Feed

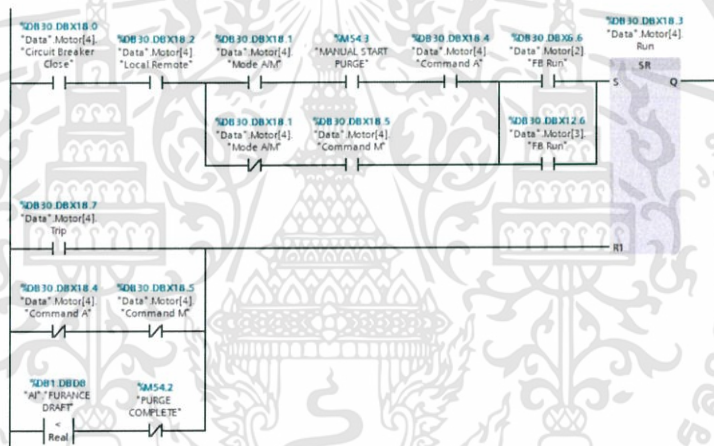
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Boiler Feed



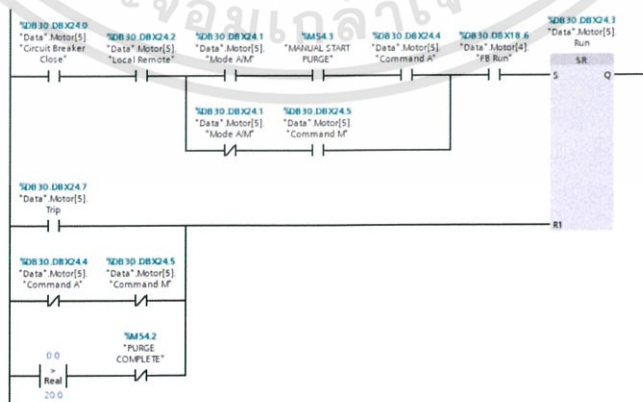
ภาพที่ 3.43 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Boiler Feed

3) ID Fan



ภาพที่ 3.44 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม ID Fan

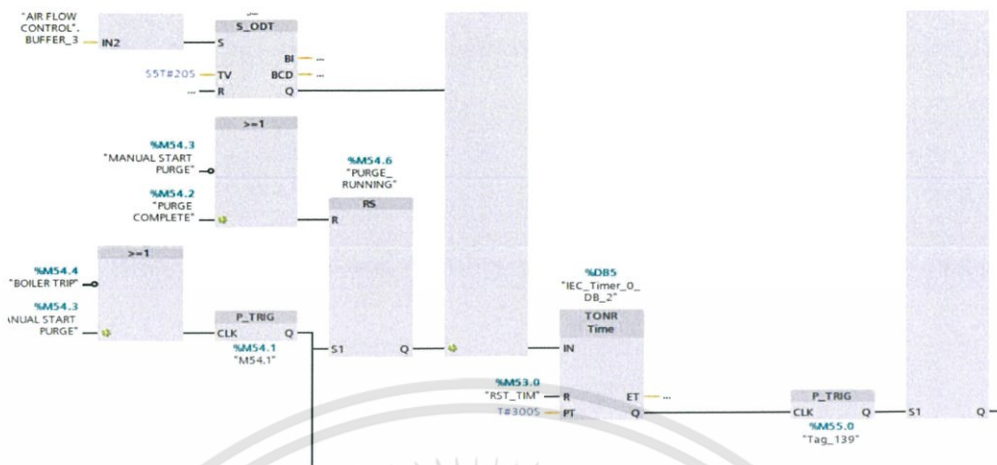
4) FD Fan



ภาพที่ 3.45 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม FD Fan

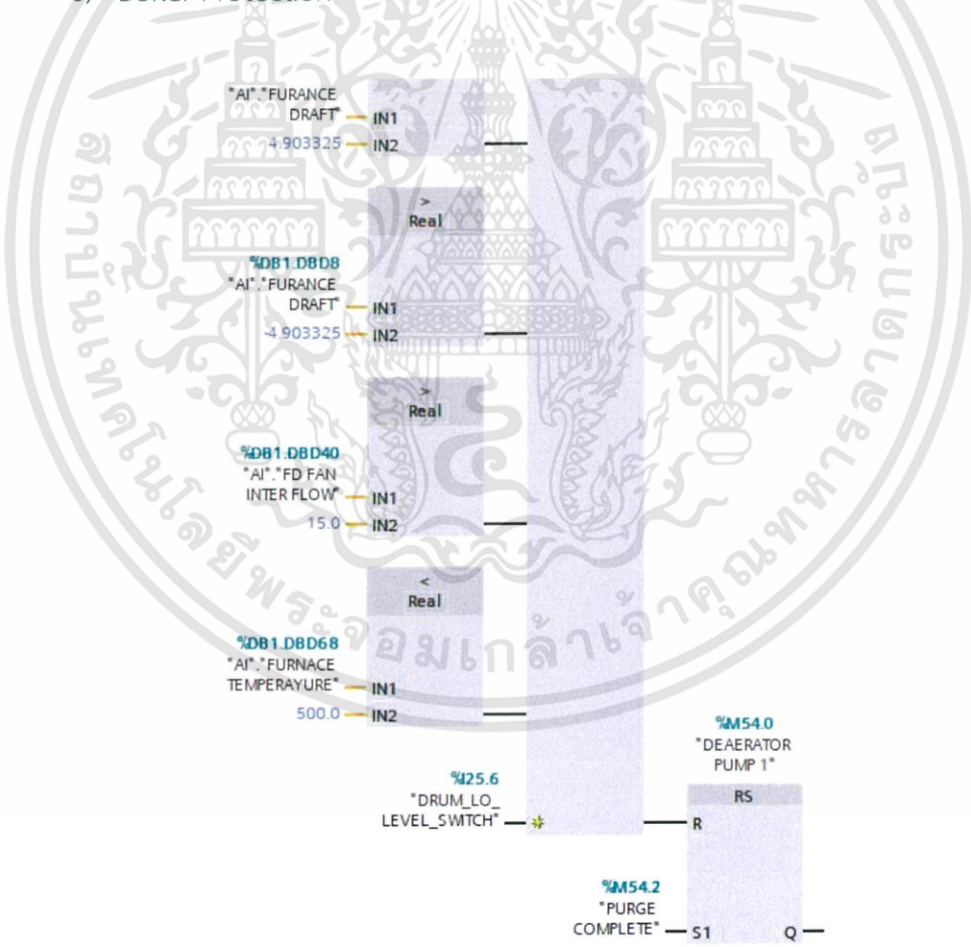
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Purge Mode



ภาพที่ 3.46 ตัวอย่างโปรแกรม Purge Mode

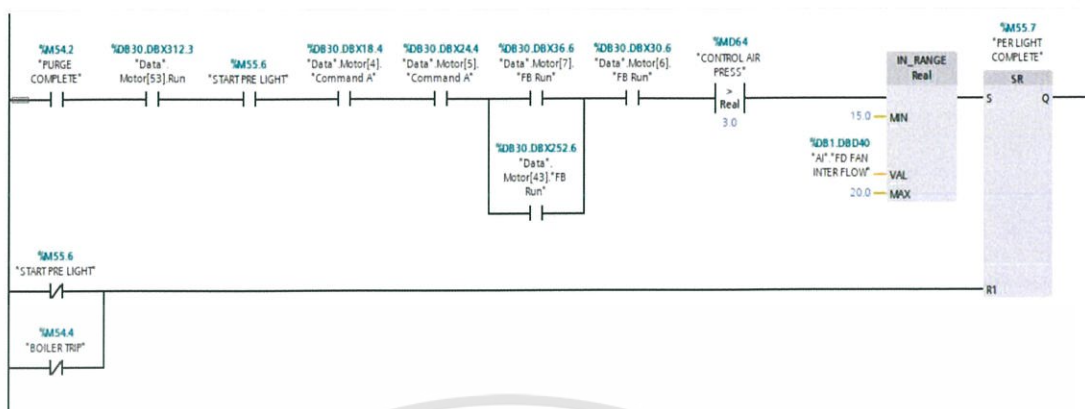
6) Boiler Protection



ภาพที่ 3.47 ตัวอย่างโปรแกรม Boiler Protection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

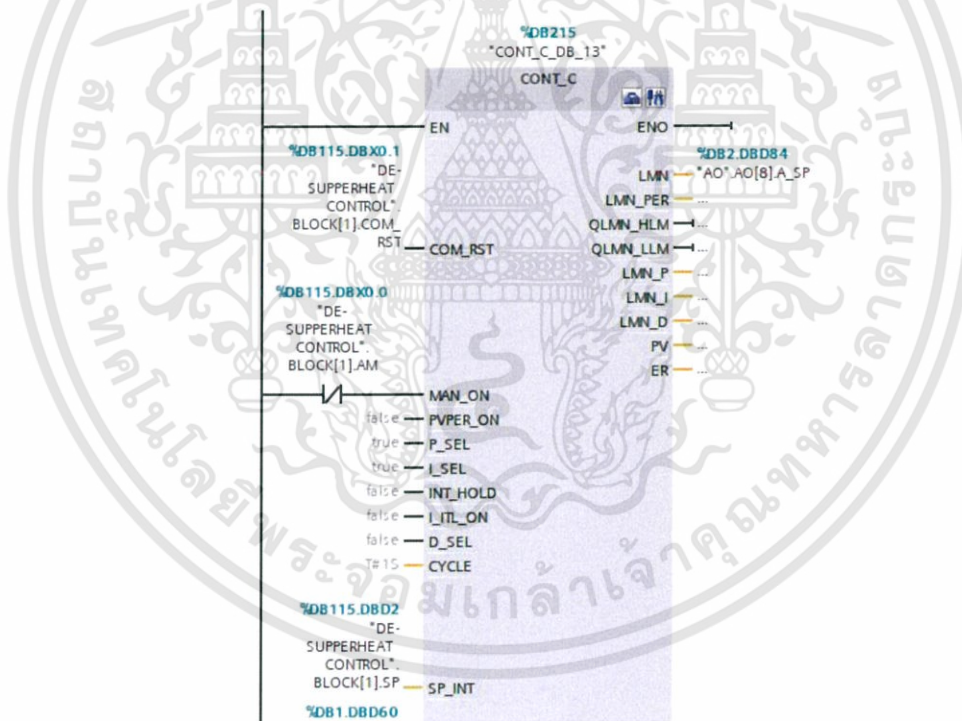
7) Pre Light Mode



ภาพที่ 3.48 ตัวอย่างโปรแกรม Pre Light Mode

3.2.5.2 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์แบบ Closed loop

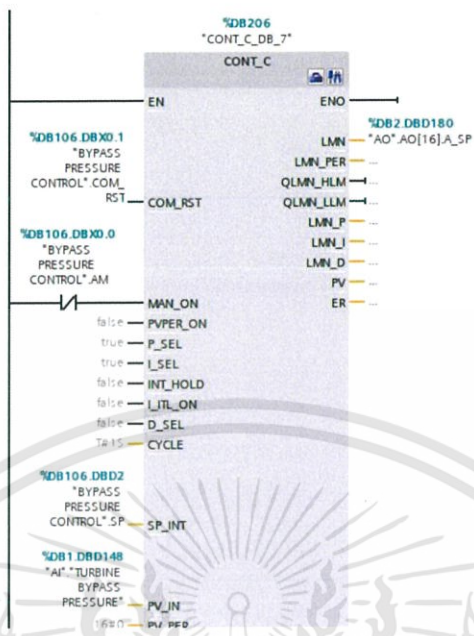
1) Supper Heater Temp Control



ภาพที่ 3.49 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Supper Heater Temp Control

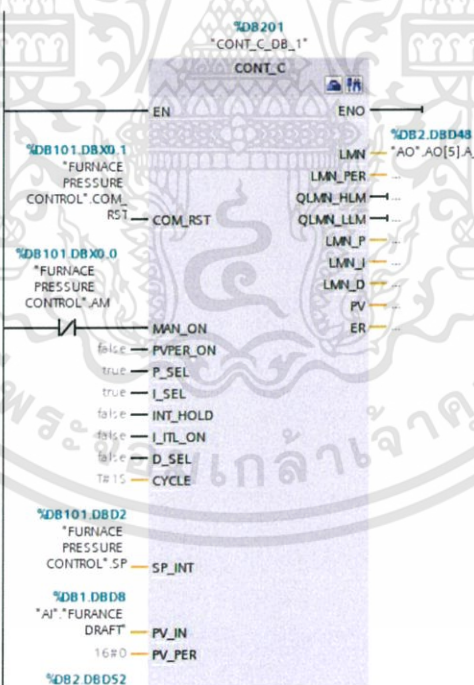
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) By-Pass Steam Pressure Control



ภาพที่ 3.50 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม By-Pass Steam Pressure Control

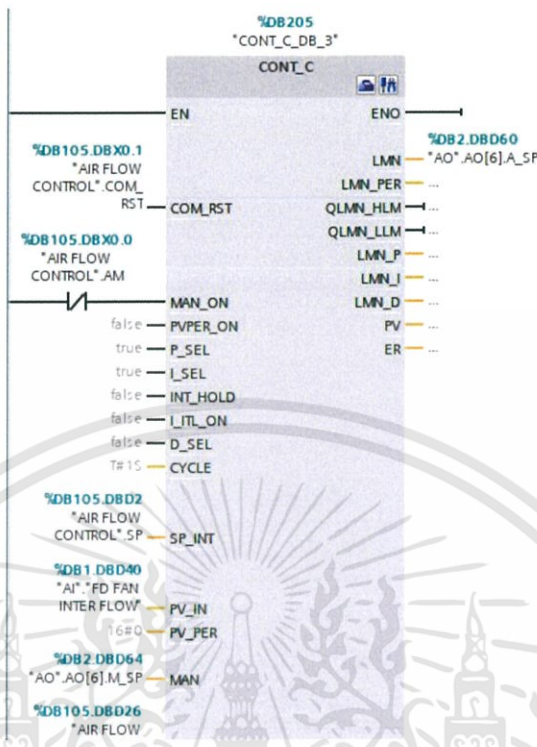
3) Furnace Pressure Control



ภาพที่ 3.51 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Furnace Pressure Control

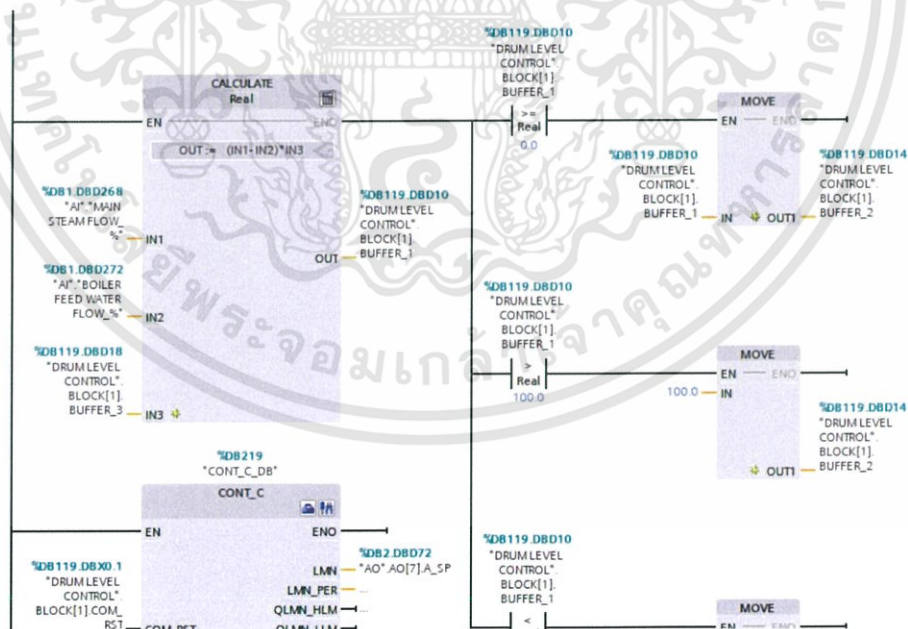
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Air Flow Control



ภาพที่ 3.52 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Air Flow Control

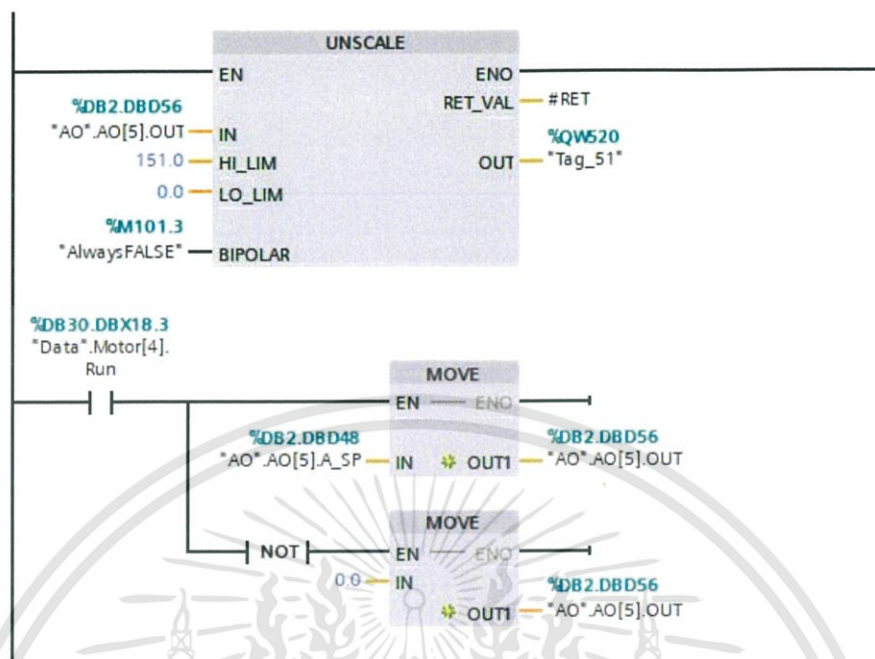
6) Drum Level Control



ภาพที่ 3.53 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Drum Level Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

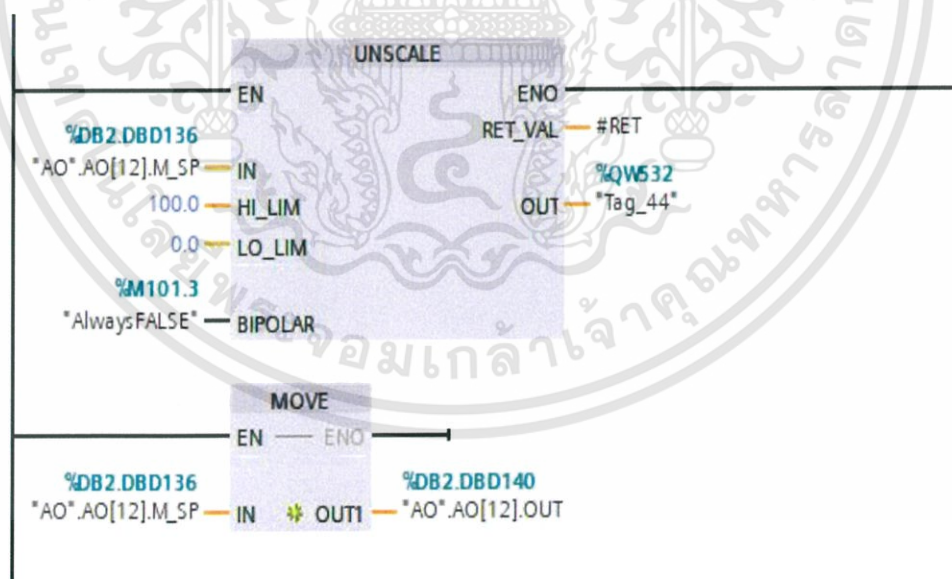
### 3.2.5.3 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ที่มี Inverter



ภาพที่ 3.54 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ที่เป็น Inverter

### 3.2.5.4 โปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ Control Valve

ในการควบคุม Control Valve จะใช้เป็นสัญญาณ 4 – 20 mA ในการควบคุมอุปกรณ์



ภาพที่ 3.55 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุม Control Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ส่วนของการออกแบบหน้าจอในการแสดงผล

ในส่วนของหน้าจอกกราฟิกสำหรับแสดงผลและควบคุมการทำงานของระบบโรงไฟฟ้า ออกแบบโดยใช้ซอฟต์แวร์ “SIMATIC WinCC” ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาโดยบริษัท Siemens สำหรับเขียนกราฟิกแสดงผลของระบบสกาตา โดยใช้โปรแกรมเวอร์ชัน “SIMATIC WinCC Professional” เนื่องจากตัวพีแอลซีรุ่น S7-1500 นั้นจำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์เวอร์ชันนี้ขึ้นไปในการออกแบบระบบสกาตา

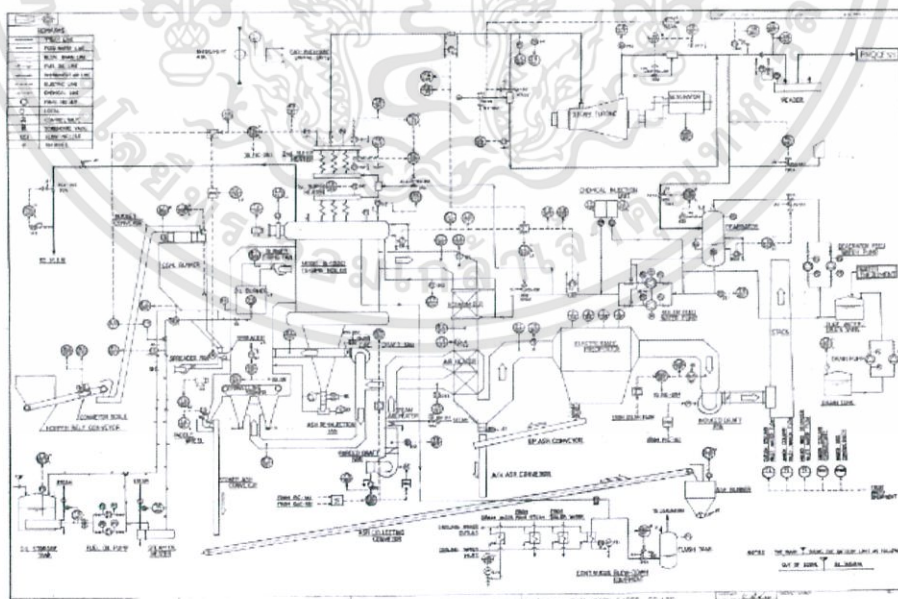


ภาพที่ 3.56 LOGO SIMATIC WinCC Professional

#### 3.3.1 ศึกษาโครงสร้างจากแบบ P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)

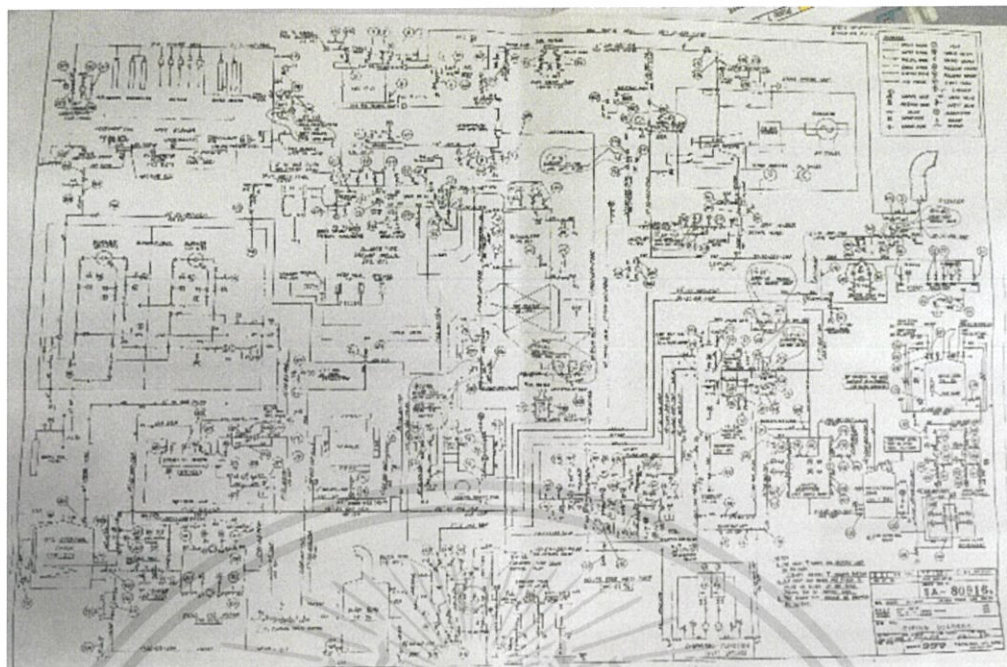
แบบ P&ID ทำให้ทราบถึงตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์ คอนโทรลวาล์ว ตำแหน่งของอุปกรณ์การวัดต่างๆ เพื่อที่จะสามารถออกแบบการวางอุปกรณ์และค่าพารามิเตอร์บนหน้าจอกกราฟิกได้อย่างถูกต้องและเข้าใจได้ง่าย แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนหลักๆ ได้แก่

##### 1) ส่วนของระบบโรงไฟฟ้าโดยภาพรวม (Overview)



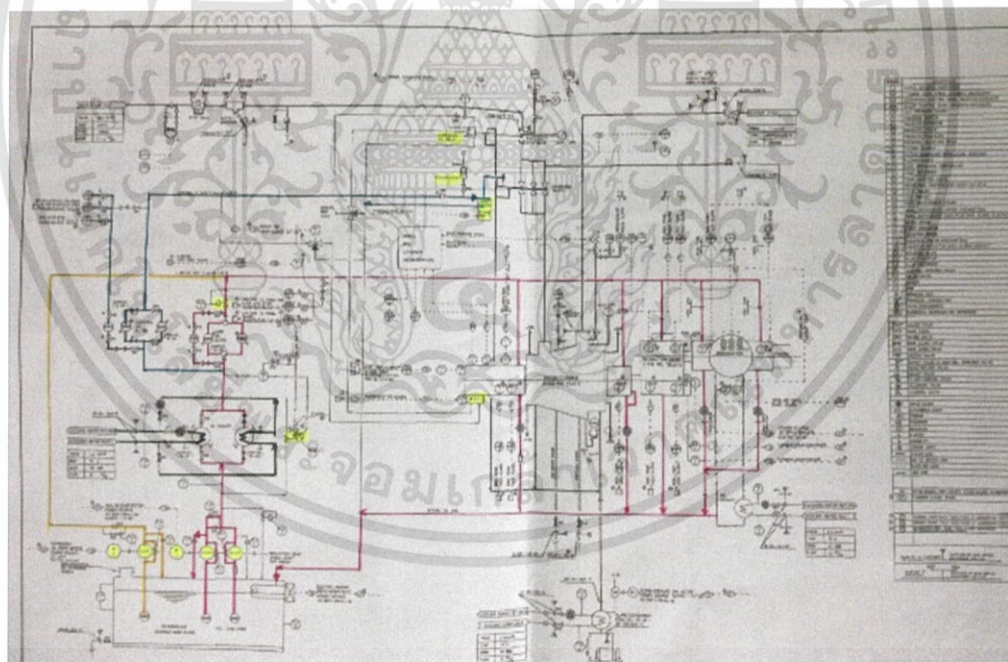
ภาพที่ 3.57 แบบ P&ID ระบบโรงไฟฟ้าโดยภาพรวม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.58 แบบ P&ID ระบบโรงไฟฟ้าโดยภาพรวม 2

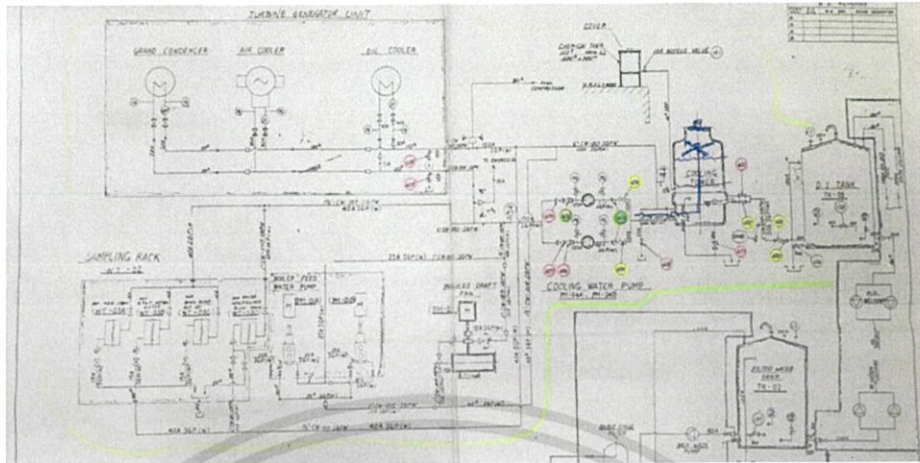
2) ส่วนของระบบกังหันไอน้ำและระบบน้ำมัน (Turbine and Oil system)



ภาพที่ 3.59 แบบ P&ID ระบบกังไอน้ำและระบบน้ำมัน

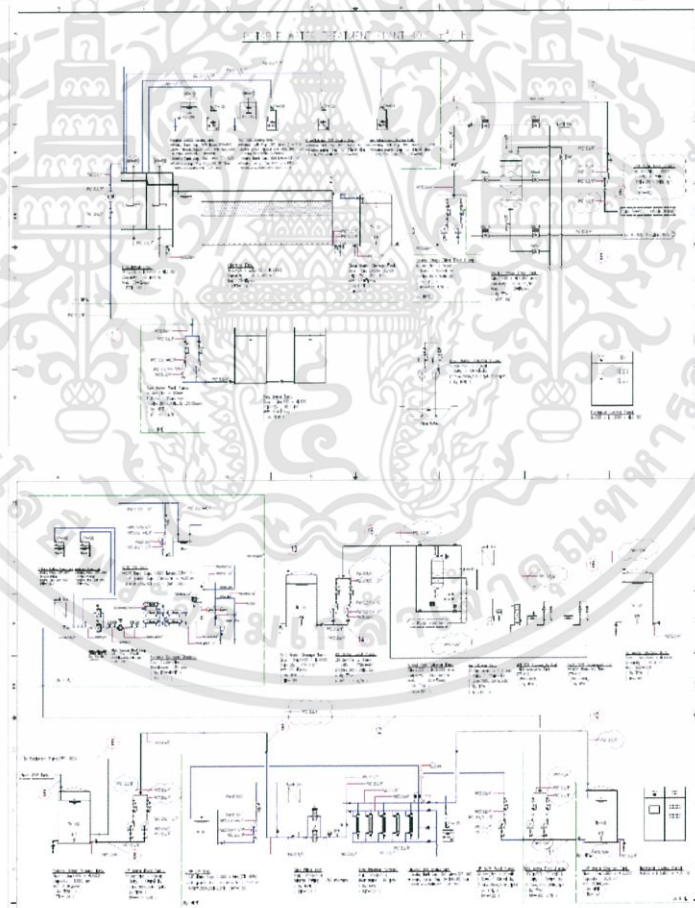
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3) ส่วนของระบบหล่อเย็น (Water Cooling)



ภาพที่ 3.60 แบบ P&ID ระบบหล่อเย็น

### 4) ส่วนของระบบบำบัดน้ำ (Water treatment)

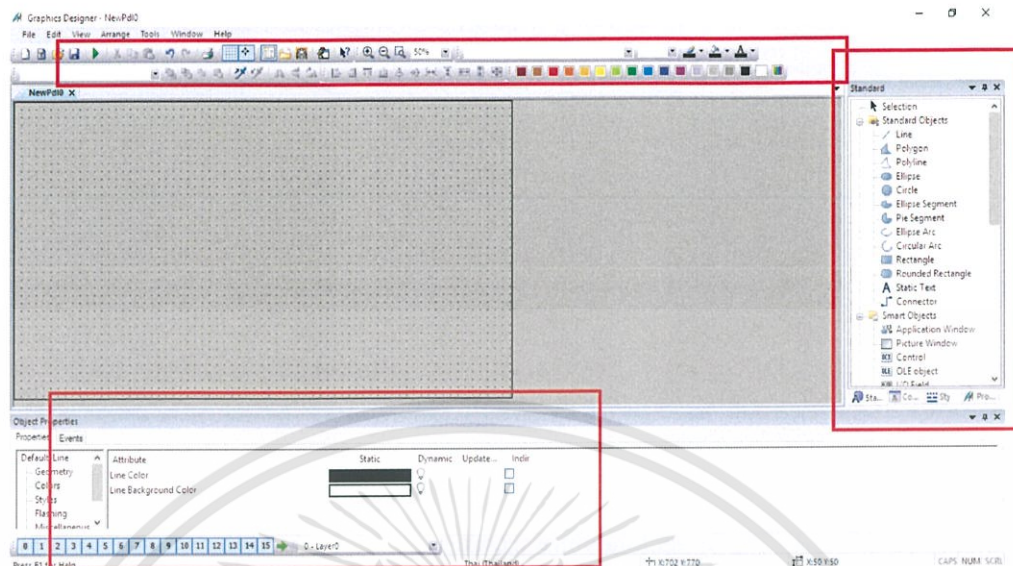


ภาพที่ 3.61 แบบ P&ID ระบบบำบัดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โดยเริ่มศึกษาการใช้เครื่องมือ และแถบเมนูฟังก์ชันการทำงานของโปรแกรม ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.64 แถบเมนูพื้นฐาน Graphic Designer ของโปรแกรม SIMATIC WinCC

จากนั้นทำการวาดกราฟิกและแถบเมนูการทำงานระบบและฟังก์ชันต่างๆ ตามความต้องการของลูกค้าและโอเปอเรเตอร์ ซึ่งเป็นระบบหลักพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจเฝ้าระวังการทำงานของระบบโรงไฟฟ้า แบ่งออกได้ทั้งหมด 15 หน้า ได้แก่ Main Menu, Overview, Steam and Water, Deaerator, Air and Gas, ASH and Fuel, Cooling Water, Generator and Turbine, Water treatment, Lube oil and Control oil, Electrical, Control panel, Setting, Alarm และ Trend

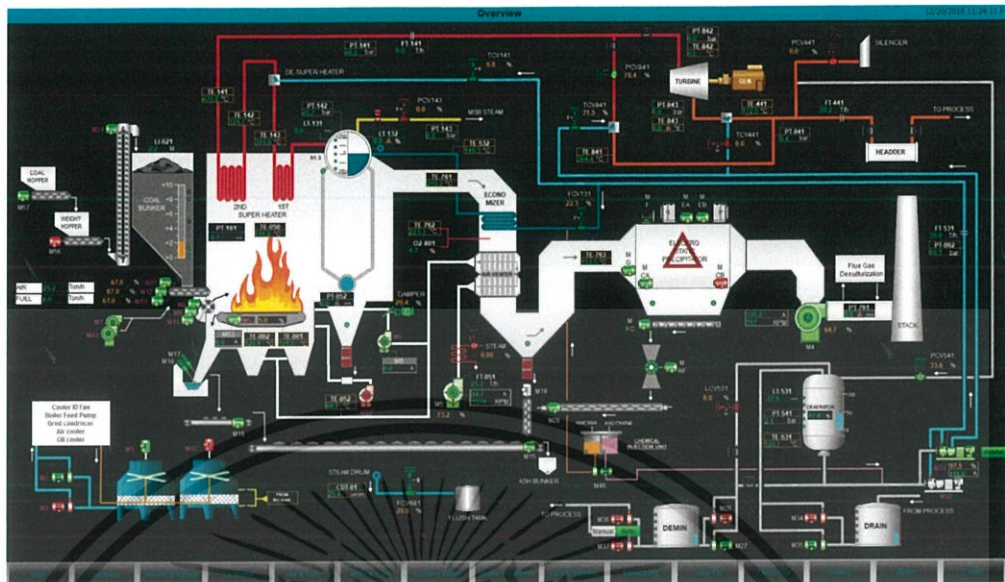
#### 1) Main Menu



ภาพที่ 3.65 หน้าจอแสดงผล Main Menu

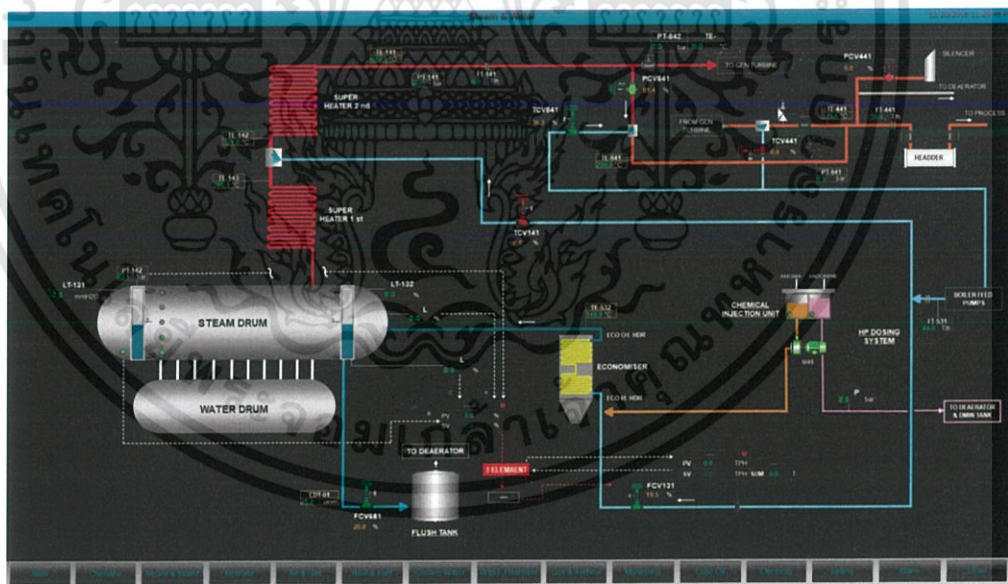
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Overview



ภาพที่ 3.66 หน้าจอแสดงผล Overview

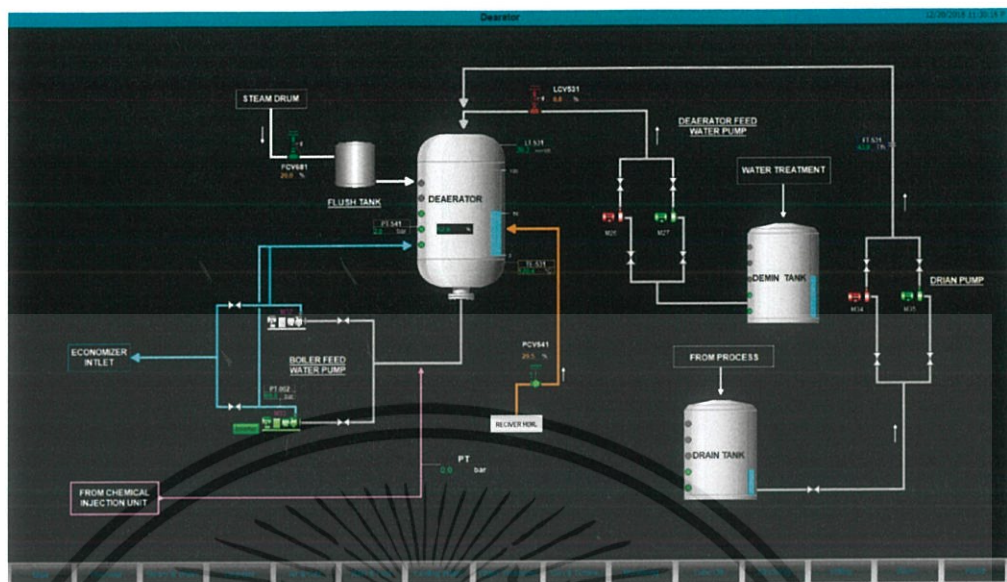
3) Steam and Water



ภาพที่ 3.67 หน้าแสดงผล Steam and Water

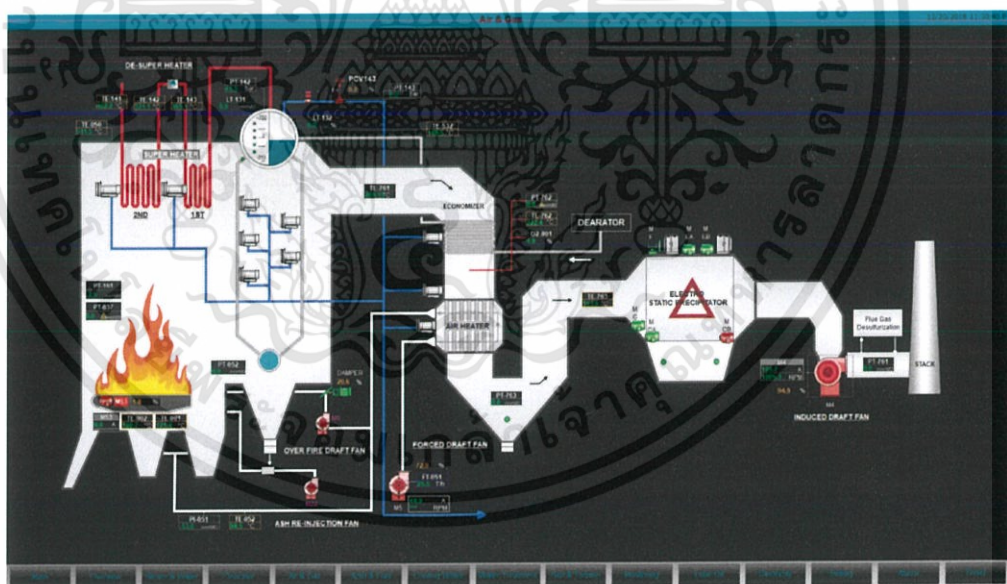
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4) Deaerator



ภาพที่ 3.68 หน้าจอแสดงผล Deaerator

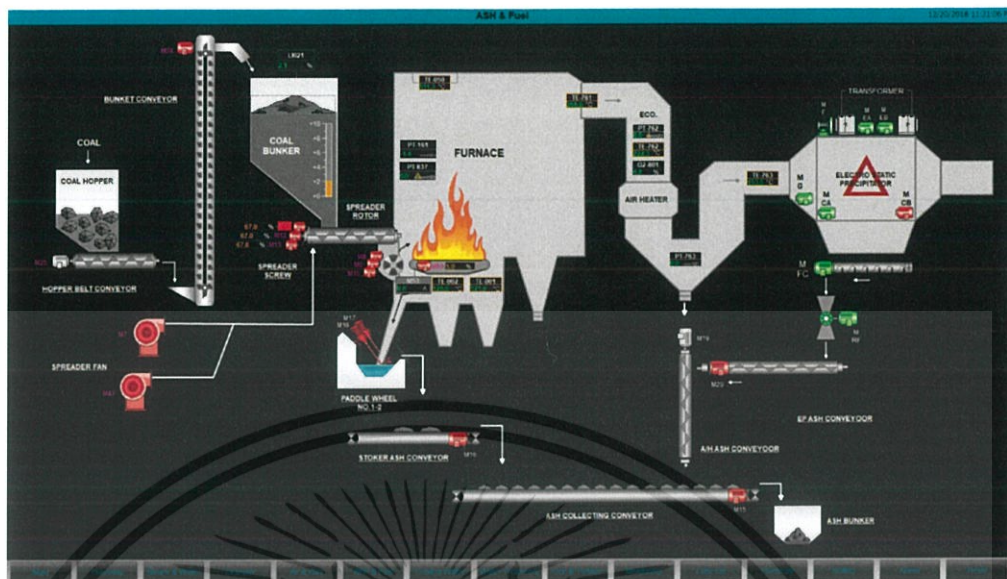
## 5) Air and Gas



ภาพที่ 3.69 หน้าจอแสดงผล Air and Gas

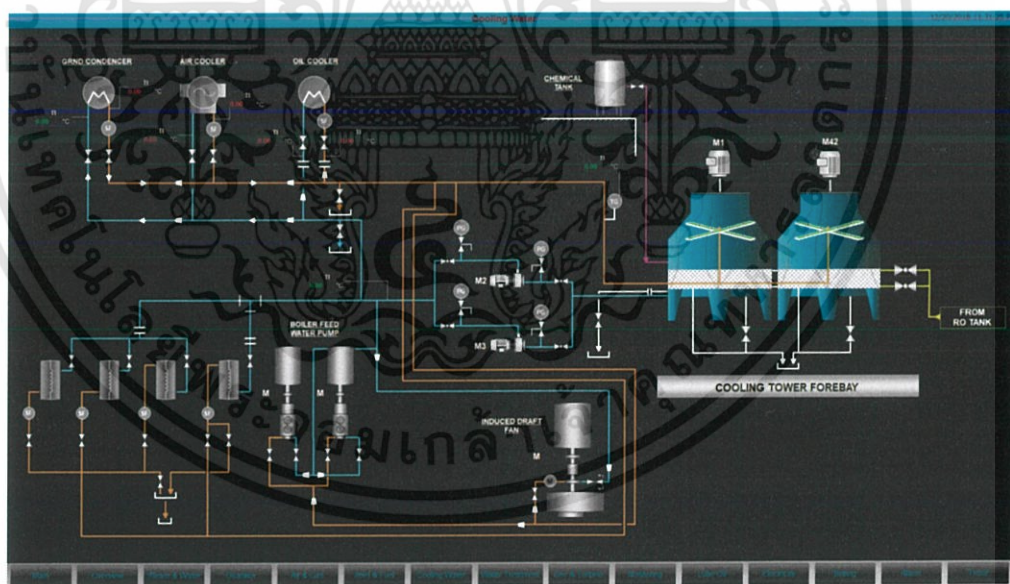
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6) ASH and Fuel



ภาพที่ 3.70 หน้าจอแสดงผล ASH and Fuel

## 7) Cooling water

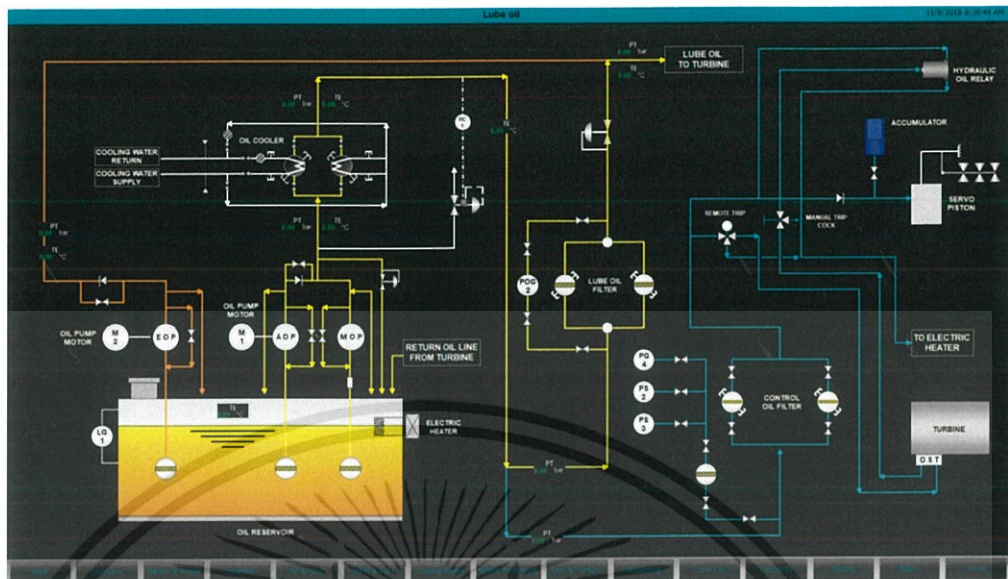


ภาพที่ 3.71 หน้าจอแสดงผล Cooling water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

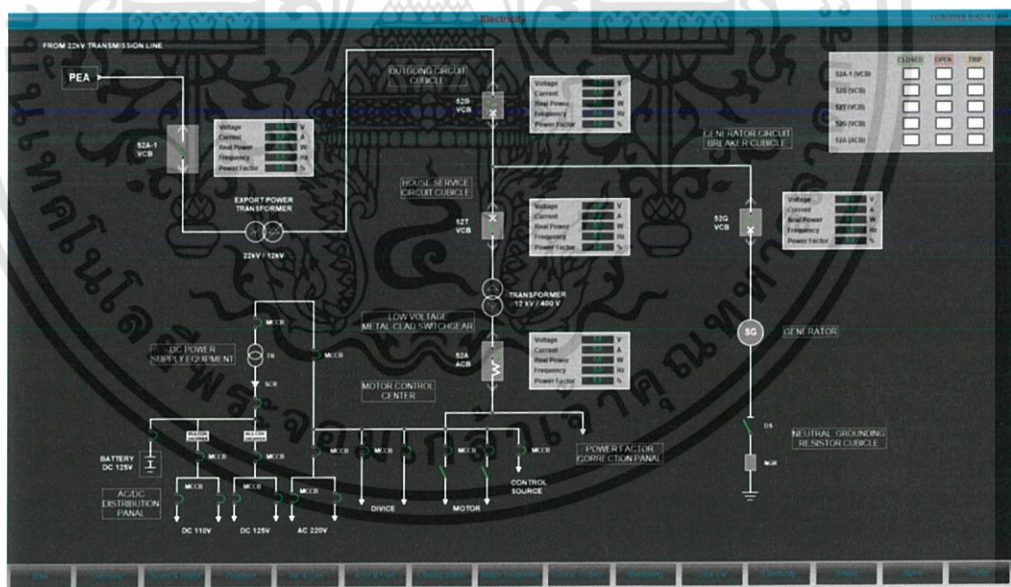


10) Lube oil and Control oil



ภาพที่ 3.74 หน้าจอแสดงผล Lube oil and Control oil

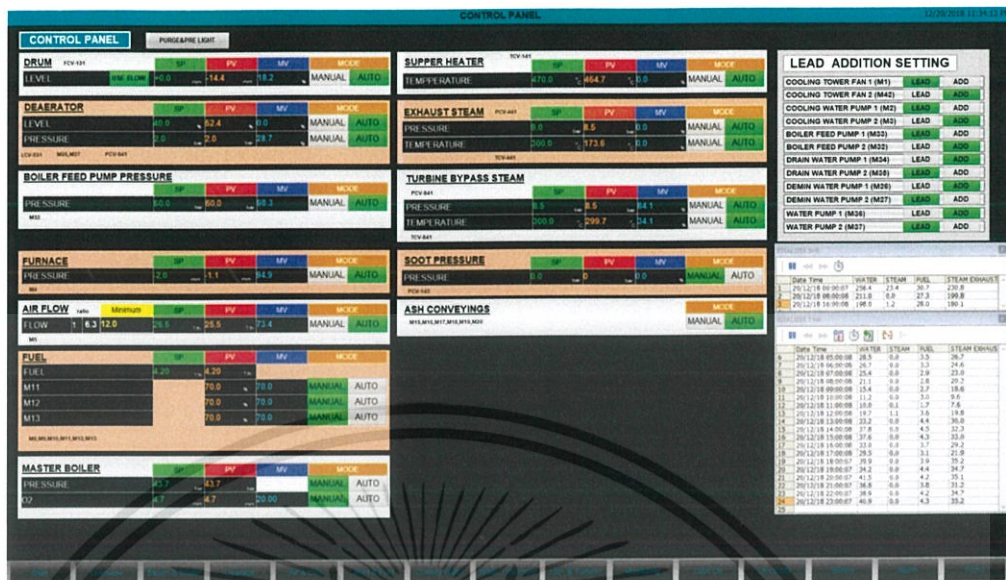
11) Electrical



ภาพที่ 3.75 หน้าจอแสดงผล Electrical

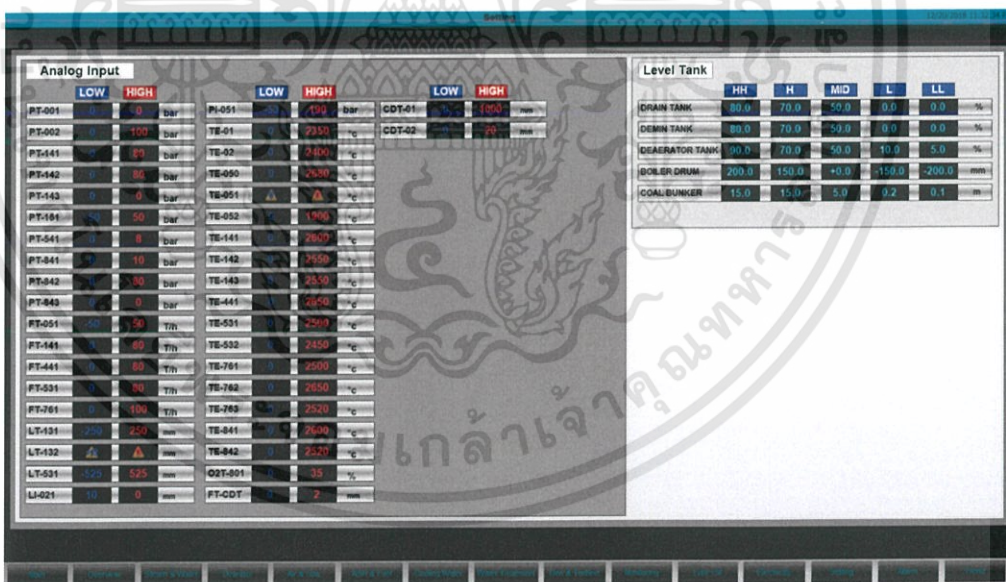
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 12) Control Panel



ภาพที่ 3.76 หน้าจอแสดงผล Control panel

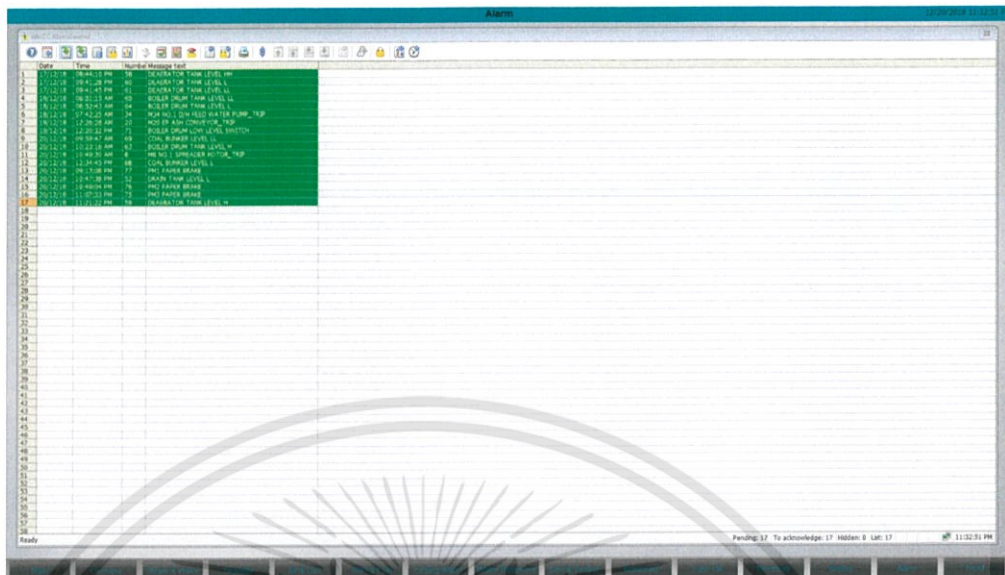
### 13) Setting



ภาพที่ 3.77 หน้าจอแสดงผล Setting

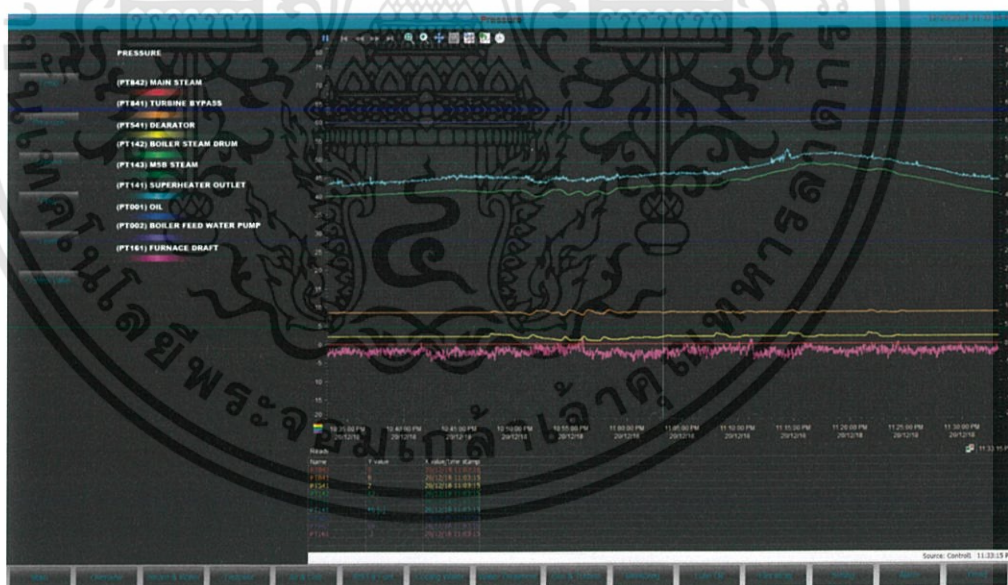
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 14) Alarm



ภาพที่ 3.78 หน้าจอแสดงผล Alarm

## 15) Trend

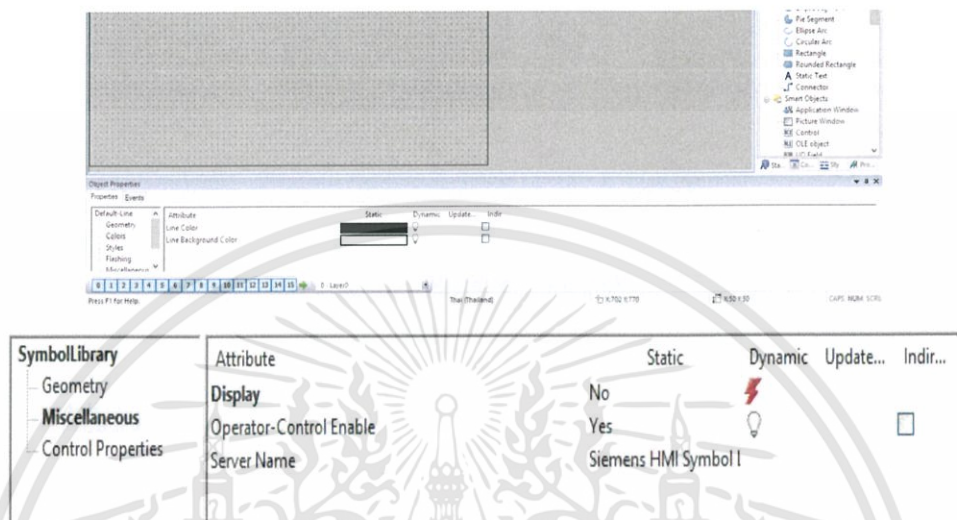


ภาพที่ 3.79 หน้าจอแสดงผล Trend

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

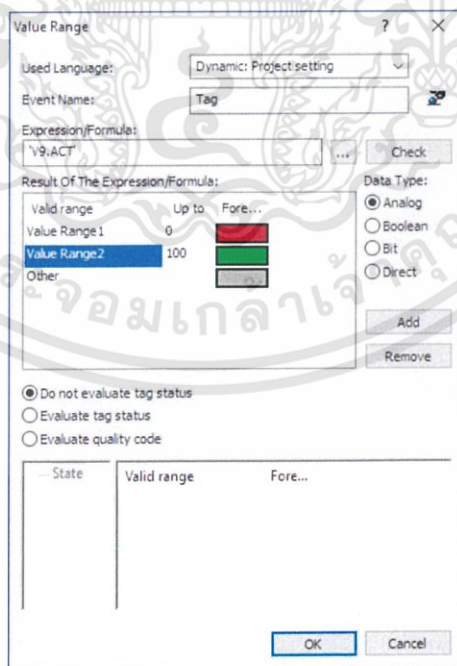
### 3.3.3 สร้างการแสดงผลการทำงานในโปรแกรม

การแสดงผลการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ การแสดงผลของอุปกรณ์และการค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวัดทำ เริ่มต้นจากการกำหนดการแสดงผลของอุปกรณ์ให้มีสีตามสถานะการทำงานที่เกิดขึ้น โดยสร้างที่ Dynamic display ของแต่ละอุปกรณ์ที่แถบเมนูด้านล่าง



ภาพที่ 3.80 แถบเมนูของการสร้างการแสดงผลของอุปกรณ์

กำหนดค่า Value Range สำหรับกำหนดค่าระดับสัญญาณในการแสดงผลของอุปกรณ์ตัวนั้น ดังแสดงในภาพที่ 3.81

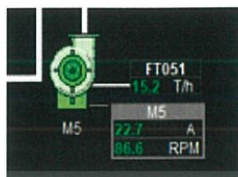


ภาพที่ 3.81 การกำหนดค่า Value Range ของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

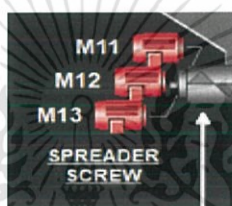
จากการกำหนดช่วงค่าสี (Value Range) โดยสถานะการทำงานของอุปกรณ์สามารถแบ่งออกเป็น 4 สถานะ คือ

- 1) Run (สีเขียว) – มอเตอร์ทำงานปกติ



ภาพที่ 3.82 มอเตอร์ทำงานปกติ (Run)

- 2) Stop (สีแดง) – มอเตอร์หยุดการทำงาน



ภาพที่ 3.83 มอเตอร์หยุดการทำงาน (Stop)

- 3) Trip (สีแดงสลับกับสีเหลือง) – มอเตอร์หยุดการทำงานเนื่องจากเกิดสภาวะผิดปกติ



ภาพที่ 3.84 มอเตอร์ทริป (Trip)

- 4) No status (สีเทา) – ไม่มีสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าที่ตัวมอเตอร์

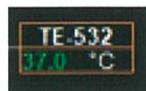


ภาพที่ 3.85 มอเตอร์ไม่สัญญาณทางไฟฟ้า (No electrical signal)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

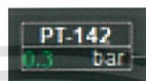
สำหรับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในระบบ สามารถแบ่งออกเป็น 7 แบบ ดังนี้

- 1) อุณหภูมิ (Temperature)



ภาพที่ 3.86 พารามิเตอร์แสดงค่าอุณหภูมิ

- 2) ความดัน (Pressure)



ภาพที่ 3.87 พารามิเตอร์แสดงค่าความดัน

- 3) อัตราการไหล (Flow rate)



ภาพที่ 3.88 พารามิเตอร์แสดงค่าอัตราการไหล

- 4) ระดับ (level)



ภาพที่ 3.89 พารามิเตอร์แสดงค่าระดับความสูง

- 5) ออกซิเจน (oxygen) – หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)



ภาพที่ 3.90 พารามิเตอร์แสดงค่าระดับเปอร์เซ็นต์ออกซิเจน

- 6) ความเร็วรอบและกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 3.91 พารามิเตอร์แสดงค่าความเร็วและกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7) ค่า Set point ของอุปกรณ์






ภาพที่ 3.92 พารามิเตอร์แสดงค่า Set point ของอุปกรณ์

## 3.3.4 ออกแบบหน้าตาสำหรับควบคุมและสั่งการ

ทำการศึกษาและแบ่งกลุ่มการทำงานของอุปกรณ์ โดยสามารถจัดกลุ่มของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ ตามประเภทการทำงานได้เป็นกลุ่มหลักๆ ดังนี้

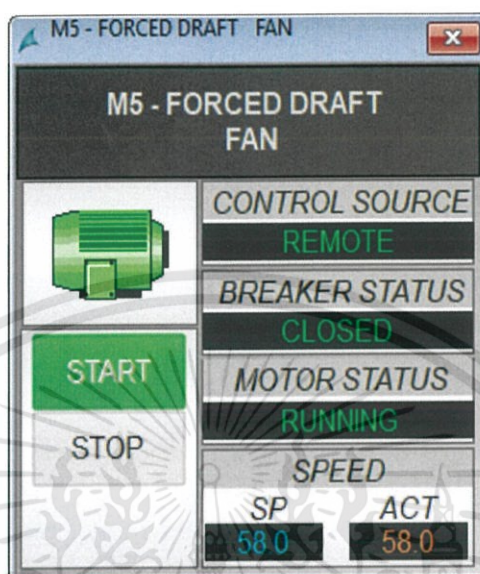
## ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงกลุ่มอุปกรณ์ในระบบโรงไฟฟ้า

กลุ่มอุปกรณ์	สัญญาณควบคุม	รูปภาพ
มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor)	Digital Input/Output	
คอนโทรลวาล์ว (Control Valve)	Analog Input/output 4-20 mA, 0-10 V	
อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	Analog Input/output 4-20 mA, 0-10 V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

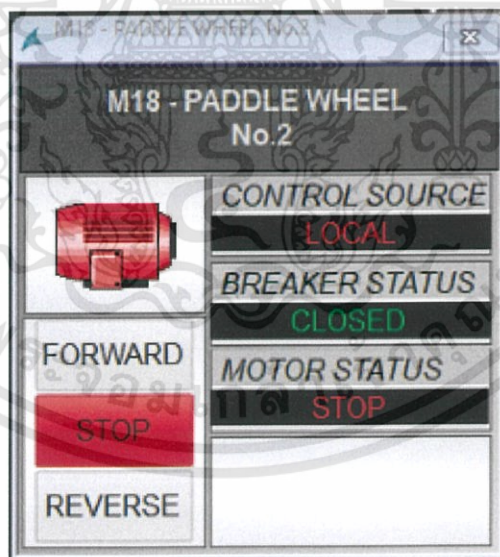
หลักจากนั้นทำการเขียนกราฟิกของหน้าต่างการควบคุมโปรแกรม SIMATIC WinCC โดยใช้ฟังก์ชัน Picture Windows ในแถบเมนู standard

- 1) หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ที่มีอินเวอร์เตอร์



ภาพที่ 3.93 หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ที่มีอินเวอร์เตอร์

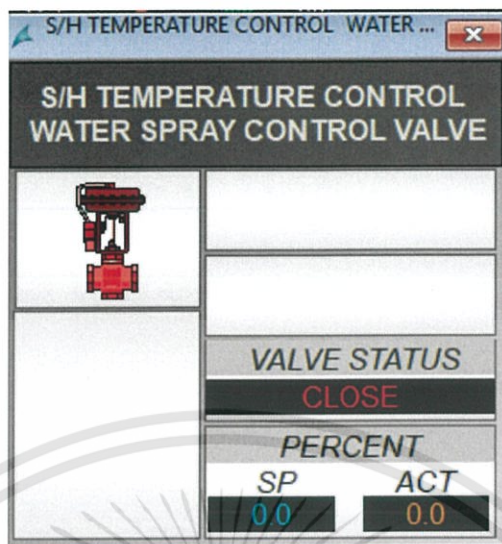
- 2) หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 3.94 หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

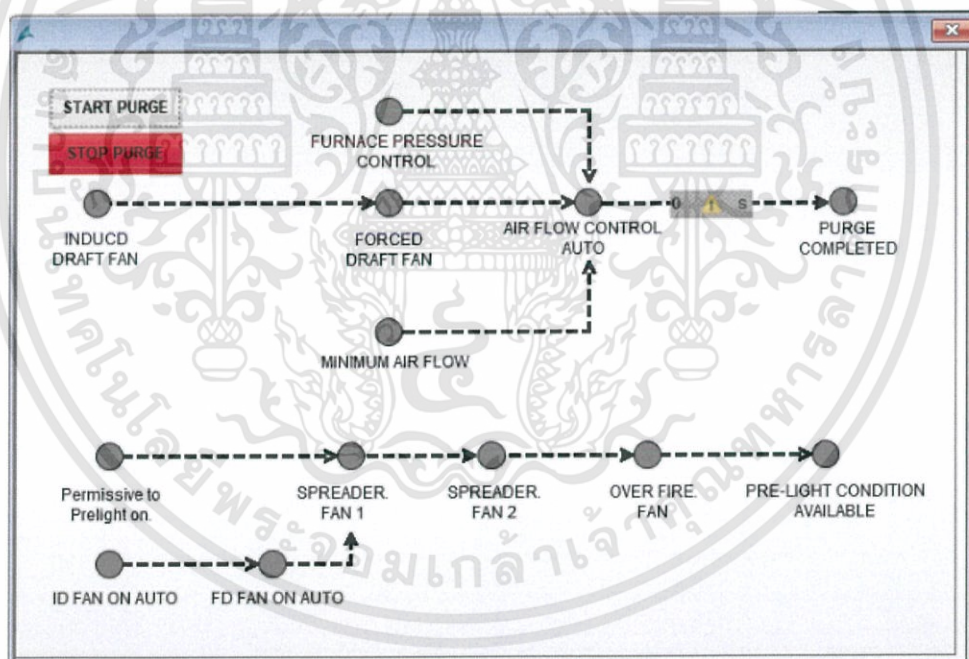
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3) หน้าต่างสำหรับควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 3.95 หน้าต่างสำหรับควบคุมคอนโทรลวาล์ว

## 4) หน้าต่างสำหรับควบคุม Purge Mode

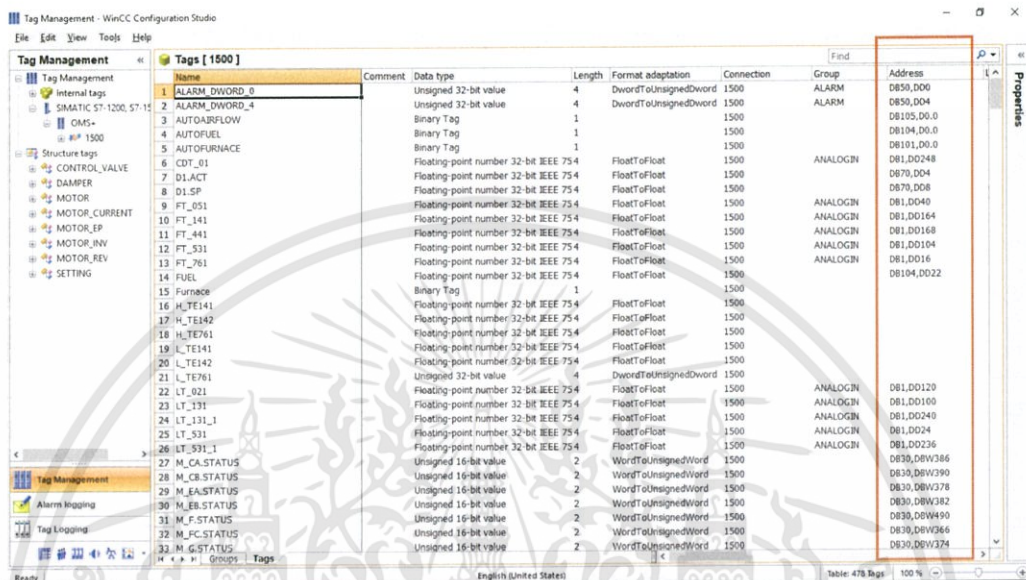


ภาพที่ 3.96 หน้าต่างสำหรับควบคุม Purge Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

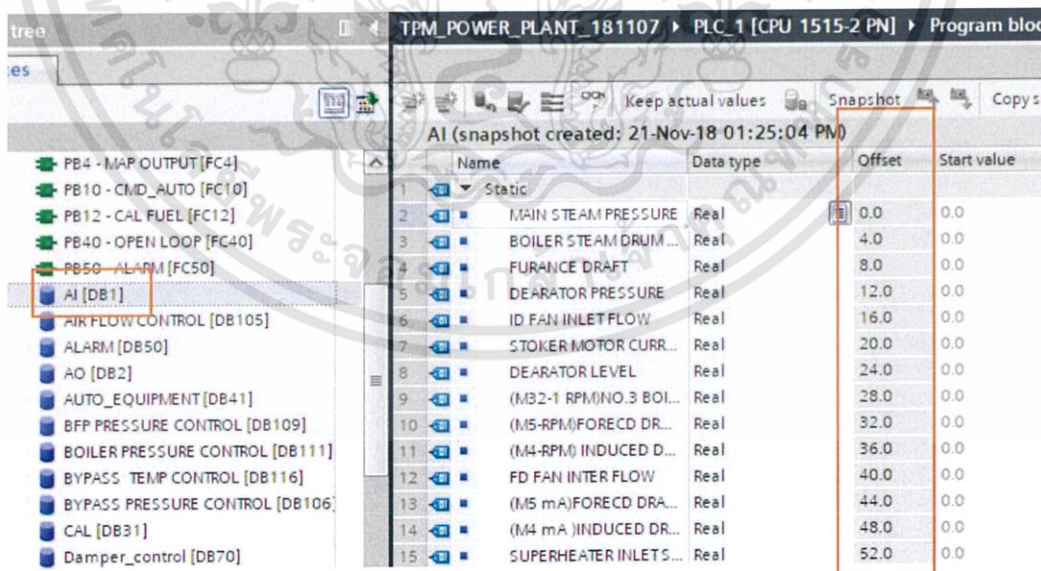
### 3.4 ส่วนของการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC กับ SCADA

ทำการกำหนด Address ของอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลในโปรแกรม SIMATIC WinCC จากฟังก์ชัน Tag Management ให้ตรงกับ Data Block ในโปรแกรม TIA Portal V14 ที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ก่อนหน้านี้



ภาพที่ 3.97 กำหนด Address ในโปรแกรม SIMATIC WinCC

กำหนดค่าใน Data block ของโปรแกรม TIA Port V14 ในช่อง Offset ให้ตรงกับ Address



ภาพที่ 3.98 Data Block โปรแกรม TIA Port V14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 ส่วนของการทดสอบและติดตั้งหน้าไซต์งาน

ในส่วนของการทดสอบและติดตั้งหน้าไซต์งาน จะเป็นการเชื่อมต่อสายสัญญาณควบคุมเข้าที่ด้านหลังตู้ควบคุม และทำการวัดค่ากระแสและแรงดันของสัญญาณเพื่อทำการสอบเทียบกับการทำงานจริง



ภาพที่ 3.99 การเชื่อมต่อสายสัญญาณควบคุม และทำการปรับแก้ในส่วนของหน้าจอกกราฟิกให้สะดวกต่อผู้ใช้งานระบบสกาดา สำหรับควบคุมการทำงานและการแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการควบคุมเฝ้าระวัง



ภาพที่ 3.100 การออกแบบหน้าจอนำไซต์งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

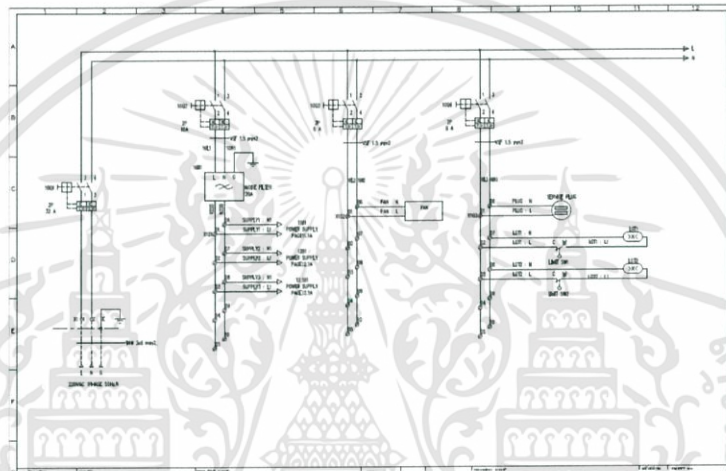
# บทที่ 4

## ผลการดำเนินการ

### 4.1 ผลการออกแบบและจัดทำตู้ควบคุม

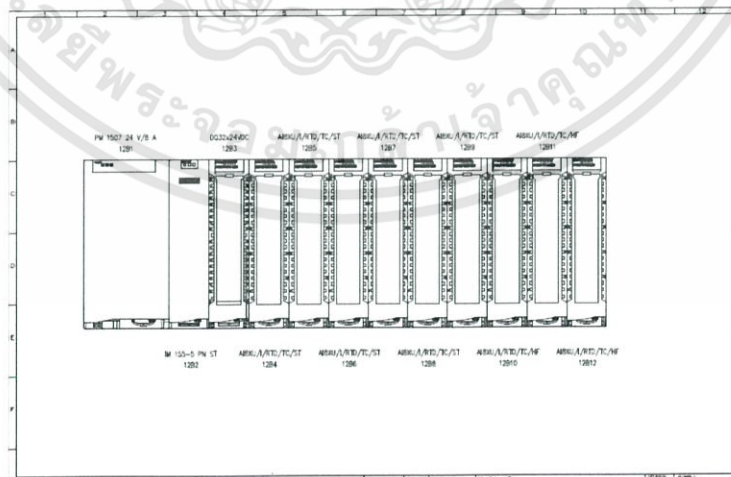
การออกแบบตู้ควบคุม จะต้องออกแบบไฟฟ้าก่อนซึ่งการออกแบบทางไฟฟ้าได้มีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Power circuit, Control circuit

ในส่วนของ Power circuit จะมีการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 1 เฟส ความถี่ 50 Hz



ภาพที่ 4.1 Power circuit

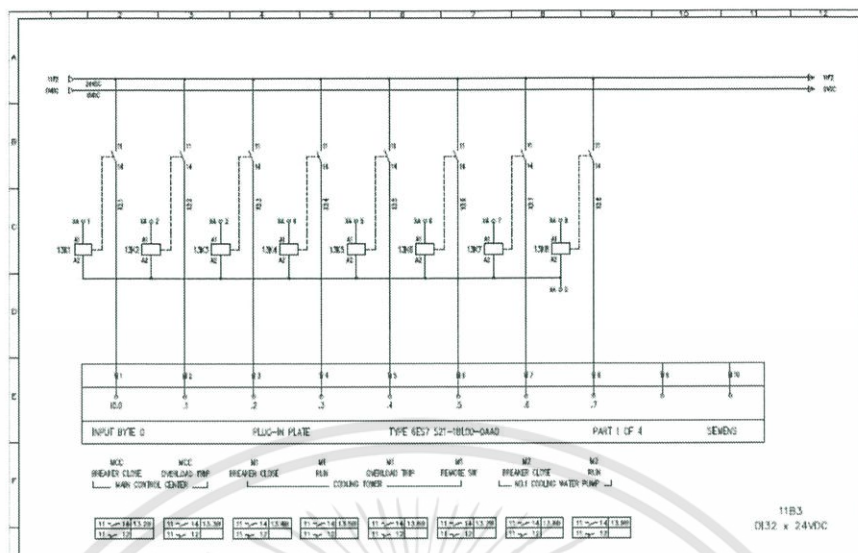
PLC Specification จะอยู่ในส่วนของ Power circuit ซึ่งจะเป็นส่วนที่บอกถึง PLC ว่าใช้ยี่ห้ออะไร รุ่นอะไร รวมถึงการบอกอินพุตของอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับ PLC



ภาพที่ 4.2 PLC Specification

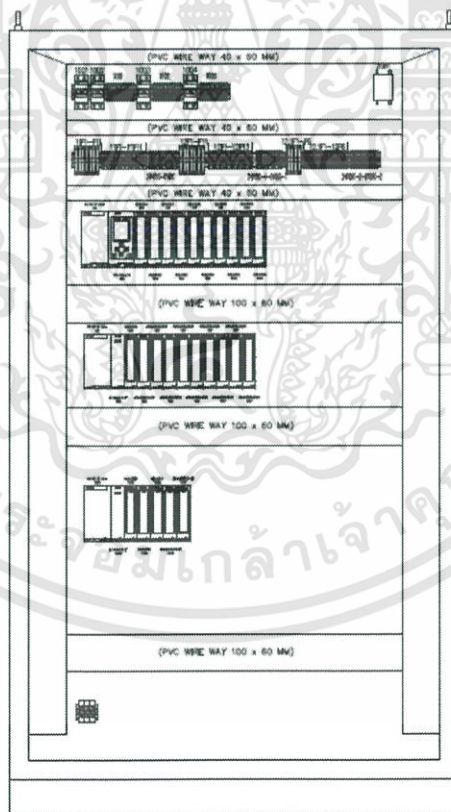
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของ Control circuit จะมีการใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ



ภาพที่ 4.3 Control circuit

การจัดทำตู้ควบคุมนั้นได้จัดทำตามแบบไฟฟ้าที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แบบบอร์ดภายในตู้ควบคุมตามแบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 แบบบอร์ดภายในตู้ควบคุมที่เดินสายเสร็จ

ในการต่อสายไฟ (Wiring) จะมีการกำหนดสีและขนาดของสายไฟ รวมถึงการใส่มาร์คของสายไฟ เพื่อบอกเลขมาร์คของสายไฟนั้น และยังมีการมาร์คบอกอุปกรณ์ชนิดต่างๆ ตามมาตรฐานที่กำหนดในการจัดทำตู้ควบคุมของทางบริษัท

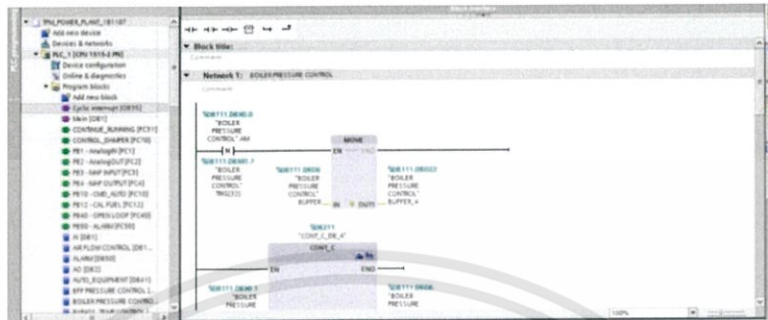


ภาพที่ 4.6 ตู้ควบคุมที่ทำการต่อสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการออกแบบโปรแกรมควบคุมชุดคำสั่งการทำงานสำหรับพีแอลซีโดยใช้โปรแกรม TIA Portal V14

การเขียนโปรแกรมนั้นจะอ้างอิงจากฟังก์ชันการทำงานของเครื่องจักรที่ลูกค้าต้องการ

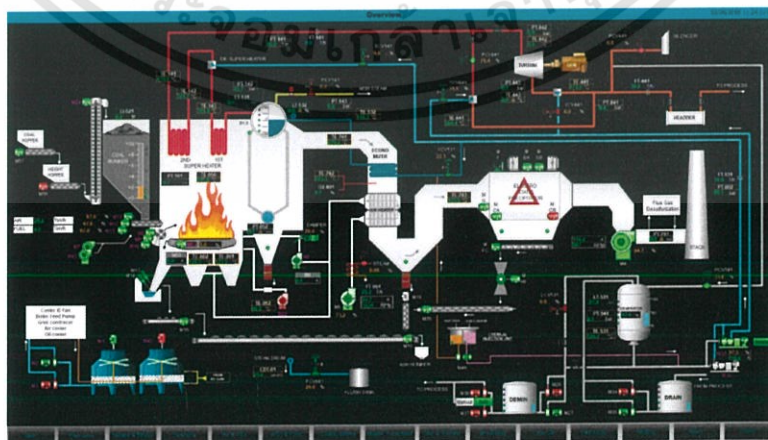


ภาพที่ 4.7 ส่วนของโปรแกรม TIA Portal V14

หลังจากโปรแกรมแล้วจะทำการทดสอบและติดตั้งโปรแกรม เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าโปรแกรมที่เขียนนั้นสามารถทำงานตามที่ต้องการได้จริงหรือไม่ โดยจะผ่านการอนุมัติจากทางลูกค้า เพื่อยืนยันความถูกต้องจากผลการทำงานที่กล่าวมาทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าผู้ควบคุมและโปรแกรมนั้นมี การทำงานที่ถูกต้องและพร้อมที่จะไปติดตั้งที่หน้างานจริง

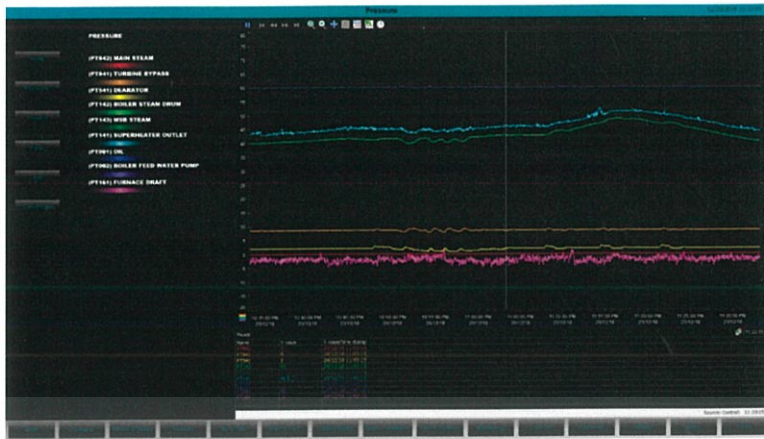
## 4.3 ผลการออกแบบหน้าจอสำหรับแสดงผลและควบคุมของระบบสกาดาโดยใช้โปรแกรม SIMATIC WinCC

ในการออกแบบหน้าจอแสดงผลนั้นมี 15 หน้า และมีหน้าประเภทเดียวกัน 5 ประเภท คือ หน้าจอสำหรับแสดงผลและสั่งการทำงาน , หน้าจอสำหรับแสดงกราฟค่าที่อุปกรณ์วัดได้ , หน้าจอ สำหรับการตั้งค่าของอุปกรณ์ และหน้าจอสำหรับการแจ้งเตือนการทำงานของอุปกรณ์

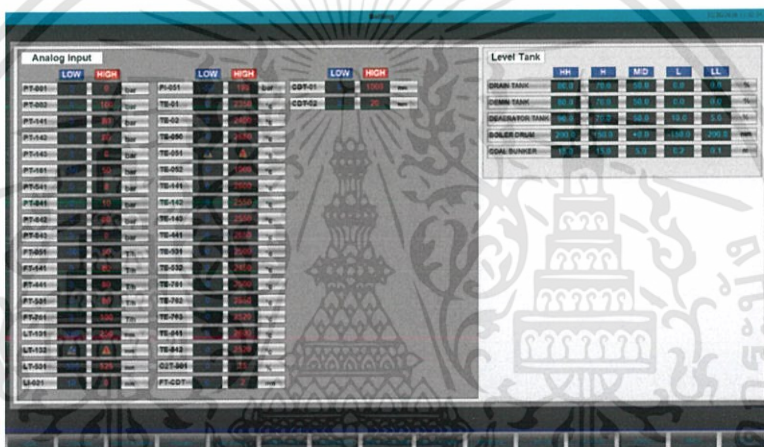


ภาพที่ 4.8 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลและสั่งการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับแสดงกราฟค่าที่อุปกรณ์วัดได้



ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างหน้าจอสำหรับการตั้งค่าของอุปกรณ์

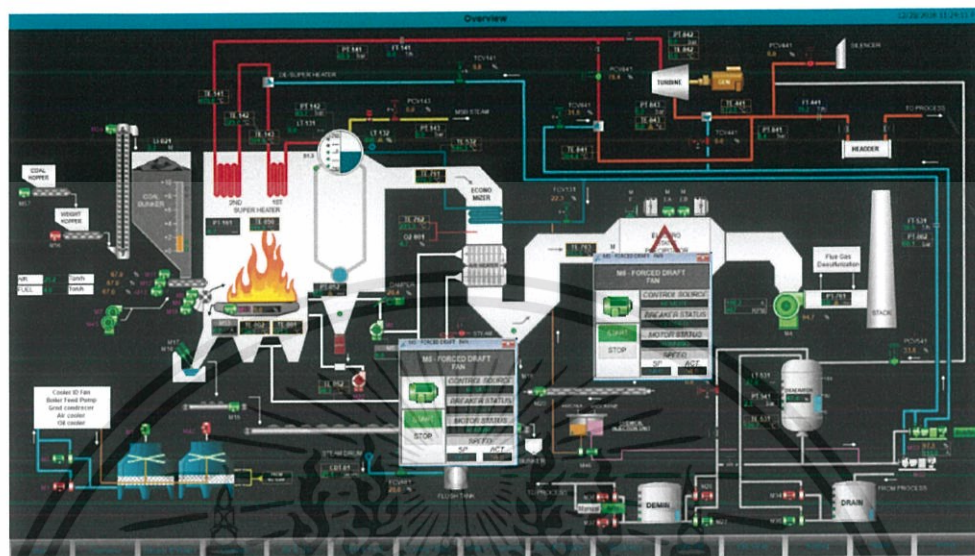


ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการทำงานผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ผลการควบคุมการทำงานจริงของโรงไฟฟ้าถ่านหินโดยควบคุมจากระบบสกาดา

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบหน้าจอแสดงผลและโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เรียบร้อยจากนั้นทำการนำไปใช้งานจริง โดยทำการสั่งการทำงานจากหน้าจอของระบบสกาดา



ภาพที่ 4.12 ส่วนของการทำงานจริงของอุปกรณ์

ซึ่งเมื่อนำไปติดตั้งหน้าไซต์งานจริงก็สามารถใช้งานได้จริง การวัดค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ของระบบโรงไฟฟ้าถ่านหินได้ถูกต้องแม่นยำ การควบคุมการทำงานของคนโทรลวาล์วแต่ละตัว ทำงานสั่งการทำงานได้จากหน้าจอสกาดา รวมไปถึงมอเตอร์ไฟฟ้าและมอเตอร์ที่มีอินเวอร์เตอร์



ภาพที่ 4.13 การทำงานของเครื่องมือวัด



ภาพที่ 4.14 การทำงานของคนโทรลวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 การทำงานของมอเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลดำเนินการและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินการ

โครงการระบบสกาดาสำหรับโรงไฟฟ้าถ่านหินที่ได้จัดทำร่วมกับบริษัท พี.เอ.เอ็ม. เอ็นจิเนียริง แอนด์ ออโตเมชัน จำกัด สามารถใช้งานในการควบคุมกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำให้เป็นไปตามขั้นตอนการทำงานได้จริงและตรงตามความต้องการของลูกค้า รวมถึงการแสดงผลสถานะการทำงานของอุปกรณ์ การรายงานผลของกระบวนการผลิต การแจ้งเตือนความผิดปกติบนหน้าจอกราฟิกได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ซึ่งจากผลการดำเนินการจะเห็นได้ว่า ระบบสกาดาที่จัดทำนั้นช่วยให้การตรวจเฝ้าระวังและการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น

#### 5.2 ปัญหาที่พบและแนวแก้ไข

1. อุปกรณ์การวัดค่าที่หน้าไซต์งานบางตัวเกิดปัญหาเรื่องความเสถียรและมีความผิดพลาดสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน วิธีการแก้ปัญหาคือ ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์การวัดใหม่หรือส่งซ่อมแซมอุปกรณ์การวัดนั้น เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องแม่นยำ
2. เกิดปัญหาอันเนื่องมาจากไฟฟ้าที่หน้าไซต์งานตกบ่อย อาจทำให้อุปกรณ์บางตัวภายในตู้ควบคุมเกิดความเสียหายได้ วิธีการแก้ปัญหาคือ นำเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันอัตโนมัติ (Uninterruptible Power Supply) มาใช้เพื่อปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่อยู่ในระบบที่ปลอดภัยต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการสื่อสารพูดคุยเกี่ยวกับรายละเอียดงานและความต้องการที่แน่นอนระหว่างลูกค้ากับผู้ปฏิบัติงานของโรงไฟฟ้า (Operator) เพื่อให้มีความถูกต้องและรวดเร็วในการทำงาน
2. ควรมีการวางแผนการทำงานในแต่ละวันให้เหมาะสม เนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์ที่หน้าไซต์งานมีจำนวนมากและสภาพอากาศในช่วงหน้าฝน ทำให้การควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติบางส่วนยังไม่สามารถทดสอบการทำงานจริงได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] รองศาสตราจารย์อนุชา หิรัญวัฒน์ และคณะ. (2551). การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งานพีแอลซี (ชั้นกลาง). พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ธนินซ์.
- [2] Pornprasert Ngamsangiam. (2013). What's SCADA?. สืบค้นจาก <http://automation999.blogspot.com/2013/07/scada.html>
- [3] Advance Electronic. (2017). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง PLC. สืบค้นจาก <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/plc>
- [4] สมาคมผู้ใช้เทคโนโลยีโปรฟิบบัสแห่งประเทศไทย. (2017). Profibus Technology. สืบค้นจาก [http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article\\_id=833](http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=833)

