



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของ DIASYS Netmation
A Subject Investigation of DIASYS Netmation DCS Upgrade

นายภัทรพล อธิประยูร
นางสาวมณีกาญจน์ ไชยสงโท

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การศึกษาการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของ DIASYS Netmation
A Subject Investigation of DIASYS Netmation DCS Upgrade

นายภัทรพล อธิประยูร
นางสาวมณีกาญจน์ ไชยสงโท

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การศึกษาการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน
ของ DIASYS Netmation

ชื่อ-สกุล นักศึกษา 1. นายภัทรพล อธิประยูร
2. นางสาวมณีกาญจน์ ไชยสงโท

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายพงษ์ธวัช แก้วกล้า

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษานี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการศึกษาการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ซึ่งเริ่มตั้งแต่การศึกษาหลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง การศึกษาระบบควบคุมแบบกระจายส่วน DIASYS Netmation ของมิตซูบิชิ ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การวัดและมิเตอร์ที่ใช้วัด จัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องอันประกอบไปด้วยเอกสารการวางแผนการทำงานทั้งหมด เอกสารการทำงานในแต่ละวัน เอกสารการตรวจสอบตู้ระบบควบคุม เอกสารการทำลูปเทส และเอกสารแบบไฟฟ้าที่ใช้ประกอบกับการทำลูปเทส ได้อธิบายขั้นตอนการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนทั้งในด้านซอฟต์แวร์และด้านฮาร์ดแวร์ ทางด้านซอฟต์แวร์จะเป็นการเปรียบเทียบหน้าจอกกราฟฟิค OPS และการเปรียบเทียบลอจิก ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์จะเป็นการขนย้าย การเชื่อมต่อสายไฟ การตรวจสอบตู้ควบคุม และการตรวจสอบการทำงานระหว่างตู้ควบคุมกับอุปกรณ์ที่อยู่หน้างาน ซึ่งการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนนี้ทำเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของโรงไฟฟ้า

คำสำคัญ: การอัปเดต, ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน, ซอฟต์แวร์, ฮาร์ดแวร์, ลูปเทส

Co-operation Title: A Subject Investigation of DIASYS Netmation DCS Upgrade

Student Intern Name: 1. Mr. Pattarapon Atipayoon

2. Miss Maneekarn Chaisongto

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

Advisor Name: Assoc. Prof. Sakreya Chitwong

Mentor Name: Mr. Pongtawat Klawklar

Company: BLCP Power Limited

ABSTRACT

This cooperative report describes the process of upgrading a distributed control system. This includes a study of the working principle of coal-powered steam turbine power plants, a study of the DIASYS Netmation control system, and a study the operation of measuring instruments and meters. Relevant documentations such as all planning work documents, dairy work documents, checklist of DCS cubicle, loop check list and electrical diagram documents used in the test are prepared, which describes the process of upgrading a distributed control system, in both software and hardware. The software aspects involve a comparison of the OPS screens as well as the respective logic. The hardware aspects involve cubicle movements, DCS cubicle wire connection, DCS cubicle and loop test between the control cabinet and the equipment at the site. This upgrade to allowed reliability enhancements of the power plant.

Keyword: upgrading, distributed control system, software, hardware, test

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาระดับสมบูรณนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากทางบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมปฏิบัติสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคเรียน การศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานทางด้านวิศวกรรมการวัดคุมมากยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ คุณพงษ์รัช แก้วกล้า ผู้นิเทศงานและวิศวกรระบบควบคุมและเครื่องมือวัด ผู้ซึ่งคอยให้ความรู้ คำแนะนำและทักษะในการทำงานด้านต่างๆ รวมไปถึงพี่ๆ ทุกคนในแผนกที่คอยให้คำปรึกษาต่างๆ เกี่ยวกับโครงการที่ได้รับมอบหมายจนทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.สักรียา ชิตวงศ์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์นิเทศ และคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรม การวัดคุมทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานและการ จัดทำรายงานสหกิจศึกษาระดับสมบูรณนี้ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม รุ่นที่ 37 ทุกคนที่คอยให้คำปรึกษา เกื้อหนุน ทั้งทางด้านความรู้และกำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาและบุคคลในครอบครัวทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและ ให้คำปรึกษา ตลอดจนเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาที่ดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงจะได้รับจากรายงานสหกิจศึกษาระดับนี้ ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุก ท่านที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุน ตลอดจนกำลังใจที่มอบให้

นายภัทรพล อธิประยูร

นางสาวมณีกาญจน์ ไชยสงโท

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	X
สารบัญรูป.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 วิธีดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าและการควบคุมแบบกระจายส่วน	4
2.1 หลักการของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Plant) แบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine).....	4
2.1.1 การผลิตกระแสไฟฟ้า.....	4
2.1.2 เครื่องจักรหลักที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า.....	6
2.1.2.1 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler).....	6
2.1.2.2 กังหันไอน้ำ (Steam Turbine)	7
2.1.2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator).....	8
2.1.2.4 เครื่องควบแน่น (Condenser)	9
2.1.2.5 เครื่องดักจับฝุ่นระบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator; ESP)....	9
2.1.2.6 ระบบดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization)	10
2.1.3 วัฏจักรการทำงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า (Plant Cycle).....	10
2.2 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distribution Control System).....	12
2.2.1 ข้อดีของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน.....	12
2.2.2 ข้อเสียของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนของ Mitsubishi Hitachi Power System	13
2.3.1 Multiple Process Station (MPS).....	14
2.3.2 Compact Process Station (CPS).....	15
2.3.3 Engineering & Maintenance Station (EMS)	15
2.3.4 Operator Station (OPS)	16
2.3.5 Accessory Station (ACS).....	17
2.3.6 Browser Operator Station (Browser OPS).....	17
2.4 Multiple Process Station (MPS).....	18
2.4.1 ส่วนประกอบและโครงสร้างของ MPS (Hardware and Architect)	18
2.4.1.1 การ์ดประมวลผล (CPU Card).....	18
2.4.1.2 การ์ดระบบอินพุทเอาต์พุท (System I/O Card).....	18
2.4.1.3 การ์ดอีเธอร์เน็ต (Ethernet Card)	19
2.4.1.4 การ์ดคอนโทรลเน็ต (ControlNet Card).....	19
2.4.1.5 Super-SCG Module (super scanner gateway module).....	20
2.4.1.6 หน่วยเครือข่าย (Unit Network)	20
2.4.1.7 Local Network (IO Ring)	21
2.4.1.8 Local Network (ControlNet).....	21
2.4.1.9 Compact PCI Bus	22
2.4.1.10 I/OA (I/O Adapter)	23
2.4.1.11 Adapter Module	23
2.4.1.12 แผงหลัง I/O (I/O Back plane).....	24
2.4.1.13 I/O Module	24
2.4.2 ความน่าเชื่อถือของระบบ (System Reliability).....	24
2.4.2.1 การ์ดประมวลผล (CPU Card).....	25
2.4.2.2 อินพุทเอาต์พุทโมดูล	26
2.4.2.3 Power Supply Module.....	28
2.4.2.4 Communication Network.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.2.5 Self-Diagnostic Functions.....	31
2.4.3 รายละเอียด (Specification).....	34
2.4.3.1 รายละเอียดของโมดูล (Specification of Module).....	34
2.4.3.2 รายละเอียดการสื่อสารข้อมูลของอินพุทเอาต์พุท	35
2.5 Engineering Maintenance Station (EMS).....	38
2.5.1 แนวคิดพื้นฐานของ EMS	38
2.5.2 การทำงานของระบบ EMS	39
2.5.2.1 Defining System (System Window)	39
2.5.2.2 Creating Logic (Logic Window)	40
2.5.2.3 Creating Plant Graphic Screens (Graphic Window)	42
2.5.2.4 Set up OPS Human-machine Interface Functions (HMI Window).....	42
2.5.2.5 Editing Object Database (ORCA) (Document Window).....	43
2.5.2.6 Converting Design Data to Electronic Files (Drawing Window)..	44
2.5.3 Building System with EMS	44
2.5.3.1 Defining System Configuration	44
2.5.3.2 Unit Registration.....	45
2.5.3.3 Setup of MPS.....	45
2.5.3.4 Setup of Property for Hardware Configuration.....	45
2.5.3.5 Hardware Configuration Load to MPS	45
2.5.3.6 Tuning of Process I/O	46
2.5.3.7 Setup of Process Block Configuration	46
2.5.3.8 Logic Load to MPS	47
2.5.3.9 Software Services	47
2.6 Operator Station	48
2.7 Accessory Station (ACS)	49
2.8 Browser Operator Stations.....	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.9 หลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่ใช้ในระบบระบบควบคุมการเผาไหม้และ เครื่องบดถ่านหิน	50
2.9.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)	50
2.9.1.1 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท S (Thermocouple type S)	53
2.9.1.2 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท R (Thermocouple type R)	53
2.9.1.3 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท B (Thermocouple type B).....	53
2.9.1.4 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท J (Thermocouple type J).....	53
2.9.1.5 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท K (Thermocouple type K).....	54
2.9.1.6 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท T (Thermocouple type T).....	54
2.9.1.7 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท E (Thermocouple type E).....	54
2.9.2 ทรานสมิตเตอร์ (Transmitter).....	54
2.9.2.1 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter)	55
2.9.2.2 ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน (Pressure Transmitter).....	55
2.9.3 แผ่นออริฟิซ (orifice plate).....	56
2.9.4 สวิตช์จำกัดระยะทาง (Limit Switch)	56
2.9.5 วาล์วควบคุม (Control Valve)	57
2.9.6 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve).....	57
2.9.7 อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector).....	57
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	58
3.1 การออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วน	58
3.1.1 แนวคิดการออกแบบการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน	59
3.1.2 เค้าโครงการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน	59
3.1.3 ขอบเขตงานการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน	63
3.1.3.1 Hardware/Software	63
3.1.3.2 อื่นๆ	65
3.1.4 การแบ่งระบบควบคุมแบบกระจายส่วน.....	65
3.2 การออกแบบระบบ MPS	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของ I/O Ring.....	69
3.2.2 รูปแบบการต่อของ ControlNet	70
3.3 ขั้นตอนก่อนการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน	71
3.3.1 ขั้นตอนการศึกษา	71
3.3.2 ขั้นตอนการเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้อง	72
3.3.3 การเปรียบเทียบฐานข้อมูลระหว่าง EMS กับ MPS ของหน่วยผลิตที่ 1.....	73
3.4 ขั้นตอนการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Upgrade DCS)	73
3.4.1 การขนย้ายตู้ใหม่ (Shifting: SFT).....	73
3.4.2 การปลดสายสัญญาณ (Disconnection: DIS).....	74
3.4.3 การขนย้ายตู้เก่า (Removal: REM).....	74
3.4.4 การติดตั้ง (Installation).....	75
3.4.5 การประกอบตู้ใหม่ (Assembly: ASS).....	75
3.4.6 การเชื่อมต่อสายสัญญาณ (Reconnection: REC).....	76
3.4.7 การจ่ายไฟ (Energize: ENE)	76
3.4.8 การเซตอัปเดต (Set-Up: SET).....	79
3.4.9 การทำลูปเทส (Loop Test).....	79
3.4.9.1 I/O Check.....	79
3.4.9.2 Drive Test.....	81
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	83
4.1 ผลของการจัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ	83
4.1.1 แผนงาน (Schedule).....	83
4.1.2 เอกสาร Loop Check List	84
4.1.3 เอกสาร Loop Check List Daily	85
4.1.4 แบบทางไฟฟ้า (Schematic Diagram).....	85
4.2 ผลของการตรวจสอบตู้ DCS.....	86
4.2.1 ผลของการตรวจการติดตั้งอุปกรณ์	87
4.2.2 ผลของการตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ	88

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.3 ผลของการตรวจตู้ก่อนจ่ายไฟให้ตู้ DCS.....	89
4.2.4 ผลของการตรวจตู้หลังการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ DCS.....	90
4.3 ผลของการทำลูปทดสอบ.....	91
4.4 ผลลัพธ์การอัปเดตทางด้านซอฟต์แวร์.....	95
4.4.1 หน้าจอ OPS (กราฟฟิค).....	95
4.4.2 หน้าจอ OPS (WSManager).....	97
4.4.3 หน้าจอ OPS (Loop Plate).....	98
4.4.4 ตัวอย่างหน้าจอ EMS (โปรแกรม ORCA View).....	99
4.4.5 ผลของการเปรียบเทียบลอจิก.....	100
4.5 ผลลัพธ์การอัปเดตฮาร์ดแวร์ (ระบบ MPS) ก่อนและหลังการอัปเดต.....	103
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน.....	108
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	108
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	108
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค.....	109
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	109
เอกสารอ้างอิง.....	110
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก.....	113
ภาคผนวก ข.....	123
ประวัติผู้เขียน.....	133

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ Hardware	31
2.2 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ Software.....	32
2.3 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ I/O Module และ Power Supply Module.....	33
2.4 Software Service.....	47
3.1 เปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างที่มีอยู่และอุปกรณ์ใหม่.....	60
3.2 การนำเข้าอุปกรณ์ทั้งหมด	63
3.3 การเปรียบเทียบโมดูลการสื่อสารแบบ I/O Ring และ ControlNet	68
4.1 ผลของการตรวจสอบตู้ DCS ก่อนจ่ายไฟ.....	89
4.2 ผลของการทำ I/O Check ของสัญญาณอนาล็อกอินพุท (AI)	92
4.3 ผลของการทำ I/O Check ของ Flame Detector สถานะ Flame ON	92
4.4 ผลของการทำ I/O Check ของ Flame Detector สถานะ Flame OFF	93
4.5 ผลการทำ I/O Check ของสัญญาณดิจิทัลอินพุท (DI) ของ PULV COLD AIR SHUT-OFF DAMPER, PULV HOT AIR SHUT-OFF DAMPER และ BNR ATOM SELECT SOV	93
4.6 ตารางที่ 4.6 ผลการทำ Drive Test ของสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุท (DO) ของ PULV COLD AIR SHUT-OFF DAMPER, PULV HOT AIR SHUT-OFF DAMPER และ BNR ATOM SELECT SOV	94
4.7 ผลการทำ I/O Check ของสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุท (DO) ของ PULV LUB OIL PUMP และ COAL GATE	94
4.8 ผลการทำ Drive Test ของสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุท (DO) ของ PULV SEAL AIR SUP SOV และ PULV ASSIST WATER SOV	95

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Plant) แบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง	5
2.2 Rotary Air Preheater	6
2.3 วัฏจักรของกังหันไอน้ำ.....	7
2.4 กังหันไอน้ำ.....	8
2.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator).....	8
2.6 เครื่องควบแน่น.....	9
2.7 เครื่องดักจับฝุ่นระบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator; ESP).....	9
2.8 เครื่องดึงอากาศ (de-aerator)	11
2.9 Economizer.....	12
2.10 ภาพรวมระบบ DIASYS Netmation.....	13
2.11 ภาพรวมของ Multiple Process Station	14
2.12 ภาพรวมของ Compact Process Station	15
2.13 ตัวอย่างหน้าจอการทำงาน EMS.....	16
2.14 ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของ OPS (WSManager)	16
2.15 ตัวอย่างการบันทึกของ ACS	17
2.16 ตัวอย่างหน้าจอกราฟฟิคเปิดผ่านเบราร์วเซอร์.....	17
2.17 การ์ดประมวลผล.....	18
2.18 การ์ดระบบอินพุทเอาต์พุท.....	18
2.19 การ์ดอีเธอร์เน็ต	19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.20 การ์ดคอนโทรลเน็ต	19
2.21 Super-SCG Module	20
2.22 หน่วยเครือข่าย	20
2.23 การเชื่อมต่อ I/O Ring	21
2.24 การเชื่อมต่อของคอนโทรลเน็ต	21
2.25 หน่วยประมวลผลคาสีส	22
2.26 I/O อะแดปเตอร์	23
2.27 Adapter Module	23
2.28 I/O back plane	24
2.29 แผนภาพการเปลี่ยนการควบคุม	25
2.30 การเปลี่ยนกระบวนการควบคุม	26
2.31 การสำรองเอาท์พุทโมดูล	26
2.32 การสำรองการควบคุมเซอร์โว	27
2.33 การสำรองการทำงานสามชั้น	27
2.34 การสำรองการทำงานสามชั้นของ OPC	28
2.35 การสำรองแหล่งจ่ายไฟ	28
2.36 การสำรองแหล่งจ่ายไฟ (ในกรณีจ่ายให้อุปกรณ์พิเศษ เช่น SOV, EOST และ IRS Module).....	29
2.37 การสำรองอีเธอร์เน็ตใน MPS	29
2.38 การเชื่อมต่อแบบ I/O Ring	30
2.39 การเชื่อมต่อแบบ ControlNet	30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.40 อนุาล็อกอินพุท THERMOCOUPLE TYPE-E	35
2.41 อนุาล็อกอินพุท RTD	35
2.42 อนุาล็อกอินพุท Transmitter	36
2.43 อนุาล็อกอินพุท OTHER SYSTEM.....	36
2.44 อนุาล็อกเอาท์พุท Interface ในกรณีการสำรอนอนุาล็อกเอาท์พุท 4 – 20 mA	36
2.45 อนุาล็อกเอาท์พุท Interface ในกรณีควบคุมตัวเดียวอนุาล็อก 4 – 20 mA	37
2.46 ดิจิตอลอินพุทโมดูล	37
2.47 เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกด้วยบัฟเฟอร์รีเลย์	37
2.48 เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยไม่มีบัฟเฟอร์รีเลย์	38
2.49 หน้าจอการทำงานของ Orca View	39
2.50 หน้าจอ System Window	40
2.51 ตัวอย่างหน้าจอการสร้างลอจิก	40
2.52 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในการสร้างลอจิก	41
2.53 ตัวอย่างหน้าจอการสร้างกราฟฟิก.....	42
2.54 ตัวอย่างหน้าจอการสร้าง Loop Plate	43
2.55 ตัวอย่างหน้าจอ List Creator	43
2.56 System Configuration	44
2.57 แผนผังต้นไม้ Hardware Configuration.....	45
2.58 แผนผังโครงสร้างต้นไม้ Process-block Configuration	46
2.59 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.60 ปราบกฏการณ์ซีเบค.....	51
2.61 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล (Construction).....	52
2.62 ย่านการใช้งานของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละประเภท.....	52
2.63 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิรูปแบบต่างๆ.....	55
2.64 Differential Pressure Transmitter	55
2.65 แผ่นออริฟิสิรูปแบบต่างๆ.....	56
2.66 สวิตซ์จำกัดระยะทางรูปแบบต่างๆ.....	56
2.67 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve).....	57
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	58
3.2 สายที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล	68
3.3 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ I/O Ring.....	69
3.4 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ ControlNet.....	70
3.5 การขนย้ายตู้ DCS ใหม่ที่รับมาจากท่าเรือเพื่อนำไปไว้ในที่ที่ใกล้กับที่ตั้ง.....	73
3.6 ถอดสายสัญญาณออกจากตู้ DCS ตู้เก่า	74
3.7 ขนย้ายตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันเก่าออกจากบริเวณที่ตั้ง.....	74
3.8 ขนย้ายตู้ใหม่เพื่อนำไปติดตั้งแทนตู้เก่าที่ย้ายออกไป	75
3.9 ตู้แผ่ของระบบ APC	75
3.10 การเข้าสายใยแก้วนำแสง.....	76
3.11 เอกสาร Check List before DCS Power Receiving.....	78
3.12 ตัวอย่างการทำลูปเทสของอนาล็อกอินพุท.....	79

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13 ตัวอย่างการทำลูปเทสของอนาล็อกเอาท์พุท	80
3.14 ตัวอย่างการทำลูปเทสของดิจิตอลอินพุท	80
3.15 ตัวอย่างการทำลูปเทสของดิจิตอลเอาท์พุท.....	80
3.16 ตัวอย่างการทำไทรฟ์เทสของปั๊ม/พัดลม/เซอร์กิตเบรกเกอร์.....	81
3.17 ตัวอย่างการทำไทรฟ์เทสของ Motorized Valve.....	81
3.18 ตัวอย่างการทำไทรฟ์เทสของ On-Off Valve	82
3.19 ตัวอย่างการทำไทรฟ์เทสของ Control Valve.....	82
4.1 แผนงาน (Schedule).....	83
4.2 ตัวอย่างเอกสาร Loop Check List ของสัญญาณอนาล็อกอินพุท	85
4.3 ตัวอย่างเอกสาร Loop Check List Daily ของสัญญาณอนาล็อกอินพุท	85
4.4 Schematic Diagram ของ Coal Pulverizer Lubricating Oil Pump-A.....	86
4.5 ผลของการตรวจการติดตั้งอุปกรณ์.....	87
4.6 ผลของการตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ	88
4.7 ผลของการตรวจตู้หลังการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ DCS ของระบบ MBC 1-1	90
4.8 ผลของการตรวจตู้หลังการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ DCS ของระบบ MBC 1-2	91
4.9 หน้าจอกราฟฟิค BTG TOTAL FLOW DIAGRAM (ก่อนอัปเดต).....	95
4.10 หน้าจอกราฟฟิค BTG TOTAL FLOW DIAGRAM (หลังการอัปเดต).....	96
4.11 หน้าจอกราฟฟิค FGD SYSTEM (ก่อนการอัปเดต).....	96
4.12 หน้าจอกราฟฟิค FGD SYSTEM (หลังการอัปเดต)	97
4.13 หน้าจอการทำงานฟังก์ชันของ OPS - Event (ก่อนการอัปเดต).....	97

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14 หน้าจอการทำงานฟังก์ชันของ OPS - EVENT (หลังการอัปเดต)	97
4.15 หน้าจอการทำงานฟังก์ชัน OPS – Loop Plate (ก่อนอัปเดต).....	98
4.16 หน้าจอการทำงานฟังก์ชัน OPS – Loop Plate (หลังอัปเดต).....	98
4.17 หน้าแรกของโปรแกรม ORCA View(ก่อนการอัปเดต).....	99
4.18 หน้าแรกของโปรแกรม ORCA View(หลังการอัปเดต).....	99
4.19 หน้าต่างผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์	100
4.20 ลอจิกของ USS PANEL GRAPHIC DISPLAY (ANALOG) แบบเก่า.....	100
4.21 ลอจิกของ USS PANEL GRAPHIC DISPLAY (ANALOG) แบบใหม่.....	101
4.22 หน้าต่างของผลการเปรียบเทียบลอจิก (1).....	101
4.23 หน้าต่างของผลการเปรียบเทียบลอจิก (2).....	102
4.24 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหน้าของตู้ MBC CPU ก่อนการอัปเดต	103
4.25 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหลังของตู้ MBC CPU ก่อนการอัปเดต.....	104
4.26 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSตู้ Flame Detector ก่อนการอัปเดต.....	104
4.27 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหน้าของตู้ MBC CPU หลังการอัปเดต.....	105
4.28 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหลังของตู้ MBC CPU หลังการอัปเดต.....	105
4.29 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSตู้ Flame Detector หลังการอัปเดต	106

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัดหรือโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีที่โครหลายๆคนรู้จักเป็นบริษัทที่เกิดจากการร่วมทุนของไทยระหว่างบริษัทในเครือของบริษัท บ้านปู จำกัด (มหาชน) และบริษัท ผลิตไฟฟ้า จำกัด (มหาชน) หรือ เอ็กโก กรุ๊ป ในอัตราส่วนการร่วมทุน 50:50 ซึ่งบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัดหรือโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีนี้เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้หลักการของกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีถ่านหินคุณภาพดีประเภทบิทูมินัสเป็นแหล่งเชื้อเพลิงซึ่งส่วนใหญ่นำเข้ามาจากประเทศออสเตรเลีย หากมีโรงไฟฟ้าใดที่ได้ชื่อว่าใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีในการผลิตที่ทันสมัยควบคู่กับการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวด เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานของภาครัฐและเพื่อคำนึงถึงความรู้สึกและความต้องการของชุมชนโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีต้องเป็นหนึ่งในนั้นแน่นอน

โรงไฟฟ้าบีแอลซีพีเป็นโรงไฟฟ้าที่สร้างขึ้นจากการออกแบบและควบคุมการก่อสร้างจากบริษัท MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEM, LTD. (MHPS) ซึ่งการออกแบบและควบคุมการก่อสร้างนี้ครอบคลุมไปถึงระบบ DCS (Distributed Control System) ที่ใช้ควบคุมในโรงไฟฟ้าด้วยเช่นกัน ซึ่งอายุการใช้งานของระบบ DCS ของ บริษัท MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEM, LTD. (MHPS) นี้มีอายุการใช้งานตามสัญญา 15 ปี โดยมีรายละเอียดชี้แจงว่าหลังจากระบบได้เริ่มทำงานผ่านไปแล้ว 10 ปี จะไม่รับประกันส่วนประกอบหรืออุปกรณ์หากเกิดการเสียหายหรือชำรุดและเมื่อหมดระยะเวลาของสัญญาแล้วจะไม่มีส่วนประกอบหรืออุปกรณ์สำรองของระบบ DCS ในภาคฮาร์ดแวร์เปลี่ยนหากเกิดการชำรุดหรือเสียหายเนื่องจากส่วนประกอบและอุปกรณ์ดังกล่าวในรุ่นที่เคยใช้หรือรุ่นที่สามารถทดแทนได้จะไม่มีการผลิตอีกในอนาคต รวมไปถึงหากเกิดปัญหาขึ้นกับระบบไม่ว่าจะทางซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์จะไม่มีการสนับสนุนหรือซ่อมบำรุงจากช่างเทคนิคเฉพาะทางจากทางมิทซูบิชิอีกและโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีได้เริ่มผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับหน่วยผลิตแรก (Unit 1) ซึ่งมีกำลังการผลิต 717 เมกะวัตต์ เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2549 และหน่วยผลิตที่ 2 (Unit 2) ซึ่งมีกำลังการผลิต 717 เมกะวัตต์ ในเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งสอดคล้องกับกำหนดเวลาตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (Power Development Plan; PDP) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และจัดจำหน่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ กฟผ. ตามโครงการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (Independent Power Producer; IPP) ตามมติคณะรัฐมนตรี ปีพ.ศ. 2537

เพื่อสนองนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมและสนับสนุนบทบาทของภาคเอกชนให้เข้ามามีส่วนร่วมในกิจการไฟฟ้า โดยบริษัทฯ ได้ลงนามในสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับ กฟผ. เมื่อวันที่ 19 พฤศจิกายน พ.ศ.2540 รวมระยะเวลา 25 ปี

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าจากวันแรกที่หน่วยผลิตแรกได้เริ่มทำงานมาจนถึงปัจจุบันนับได้ว่าใช้ระยะเวลาไปแล้ว 10 ปี ซึ่งจะเท่ากับระยะเวลาที่ได้ลงนามสัญญาซื้อขายกับ กฟผ. 20 ปี จะเห็นได้ว่าระยะเวลาที่สัญญาของระบบ DCS และสัญญาซื้อขายไฟฟ้ากับทางกฟผ. จะหมดลงพร้อมกัน และระบบของ DCS หากพ้นเวลา 10 ปีไปแล้วส่วนประกอบและอุปกรณ์จะไม่ได้มีการรับประกัน จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสมควรยิ่งที่จะทำการ Upgrade ระบบ DCS ใหม่ในปีนี้ (พ.ศ.2560) เพื่อป้องกันการขาดแคลนหรือหาส่วนประกอบและอุปกรณ์ของระบบ DCS มาเปลี่ยนไม่ได้ในอนาคต เพื่อยืดอายุการใช้งานของระบบ DCS เพื่อคงการทำงานของฟังก์ชันในระบบ DCS ให้เป็นดังเดิมจนบรรลุระยะเวลาตามสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับทางกฟผ. เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดปัญหาขึ้นกับกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าอันเนื่องมาจากความบกพร่องของระบบ DCS เพื่อความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของ I/O เพื่อรักษาความพร้อมในการจัดหาและบำรุงรักษาส่วนประกอบและอุปกรณ์หากเกิดการชำรุดหรือเสียหายและเพื่อความสะดวกต่อการควบคุมรวมถึงการซ่อมบำรุงผ่านทาง Human Machine Interface (HMI) ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 7

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการอัปเดตระบบ DCS ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการต่างๆของโรงไฟฟ้าถ่านหิน ทั้งในส่วนของ Logic, Graphic และ HMI
2. เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง
3. เพื่อศึกษาการทำ Loop Test ของระบบ DCS
4. เพื่อศึกษาระบบควบคุมแบบกระจายส่วนย่อย DIASYS Netmation
5. เพื่อศึกษาหลักการการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการของโรงไฟฟ้าถ่านหิน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการนี้ศึกษาเกี่ยวกับการการอัปเดตระบบ DCS ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการต่างๆของโรงไฟฟ้าถ่านหินในส่วนของ Logic, Graphic และ HMI ภายใต้ซอฟต์แวร์ ORCA View ของบริษัทมิทซูบิชิ หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าถ่านหินรวมทั้งการทำ Loop Test ของระบบและในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและควบคุมต่างๆ

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษากระบวนการทำงานของโรงไฟฟ้าถ่านหิน
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบ DCS ทั้งในส่วนของ Logic, Graphic และ HMI
3. ศึกษาข้อมูลทางด้านวิศวกรรมรวมถึงขั้นตอนการทำงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ทำ
4. เตรียมเอกสารใบสั่งงาน แผนงาน และกำหนดการทำงาน
5. รับส่วนประกอบและอุปกรณ์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการการอัปเดต DCS และตรวจสอบ (Inspection)
6. ตรวจสอบ Panel Schematic Diagram, Alarm และ Interlock
7. ตรวจสอบ DCS Loop Control และ Step Sequence
8. ติดตั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของระบบ DCS
9. ตั้งค่าระบบ DCS
10. ทำการตรวจสอบ I/O (I/O Check) และ Drive Test

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจกระบวนการทำงานของโรงไฟฟ้าถ่านหิน
2. เข้าใจและสามารถอ่าน Logic Function, Graphic และ HMI ของระบบ DCS ของบริษัทมิทซูบิชิ ได้
3. เข้าใจการเขียน Logic Function, Graphic และ HMI ของระบบ DCS ของบริษัทมิทซูบิชิ
4. เข้าใจการทำ Loop Test ของระบบ DCS
5. เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดและควบคุมที่ใช้ในโรงไฟฟ้าถ่านหิน
6. มีตรรกะทางด้านความคิด การวิเคราะห์ แยกแยะและประมวลผลความรู้มากขึ้นกว่าเดิม
7. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
8. ได้รับประสบการณ์ทำงานจากสถานประกอบการจริง

บทที่ 2

หลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าและการควบคุมแบบกระจายส่วน

ในบทที่ 2 หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าและการควบคุมแบบกระจายส่วนจะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎีต่างๆที่ใช้ในโรงไฟฟ้า ตั้งแต่ความรู้โดยทั่วไปของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง รายละเอียดที่ควรทราบเกี่ยวกับระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน หลักการโดยพื้นฐานของอุปกรณ์การวัด ตลอดจนการทำลูปทดสอบ

2.1 หลักการของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Plant) แบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine)

โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Plant) คือ โรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมันเตา ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ เป็นต้น มาต้มน้ำให้เป็นไอความดันสูงไปขับเคลื่อนกังหันให้หมุนเป็นพลังงานกลและต่อเพลาเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่มีแรงดันและความถี่ตามที่กำหนดหรือใช้ความร้อนจากการสันดาปภายในของน้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซลไปจุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้กำเนิดไฟฟ้าได้เช่นกัน โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนสามารถแบ่งแยกออกไปได้หลายรูปแบบและหนึ่งในนั้นคือโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำไปขับเคลื่อนกังหันจนเกิดพลังงานกลที่ใช้สำหรับหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้เกิดพลังงานไฟฟ้า

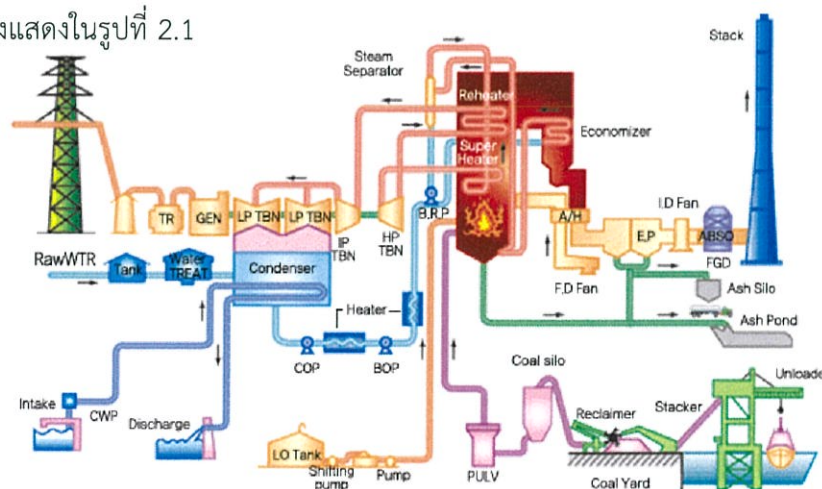
2.1.1 การผลิตกระแสไฟฟ้า

โรงไฟฟ้าบีแอลซีพีใช้ถ่านหินประเภทบิทูมินัส (Bituminous) เป็นเชื้อเพลิง ถ่านหินจะถูกขนส่งผ่านทางเรือและขนถ่ายถ่านหินที่ทำเรือโดย Coal Unloader ที่ติดตั้งอยู่บนท่าเรือ จากนั้นถ่านหินจะถูกลำเลียงผ่านระบบสายพาน (Conveyor Belt) ไปเก็บยังลานกองถ่านหิน (Coal Stockyard) จำนวน 3 กอง ซึ่ง 2/3 กองนั้นจะใช้หมุนเวียน (Active Stock) สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าในแต่ละวันและอีกกองที่เหลือใช้เป็นถ่านหินสำรอง (Dead Stock) ในกรณีที่ขาดแคลนเชื้อเพลิงฉุกเฉิน

จากลานกองถ่านหินถ่านหินจะถูกลำเลียงเข้าสู่โรงไฟฟ้าด้วยระบบสายพานลำเลียงไปยัง Coal Bunker และส่งต่อไปยังเครื่องบดถ่านหิน (Coal Pulverizer) เพื่อบดถ่านหินให้ได้ขนาดตามที่ต้องการก่อนจะส่งไปยังเตาเผา (Boiler Furnace) โดยการไหลผ่านถ่านหินเข้าไป เมื่อถ่านหินไหม้ก็จะคายพลังงานความร้อนออกมา และถ่ายเทให้กับน้ำที่อยู่ภายในท่อรอบๆผนังเตา น้ำที่ใช้จะต้องเป็นน้ำที่กำจัด

แร่ธาตุต่างๆออกแล้ว (Demineralized Water) เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะร้อนขึ้นจนเดือดและน้ำบางส่วนจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ อุปกรณ์ที่เรียกว่า Boiler Drum ซึ่งติดตั้งอยู่ส่วนบนของเตาเผา จะทำหน้าที่แยกไอน้ำและน้ำออกจากกัน ส่วนที่เป็นน้ำจะกลับไปรับความร้อนจากเตาเผาอีกครั้งหนึ่ง ส่วนที่เป็นไอน้ำจะไปผ่าน Superheat Coil เพื่อเพิ่มอุณหภูมิและความดันให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในการขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ไอน้ำเมื่อผ่านกังหันจะคายพลังงานให้ตัวกังหันทำให้กังหันหมุน กังหันจะต่อเข้ากับแกนร่วมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เมื่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน สนามแม่เหล็กจะหมุนไปตัดกับขดลวดที่อยู่ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น กระแสไฟฟ้าส่วนนี้จะถูกยกระดับแรงดันขึ้นด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า (Generator Transformer) เพื่อให้แรงดันไฟฟ้าเหมาะสมต่อการส่งกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) ต่อไป ไอน้ำที่ผ่านกังหันไอน้ำแล้วจะมีอุณหภูมิและความดันลดลงจะถูกควบแน่นให้กลายเป็นน้ำภายในเครื่องควบแน่น (Condenser) เพื่อส่งกลับไปรับความร้อนในห้องเผาไหม้ต่อไป

กระบวนการเผาไหม้ของถ่านหินจะเกิดขี้เถ้าขึ้นหลังจากเผาไหม้ภายในห้องเผาไหม้ ขี้เถ้าส่วนที่มีน้ำหนักมากจะตกลงสู่ด้านล่างของเตาซึ่งเรียกว่า ถ่านหินก้น (Bottom Ash) ขี้เถ้าส่วนที่มีน้ำหนักเบาจะเรียกว่า ถ่านลอย (Fly Ash) จะลอยขึ้นไปกับอากาศที่ถูกเผาไหม้แล้ว (Flue Gas) ส่วนบนของเตาเผาไหม้ ขี้เถ้าส่วนนี้จะถูกดักจับด้วยเครื่องดักจับฝุ่นระบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator; ESP) และเนื่องจากในถ่านหินจะมีส่วนประกอบของกำมะถันปะปนอยู่เมื่อเกิดกระบวนการเผาไหม้ กำมะถันนี้จะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) อุปกรณ์ Sea Water Desulfurization (Sea Water FGD) ได้ถูกติดตั้งเพื่อดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนที่จะปล่อยสู่บรรยากาศผ่านทางปล่อง (Chimney) ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน (Thermal Power Plant) แบบกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

2.1.2 เครื่องจักรหลักที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

2.1.2.1 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler)

โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแต่ละโรงจะประกอบไปด้วยเครื่องกำเนิดไอน้ำขนาดใหญ่ 1 เครื่อง ชนิด Sub-critical single drum face circulation และ Balance draft type เผาไหม้ถ่านหินที่ถูกบดย่อย (Pulverize coal) ติดตั้งเครื่องดักจับฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator) เพื่อกำจัดฝุ่นและระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ (Sea Water FGD) เพื่อบำบัดก๊าซ SO₂ และลดปริมาณ NO_x โดยมีระบบเผาไหม้ที่ควบคุมการเกิด NO_x ด้วยอุปกรณ์จ่ายอากาศแบบ Separate Over Fire Air

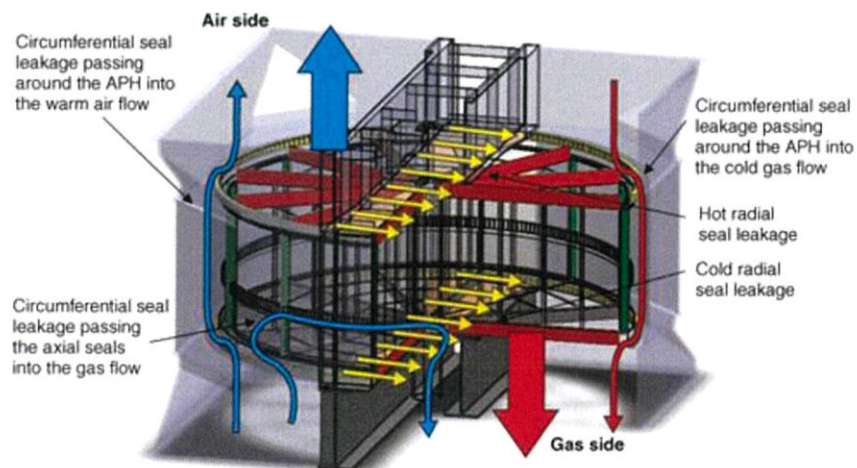
เครื่องกำเนิดไอน้ำจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

- ระบบเชื้อเพลิง

ส่วนเผาไหม้ถ่านหินในแต่ละชั้นจะรับถ่านหินที่ถูกบดย่อยจากอุปกรณ์บดย่อย (Pulverizer) ซึ่งเป็นแบบ Vertical Roller Type โดยจะมีอุปกรณ์ Coal Bunker เป็นตัวบ่อนถ่านหินเข้าสู่อุปกรณ์บดย่อย ระบบเชื้อเพลิงที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจะติดตั้งไว้สำหรับการ Start up ระบบ และเป็นระบบสำรองเมื่อเกิดสภาวะ Low Load

- ระบบอากาศ

ระบบอากาศจะประกอบไปด้วยอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้และไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยจะถูกดูดออกผ่านปล่องรวมที่มีความสูง 200 เมตร โดยมี force draft fan 2 ตัว เป็นพัดลมเป่าอากาศเข้าห้องเผาไหม้และมี Induce Draft Fan 2 ตัวเป็นพัดลมดูดอากาศออกจากห้องเผาไหม้ ติดตั้ง Rotary Air Preheater ดังรูปที่ 2.2 จำนวน 2 ตัว เพื่อนำความร้อนจากไอเสียมาอุ่นอากาศก่อนที่จะเข้าไปในส่วนเผาไหม้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้

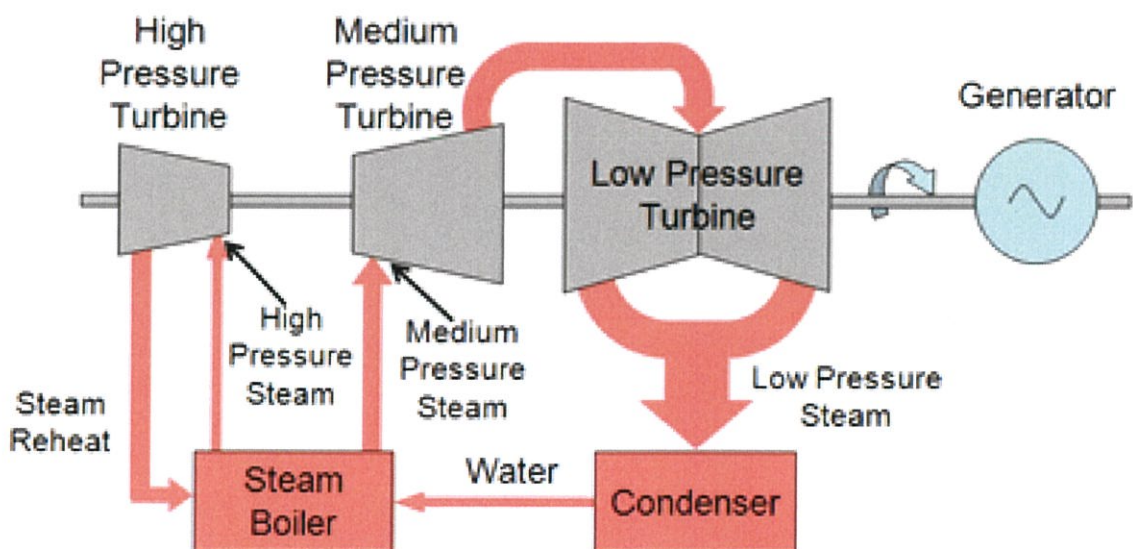


รูปที่ 2.2 Rotary Air Preheater

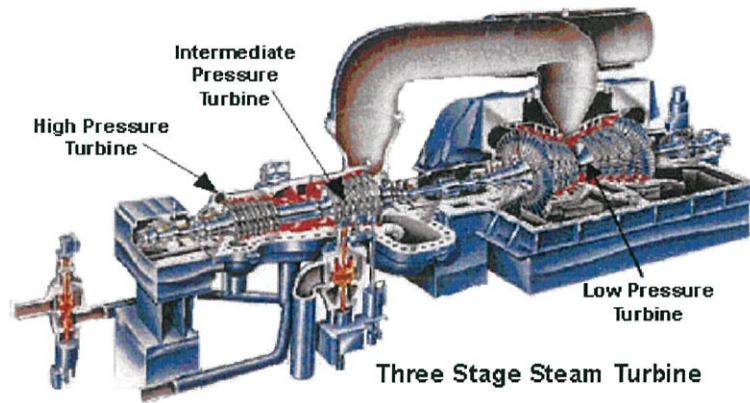
ห้องเผาไหม้ถูกออกแบบเป็น Single Vertex มีขนาดใหญ่เพื่อลดปริมาณ NO_x ที่เกิดจากการเผาไหม้ได้ 60% เมื่อเปรียบเทียบกับหม้อน้ำแบบธรรมดา ในการทำงานของเครื่องกำเนิดไอน้ำแบบนี้จะมีขั้นตอนการเผาไหม้แบบ Sub-stoichiometric ขนาดใหญ่ คือ ในโซนนี้จะมีออกซิเจนสำหรับการเผาไหม้เพียง 0.9 เท่าของค่าที่คำนวณได้จากสมการ stoichiometric วิธีการนี้จะทำให้เกิดการขาดออกซิเจนสำหรับการเผาไหม้ในระยะหนึ่งทำให้อุณหภูมิของเปลวไฟ (peak flame) ลดลงจากปกติ $1,500^\circ\text{C}$ ลดลงเป็น $1,300^\circ\text{C}$ และทำให้อุณหภูมิไม่สูงถึงระดับการเกิด NO_x (NO_x เกิดจากการออกซิเดชันของก๊าซไนโตรเจนที่ปนอยู่ในอากาศ) ขนาดของเครื่องกำเนิดไอน้ำที่ใหญ่ทำให้สภาวะการขาดออกซิเจนเกิดได้นานเพียงพอ ก่อนที่จะมีการเติมอากาศครั้งที่ 2 เพื่อให้การเผาไหม้สมบูรณ์ นอกจากนี้ไนโซนขาดออกซิเจนนี้ NO_x ที่เกิดขึ้นจากไนโตรเจนที่ปนมากับเชื้อเพลิงจะสลายตัวให้ออกซิเจนออกมาบางส่วนเพื่อช่วยในกระบวนการเผาไหม้ แล้วกลายเป็นก๊าซไนโตรเจนและน้ำระเหยออกไป การลด NO_x ในหม้อน้ำแบบนี้เพื่อให้การเผาไหม้มีความสมบูรณ์ที่สุด ขั้นตอนการเติมอากาศเข้าไปในห้องเผาไหม้และในการขั้นที่ 2 จะถูกควบคุมด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งเชื่อมต่อกับระบบตรวจวัดปริมาณ NO_x

2.1.2.2 กังหันไอน้ำ (Steam Turbine)

กังหันไอน้ำเป็นแบบ Single Reheat, Condensing Tandem Compound Type, Three Cylinders Combined HP/IP and 2LP designed with a quadruple exhaust ส่วนเพลลา (Shaft) ของกังหันไอน้ำจะถูกต่อเป็นเพลลาเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า วัฏจักรของกังหันไอน้ำจะแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วัฏจักรของกังหันไอน้ำ

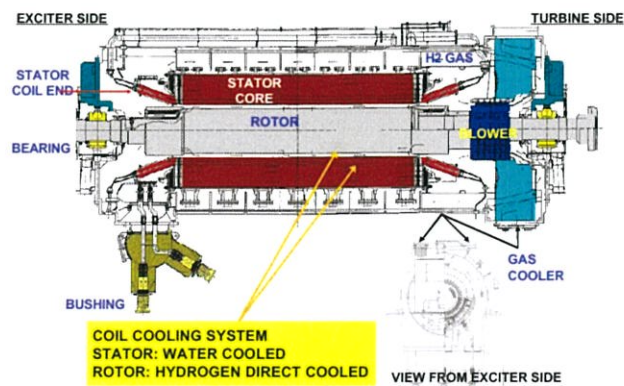


รูปที่ 2.4 กังหันไอน้ำ

กังหันไอน้ำดังรูปที่ 2.4 ถูกออกแบบให้มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูง ประกอบด้วย Horizontal Main Stop Valve, Governing Valve, Reheat Stop Valve, Intercept Valve และ อุปกรณ์ Safety Device เพื่อป้องกันกังหันไอน้ำหมุนด้วยความเร็วเกินกำหนด (Over Speed) ในกรณี กังหันไอน้ำหมุนเร็วกว่าค่าที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัย (Safety Device) จะทำให้วาล์วควบคุม ไอน้ำปิดลงและตัดไม่ให้ไอน้ำไปขับกังหันไอน้ำ

2.1.2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

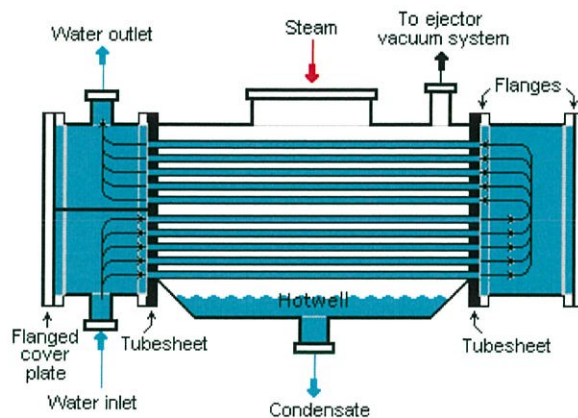
เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นแบบไร้แปรงถ่าน (Brushless Exciter) ดังรูปที่ 2.5 ระบายความร้อนด้วย น้ำและก๊าซไฮโดเจน ขนาดแรงดัน 19 กิโลโวลต์ ความถี่ 50 Hz มีอุปกรณ์ Cylindrical Rotor 2 pole 3 เฟส ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที (RPM) กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะส่งไปยัง Main Generator Transformer โดยผ่าน Isolate Phase Busduct เพื่อยกระดับแรงดันจาก 19 กิโลโวลต์ ให้เป็น 500 กิโลโวลต์ และส่งต่อไปยังลานไก (Switchyard) ซึ่งเป็นจุดเชื่อมกับระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าของการไฟฟ้า ฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย



รูปที่ 2.5 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

2.1.2.4 เครื่องควบแน่น (Condenser)

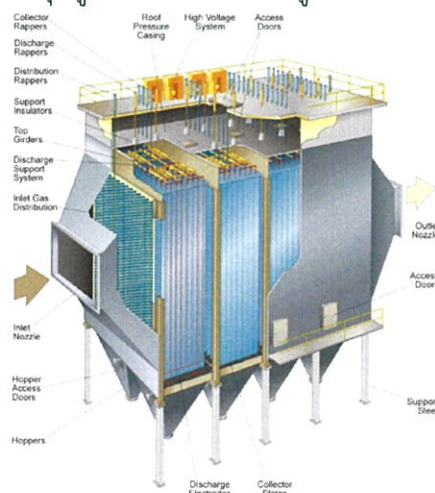
เครื่องควบแน่นของแต่ละหน่วยอุปกรณ์เป็นแบบ Horizontal Radial Flow One-pass, surface cooling type with divided water box และ Turbine exhaust inlet-hoot อยู่ด้านบน ติดตั้ง Vacuum pump 3 ตัว เพื่อดูดอากาศและก๊าซที่ไม่ควบแน่นออกจากเครื่องควบแน่นใน condenser water boxes จะเคลื่อนด้วยยางเพื่อป้องกันการกัดกร่อน ส่วนท่อควบแน่นจะทำด้วยโลหะไททาเนียม และมีระบบ On-line ball cleaning equipment สำหรับทำความสะอาดเครื่องควบแน่นอัตโนมัติ ดังรูป 2.6



รูปที่ 2.6 เครื่องควบแน่น

2.1.2.5 เครื่องดักจับฝุ่นระบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator; ESP)

ระบบ ESP ประกอบด้วย 2 ชุดต่อเครื่องกำเนิดไออน้ำ 1 ตัว เป็น Rigid frame out-door type fourfield มีประสิทธิภาพในการดักจับฝุ่นสูงมากกว่า 99% ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 เครื่องดักจับฝุ่นระบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator; ESP)

2.1.2.6 ระบบดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization)

ระบบนี้ใช้ Flakt Seawater Washing FGD โดยแต่ละหม้อน้ำจะติดตั้งหอดูดซับ (absorber tower) ชนิดเดี่ยว ไอเสียจากแต่ละหม้อน้ำ (flue gas) ประมาณ 70% จะถูกสูบออกไปผ่าน Induced Draft Fans เข้าสู่อุปกรณ์ดูดซับ (absorber) ไอเสียเหล่านี้จะถูกปรับให้เย็นโดยอุปกรณ์ quenchers ก่อนจะเข้าสู่อุปกรณ์ดูดซับ ซึ่งเมื่อผ่านเข้าไปแล้ว ไอเสียจะไหลสวนทางไปเจอกับกระแสน้ำทะเลที่ไหลเข้ามาผ่าน Tower Packing ก๊าซ SO₂ ในไอเสียจะทำปฏิกิริยากับสภาพต่างในน้ำทะเล ไอเสียที่ได้รับการบำบัดแล้วจากแต่ละหอดูดซับจะถูกทำให้ร้อนขึ้นอีกครั้ง โดยการรวมกับไอเสียจากหม้อน้ำที่ยังไม่ได้รับการบำบัดและปล่อยสู่บรรยากาศทางปล่องในการใช้เทคโนโลยีแบบ Seawater Washing FGD นี้ จะต้องใช้ Absorber internal seawater/Flue gas contacting surface กับ Tower ชนิด Packed Type

น้ำทะเลที่ใช้ในระบบ FGD จะเป็นน้ำทะเลที่ระบายออกจากเครื่องควบแน่นแล้วนำเข้าสู่ระบบดูดซับ (แบบ once-through basis) เพื่อดึงก๊าซ SO₂ ออกจากไอเสีย ซึ่งจะทำให้น้ำทะเลที่เป็นกรดมีสารซัลไฟด์เป็นส่วนประกอบ การเพิ่มค่าพีเอชของน้ำที่ผ่านการดักจับก๊าซ SO₂ นั้น ทำได้โดยนำน้ำเข้าไปในบ่ออัดอากาศ (Aeration Pond) อากาศจะถูกอัดเข้าไปในของเหลวเพื่อให้ออกซิเจนออกซิไดซ์สารซัลไฟด์จนกลายเป็นซัลเฟตและไล่ก๊าซ CO₂ จากนั้นค่าพีเอชจะเพิ่มขึ้นจนอยู่ในระดับที่เป็นกลางแล้วนำไปผสมกับน้ำทะเลส่วนที่เหลือจากเครื่องควบแน่น ซึ่งยังไม่ได้ผ่านการดักจับก๊าซ SO₂ เพื่อส่งไปยังทางออกสู่น้ำทะเล (Out Fall)

อุปกรณ์ที่มามีการทำงานด้วยการหมุนเป็นส่วนใหญ่และเป็นส่วนประกอบของระบบ FGD คือ พัดลมอากาศ (Aeration Fans) และ Absorber Pumps แต่ละหน่วยจะประกอบด้วยพัดลมอัดอากาศ และ Booster Pumps 3 เครื่องใช้งานตามปกติ 2 เครื่อง อีก 1 เครื่องสำหรับ Standby

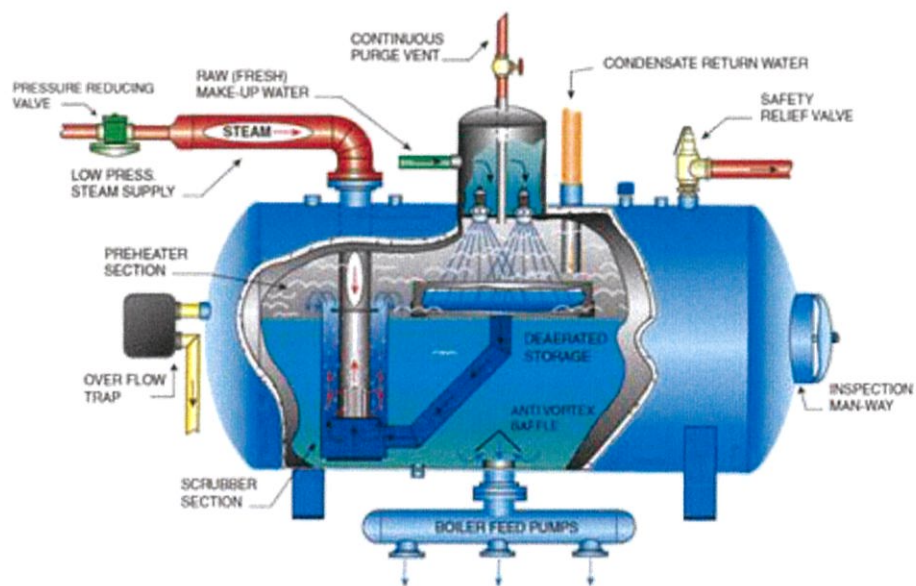
2.1.3 วัฏจักรการทำงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า (Plant Cycle)

ไอน้ำที่ออกจาก LP Turbine จะถูกควบแน่นเป็นน้ำรวมอยู่ใน condenser hotwell โดยใช้ น้ำทะเลเป็นตัวหล่อเย็น (once through cooling) น้ำซึ่งอยู่ใน condenser hotwell จะถูกสูบผ่านไปยัง gland condenser, low pressure heater เป็นการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำก่อนที่น้ำจะผ่านเข้าไปยังเครื่องดึงอากาศ (de-aerator) จากนั้นน้ำร้อนจะถูกสูบจากเครื่องดึงอากาศ (de-aerator) ดังรูปที่ 2.8 โดย Turbine driven boiler feed pump เข้าสู่ Boiler drum โดยผ่าน high pressure heater และ economizer ดังรูปที่ 2.9 เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ น้ำร้อนอีกครั้งหนึ่งก่อนจะนำไปต้มภายในหม้อต้มน้ำ

Boiler Drum มีหน้าที่แยกน้ำและไอน้ำออกจากกัน โดยไอน้ำจะไหลผ่านเข้าไปยัง super heater coil ส่วนที่เป็นน้ำร้อนจะถูกสูบและไหลเวียนรับความร้อน ไอน้ำที่เข้าไปยัง super heater coil รับความร้อนจากภายในห้องเผาไหม้เพื่อให้ไอน้ำที่จะนำไปหมุนกังหันไอน้ำมีอุณหภูมิและความดันสูง (การควบคุมอุณหภูมิในชุด super heater coil ใช้ spray ลดความร้อน ในกรณีอุณหภูมิสูงมากกว่าค่าที่กำหนด)

ไอน้ำหลัก (Main Stream) ที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงเป็น superheat steam (ค่าที่กำหนด) จะวิ่งผ่าน governor control valves เพื่อควบคุมปริมาณไอน้ำให้ไหลเข้าไปหมุนกังหันไอน้ำ (HP Turbine) ไอน้ำที่ผ่านเข้าสู่ HP Turbine จะถ่ายเทพลังงานให้กับกังหันไอน้ำและจะถูกนำกลับมาเพิ่มความร้อนใหม่ (Reheat) ในห้องเผาไหม้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิก่อนที่จะเข้าสู่ IP Turbine และ LP Turbine เมื่อไอน้ำกลับเข้าไปหมุน IP Turbine แล้วจะวิ่งผ่านท่อ cross over pipe ต่อไปยัง LP Turbine จากนั้นก็ไหลลงสู่เครื่องควบแน่นและกลั่นตัวเป็นน้ำ

จากการที่เพลลาของกังหันไอน้ำต่อเป็นเพลลาเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันไอน้ำหมุนก็จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าขึ้นมาได้ และกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะวิ่งไปบน conductor ซึ่งอยู่ใน Isolate Phase Busduct ต่อไปยังหม้อแปลงไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้าจะเพิ่มแรงดันขึ้นเป็น 500 กิโลโวลต์ ส่งผ่านเข้าลานไกซึ่งอยู่ในโรงไฟฟ้า เพื่อป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ที่เดินสายส่งมารับกระแสไฟฟ้าที่ลานไก (switchyard) ของโรงไฟฟ้า



รูปที่ 2.8 เครื่องดึงอากาศ (de-aerator)



รูปที่ 2.9 Economizer

2.2 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distribution Control System)

ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน คือ ระบบควบคุม (Control) และเฝ้าดู (monitor) ที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมดและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมีคอลทั้งหลาย และระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนนั้นยังมีความเสถียรภาพและความแม่นยำค่อนข้างสูงจึงเป็นที่นิยมในภาคอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น

2.2.1 ข้อดีของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

ข้อดีของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนมีดังต่อไปนี้

1. สามารถควบคุมกระบวนการผลิตต่างๆได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ลดเวลาและมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้แรงงานคนหลายเท่าตัว
2. สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์การวัดและควบคุม เช่น ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ (Temp Transmitter) ทรานสมิตเตอร์วัดแรงดัน (Pressure Transmitter) ทรานสมิตเตอร์วัดระดับของเหลว (Level Transmitter) เครื่องวัดระดับการไหล (Flow Transmitter) คอนโทรลวาล์ว ปัม หรือมอเตอร์ เป็นต้น
3. สามารถมีการเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ เช่น PLC FSC เป็นต้น และยังสามารถควบคุมหรือ Monitor ระยะไกล (SCADA) ผ่านเครือข่ายชนิดต่างๆเช่นสัญญาณไร้สาย (wireless) หรือดาวเทียมได้อีกด้วย
4. สามารถแจ้งเตือนได้บนหน้าจอคอมพิวเตอร์และรูปแบบของสัญญาณเสียงเมื่อมีความผิดปกติของกระบวนการผลิตเกิดขึ้น
5. ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนยังมีฟังก์ชันเก็บข้อมูล (History) เพื่อให้สามารถย้อนกลับ

ไปดูข้อมูล (Trend) ต่างๆของกระบวนการผลิตในอดีตที่นำมาและนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตในอนาคตได้

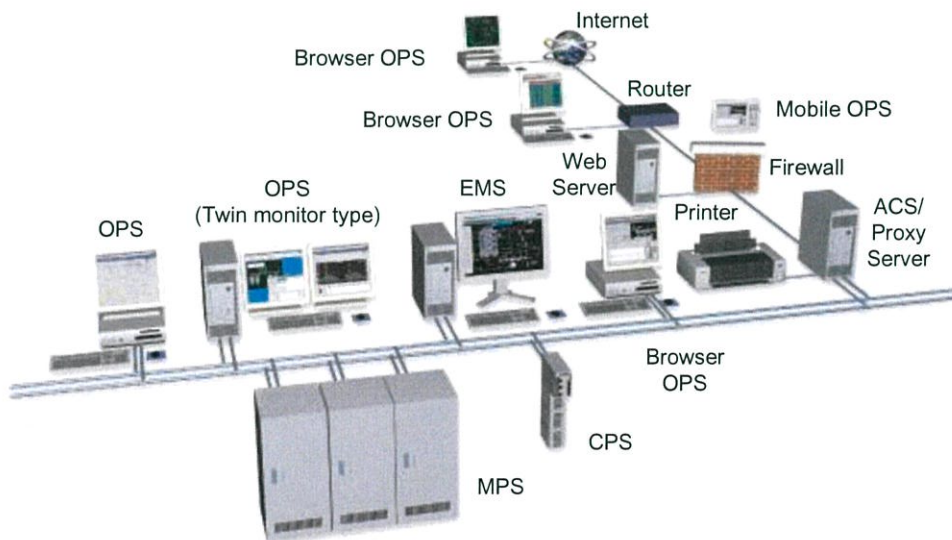
2.2.2 ข้อเสียของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน

ข้อเสียของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนมีดังต่อไปนี้

1. ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนเป็นระบบที่ค่อนข้างใหญ่และมีความซับซ้อนจึงจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นในการตรวจสอบเมื่อระบบเกิดปัญหา
2. อะไหล่ของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้นจึงอาจใช้เวลาในการสั่งซื้อแต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่จะสั่งซื้อมาเก็บไว้เป็นสเปร์ไว้ล่วงหน้า
3. มีราคาค่อนข้างแพง

2.3 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนของ Mitsubishi Hitachi Power System

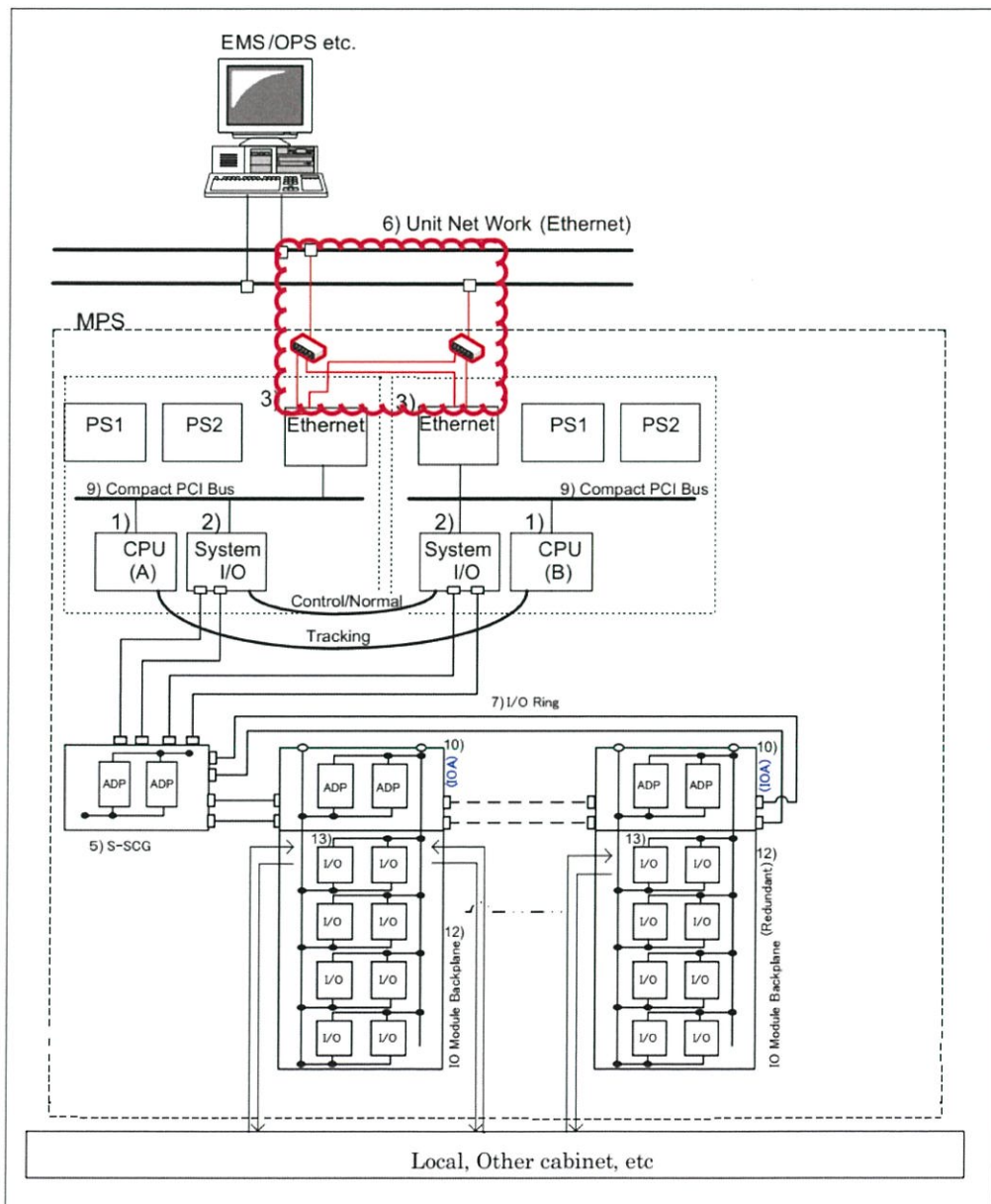
ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนที่โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ใช้งานอยู่ คือ ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนของ MHPS ซึ่งมีตัวโปรแกรมชื่อว่า DIASYS Netmation (Digital Intelligent Automation System) ซึ่งองค์ประกอบโดยรวมของ DIASYS Netmation ดังรูปที่ 2.10 เป็นระบบเครือข่ายแบบบูรณาการซึ่งติดต่อกับระบบอื่นๆ ผ่านทางเครือข่าย ได้แก่ Operator Station (OPS), Engineering Maintenance Station (EMS) และ Multi Process Station (MPS) รวมถึง I/O Cards ของกระบวนการต่างๆ นอกจากนี้ระบบยังสามารถเชื่อมต่อกับ OPC, DeviceNet และ Modbus ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.10 ภาพรวมระบบ DIASYS Netmation

2.3.1 Multiple Process Station (MPS)

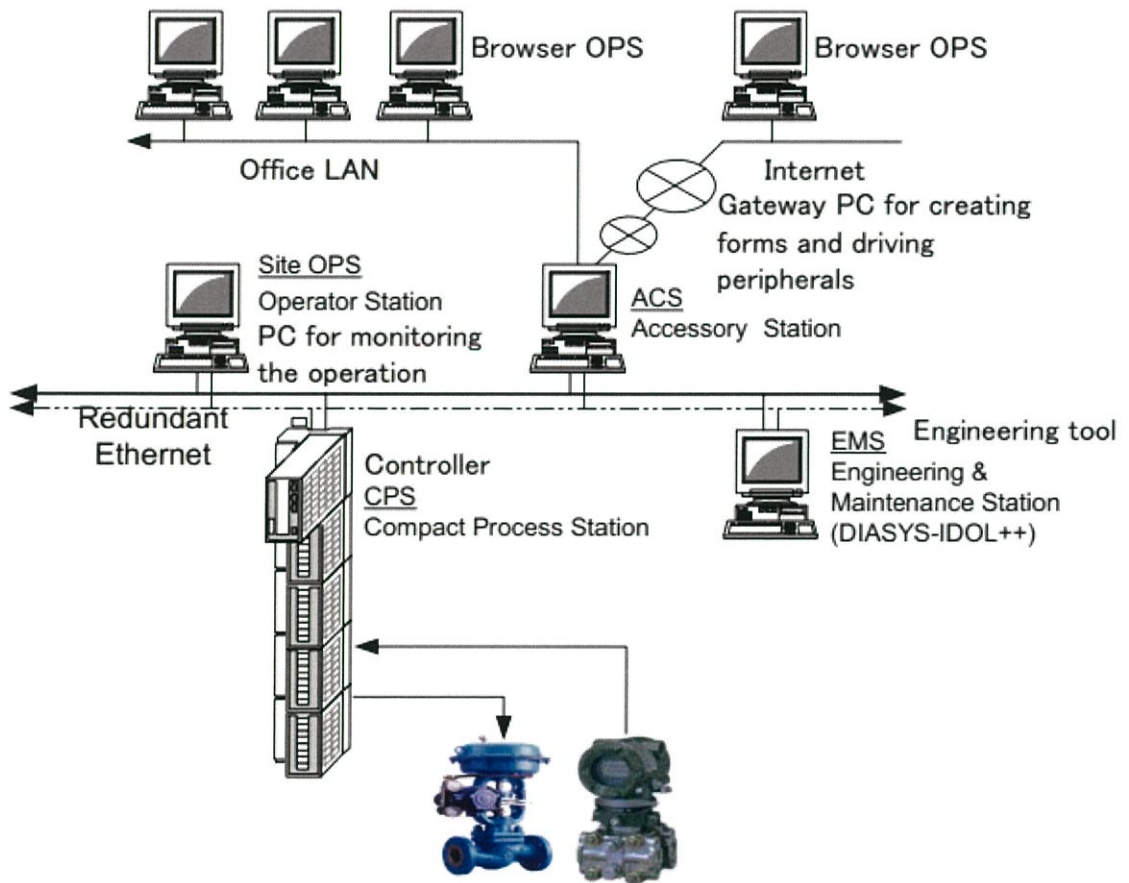
Multiple Process Station ดังรูปที่ 2.11 คือ ระบบการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติและการประมวลผลอินพุตและเอาต์พุตที่มีความสามารถในการประมวลผลคณิตศาสตร์ขั้นสูงที่ช่วยให้สามารถรองรับการทำงานที่หลากหลายซึ่งต้องการการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น turbine governor control, automatic boiler control ตลอดจนการเริ่มต้นและหยุดการทำงานของกระบวนการโดยอัตโนมัติ และยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบพีแอลซีซึ่งทำให้สามารถควบคุมได้ทั้งกระบวนการโดยผ่านทาง Foundation FIELDBUS ผ่านคอนโทรลเน็ต



รูปที่ 2.11 ภาพรวมของ Multiple Process Station

2.3.2 Compact Process Station (CPS)

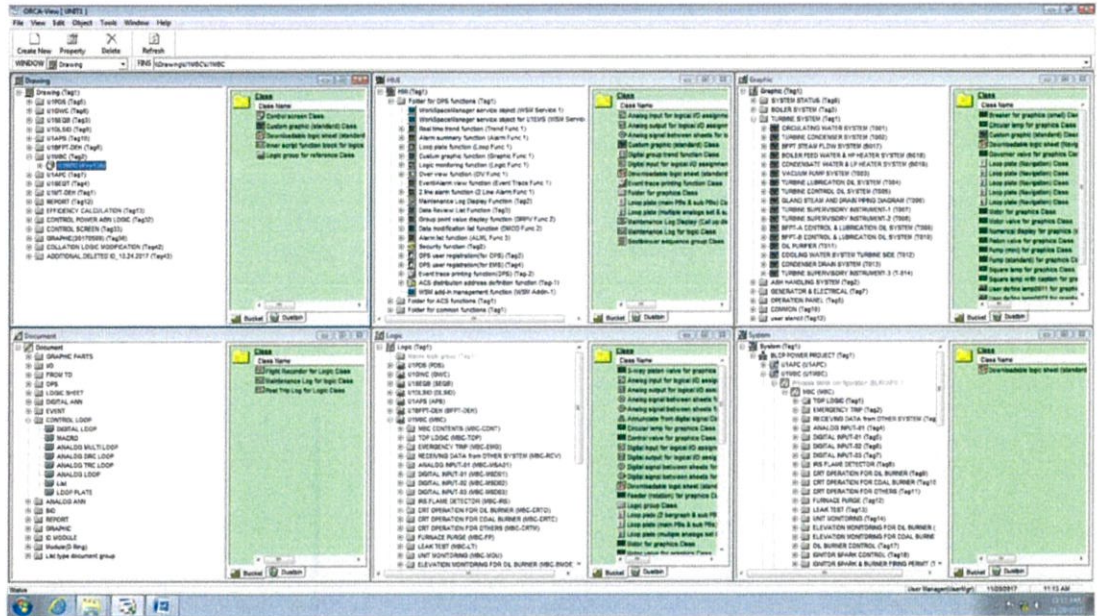
Compact Process Station ดังรูปที่ 2.12 คือ สถานีควบคุมขนาดเล็กที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ CPS มักจะใช้ในการควบคุมระบบเล็กๆ อย่างเช่น หม้อไอน้ำ ซึ่งสามารถวิเคราะห์การทำงานการสั่นสะเทือนของกังหันก๊าซหรือจุดอื่นๆที่มีอินพุทและเอาต์พุทใช้โมดูลตัวเดียวกันกับ MPS CPS และ MPS สามารถอยู่ในระบบเดียวกันได้



รูปที่ 2.12 ภาพรวมของ Compact Process Station

2.3.3 Engineering Maintenance Station (EMS)

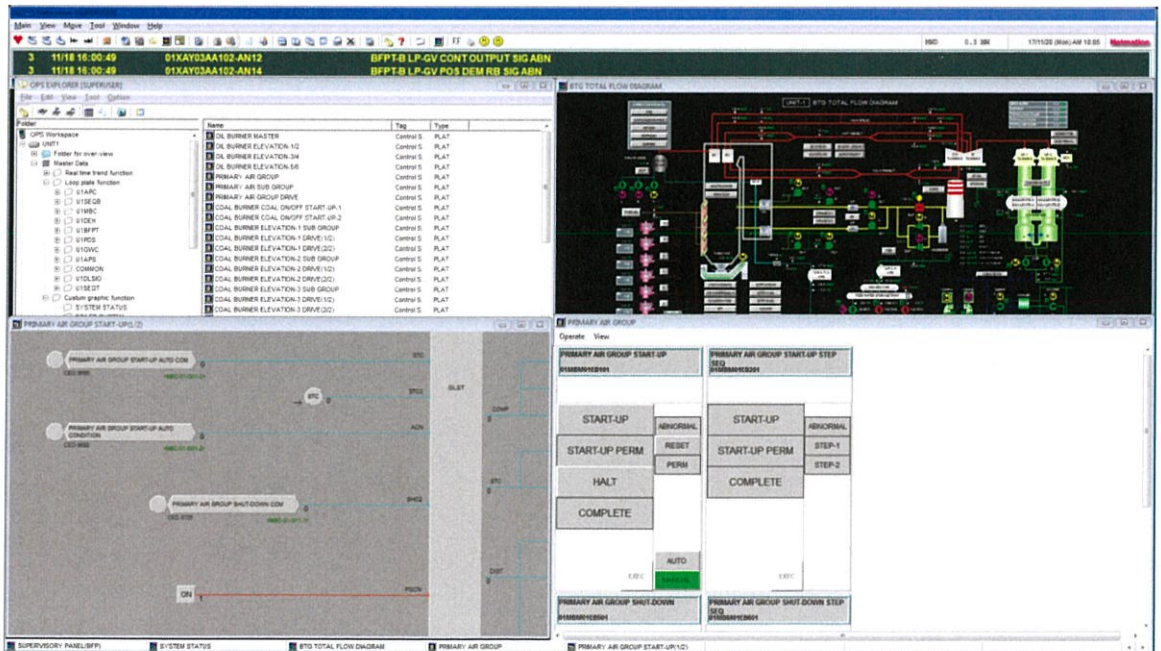
Engineering Maintenance Software เป็นระบบที่ใช้แก้ไขและเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในกระบวนการ ดังรูปที่ 2.13 เช่น การตั้งค่าเครื่องมือวัดเพื่อควบคุมกระบวนการระบบ EMS ยังสามารถใช้ในการเขียนลอจิก ออกแบบกราฟฟิค ดูแนวโน้มของกราฟรวมถึงการ configure ค่าของทั้งระบบ ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์ชื่อว่า DIASYS-IDOL++ ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำให้รวมข้อมูลจากระบบอื่นๆ อย่างเช่น ลอจิกกราฟฟิค มาทำงานด้วยกัน



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างหน้าการทำงาน EMS

2.3.4 Operator Station (OPS)

Operator Station คือ ระบบ HMI (Human Machine Interface) ที่ใช้สำหรับสังเกตการณ์ และควบคุมกระบวนการ หน้าจอที่ใช้ในการสังเกตการณ์และควบคุมกระบวนการเป็นดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างหน้าการทำงานของ OPS (WSManager)

2.3.5 Accessory Station (ACS)

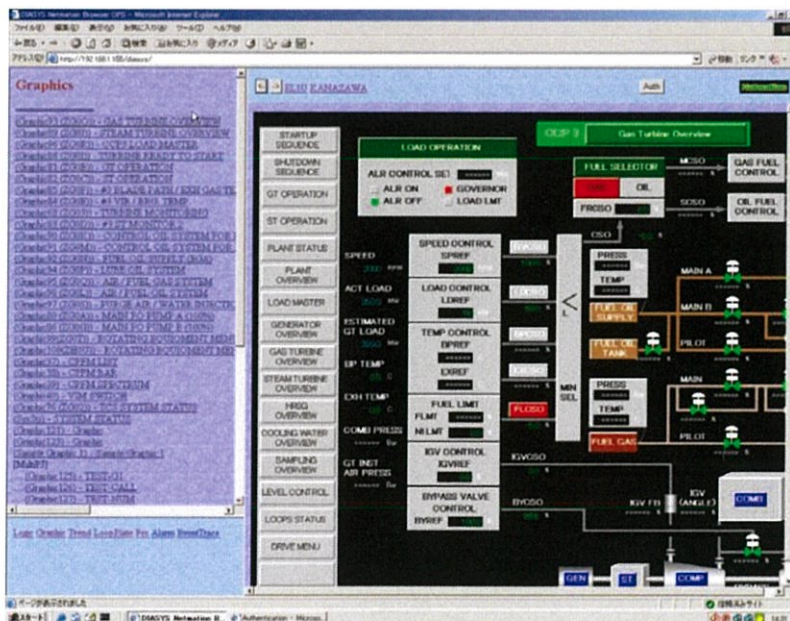
Accessory Station จะเก็บและจัดการข้อมูลทุกอย่างของระบบ เช่น บันทึกการแจ้งเตือนต่างๆ ดังรูปที่ 2.15

DATA No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TAG No	EXCHCRCE01	EXCHCRCE02	EXCHCRCE03	EXCHCRCE04	EXCHCRCE05	EXCHCRCE06	EXCHCRCE07	EXCHCRCE08	EXCHCRCE09	EXCHCRCE10	EXCHCRCE11
SERVICE NAME	GENERATOR OUTPUT	GENERATOR FREQUENCY	GENERATOR POWER FACTOR	GENERATOR REACTIVE POWER (VAR)	GENERATOR VOLTAGE (A-B PHASE)	GENERATOR CURRENT (A PHASE)	GENERATOR VOLTAGE (B-C PHASE)	GENERATOR CURRENT (B PHASE)	GENERATOR VOLTAGE (C-A PHASE)	GENERATOR CURRENT (C PHASE)	GENERATOR kWh
LRST MANAGEMENT VALUE	Hz	Hz	LEAD/0.5 LAG/0.5	LEAD/500 LAG/500	VV	AA	VV	AA	VV	AA	MIN/PAL/50
1:00	0-1200	55-85			0-35	0-30	0-35	0-30	0-35	0-30	
2:00											
3:00											
4:00											
5:00											
6:00											
7:00											

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการบันทึกของ ACS

2.3.6 Browser Operator Station (Browser OPS)

Browser Operator Station เป็น browser (WSManager) ดังรูปที่ 2.16 ที่สามารถเข้าดูการทำงานของกระบวนการได้เช่นเดียวกับ OPS แต่ไม่สามารถสั่งการได้



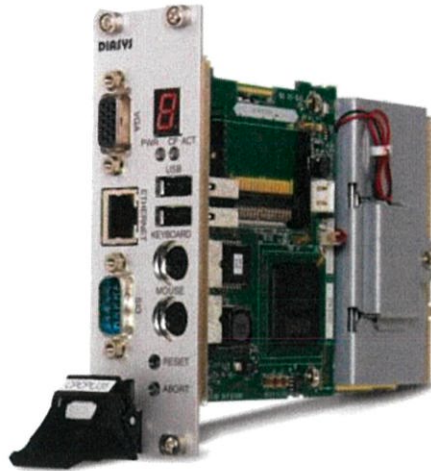
รูปที่ 2.16 ตัวอย่างหน้าจอกกราฟิกเปิดผ่านเบราว์เซอร์

2.4 Multiple Process Station (MPS)

2.4.1 ส่วนประกอบและโครงสร้างของ MPS (Hardware and Architect) มีดังนี้

2.4.1.1 การ์ดประมวลผล (CPU Card)

การ์ดประมวลผล ดังรูปที่ 2.17 ทำหน้าที่ควบคุมการคำนวณรอบการทำงานที่ถูกกำหนดไว้ ตัวโปรแกรมจะถูกบันทึกไว้ในการ์ดประมวลผล การ์ดประมวลผลนี้จะถูกติดตั้งที่ CPU CHASSIS



รูปที่ 2.17 การ์ดประมวลผล

2.4.1.2 การ์ดระบบอินพุทเอาต์พุท (System I/O Card)

ระบบการ์ดอินพุท ดังรูปที่ 2.18 เอาท์พุทจะแสดงสถานะของการ์ดประมวลผลและควบคุมการส่งถ่ายข้อมูลจากการ์ดประมวลผลไปหน่วยประมวลผลที่รอไว้ ถ้าหากหน่วยประมวลผลที่ทำงานเกิดปัญหาจะเกิดจากซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ การ์ดระบบอินพุทเอาต์พุทนี้จะถูกติดตั้งที่ CPU CHASSIS



รูปที่ 2.18 การ์ดระบบอินพุทเอาต์พุท

2.4.1.3 การ์ดอีเธอร์เน็ต (Ethernet Card)

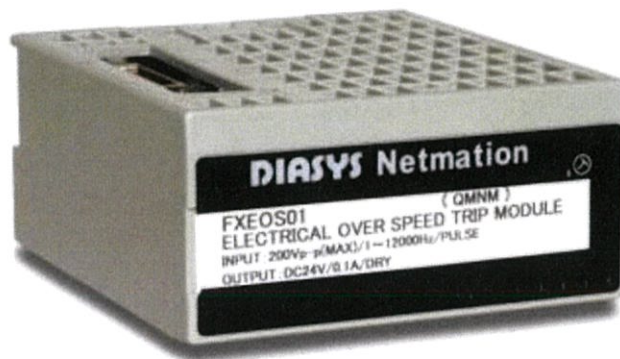
อีเธอร์เน็ตการ์ด ดังรูปที่ 2.19 เป็นการ์ดติดต่อสื่อสารของ MPS ถึง OPS และ EMS ซึ่งใช้สาย LAN ในการเชื่อมต่อ มีความเร็วในการเชื่อมต่อ 100 Mbps การ์ดอีเธอร์เน็ตจะถูกติดตั้งใน CPU CHASSIS



รูปที่ 2.19 การ์ดอีเธอร์เน็ต

2.4.1.4 การ์ดคอนโทรลเน็ต (ControlNet Card)

การ์ดคอนโทรลเน็ต ดังรูปที่ 2.20 ใช้คอนโทรลเน็ต (ระบบการติดต่อสื่อสาร) ของ Rockwell Automation จาก USA เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับอิเล็กทรอนิกส์โมดูล เพื่อใช้ในการสำรองหน่วยประมวลผล การ์ดนี้ใช้เฉพาะกับตู้ควบคุมอุปกรณ์พิเศษอย่างเช่น EOST, SVL เป็นต้น



รูปที่ 2.20 การ์ดคอนโทรลเน็ต

2.4.1.5 Super-SCG Module (super scanner gateway module)

Super-SCG Module ดังรูปที่ 2.21 เป็นโมดูลหลักในการเชื่อมต่อระหว่างการ์ดของระบบอินพุทเอาท์พุทและ I/O ring (SCG)



รูปที่ 2.21 Super-SCG Module

2.4.1.6 หน่วยเครือข่าย (Unit Network)

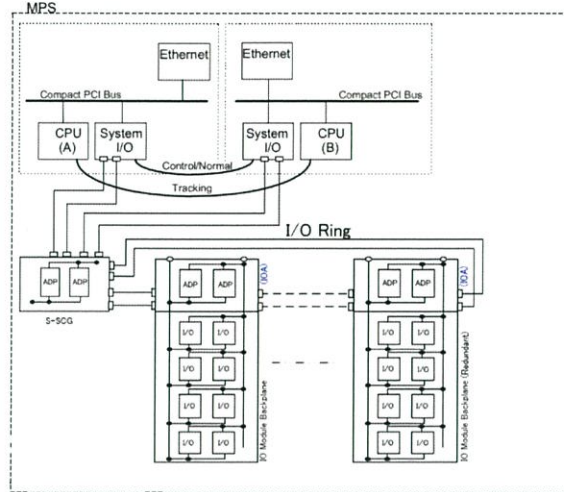
หน่วยเครือข่าย ดังรูปที่ 2.22 คือ เครือข่ายหลักที่เชื่อมต่อกับของ MPS และ MPS เครื่องอื่นๆ เช่น OPS, EMS และ ACS และมีการสำรองเครือข่ายเพื่อความน่าเชื่อถือ



รูปที่ 2.22 หน่วยเครือข่าย

2.4.1.7 Local Network (I/O Ring)

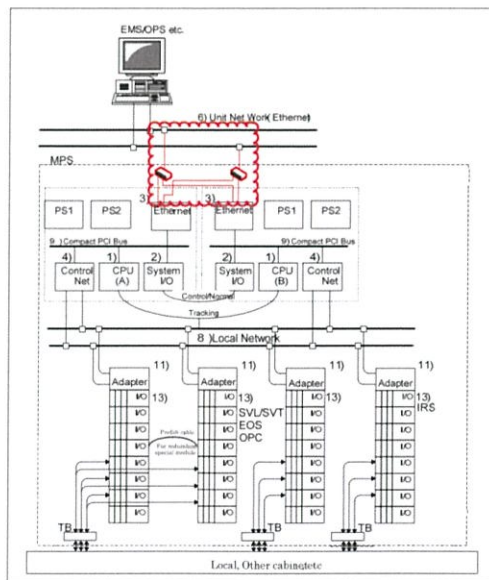
I/O ring (SCG) ดังรูปที่ 2.23 เป็นการเชื่อมต่อภายใน MPS เพื่อให้ I/O โมดูล ติดต่อสื่อสารกับหน่วยประมวลผลผ่าน S-SCG และ I/O Adapter



รูปที่ 2.23 การเชื่อมต่อ I/O Ring

2.4.1.8 Local Network (ControlNet)

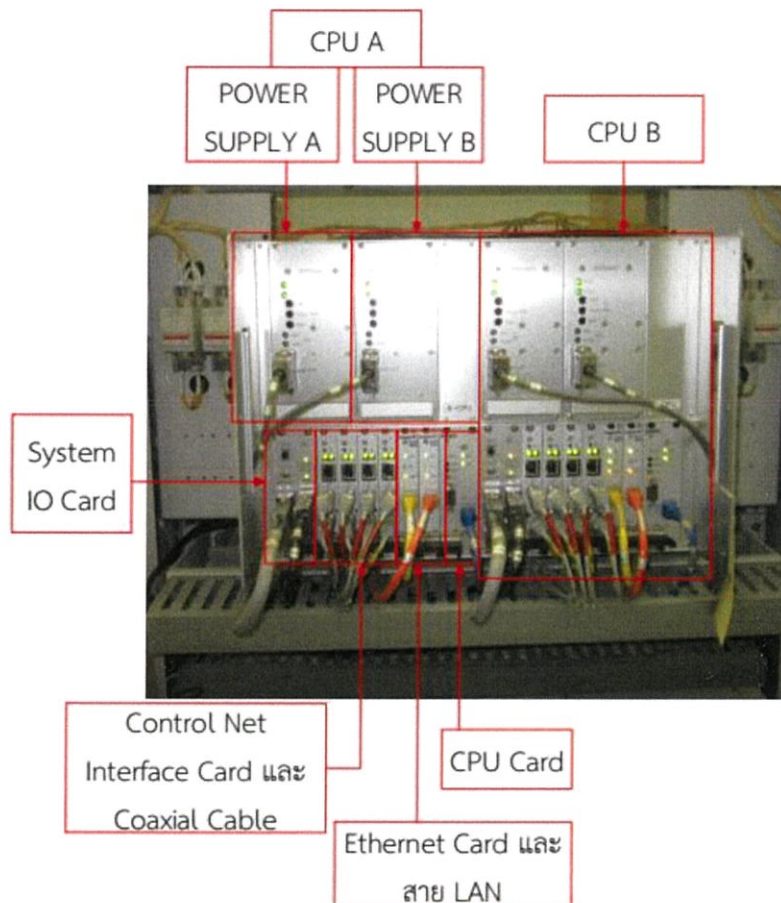
คอนโทรลเน็ต ดังรูปที่ 2.24 เป็นอุปกรณ์ของ Allen Bradley ออกแบบขึ้นเพื่อการทำงานแบบ real time ซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมที่ทำงานที่มีความสำคัญสูงซึ่งใช้ในเครือข่าย MPS (ใช้ในตู้ที่มีอุปกรณ์แบบพิเศษเช่น EOOST, SVL เป็นต้น และ IRS โมดูล) และยังมีระบบการสำรองเครือข่าย



รูปที่ 2.24 การเชื่อมต่อของคอนโทรลเน็ต

2.4.1.9 Compact PCI Bus

Compact PCI ใช้รูปแบบยูโรการ์ดจาก VME Bus การ์ดประมวลผล, การ์ดอีเทอร์เน็ต และ การ์ดของระบบ I/O ถูกติดตั้งลงในหน่วยประมวลผลคาสิส (CPU Chassis) ดังรูปที่ 2.25 ซึ่งทั้งสามการ์ด เชื่อมต่อกันด้วย Compact CPI บัส



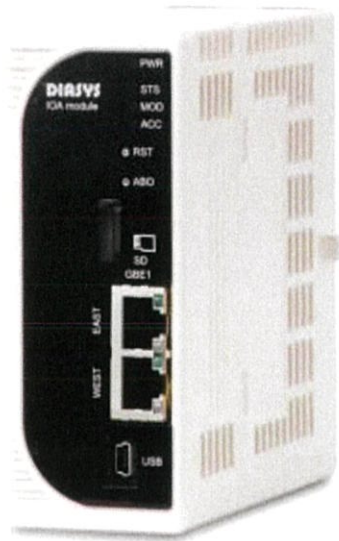
รูปที่ 2.25 หน่วยประมวลผลคาสิส

โดยที่หน่วยประมวลผลคาสิส (CPU CHASSIS) จะประกอบไปด้วย CPU A และ B เพื่อสำรองการทำงานซึ่งกันและกัน (Redundance) และใน CPU หนึ่งตัวจะมี Power Supply 2 ตัวเพื่อสำรองการทำงานซึ่งกันและกัน ในกรณีที่ Power Supply ตัวหนึ่งเสียหายอีกตัวหนึ่งก็จะทำงานแทน และข้างล่าง CPU จะ Card ต่างๆ ได้แก่ System I/O Card, ControlNet Interface Card, Ethernet Card และ CPU Card โดย System I/O Card ทั้งสองฝั่งจะเชื่อมต่อถึงกันเพื่อสำรองการทำงานและติดตามสถานะกันและกัน Control Net Interface Card จะเป็นส่วนรับข้อมูลจาก ControlNetTM ประมวลผลและส่งเข้า CPU Ethernet Card จะเชื่อมต่อข้อมูลเข้า SCG CPU Card สายจะเชื่อมต่อเข้าหากันเพื่อติดตาม

การทำงานกันและกัน

2.4.1.10 I/OA (I/O Adapter)

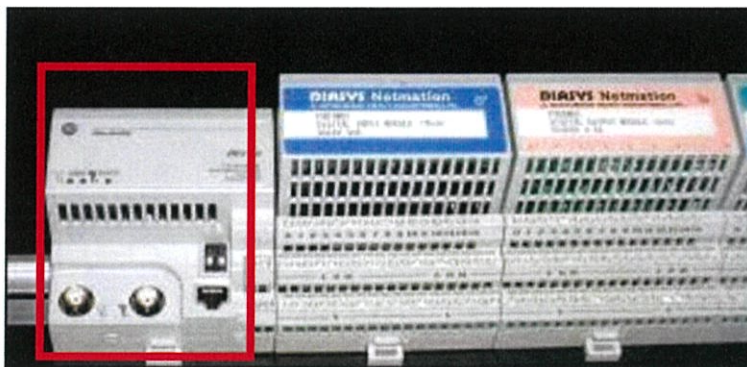
I/O Adapter ดังรูปที่ 2.26 เป็นส่วนหนึ่งของการเชื่อมต่อแบบ I/O ring ผ่าน I/O Adapter และ I/O โมดูล ใช้ติดต่อสื่อสารกับหน่วยประมวลผล I/O Adapter มีการทำงานแบบสำรองข้อมูลและจะติดตั้งลงบน I/O Backplane



รูปที่ 2.26 I/O อะแดปเตอร์

2.4.1.11 Adapter Module

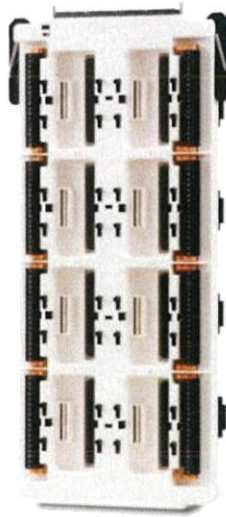
Adapter Module ดังรูปที่ 2.27 คือ สิ่งที่เชื่อมระหว่าง Flex I/O BUS กับคอนโทรลเน็ต และเชื่อมต่อ I/O โมดูล เข้ากับคอนโทรลเน็ต (โมดูลนี้ใช้ในตู้ที่มีอุปกรณ์แบบพิเศษ เช่น EOST, SVL เป็นต้น และ IRS โมดูล)



รูปที่ 2.27 Adapter Module

2.4.1.12 แผงหลัง I/O (I/O Back plane)

I/O back plane ดังรูปที่ 2.28 ใช้ในการติดตั้ง I/O โมดูล สามารถติดตั้งได้สูงสุด 8 I/O โมดูล I/O Back plane มีอยู่สองประเภทคือ Single I/O โมดูล และ Redundant I/O โมดูล



รูปที่ 2.28 I/O back plane

2.4.1.13 I/O Module

I/O Module จะติดตั้งบนแผงหลัง I/O หรือฐานเทอร์มินอลซึ่งแต่ละโมดูล สามารถถอดออกหรือติดตั้งได้เลยโดยไม่ต้องปิดระบบ MPS I/O โมดูล มีประเภทต่างๆ ดังนี้

1. อนาล็อกอินพุทโมดูล (AI)
2. อนาล็อกเอาต์พุทโมดูล (AO)
3. ดิจิตอลอินพุทโมดูล (DI)
4. ดิจิตอลเอาต์พุทโมดูล(DO)
5. เซอร์โวโมดูล (SVT/SVL) & EOST โมดูล (EOST)
6. Over speed Protection Control โมดูล (OPC)
7. Infrared Flame Detector โมดูล (IRS)

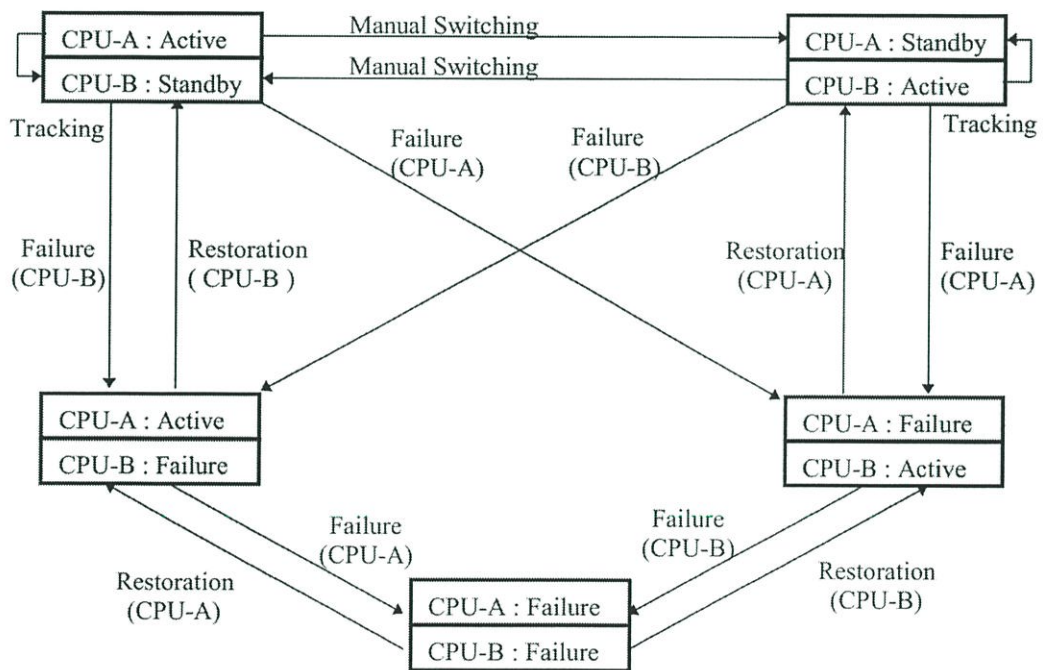
2.4.2 ความน่าเชื่อถือของระบบ (System Reliability)

DIASYS Netmation เป็นระบบการควบคุมที่มีความน่าเชื่อถือสูงเนื่องจากการสำรองข้อมูลในระบบที่สำคัญ เช่น การ์ดประมวลผล, โมดูลจ่ายไฟ และเครือข่าย ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงระบบสำรอง

ข้อมูลและการวิเคราะห์ระบบด้วยตนเอง

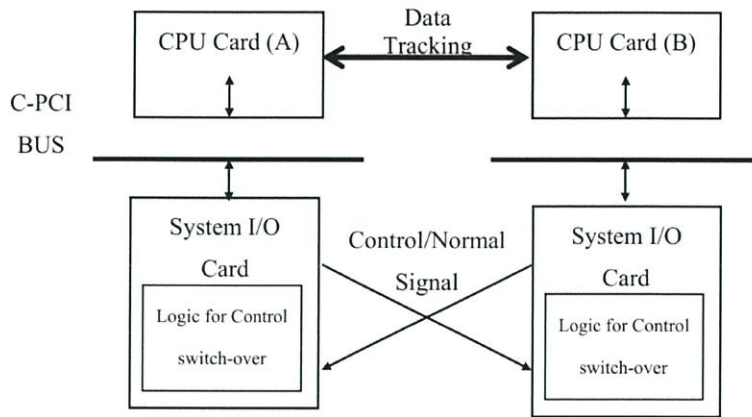
2.4.2.1 การ์ดประมวลผล (CPU Card) จะมีวิธีการที่ทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ ดังนี้

1. การเปลี่ยนการควบคุมของ CPU (Transition of Control CPU) ดังรูปที่ 2.29 การสำรองข้อมูลของการ์ดประมวลผล ในแต่ละตัวนั้นจะคอยตรวจสอบความถูกต้องของระบบ หน่วยประมวลผลที่รอ (CPU B: Stand by) อยู่ นั้นจะคำนวณผลไปด้วยในเวลาเดียวกันกับหน่วยประมวลผลที่ควบคุมกระบวนการอยู่ (CPU A: Active) และติดตามข้อมูลการประมวลผลอยู่เป็นระยะๆ ดังนั้นการเปลี่ยนการควบคุมของหน่วยประมวลผลนั้นจะไม่มีผลต่อระบบ ต่อให้ระบบที่ควบคุมอยู่นั้นทำงานล้มเหลวก็ตาม ถ้าหน่วยประมวลผลที่ทำงานอยู่นั้นเกิดทำงานล้มเหลวเนื่องจากปัญหาของฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ก็ตาม ตัวหน่วยประมวลผลนั้นสามารถวิเคราะห์ได้เองเลยว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากสาเหตุอะไร(หัวข้อ4.5) และจะเปลี่ยนการควบคุมเองโดยอัตโนมัติจากหน่วยประมวลผลที่มีปัญหาไปควบคุมโดยหน่วยประมวลผลที่รออยู่ (CPU B : Stand by)



รูปที่ 2.29 แผนภาพการเปลี่ยนการควบคุม

2. การเปลี่ยนกระบวนการ (Switching Process) ดังรูปที่ 2.30 หน่วยประมวลผลจะถูกสับเปลี่ยนโดยการตรวจสอบ I/O ถ้าหน่วยประมวลผลที่ทำงานอยู่เกิดล้มเหลว การควบคุมจะถูกเปลี่ยนโดยอัตโนมัติโดยการตรวจสอบสถานะของระบบ การควบคุมโหมดและระบบโดยทั่วไปจะควบคุมผ่านการ์ดระบบ I/O

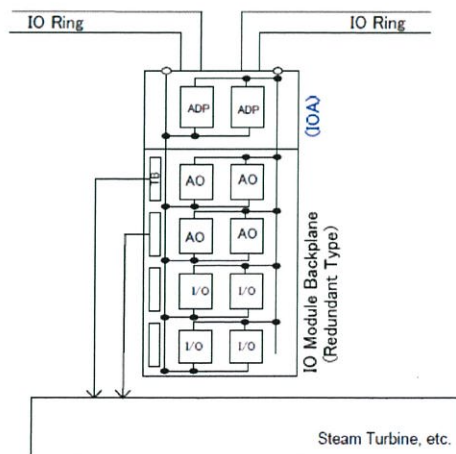


รูปที่ 2.30 การเปลี่ยนกระบวนกรควบคุม

2.4.2.2 อินพุทเอาต์พุทโมดูล

จากรูปที่ 2.31 และ 2.34 แสดงถึง แต่ละ I/O โมดูลจะเชื่อมต่อถึงการสำรองเครือข่าย (I/O ring or ControlNet) ผ่าน S-SCG หรือ I/O Scanner Card และ I/O Adapter โมดูล ในข้อกำหนดมาตรฐานของมิตซูบิชิ I/O โมดูล จะไม่มีการสำรองข้อมูลแต่โมดูลพิเศษบางตัว (FXSVL02 และอื่นๆ) หรือโมดูลที่มีความสำคัญ I/O จะถูกสำรองข้อมูลไว้ สัญญาณที่สำคัญ เช่น EOST, OPC เป็นต้น จะมีการสำรองข้อมูลถึงสามชั้นด้วยโมดูล และเครื่องมือวัด สำหรับอินพุทเอาต์พุทโมดูลมีวิธีการในการเพิ่มความน่าเชื่อถือ ดังนี้

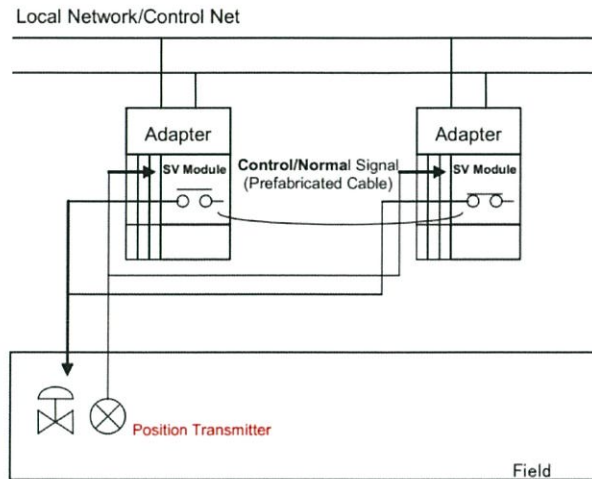
1. การสำรองเอาต์พุทโมดูล จากรูปที่ 2.31 แสดงถึงการสำรองข้อมูลของอนาล็อกเอาต์พุทโมดูล การสำรองข้อมูลจะถูกเก็บรักษาไว้ที่แผงหลัง I/O (Redundant type backplane) ซึ่งมีอนาล็อกเอาต์พุทโมดูลและดิจิทัลเอาต์พุทโมดูลติดตั้งไว้อยู่ เอาต์พุทโมดูลกับตัวที่สำรองไว้ควรติดตั้งไว้ข้างกัน สัญญาณแต่ละโมดูลเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ 2.31 การสำรองเอาต์พุทโมดูล

2. Redundant Servo Control

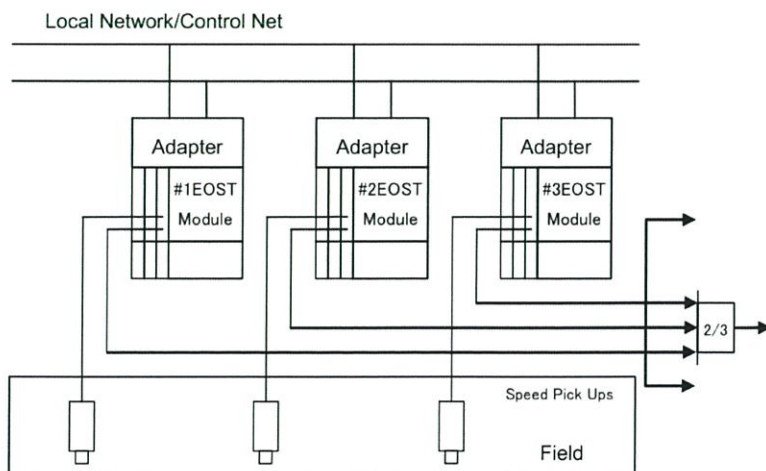
เซอร์โวคอนโทรลเป็นโมดูลที่สำคัญมากในการควบคุมกังหันไอน้ำ ดังนั้นจึงมีการสำรองข้อมูล เซอร์โวโมดูล ดังรูปที่ 2.32 ในกรณีนี้ที่มีการสำรองโมดูลสองชั้นจะเชื่อมต่อกันด้วยสายเคเบิลผ่านการ ตรวจสอบสัญญาณควบคุม/ปกติ การตรวจสอบสถานะ (สัญญาณ ควบคุม/ปกติ) ของเซอร์โวโมดูลในแต่ละตัวเพื่อสับเปลี่ยนการทำงานถ้าหนึ่งในสองเกิดปัญหาในการทำงาน จากภาพคือ ST Servo Control และเซอร์โวโมดูลที่มีการเชื่อมต่อแบบปิด



รูปที่ 2.32 การสำรองการควบคุมเซอร์โว

3. Redundant Electrical Over Speed Trip (EOST) System

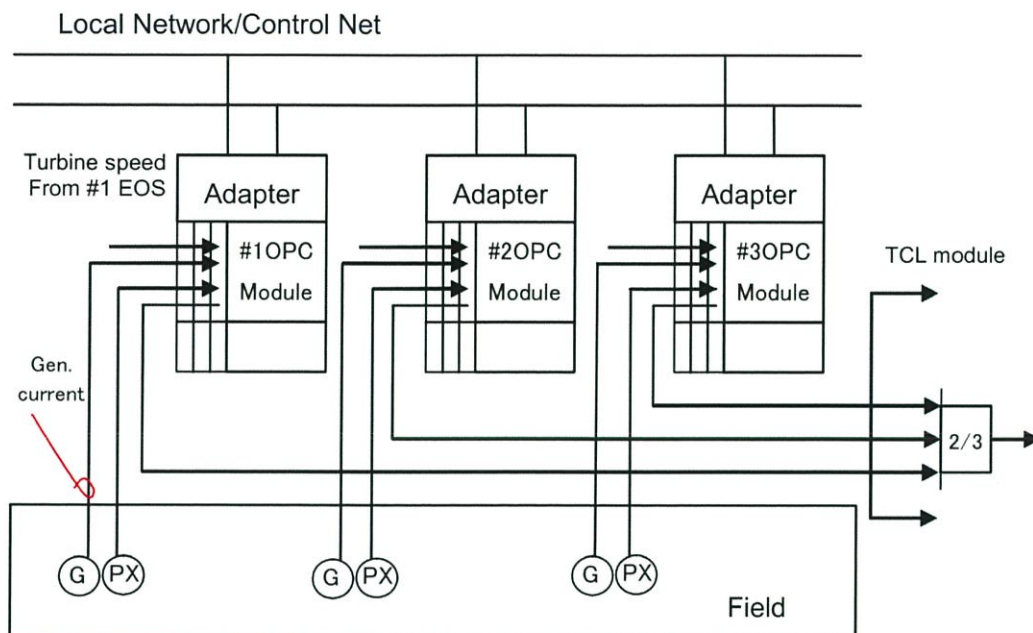
สัญญาณสามสายจากหน้างานเป็นอินพุตเข้า EOST โมดูลตามรูปที่ 2.33 โมดูลแต่ละตัวจะส่ง ข้อมูลกลับไปหากความเร็วของกังหันมากกว่าความเร็วที่กำหนด สำหรับการทริปของกังหันจะถูกกำหนดไว้ด้วยการทำงานของโมดูลสองในสามจากซอฟต์แวร์



รูปที่ 2.33 การสำรองการทำงานสามชั้น

4. Redundant Over speed Protection Control System

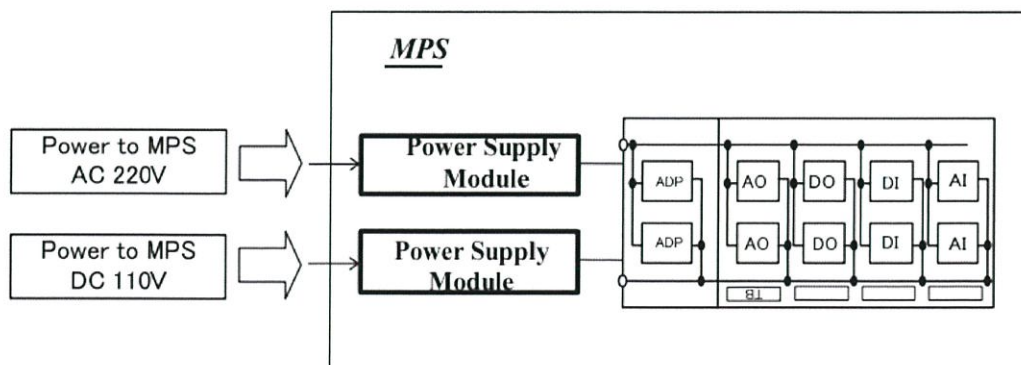
สัญญาณสามสายจากทรานสมิตเตอร์หน้างานส่งข้อมูลอินพุตเข้า OPC โมดูล ในแต่ละตัว ดังรูปที่ 2.34 แต่ละสัญญาณเอาท์พุทของ OPC โมดูลจะทำงานเมื่อถึงกำหนดเงื่อนไขการทำงานระหว่างความเร็วของกังหันและโหลดไม่สมดุลจำนวนสองในสามของฮาร์ดแวร์ลอจิก



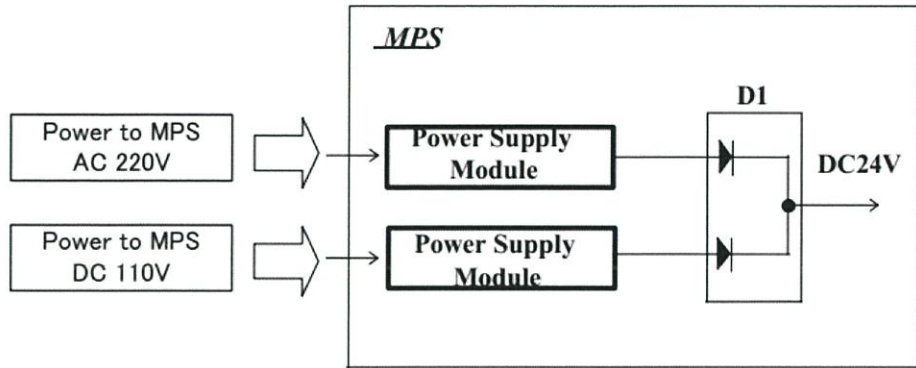
รูปที่ 2.34 การสำรองการทำงานสามชั้นของ OPC

2.4.2.3 Power Supply Module

MPS มีการสำรองแหล่งจ่ายไฟ ดังรูปที่ 2.35 ซึ่งทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับสามารถใช้ในการจ่ายไฟให้โมดูลจ่ายไฟได้ ภายใน MPS จะมีแหล่งจ่ายไฟสองตัวต่อสายกันอยู่ ดังรูปที่ 2.35 และ 2.36 ถ้าหนึ่งในสองของโมดูลจ่ายไฟมีปัญหาโมดูลจ่ายไฟอีกตัวหนึ่งจะทำหน้าที่แทน



รูปที่ 2.35 การสำรองแหล่งจ่ายไฟ



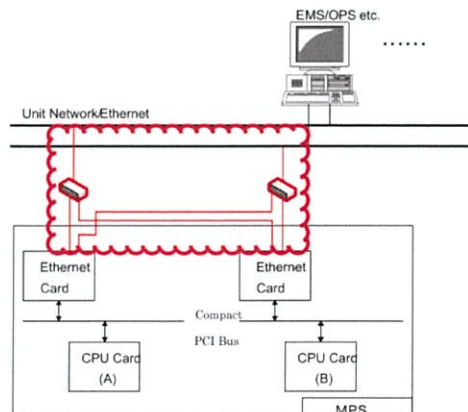
รูปที่ 2.36 การสำรองแหล่งจ่ายไฟ (ในกรณีจ่ายให้อุปกรณ์พิเศษ เช่น SOV, EOST และ IRS Module)

2.4.2.4 Communication Network

MPS มีการสื่อสารอยู่สองแบบ คือ อีเธอร์เน็ตและ I/O Ring (สำหรับตู้ MPS ที่มีดิจิทัลและอนาล็อกโมดูล) หรือคอนโทรลเน็ต (สำหรับตู้ MPS ที่มีโมดูลพิเศษอย่างเช่น EOST, SVT เป็นต้น และ IRS โมดูล) เครือข่ายติดต่อสื่อสารมีการสำรองการสื่อสารเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในระบบการสื่อสาร อีเธอร์เน็ตจะถูกเชื่อมต่อไปยังเครือข่ายภายนอกและ I/O ring หรือคอนโทรลเน็ตใช้ในการเชื่อมต่อภายในตู้ MPS เป็น local network สำหรับการสื่อสารข้อมูลจะมีวิธีการอันทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ ดังนี้

1. Unit Network/Ethernet (100BASE-TX) for MPS

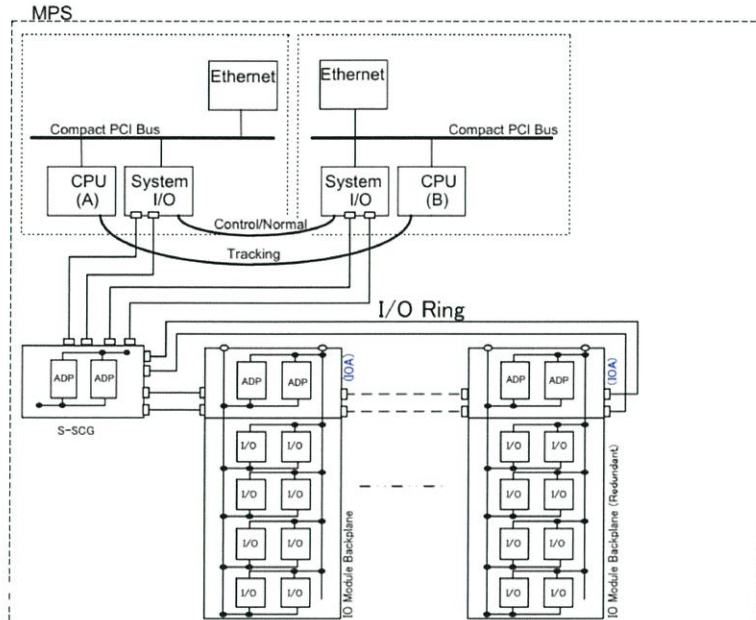
Ethernet (100Mbps) ซึ่งถูกใช้ในการสำรองหน่วยการเชื่อมต่อเครือข่าย MPS กับระบบภายนอก ดังรูปที่ 2.37 อย่างเช่น ตู้ MPS อื่นๆ ระบบ EMS การสำรองเครือข่ายทำเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบ ในกรณีของตู้ MPS การ์ดประมวลผลในแต่ละตัวในตู้ MPS จะเชื่อมต่อกับการ์ดอีเธอร์เน็ตด้วย Compact PCI Bus และเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบ EMS ตามในรูป แม้จะมีสายหนึ่งไม่ได้เชื่อมต่อไว้ แต่คอมพิวเตอร์และ MPS ในแต่ละเครื่องก็ยังคงทำงานปกติเพราะยังมีสายเส้นอื่นในการเชื่อมต่ออยู่



รูปที่ 2.37 การสำรองอีเธอร์เน็ตใน MPS

2. I/O Ring in MPS

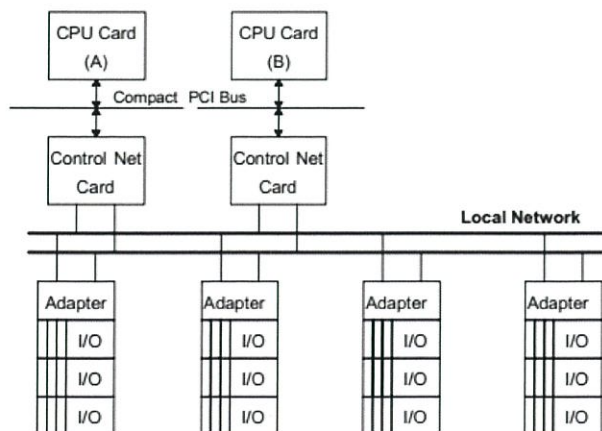
I/O Ring จะเป็นการเชื่อมต่อภายในตู้ MPS ดังรูปที่ 2.38 เมื่อ I/O โมดูล เชื่อมต่อกับ CPU ผ่าน S-SCG และ I/O Adapter การเชื่อมต่อแบบ I/O Ring ใช้ กิกะบิตอีเทอร์เน็ต ซึ่งมีความเร็วในการสื่อสารสูงมาก และใช้เวลาในการเสกน 5 มิลลิวินาทีต่อรอบเท่านั้น



รูปที่ 2.38 การเชื่อมต่อแบบ I/O Ring

3. ControlNet

คอนโทรลเน็ตเป็นอุปกรณ์ของ Allen Bradley ซึ่งนำมาใช้เป็นโมดูลสำรองการสื่อสารภายใน MPS การ์ดประมวลผลแต่ละตัวจะเชื่อมต่อกับการ์ดคอนโทรลเน็ตและการสื่อสารกับ I/O โมดูลถ้าหนึ่งในสองเส้นที่เชื่อมต่อกันอยู่เกิดมีปัญหา การควบคุมกระบวนการก็ยังคงสามารถดำเนินการต่อไปได้ ดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 การเชื่อมต่อแบบ ControlNet

2.4.2.5 Self-Diagnostic Functions

เนื่องจากการ์ดหน่วยประมวลผลและโมดูล I/O ของ MPS ได้ให้ความสำคัญสูงสุดในการควบคุมกระบวนการ แต่ละโมดูลจะมีความสามารถในการวินิจฉัยด้วยตนเองเพื่อความน่าเชื่อถือ ความสามารถของ Self-Diagnostic จะมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1, 2.2 และตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ Hardware

Name	item	Specification
CPU CARD	HARDWARE	2Bit Error of SDRAM
		Watch Dog Timer Error
		Compact PCI Bus Error
		Brownout of Battery for CPU Module
		High Temperature of CPU
		System I/O Clock Error
		System Transfer Error
		Brownout of Power Supply for CPU Chassis
		Disconnect Connector for System I/O Module
		Divided by Zero
		Zero Address Access
		Break Point
		Over Flow
		Bound Range Exceeded
		Invalid Opcode
		Device Not Available
		Double Fault
		Coprocessor Segment Over Run
		Invalid TSS
		Segment Not Present
		Stack Segment Fault
General Protection		
Page Fault		
Floating Point Error		

ตารางที่ 2.1 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ Hardware (ต่อ)

CPU CARD	HARDWARE	Alignment Check
		Machine Check
		Streaming SIMD Extensions

ตารางที่ 2.2 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ Software

Name	item	Specification
CPU CARD	SOFTWARE	Control Net I/F Error
		Sheet Data Error
		Sheet Data Conversion Size Over
		Sheet Data Mismatch
		Sheet Calculation Error
		Data Insert Mode
		Manual Set Mode
		Unloaded Sheet Exists
		Tracking Error (Transmitting and Receiving)
		Transmitting of Both Channel of Ethernet
		Transmitting of Ethernet (ch.P and ch.Q)
		Ethernet Communication Stopped (ch.P and ch.Q)
		Software Watch Dog Timer Error
		Shortage of Memory for Mini-machine
		Shortage of Memory for DTR
		Receiving of Inter-communication
		Shortage of Memory for Alarm Queuing
Initialization of System Definition		

ตารางที่ 2.2 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ Software (ต่อ)

CPU CARD	SOFTWARE	Communication Definition
		I/O Module Definition
		RAS Definition
		Global Data Area Error
		Hardware Configuration
		I/O Assignment
		I/O Ring hardware configuration File
		I/O Ring IO module Definition File
		I/O Ring Configuration Mismatch
		SIOS Response Time-out
		SIOS Response ID Mismatch
		SIOS Response Command Mismatch
		I/O Ring (A) IOA/SCG (#) Ring
		I/O Ring (B) IOA/SCG (#) Ring
		I/O Ring (A) IOA/SCG (#)
		I/O Ring (B) IOA/SCG (#)
		I/O Ring (A) IOA/SCG (#) Abnormal
		I/O Ring (B) IOA/SCG (#) Abnormal
		I/O Ring (A) IOM (1-1) Communication
		I/O Ring (A) IOM (1-1) Failure
I/O Ring (A) IOM (1-1) Abnormal		

ตารางที่ 2.3 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ I/O Module และ Power Supply Module

Name	item	Specification
I/O Module	-	Power Supply Monitor
		Receive Data Monitor
		Configuration Monitor

ตารางที่ 2.3 การทำงานของ Self-Diagnostic ของ I/O Module และ Power Supply Module
(ต่อ)

I/O Module	-	Signal Processing Timeout
		CPU Clock Monitor
Power Supply Module	-	Output Voltage Error

2.4.3 รายละเอียด (Specification) จะประกอบไปด้วย

2.4.3.1 รายละเอียดของโมดูล (Specification of Module)

ในส่วนหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโมดูลที่อยู่ในตู้ MPS ซึ่งจะแสดงรายละเอียดโดยทั่วไป ดังนี้

1. อนุาล็อกอินพุทโมดูล

- LSAIM01 อนุาล็อกอินพุท 4-20mA/0-24mA,8ch
- LSAIM02 อนุาล็อกอินพุท Transmitter 4-20mA,8ch
- LSAIM04 อนุาล็อกอินพุท Thermocouple 20-80mV,7ch(+1ch for cold junction compensation)
- LSAIM05 อนุาล็อกอินพุทRTDPt100/Cu,4ch

2. อนุาล็อกเอาท์พุทโมดูล

- LSAOM01 4 - 20 mA, load impedance Max 750Ω, 8ch

3. ดิจิตอลอินพุทโมดูล

- LSDIM01 Dry Contacts, 16ch.
- LSDIM01A Dry Contacts, 16ch. (For Pulse อินพุท)
- FXDIM01 Dry Contacts, 16ch.

4. ดิจิตอลเอาท์พุทโมดูล

- LSDOM01 Dry Contacts, 8ch
- FXDOM01 Dry Contacts, 8ch

5. เซอร์โวโมดูล

- FXSVT03 Servo Valve Interface โมดูล AO: 0~ 250 mA
- FXSVL02 Servo Valve Interface โมดูล AO: +/- 50mA

6. อินเตอร์ล๊อคโมดูล

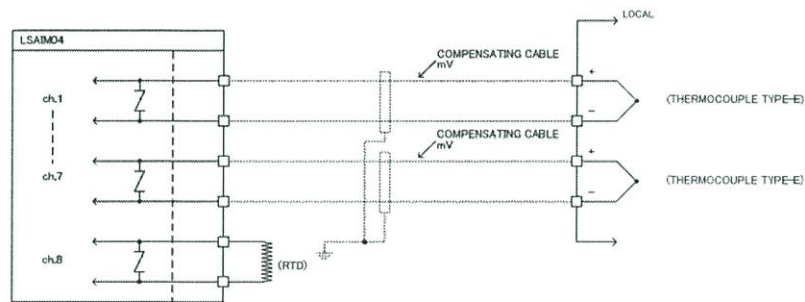
- FXEOS01 Electrical Over Speed Interlock โมดูล Speed อินพุท (pulse อินพุท),

DO (Dry Contact for Trip)

- FXTCL02 Turbine Interlock logic โมดูล ดิจิตอลอินพุท (Investigating Voltage 24VDC), 4ch OPC operation อินพุท, 3ch (2/3 system) ดิจิตอลเอาต์พุท (Dry/ A Contact, Max. 30VDC/100mA), 4ch OPC operation เอาต์พุท, 1ch (Photo Coupler)
- FXOPC01 Overspeed Protection Control โมดูล Infrared Flame Detector โมดูล
- FXIRS01 External Input Signal: Burner valve open/close (contact อินพุท) Fuel Selection signal (contact อินพุท) Sensor signal Input: DC 0~10V Flame ON Output signal: Flame ON (contact Output): N.O.x1 Low luminance level (contact output): N.O.x1 อนุาล็อกเอาต์พุท: DC0~10V Modbus โมดูล
- MVI94-MCM(Prosoft) Modbus Master/Slave Communication โมดูล

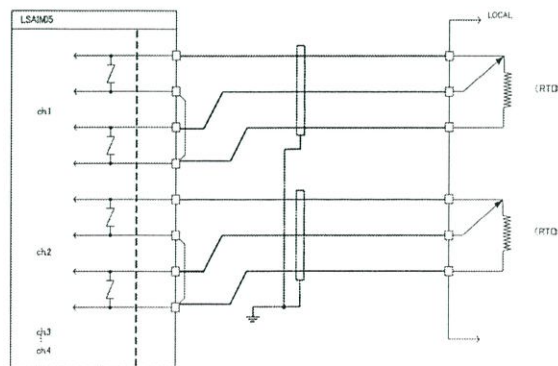
2.4.3.2 รายละเอียดการสื่อสารข้อมูลของอินพุทเอาต์พุท มีดังนี้

1. อนุาล็อกอินพุท THERMOCOUPLE TYPE-E ดังรูปที่ 2.40



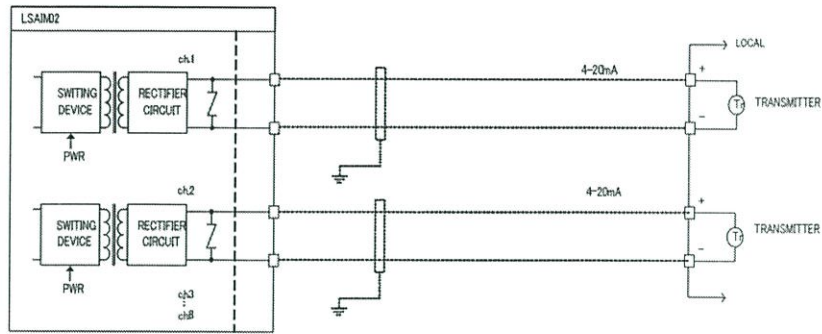
รูปที่ 2.40 อนุาล็อกอินพุท THERMOCOUPLE TYPE-E

2. อนุาล็อกอินพุท RTD ดังรูปที่ 2.41



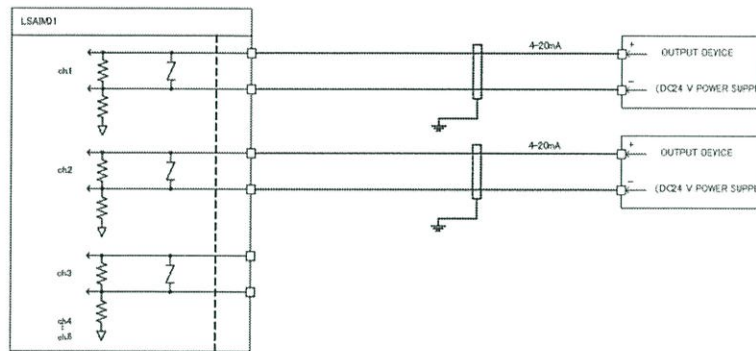
รูปที่ 2.41 อนุาล็อกอินพุท RTD

3. อนุาล็อกอินพุท Transmitter ดังรูปที่ 2.42



รูปที่ 2.42 อนุาล็อกอินพุท Transmitter

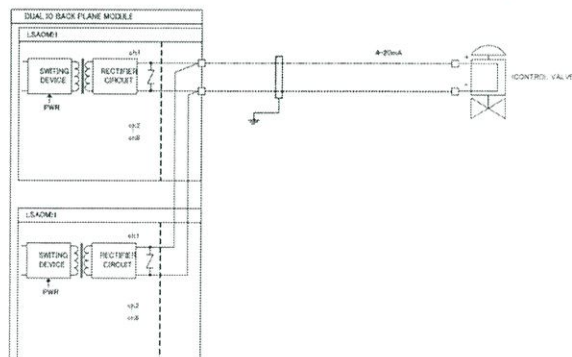
4. อนุาล็อกอินพุท OTHER SYSTEM ดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 อนุาล็อกอินพุท OTHER SYSTEM

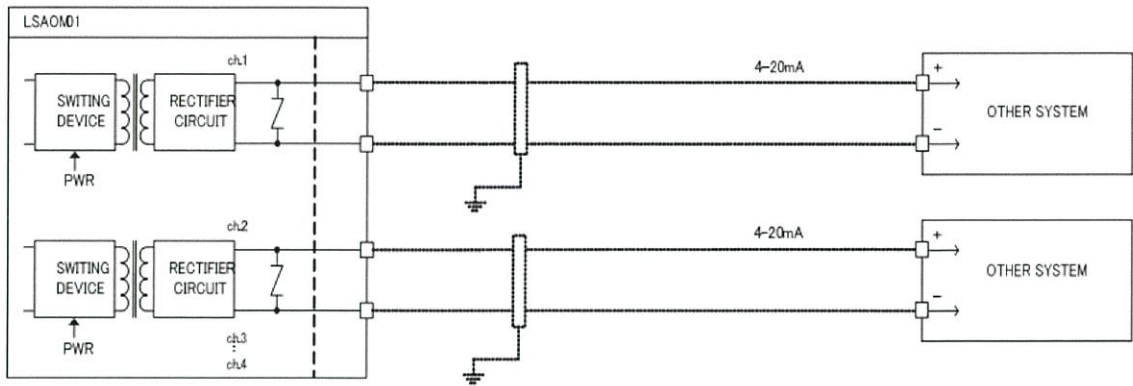
5. อนุาล็อกเอาท์พุท Interface จะประกอบไปด้วย 2 กรณี ดังต่อไปนี้

- 1). ในกรณีการสำรองอนุาล็อกเอาท์พุท 4 – 20 mA ดังรูปที่ 2.44



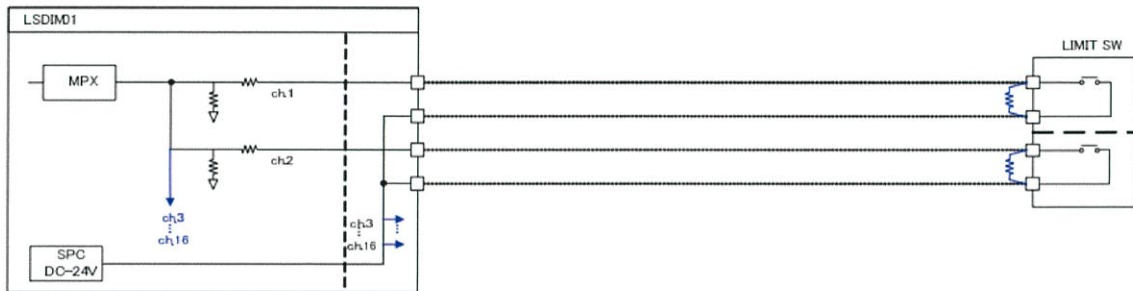
รูปที่ 2.44 อนุาล็อกเอาท์พุท Interface ในกรณีการสำรองอนุาล็อกเอาท์พุท 4 – 20 mA

2). ในกรณีควบคุมตัวเดียวอนาล็อก 4 – 20 mA ดังรูปที่ 2.45



รูปที่ 2.45 อนาล็อกเอาต์พุต Interface ในกรณีควบคุมตัวเดียวอนาล็อก 4 – 20 mA

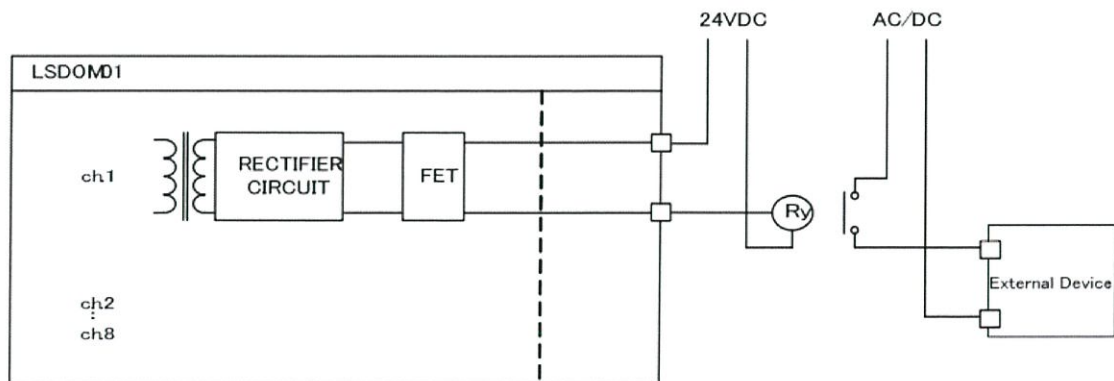
6. การสื่อสารของดิจิตอลอินพุต ดังรูปที่ 2.46



รูปที่ 2.46 ดิจิตอลอินพุตโมดูล

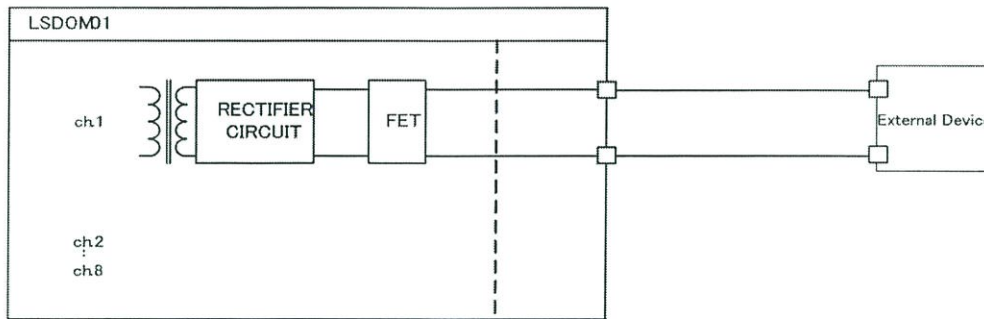
7. การสื่อสารของดิจิตอลเอาต์พุต การเชื่อมต่อจะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

1). เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกด้วยบัฟเฟอร์รีเลย์ ดังรูปที่ 2.47



รูปที่ 2.47 เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกด้วยบัฟเฟอร์รีเลย์

2). เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยไม่มีบัฟเฟอร์รีเลย์ ดังรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกโดยไม่มีบัฟเฟอร์รีเลย์

2.5 Engineering Maintenance Station (EMS)

2.5.1 แนวคิดพื้นฐานของ EMS

EMS ประกอบไปด้วยฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บ system data (Object Database (ORCA)), data files (ORCA files) และ HMI (ORCA View) ข้อมูลตรรกะ เช่น แผนภาพลอจิก กราฟิกโรงไฟฟ้า OPS และอื่นๆ จะถูกรวมอยู่ใน ORCA files องค์ประกอบที่แสดงและรายละเอียดของส่วนต่างๆ (คุณสมบัติ) ที่ใช้จะถูกจัดเก็บไว้ใน Object Database (ORCA)

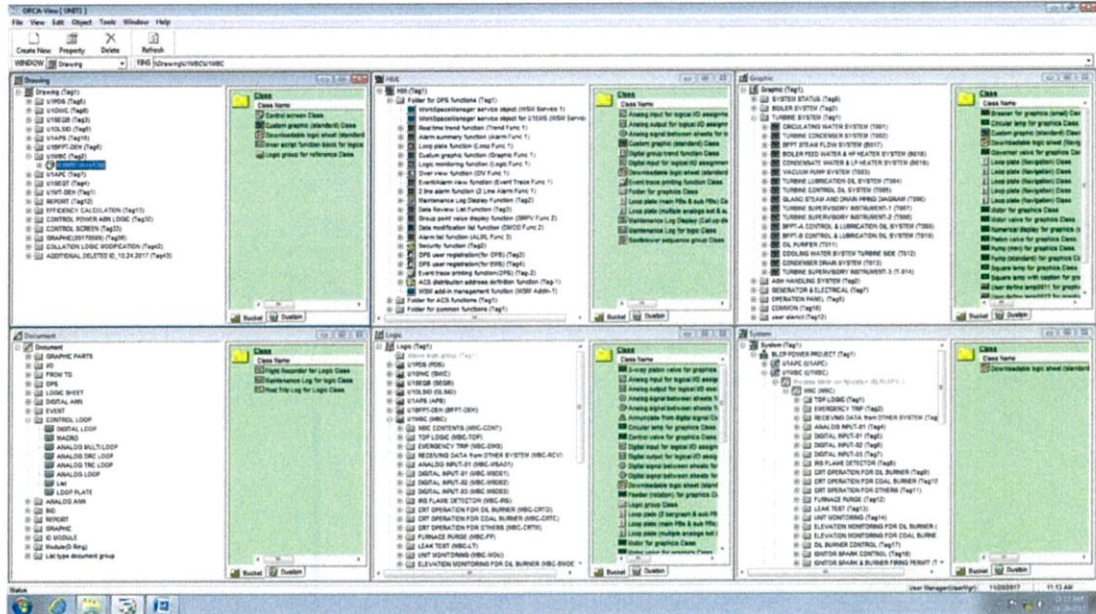
ระบบถูกสร้างมาด้วยเซิร์ฟเวอร์ของ Object Database (ORCA) และ ORCA files เป็นข้อมูลทั้งหมดของระบบ ซึ่งเรียกว่า ORCA server เนื่องจาก ORCA Server สามารถเข้าถึงได้โดยใช้ ORCA View ORCA server สามารถทำงานพร้อมกันได้หลายเครื่องเมื่อถูกติดตั้งใน ORCA View ดังรูปที่ 2.49

ORCA View มีฟังก์ชันการทำงาน 6 รูปแบบ เรียกว่า Window ซึ่งใช้ในการเขียนและแก้ไขระบบ ORCA View Window แต่ละหน้าจอแสดงข้อมูลแต่ละฟังก์ชันนั้นจาก ORCA Server เพื่อแสดงผล ตั้งค่า และสั่งการ ดังนี้

1. **System Window:** ใช้ในการกำหนดองค์ประกอบของระบบและส่วนประกอบฮาร์ดแวร์
2. **Logic Window:** ใช้ในการสร้างลอจิกควบคุมการทำงานด้วย LogicCreator (FLIPPER), DIASYS-IDOL for Windows
3. **Graphic Window:** ใช้ในการสร้างหน้าจอกราฟิกของโรงงานด้วย GraphicCreator (Marlin)
4. **HMI Window:** หน้าจอควบคุมโรงงานถูกสร้างจากการตั้งค่า OPS HMI และเครื่องมือสร้าง Loop-Plate LoopPlateCreator (SCALLOP)

5. Document Window: ใช้ในการแก้ไข ObjectDatabase (ORCA) ด้วยเครื่องมือแก้ไขฐานข้อมูล ListCreator (CORAL)

6. Drawing Window: ใช้ในการแปลงข้อมูลการออกแบบที่สร้างขึ้นของแต่ละ Window



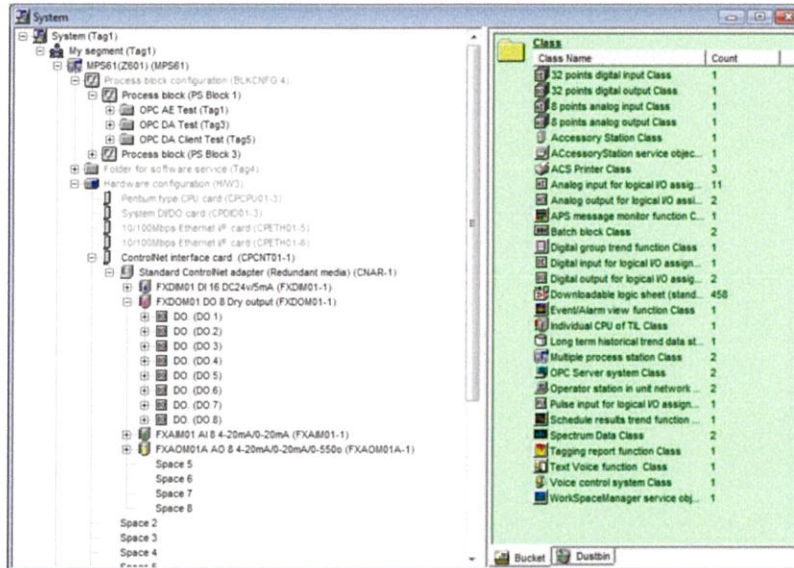
รูปที่ 2.49 หน้าจอการทำงานของ Orca View

2.5.2 การทำงานของระบบ EMS มีดังนี้

2.5.2.1 Defining System (System Window)

System Window ดังรูปที่ 2.50 ถูกใช้เพื่อกำหนดค่าและดำเนินการของแต่ละระบบ (MPS, OPS และ ACS) ใน DIASYS Netmation มีหน้าที่ ดังนี้

1. ออกแบบระบบในการเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อให้องค์ประกอบของระบบเป็นไปตามเป้าหมาย (เลือกจาก MPS, OPS และ ACS) และข้อมูลของแต่ละระบบ (ชื่อ, ข้อมูลที่ใช้สื่อสาร)
2. ข้อมูล I/O Module ของ MPS (ช่องสัญญาณข้อมูลที่ถูกใช้ในโมดูลแต่ละตัว)
3. คำนวณข้อมูลการทำงานของ MPS (รอบของการคำนวณและcontrol logic sheet เป็นต้น)
4. ข้อมูลการทำงานของ OPS และ ACS
5. โหลดฮาร์ดแวร์แต่ละตัวและ logic sheet ลงใน MPS
6. การยืนยันและการใช้งานสถานะของระบบ MPS
7. โหลดข้อมูลฟังก์ชันไปยัง OPS และ ACS



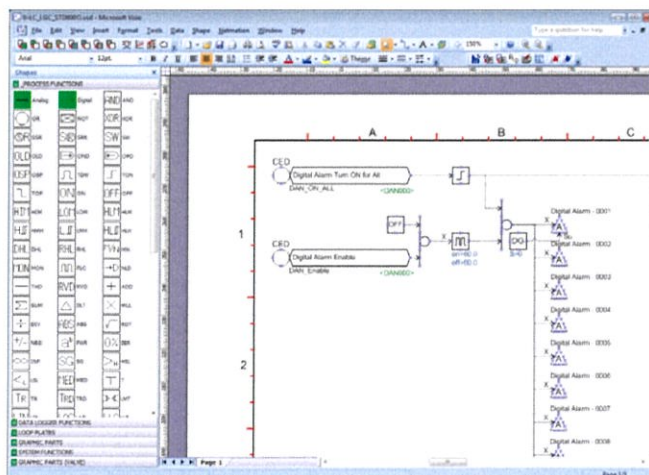
รูปที่ 2.50 หน้าจอ System Window

2.5.2.2 Creating Logic (Logic Window)

Logic Window ใช้ในการสร้างลอจิก ซึ่งงานที่ทำโดย Logic Window จะมีดังนี้

1. แสดงแผนภาพลอจิก
2. สร้างโพลเดอรัอ้างอิง
3. การวางองค์ประกอบตรรกะและการกำหนดคุณสมบัติที่กำหนด (กำหนดค่า)
4. การเชื่อมข้อมูลถึงกันกับ OPS (TAG)
5. การสร้างลอจิก สำหรับการสร้าง Logic จะสร้างผ่าน Microsoft VISIO ดังรูปที่ 2.51 และใน

ลอจิกจะมีฟังก์ชันบล็อกดังรูปที่ 2.52 เป็นองค์ประกอบสำคัญ



รูปที่ 2.51 ตัวอย่างหน้าจอการสร้างลอจิก

รูปที่ 2.52 ตัวอย่างฟังก์ชันบล็อกที่ใช้ในการสร้างลอจิก

Block No.	Block Name	Description	Block No.	Block Name	Description	Block No.	Block Name	Description
1	AND	Logic Deposition	27	ADD	Simple Addition	51	PI	Proportion Integral (CPI)
2	OR	Logic Sum	28	SUM	Addition	60	DT	Arithmetic Cycle
3	NOT	Logic Negation	29	DLT	Subtraction	126	NLD	Neg Digital
4	XOR	Exclusive OR	30	MUL	Multiplication	127	NLA	Neg Analog
5	SSR	Set / Reset	31	DIV	Division	129	THD	Through Digital
6	SRR	Set / Reset	33	ROT	Square Root Extraction	130	THA	Through Analog
7	OND	On Delay Timer	38	SG	Signal Generator	205	OGD	On Digital Delay
8	OFD	Off Delay Timer	39	HSL	High-Value Selection	206	OGA	On Analog Delay
9	TON	Timer On	40	LSL	Low-Value Selection	403	PB	PS Operation
10	TOW	Time Delay Wiper Out	41	MED	Median Value Select	404	S/S	Intermittent Operation
11	TOF	Timer Off	42	LMT	Limit	118	MCD	Micro V/F Digital
12	TOF	Timer Off	43	LIN	Linearizer	120	MCA	Micro V/F Analog
13	HLM	High-Low Monitor	44	LAG	Lag	54	AM	Analog Memory
14	HMH	High Monitor with Transmute	46	RLT	Right Limiter	52	PIO	Proportion Integral (CPI)
15	LMH	Low Monitor with Transmute	47	MAV	Moving Average	53	D	Differential
16	DHL	Division Monitor	48	DLY	Dead Time	54	P	Proportional Control
17	HL	High Limit	49	P	High-Value Selection	55	FX	Function
18	HL	High Limit	50	FX	Function			

Note: This list extracts the main control elements, and mentions that function outline. Refer to Reference Manual "INSTRUCTION MANUAL FOR GIASYS-EOL" FUNCTION BLOCK (FAST-F001)" for the details explanation.

CONTROL ELEMENT LIST

BLCP POWER PROJECT

APPROVED: [Signature]

DATE: [Date]

SCALE: [Scale]

PROJECT: [Project Name]

ITEM: 61110

DRAWING NUMBER: 61110-1001

REV: [Revision]

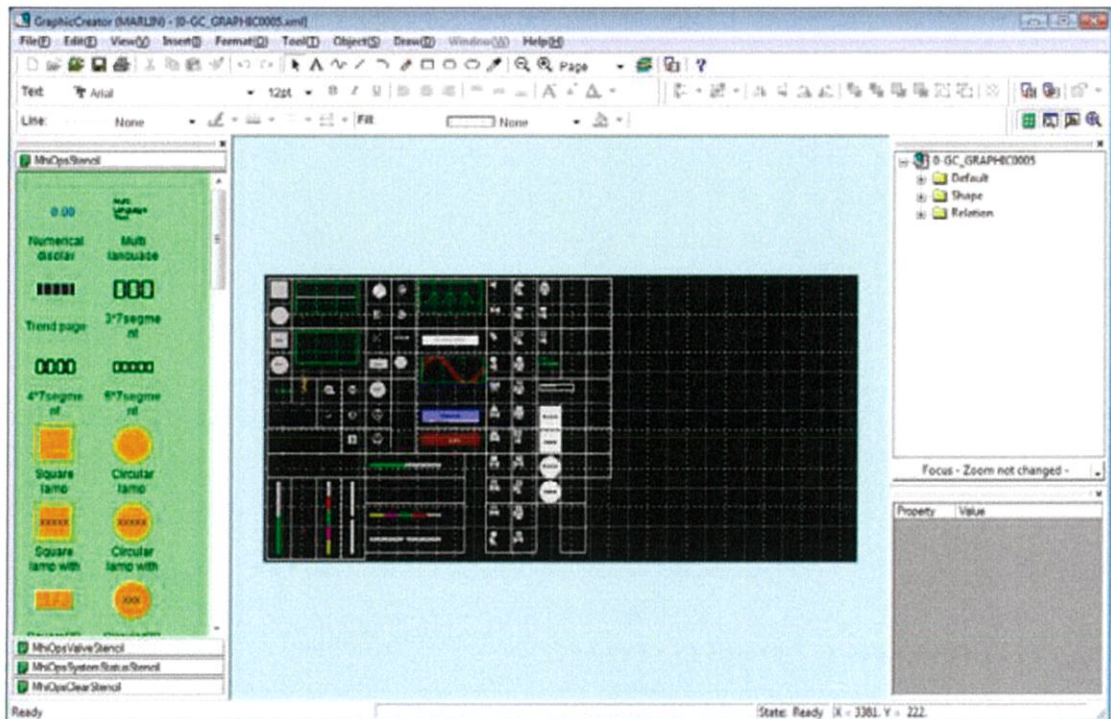
EXP-01

2.5.2.3 Creating Plant Graphic Screens (Graphic Window)

Graphic Window ดังรูปที่ 2.53 ใช้ในการสร้างหน้าจอกราฟฟิกของโรงไฟฟ้าและหน้าจอการแจ้งเตือนที่แสดงบน OPS ซึ่งสามารถตั้งค่าระดับการเตือนได้จากที่นี่

งานที่ทำโดย Graphic Window จะมีดังนี้

1. แผนภาพกราฟฟิกของโรงงาน
2. สร้างโพลเดอร์อ้างอิง
3. การวางองค์ประกอบและกำหนดคุณสมบัติของ OPS
4. การวางองค์ประกอบจาก Loop Plate และกำหนดคุณสมบัติ
5. การวางชิ้นส่วนต่างๆบนหน้าจอและกำหนดคุณสมบัติ



รูปที่ 2.53 ตัวอย่างหน้าจอการสร้างกราฟฟิก

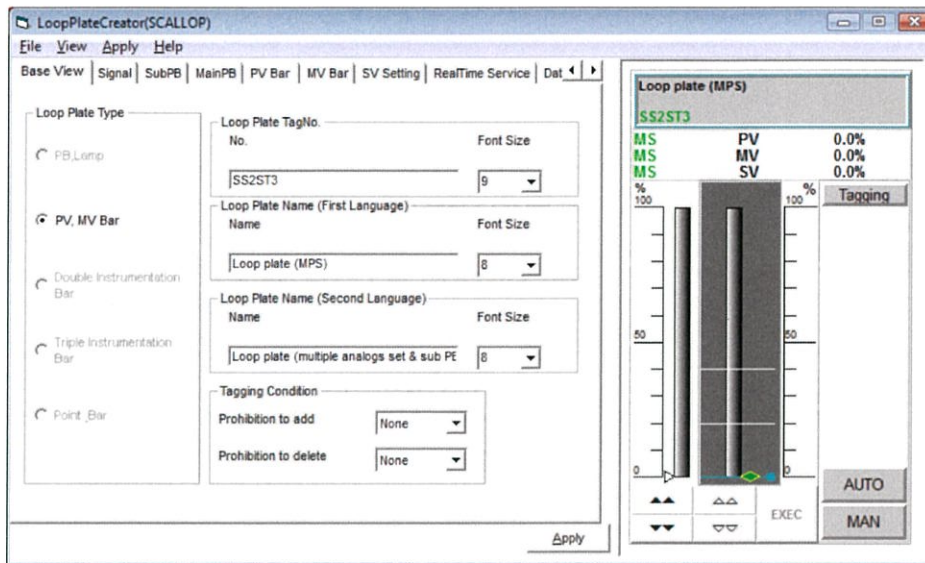
2.5.2.4 Set up OPS Human-machine Interface Functions (HMI Window)

HMI Window ใช้ในการตั้งค่าการทำงานของ OPS และ ACS ดังรูปที่ 2.54

งานที่ทำโดย HMI Window มีดังนี้

1. ตั้งค่าการทำงานที่ใช้ใน OPS
2. ตั้งค่าหน้าจอ OPS

3. กำหนดค่าของ loop plate
4. ตั้งค่าการทำงานที่ใช้ใน ACS



รูปที่ 2.54 ตัวอย่างหน้าจอการสร้าง Loop Plate

2.5.2.5 Editing Object Database (ORCA) (Document Window)

Document Window ใช้ในการยืนยันการดำเนินการ การแก้ไข และการเพิ่มข้อมูลที่สร้างจากแต่ละ Window ใน Document Window ซึ่งสร้างโดย ListCreator (CORAL) ดังรูปที่ 2.55

Name	Name1	TagEx	Symbol	Expanded	Expanded	Expanded	Expanded	Tag	ORCA ID
1	sun curve	CEA	PV	0	100	%	%	%	CEA 1 0-L_IDOOL_CEA0001
2	CEA	as-takan ar	PV	0	100	%	%	%	CEA 2 0-L_IDOOL_CEA0002
3	CEA	as-takan ar	PV	0	100	%	%	%	CEA 3 0-L_IDOOL_CEA0003
4	Turbine V/CEA		PV	0	100	%	%	%	CEA 4 0-L_IDOOL_CEA0004
5	Turbine Sp/CEA		PV	0	100	%	%	%	CEA 4 0-L_IDOOL_CEA0004
6	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0001 0-L_IDOOL_CEA0005
7	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0002 0-L_IDOOL_CEA0006
8	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0003 0-L_IDOOL_CEA0007
9	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0004 0-L_IDOOL_CEA0008
10	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0005 0-L_IDOOL_CEA0009
11	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0006 0-L_IDOOL_CEA000A
12	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0007 0-L_IDOOL_CEA000B
13	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0008 0-L_IDOOL_CEA000C
14	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0009 0-L_IDOOL_CEA000D
15	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0010 0-L_IDOOL_CEA000E
16	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0011 0-L_IDOOL_CEA000F
17	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0012 0-L_IDOOL_CEA000G
18	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0013 0-L_IDOOL_CEA000H
19	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0014 0-L_IDOOL_CEA000I
20	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0015 0-L_IDOOL_CEA000J
21	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0016 0-L_IDOOL_CEA000K
22	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0017 0-L_IDOOL_CEA000L
23	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0018 0-L_IDOOL_CEA000M
24	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0019 0-L_IDOOL_CEA000N
25	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0020 0-L_IDOOL_CEA000O
26	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0021 0-L_IDOOL_CEA000P
27	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0022 0-L_IDOOL_CEA000Q
28	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0023 0-L_IDOOL_CEA000R
29	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0024 0-L_IDOOL_CEA000S
30	Analog Dal/Analog Dal		PV	0	100	%	%	%	CEA0025 0-L_IDOOL_CEA000T

รูปที่ 2.55 ตัวอย่างหน้าจอ List Creator

2.5.2.6 Converting Design Data to Electronic Files (Drawing Window)

Drawing Window ใช้ในการแปลงงานที่ทำเสร็จแล้วในแต่ละ Window เป็น PDF พร้อมพิมพ์ออกมาโดยสร้างไฟล์จาก Graphic Window และ Logic Window

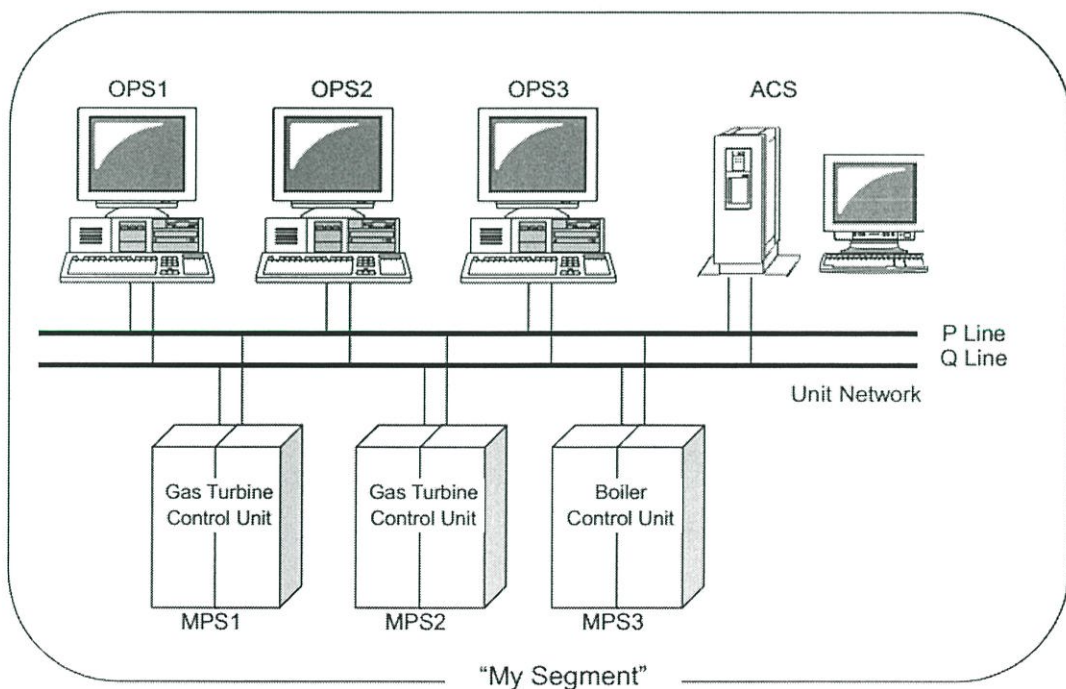
2.5.3 Building System with EMS

การสร้างระบบจะสร้างด้วย EMS ผ่าน System Window ซึ่ง System Window ใช้ในการตั้งค่าและการกำหนดฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของกระบวนการ (MPS, OPS และ ACS) สำหรับ DIASYS Netmation

2.5.3.1 Defining System Configuration

ใน System Window จะทำงานตามการ system configuration of a plant ซึ่งประกอบไปด้วย MPS (Multiple Process Station) ควบคุมกระบวนการ OPS (Operator Station) หน่วยงานดูแลระบบของโรงงาน ACS (Accessory Station) หน่วยเก็บข้อมูลของโรงไฟฟ้า

ระบบเหล่านี้เชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายของระบบ ใน System Window ระบบทั้งหมดที่เชื่อมต่อกันจะเรียกว่า My Segment ดังรูปที่ 2.56



รูปที่ 2.56 System Configuration

2.5.3.2 Unit Registration

การริจิสข้อมูลลงไป My Segment เพื่อกำหนดชื่อหรือฟังก์ชันการทำงานต่างๆลงไป ใน MPS OPS และ ACS

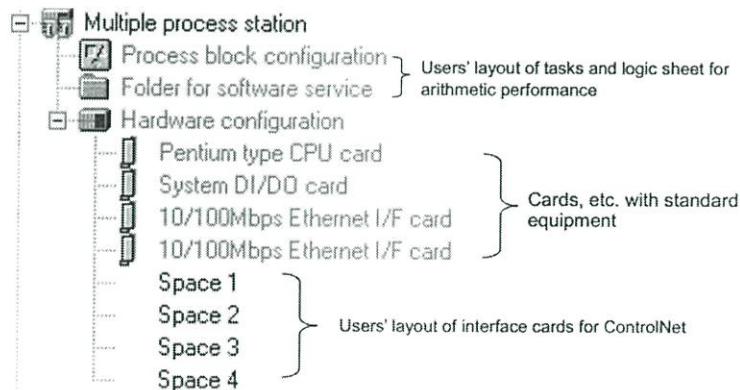
2.5.3.3 Setup of MPS

การลงทะเบียน MPS ลงใน System Window จะสามารถกำหนดโมดูลได้โดยอัตโนมัติภายใต้มาตรฐาน MPS

2.5.3.4 Setup of Property for Hardware Configuration

Hardware Configuration ดังรูปที่ 2.57 คือ การกำหนดอุปกรณ์ลงในซอฟต์แวร์เพื่อให้ฟังก์ชันการทำงานสอดคล้องกันกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ซึ่งในระบบ MPS จะมีอุปกรณ์ดังนี้

1. CPU กำหนดประเภทของ CPU
2. ControlNet™ Interface Cards/ S-SCG Module กำหนดการทำงาน(A,B) และสถานที่การทำงาน(APC,MBC)
3. ControlNet Adapter/SCG Module กำหนดหมายเลข(01, 02, ...)และสถานที่การทำงาน
4. I/O Module กำหนดประเภทของโมดูล(AI, AO, DI, DO) หมายเลข และสถานที่การทำงาน
5. I/O Signal กำหนดประเภทของสัญญาณ(Analog,Digital) ชื่ออุปกรณ์ และสถานที่การทำงาน



รูปที่ 2.57 แผนผังต้นไม้ Hardware Configuration

2.5.3.5 Hardware Configuration Load to MPS

เมื่อตั้งค่าฮาร์ดแวร์สำหรับ MPS เสร็จแล้วใน System Window ข้อมูลจะถูกส่งเข้า MPS ผ่านการ Load การโหลดข้อมูลเข้าสู่ MPS มีสองแบบ คือ

1. MPS Load ส่งข้อมูลการHardware Configuration เข้า MPS

2. Load of Process I/O Information ส่งข้อมูลการทำงานของ I/O โมดูล และสัญญาณ I/O เข้า MPS

รูปแบบการโหลดจะมี 2 แบบ คือ

1. Offline Mode ซึ่งในโหมดนี้สามารถโหลดไฟล์ทั้งหมดเข้าสู่ MPS ได้

2. Online Mode ซึ่งในโหมดนี้สามารถโหลดไฟล์เข้าสู่ MPS ได้ทีละไฟล์เท่านั้น

2.5.3.6 Tuning of Process I/O

หลังจากโหลด Hardware Configuration และ Process I/O Information เข้า MPS เรียบร้อยแล้ว จะต้องทำการ Tuning ข้อมูล I/O โดยเงื่อนไขของการ Tuning มีดังนี้

1. การสลับออนไลน์และออฟไลน์สำหรับ I/O โมดูล การ Tuning โมดูลนั้นจะ Tune ได้เฉพาะตอนที่ออฟไลน์เท่านั้น ส่วนการออนไลน์จะเป็นการเชื่อมต่อการใช้งานจะมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าออกมา

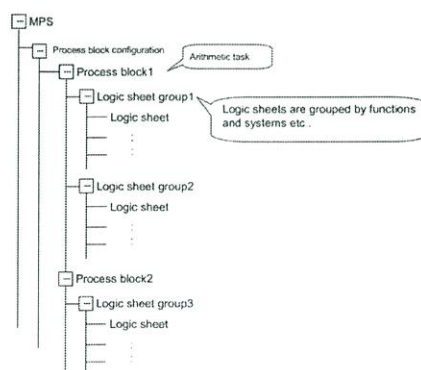
2. ตรวจสอบข้อมูลแต่ละ channel เครื่องมือสอบเทียบควรเชื่อมต่อให้ถูกต้องในแต่ละช่องก่อนการ Tuning

3. การปรับ Span (AI/AO) เพื่อตั้งค่า Range การทำงานของเครื่องมือวัดโดยการป้อน 0% และป้อนค่าที่ 100% จากเครื่องมือสอบเทียบ (Calibrator)

4. การตั้งค่าข้อมูล (AO/DO) เป็นการตั้งค่าข้อมูลการส่งข้อมูลออกไปสู่การอุปกรณ์

2.5.3.7 Setup of Process Block Configuration

เมื่อมีการลงทะเบียน MPS แล้ว การตั้งค่าการควบคุมโดยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งจะดำเนินการใน Process Block Configuration ซึ่งมีอยู่ในแผนภาพต้นไม้ MPS ใน System Window ดังรูปที่ 2.58



รูปที่ 2.58 แผนผังโครงสร้างต้นไม้ Process-block Configuration

2.5.3.8 Logic Load to MPS

เมื่อสร้างแบบลอจิกควบคุมเสร็จแล้วใน System Window ข้อมูลจะส่งเข้า MPS ผ่านการ Load ซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่าง MPS และ System Window จะมีการเปรียบเทียบความแตกต่างจาก MPS ซึ่งตัวที่แตกต่างนี้จะทำการ Upload เข้าสู่ MPS การโหลดเข้าสู่ MPS ขณะOnlineและOfflineจะมีผลลัพธ์ที่ต่างกันคือ

1. Offline Load เป็นการโหลด Process Block หลายไฟล์เข้า MPS ได้ในเวลาเดียวกัน
2. Online Load เป็นการโหลด Process Block ได้ทีละไฟล์เท่านั้น

2.5.3.9 Software Services คือ การตั้งค่าการทำงานกับอุปกรณ์ภายนอกที่ไม่ได้เป็นของ DIASYS Netmation ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 Software Service

Service item	คำบรรยาย
MODBUS/TCP client task	ตั้งค่าเมื่อใช้งาน MODBUS / TCP เพื่อสื่อสารกับ อุปกรณ์อื่น (server)
MODBUS/TCP server task	ตั้งค่าเมื่อใช้งาน MODBUS / TCP เพื่อสื่อสารกับ อุปกรณ์อื่น (client)
IP routing function	ตั้งค่าเส้นทางการใช้งานเมื่อใช้การกำหนดเส้นทาง IP ด้วย MODBUS / TCP และฟังก์ชัน NTP
Alarm group service	ตั้งค่าการเตือนตาม alarm panel และหน้าจอการแจ้งเตือน
Alarm action mode	ตั้งค่าการทำหลังจากที่ปลดการแจ้งเตือนแล้ว
CENTUM communication task	ตั้งค่าการทำงานเมื่อมีการติดต่อกับ CENTUM
MELSEC communication task	ตั้งค่าการทำงานเมื่อมีการติดต่อกับ MELSEC
MHI Ethernet communication S3 service	ตั้งค่าเมื่อมีการทำงานกับ MHI Ethernet S3 Communication
Legacy IDOL Tracking Definition Service	ติดตามผลการทำงานของ Legacy IDOL Logic
CPETH03 MHI Ethernet communication service	ใช้เมื่อมีการติดต่อกับ CPETH03 MHI Ethernet

2.6 Operator Station

Operator Station คือ ระบบ HMI (Human Machine Interface) ที่ใช้ในการสังเกตการณ์และควบคุมกระบวนการซึ่งฟังก์ชันการทำงานของ OPS มีดังนี้

1. Custom graphic function: ฟังก์ชันนี้จะแสดงหน้าจอสถานะการทำงานของโรงไฟฟ้าที่สร้างโดย GraphicCreator
2. Logic monitoring function: ฟังก์ชันนี้จะแสดงถึงหน้าจอการทำงานของลอจิกควบคุมและค่าพารามิเตอร์ในลอจิกซีทที่ถูกสร้างโดย LogicCreator หรือแผนรูปที่ถูกสร้างโดย DIASYS-IDOL tools
3. Loop plate function: ฟังก์ชันนี้จะแสดงหน้าจอ loop plate ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโรงไฟฟ้า และเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์
4. Function Block Adjustments: จากหน้าจอคอนโทรลลอจิก ฟังก์ชันบล็อก ค่าพารามิเตอร์และค่าเอาต์พุตสามารถกำหนดค่าได้
5. Real time trend function: ฟังก์ชันนี้จะแสดงค่าเป็นกราฟเปลี่ยนไปตามรูปแบบของเวลา
6. X-Y Trend function: The function to display the correlation of multiple process data by graph displays ฟังก์ชันนี้จะแสดงข้อมูลหลายค่าเป็นกราฟ
7. Alarm summary function: ฟังก์ชันนี้จะแสดงสถานะการแจ้งเตือนและรีเซ็ตการทำงานเมื่อมีการแจ้งเตือน
8. Alarm panel function: ใช้ในการตั้งค่าของการแจ้งเตือนเป็นประเภทต่างๆ และระดับต่างๆ
9. WorkspaceManager service object: เป็นโปรแกรมที่สร้างจาก OPS ใช้ในการสั่งการและสังเกตการณ์โรงไฟฟ้า
10. Event/Alarm view function: ฟังก์ชันแสดงเหตุการณ์ต่างๆ
11. Maintenance Log Display function: ฟังก์ชันที่แสดงเวลาการทำงานและจำนวนครั้งในการเริ่มต้นและหยุดการทำงาน
12. Data review list function: ฟังก์ชันที่แสดงข้อมูลนาฬิกา/ดิจิตอล อินพุต/เอาต์พุตและสถานะการทำงาน
13. Group point value display function: ฟังก์ชันแสดงถึงค่าของกระบวนการบนรายการ
14. Bar chart display function: ฟังก์ชันแสดงข้อมูลแบบ Real Time เป็นรูปแบบ Bar Chart

2.7 Accessory Station (ACS)

Accessory Station (ACS) จะเก็บและจัดการข้อมูลทุกอย่างของระบบ เช่น บันทึกการแจ้งเตือนต่างๆ ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงาน ดังต่อไปนี้

1. ฟังก์ชันการรับสัญญาณเตือน / เหตุการณ์
2. ฟังก์ชันจัดเก็บข้อมูลแนวโน้มในอดีตระยะกลาง / ระยะยาว
3. รายงานฟังก์ชันจัดเก็บข้อมูล
4. รายงานผลผลิตและฟังก์ชันการพิมพ์
5. ฟังก์ชันแนวโน้มกลุ่มดิจิทัล
6. ฟังก์ชันจัดเก็บข้อมูล Flight recorder
7. ฟังก์ชันบันทึกการเดินทางขาเข้า
8. ฟังก์ชันรายงานการติดแท็ก
9. ฟังก์ชันรายงานของรัฐวิสาหกิจ
10. ข้อมูลแนวโน้มในอดีตและระยะยาวฟังก์ชันจัดเก็บไฟล์ CSV
11. ฟังก์ชันการจัดเก็บข้อมูลลงในสื่อบันทึกข้อมูลแบบถอดได้
12. ฟังก์ชันการจัดการเครื่องพิมพ์
13. ฟังก์ชันการตรวจสอบโหมดเครือข่าย
14. ฟังก์ชันการตรวจสอบการสันสะเทือนกันหัน
15. ฟังก์ชันรายงานการร้องขอของผู้ใช้
16. ฟังก์ชันเรียกเก็บข้อมูลทริกเกอร์ของสเปกตรัม
17. ฟังก์ชันสำหรับการส่งภาพนิ่งไปยังไฟล์รูปแบบ CSV
18. ฟังก์ชันอีเมลแจ้งเตือน
19. บริการเว็บ
20. ฟังก์ชันการตรวจสอบอุปกรณ์ภายนอก

2.8 Browser Operator Stations

Browser OPS ของ DIASYS Netmation® ทำหน้าที่ตรวจสอบการทำงานของ Operator ผ่านทางอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ต Browser Workspace Manager เป็นโปรแกรมสำหรับสั่งการและตรวจสอบโรงงาน ซึ่งทำงานอยู่บน Browser OPS Browser WSMจะเป็นโปรแกรมที่ถูกใช้อยู่ใน

ห้องควบคุมส่วนกลาง

เมื่อติดตั้ง Browser WSM บนพีซีจะสามารถสั่งการและตรวจสอบโรงงานจากโต๊ะทำงานหรือจากที่ตั้งระยะไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ตในลักษณะเดียวกับที่ใช้ OPS ในห้องควบคุมส่วนกลาง

ฟังก์ชันการทำงานของ Browser OPS มีดังต่อไปนี้

1. Plant Graphics (System Diagrams)

ฟังก์ชันกราฟฟิคของโรงงานจะแสดงกราฟฟิคเป็น P&ID และแสดง Process value และสถานะการทำงานของอุปกรณ์เสริมผ่าน P&ID แบบเรียลไทม์

2. Logic Monitoring

ฟังก์ชันการแสดงผลหน้าจอลอจิกจะแสดงลอจิกควบคุมที่ปฏิบัติการอยู่บน MPS หรือ CPS และแสดงสถานะการทำงานทางคณิตศาสตร์แบบเรียลไทม์

3. Trends

เทรนฟังก์ชันเป็นการสังเกตการณ์ทำงานของตัวแปรที่กำหนดไว้ในรูปของกราฟ

4. Control Loop Plates

Control Loop Plates เหมือนกับอุปกรณ์เครื่องมือวัดโดยทั่วไปซึ่งใช้สำหรับตรวจสอบและปฏิบัติ ซึ่งใช้สั่งการทำงานของวาล์วและอุปกรณ์ในโรงงาน

5. Alarm Summary

Alarm Summary จะแสดงรายการความผิดปกติในโรงงานและระบบ เนื่องจากสรุปการเตือนภัยประกอบด้วยเพียงหนึ่งหน้าตาไม่มีเมนูหน้าตาต่าง เมนูหน้าตาต่างของฟังก์ชันที่แสดงก่อนหน้านี้ยังคงแสดงอยู่

6. Event Trace

การติดตามเหตุการณ์จะแสดงการเตือนและประวัติการดำเนินงาน

2.9 หลักการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่ใช้ในระบบระบบควบคุมการเผาไหม้และเครื่องบดถ่านหิน

อุปกรณ์การวัดที่ใช้ในระบบควบคุมการเผาไหม้และเครื่องบดถ่านหินมีดังต่อไปนี้

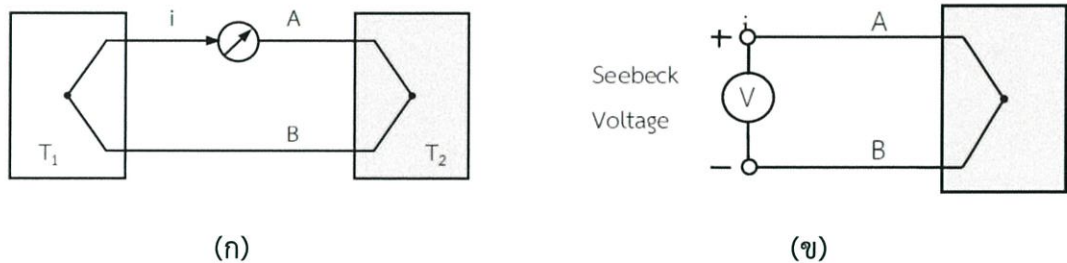
2.9.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เทอร์โมคัปเปิล ดังรูปที่ 2.59 เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (emf) เกิดจากการนำโลหะตัวนำต่างชนิดกันสองตัว เช่น บิสมัทกับ

ทองแดงมาเชื่อมปลายเข้าด้วยกัน แล้วให้ความร้อนที่จุดต่อด้านหนึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรของเส้นลวดดังรูปที่ 2.60 (ก) ค่าของกระแสไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง และเมื่อเป็นวงจรเปิดจะเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น เรียกว่า แรงดันซีเบค (Seebeck voltage) ดังรูปที่ 2.60 (ข)



รูปที่ 2.59 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)



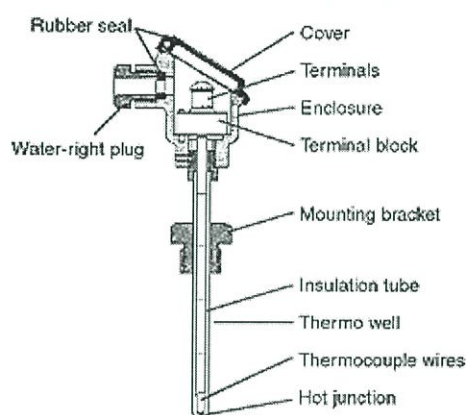
รูปที่ 2.60 ปรากฏการณ์ซีเบค

- (ก) การให้อุณหภูมิที่ T_2 แล้วเกิดปรากฏการณ์ซีเบค
- (ข) ความดันซีเบคเนื่องจากการเปิดวงจรข้างหนึ่ง

เทอร์โมคัปเปิลมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ความไว (Sensitivity) จากตารางแรงเคลื่อนของ NBS จะแสดงว่าย่านของแรงเคลื่อนจากเทอร์โมคัปเปิลจะมีค่าน้อยกว่า 100 mV แต่ความไวที่แท้จริงในการใช้งานจะขึ้นอยู่กับการใช้วงจรปรับสภาพสัญญาณและตัวเทอร์โมคัปเปิลเอง
2. โครงสร้าง (Construction) ของเทอร์โมคัปเปิลจะเป็นไปตามรูปที่ 2.61 โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้คือมีความต้านทานต่ำให้สัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ต้านทานต่อการเกิดออกไซด์ที่อุณหภูมิสูงๆ ทนต่อสภาวะแวดล้อมที่นำไปใช้วัดค่า และเป็นเชิงเส้นสูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวฝักหรือท่อป้องกันส่วนมากจะทำจากสแตนเลส ความไวของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับความหนาของท่อป้องกันทั้งเยอรมัน

เนียมและซิลิคอนจะทำให้คุณสมบัติการเกิดเทอร์โมอิเล็กทริกจึงใช้กันมากในอุปกรณ์ทำความเย็น (peltier element) มากกว่าที่จะใช้เป็นเทอร์โมคัปเปิลวัดอุณหภูมิ ขนาดของสายเทอร์โมคัปเปิลกำหนดได้จากการใช้งานแต่ละอย่างและมีขนาดจาก#10ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่คงที่จนถึงขนาด#30หรือแม้กระทั่ง 0.02 mm ซึ่งเป็นสายแบบไมโครไวร์ (micro wire) ที่ใช้กับการวัดอุณหภูมิการกลั่นในงานทางชีววิทยา



รูปที่ 2.61 โครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล (Construction)

3. ย่านการใช้งาน (Range) ย่านอุณหภูมิการใช้งานและความไวในการวัดของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละตัว จะแตกต่างกันตามแต่ละสมาคมจะกำหนดในส่วนที่สำคัญคือค่าแรงเคลื่อนที่ออกมาจากแต่ละอุณหภูมิจะต้องอ้างอิงกับตารางค่ามาตรฐานของแต่ละสมาคมที่ใช้ให้ถูกต้องเป็นเอกภาพเดียวกันหมดทั้งระบบ ดังรูปที่ 2.62

Type	Temperature range (°C)				Tolerance class (°C)	
	Continuous		Short term		One	Two
	Low	High	Low	High		
K	0	+1100	-180	+1300	-40 - 375: ±1.5 375 - 1000: ±0.004×T	-40 - 333: ±2.5 333 - 1200: ±0.0075×T
J	0	+750	-180	+800	-40 - 375: ±1.5 375 - 750: ±0.004×T	-40 - 333: ±2.5 333 - 750: ±0.0075×T
N	0	+1100	-270	+1300	-40 - 375: ±1.5 375 - 1000: ±0.004×T	-40 - 333: ±2.5 333 - 1200: ±0.0075×T
R	0	+1600	-50	+1700	0 - 1100: ±1.0 1100 - 1600: ±0.003×(T-767)	0 - 600: ±1.5 600 - 1600: ±0.0025×T
S	0	+1600	-50	+1750	0 - 1100: ±1.0 1100 - 1600: ±0.003×(T-767)	0 - 600: ±1.5 600 - 1600: ±0.0025×T
B	+200	+1700	0	+1820	Not available	600 - 1700: ±0.0025×T
T	-185	+300	-250	+400	-40 - 125: ±0.5 125 - 350: ±0.004×T	-40 - 133: ±1.0 133 - 350: ±0.0075×T
E	0	+800	-40	+900	-40 - 375: ±1.5 375 - 800: ±0.004×T	-40 - 333: ±2.5 333 - 900: ±0.0075×T
Chromel/AuFe	-272	+300	N/A	N/A	Reproducibility 0.2% of the voltage. Each sensor needs individual calibration.	

รูปที่ 2.62 ย่านการใช้งานของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละประเภท

4. เวลาตอบสนอง (Time Response) เวลาตอบสนองของเทอร์โมคัปเปิลขึ้นอยู่กับขนาดของสายและวัสดุที่นำมาทำท่อป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล

5. การปรับสภาพสัญญาณ (Signal Conditioning) ปกติแรงเคลื่อนของเทอร์โมคัปเปิลจะมีขนาดน้อยมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณโดยใช้ออปแอมป์ขยายความแตกต่างที่มีอัตราขยายสูงๆ

ในปัจจุบันมีการแบ่งประเภทของเทอร์โมคัปเปิลออกเป็น 7 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.9.1.1 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท S (Thermocouple type S) โดยเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้จะเหมาะสมกับการใช้งานในสภาวะที่เกิดปฏิกิริยาเคมีแบบออกซิไดซิง(oxidizing) สภาวะงานเฉื่อย (inert) และงานวัดตัวแปรที่มีอุณหภูมิสูง แต่เทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้ก็มีข้อจำกัดตรงที่ว่าต้องใช้ท่อป้องกันในทุกสภาวะบรรยากาศและไม่เหมาะกับงานที่มีปฏิกิริยาแบบรีดิวซิง (reduzing) งานที่เป็นสุญญากาศ (vacuum) งานที่มีไอโลหะ และงานที่มีไอของโลหะ

2.9.1.2 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท R (Thermocouple type R) โดยเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้จะเหมาะกับการวัดอุณหภูมิสูงๆ ทนต่อการกัดกร่อน ให้แรงเคลื่อนทางด้านเอาต์พุตสูงกว่าประเภท S และเสถียรภาพของอุณหภูมิที่ดี ส่วนข้อจำกัดนั้นไม่ได้มีข้อแตกต่างจากประเภท S ยกเว้นเพียงแต่เทอร์โมคัปเปิลประเภท R นั้นให้ความเป็นเชิงเส้นต่ำ

2.9.1.3 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท B (Thermocouple type B) เหมาะกับการใช้งานในสภาวะที่มีปฏิกิริยาแบบออกซิไดซิงและสภาวะเฉื่อย ให้ความเป็นเชิงเส้นของสัญญาณ (linearity) ดีและยังแข็งแกร่งกว่าเทอร์โมคัปเปิลประเภท S และ R อีกด้วย แต่ข้อจำกัดของเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้มีค่อนข้างมากถ้าเทียบกับข้อดีที่มีซึ่งก็คือเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้จะให้แรงเคลื่อนของไฟฟ้าน้อยกว่าแบบอื่นๆ เมื่อวัดอุณหภูมิที่เงื่อนไขเดียวกันและไม่เหมาะกับสภาวะที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาแบบรีดิวซิง สภาวะที่เป็นสุญญากาศ งานที่มีไอของโลหะและโลหะเช่นเดียวกับแบบ R และ S นอกจากนี้ยังให้ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าสองค่า (double value region) จากอุณหภูมิในช่วง 0-42 °C ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าที่แรงเคลื่อนไฟฟ้านั้นมีอุณหภูมิเป็นเท่าใดและให้ความชันของสัญญาณต่ำกว่าแบบอื่นๆ

2.9.1.4 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท J (Thermocouple type J) เป็นเทอร์โมคัปเปิลที่ผลิตจาก Fe และ Costantan ไม่ได้ผลิตจากแพลทินัมบริสุทธิ์เนื่องจากค่านึงถึงจุกคุ่มทุนนิยมใช้ในอุตสาหกรรมพลาสติก เหมาะกับสภาพงานที่เป็นสุญญากาศ งานที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดซิง และงานที่อยู่ในสภาวะเฉื่อยเมื่ออุณหภูมิไม่เกิน 760 °C ให้ความเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิได้ดีและยังมีราคาถูกกว่าเทอร์โมคัปเปิลประเภทอื่นที่ทำจากธาตุบริสุทธิ์ ส่วนข้อเสียของเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้นั้นคือ วัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่าแบบ T ไม่เหมาะสมมากนักกับงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C หากวัดที่อุณหภูมิสูงกว่า

538°C จะเกิดปฏิกิริยาออกซิไดซิงที่สายซึ่งทำจากเหล็กด้วยอัตราสูง และถ้าหากใช้งานนานเกินช่วง 20 ปี ส่วนผสมทางเคมี คือ แมงกานีสในเหล็กจะเพิ่มขึ้น 0.5% ทำให้คุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2.9.1.5 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท K (Thermocouple type K) เทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสามารถใช้วัดในงานที่มีปฏิกิริยาออกซิไดซิงหรือสภาวะแบบเฉื่อย(inert)ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ แต่ไม่ควรทำการวัดที่ต้องสัมผัสกับปฏิกิริยารีดิวซิงและออกซิไดซิงโดยตรง สามารถใช้กับสภาพงานที่มีการแผ่รังสีความร้อนได้ดี ให้อัตราการเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่ออุณหภูมิดีกว่าแบบอื่นๆ (ความชันเกือบเป็น 1) และมีความเป็นเชิงเส้นมากที่สุดในบรรดาเทอร์โมคัปเปิลด้วยกัน ส่วนที่เป็นข้อเสียนั้นคือไม่เหมาะกับงานที่มีไอของซัลเฟอร์หรืองานที่เป็นสุญญากาศแต่หากวัดในระยะเวลานั้นก็ยังสามารถใช้งานได้ และหลังจากใช้งานไป 30 ปี จะทำให้ส่วนผสมทางเคมีเปลี่ยนไปซึ่งเป็นเหตุทำให้คุณสมบัติของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนไปด้วย

2.9.1.6 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท T (Thermocouple type T) เหมาะกับการวัดอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ ให้ความแน่นอนในการวัดดีกว่าประเภท ให้ความเสถียรภาพในการวัดอุณหภูมิสามารถทำการวัดงานที่เป็นสุญญากาศงานที่มีปฏิกิริยาแบบออกซิไดซิงรีดิวซิงและงานที่มีปฏิกิริยาแบบเฉื่อยได้ดี นอกจากนี้ยังทนต่อสภาพบรรยากาศที่มีกัดกร่อนได้ดี ส่วนของเสียของเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้นั้นคือจะวัดช่วงของอุณหภูมิที่เป็นบวกได้น้อยกว่าประเภทอื่นและหากนำไปวัดในอุณหภูมิที่สูงกว่า 370 °C จะเกิดการออกไซด์มาก ไม่เหมาะกับการวัดอุณหภูมิที่สัมผัสกับการแผ่รังสีความร้อนโดยตรง เมื่อใช้งานไปนาน ๆ ในช่วง 20 ปี ส่วนผสมของนิเกิลและสังกะสี จะเพิ่มประมาณ 10% ทำให้คุณสมบัติทางไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน และคุณสมบัติของแรงเคลื่อนต่ออุณหภูมิไม่เป็นเชิงเส้น

2.9.1.7 เทอร์โมคัปเปิล ประเภท E (Thermocouple type E) ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเมื่อวัดอุณหภูมิเทียบกับแบบอื่นๆในสภาวะเดียวกัน ส่วนคุณสมบัติในด้านอื่น ๆ นั้นเหมือนกับคุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลประเภท K

2.9.2 ทรานสมิตเตอร์ (Transmitter)

ทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางไฟฟ้าทางด้านเอาท์พุทที่ได้จากทรานสดิวเซอร์ให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สัญญาณนิวแมติกส์ (pneumatics signal) เป็นสัญญาณมาตรฐานที่อยู่ในรูปของความดันลม ใช้ความดันของลมในการควบคุมกระบวนการ ตัวอย่างสัญญาณมาตรฐานชนิดนิวแมติกส์ ได้แก่ 3-15 psi (BS), 0.2-1 bar (SI), และ 0.2-1 kg/cm² (Metric)

2. สัญญาณทางไฟฟ้า (electrical signal) เป็นสัญญาณมาตรฐานที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า 1-5 V กระแสไฟฟ้า 4-20 mA และแรงดันไฟฟ้า 0-10 V กระแสไฟฟ้า 0-100 mA

2.9.2.1 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) ดังรูปที่ 2.63 คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการรับสัญญาณอุณหภูมิจากหัววัดอุณหภูมิ ชนิดใดชนิดหนึ่งจากเทอร์โมคัปเปิล Type K, J, E, R, S และ T หรือ RTD Pt 100 Ω เพื่อส่งค่าอุณหภูมิผ่านสายไฟไปยังเครื่องควบคุมอุณหภูมิ เครื่องบันทึกอุณหภูมิหรือดาต้าล็อกเกอร์, PLC, เทอร์โมมิเตอร์



รูปที่ 2.63 ทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิรูปแบบต่างๆ

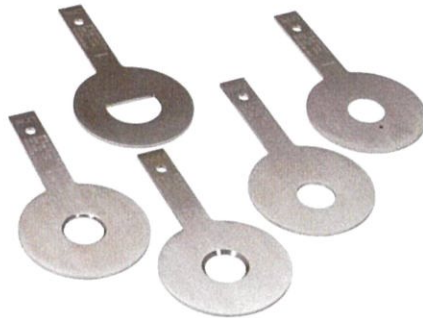
2.9.2.2 ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน (Pressure Transmitter) ดังรูปที่ 2.64 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานที่มีทั้งสัญญาณ Analog 4-20mA, 0-10VDC เพื่อนำไปควบคุมขบวนการทำงานต่างๆในอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.64 Differential Pressure Transmitter

2.9.3 แผ่นออริฟิส (orifice plate)

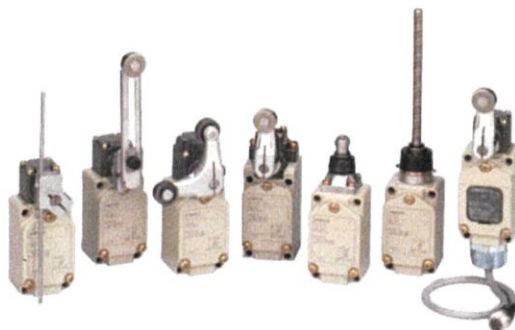
แผ่นออริฟิส (orifice plate) ดังรูปที่ 2.65 เป็นอุปกรณ์ใช้วัดการไหล (flow measurement) ของของไหล โดยวัดการไหลได้ทั้งของเหลวและก๊าซ นิยมนำมาใช้งานเนื่องจากมีโครงสร้างที่ง่าย ราคาถูก สะดวกในการติดตั้งและการบำรุงรักษา แข็งแรงทนทาน และให้ค่าการวัดที่ถูกต้องแม่นยำ (accuracy) ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเทียบกับราคา



รูปที่ 2.65 แผ่นออริฟิสรูปแบบต่างๆ

2.9.4 สวิตช์จำกัดระยะทาง (Limit Switch)

สวิตช์จำกัดระยะทาง (Limit Switch) ดังรูปที่ 2.66 เป็นสวิตช์ที่จำกัดระยะทางการทำงานอาศัยแรงกดจากภายนอกมากกระทำแล้วเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่อยู่กับก้านชน เปิด-ปิด ตามจังหวะของการชน โดยปกติจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) จากโครงสร้างภายใน ตำแหน่งปกติเปิดหน้าสัมผัสจะไม่ต่อถึงกันทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ ตำแหน่งทำงานเมื่อมีแรงภายนอกมากกระทำ เช่น ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมากดสวิตช์จำกัดระยะทางทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้สวิตช์จำกัดระยะทางกลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจรการทำงาน



รูปที่ 2.66 สวิตช์จำกัดระยะทางรูปแบบต่างๆ

2.9.5 วาล์วควบคุม (Control Valve)

วาล์วควบคุม (Control Valve) เป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่งที่ใช้กันมากในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีหน้าที่ในการควบคุมการไหลของของไหล เช่น แก๊ส ไอน้ำ น้ำ และสารเคมีต่างๆ เป็นต้น

2.9.6 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ดังรูปที่ 2.67 เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบไปด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กจะส่งผลให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แม่เหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็กสปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ก็จะนำมาใช้ในการเคลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวเมติกส์ การปิด-เปิดวาล์วจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่นๆ โครงสร้างของโซลินอยด์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เคลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเคลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve)



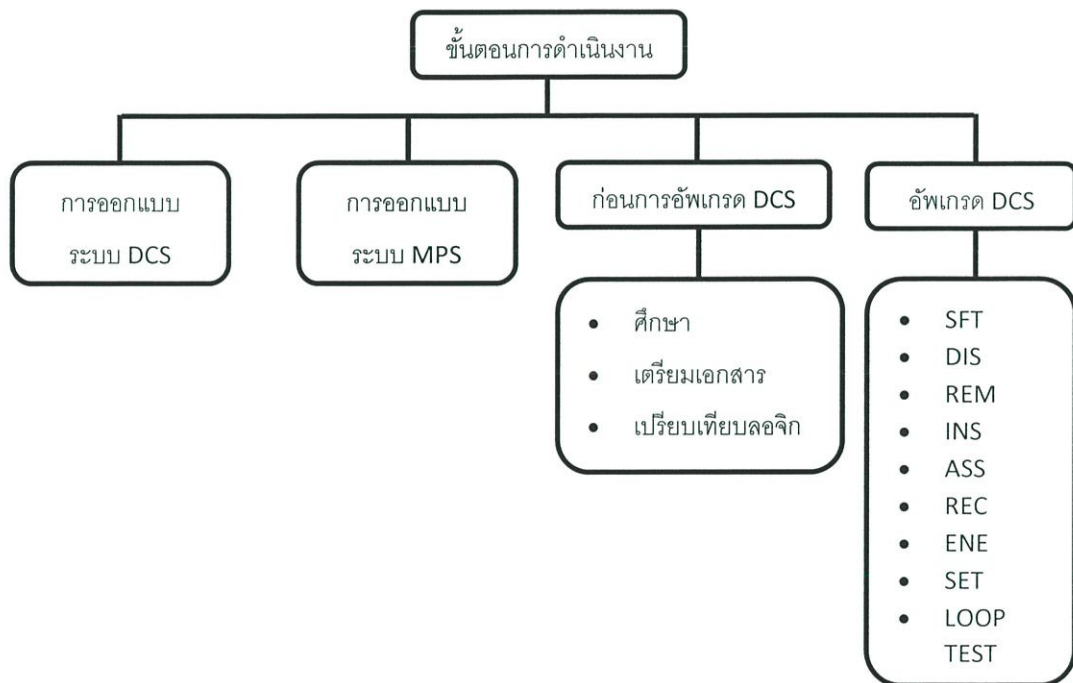
รูปที่ 2.67 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

2.9.7 อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector)

อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟเป็นอุปกรณ์ที่ใช้การจับความเข้มของแสงและความถี่ของเปลวไฟหากค่าทั้งสองเกินค่าที่กำหนดจะเกิดสัญญาณแจ้งเตือน

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนต่างๆ ที่ได้กระทำเพื่อให้เกิดบทสรุปของโครงการ โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ คือ การออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วน การออกแบบระบบ MPS ก่อนการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนเริ่มจากขั้นตอนการศึกษาหลักการการทำงานของโรงไฟฟ้าถ่านหินและการควบคุมแบบกระจายส่วนที่โรงไฟฟ้าใช้ การเตรียมเอกสารต่างๆ ที่จะใช้ในโครงการ ตลอดจนการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้อมูลที่เคยเตรียมไว้กับข้อมูลปัจจุบัน และขั้นตอนสุดท้าย คือ การอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ซึ่งขั้นตอนนี้จะแบ่งย่อยออกไปอีก 9 ขั้นตอนก่อนการสตาร์ทอัปแพลนท์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันจะถูกแทนที่ด้วยระบบควบคุมใหม่ล่าสุดของ “DIASYS Netmation” เพื่อยืดอายุการใช้งาน ซึ่งในส่วนนี้จะอธิบายภาพรวมการอัปเดต DCS แนวคิดการออกแบบ ขอบเขตการทำงานและโครงร่าง DCS

3.1.1 แนวคิดการออกแบบการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน มีดังนี้

1. ใช้ระบบการควบคุมใหม่ล่าสุดในการควบคุมและตรวจสอบดูแลซึ่งจะช่วยให้การทำงานของโรงไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพที่สูงขึ้น
2. การควบคุมแบบมัลติฟังก์ชันมีการสำรองการทำงาน (Redundance) เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้น
3. มีความสามารถในการป้องกันความผิดพลาดและวินิจฉัยความผิดพลาดด้วยตนเอง
4. ระบบ DCS มีโครงสร้างแบบแยกส่วนซึ่งทำให้สามารถขยายการควบคุมได้ง่าย
5. ตู้ MPS แบบใหม่จะต้องออกแบบให้มีขนาดเท่าเดิมเพื่อการติดตั้งแทนที่เก่า
6. ฟังก์ชันการทำงานของ OPS ACS และ EMS จะเหมือนกับระบบเดิมที่ใช้อยู่
7. หน้าจอกราฟฟิค หน้าจอลอจิก และการทำงานจะเหมือนระบบเดิมที่มีอยู่แต่ขนาดหน้าจอจะมีขนาดใหญ่ขึ้น (จากเดิม 19 นิ้ว เป็น 21 นิ้ว)

3.1.2 คำโครงการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

จุดประสงค์ของการอัปเดต DCS ดังต่อไปนี้

1. ยืดอายุการใช้งานของ DCS
2. พัฒนาระบบ I/O เพื่อความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพการทำงาน
3. การรักษาความพร้อมการใช้งานสำหรับการจัดหาและการบำรุงรักษาในระยะยาว
4. ใช้งานระบบ HMI รุ่นใหม่ล่าสุดซึ่งใช้งานกับ Windows 7 OS

เพื่อตอบสนองจุดประสงค์ของการอัปเดต DCS ข้างต้น จึงได้กระทำ ดังนี้

1. ใช้ระบบควบคุมใหม่ล่าสุดของ DIASYS Netmation ซึ่งเพิ่มความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพในการทำงานของ I/O

1.1 OPS, CPU Card และโมดูลต่างๆใน MPS จะใช้งานแบบเดียวกันกับที่ใช้งานก่อนหน้านี้

1.2 I/O System จะเปลี่ยนใหม่ทั้งหมดซึ่งมีดังนี้

- a) I/O Network (Ring Network)
- b) I/O Net Interface
- c) I/O Scanner
- d) I/O Adapter
- e) I/O Modules

1.3 OPS การทำงานเหมือนกับที่ใช้งานอยู่ก่อนหน้านี้ (Trend, Control, Loop, Graphic, etc.)

1.4 ACS การทำงานเหมือนกับที่ใช้งานอยู่ก่อนหน้า

1.5 EMS การทำงานเหมือนกับที่ใช้งานอยู่ก่อนหน้า (Orca View)

2. สิ่งของต่อไปนี้ เป็นสิ่งที่ใช้ซ้ำ

2.1 โต๊ะและเก้าอี้ในห้องควบคุมกลางและห้องเก็บอุปกรณ์

2.2 ลอจิกและซอฟต์แวร์ใช้รูปแบบเดิม

2.3 สายไฟทั้งหมดที่เชื่อมต่อเข้าระบบ MPS ยกเว้นสายไฟที่มาจับตู้ MPS อยู่แล้ว

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างที่มีอยู่และอุปกรณ์ใหม่

	item	อุปกรณ์เดิม	อุปกรณ์ใหม่	หมายเหตุ
a)	Unit OPS			
	PC	HP Business desktop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 Personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	
b)	Station OPS			Common for Unit 1 & 2
	PC	HP Business desktop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	
c)	Unit ACS			
	PC	HP Business desktop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างที่มีอยู่และอุปกรณ์ใหม่ (ต่อ)

d)	Station ACS			Common for Unit 1 & 2
	PC	HP Business destop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	
e)	Unit EMS			
	PC	HP Business destop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	
f)	Station EMS			Common for Unit 1 & 2
	PC	HP Business destop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	
g)	Data Management PC			
	PC	HP Business destop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	
	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD	
h)	Gateway PC			
	PC	HP Business destop d530 MT	DELL OPTIPLEX 7010	
	Operating System	Windows 2000 personal	Window 7	

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างที่มีอยู่และอุปกรณ์ใหม่ (ต่อ)

h)	Display	19 inches TFT	21 inches wide LCD		
i)	Unit alarm printer	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
j)	Unit Utility printer	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
k)	Unit EMS printer	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
l)	Unit Hard copier	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
m)	Station alarm printer	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
n)	Station Utility printer	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
o)	Station EMS printer	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
p)	Station Hard copier	HP color laser jet 5500dn	-	To be reused	
q)	PCS(Plant control system)	DIASYS Netmation	DIASYS Netmation		
	CPU	CPCPU01	CPCPU31		
	System I/O	CPDIO02	CPIOS01		
	Ethernet I/F	CPETH01	CPETH02		
	ControlNet I/F	CPCNT01	CPCNT01		
	CPU chassis	CPCHS02	CPCHS34		
	Ring Net Adapter	-		LSSCG01	
				LSSCG02	
	ControlNet Adapter	1794-ACNR15	1794-ACNR15		
IO Adapter Module	-	LSIOA01			

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบอุปกรณ์ระหว่างที่มีอยู่และอุปกรณ์ใหม่ (ต่อ)

q)	Analog Input module (4-20mA)	FXAIM01	LSAIM01	
	Analog Input module (4-20mA: For transmitter)	FXAIM02	LSAIM02	
	Analog input module(TC)	FXAIM04A-UP	LSAIM04	
	Analog Input module (RTD)	FXAIM05	LSAIM05	
	Analog Output module	FXAOM01A	LSAOM01	
	Digital input module	FXDIM01	LSDIM01	
	Digital output module	FXDOM01	LSDOM01	
	Pulse input module	FXPIM02A	LSDIM01	
	EOST module	FXEOS01	FXEOS01	
	OPC module	FXOPC01	FXOPC01	
	Turbine interlock module	FXTCL02	FXTCL02	
	Servo module	FXSVL02	FXSVL02	
	Flame detector module	FXSVT03	FXSVT03	
	Flame detector module	FXIRS01	FXIRS01	

3.1.3 ขอบเขตงานการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

3.1.3.1 Hardware/Software การนำเข้าอุปกรณ์ทั้งหมดทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การนำเข้าอุปกรณ์ทั้งหมด

NO.	item	Quantity	Remark
1	Unit DCS (MPS)		อุปกรณ์ใหม่จะ
	1) APC Including R-PIO	(10 panels)	ถูกติดตั้งมา
	2) MBC including R-PIO	(9 panels)	ภายใน MPS
	3) SEQ-B including R-PIO	(13panels)	เรียบร้อยแล้ว
	4) SEQ-T including R-PIO	(8 panels)	แล้วพร้อมมีสายไฟมาให้

ตารางที่ 3.2 ตารางการนำเข้าอุปกรณ์ทั้งหมด (ต่อ)

NO.	item		Quantity	Remark
1	Unit DCS (MPS)			
	5)	DEH (2 panels)	1 set/unit	
	6)	BFPT DEH (2 panels)	1 set/unit	
	7)	DLSIO including R-PIO (9 panels)	1 set/unit	
	8)	PDS including R-PIO (2 panels)	1 set/unit	
	9)	UNIT GWC (3 panels)	1 set/unit	
2	Unit HMI			
	1)	UNIT OPS	6 pcs/unit	
	2)	ACS	2 pcs/unit	
	3)	EMS	1 pcs/unit	
	4)	Network Equipment	1 set/unit	
	5)	System software & License	1 lot/unit	
3	Common HMI			
	1)	Data Management PC	1 set	
4	Cable Connection Materials			
	1)	Extension Wire	1 lot/unit	
	2)	Cable Connection Materials	1 lot/unit	
5	Design & Engineering			
	1)	Design & Engineering for DIASYS Netmation	1 ser/unit	
	2)	Technical Document (Manual)	1 set/unit	
6	Factory Acceptance Test			
	1)	Factory Acceptance Test(FAT) both hardware and software	1 set/unit	
	Spare Parts			
	1)	Contractual Spare Parts	1 set/2unit	Common for U1&U2
	2)	Commissioning Spare Parts	1 set/2unit	Common for U1&U3

3.1.3.2 อื่นๆ

1. ตู้เดิมที่มีอยู่จะถูกแทนที่ด้วยตู้ใหม่
2. จัดหาซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นสำหรับการอัปเดต DCS รวมถึง HMI และ MPS
3. เอกสารที่จะส่งให้ทาง BLCP จะเป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการอัปเดต DCS ทั้งหมด
4. ทางด้านมิตซูบิชิจะส่งระบบ DCS ใหม่อย่างเสร็จสมบูรณ์ซึ่งรวมทั้งตัวซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์
5. สายไฟส่งสัญญาณอินพุท/เอาต์พุทและสายไฟเพาเวอร์จะใช้สายเดิมที่มีอยู่เท่าที่จะเป็นไปได้ หากสายไฟส่งสัญญาณไม่พอให้ทำการเชื่อมต่อสายไฟใหม่โดยการเชื่อมต่อกันแบบไม่รอยต่อและมีฉนวนหุ้ม สำหรับสายไฟเพาเวอร์จะใช้สายใหม่กรณีที่มีสายเดิมสั้นเกินไป
6. สำหรับไวร์มาร์กเดิมจะถูกนำมาใช้เพื่อยืนยันการเชื่อมต่อโดยไวร์มาร์กใหม่จะใส่ลงไปโดยมีรหัสเดียวกันเพื่อยืนยันความถูกต้องของสายไฟเส้นนั้น
7. การอัปเดต DCS จะออกแบบบนพื้นฐานแบบเดิมที่มีและการแก้ไขโปรแกรมที่ทาง BLCP เพิ่มลงไป

8. ข้อมูลการ FAT (Factory Acceptance Test) มีดังนี้

8.1 การทดสอบ Hardware

- การตรวจสอบด้วยสายตาและตรวจสอบอุปกรณ์ภายในตู้
- IO Test
- การวินิจฉัยปัญหาด้วยตนเอง

8.2 การทดสอบ Software

- ทดสอบการทำงานของ OPS และหน้าจอ
- ทดสอบไดร์ฟเทสและลูปการทำงาน
- ทดสอบการทำงานแบบเรียงลำดับ(sequence)
- จำลองการทำงานของโรงไฟฟ้าทั้งหมด

9. ทำการสำรองอะไหล่สำหรับการส่งมอบงานเพื่อว่าอุปกรณ์เกิดความเสียหายจะไม่ส่งผลกระทบต่อแผนการทำงาน

3.1.4 การแบ่งระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

โรงไฟฟ้าบีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ได้แบ่งระบบควบคุมแบบกระจายส่วนออกเป็น 9 ระบบในการควบคุมกระบวนการการทำงานของโรงไฟฟ้า ดังต่อไปนี้

1. ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic Plant Control: APC) เป็นระบบที่มีหน้าที่

ควบคุมการประสานงานของระบบและการเข้าถึงศูนย์กลางระบบส่งข้อมูล ควบคุมอัตราการไหลของอากาศและเชื้อเพลิง ควบคุมลมที่จะเข้าไปยังเตาเผา ควบคุมการป้อนน้ำและระดับของน้ำในถังพักน้ำ ควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิขาออกของอากาศ (Primary Air Flow) ที่ไหลเข้าเครื่องบด ถ่านหิน ควบคุมความดันของอากาศ (Primary Air Flow) ควบคุมความดันของไอน้ำช่วย (Auxiliary Steam) ควบคุมอุณหภูมิบริเวณผิวของท่อแอร์ฮีตเตอร์ ควบคุมแดมเปอร์วาล์วบล็อก ควบคุมความดันของไอน้ำและอากาศที่จะใช้ในการเผาไหม้ ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นกังหัน ควบคุมความดันของไอน้ำ (Gland Steam) ควบคุมอุณหภูมิของไอน้ำ (Gland Steam) ควบคุมระดับน้ำในเครื่องควบแน่น ควบคุมอัตราการไหลหมุนเวียนของเครื่องควบแน่น ควบคุมระดับของดีแอร์เรเตอร์ ควบคุมความดันของดีแอร์เรเตอร์ ควบคุมการหมุนเวียนของการป้อนน้ำกลับไปยังบอยเลอร์ ควบคุมความดันแตกต่างของน้ำหล่อเย็น ควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันที่ใช้ในการหมุนกังหัน ควบคุมการฉีดพ่นของสารเคมี ควบคุมความดันไอน้ำเฉื่อยของเครื่องบดถ่านหิน ควบคุมระดับน้ำที่จะถูกระบายของHP/LPฮีตเตอร์ ควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ถูกระบาย ควบคุมระดับน้ำทั้งภายในบอยเลอร์โบริดจ์แวงค์ ควบคุมความดันของการชูตโบลเวอร์ ควบคุมอุณหภูมิน้ำมันของปั๊มที่ป้อนไอน้ำฝั่งกังหัน และควบคุมอุณหภูมิของแก๊สไฮโดรเจนที่ใช้ในการหล่อเย็น

2. ระบบควบคุมการเผาไหม้และเครื่องบดถ่านหิน (Mill Burner Control System: MBC) โดยทั่วไปจะทำหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับการทำความสะอาดเตาเผาไหม้ (Furnace Purge) และตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel Oil Leak Test) ควบคุมอากาศในขณะที่เริ่มต้นและชัตดาวน์ระบบ ควบคุมการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง และยังทำหน้าที่ควบคุมการเผาไหม้ถ่านหิน

3. ระบบควบคุมลำดับการทำงานของบอยเลอร์ (Sequence Boiler Control: SEQ-B) จะทำหน้าที่ควบคุมบอยเลอร์ให้ทำงานตามลำดับที่ได้ออกแบบเอาไว้

4. ระบบควบคุมลำดับการทำงานของกังหัน (Sequence Turbine Control: SEQ-T) จะทำหน้าที่ควบคุมกังหันให้ทำงานตามลำดับที่ได้ออกแบบเอาไว้

5. ระบบควบคุมการทำงานของกังหันหลักด้วยดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ไฮดรอลิก (Main Turbine Digital Electro Hydraulic Control: MT-DEH) มีหน้าที่ควบคุมการเพิ่มขึ้นของความเร็วกังหัน, สั่งปิดวาล์วทุกตัว, ควบคุมการถ่ายโอนไอน้ำของวาล์ว (MSV/GV), กำหนดความเร็วกังหัน, Automatic Synchronizing, ควบคุมค่าเริ่มต้นของโหลด, ควบคุมโหลดและความถี่, กำหนดขอบเขตที่โหลดสามารถมีได้, Full Arc/Partial Arc (FA/PA) transfer, Impulse chamber Pressure (IMP) control, กำหนดค่าเริ่มต้นของความดัน (IPR), ควบคุมการป้องกันความเร็วของกังหันที่มากเกินไป (Over Speed Protection Controller: OPC), Vacuum Unloader, Electrical Over Speed Trip (EOST), ทดสอบการปิดวาล์ว, Mechanical Over Speed Valve (MOST), MOST Remote Test, OPC Actual Test,

EOST Module Test, OPC Module Test และยังคงควบคุมความเครียดของกังหัน

6. ระบบควบคุมการทำงานบอยเลอร์ฟีดปั๊มเทอร์ไบน์ด้วยดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ไฮดรอลิก (Boiler Feed Pump Turbine Digital Electro Hydraulic Control: BFPT-DEH) มีหน้าที่ควบคุมความเร็วของกังหัน ควบคุมระบบความเร็วสำหรับป้อนน้ำให้กับบอยเลอร์ ทดสอบการปิดของวาล์ว และทดสอบการทรูป้อนเนื่องมาจากความเร็วของกังหันที่มากเกินไป

7. ระบบการจ่ายไฟฟ้า (Power Distribution System: PDS) มีหน้าที่ในการควบคุมและสังเกตการณ์ห้องสวิตช์เกียร์ (MV SWGR) และสังเกตการณ์ห้องสวิตช์เกียร์ (LV SWGR)

8. ระบบเกตเวย์ (Gateway Control: GWC) เป็นระบบที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอกโดยแบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ระบบ คือ Unit Gateway Control (U-GWC) มีหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องดับเพลิงระบบไฟฟ้าสถิตย์และระบบกำจัดเถื่อน นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ในการควบคุมระบบดับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ Common Gateway Control (C-GWC) มีหน้าที่สองส่วน คือ หนึ่งติดต่อสื่อสารกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมระบบบำบัดน้ำที่นำมาใช้ในการหล่อเย็นรวมถึงน้ำเสียที่เกิดจากการใช้งานของพนักงานและกิจกรรมต่างๆ ระบบควบคุมการจัดการเถื่อน ระบบควบคุมน้ำทะเลในแทงค์ และระบบควบคุมคลอรีน และอีกหน้าที่หนึ่งคือการติดต่อสื่อสารกับระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศ (Air Quality Monitoring Station: AQMS)

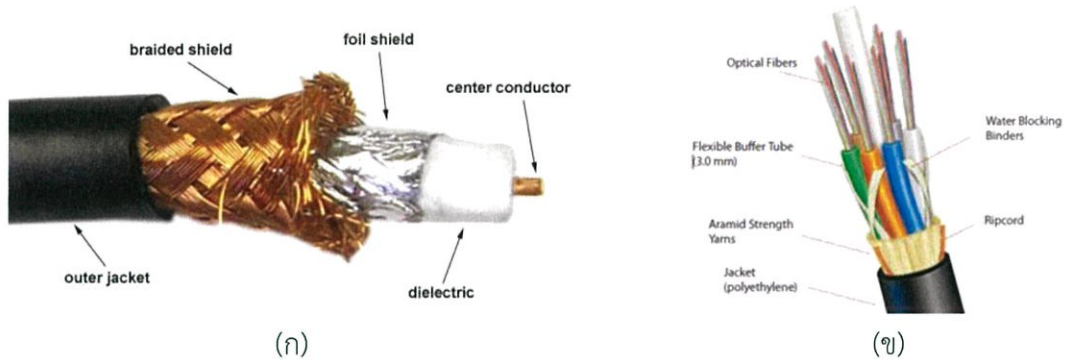
9. ระบบเก็บข้อมูลในส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (Data Logger System Input/Output: DLSIO) ระบบนี้จะเป็ระบบเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนต่างทั้ง Alarm และ Event ต่างๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการควบคุมระบบการชักตัวอย่างของสารเคมี (Sampling Rack) และควบคุมวัฏจักรการทำงานของลูกบอลทำความสะอาดที่่อน้ำหล่อเย็น

3.2 การออกแบบระบบ MPS

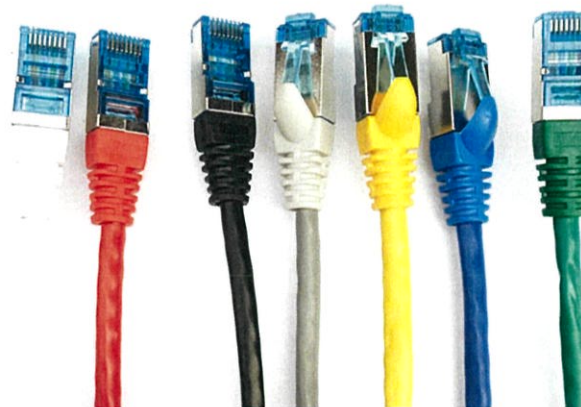
รูปแบบการติดต่อสื่อสารภายในระบบ MPS ที่โรงไฟฟ้า BLCP ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นมีการเชื่อมต่ออยู่ สองรูปแบบ หนึ่งคือ Ethernet ใช้ในการรับส่งข้อมูลเข้าเซิร์ฟเวอร์และรับส่งข้อมูลระหว่าง MPS ด้วยกันเอง สองคือ I/O Ring และ ControlNet ทั้ง I/O Ring และ ControlNet เป็นรูปแบบการเชื่อมต่อภายใน MPS โดย I/O Ring จะเป็นรูปแบบการเชื่อมต่อแบบใหม่ที่นำมาใช้แทน ControlNet แต่จะมีบางระบบคือ DEH GWC และ MBC ที่ยังใช้การเชื่อมต่อแบบ ControlNet อยู่เนื่องจาก IO Module บางตัวเป็นโมดูลพิเศษต้องใช้การเชื่อมต่อแบบ ControlNet เท่านั้น

การสื่อสารข้อมูลของ ControlNet ต้องใช้สาย Coaxial ดังรูปที่ 3.2 (ก) ในการสื่อสาร ซึ่งมีการส่งข้อมูลที่ช้าและสามารถถูกรบกวนได้จากสัญญาณไฟฟ้า ในกรณีที่ต้องส่งสัญญาณควบคุมไปยังตู้ควบคุมระยะไกล (R-PIO) ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณจาก Coaxial เป็นเส้นใยแก้วนำแสง ดังรูปที่ 3.2 (ข) ในการส่ง

ข้อมูลระยะไกล ซึ่งการเชื่อมต่อแบบ I/O Ring นี้จะไม่ได้ใช้สาย Coaxial แล้ว โมดูลตัวใหม่ซึ่งก็คือ S-SCG โมดูล (Super-Scanner Gateway Module) และ SCG โมดูล (Scanner Gateway Module) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ตัวใหม่ใช้เส้นใยแก้วนำแสงและสาย LAN ดังรูปที่ 3.2 (ค) เป็นตัวส่งข้อมูล โดยใช้เส้นใยแก้วนำแสงส่งข้อมูลไปที่ตู้ควบคุมระยะไกล (R-PIO) และใช้สาย LAN เพื่อส่งข้อมูลเข้า CPU



White Red Black Gray Orange Blue Green



(ค)

รูปที่ 3.2 สายที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

(ก) สายโคแอกเซียล

(ข) สายใยแก้วนำแสง

(ค) สายแลน

สำหรับโมดูลที่ใช้งานใน MPS เพื่อการสื่อสารแบบ I/O Ring และ ControlNet แสดงดังตารางที่

3.3

ตารางที่ 3.3 การเปรียบเทียบโมดูลการสื่อสารแบบ I/O Ring และ ControlNet

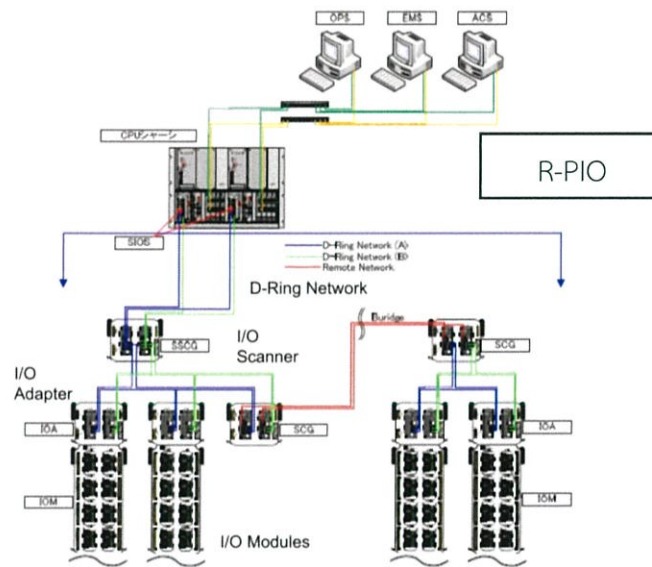
รูปแบบการเชื่อมต่อ	I/O Ring	ControlNet
1	CPU Card	CPU Card
2	System IO CARD	System IO Card

ตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบโมดูลการสื่อสารแบบ I/O Ring และ ControlNet (ต่อ)

3	Ethernet Card	Ethernet Card
4	Compact PCI BUS	Compact PCI BUS
5	Unit Network	Unit Network
6	S-SCG	ControlNet Interface Card
7	SCG	Adapter coaxial to fiber
8	IO Adapter	Adapter Module
9	IO Back plane	Terminal Base Unit
10	IO Module	IO Module

จากตารางที่ 3.3 ตัวอักษรสีแดงแสดงถึงความแตกต่างของโมดูลที่ใช้ระหว่างการสื่อสารแบบ I/O Ring และ ControlNet

3.2.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของ I/O Ring



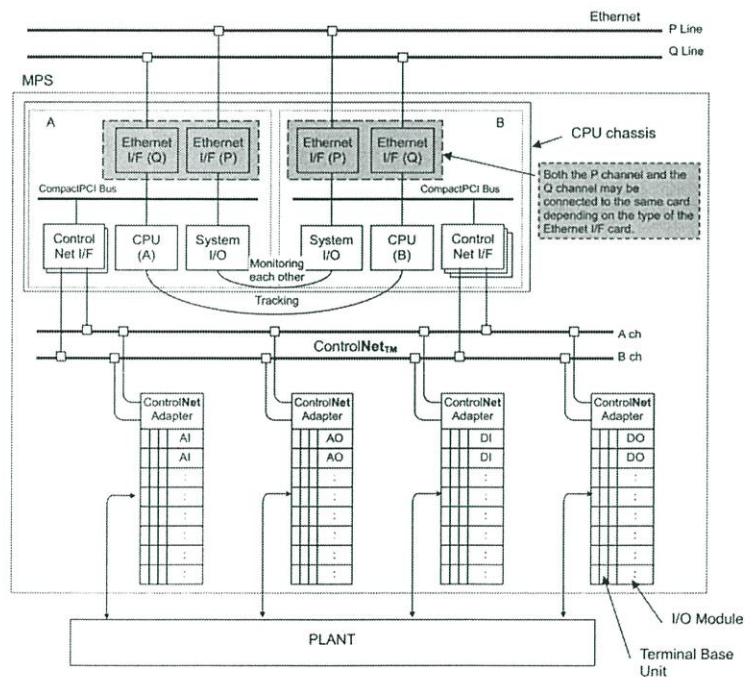
รูปที่ 3.3 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ I/O Ring

ในตู้ MPS ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ I/O Ring ประกอบไปด้วย

1. CPU Card: เป็นการ์ดประมวลผลใช้ในการควบคุมและประมวลผลโรงไฟฟ้า
2. Ethernet Card: เป็นการ์ดติดต่อข้อมูลกับระบบ Server ซึ่งมีข้อมูลของโรงไฟฟ้า เส้นทางการส่งข้อมูลมีการส่งข้อมูลสองเส้นซึ่งเป็นการสำรองข้อมูลกันและกัน คือ เส้น P และ Q

3. System I/O Card: คอยสังเกตการณ์สถานะการทำงานของ CPU กันและกัน
4. Compact CPI BUS: CPU Card, Ethernet Card และ System I/O Card จะถูกติดตั้งอยู่บน Compact CPI Bus
5. Unit Network: เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ MPS ระบบอื่นให้ส่งข้อมูลถึงกัน
6. Super-SCG Module: เป็นอุปกรณ์ใช้เชื่อมต่อกันระหว่าง I/O Card และ I/O Ring
7. SCG Module: เป็นอุปกรณ์ที่รับข้อมูลจาก I/O Ring และ I/O Adapter และส่งไปยัง SCG ที่อยู่ที่ R-PIO
8. I/O Adapter: เป็นอุปกรณ์ที่รับข้อมูลจาก I/O Module และส่งข้อมูลไปยัง CPU
9. I/O Back Plane: เป็นอุปกรณ์ที่ให้ I/O Module ติดตั้ง
10. I/O Module: เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งสัญญาณอนาล็อกและดิจิตอลจากอุปกรณ์

3.2.2 รูปแบบการต่อของ ControlNet



รูปที่ 3.4 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ ControlNet

ในตู้ MPS ที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ ControlNet ประกอบไปด้วย

1. CPU Card: เป็นการ์ดประมวลผลใช้ในการควบคุมและประมวลผลโรงไฟฟ้า

2. Ethernet Card: เป็นการ์ดติดต่อข้อมูลกับระบบ Server ซึ่งมีข้อมูลของโรงไฟฟ้า เส้นทางส่งข้อมูลมีการส่งข้อมูลสองเส้นซึ่งเป็นการสำรองข้อมูลกันและกัน คือ เส้น P และ Q
3. System IO Card: คอยสังเกตการณ์สถานะการทำงานของ CPU กันและกัน
4. Compact CPI BUS: CPU Card, Ethernet Card และ System IO Card จะถูกติดตั้งอยู่บน Compact CPI Bus
5. Unit Network: เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ MPS ระบบอื่นให้ส่งข้อมูลถึงกัน
6. ControlNet_{TM} Interface Card: เป็นการ์ดที่ทำการประมวลผลจาก ControlNet_{TM} เข้าสู่ CPU
7. ControlNet_{TM}: เป็นการสื่อสารข้อมูลถึงกันระหว่าง Process I/O และ CPU มีการเชื่อมต่อสองเส้นสำรองการทำงาน (Redundance) กันและกัน
8. ControlNet_{TM} Adapter: เป็นการสื่อสารข้อมูลถึงกันระหว่าง process I/O และ ControlNet_{TM} การเชื่อมต่อระหว่าง ControlNet_{TM} Adapter และ I/O Module เชื่อมต่อกันด้วยการเชื่อมต่อแบบ SRBUS (Flex Bus)
9. Terminal Base Unit: เป็นอุปกรณ์ที่ให้ IO Module ติดตั้ง
10. IO Module: เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งสัญญาณอนาล็อกและดิจิตอลจากอุปกรณ์

3.3 ขั้นตอนก่อนการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Before Upgrade DCS)

3.3.1 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษา Basic Plan for Netmation Renovation for BLCP ซึ่งเป็นไฟล์นำเสนอเกี่ยวกับที่มาของโครงการ แผนงาน ขั้นตอนการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วน รวมถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นหากทำโครงการนี้ เพื่อให้เข้าใจและรู้ถึงเหตุผลที่ต้องทำการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนและขั้นตอนการทำงานพอสังเขปของโครงการ

2. ศึกษาหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ตั้งแต่ขั้นตอนแรกที่ย้ายถ่านหินจากเรือสู่ลานกองถ่านหิน ตลอดจนถึงขั้นตอนการเผาไหม้เชื้อเพลิง แลกเปลี่ยนความร้อนภายในบอยเลอร์ จนถึงขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการทำงานและหน้าที่ต่างๆ ของอุปกรณ์ที่อยู่ภายในโรงไฟฟ้า

3. ศึกษาระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS Netmation ของทางบริษัทมิซูบิชิ ผ่านทาง DIASYS Technical Access ซึ่งเป็นเอกสารที่จะอธิบายถึงข้อมูลพื้นฐานของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อนี้เอาไว้ทั้งในส่วนของลอจิก กราฟฟิค ฟังก์ชันบล็อก ลูปเพลดและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจถึงลอจิกที่อ่าน กราฟฟิคที่ดูและสิ่งที่แสดงอยู่บนหน้าจอสังเกตการณ์

4. ศึกษาหน้าที่ของแต่ละระบบควบคุมแบบกระจายส่วนที่ทางโรงไฟฟ้าใช้ทั้ง 9 ระบบ คือ ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าอัตโนมัติ ระบบควบคุมการเผาไหม้และเครื่องบดถ่านหิน ระบบควบคุมลำดับการทำงานของหม้อต้ม ระบบควบคุมลำดับการทำงานของกังหัน ระบบควบคุมการทำงานของกังหันหลักด้วยดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์ ระบบควบคุมการทำงานของบอยเลอร์พีดบีเอ็มเทอร์โบน์ด้วยดิจิทัล อิเล็กทรอนิกส์ ระบบการจ่ายไฟฟ้า ระบบเกทเวย์ และระบบเก็บข้อมูลในส่วนของอินพุตและเอาต์พุตเพื่อให้เข้าใจถึงความสำคัญของแต่ละระบบว่ามีผลต่อโรงไฟฟ้าอย่างไรและในส่วนไหน

5. ศึกษาหลักการทำงานโดยพื้นฐานของอุปกรณ์การวัดที่จะทำการลูบเทสในอนาคต จำพวกลิมิสวิตซ์, วาล์วควบคุม, โซลินอยด์วาล์ว, เทอร์โมคัปเปิล, ทรานสมิตเตอร์วัดความดัน และทรานสมิตเตอร์วัดอุณหภูมิ

6. ศึกษาการใช้งานของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ BT200 BRAIN Terminal, Emerson 475 Field Communication (HART), PTC-8010 Multifunction (BETA Calibrate) และ Temperature Calibrator (CA-150) เพื่อที่จะได้สามารถใช้งานเป็นในระหว่างขั้นตอนการทำลูบเทส

3.3.2 ขั้นตอนการเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. จัดเตรียมแผนงานเพื่อให้ทราบถึงระยะเวลาและกิจกรรมที่จะทำระหว่างการชดดาวนระบบ
2. จัดทำเอกสารที่แสดงถึงจำนวนบุคคลที่จะต้องใช้ในแต่ละวันโดยคำนึงถึงความเหมาะสมทางด้านงานและสถานที่เป็นหลักเพื่อจะได้วางแผนเตรียมบุคลากรไว้ล่วงหน้า

3. จัดทำเอกสาร Loop Check List ของแต่ละระบบซึ่งเป็นเอกสารที่ทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์และใช้สำหรับบันทึกผลการทำลูบเทสโดยรายละเอียดของเอกสารจะประกอบไปด้วย เลขของโมดูลที่ใช้ (Module NO.), เลข/I/Oของสัญญาณ (I/O NO.), เลขแท็กของอุปกรณ์ (I/O Tag NO.), รายละเอียดของอุปกรณ์ (Service), ช่วงของการวัด (Measurement Range), สัญญาณมาตรฐานที่อุปกรณ์ส่งไปหรือรับมา (Transmission Signal), ขนาดของแหล่งจ่ายที่อุปกรณ์ใช้ (Power Supply), แหล่งอ้างอิงแบบของอุปกรณ์ (Reference Drawing), วันที่ทำการลูบเทส (Test Schedule), สถานที่ที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ (Location), ช่องสำหรับการเช็คว่าการลูบเทสจำเป็นต้องใช้นั่งร้านหรือไม่ (Scaffolding), ช่องสำหรับการบันทึกผลการทำลูบเทส (Signal Indication) และวันที่ทำการลูบเทส (Date)

4. จัดทำเอกสาร Loop Check List Daily ของแต่ละระบบซึ่งเป็นเอกสารที่จะใช้ในแต่ละวันที่ทำการลูบเทสเพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ ที่ควรทราบโดยรายละเอียดของเอกสารจะไปประกอบไปด้วย เลข/I/Oของสัญญาณ เลขแท็กของอุปกรณ์ รายละเอียดของอุปกรณ์ หน้าที่ของสายสัญญาณ และหมายเลขของสถานที่ที่จะทำการลูบเทส

5. จัดเตรียม Schematic Diagram ของทุกระบบที่จะใช้ประกอบการลูบเทสเพื่อให้ทราบว่าต้อง

ป้อนหรือรับสัญญาณจากสายสัญญาณไหนระหว่างทำการรูปเทศโดยนำ Schematic Diagram เหล่านั้น มาทำการมาร์คกรอบสีแดงที่จุดที่จะทำการทดสอบ รวมถึงเขียนตัวอักษรสีแดงกำกับชื่อระบบโดยย่อและ เลขของสัญญาณเอาไว้ด้วยเพื่อให้ง่ายต่อการดูและเข้าใจ

3.3.3 การเปรียบเทียบฐานข้อมูลระหว่าง EMS กับ MPS ของหน่วยผลิตที่ 1

การเปรียบเทียบฐานข้อมูลระหว่าง EMS กับ MPS ของหน่วยผลิตที่ 1 เป็นการเปรียบเทียบ ฐานข้อมูลที่ทางมิตซูบิชิได้รับไปจากบริษัทบีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัดในวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ.2559 กับ ฐานข้อมูลที่อยู่ใน MPS ปัจจุบันคือวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ.2560 เป็นการกระทำที่ต้องการทราบถึงความ เปลี่ยนแปลงไปของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อที่จะได้นำมา วิเคราะห์ว่าค่าพารามิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่หรือควรเป็นแบบเมื่อ วันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ.2559 ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะนำไปใช้ในการออกแบบข้อมูลสำหรับ Windows7 ต่อไป ซึ่งเป็นหนึ่งในการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของซอฟต์แวร์

3.4 ขั้นตอนการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Upgrade DCS)

ขั้นตอนการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Upgrade DCS) จะประกอบไปด้วย 9 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.4.1 การขนย้ายตู้ใหม่ (Shifting: SFT)

ขนย้ายตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันใหม่ที่รับมาจากท่าเรือไปไว้ยังที่ที่ใกล้กับการติดตั้ง ดังรูปที่

3.5 หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบว่าตู้ที่ได้รับมาเป็นไปตามแบบที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่



รูปที่ 3.5 การขนย้ายตู้ DCS ใหม่ที่รับมาจากท่าเรือเพื่อนำไปไว้ในที่ที่ใกล้กับที่ติดตั้ง

3.4.2 การปลดสายสัญญาณ (Disconnection: DIS)

ปลดสายสัญญาณออกจากตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันเก่า ดังรูปที่ 3.6 หลังจากนั้นเก็บสายดังกล่าวไว้ที่ช่องว่างของฐานรองตู้ โดยสายที่ปลดออกมานั้นจะมีการพันเทปกาวปิดสายไฟในส่วนของทองแดงเอาไว้เพื่อป้องกันความเสียหาย



รูปที่ 3.6 ถอดสายสัญญาณออกจากตู้ DCS ตู้เก่า

3.4.3 การขนย้ายตู้เก่า (Removal: REM)

ขนย้ายตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันเก่า ดังรูปที่ 3.7 ออกจากบริเวณที่ติดตั้งไปเก็บไว้ยังตู้คอนเทนเนอร์ที่ได้จัดเตรียมเอาไว้ก่อนหน้านี้



รูปที่ 3.7 ขนย้ายตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันเก่าออกจากบริเวณที่ติดตั้ง

3.4.4 การติดตั้ง (Installation)

ติดตั้งตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันใหม่แทนตู้เก่าที่ย้ายออกไป ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ขนย้ายตู้ใหม่เพื่อนำไปติดตั้งแทนตู้เก่าที่ย้ายออกไป

3.4.5 การประกอบตู้ใหม่ (Assembly: ASS)

ขั้นตอนนี้จะเป็นการประกอบตู้แผดของตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันใหม่ซึ่งตู้ควบคุมของบางระบบจะประกอบไปด้วย 3 ตู้ควบคุมแต่ในระหว่างขนย้ายไม่สามารถขนย้ายมาพร้อมกันได้จึงต้องแยกมาทีละตู้และค่อยประกอบกลับเข้าด้วยกันใหม่อีกครั้งหลังขนย้ายมายังที่ติดตั้งแล้ว ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ตู้แผดของระบบ APC

3.4.6 การเชื่อมต่อสายสัญญาณ (Reconnection: REC)

เชื่อมต่อสายสัญญาณอันเก่าที่ปลดออกในขั้นตอนที่ 3.2.2 เข้าไปยังตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนอันใหม่ที่เพิ่งย้ายเข้ามาในขั้นตอนที่ 3.2.4 และ 3.2.5 ดังรูปที่ 3.10 หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบสายไฟว่าเข้าถูกเทอร์มินอลหรือไม่ ไวร์มาร์คที่อยู่บนสายตรงตามแบบหรือเปล่า โดยอ้างอิงจาก Schematic Diagram ของตู้นั้นๆ



รูปที่ 3.10 การเข้าสายใยแก้วนำแสง

3.4.7 การจ่ายไฟ (Energize: ENE)

จ่ายไฟให้กับตู้ควบคุมแบบกระจายส่วนที่เข้าสายไฟเรียบร้อยแล้ว แต่ก่อนที่จะทำการจ่ายไฟให้กับตู้ DCS ต้องมีการตรวจสอบตู้ก่อน โดยมีรายละเอียดในการตรวจสอบ ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบก่อนรับตู้ DCS ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ
 - 1.2 ตรวจสอบการติดตั้งของโมดูลภายในตู้ DCS ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - 1.2.1 ตำแหน่งของตู้ถูกต้องและหันหน้าตู้ไปยังทิศทางที่ถูกต้อง
 - 1.2.2 มีพื้นที่เหลือพอให้สามารถเปิดประตูตู้ได้และมีพื้นที่พอสำหรับการบำรุงรักษา
 - 1.2.3 Name plate ที่แสดงถูกต้อง
 - 1.2.4 ไม่ได้รับความเสียหายทางกายภาพ เช่นการกัดกร่อน หรือความชื้น
 - 1.2.5 ทาสีตกแต่งบนตู้ตู้เพิ่มเติม (ถ้าต้องการ)
 - 1.2.6 นำหุ้หิ้ว ตัวซีพอร์ต และวัสดุ ที่ใช้ห่อสินค้าและการขนส่งออก (ถ้ามี)

- 1.2.7 แผ่นฉนวนและวงแหวนฉนวนอันใหม่ได้รับการติดตั้งอย่างเหมาะสม
- 1.2.8 ตู้ได้ถูกตั้งให้ตรงอยู่บนที่ราบและถูกจัดให้อยู่แนวเดียวกันอย่างเหมาะสม
- 1.2.9 กลอนระหว่างตู้และช่องใส่กลอนถูกติดตั้งอย่างเหมาะสม
- 1.2.10 แผ่นสัญญาณภาคและแผ่นยางติดตั้งอย่างเหมาะสม
- 1.2.11 เปิดและปิดประตูด้วยมือได้อย่างไม่ติดขัดและสามารถล็อกประตูด้วยกุญแจได้
- 1.2.12 ติดตั้งอุปกรณ์ด้านในทั้งหมดแล้ว
- 1.2.13 เชื่อมต่อสายไฟเข้าอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว
- 1.2.14 ทั้งด้านในและด้านนอกของตู้สะอาด

2. ตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟภายในตู้ DCS

- 2.1 สายที่เชื่อมต่อกับเทอร์มินอล และเครื่องหมายสำคัญแสดงถูกต้องตรงกับแบบร่าง
- 2.2 หัวสายไฟแต่ละเส้นนั้นถูกย้ำและติดแน่นกับเทอร์มินอล
- 2.3 ขนาดของหัวสายไฟเหมาะสมกับไซส์ของเทอร์มินอล
- 2.4 สายเคเบิลได้ถูกตัดแต่งและแก้ไขอย่างเหมาะสม
- 2.5 ช่องสายเคเบิลถูกปิดผนึกด้วยวัสดุที่เหมาะสม
- 2.6 กราวด์ไวร์ถูกเชื่อมต่อกับพื้นดิน
- 2.7 อุปกรณ์ป้องกันสายเคเบิลของเครื่องมือวัดถูกเชื่อมต่อกับกราวด์
- 2.8 สายต่อขยายได้ถูกติดตั้งเรียบร้อย (ถ้าต้องการ)
- 2.9 ทั้งด้านในและด้านนอกของตู้สะอาด
- 2.9 สายเส้นใยแก้วนำแสงถูกต่อเข้าแล้ว
- 2.10 การตรวจสอบความเร็วของเส้นใยแก้วนำแสงแล้ว

3. ตรวจสอบก่อนจ่ายไฟเข้าตู้ DCS

การตรวจสอบตู้ก่อนการจ่ายไฟเข้าตู้จะอ้างอิงตามเอกสาร Check List before DCS Power Receiving ดังรูปที่ 3.11 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1). ถอดฟิวส์ทั้งหมดของดิจิตอลเอาท์พุทโมดูลสำหรับโซลินอยด์วาล์วและอนาล็อกโมดูลสำหรับทรานสมิตเตอร์ (จ่ายไฟ 24 โวลต์ให้เครื่องมือวัด)
- 2). เซอร์กิตเบรกเกอร์และคอนโทรลโปรเทคเตอร์ทั้งหมดอยู่ในสภาพปิด
- 3). สกรูไขเข้ากับสายไฟได้แน่นพอ

- 4). ไวร้มาร์คของสายไฟตรงกับแบบการเชื่อมต่อ
- 5). ขั้วบวกและขั้วลบของไฟกระแสดรอยู่ในช่องเทอร์มินอลที่ถูกต้อง
- 6). ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายสัญญาณแต่ละเส้นว่าเชื่อมต่อกับกราวด์สมบูรณ์แล้ว และไม่มีแรงดันไฟฟ้า
- 7). ตรวจสอบความต้านทานระหว่างสายสัญญาณแต่ละเส้นกับสายกราวด์ว่าเชื่อมต่อกันสมบูรณ์แล้ว และไม่มีสายไหนลัดวงจร
- 8). สายสัญญาณของเส้นที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่ถูกเชื่อมต่อกับตู้ MPS และถูกแยกออกไว้ด้วยเทปพันสายไฟ
- 9). ในการตรวจสอบตู้ DCS ก่อนการจ่ายไฟฟ้าต้องมีพนักงานของ BLCP อยู่ด้วยรวมถึงการออกใบอนุญาตการทำงานด้วย
- 10). การวัดแรงดันไฟฟ้าในตู้ MPS ได้รับการยืนยันร่วมกับพนักงาน BLCP

Check List before DCS Power Receiving					
SYSTEM :		PANEL : _____.			
Item NO.	Check Item	Result	Date	In Charge	Remarks
1	All fuse are retracted for wet contact DO module for solenoid valve and AI module for transmitter (24Volts power to instrument).				
2	All CB/CP are in OFF condition.				
3	Power cable is connected and screws are properly tightened.				
4	Power cable tag is the same as the connection drawing.				
5	Positive and Negative of DC power should be in correct terminal.				
6	Voltage check between each connected signal cable to ground is completed, and there is no shorted cable.				
7	Resistance check between each connected signal to ground is completed, and there is no shorted cable.				
8	Signal cable which has voltage is not connected to the panel and isolate by insulation tap				
9	BLCP incharge personal is present and Permit To Work is OPEN.				
10	Voltage measurement point in panel is confirmed together with BLCP				

รูปที่ 3.11 เอกสาร Check List before DCS Power Receiving

นอกจากทำการตรวจสอบตู้ DCS ก่อนการจ่ายไฟแล้ว หลังจากการจ่ายไฟเข้าสู่ DCS ก็ต้องมีการตรวจสอบเช่นกันมีขั้นตอนการตรวจสอบ ดังนี้

1. เพาเวอร์ชัพพลาที่ตู้ DCS (Circuit Breaker)

- 1.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้งหมดให้อยู่ในสภาพหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า
- 1.2 วัดแรงดันไฟฟ้าของเพาเวอร์ซัพพลายที่เทอร์มินอลแต่ละอัน
- 1.3 วัดแรงดันไฟฟ้าของเพาเวอร์ซัพพลายที่เซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละอัน
- 1.4 เปิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละอันทีละตัวเมื่อผลลัพธ์ถูกต้อง
2. เพาเวอร์ซัพพลายที่เพาเวอร์ซัพพลาย (Circuit Protection)
 - 2.1 ทำ CP ทั้งหมดให้อยู่ในสภาพหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้า
 - 2.2 วัดแรงดันไฟฟ้าของเพาเวอร์ซัพพลายที่แต่ละ CP แต่ละอัน
 - 2.3 เปิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าของ CP แต่ละอันทีละตัวเมื่อผลลัพธ์ถูกต้อง

3.4.8 การเซตอัพ (Set-Up: SET)

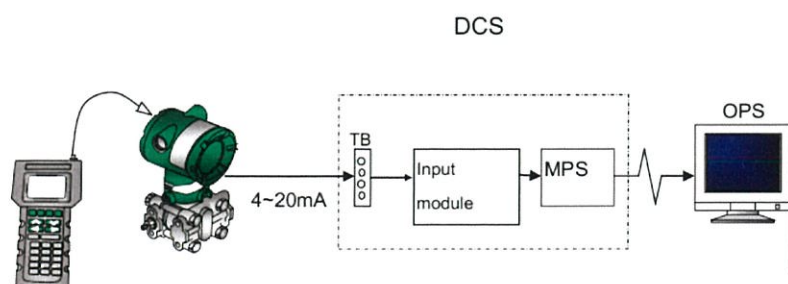
ในขั้นตอนนี้จะเป็นการเซตอัพข้อมูลและจะทำก็ต่อเมื่อจ่ายไฟให้กับตู้ควบคุมไปแล้วเกิดการแจ้งเตือนความผิดปกติหรือมีปัญหาขึ้นมาและปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับทางด้านซอฟต์แวร์

3.4.9 การทำลูปเทส (Loop Test)

การทำลูปเทสจะแบ่งออกเป็น 2 วิธี ดังนี้

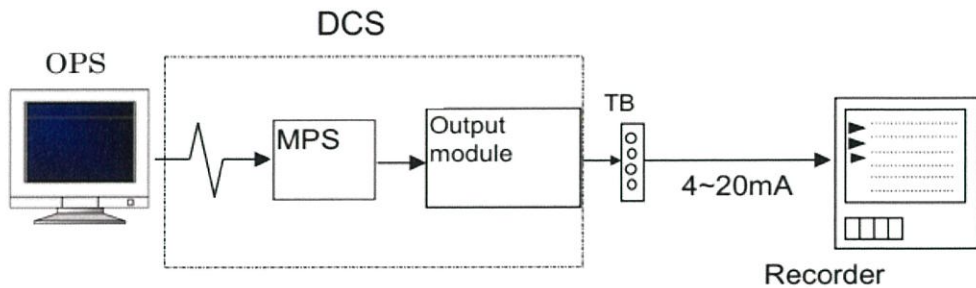
3.4.9.1 I/O Check เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันความถูกต้องของการส่งสัญญาณทั้งในส่วนของสัญญาณอินพุตที่ DCS ได้รับมาจากหน้างาน และสัญญาณเอาต์พุตที่ส่งจาก DCS ไปยังอุปกรณ์ที่อยู่หน้างาน โดยวิธีการทดสอบจะแบ่งตามประเภทของสัญญาณได้ดังต่อไปนี้

1. สัญญาณอนาล็อกอินพุต (Analog Input Signal) ทำการทดสอบโดยการป้อนสัญญาณทั้งขาขึ้นและขาลงเริ่มจาก 0%, 50% และ 100% ตามลำดับ เข้าไปยังอุปกรณ์ที่อยู่หน้างานด้วยเครื่องกำเนิดสัญญาณเพื่อให้อุปกรณ์ส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมแบบกระจายส่วน และจะตรวจสอบค่าจากหน้าจอ OPS เช่น ทรานสมิตเตอร์ เทอร์โมคัปเปิล เป็นต้น ดังรูปที่ 3.12 นอกจากนี้อุปกรณ์สองชนิดที่ยกตัวอย่างไปยังมีอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งที่เป็นสัญญาณอนาล็อกอินพุตแต่ไม่ได้ทดสอบด้วยวิธีดังกล่าว คือ อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector) ของระบบ MBC จะทดสอบโดยการป้อนความถี่และความเข้มของแสงไปยังอุปกรณ์ตรวจวัด



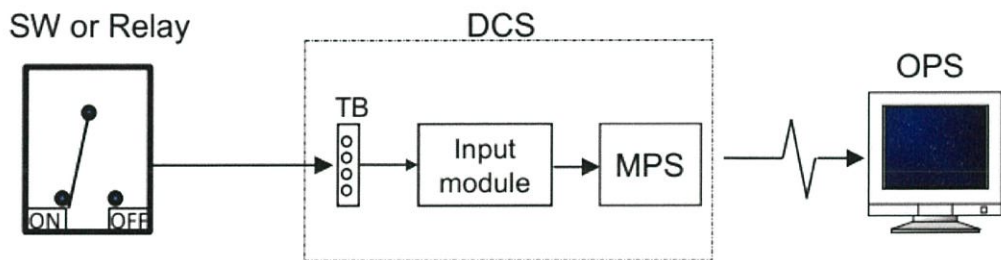
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการทำลูปเทสของอนาล็อกอินพุต

2. สัญญาณอนาล็อกเอาต์พุต (Analog Output Signal) ทดสอบโดยการป้อนสัญญาณทั้งขาขึ้นและขาลงเริ่มจาก 0%, 50% และ 100% ตามลำดับ จาก DCS ไปยังอุปกรณ์ที่อยู่หน้างาน และอ่านค่าของสัญญาณจากเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์อ่านค่า ดังรูปที่ 3.13



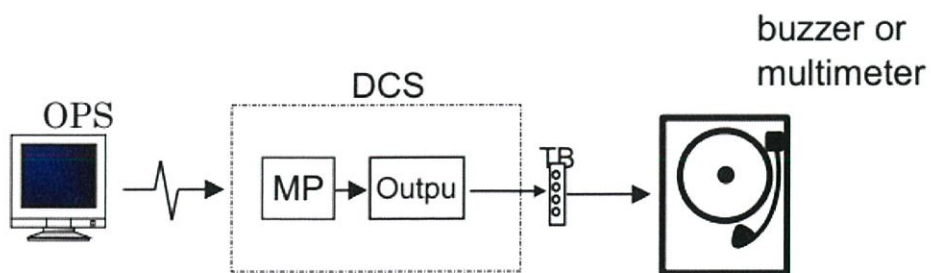
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการทำลูปเทสของอนาล็อกเอาต์พุต

3. สัญญาณดิจิตอลอินพุต (Digital Input Signal) ทำการทดสอบโดยการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณจาก 0 เป็น 1 (OFF to ON) หรือ 1 เป็น 0 (ON to OFF) โดยการจิ้มหรือปลดสายสัญญาณออกจากอุปกรณ์ที่อยู่หน้างาน และตรวจสอบสถานะการทำงานของสัญญาณจากหน้าจอ OPS เช่น สวิตช์จำกัดระยะทาง รีเลย์ หรือโซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการทำลูปเทสของดิจิตอลอินพุต

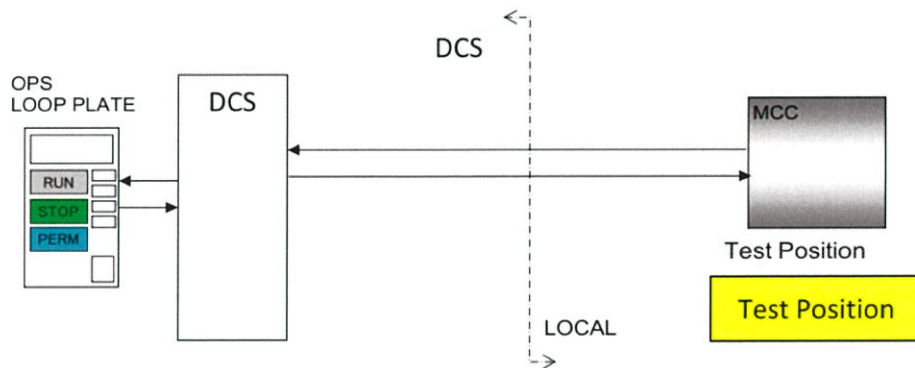
4. สัญญาณดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output Signal) ทำการทดสอบโดยการเปลี่ยนสถานะจาก 0 เป็น 1 (OFF to ON) หรือ 1 เป็น 0 (ON to OFF) จาก OPS และทำการตรวจสอบสัญญาณโดยใช้ Buzzer หรือ Multimeter ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการทำลูปเทสของดิจิตอลเอาต์พุต

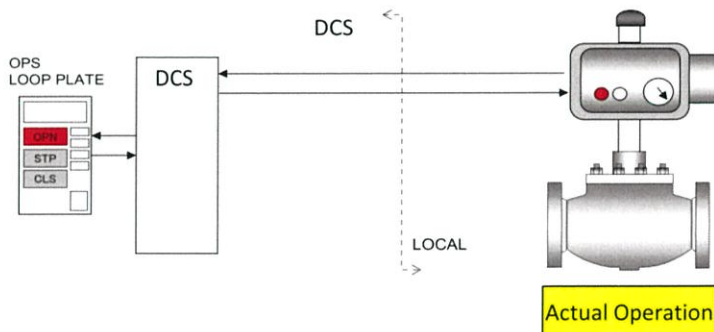
3.4.9.2 Drive Test เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ บั้ม พัดลม มอเตอร์วาล์ว ออน-ออฟวาล์ว นิวเมติกวาล์ว แดมเปอร์ จะทำงานตามคำสั่งสัญญาณเอาท์พุทจาก DCS โดยการทดสอบแบบนี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์และจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของลอจิก เนื่องจากความถูกต้องในส่วนนั้นได้รับการยืนยันจาก FAT (Factory Acceptance Test) เรียบร้อยแล้ว แบ่งการทดสอบตามชนิดของอุปกรณ์ได้ดังนี้

1. บั้ม/พัดลม/เซอร์กิตเบรกเกอร์ จะทดสอบการเปิดและปิดของอุปกรณ์ตามคำสั่งจาก DCS ว่าเป็นไปตามคำสั่งและตรวจสอบว่าอุปกรณ์ทำงานได้ตามปกติหรือไม่ ดังรูปที่ 3.16



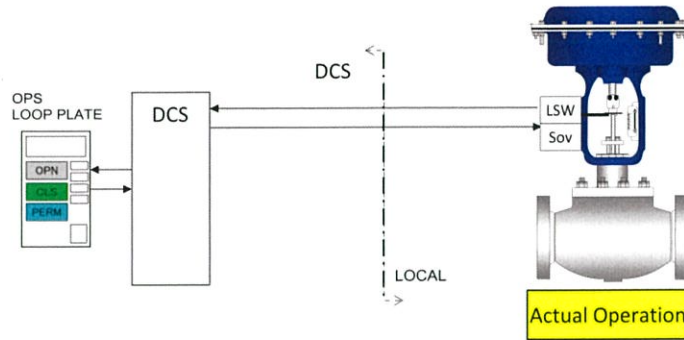
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการทำไดรฟ์เทสของบั้ม/พัดลม/เซอร์กิตเบรกเกอร์

2. วาล์วที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ (Motorized Valve) จะทำการทดสอบการเปิด/ปิดและหยุดของ อุปกรณ์ตามคำสั่งจาก DCS และจะทำการจับเวลาของการเปิดสุด (Full Open) และปิดสุด (Full Close) ของอุปกรณ์ที่อยู่หน้างานด้วย ดังรูปที่ 3.17



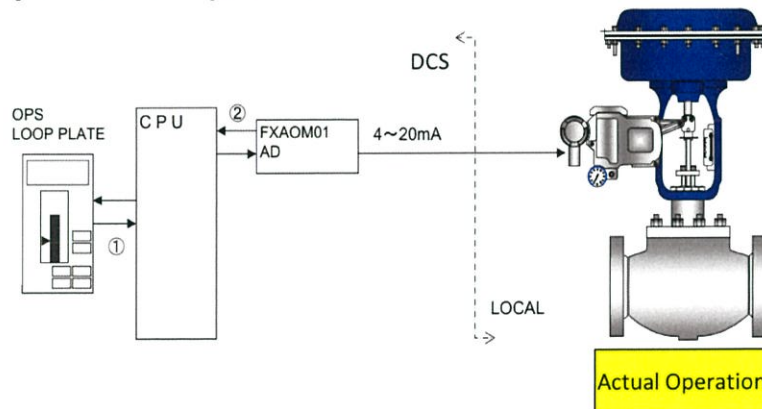
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างการทำไดรฟ์เทสของ Motorized Valve

3. วาล์วเปิด-ปิด (On-Off Valve หรือ Shut-Off Valve) จะทำการทดสอบการเปิดและปิดของ อุปกรณ์ตามคำสั่งจาก DCS และจะทำการจับเวลาของการเปิดสุด (Full Open) และปิดสุด (Full Close) ของอุปกรณ์ที่อยู่หน้างานด้วย ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการทำไทรฟ์เทสของ On-Off Valve

4. วาล์วควบคุม (Control Valve) จะทำการทดสอบโดยการยืนยันตำแหน่งของวาล์วจากการสั่งการจากเครื่อง OPS ผ่านระบบควบคุมแบบกระจายส่วนไปยังวาล์วที่อยู่หน้างานด้วยค่าของสัญญาณทั้งขาขึ้นและขาลงจาก 0%, 50% และ 100% ตามลำดับ หากวาล์วมีสวิตช์จำกัดระยะทางอยู่ด้วยต้องทำการตรวจสอบการทำงานด้วยเช่นกันพร้อมทั้งจับเวลาของการเปิดสุด (Full Open) และปิดสุด (Full Close) ของวาล์วที่อยู่หน้างานด้วย ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างการทำไทรฟ์เทสของ Control Valve

จากเนื้อหาข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิธีการในการทำลูปเทสจะมีอยู่ 2 วิธี คือการทำ I/O Check และ Drive Test การที่จะทดสอบในรูปแบบไหนนั้นจะต้องคำนึงถึงหน้างานเป็นสำคัญว่าหาก Drive Test ไปแล้วจะส่งผลกระทบต่ออะไรหรือไม่หรือจะไปเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อบุคคลอื่นที่ทำงานอยู่ในบริเวณใกล้เคียงไหม ยกตัวอย่างเช่น Hot Air Damper ซึ่งเป็นอุปกรณ์ควบคุมอากาศร้อนของระบบ MBC ที่จะปล่อยเข้าไปในห้องเผาไหม้โดยปกติต้องทดสอบแบบ Drive Test แต่ในวันที่จะทำการตรวจสอบมีพนักงานของส่วนอื่นเข้าไปทำงานภายในห้องเผาไหม้จึงต้องเปลี่ยนการทดสอบจาก Drive Test มาเป็น I/O Check ที่สวิตช์จำกัดระยะทางที่เป็นหนึ่งในส่วนประกอบของ Hot Air Damper แทน เพื่อความปลอดภัยและป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

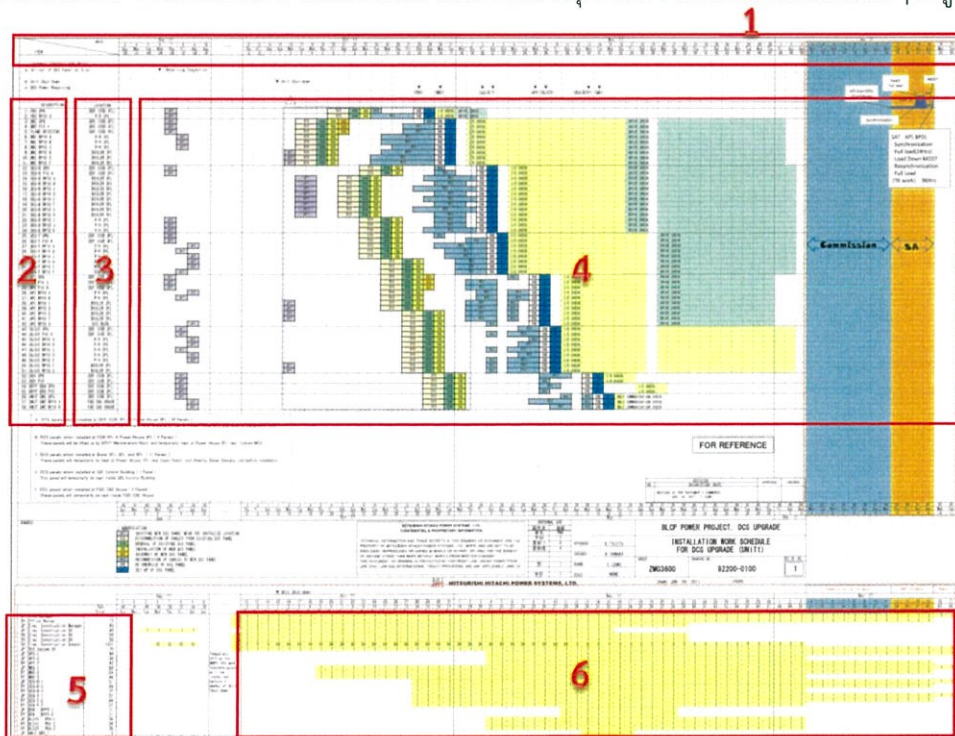
สำหรับบทที่ 4 ผลการดำเนินงานนี้จะกล่าวถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินงานตามขั้นตอนในบทที่แล้วมา ซึ่งรายละเอียดของบทนี้จะประกอบไปด้วยผลของการจัดเตรียมเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผลของการตรวจสอบตู้ DCS ผลการทำลูปเทส ผลลัพธ์การอัปเดตทางด้านซอฟต์แวร์และผลลัพธ์การอัปเดตทางด้านฮาร์ดแวร์

4.1 ผลของการจัดเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องต่างๆ

จากขั้นตอนการดำเนินงานที่ 3.1.2 ทำให้ได้ผลการดำเนินงานเป็นเอกสารอันประกอบไปด้วยแผนงาน (Schedule), Loop Check List สำหรับฝ่าย DCS, Loop Check List สำหรับฝ่ายหน้างาน และแบบทางไฟฟ้า (Schematic Diagram)

4.1.1 แผนงาน (Schedule)

แผนงานจะเป็นเอกสารที่จัดเตรียมไว้เพื่อให้ทราบถึงงานที่จะกระทำระหว่างชั้ตดาวนัระบบและจำนวนบุคคลที่จะใช้ในแต่ละวัน โดยเอกสารจะประกอบไปด้วยวันที่ รายชื่อผู้ควบคุมแบบกระจายส่วนในตำแหน่งที่ติดตั้ง งานที่จะกระทำในแต่ละวัน และจำนวนบุคคลที่จำเป็นต้องใช้ในวันนั้นๆ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนงาน (Schedule)

จากรูปที่ 4.1 ในส่วนที่อยู่ในกรอบสีแดงคือส่วนสำคัญและนับได้ว่าเป็นวัตถุประสงค์ของการจัดทำเอกสารแผนงานขึ้นซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

หมายเลข 1 แสดงถึงวันที่และเดือน

หมายเลข 2 แสดงรายชื่อของผู้ควบคุมแบบกระจายส่วนที่จะมีการทำงานเกิดขึ้น โดยชื่อที่แสดงนั้นจะเป็นชื่อโดยย่อในภาษาอังกฤษของระบบดังกล่าว เช่น APC แสดงว่าผู้ควบคุมแบบกระจายส่วนที่จะเข้าไปทำงานคือผู้ควบคุมของระบบควบคุมโรงไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic Plant Control) เป็นต้น

หมายเลข 3 แสดงตำแหน่งของผู้ควบคุมแบบกระจายส่วนที่จะมีการทำงานเกิดขึ้น โดยชื่อที่แสดงนั้นจะเป็นชื่อโดยย่อในภาษาอังกฤษของสถานที่ดังกล่าว เช่น CER (CCB 3FL) แสดงว่าผู้ควบคุมแบบกระจายส่วนที่ต้องเข้าไปทำงานอยู่ที่ห้องควบคุมอุปกรณ์ (Control Equipment Room) ตึกควบคุมส่วนกลาง (Central Control Building) ชั้น 3 (3 Floor) เป็นต้น

หมายเลข 4 แสดงถึงงานที่จะกระทำในวันนั้นๆ โดยจะแสดงเป็นอักษรย่อที่มีความหมายดังต่อไปนี้

1. SFT คือ การขนย้ายตู้ใหม่ (Shifting)
2. DIS คือ การปลดสายสัญญาณ (Disconnection)
3. REM คือ การขนย้ายตู้เก่า (Removal)
4. INS คือ การติดตั้ง (Installation)
5. ASS คือ การประกอบตู้ใหม่ (Assembly)
6. REC คือ การเชื่อมต่อสายสัญญาณ (Reconnection)
7. ENE คือ การจ่ายไฟ (Energize)
8. SET คือ การเซตอัพ (Set-Up)

หมายเลข 5 แสดงถึงบุคคลที่ใช้ในการทำงาน ซึ่งจะบอกเป็นแผนกที่ทำหรือส่วนที่รับผิดชอบ เช่น APC แสดงว่าบุคคลที่ต้องทำงานในวันดังกล่าวต้องเป็นบุคคลที่รับผิดชอบในส่วน of ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าอัตโนมัติ เป็นต้น

หมายเลข 6 แสดงถึงจำนวนบุคคลที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงานในวันดังกล่าวที่แสดงอยู่ด้านบน

4.1.2 เอกสาร Loop Check List

เอกสาร Loop Check List ดังรูปที่ 4.2 นี้จะเป็นเอกสารที่อยู่กับฝ่าย DCS ระหว่างการทำลูปเทส ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ เลขของโมดูลที่ใช้ (Module NO.), เลข I/O ของสัญญาณ (I/O NO.), เลขแท็กของอุปกรณ์ (I/O Tag NO.), รายละเอียดของอุปกรณ์ (Service), ช่วงของการวัด (Measurement Range), สัญญาณมาตรฐานที่อุปกรณ์ส่งไปหรือรับมา (Transmission Signal), ขนาดของแหล่งจ่ายที่อุปกรณ์ใช้ (Power Supply), แหล่งอ้างอิงแบบของอุปกรณ์ (Reference Drawing), วันที่ที่จะทำลูปเทสตามแผนงาน (Test Schedule), สถานที่ที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ (Location), ช่องสำหรับการเช็คค่าในการทำ

ลูปทดสอบจำเป็นต้องใช้นั่งร้านหรือไม่ (Scaffolding), ช่องสำหรับการบันทึกผลการทำลูปทดสอบ (Signal Indication) และวันที่ที่ทำลูปทดสอบ (Date)

NO. I/O No.	I/O TAG NO. FROM	SERVICE	MEASUREMENT RANGE			TRANSMISSION SIGNAL			REFERENCE DWS		TEST SIGNAL Location	Scaffolding	SIGNAL INDICATION			TEST RESULT	DATE	REMARKS
			LOW	UPPER	LINE	LOW	UPPER	LINE	NON-TRIP	TRIP			0%	50%	100%			
0	01HFW11CP12	PULV-A LOWER/UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 302	อ.พ.อ.						๗๖	
1	01HFW11CP11	PULV-A SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 302	อ.พ.อ.						๗๖	
2	01HFW11CP13	PULV-A FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 302	อ.พ.อ.						๗๖	
3	01HFE03CP103	PULV-A PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 302	อ.พ.อ.						๗๖	
0	01HFX01CF101	PULV INERTING STEAM FLOW	0	20	t/H	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 302	อ.พ.อ.						๗๖	
0	01HFW12CP12	PULV-B LOWER/UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 303	อ.พ.อ.						๗๖	
1	01HFW12CP11	PULV-B SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 303	อ.พ.อ.						๗๖	
2	01HFW12CP13	PULV-B FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 303	อ.พ.อ.						๗๖	
3	01HFE03CP104	PULV-B PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RA 303	อ.พ.อ.						๗๖	
0	01HFC01CT013	PULV-A LUB OIL TANK OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE E	MD-D08A	MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
1	01HFC01CT012	PULV-A LUB OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE E	MD-D04A-1	MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
2	01HFC01CT014	PULV-A SHAFT BRG TEMP	0	150	deg.C			TYPE E	MD-D04A-1	MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
4	01HFC01CT015	PULV-A TABLE BRG TEMP (R)	0	150	deg.C			TYPE E		MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
0	01HFC01CT023	PULV-B LUB OIL TANK OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE E	MD-D08B	MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
1	01HFC01CT022	PULV-B LUB OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE E	MD-D04B-1	MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
2	01HFC01CT024	PULV-B SHAFT BRG TEMP	0	150	deg.C			TYPE E	MD-D04B-1	MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
4	01HFC01CT025	PULV-B TABLE BRG TEMP (R)	0	150	deg.C			TYPE E		MB RA 304	อ.พ.อ.						๗๖	
0	01HFW13CP12	PULV-C LOWER/UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
1	01HFW13CP11	PULV-C SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
2	01HFW13CP13	PULV-C FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
3	01HFE03CP106	PULV-C PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
0	01HFW14CP12	PULV-D LOWER/UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
1	01HFW14CP11	PULV-D SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
2	01HFW14CP13	PULV-D FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	
3	01HFE03CP103	PULV-D PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	MB RB 302	อ.พ.อ.						๗๖	

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างเอกสาร Loop Check List ของสัญญาณนาฬิกาอินพุท

4.1.3 เอกสาร Loop Check List Daily

เอกสาร Loop Check List Daily ดังรูปที่ 4.3 นี้เป็นเอกสารที่ฝ่ายหน้าจะใช้ในแต่ละวันที่ทำลูปทดสอบเพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ ที่ควรทราบโดยรายละเอียดของเอกสารจะไปประกอบไปด้วย เลข I/O ของสัญญาณ เลขแท็คของอุปกรณ์ รายละเอียดของอุปกรณ์ หน้าที่ของสายสัญญาณ และหมายเลขของสถานที่ที่จะทำการลูปทดสอบ

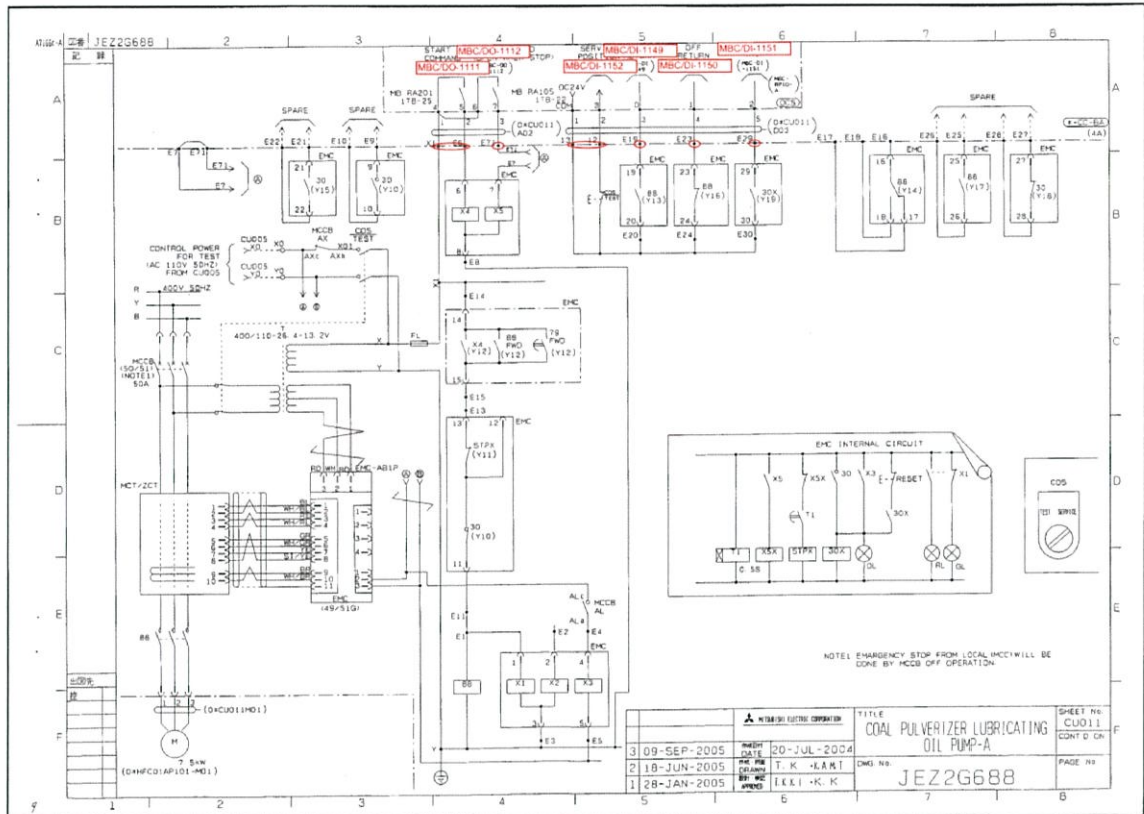
AI-1101	01HFW11CP512	PULV-A LOWER/UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	A22
AI-1102	01HFW11CP511	PULV-A/SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	A22
AI-1103	01HFW11CP513	PULV-A/FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	A22
AI-1104	01HFE03CP103	PULV-A PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	A22
AI-1109	01HFX01CF101	PULV INERTING STEAM FLOW	0	20	t/H	A14
AI-1201	01HFC01CT013	PULV-A LUB OIL TANK OIL TEMP	0	150	deg.C	D19
AI-1202	01HFC01CT012	PULV-A LUB OIL TEMP	0	150	deg.C	D19
AI-1203	01HFC01CT014	PULV-A SHAFT BRG TEMP	0	150	deg.C	D19
AI-1205	01HFC01CT015	PULV-A TABLE BRG TEMP (R)	0	150	deg.C	D19

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างเอกสาร Loop Check List Daily ของสัญญาณนาฬิกาอินพุท

4.1.4 แบบทางไฟฟ้า (Schematic Diagram)

แบบทางไฟฟ้าเป็นเอกสารที่จะใช้ประกอบกับการทำลูปทดสอบซึ่งเอกสารดังกล่าวจะบอกถึง

ตำแหน่งที่จะทำการวัดหรือป้อนสัญญาณโดยการวงกลมสีแดงและจะระบุชื่อของระบบที่จะทำการทดสอบไว้โดยย่อพร้อมทั้งระบุเลขของสัญญาณเอาไว้ในกรอบสี่เหลี่ยมสีแดง เช่น MBC DO-1111 แสดงว่าตำแหน่งที่จะทำการทดสอบอยู่ในระบบ MBC เป็นสัญญาณประเภทดิจิทัลเอาต์พุทหมายเลข 1111 เป็นต้น ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 Schematic Diagram ของ Coal Pulverizer Lubricating Oil Pump-A

4.2 ผลของการตรวจสอบตู้ DCS

การตรวจสอบตู้ DCS จะตรวจสอบทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้

1. ตรวจสอบหลังจากได้รับตู้จากทางमितซูบิซิแล้ว จะทำการตรวจสอบการติดตั้งอุปกรณ์ การเชื่อมต่อของสายไฟทั้งหมดภายในตู้ ตลอดจนขนาดของตู้ DCS ตาม Schematic Diagram
2. ตรวจสอบก่อนรับการจ่ายไฟเข้าตู้ DCS ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ในสภาพปิดหรือไม่ ฟิวส์ได้ถอดออกหรือยัง การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ถูกหรือไม่เพื่อความปลอดภัยก่อนรับกระแสไฟ
3. ตรวจสอบหลังการจ่ายไฟจะตรวจเช็คแรงดันไฟฟ้าของเซอร์กิตเบรกเกอร์และเซอร์กิตโพเทคชั่น

จากการตรวจสอบตู้ DCS ทั้ง 3 ครั้ง ได้ผลดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลของการตรวจการติดตั้งอุปกรณ์




PROJECT	BSCP POWER PROJECT, DCS UPGRADE	DATE	23 Oct 2017		
MNS No	CJF00GH001 / CJF00GH002 / CJF00GH003	LOCATION	CONTROL EQUIPMENT ROOM (CER 3FL)		
SERVICE NAME	APC CPU / PIO A / PIO B				
INSTALLATION CHECK LIST OF DCS CUBICLE					
S/N	DESCRIPTION	CRITERIA	CHECKED	DATE	REMARKS
1	Cubicle location is correct and cubicle faces correct direction	As per dwg	✓	23-10	
2	Enough space for cubicle door opening and maintenance space	-	✓	23-10	
3	Name plate indication is correct. (MNS No, service name, etc.)	As per dwg	✓	23-10	
4	No physical damage, corrosion and moisture	-	✓	23-10	
5	Touch up paint work on panel (if required)	-	NA	23-10	
6	Shipping lugs, supports and material for packing and transportation removed (if any)	-	✓	23-10	Hanging plate and bolt, etc.
7	New insulation plate and insulation ring installed properly	-	✓	23-10	
8	Cubicle is upright, leveled and aligned properly	Within 1/200	✓	23-10	
9	Bolt between cubicle and channel base fixed properly	-	✓	23-10	24/10/2017 Forget to fix HPC - photo 7 sept.
10	Sealing plate and rubber pad installed properly (if any)	-	✓	23-10	For CPU panel and PIO panel
11	Open and close door by handle smoothly and door locked by key properly	-	✓	23-10	
12	All internal device installed	As per dwg	✓	4-11	
13	All internal cables connected	As per dwg	✓	4-11	
14	Cleanliness inside and outside	-	✓	4-11	
NOTES					

BSCP Power Confirmed/ Verified by	Mitsubishi Corporation Confirmed/ Verified by	Seika Sangyo (Thai) / Thai-Meidensha Confirmed/ Verified by
		S. Charuyaporn (TUP) M. Nutthaphon (CSSP)

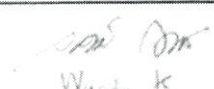
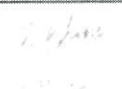
รูปที่ 4.5 ผลของการตรวจการติดตั้งอุปกรณ์

จากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าตู้ DCS ที่ได้รับมาจากบริษัทมิทซูบิชิได้ติดตั้งอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้

4.2.2 ผลของการตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ

 Mitsubishi Corporation

PROJECT	BICP POWER PROJECT, DCS UPGRADE	DATE	3-11-2017		
MNS No	CJF00GH001 / CJF00GH002 / CJF00GH003	LOCATION	CONTROL EQUIPMENT ROOM (CGB 3FL)		
SERVICE NAME	APC CPU / PIO A / PIO B				
CABLE CONNECTION CHECK LIST OF DCS CUBICLE					
S/N	DESCRIPTION	CRITERIA	CHECKED	DATE	REMARKS
1	Each cable connection with terminal and core marker identification are correct with drawing.	As per dwg	✓	3-11	Control instrument cable
2	Each terminal lug is crimped and fixed at terminal properly	-	✓	3-11	
3	Each terminal lug size is suitable for each terminal size	-	✓	3-11	enclosed in duct, banded cores etc.
4	Cable is dressed and fixed properly	-	✓	3-11	enclosed in duct, binding by cable tie or clamp
5	Cable entry is sealed by proper material	-	✓	3-11	
6	Grounding wire is connected with earth lug properly	As per dwg	✓	3-11	Frame grounding and signal grounding
7	Shield of instrument cable is connected with signal ground properly	As per dwg	✓	3-11	
8	Extension cable is installed properly. (if required)	-	NA	3-11	
9	Cleanliness of panel inside and outside	-	✓	3-11	
10	Fiber optical cable is spliced properly	-	✓	3-11	
11	OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) test finished successfully	-	✓	3-11	
12		-			
13		-			
14		-			
NOTES: Power supply terminal of IRTN11-A correct loc. ✓ (19-1)					

BICP Power Confirmed/ Verified by	Mitsubishi Corporation Confirmed/ Verified by	Seika Sangyo (Thai) / Thai-Meidensha Confirmed/ Verified by
 W. K.	 S. Sangyo	S. Chaiyaporn (MNS) M. Nu Hthaphol (SSP)

รูปที่ 4.6 ผลของการตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟ

จากรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าการเชื่อมต่อสายไฟผ่านการตรวจสอบในทุกกรณี แสดงว่าการเชื่อมต่อสายไฟภายในตู้เชื่อมต่อได้อย่างเหมาะสม สวยงาม และถูกต้องตามเงื่อนไข

4.2.3 ผลของการตรวจตู้ก่อนจ่ายไฟให้ตู้ DCS

ตารางที่ 4.1 ผลของการตรวจสอบตู้ DCS ก่อนจ่ายไฟ

Check List before DCS Power Receiving					
SYSTEM : <u> MBC </u> PANEL : <u> CPU </u> .					
Item NO.	Check Item	Result	Date	In Charge	Remarks
1	All fuse are retracted for wet contact DO module for solenoid valve and AI module for transmitter (24Volts power to instrument).	√	30/11		
2	All CB/CP are in OFF condition.	√	30/11		
3	Power cable is connected and screws are properly tightened.	√	30/11		
4	Power cable tag is the same as the connection drawing.	√	30/11		
5	Positive and Negative of DC power should be in correct terminal.	√	30/11		
6	Voltage check between each connected signal cable to ground is completed, and there is no shorted cable.	√	30/11		
7	Resistance check between each connected signal to ground is completed, and there is no shorted cable.	√	30/11		
8	Signal cable which has voltage is not connected to the panel and isolate by insulation tap	√	30/11		
9	BLCP incharge personal is present and Permit To Work is OPEN.	√	30/11		
10	Voltage measurement point in panel is confirmed together with BLCP	√	30/11		

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าตู้ DCS ที่ทำการตรวจสอบผ่านตามเงื่อนไขที่ได้ตั้งไว้แสดงว่าตู้ DCS ดังกล่าว พร้อมทั้งจะรับการจ่ายไฟ

4.2.4 ผลของการตรวจตู้หลังการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ DCS

SYSTEM NAME : U1 MBC-1-1 (CPU)

[1] Measurement Record of Power Receiving

Power Receiving Voltage	Terminal No.	CB No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
AC220V 50Hz C&I	TBP-1A (1, 2)	1CB-10	AC220V±5%	236.18	Good	10/27
DC110V DC BATTERY	TBP-1B (1, 2)	1CB-20	DC110V±5%	120.85	Good	10/27
AC220V 50Hz SMALL POWER	TBP-1C (1, 2)	1CB-30	AC220V±5%	235.61	Good	10/27

[2] Measurement Record of Power Receiving for each CPU Supply Unit

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
A-CPU PS1	Voltage Check Terminal	1CP-11A	DC5V +0.20V -0.0V	5.0799	Good	10/27
			DC3.3V +0.13V -0.0V	3.3495	Good	10/27
B-CPU PS1		1CP-12B	DC5V +0.20V -0.0V	5.0782	Good	10/27
			DC3.3V +0.13V -0.0V	3.3476	Good	10/27
A-CPU PS2		1CP-21A	DC5V +0.20V -0.0V	5.092	Good	10/27
			DC3.3V +0.13V -0.0V	3.3541	Good	10/27
B-CPU PS2		1CP-22B	DC5V +0.20V -0.0V	5.0812	Good	10/27
			DC3.3V +0.13V -0.0V	3.3554	Good	10/27

* The Voltage difference between A and B is Within 50mV.

* With in Power Supply Module Voltage Input Range (AC100 - AC240 V.)

[3] Measurement Record of Power Receiving for each Power Supply Unit

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
1PS1A	1TB-P11 (1, 2)	1CP-11	DC24V±5%	23.974	Good	10/27
1PS1B	1TB-P12 (1, 2)	1CP-21		24.041	Good	10/27
1PS2A	1PS2A (+, -)	1CP-12		24.583	Good	10/27
1PS2B	1PS2B (+, -)	1CP-22		24.574	Good	10/27
1PS11A	1TB-PC (1, 2)	1CP-1F		24.04	Good	10/27
1PS11B		1CP-2F		24.022	Good	10/27

รูปที่ 4.7 ผลของการตรวจตู้หลังการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ DCS ของระบบ MBC 1-1

SYSTEM NAME : U1 MBC-1-2 (CPU)

[4] Measurement Record of Power Receiving for HUB

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
1PS2A / 1PS2B	1HUB-P (US, GND)	1CP-HP	DC24V±5%	23.974	Good	10/27
	1HUB-Q (US, GND)	1CP-HQ		23.951	Good	10/27

[5] Measurement Record of Power Receiving for CPU CHASSIS FAN

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
1PS11A / 1PS11B	CPU FAN A1 (1, 2)	1CP-FA	DC24V±5%	23.485	Good	10/27
	CPU FAN B1 (1, 2)	1CP-FB		23.473	Good	10/27

[6] Measurement Record of Power Receiving for FAN

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
- (From 1NF1)	1TB-P3 (1, 2)	1CP-FC	AC220V±5%	235.05	Good	10/27

[7] Measurement Record of Power Receiving for RECEPTACLE

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
- (From 1NF3)	1RC1	1CP-31	AC220V±5%	234.4	Good	10/27

[8] Measurement Record of Power Receiving for CABINET LIGHTING

Power Supply Unit	Check Point	"ON" Action CP. No.	Allowance	Actual Voltage(V)	Result	Date
- (From 1NF3)	1FLF	1CP-32	AC220V±5%	233.25	Good	10/27

รูปที่ 4.8 ผลของการตรวจดูหลังการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับตู้ DCS ของระบบ MBC 1-2

จากรูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าผลของการตรวจสอบขึ้นสถานะ Good แสดงว่าการเชื่อมต่อสายไฟไม่มีปัญหาและไม่มีการลัดวงจรเกิดขึ้น อีกทั้งยังบอกให้ทราบถึงความพร้อมในการทำลูปทดสอบของระบบดังกล่าวอีกด้วย

4.3 ผลของการทำลูปทดสอบ

โครงการการศึกษาการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของ DIASYS Netmation ฉบับนี้

จะแสดงผลที่ได้จากการทำลูปในขั้นตอนที่ 3.2.9 เพียงบางส่วน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ผลของการทำ I/O Check ของสัญญาณลือคอินพุท (AI)

I/O No.	I/O TAG NO. FORM	SERVICE	MEASUREMENT RANGE			TRANSMISSION SIGNAL			POWER SUPPLY	TEST SCDL LOCATION	SIGNAL INDICATION			TEST RESULT
			LOWER	UPPER	UNIT	LOWER	UPPER	UNIT			0%	50%	100%	
Ai-1101	01HFW11CP512	PULV-A LOWER/UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	30.02	60.03	GOOD
Ai-1102	01HFW11CP511	PULV-A/SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	70.04	140.7	GOOD
Ai-1103	01HFW11CP513	PULV-A/FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0.07	70.07	140.06	GOOD
Ai-1104	01HFE03CP103	PULV-A PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	-9.93	95.05	200.1	GOOD
Ai-1109	01HFX01CF101	PULV INERTING STEAM FLOW	0	20	l/H	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	9.99	19.9	GOOD
Ai-1117	01HFW12CP512	PULV-B LOWER/ UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0.01	30.01	60.02	GOOD
Ai-1118	01HFW12CP511	PULV-B/ SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0.07	70.07	140.07	GOOD
Ai-1119	01HFW12CP513	PULV-B/ FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0.02	70.01	139.99	GOOD
Ai-1120	01HFE03CP104	PULV-B PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	-9.93	95.08	200.06	GOOD
Ai-1201	01HFC01CT013	PULV-A LUB OIL TANK OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	0	75	150	GOOD
Ai-1202	01HFC01CT012	PULV-A LUB OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	0.5	75.1	150.4150	GOOD
Ai-1203	01HFC01CT014	PULV-A SHAFT BRG TEMP	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	0	75	60	GOOD
Ai-1205	01HFC01CT015	PULV-A TABLE BRG TEMP (R)	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	0	75.1	140.07	GOOD
Ai-1209	01HFC01CT023	PULV-B LUB OIL TANK OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	-0.7	74.4	140.06	GOOD
Ai-1210	01HFC01CT022	PULV-B LUB OIL TEMP	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	-5	74.6	200.1	GOOD
Ai-1211	01HFC01CT024	PULV-B SHAFT BRG TEMP	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	-0.3	74.6	60	GOOD
Ai-1213	01HFC01CT025	PULV-B TABLE BRG TEMP (R)	0	150	deg.C			TYPE-E		6-น.ย.	0	75	140.01	GOOD
Ai-2101	01HFW13CP512	PULV-C LOWER/ UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	30	140.01	GOOD
Ai-2102	01HFW13CP511	PULV-C/ SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	70.04	200.08	GOOD
Ai-2103	01HFW13CP513	PULV-C/ FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0.04	70.07	149.7	GOOD
Ai-2104	01HFE03CP105	PULV-C PRIMARY AIR PRESS	-10	200	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	-9.95	95.08	149.8	GOOD
Ai-2109	01HFW14CP512	PULV-D LOWER/ UPPER HOUSE DIFF PRESS	0	60	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	30	150	GOOD
Ai-2110	01HFW14CP511	PULV-D/ SEAL AIR DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0	70.01	150	GOOD
Ai-2111	01HFW14CP513	PULV-D/ FURNACE DIFF PRESS	0	140	mbar	4	20	mA	DCS (DC 24V)	6-น.ย.	0.05	70.05	149.5	GOOD

ตารางที่ 4.3 ผลของการทำ I/O Check ของ Flame Detector สถานะ Flame ON

I/O No.	I/O TAG NO. FROM	SERVICE	FLAME ON					
			TP1 (More than 1V)	TP3 (More than 10V)	OUTPUT	No. 8 LED	FREQUENCY SIGNAL	INTENSITY SIGNAL
Ai-IR01	01HXA01GH001-AI201	COAL FLAME DETECTOR-1A FLAME SIGNAL	3.74	10.17	ON	ON	10	3.51
Ai-IR02	01HXA01GH001-AI202	COAL FLAME DETECTOR-2A FLAME SIGNAL	2.57	10.15	ON	ON	10	3.29
Ai-IR03	01HXA01GH001-AI203	COAL FLAME DETECTOR-3A FLAME SIGNAL	3.86	10.13	ON	ON	10	3.33
Ai-IR04	01HXA01GH001-AI204	COAL FLAME DETECTOR-4A FLAME SIGNAL	3.63	10.1	ON	ON	10	3.39
Ai-IR05	01HXA01GH001-AI205	COAL FLAME DETECTOR-5A FLAME SIGNAL	3.4	10.1	ON	ON	10	3.06
Ai-IR06	01HXA01GH001-AI206	COAL FLAME DETECTOR-6A FLAME SIGNAL	3.2	10.11	ON	ON	10	3.06
Ai-IR07	01HXA01GH001-AI207	COAL FLAME DETECTOR-1B FLAME SIGNAL	3.57	10.18	ON	ON	10	3.29
Ai-IR08	01HXA01GH001-AI208	COAL FLAME DETECTOR-2B FLAME SIGNAL	3.47	10.14	ON	ON	10	3.29
Ai-IR09	01HXA01GH001-AI209	COAL FLAME DETECTOR-3B FLAME SIGNAL	3.68	10.19	ON	ON	10	3.56
Ai-IR10	01HXA01GH001-AI210	COAL FLAME DETECTOR-4B FLAME SIGNAL	3.65	10.14	ON	ON	10	3.59
Ai-IR11	01HXA01GH001-AI211	COAL FLAME DETECTOR-5B FLAME SIGNAL	3.14	10.09	ON	ON	9.98	3.02
Ai-IR12	01HXA01GH001-AI212	COAL FLAME DETECTOR-6B FLAME SIGNAL	3.74	10.1	ON	ON	9.23	2.61
Ai-IR13	01HXA01GH001-AI213	COAL FLAME DETECTOR-1C FLAME SIGNAL	3.61	10.2	ON	ON	10	3.56
Ai-IR14	01HXA01GH001-AI214	COAL FLAME DETECTOR-2C FLAME SIGNAL	3.26	10.18	ON	ON	10	3.25
Ai-IR15	01HXA01GH001-AI215	COAL FLAME DETECTOR-3C FLAME SIGNAL	3.71	10.149	ON	ON	10	3.68
Ai-IR16	01HXA01GH001-AI216	COAL FLAME DETECTOR-4C FLAME SIGNAL	2.55	10.14	ON	ON	10	2.64

ตารางที่ 4.4 ผลของการทำ I/O Check ของ Flame Detector สถานะ Flame OFF

I/O No.	I/O TAG NO.	SERVICE	FLAME OFF					
	FROM		TP1 (Less than 0.1V)	TP2 (Less than 0.5V)	OUTPUT	No. 1 LED	FREQUENCY SIGNAL	INTENSITY SIGNAL
AI-IR01	01HXA01GH001-AI201	COAL FLAME DETECTOR-1A FLAME SIGNAL	0.0001	-0.0019	OFF	ON	0.005	0.006
AI-IR02	01HXA01GH001-AI202	COAL FLAME DETECTOR-2A FLAME SIGNAL	0.0001	-0.0017	OFF	ON	0.009	0.005
AI-IR03	01HXA01GH001-AI203	COAL FLAME DETECTOR-3A FLAME SIGNAL	0.0002	-0.001	OFF	ON	0.006	0.003
AI-IR04	01HXA01GH001-AI204	COAL FLAME DETECTOR-4A FLAME SIGNAL	0.0002	-0.0048	OFF	ON	0.004	0.007
AI-IR05	01HXA01GH001-AI205	COAL FLAME DETECTOR-5A FLAME SIGNAL	0.0002	-0.0009	OFF	ON	0.007	0.004
AI-IR06	01HXA01GH001-AI206	COAL FLAME DETECTOR-6A FLAME SIGNAL	0.0002	-0.0014	OFF	ON	0.009	0.007
AI-IR07	01HXA01GH001-AI207	COAL FLAME DETECTOR-1B FLAME SIGNAL	0.0001	-0.0021	OFF	ON	0.004	0.005
AI-IR08	01HXA01GH001-AI208	COAL FLAME DETECTOR-2B FLAME SIGNAL	0.0002	0.0031	OFF	ON	0.009	0.005
AI-IR09	01HXA01GH001-AI209	COAL FLAME DETECTOR-3B FLAME SIGNAL	0.0002	0.0001	OFF	ON	0.008	0.007
AI-IR10	01HXA01GH001-AI210	COAL FLAME DETECTOR-4B FLAME SIGNAL	0.0001	0.0005	OFF	ON	0.009	0.006
AI-IR11	01HXA01GH001-AI211	COAL FLAME DETECTOR-5B FLAME SIGNAL	0.0002	-0.0005	OFF	ON	0.006	0.005
AI-IR12	01HXA01GH001-AI212	COAL FLAME DETECTOR-6B FLAME SIGNAL	0.0002	-0.0002	OFF	ON	0.006	0.005
AI-IR13	01HXA01GH001-AI213	COAL FLAME DETECTOR-1C FLAME SIGNAL	0.0001	-0.0003	OFF	ON	0.006	0.005
AI-IR14	01HXA01GH001-AI214	COAL FLAME DETECTOR-2C FLAME SIGNAL	0.0001	0.0007	OFF	ON	0.013	0.005
AI-IR15	01HXA01GH001-AI215	COAL FLAME DETECTOR-3C FLAME SIGNAL	0.0001	-0.0001	OFF	ON	0.007	0.007
AI-IR16	01HXA01GH001-AI216	COAL FLAME DETECTOR-4C FLAME SIGNAL	0.0002	-0.0033	OFF	ON	0.003	0.004

ตารางที่ 4.5 ผลการทำ I/O Check ของสัญญาณดิจิตอลอินพุต (DI) ของ PULV COLD AIR SHUT-OFF DAMPER, PULV HOT AIR SHUT-OFF DAMPER และ BNR ATOM SELECT SOV

I/O NO.	I/O TAG NO.	SERVICE	INPUT STATUS		LOCATION	CHECK		TEST RESULT
			ON	OFF		ON	OFF	
DI-1117	01HFE02AA702XQ01	PULV-A COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A15	OK	OK	GOOD
DI-1118	01HFE02AA702XC01	PULV-A COLD AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE	CLOSE	-	A15	OK	OK	GOOD
DI-1120	01HFE03AA701XQ01	PULV-A HOT AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A16	OK	OK	GOOD
DI-1121	01HFE03AA701XC01	PULV-A HOT AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE	CLOSE	-	A16	OK	OK	GOOD
DI-1277	01HFE02AA704XQ01	PULV-B COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A15	OK	OK	GOOD
DI-1278	01HFE02AA704XC01	PULV-B COLD AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE	CLOSE	-	A15	OK	OK	GOOD
DI-1280	01HFE03AA703XQ01	PULV-B HOT AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A16	OK	OK	GOOD
DI-1281	01HFE03AA703XC01	PULV-B HOT AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE	CLOSE	-	A16	OK	OK	GOOD
DI-2117	01HFE02AA706XQ01	PULV-C COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A15	OK	OK	GOOD
DI-2118	01HFE02AA706XC01	PULV-C COLD AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE	CLOSE	-	A15	OK	OK	GOOD
DI-2120	01HFE03AA705XQ01	PULV-C HOT AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A16	OK	OK	GOOD
DI-2121	01HFE03AA705XC01	PULV-C HOT AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE	CLOSE	-	A16	OK	OK	GOOD
DI-2261	01HFE02AA752XQ01	PULV-D COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN	OPEN	-	A15	OK	OK	GOOD

ตารางที่ 4.6 ผลการทำ Drive Test ของสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต (DO) ของ PULV COLD AIR SHUT-OFF DAMPER, PULV HOT AIR SHUT-OFF DAMPER และ BNR ATOM SELECT SOV

I/O NO.	I/O TAG NO.	SERVICE	OUTPUT STATUS		CONTACT (DRY OR WET)	LOCATION	CHECK		TEST RESULT	VOLTAGE (VDC)
			ON	OFF			ON	OFF		
DO-1209	01HFE02AA702YQ01	PULV-A COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	119.33
DO-1210	01HFE02AA702YC01	PULV-A COLD AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE COM	CLOSE COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	119.34
DO-1211	01HFE03AA701YQ01	PULV-A HOT AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A16	OK	OK	GOOD	119.47
DO-1212	01HFE03AA701YC01	PULV-A HOT AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE COM	CLOSE COMMAND	-	WET	A16	OK	OK	GOOD	119.47
DO-1241	01HFE02AA704YQ01	PULV-B COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	119.38
DO-1242	01HFE02AA704YC01	PULV-B COLD AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE COM	CLOSE COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	119.44
DO-1243	01HFE03AA703YQ01	PULV-B HOT AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A16	OK	OK	GOOD	119.48
DO-1244	01HFE03AA703YC01	PULV-B HOT AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE COM	CLOSE COMMAND	-	WET	A16	OK	OK	GOOD	119.51
DO-2209	01HFE02AA706YQ01	PULV-C COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	118.83
DO-2210	01HFE02AA706YC01	PULV-C COLD AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE COM	CLOSE COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	118.89
DO-2211	01HFE03AA705YQ01	PULV-C HOT AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A16	OK	OK	GOOD	118.97
DO-2212	01HFE03AA705YC01	PULV-C HOT AIR SHUT-OFF DAMPER CLOSE COM	CLOSE COMMAND	-	WET	A16	OK	OK	GOOD	118.94
DO-2225	01HFE02AA752YQ01	PULV-D COLD AIR SHUT-OFF DAMPER OPEN COM	OPEN COMMAND	-	WET	A15	OK	OK	GOOD	119.01

ตารางที่ 4.7 ผลการทำ I/O Check ของสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต (DO) ของ PULV LUB OIL PUMP และ COAL GATE

I/O NO.	I/O TAG NO.	SERVICE	OUTPUT STATUS		CONTACT (DRY OR WET)	LOCATION	CHECK		TEST RESULT	RESISTANCE (OHM)
			ON	OFF			ON	OFF		
DO-1111	01HFC01AP101YR01	PULV LUB OIL PUMP-A START COM	START COMMAND	-	WET	B17	OK	OK	GOOD	2.83
DO-1112	01HFC01AP101YS01	PULV LUB OIL PUMP-A STOP COM	-	STOP COMMAND	WET	B17	OK	OK	GOOD	2.83
DO-1135	01HFC01AP102YR01	PULV LUB OIL PUMP-B START COM	START COMMAND	-	WET	B17	OK	OK	GOOD	2.83
DO-1136	01HFC01AP102YS01	PULV LUB OIL PUMP-B STOPO COM	-	STOP COMMAND	WET	B17	OK	OK	GOOD	3
DO-1149	01HFA01AA101YQ01	COAL GATE A OPEN COM	CLOSE COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	34.83
DO-1150	01HFA01AA101YC01	COAL GATE A CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	35.38
DO-1157	01HFA01AA102YQ01	COAL GATE B OPEN COM	CLOSE COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	4.92
DO-1158	01HFA01AA102YC01	COAL GATE B CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	4.94
DO-2149	01HFA01AA103YQ01	COAL GATE C OPEN COM	CLOSE COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	5.09
DO-2150	01HFA01AA103YC01	COAL GATE C CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	5.19
DO-2157	01HFA01AA104YQ01	COAL GATE D OPEN COM	CLOSE COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	4.02
DO-2158	01HFA01AA104YC01	COAL GATE D CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	4.02
DO-3149	01HFA01AA105YQ01	COAL GATE E OPEN COM	CLOSE COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	3.88
DO-3150	01HFA01AA105YC01	COAL GATE E CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	3.9
DO-3157	01HFA01AA106YQ01	COAL GATE F OPEN COM	CLOSE COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	17.78
DO-3158	01HFA01AA106YC01	COAL GATE F CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	D01	OK	OK	GOOD	17.73

ตารางที่ 4.8 ผลการทำ Drive Test ของสัญญาณดิจิทัลเอาต์พุต (DO) ของ PULV SEAL AIR SUP SOV และ PULV ASSIST WATER SOV

VO NO	VO TAG NO	SERVICE	OUTPUT STATUS		CONTACT (DRY OR WET)	LOCATION	CHECK		TEST RESULT	TIME (SEC)	
			ON	OFF			ON	OFF		CLOSE	OPEN
DO-1203	01HFW11AA701YC01	PULV-A SEAL AIR SUP SOV CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	A22	OK	OK	GOOD	7.58	8.73
DO-1207	01GAF01AA711YQ01	PULV-A ASSIST WATER SOV OPEN COM	OPEN COM	-	WET	A14	OK	OK	GOOD	6.34	3.76
DO-1235	01HFW12AA701YC01	PULV-B SEAL AIR SUP SOV CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	A22	OK	OK	GOOD	7.26	7.98
DO-1239	01GAF01AA721YQ01	PULV-B ASSIST WATER SOV OPEN COM	OPEN COM	-	WET	A14	OK	OK	GOOD	5.84	3.95
DO-2203	01HFW13AA701YC01	PULV-C SEAL AIR SUP SOV CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	A22	OK	OK	GOOD	7.53	8.31
DO-2207	01GAF01AA731YQ01	PULV-C ASSIST WATER SOV OPEN COM	OPEN COM	-	WET	A14	OK	OK	GOOD	7.38	3.65
DO-2219	01HFW14AA701YC01	PULV-D SEAL AIR SUP SOV CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	A22	OK	OK	GOOD	7.17	8.09
DO-2223	01GAF01AA741YQ01	PULV-D ASSIST WATER SOV OPEN COM	OPEN COM	-	WET	A14	OK	OK	GOOD	8.35	3.75
DO-3203	01HFW15AA701YC01	PULV-E SEAL AIR SUP SOV CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	A22	OK	OK	GOOD	7.28	8.15
DO-3207	01GAF01AA751YQ01	PULV-E ASSIST WATER SOV OPEN COM	OPEN COM	-	WET	A14	OK	OK	GOOD	7.58	4.53
DO-3219	01HFW16AA701YC01	PULV-F SEAL AIR SUP SOV CLOSE COM	OPEN COMMAND	-	WET	A22	OK	OK	GOOD	7.35	7.93
DO-3223	01GAF01AA761YQ01	PULV-F ASSIST WATER SOV OPEN COM	OPEN COM	-	WET	A14	OK	OK	GOOD	6.07	3.99

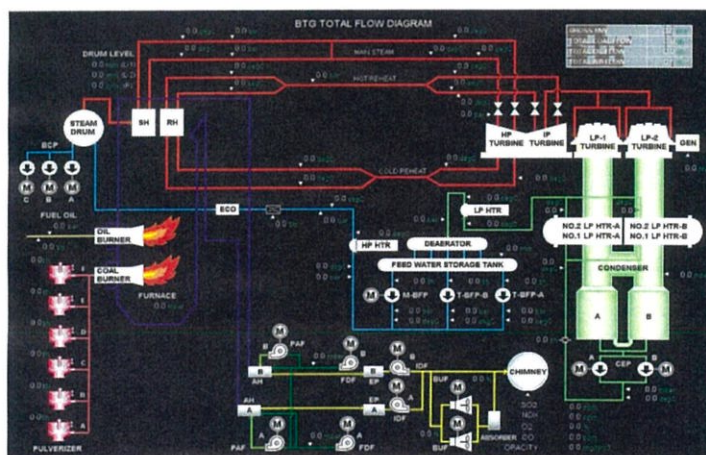
จากการทำลูปเทสและตารางของผลการทำลูปเทสที่แสดงไปข้างต้นจะเห็นว่าทุกสัญญาณที่ทำการลูปเทสสามารถส่งสัญญาณได้ปกติรวมถึงอุปกรณ์ที่อยู่หน้างานด้วยที่ทำงานได้ตามปกติ

4.4 ผลลัพธ์การอัปเดตทางด้านซอฟต์แวร์

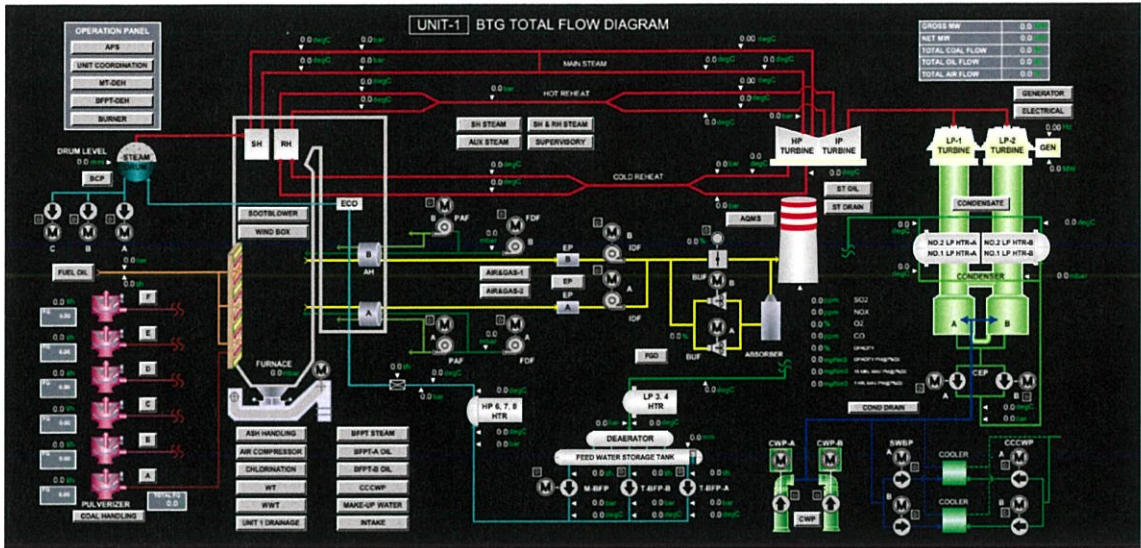
จากหัวข้อ 3.1.1 แนวคิดการออกแบบอัปเดต DCS ข้อที่ 6 ที่กล่าวว่า “การทำงานของ OPS ACS และ EMS จะเหมือนกับระบบเดิมที่ใช้งานอยู่” ทำให้ผลลัพธ์ทางด้านซอฟต์แวร์ไม่ต่างจากเดิมนัก มีเพียงแค่กราฟฟิคที่ดูใหม่ขึ้นเท่านั้น ในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างมาเพียงบางส่วนเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับส่วนของหน้าจอ OPS (กราฟฟิค) หน้าจอ OPS (WSManager) หน้าจอ OPS (Loop Plate) หน้าจอ EMS (ORCA View)

ผลลัพธ์การเปรียบเทียบข้อมูลทางด้านลอจิกระหว่าง MPS และ EMS มีดังนี้

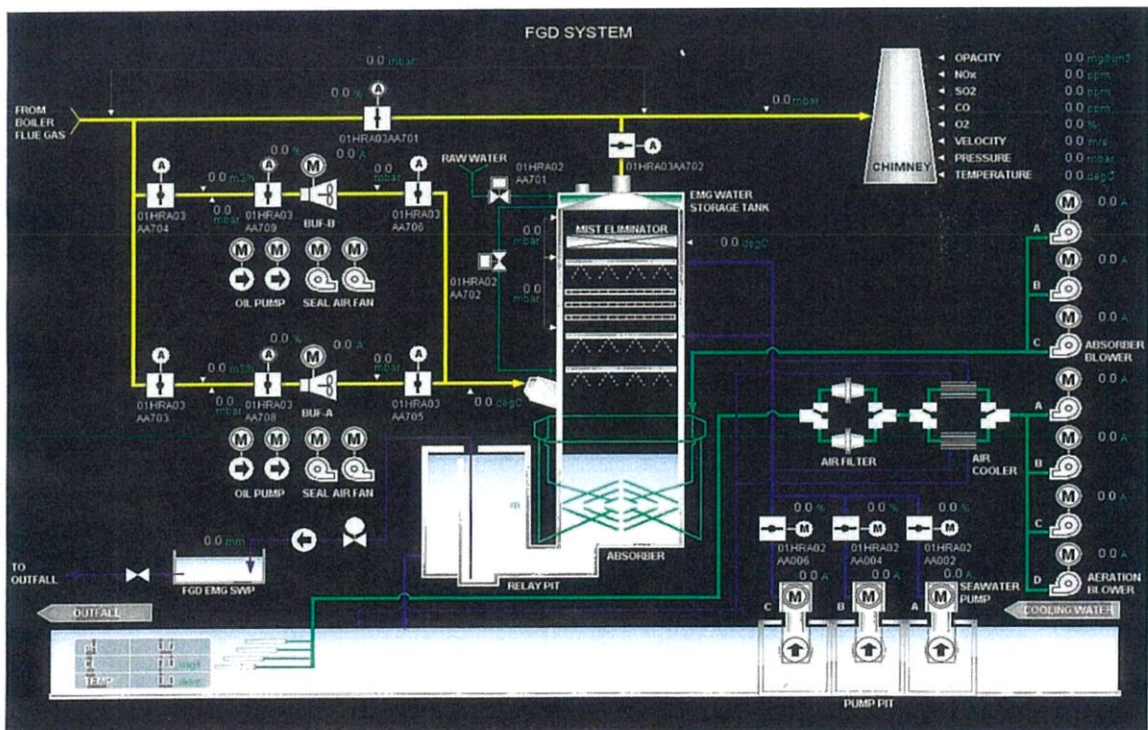
4.4.1 หน้าจอ OPS (กราฟฟิค)



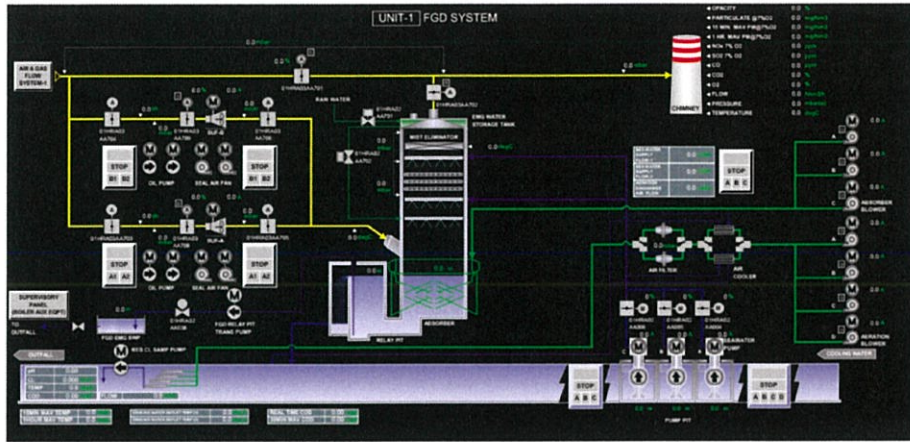
รูปที่ 4.9 หน้าจอกราฟฟิค BTG TOTAL FLOW DIAGRAM (ก่อนอัปเดต)



รูปที่ 4.10 หน้าจอกราฟฟิค BTG TOTAL FLOW DIAGRAM (หลังการอัปเดต)



รูปที่ 4.11 หน้าจอกราฟฟิค FGD SYSTEM (ก่อนการอัปเดต)



รูปที่ 4.12 หน้าจอกราฟฟิค FGD SYSTEM (หลังการอัปเดต)

4.4.2 หน้าจอ OPS (WSManager)

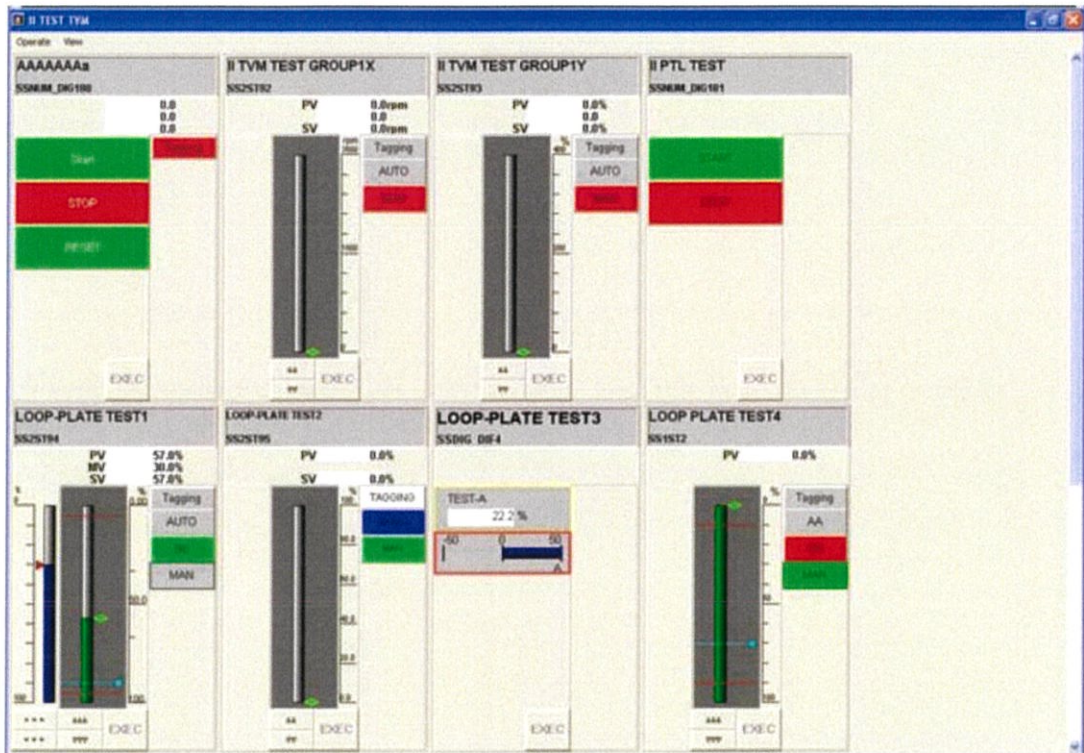
No	Type	LEV	Date/Time	TAG	DESCRIPTION	Status	EQU
1	D_ANN	0	08/04 10:16:02	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	OFF	BASIL2
2	D_ANN	1	08/04 10:16:01	DAN.3557	DAN.SOE.A0	OFF	BASIL2
3	D_ANN	1	08/04 10:16:00	DAN.3557	DAN.SOE.A0	ON	BASIL2
4	D_ANN	0	08/04 10:15:59	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	ON	BASIL2
5	D_ANN	0	08/04 10:15:23	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	OFF	BASIL2
6	D_ANN	0	08/04 10:15:26	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	ON	BASIL2
7	D_ANN	1	08/04 10:15:20	DAN.3557	DAN.SOE.A0	OFF	BASIL2
8	D_ANN	1	08/04 10:15:19	DAN.3557	DAN.SOE.A0	ON	BASIL2
9	D_ANN	0	08/04 10:14:58	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	OFF	BASIL2
10	D_ANN	0	08/04 10:14:53	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	ON	BASIL2
11	D_ANN	1	08/04 10:14:39	DAN.3557	DAN.SOE.A0	OFF	BASIL2
12	D_ANN	1	08/04 10:14:38	DAN.3557	DAN.SOE.A0	ON	BASIL2
13	D_ANN	0	08/04 10:14:23	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	OFF	BASIL2
14	D_ANN	0	08/04 10:14:20	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	ON	BASIL2
15	D_ANN	1	08/04 10:13:58	DAN.3557	DAN.SOE.A0	OFF	BASIL2
16	D_ANN	1	08/04 10:13:57	DAN.3557	DAN.SOE.A0	ON	BASIL2
17	D_ANN	0	08/04 10:13:50	DAN.3583	NCOM DAN.TEST LEVEL0	OFF	BASIL2

รูปที่ 4.13 หน้าจอการทำงานฟังก์ชันของ OPS - Event (ก่อนการอัปเดต)

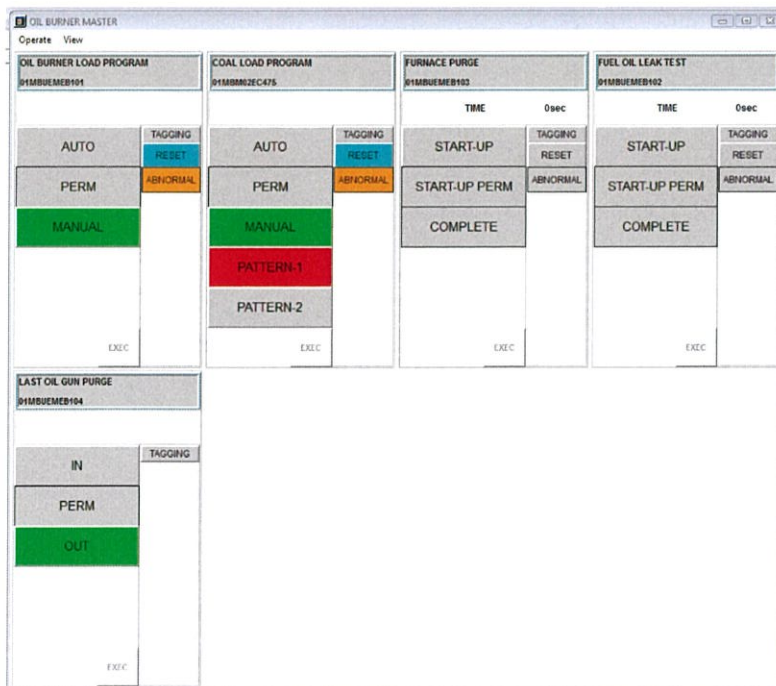
No	Type	LEV	Date/Time	TAG	DESCRIPTION	Status	EQU
1	D_ANN	0	11/28 10:36:48	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	ON	U14PFC_A
2	MANSET	1	11/28 10:36:44	APC-DRIVE02-09	U14PFC_B BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual release	ON	U14OP9F
3	MANSET	1	11/28 10:36:44	APC-DRIVE09-08	U14PFC_A BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual release	ON	U14OP9F
4	D_ANN	0	11/28 10:36:44	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	OFF	U14PFC_A
5	D_ANN	0	11/28 10:36:44	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	OFF	U14PFC_A
6	D_ANN	0	11/28 10:36:44	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	OFF	U14PFC_A
7	D_ANN	0	11/28 10:36:44	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	OFF	U14PFC_A
8	D_ANN	0	11/28 10:36:44	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	OFF	U14PFC_A
9	MANSET	1	11/28 10:36:38	GWICU-F1-01AC	U14OPFC_B FGD AERATION BLOWER C.D.O.484 Manual release	ON	U14OP9D
10	MANSET	1	11/28 10:36:38	GWICU-F1-01AC	U14OPFC_A FGD AERATION BLOWER C.D.O.484 Manual release	ON	U14OP9D
11	MANSET	1	11/28 10:36:32	APC-DRIVE09-08	U14PFC_B BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14OP9F
12	MANSET	1	11/28 10:36:32	APC-DRIVE09-08	U14PFC_A BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14OP9F
13	D_ANN	0	11/28 10:36:31	GWICU-F1-01AC	NEGATIVE PRESSURE	ON	U14PFC_A
14	D_ANN	0	11/28 10:36:31	GWICU-F1-01AC	NEGATIVE PRESSURE	OFF	U14PFC_A
15	D_ANN	0	11/28 10:36:12	GWICU-F1-01AC	GWICU-F1-01AC TORING SIGNAL	ON	U14PFC_A
16	D_ANN	0	11/28 10:36:12	GWICU-F1-01AC	GWICU-F1-01AC TORING SIGNAL	ON	U14PFC_A
17	D_ANN	0	11/28 10:36:12	GWICU-F1-01AC	GWICU-F1-01AC TORING SIGNAL	ON	U14PFC_A
18	D_ANN	0	11/28 10:36:12	GWICU-F1-01AC	GWICU-F1-01AC TORING SIGNAL	ON	U14PFC_A
19	MANSET	1	11/28 10:36:10	GWICU-F1-01AC	U14OPFC_B FGD AERATION BLOWER C.D.O.484 Manual set T1-1	ON	U14OP9D
20	MANSET	1	11/28 10:36:10	GWICU-F1-01AC	U14OPFC_A FGD AERATION BLOWER C.D.O.484 Manual set T1-1	ON	U14OP9D
21	D_ANN	0	11/28 10:36:09	APC-DRIVE09-08	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
22	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	ON	U14PFC_A
23	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	ANA-OUTLET SECONDARY AIR FLOW EARLY WARNING DEVIATION HIGH	OFF	U14PFC_A
24	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
25	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
26	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
27	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
28	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
29	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
30	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
31	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
32	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
33	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
34	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
35	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
36	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A
37	D_ANN	0	11/28 10:36:09	DAN.11719	BURNER AT TORING AIR PRESSURE CONTROL VALVE DO-432 Manual set T10	ON	U14PFC_A

รูปที่ 4.14 หน้าจอการทำงานฟังก์ชันของ OPS - EVENT (หลังการอัปเดต)

4.4.3 หน้าจอ OPS (Loop Plate)

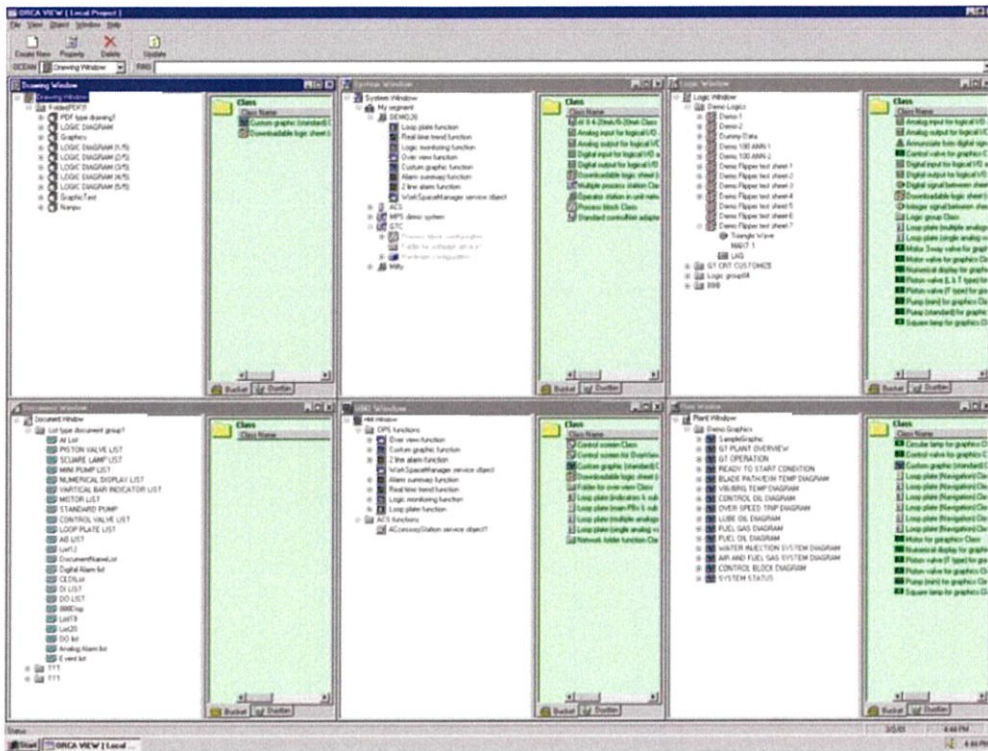


รูปที่ 4.15 หน้าจอการทำงานฟังก์ชัน OPS – Loop Plate (ก่อนอัปเดต)

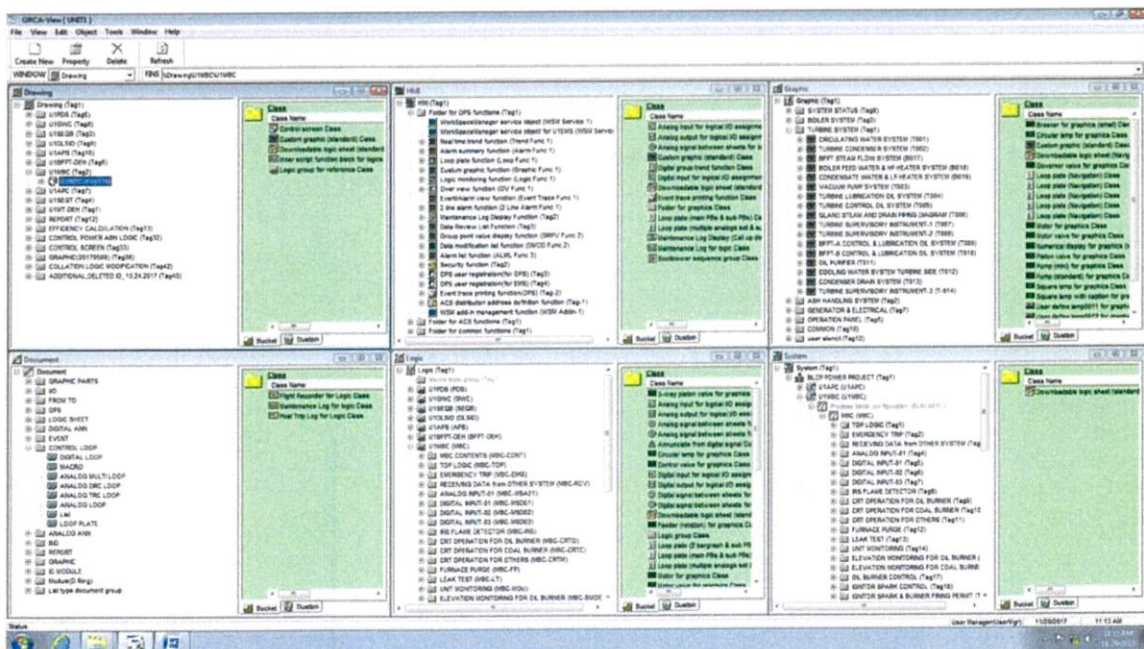


รูปที่ 4.16 หน้าจอการทำงานฟังก์ชัน OPS – Loop Plate (หลังอัปเดต)

4.4.4 ตัวอย่างหน้าจอ EMS (โปรแกรม ORCA View)



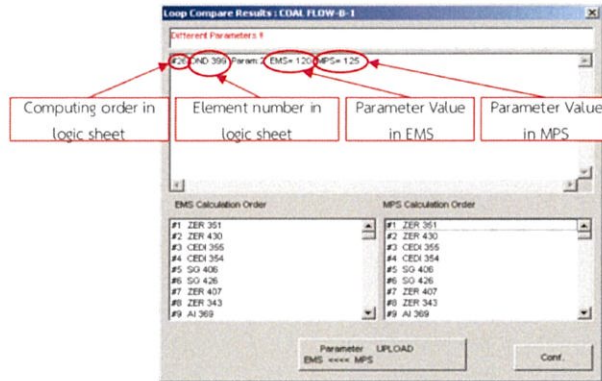
รูปที่ 4.17 หน้าแรกของโปรแกรม ORCA View(ก่อนการอัปเดต)



รูปที่ 4.18 หน้าแรกของโปรแกรม ORCA View(หลังการอัปเดต)

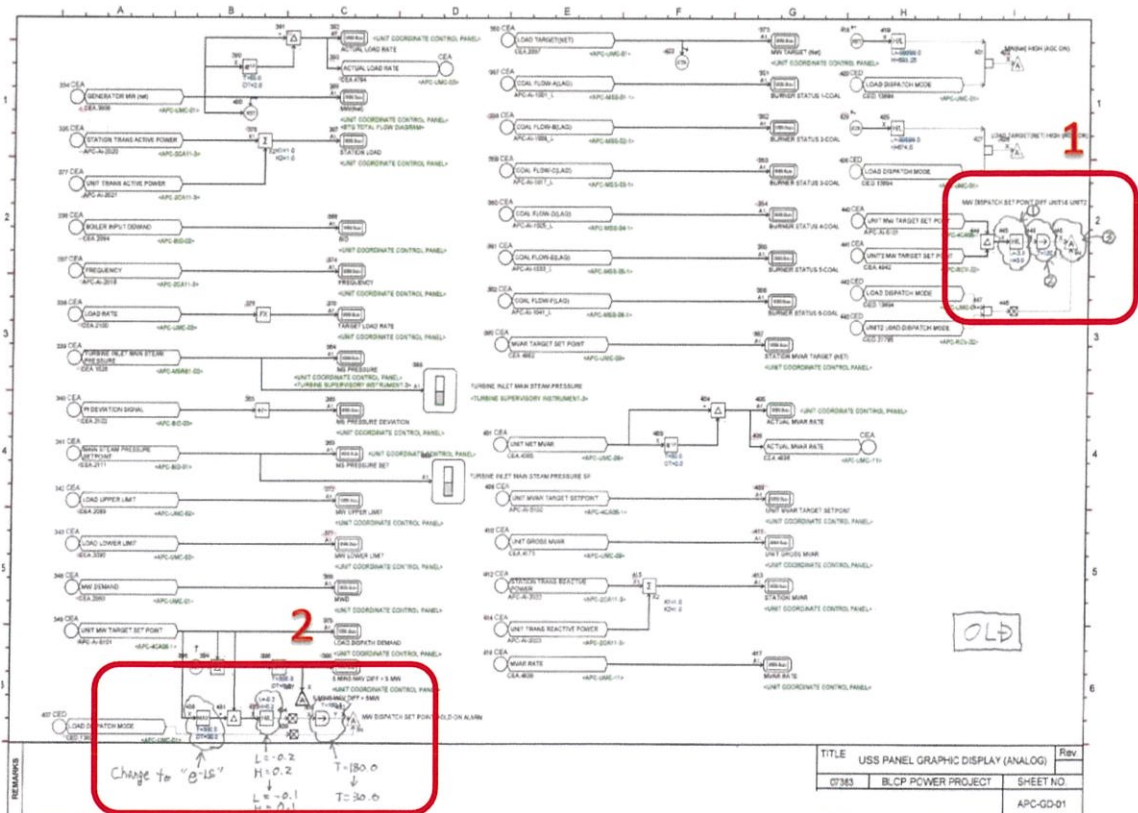
4.4.5 ผลของการเปรียบเทียบลอจิก

จากหัวข้อที่ 3.3.3 การเปรียบเทียบฐานข้อมูลระหว่าง EMS กับ MPS ของหน่วยผลิตที่ 1 ที่ทำการเปรียบเทียบลอจิกระหว่าง MPS และ EMS

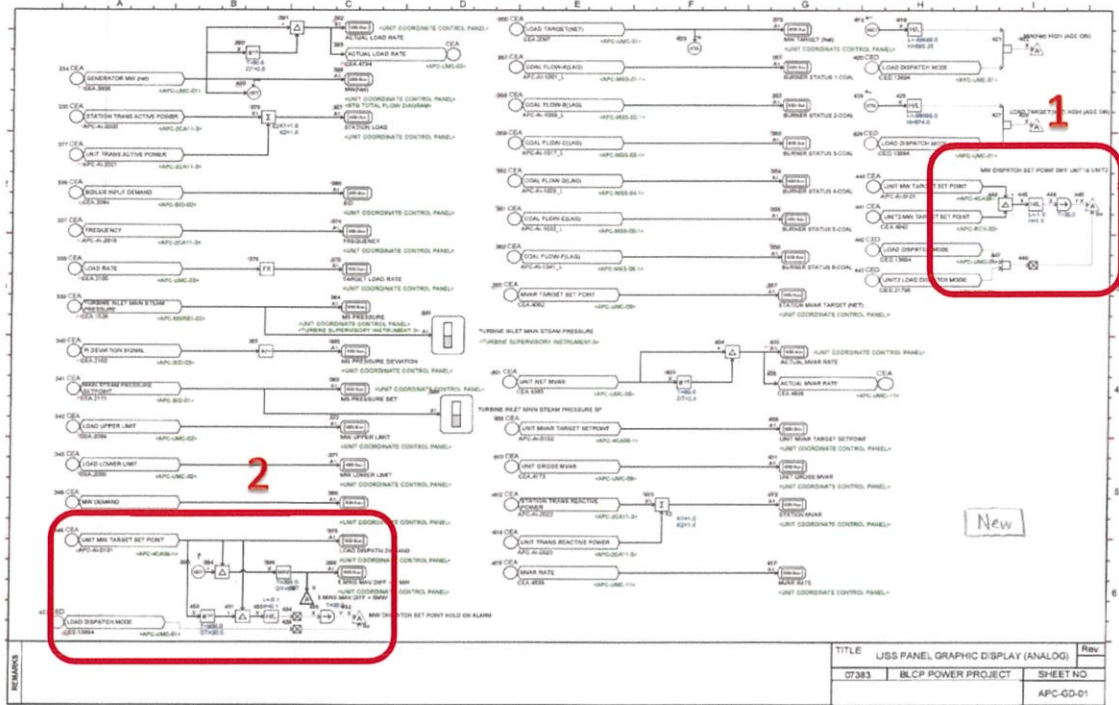


รูปที่ 4.19 หน้าต่างผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์

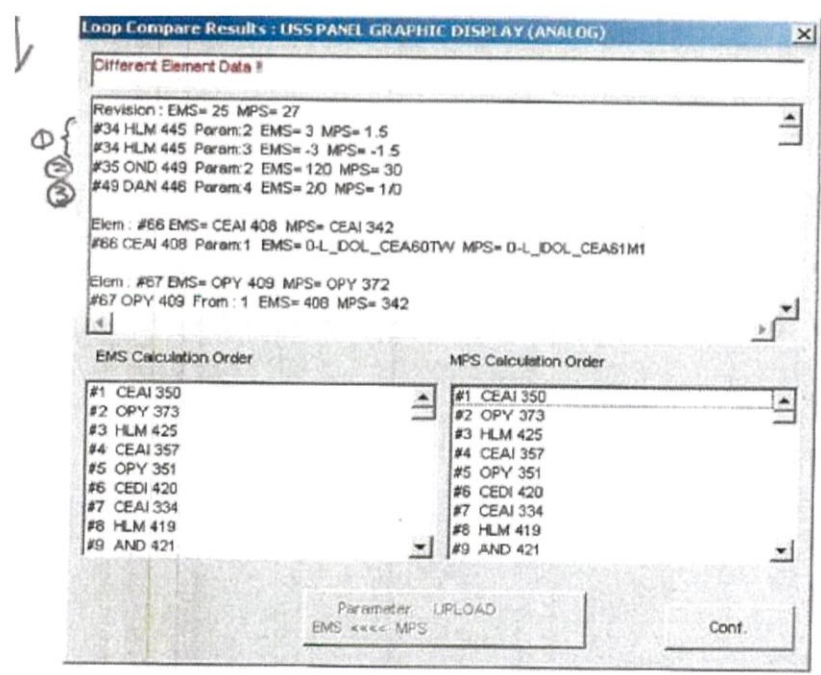
ตัวอย่างผลของการเปรียบเทียบ



รูปที่ 4.20 ลอจิกของ USS PANEL GRAPHIC DISPLAY (ANALOG) แบบเก่า



รูปที่ 4.21 ลอจิกของ USS PANEL GRAPHIC DISPLAY (ANALOG) แบบใหม่

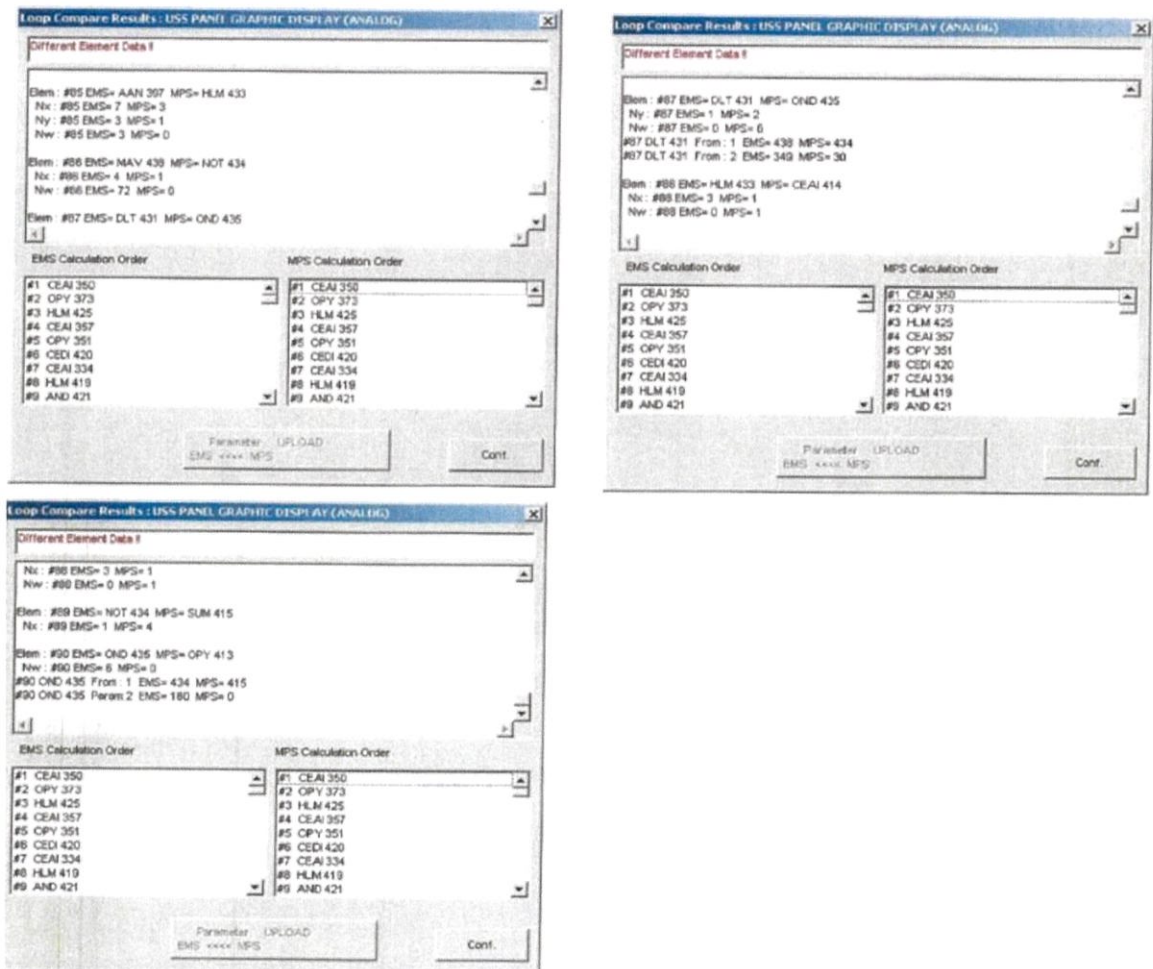


รูปที่ 4.22 หน้าต่างของผลการเปรียบเทียบลอจิก (1)

1.1). การทำงานของ \square (High Low Monitor – สัญญาณเอาต์พุตจะออกเป็น 1 เมื่อสัญญาณอนาล็อกที่เข้ามานั้นมากกว่าหรือน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้) อยู่ที่ H=3 L=-3 เปลี่ยนมาเป็น H=1.5 L=-1.5 ซึ่งทำให้การทำงานเร็วขึ้น

1.2). ตัว \Rightarrow (On Delay Time – สัญญาณเอาต์พุตจะออกเมื่อเวลาผ่านไปเป็นเวลา t วินาทีเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามา) ทำงานเร็วขึ้นจากเดิม 120 วินาทีเปลี่ยนเป็น 30 วินาที

1.3). ตัว \triangle (Digital Warning – จะส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีสัญญาณดิจิทัลอลเข้าตัวฟังก์ชันบล็อก) เปลี่ยนระดับการแจ้งเตือนจากเดิมระดับ 2 เปลี่ยนเป็นระดับ 1 ซึ่งหมายความว่าให้ความสำคัญนี้มากขึ้น



รูปที่ 4.23 หน้าต่างของผลการเปรียบเทียบบล็อก (2)

2.1). เปลี่ยนค่าของ \square จากเดิม H=0.2 L=-0.2 เปลี่ยนเป็น H=0.1 และ L=-0.1 เพื่อให้การตรวจจับเร็วยิ่งขึ้น

2.2). เปลี่ยนค่า \Rightarrow จากเดิม t=120 เปลี่ยนเป็น t=30 เพื่อให้เกิดการดำเนินงานที่เร็วยิ่งขึ้น

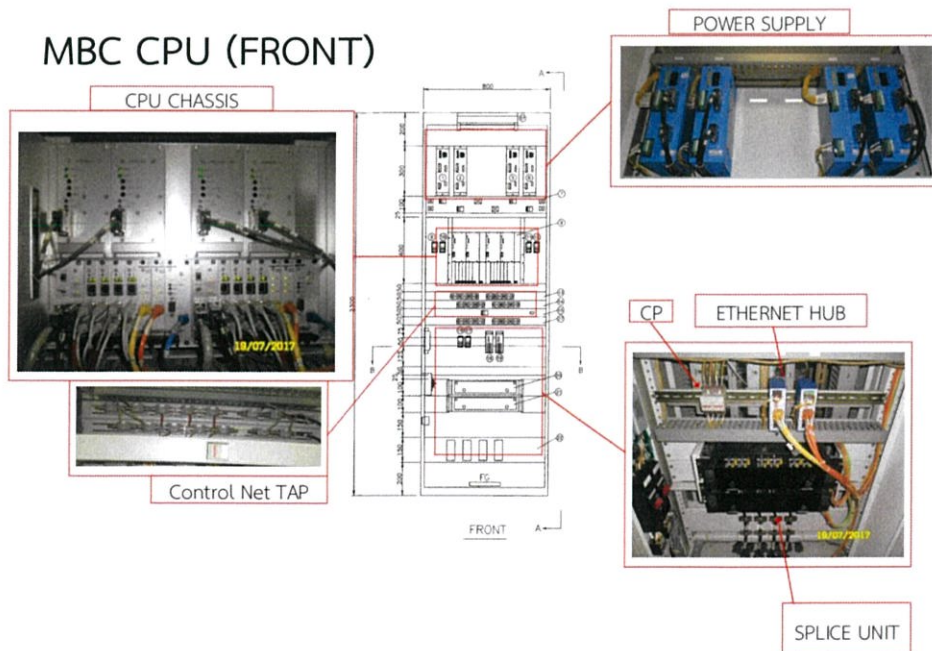
2.3). ใช้ \overline{MAV} (Move Average – เป็นฟังก์ชันบล็อกที่ใช้หาค่าเฉลี่ยการทำงานโดยแบ่งเป็นช่วงเวลา) เปลี่ยนเป็น e^{-LS} (Dead time – ระยะเวลาเมื่อสัญญาณอินพุตเข้ามาแล้ว t วินาทีถึงจะมีเอาต์พุตออกมา) เพื่อให้มีความสำคัญกับระบบมากขึ้นจากเดิมที่ใช้หาค่าเฉลี่ยของการทำงานแล้วดูค่าว่าจะมากกว่าหรือน้อยกว่าเดิม 0.2 หรือไม่ภายในเวลา 120 วินาที เปลี่ยนเป็นค่าเอาต์พุตที่ออกมาจะมากกว่าหรือน้อยกว่าเดิม 0.1 หรือไม่ภายใน 30 วินาที ถ้าไม่เปลี่ยนแปลงจะเกิดการแจ้งเตือน

4.5 ผลลัพธ์การอัปเดตฮาร์ดแวร์ (ระบบ MPS) ก่อนและหลังการอัปเดต

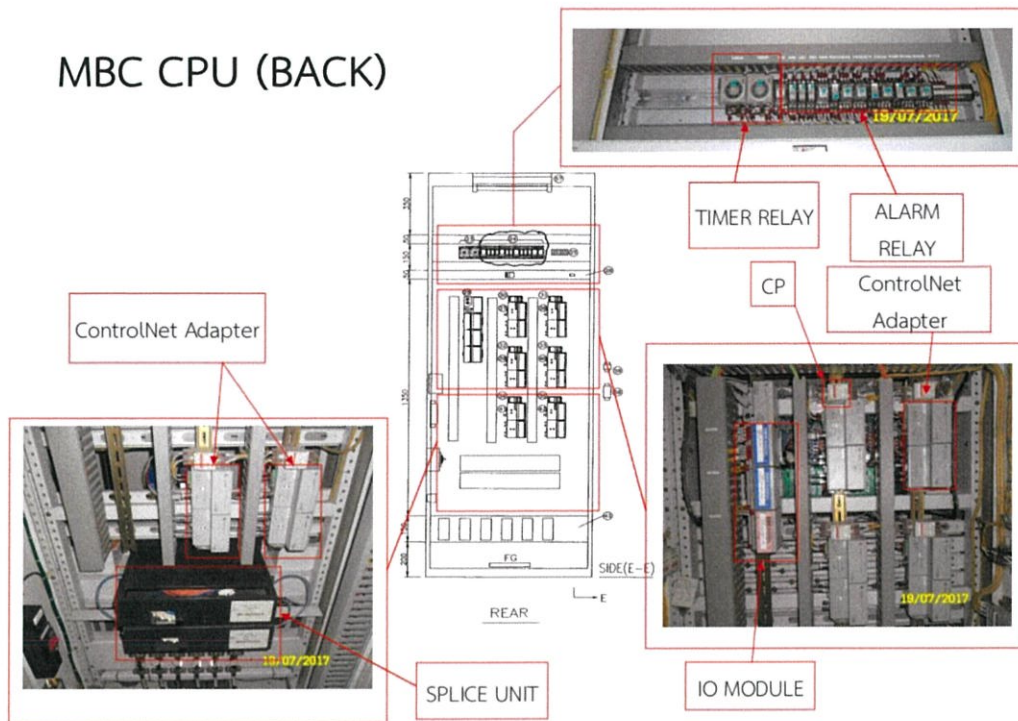
จากหัวข้อ 3.2 การออกแบบของ MPS เก่าและใหม่จะขึ้นอยู่กับรูปแบบการสื่อสารข้อมูล โดยรูปแบบเก่า (ก่อนการอัปเดต) จะเป็นการสื่อสารแบบ ControlNet และใช้สายโคแอดเซียลและสายแลนในการสื่อสาร ส่วนรูปแบบใหม่ (หลังการอัปเดต) จะเป็นการสื่อสารแบบ I/O Ring ซึ่งใช้สายแลนและเส้นใยแก้วนำแสงในการสื่อสาร และยังมี การเปลี่ยนไปของโมดูลต่างๆ ภายในตู้ ในหัวข้อนี้จะแสดงการเปรียบเทียบฮาร์ดแวร์ (ระบบ MPS) ก่อนการอัปเดตและหลังการอัปเดต ให้เห็นถึงโมดูลที่เปลี่ยนแปลงไปและรูปแบบการเชื่อมต่อที่เปลี่ยนไปด้วย

ตัวอย่างตู้ MPS และอุปกรณ์ภายในก่อนการอัปเดตและหลังการอัปเดต

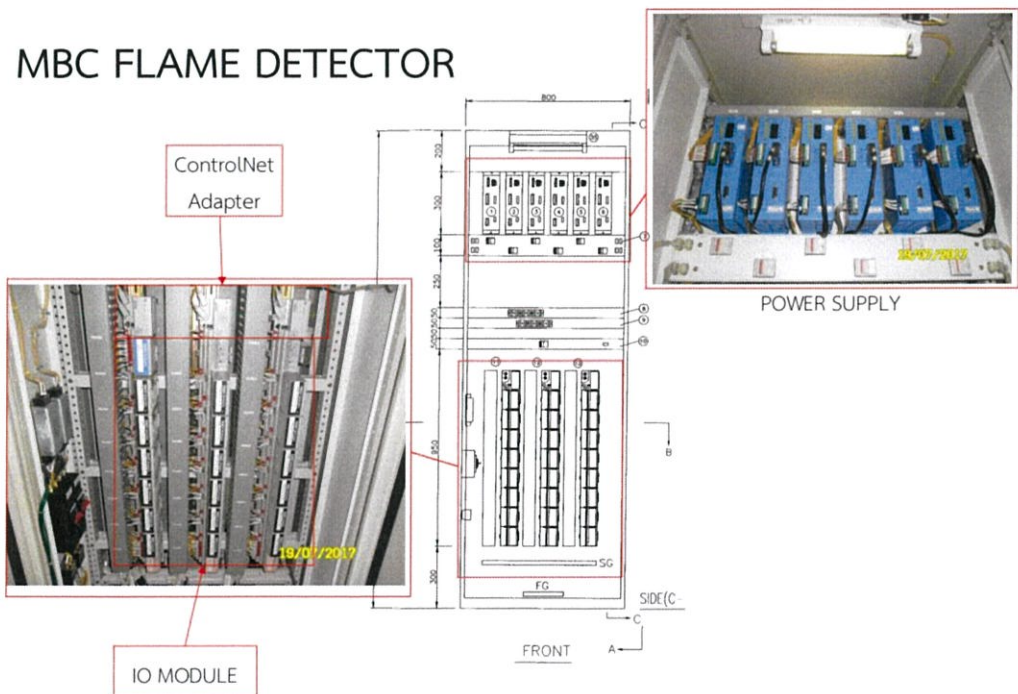
ก่อนการอัปเดต



รูปที่ 4.24 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหน้าของตู้ MBC CPU ก่อนการอัปเดต

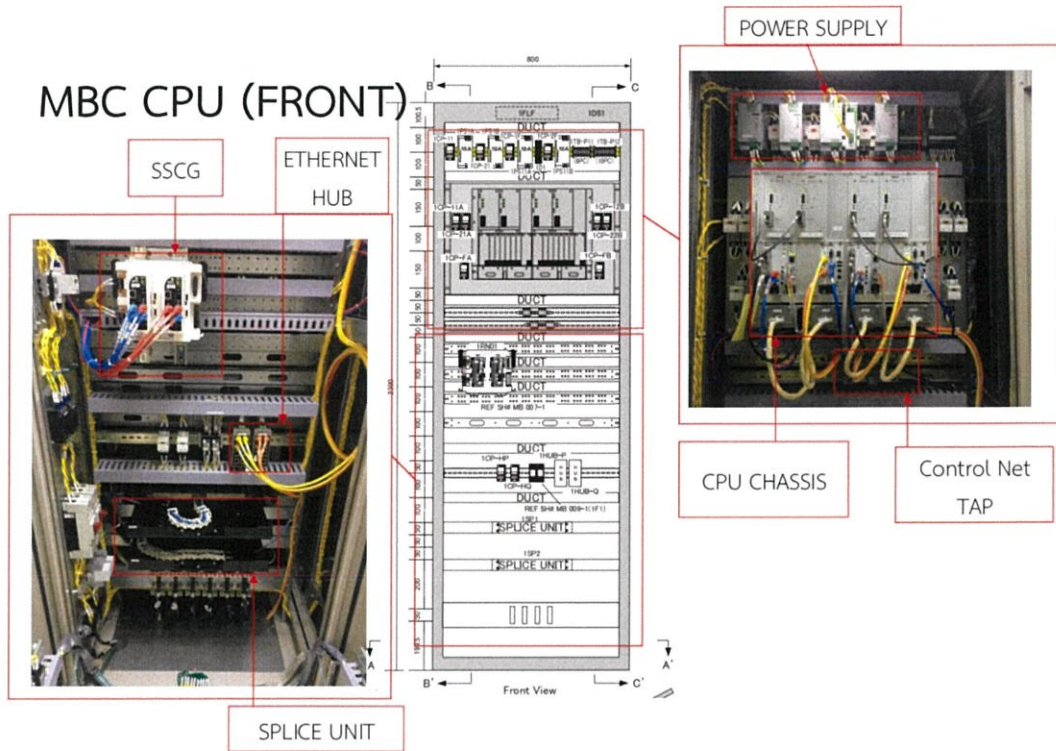


รูปที่ 4.25 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหลังของตู้ MBC CPU ก่อนการอัปเดต

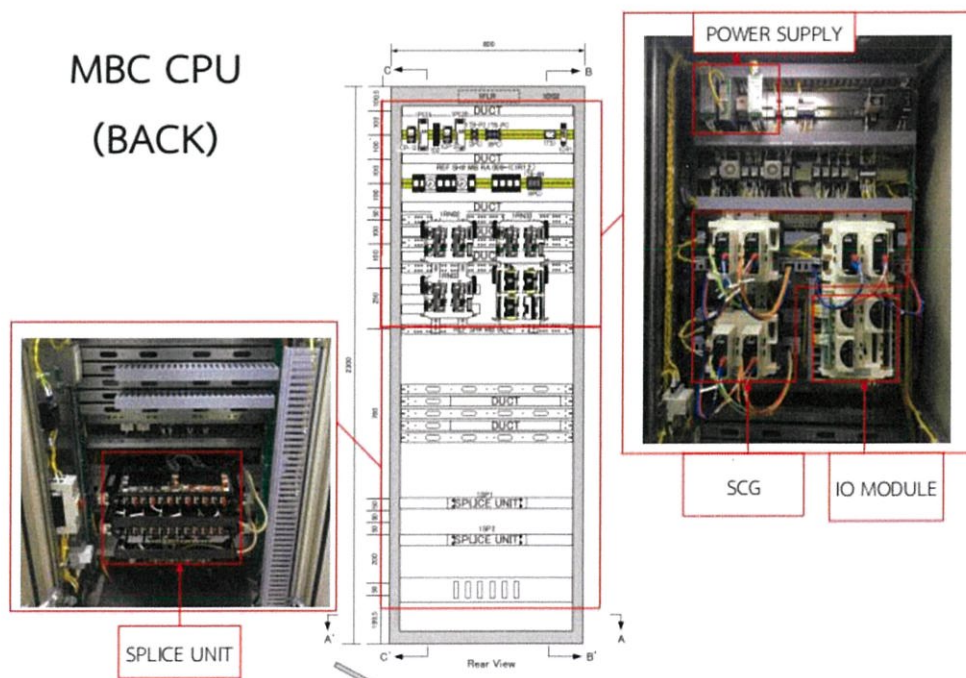


รูปที่ 4.26 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSตู้ Flame Detector ก่อนการอัปเดต

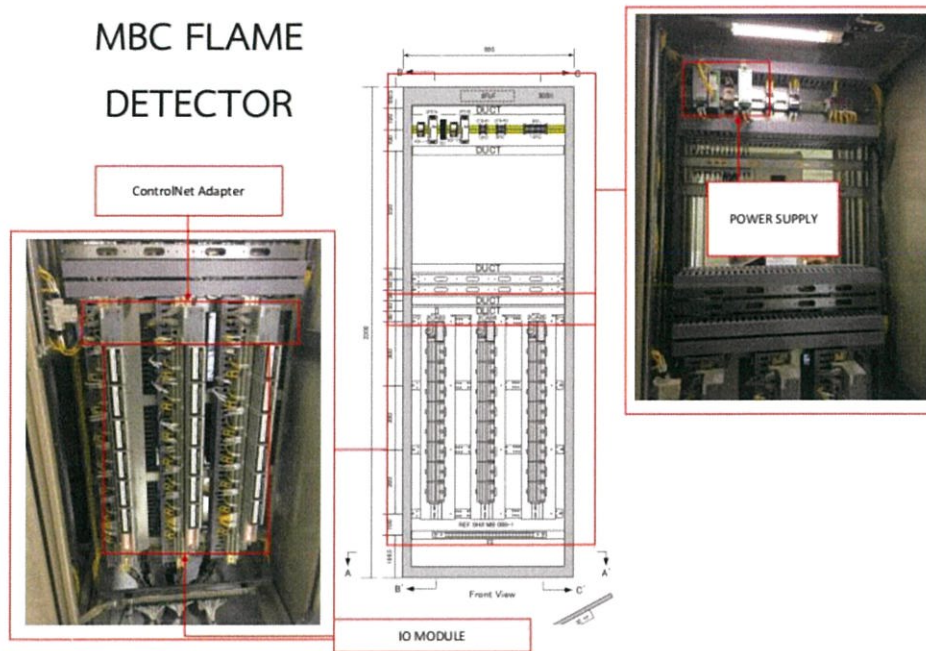
หลังการอัปเดต



รูปที่ 4.27 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหน้าของตู้ MBC CPU หลังการอัปเดต



รูปที่ 4.28 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSที่ด้านหลังของตู้ MBC CPU หลังการอัปเดต



รูปที่ 4.29 การติดตั้งอุปกรณ์ภายในMPSตู้ Flame Detector หลังการอัปเดต

จากตัวอย่างที่ยกมานั้นระบบ MBC (Mill Burner Control) คือ ตู้ MBC CPU ด้านหน้า (รูปที่ 4.23 และ 4.26) MBC CPU ด้านหลัง (รูปที่ 4.24 และ 4.27) และ Flame Detector (รูปที่ 4.25 และ 4.28) ซึ่งในระบบ MBC นี้มีทั้งการเชื่อมต่อแบบ I/O Ring และ ControlNet เมื่อพิจารณาใน MBC CPU ด้านหน้าและด้านหลังก่อนการอัปเดตและหลังการอัปเดตจะเห็นได้ ดังนี้

1. Power Supply เป็นอุปกรณ์รุ่นใหม่แต่สเปคการทำงานคือการจ่ายไฟยังจ่ายกระแสไฟเท่าเดิม
2. CPU CHASSIS การ์ด(CPU Card, System IO Card, Ethernet Card, ControlNet Interface Card) ที่เชื่อมต่อภายใน CPU CHASSIS จะเปลี่ยนเป็นรุ่นใหม่ดังตาราง ที่ 3.1 แต่ ControlNet Interface Card ใช้ลดลงจากเดิมใช้ 4 การ์ด ลดเหลือ 1 การ์ด ซึ่งยังเชื่อมต่อกับ I/O Module Flame Detector อยู่ และอีก 3 การ์ดลดลงเนื่องจากเปลี่ยนมาใช้ในการเชื่อมต่อแบบ I/O Ring
3. Super Scanner Gateway Module (S-SCG) เป็นรูปแบบการสื่อสารใหม่ที่น่าสนใจ เรียกว่า I/O Ring ซึ่งมีการเชื่อมต่อที่เร็วและมีความน่าเชื่อถือกว่าแบบ ControlNet
4. Ethernet Hub เป็นอุปกรณ์รุ่นใหม่แต่การทำงานเหมือนเดิม ใช้สื่อสารข้อมูลกับ MPS ระบบอื่น
5. IO Module ได้แก่ AI Module, AO Module, DI Module, DO Module เปลี่ยนใหม่ทั้งหมดจากเดิมดังภาพข้างต้น ซึ่งก่อนอัปเดตใช้ I/O Module ของ ControlNet แต่หลังการอัปเดตใช้ I/O Module ของ I/O Ring

เมื่อพิจารณาที่ตู้ Flame Detector แล้วจะเห็นว่าไม่เปลี่ยนจากเดิมเท่าไรนักมีเพียงแค่เพาเวอร์ซัพพลายที่เปลี่ยนไป การสื่อสารยังใช้ ControlNet เหมือนเดิม I/O Module ยังเป็นรุ่นเดิม เนื่องจาก Flame Detector Module นั้นเป็นโมดูลแบบพิเศษ จะมีลอจิกในตัวโมดูลเองซึ่งใช้ในการตรวจสอบคลื่นความถี่ของเปลวไฟ และโมดูลนี้ไม่มีใช้ในการสื่อสารแบบ I/O Ring จึงยังใช้แบบเดิมคือ ControlNet ในการตรวจจับเปลวไฟ

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมด ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างการดำเนินงาน แนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดจนข้อเสนอแนะ เพื่อให้ได้ซึ่งผลของการดำเนินงานที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 ทำให้ผู้จัดทำได้เข้าใจถึงกระบวนการการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เข้าใจหลักการทำงานของโรงไฟฟ้าถ่านหิน เข้าใจขั้นตอนและวิธีการทำ Loop Test ของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์การวัดต่างๆ นอกจากนี้ยังทำให้ผู้จัดทำเข้าใจเกี่ยวกับระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS Netmation ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์อีกด้วย

จากผลการดำเนินงานที่ได้กล่าวมาในบทที่ 4 นั้นจะเห็นได้ว่าหลังจากการอัปเดตระบบควบคุมแบบกระจายส่วนทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์แล้ว อุปกรณ์การวัดต่างๆ รวมถึงการควบคุมผ่านระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนสามารถทำงานได้ปกติ อีกทั้งยังส่งผลให้ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการขาดแคลนส่วนประกอบและอุปกรณ์ของระบบ DCS ในอนาคต สามารถยืดอายุการใช้งานของระบบ DCS ได้ สามารถคงการทำงานของฟังก์ชันในระบบ DCS ให้เป็นดังเดิมจนบรรลุระยะเวลาตามสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับทางกฟผ. สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดปัญหาขึ้นกับกระบวนการการผลิตกระแสไฟฟ้าอันเนื่องมาจากความบกพร่องของระบบ DCS สามารถคงความน่าเชื่อถือและประสิทธิภาพของ I/O ไว้ได้ สามารถรักษาความพร้อมในการจัดหาและบำรุงรักษาส่วนประกอบและอุปกรณ์หากเกิดการชำรุดหรือเสียหายไว้ได้ นอกจากนี้ยังได้รับความสะดวกต่อการควบคุมรวมไปถึงการซ่อมบำรุงผ่านทาง Human Machine Interface (HMI) ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 อีกด้วย

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนของยี่ห้อ DIASYS Netmation ส่งผลให้ไม่สามารถอ่านลอจิกและกราฟฟิคของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนได้
2. ขาดประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือต่างๆ อาทิเช่น ประแจทอร์ค ประแจบล็อก HART BRAIN เป็นต้น ส่งผลให้เวลาไปทำงานไม่สามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวได้

3. ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดมีไม่มากพอ ส่งผลให้ไม่เข้าใจวิธีการทำลูปเทสของอุปกรณ์ดังกล่าว
4. ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

1. ศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับระบบควบคุมแบบกระจายส่วน และอ่าน Manual ของระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนของยี่ห้อ DIASYS Netmation อย่างละเอียดและคอยสอบถามในหัวข้อที่ไม่เข้าใจกับพี่เลี้ยงที่ดูแล
2. ให้พี่ในแผนกหรือพี่เลี้ยงที่ดูแลสอนใช้เครื่องมือต่างๆและลองใช้งานจริงกับอุปกรณ์ดู
3. ศึกษาหลักการการทำงานโดยพื้นฐานและความเกี่ยวเนื่องของอุปกรณ์การวัดกับกระบวนการการทำงาน of โรงไฟฟ้าอย่างละเอียด
4. ศึกษาหลักการการทำงานและกระบวนการการทำงาน of โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนแบบกังหันไอน้ำที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงผ่านทางเอกสาร หน้าจอสังเกตการณ์ และหน้างานจริง

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระยะเวลา 4 เดือนในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาไม่สอดคล้องกับระยะเวลาดำเนินงานของโครงการของบริษัท ผู้จัดทำจึงไม่สามารถอยู่ถึงขั้นตอนสุดท้ายของการอัปเดตระบบการควบคุมแบบกระจายส่วนอย่างการ Start Up Plant ได้ ซึ่งเป็นขั้นตอนหลังจากการทำ Loop Test และเป็นส่วนที่ทาง Operators เป็นผู้รับผิดชอบและดูแล

เอกสารอ้างอิง

- [1] BLCP Power Limited. ข้อมูลด้านเทคนิค. แหล่งที่มา: <http://www.blcp.co.th/th/technical/>
(วันที่ค้นข้อมูล 3 กันยายน 2560)
- [2] ลัดดาวรรณ สารบรรณ. (2555). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ DCS
แหล่งที่มา: <https://distributedcontrolsystem.wikispaces.com/>
(วันที่ค้นข้อมูล 27 พฤศจิกายน 2560)
- [3] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2006). DIASYS Netmation® Start Guide.
- [4] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2016). DIASYS Netmation® Hardware Specifications of DCS System.
- [5] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2014). DIASYS Netmation® Maintenance tool (EMS) User's Guide (for Windows 7).
- [6] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2006). DIASYS-IDOL⁺⁺ Function Block Reference Guide.
- [7] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2010). DIASYS Netmation® Unit OPS/ACS User's Guide.
- [8] Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd. (2017). Basic Plan for DCS Upgrade.
- [9] PB All Techno. (2557). หลักการและทฤษฎีของเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple).
แหล่งที่มา: <https://www.pballtechno.com/article/11/หลักการและทฤษฎีของเทอร์โมคัปเปิลthermocouple> (วันที่ค้นข้อมูล 8 ธันวาคม 2560)
- [10] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นวภัทรา หนูนาค. Transmitter/ทรานสมิตเตอร์.
แหล่งที่มา : <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4286/transmitter-ทรานสมิตเตอร์> (วันที่สืบค้นข้อมูล 8 ธันวาคม 2560)
- [11] Supremelines Co.,Ltd. (2558). ทรานสมิตเตอร์ (Temperature Transmitter) ตัวส่งค่าอุณหภูมิ โดยการผ่านสายไฟในระยะทางไกล (Temperature Transmitter)
แหล่งที่มา: <http://www.เทอร์โมคัปเปิล.com/สาระความรู้-เทอร์โมคัปเปิล/transmitter-ทรานสมิตเตอร์.html> (วันที่ค้นข้อมูล 8 ธันวาคม 2560)
- [12] Factomart. (2559). ประเภทและหลักการ Pressure Sensor. แหล่งที่มา: <https://www.factomart.com/th/factomartblog/type-of-pressure-sensor/> (วันที่ค้นข้อมูล 8 ธันวาคม 2560)

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

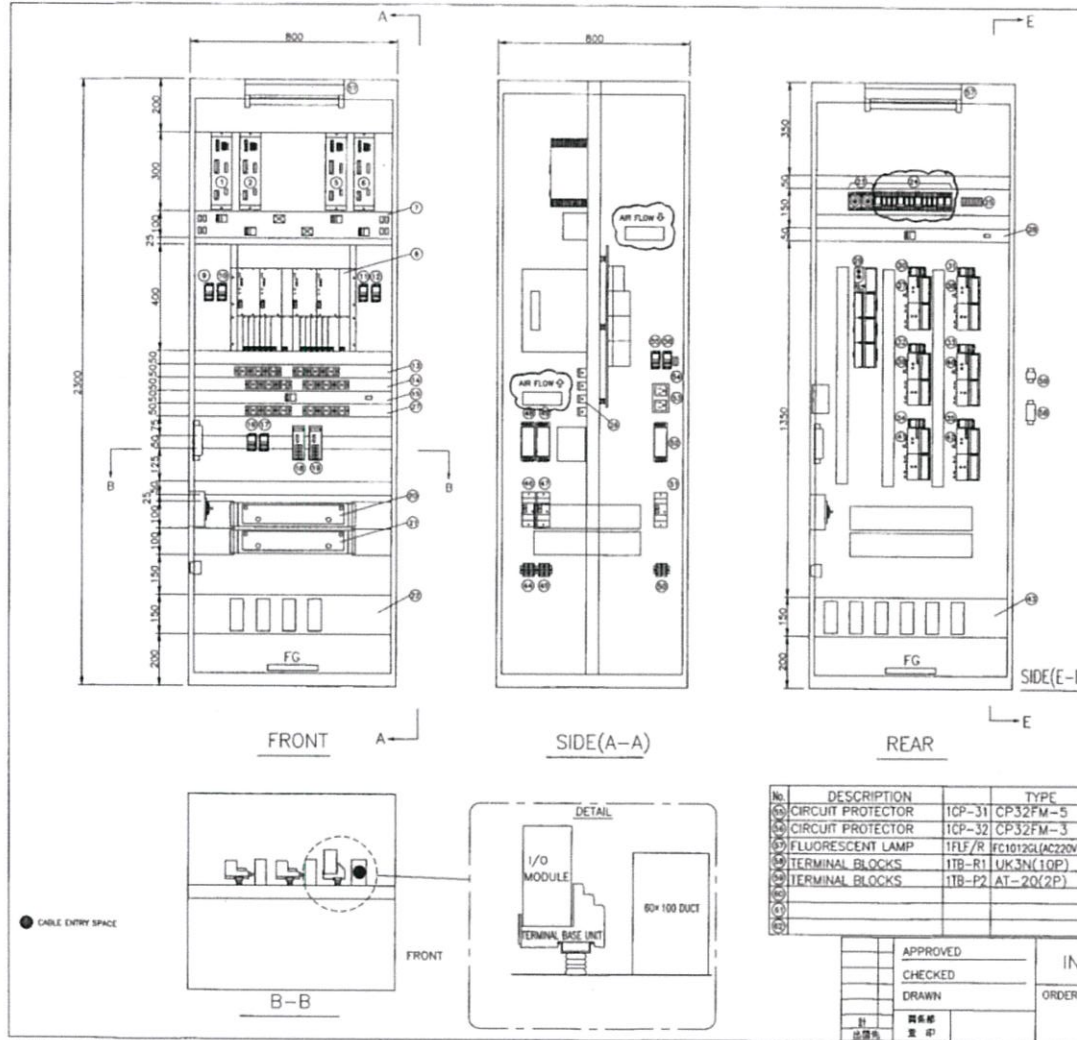
- [13] นวกัฑรา หนูนาถ. orifice plate/แผ่นออริฟิส. แหล่งที่มา: <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7248/orifice-plate-แผ่นออริฟิส> (วันที่ค้นข้อมูล 8 ธันวาคม 2560)
- [14] อิลีคทริคอล พาร์ท แอนด์ เอ็นจิเนียริง. ลิมิตสวิตช์ Limit Switch OMRON. แหล่งที่มา: <http://www.eeeasyshop.com/category/10/ลิมิตสวิตช์-limit-switch-omron> (วันที่ค้นข้อมูล 8 ธันวาคม 2560)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

Schematic MBC (ก่อนอัปเดต)

DIASYS Netmaton



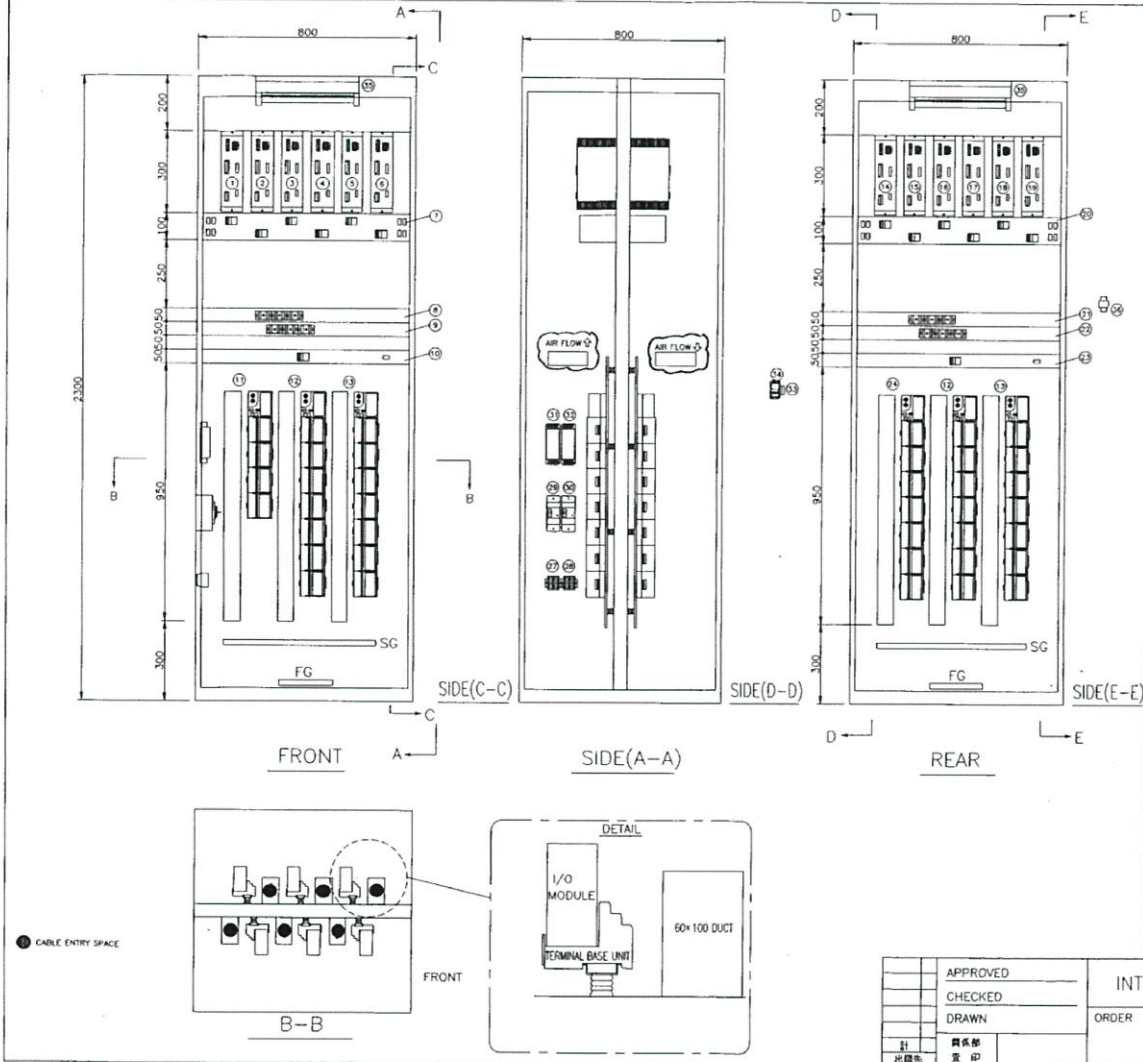
No	DESCRIPTION	PS1A	TYPE
①	POWER SUPPLY-1A	PS1A	FXDCC02
②	POWER SUPPLY-1B	PS1B	FXDCC02
③			
④			
⑤	POWER SUPPLY-2A	PS2A	FXDCC02
⑥	POWER SUPPLY-2B	PS2B	FXDCC02
⑦	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP11	
⑧	CPU CHASSIS		CPCH502-1
⑨	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-11A	CP32FM-10
⑩	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-21A	CP32FM-10
⑪	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-12B	CP32FM-10
⑫	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-22B	CP32FM-10
⑬	Control Net TAP		REF. SH#08-1
⑭	Control Net TAP		REF. SH#08-1
⑮	CIRCULATION FAN UNIT	1CFE	
⑯	CIRCUIT PROTECTOR	CP-41	CP32FM-1
⑰	CIRCUIT PROTECTOR	CP-42	CP32FM-1
⑱	Network HUB (P)	HUB-P	RS2-TX
⑲	Network HUB (Q)	HUB-Q	RS2-TX
⑳	SPLICE UNIT-1	1SP1	R998-025T4M5
㉑	SPLICE UNIT-2	1SP2	R998-025T4M5
㉒	OPT.FIBER CABLE CLAMP		
㉓	TIMER RELAY		REF. SH#09
㉔	ALARM RELAY		REF. SH#09
㉕	TERMINAL BLOCKS	1TB-AN	AT-10(10P)
㉖	Control Net TAP		REF. SH#08-1
㉗	Control Net TAP		REF. SH#08-1
㉘	CIRCULATION FAN UNIT	1CFR	
㉙	Control Net I/O	1CA3	REF. SH#07-1
㉚	CIRCUIT PROTECTOR	CP-211	CP32FM-1
㉛	CIRCUIT PROTECTOR	CP-212	CP32FM-1
㉜	CIRCUIT PROTECTOR	CP-221	CP32FM-1
㉝	CIRCUIT PROTECTOR	CP-222	CP32FM-1
㉞	CIRCUIT PROTECTOR	CP-231	CP32FM-1
㉟	CIRCUIT PROTECTOR	CP-232	CP32FM-1
㊱	Control Net REPAETER/ADAPTER	REF. SH#07-1	
㊲	Control Net REPAETER/ADAPTER	REF. SH#07-1	
㊳	Control Net REPAETER/ADAPTER	REF. SH#07-1	
㊴	Control Net REPAETER/ADAPTER	REF. SH#07-1	
㊵	Control Net REPAETER/ADAPTER	REF. SH#07-1	
㊶	Control Net REPAETER/ADAPTER	REF. SH#07-1	
㊷	OPT FIBER CABLE CLAMP		
㊸	TERMINAL BLOCKS	TBP-1A	ATK-60-2P
㊹	TERMINAL BLOCKS	TBP-1B	ATK-60-2P
㊺	CIRCUIT BREAKER	1CB-11	NF30-SW-2P-15A1-AC
㊻	CIRCUIT BREAKER	1CB-12	NF30-SW-2P-15A1-DC
㊼	NOISE FILTER	1NF1	WB-1220-33
㊽	NOISE FILTER	1NF2	WB-1220-33
㊾	TERMINAL BLOCKS	TBP-1C	ATK-60-2P
㊿	CIRCUIT BREAKER	1CB-13	NF30-SW-2P-15A1-AC
1	NOISE FILTER	1NF3	WB-1220-33
2	RECEPTACLE (AC220V)		WCN515127W
3	TERMINAL BLOCKS	1TB-P1	AT-20(2P)

No	DESCRIPTION	TYPE
①	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-31 CP32FM-5
②	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-32 CP32FM-3
③	FLUORESCENT LAMP	1FLF/R FC10126L(AC220V)
④	TERMINAL BLOCKS	1TB-R1 UK3N(10P)
⑤	TERMINAL BLOCKS	1TB-P2 AT-20(2P)
⑥		
⑦		
⑧		
⑨		
⑩		
⑪		
⑫		
⑬		
⑭		
⑮		
⑯		
⑰		
⑱		
⑲		
⑳		
㉑		
㉒		
㉓		
㉔		
㉕		
㉖		
㉗		
㉘		
㉙		
㉚		
㉛		
㉜		
㉝		
㉞		
㉟		
㊱		
㊲		
㊳		
㊴		
㊵		
㊶		
㊷		
㊸		
㊹		
㊺		

APPROVED _____
 CHECKED _____
 DRAWN _____
 ORDER _____ DRAWING NO. _____ SH# _____
 MB 04-1
 (Page 2 of 28)

INTERNAL ARRANGEMENT RIO CPU

DIASYS Netmaton

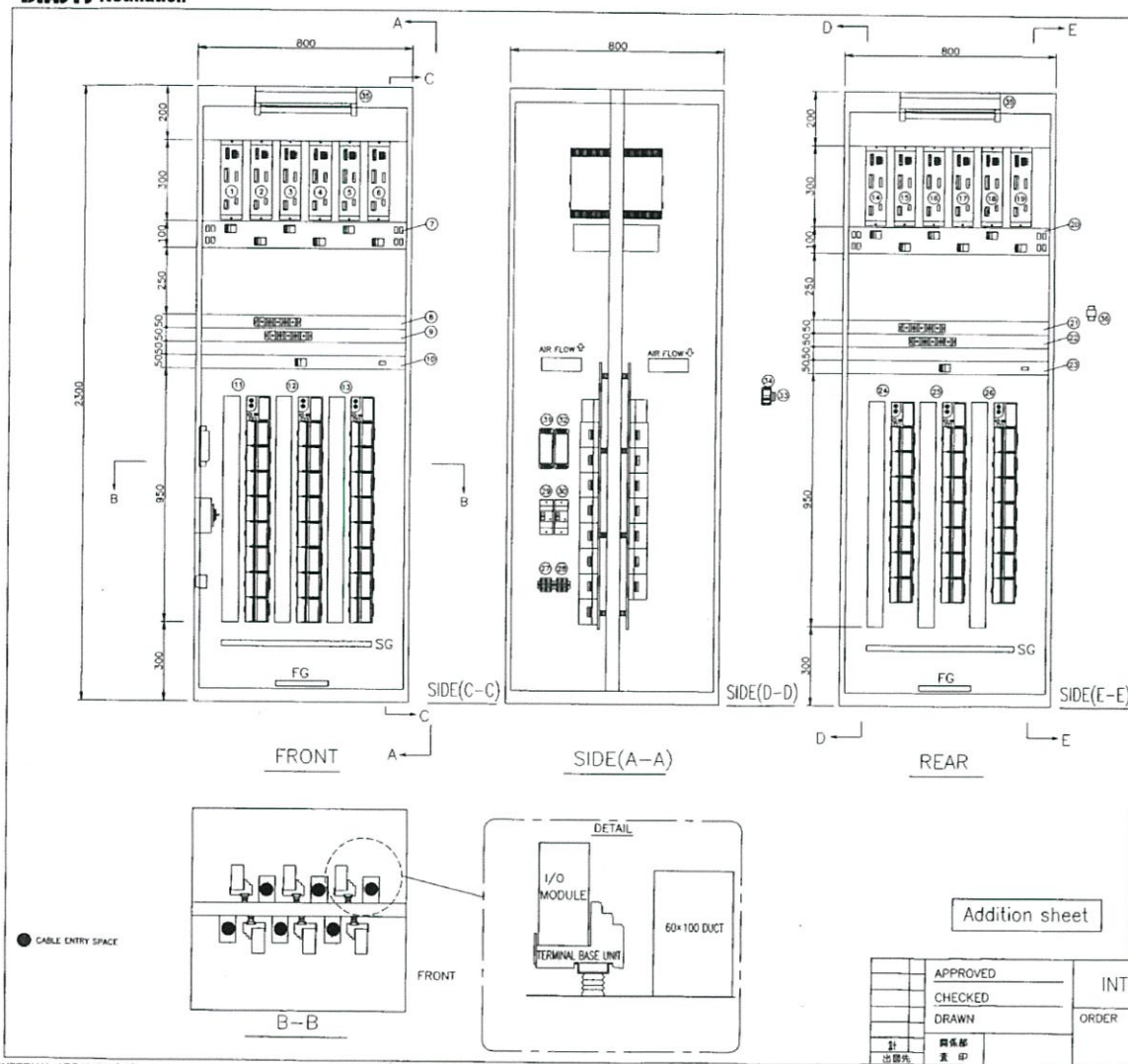


No.	DESCRIPTION	PS3A	TYPE
①	POWER SUPPLY-3A	PS3A	FXDCC02
②	POWER SUPPLY-3B	PS3B	FXDCC02
③	POWER SUPPLY-4A	PS4A	FXDCC02
④	POWER SUPPLY-4B	PS4B	FXDCC02
⑤	POWER SUPPLY-5A	PS5A	FXDCC02
⑥	POWER SUPPLY-5B	PS5B	FXDCC02
⑦	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP21	
⑧	Control Net TAP		REF SH#08-1
⑨	Control Net TAP		REF SH#08-1
⑩	CIRCULATION FAN UNIT	2CFR	
⑪	Control Net I/O	1CA6	
⑫	Control Net I/O	1CA7	REF SH#07-2
⑬	Control Net I/O	1CA8	
⑭	POWER SUPPLY-6A	PS6A	FXDCC02
⑮	POWER SUPPLY-6B	PS6B	FXDCC02
⑯	POWER SUPPLY-7A	PS7A	FXDCC02
⑰	POWER SUPPLY-7B	PS7B	FXDCC02
⑱	POWER SUPPLY-8A	PS8A	FXDCC02
⑲	POWER SUPPLY-8B	PS8B	FXDCC02
⑳	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP22	
㉑	Control Net TAP		REF SH#08-1
㉒	Control Net TAP		REF SH#08-1
㉓	CIRCULATION FAN UNIT	2CFR	
㉔	Control Net I/O	1CA9	
㉕	Control Net I/O	1CA10	REF SH#07-2
㉖	Control Net I/O	1CA11	
㉗	TERMINAL BLOCKS	TBP-2A	ATK-60-2P
㉘	TERMINAL BLOCKS	TBP-2B	ATK-60-2P
㉙	CIRCUIT BREAKER	2CB-11	NF30-SW-2P-15AT-AC
㉚	CIRCUIT BREAKER	2CB-12	NF30-SW-2P-15AT-DC
㉛	NOISE FILTER	2NF1	MFB-1220-33
㉜	NOISE FILTER	2NF2	MFB-1220-33
㉝	TERMINAL BLOCKS	2TB-P1	AT-20(2P)
㉞	CIRCUIT PROTECTOR	2CP-32	CP32FM-3
㉟	FLUORESCENT LAMP	2FL/R	FC10120L(AC220V)
㊱	TERMINAL BLOCKS	2TB-P2	AT-20(2P)

INTERNAL ARRANGE (10)

APPROVED	INTERNAL ARRANGEMENT(MBC PIO-A)		
CHECKED	ORDER	DRAWING NO.	SH#
DRAWN			MB
出図先			04-2

DIASYS Netmation



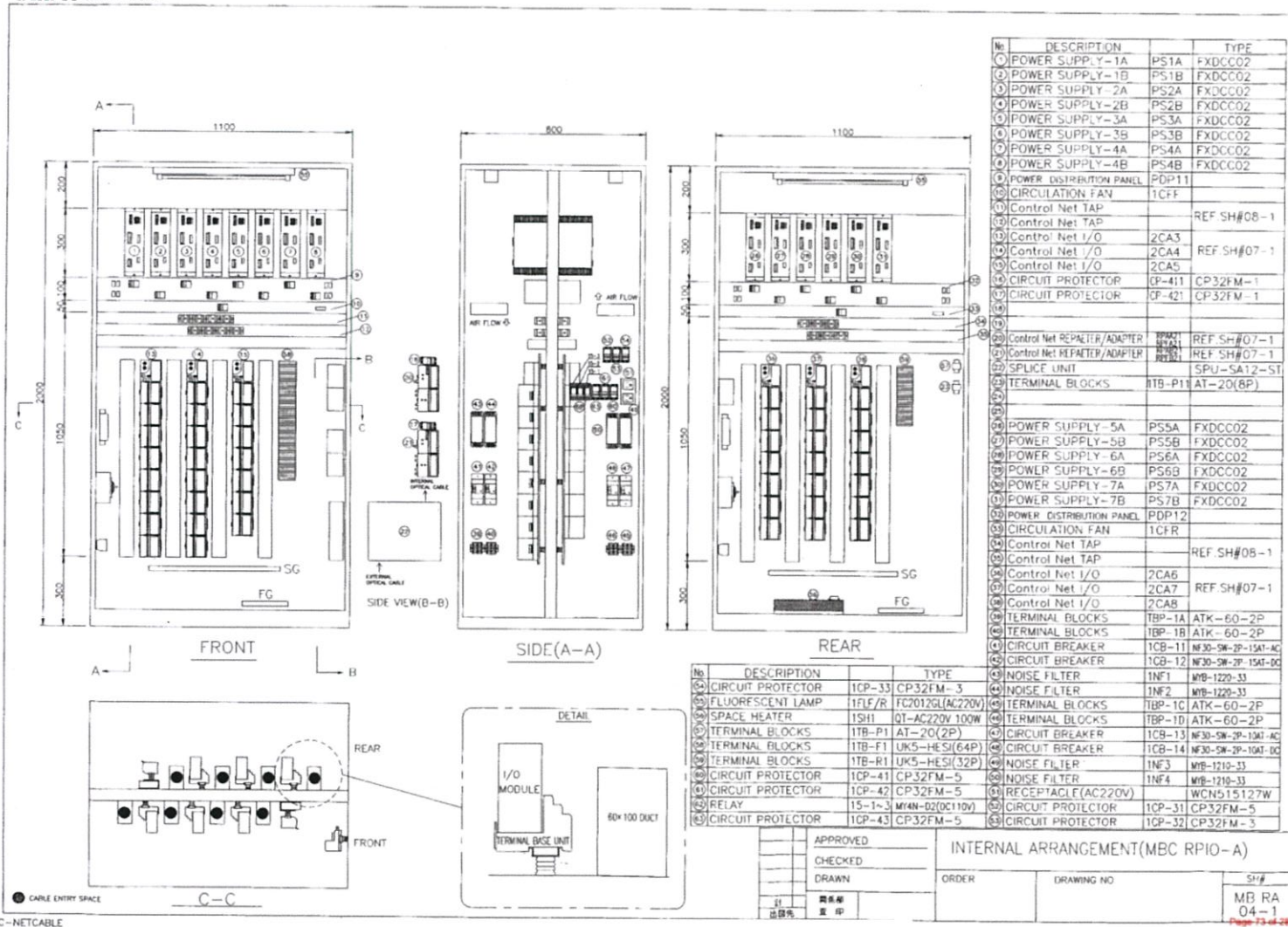
No.	DESCRIPTION		TYPE
①	POWER SUPPLY-3A	PS9A	FXDCC02
②	POWER SUPPLY-3B	PS9B	FXDCC02
③	POWER SUPPLY-4A	PS10A	FXDCC02
④	POWER SUPPLY-4B	PS10B	FXDCC02
⑤	POWER SUPPLY-5A	PS11A	FXDCC02
⑥	POWER SUPPLY-5B	PS11B	FXDCC02
⑦	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP31	
⑧	Control Net TAP		REF.SH#08-1
⑨	Control Net TAP		REF.SH#08-1
⑩	CIRCULATION FAN UNIT	3CFF	
⑪	Control Net I/O	1CA12	
⑫	Control Net I/O	1CA13	REF.SH#07-2
⑬	Control Net I/O	1CA14	
⑭	POWER SUPPLY-6A	PS12A	FXDCC02
⑮	POWER SUPPLY-6B	PS12B	FXDCC02
⑯	POWER SUPPLY-7A	PS13A	FXDCC02
⑰	POWER SUPPLY-7B	PS13B	FXDCC02
⑱	POWER SUPPLY-8A	PS14A	FXDCC02
⑲	POWER SUPPLY-8B	PS14B	FXDCC02
⑳	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP32	
㉑	Control Net TAP		REF.SH#08-1
㉒	Control Net TAP		REF.SH#08-1
㉓	CIRCULATION FAN UNIT	3CFR	
㉔	Control Net I/O	1CA15	
㉕	Control Net I/O	1CA16	REF.SH#07-2
㉖	Control Net I/O	1CA17	
㉗	TERMINAL BLOCKS	TBP-3A	ATK-60-2P
㉘	TERMINAL BLOCKS	TBP-3B	ATK-60-2P
㉙	CIRCUIT BREAKER	3CB-11	NE30-SW-2P-15AT-AC
㉚	CIRCUIT BREAKER	3CB-12	NE30-SW-2P-15AT-DC
㉛	NOISE FILTER	3NF1	MTB-1220-33
㉜	NOISE FILTER	3NF2	MTB-1220-33
㉝	TERMINAL BLOCKS	3TB-P1	AT-20(2P)
㉞	CIRCUIT PROTECTOR	3CP-32	CP32FM-3
㉟	FLUORESCENT LAMP	3FL/R	FC1012G(AC220V)
㊱	TERMINAL BLOCKS	3TB-P2	AT-20(2P)

Addition sheet

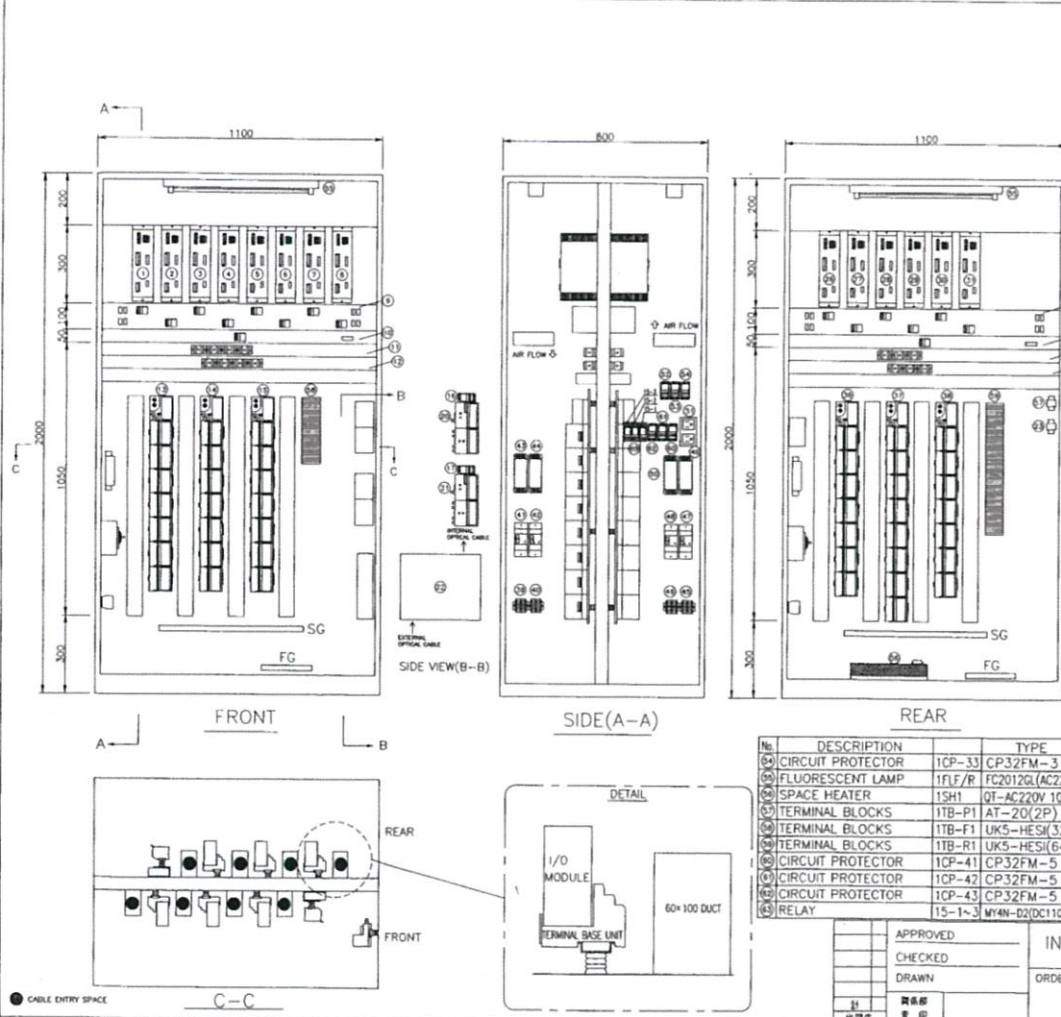
APPROVED	INTERNAL ARRANGEMENT(FD)		
CHECKED	ORDER	DRAWING NO.	SH#
DRAWN			MB
社 出図機			04-3

INTERNAL ARRANGE (10)

DIRSYS Netmaton



DIASYS Netmaton

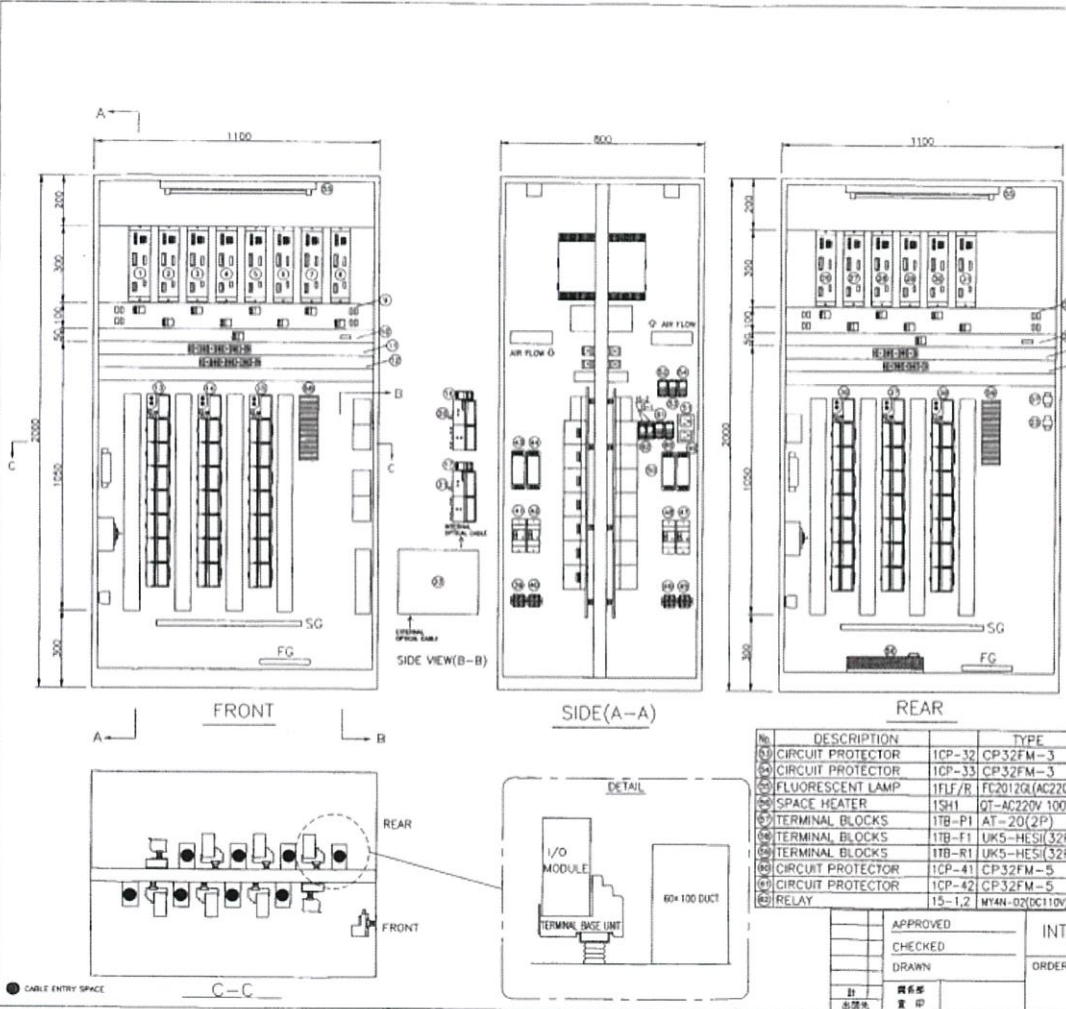


No.	DESCRIPTION	TYPE
①	POWER SUPPLY-1A	PS1A FXDCC02
②	POWER SUPPLY-1B	PS1B FXDCC02
③	POWER SUPPLY-2A	PS2A FXDCC02
④	POWER SUPPLY-2B	PS2B FXDCC02
⑤	POWER SUPPLY-3A	PS3A FXDCC02
⑥	POWER SUPPLY-3B	PS3B FXDCC02
⑦	POWER SUPPLY-4A	PS4A FXDCC02
⑧	POWER SUPPLY-4B	PS4B FXDCC02
⑨	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP11
⑩	CIRCULATION FAN	1CF
⑪	Control Net TAP	REF SH#08-1
⑫	Control Net TAP	REF SH#07-1
⑬	Control Net I/O	2CA9
⑭	Control Net I/O	2CA10
⑮	Control Net I/O	2CA11
⑯	CIRCUIT PROTECTOR	CP-411 CP32FM-1
⑰	CIRCUIT PROTECTOR	CP-421 CP32FM-1
⑱	Control Net REPAIRER/ADAPTER	REF SH#07-1
⑲	Control Net REPAIRER/ADAPTER	REF SH#07-1
⑳	SPLICE UNIT	SPU-SA12-S1
㉑	TERMINAL BLOCKS	1TB-P1 AT-20(2P)
㉒	POWER SUPPLY-5A	PS5A FXDCC02
㉓	POWER SUPPLY-5B	PS5B FXDCC02
㉔	POWER SUPPLY-6A	PS6A FXDCC02
㉕	POWER SUPPLY-6B	PS6B FXDCC02
㉖	POWER SUPPLY-7A	PS7A FXDCC02
㉗	POWER SUPPLY-7B	PS7B FXDCC02
㉘	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP12
㉙	CIRCULATION FAN	1CFR
㉚	Control Net TAP	REF SH#08-1
㉛	Control Net I/O	2CA12
㉜	Control Net I/O	2CA13
㉝	Control Net I/O	2CA14
㉞	TERMINAL BLOCKS	TBP-1A ATK-60-2P
㉟	TERMINAL BLOCKS	TBP-1B ATK-60-2P
㊱	CIRCUIT BREAKER	1CB-11 NF30-SW-2P-15A1-AC
㊲	CIRCUIT BREAKER	1CB-12 NF30-SW-2P-15A1-DC
㊳	NOISE FILTER	1NF1 MB-1220-33
㊴	NOISE FILTER	1NF2 MB-1220-33
㊵	TERMINAL BLOCKS	TBP-1C ATK-60-2P
㊶	TERMINAL BLOCKS	TBP-1D ATK-60-2P
㊷	CIRCUIT BREAKER	1CB-13 NF30-SW-2P-10A1-AC
㊸	CIRCUIT BREAKER	1CB-14 NF30-SW-2P-10A1-DC
㊹	NOISE FILTER	1NF3 MB-1210-33
㊺	NOISE FILTER	1NF4 MB-1210-33
㊻	RECEPTACLE(AC220V)	WCN515127W
㊼	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-31 CP32FM-5
㊽	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-32 CP32FM-3

No.	DESCRIPTION	TYPE
㊾	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-33 CP32FM-3
㊿	FLUORESCENT LAMP	1FLF/R FC2012GL(AC220V)
1	SPACE HEATER	1SH1 QT-AC220V 100W
2	TERMINAL BLOCKS	1TB-P1 AT-20(2P)
3	TERMINAL BLOCKS	1TB-F1 UK5-HESI(32P)
4	TERMINAL BLOCKS	1TB-R1 UK5-HESI(64P)
5	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-41 CP32FM-5
6	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-42 CP32FM-5
7	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-43 CP32FM-5
8	RELAY	15-1-3 MY4N-D2(DC110V)

APPROVED	INTERNAL ARRANGEMENT(MBC RP10-B)	
CHECKED	ORDER	DRAWING NO.
DRAWN		SH#
DATE		MB RB
		04-7-1

DIASYS Netmaton



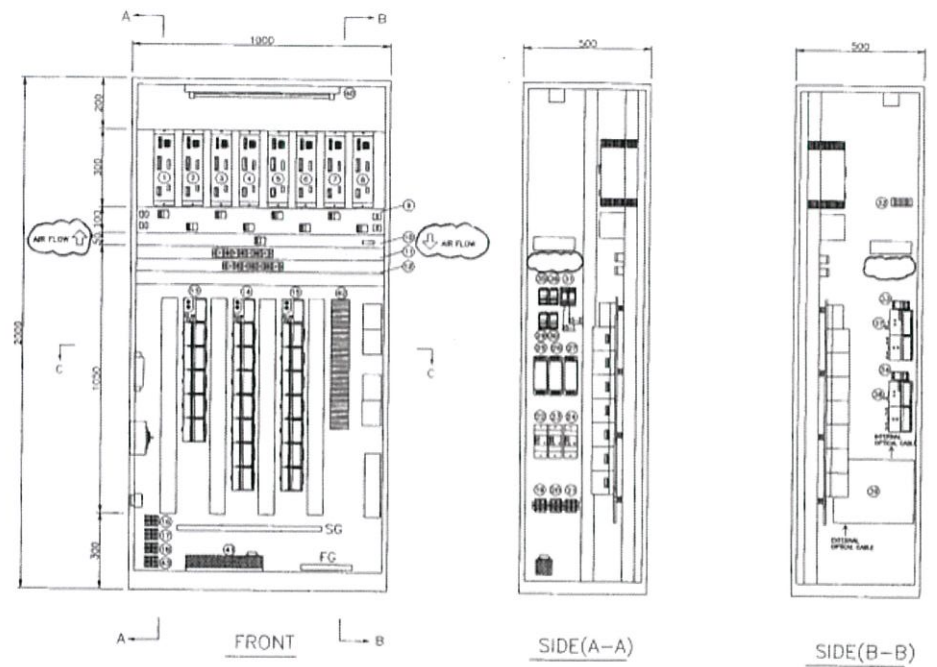
No.	DESCRIPTION	TYPE
1	POWER SUPPLY-1A	PS1A FXDCC02
2	POWER SUPPLY-1B	PS1B FXDCC02
3	POWER SUPPLY-2A	PS2A FXDCC02
4	POWER SUPPLY-2B	PS2B FXDCC02
5	POWER SUPPLY-3A	PS3A FXDCC02
6	POWER SUPPLY-3B	PS3B FXDCC02
7	POWER SUPPLY-4A	PS4A FXDCC02
8	POWER SUPPLY-4B	PS4B FXDCC02
9	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDF11
10	CIRCULATION FAN	1CFF
11	Control Net TAP	REF SH#08-1
12	Control Net I/O	3CA3
13	Control Net I/O	3CA4
14	Control Net I/O	3CA5
15	CIRCUIT PROTECTOR	CP-411 CP32FM-1
16	CIRCUIT PROTECTOR	CP-421 CP32FM-1
17	Control Net REPACTER/ADAPTER	REF SH#07-1
18	Control Net REPACTER/ADAPTER	REF SH#07-1
19	SPLICE UNIT	SPU-SA12-ST
20	TERMINAL BLOCKS	1TB-P11 AT-20(RP)
21	POWER SUPPLY-5A	PS5A FXDCC02
22	POWER SUPPLY-5B	PS5B FXDCC02
23	POWER SUPPLY-6A	PS6A FXDCC02
24	POWER SUPPLY-6B	PS6B FXDCC02
25	POWER SUPPLY-7A	PS7A FXDCC02
26	POWER SUPPLY-7B	PS7B FXDCC02
27	POWER DISTRIBUTION PANEL	PDF12
28	CIRCULATION FAN	1CFR
29	Control Net TAP	REF SH#08-1
30	Control Net TAP	REF SH#07-1
31	Control Net I/O	3CA6
32	Control Net I/O	3CA7
33	Control Net I/O	3CA8
34	TERMINAL BLOCKS	1TB-1A ATK-60-2P
35	TERMINAL BLOCKS	1TB-1B ATK-60-2P
36	CIRCUIT BREAKER	1CB-11 NF30-SM-2P-10A-AC
37	CIRCUIT BREAKER	1CB-12 NF30-SM-2P-15A-DC
38	NOISE FILTER	1NF1 MB-1220-3J
39	NOISE FILTER	1NF2 MB-1220-3J
40	TERMINAL BLOCKS	1TB-1C ATK-60-2P
41	TERMINAL BLOCKS	1TB-1D ATK-60-2P
42	CIRCUIT BREAKER	1CB-13 NF30-SM-2P-10A-AC
43	CIRCUIT BREAKER	1CB-14 NF30-SM-2P-10A-DC
44	NOISE FILTER	1NF3 MB-1210-3J
45	NOISE FILTER	1NF4 MB-1210-3J
46	RECEPTACLE(AC220V)	WCN515127W
47	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-311 CP32FM-5
48	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-321 CP32FM-5
49	RELAY	1R1-1,2 MY4N-02(DC110V)

No.	DESCRIPTION	TYPE
50	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-32 CP32FM-3
51	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-33 CP32FM-3
52	FLUORESCENT LAMP	111F/R FC20120L(AC220V)
53	SPACE HEATER	1SH1 QT-AC220V 100W
54	TERMINAL BLOCKS	1TB-P1 AT-20(2P)
55	TERMINAL BLOCKS	1TB-F1 UK5-HESI(32P)
56	TERMINAL BLOCKS	1TB-R1 UK5-HESI(32P)
57	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-41 CP32FM-5
58	CIRCUIT PROTECTOR	1CP-42 CP32FM-5
59	RELAY	1R1-1,2 MY4N-02(DC110V)

APPROVED	INTERNAL ARRANGEMENT(MBC RPIO-C)
CHECKED	ORDER
DRAWN	DRAWING NO.
DATE	SH#
SCALE	MB RC 04-1

119

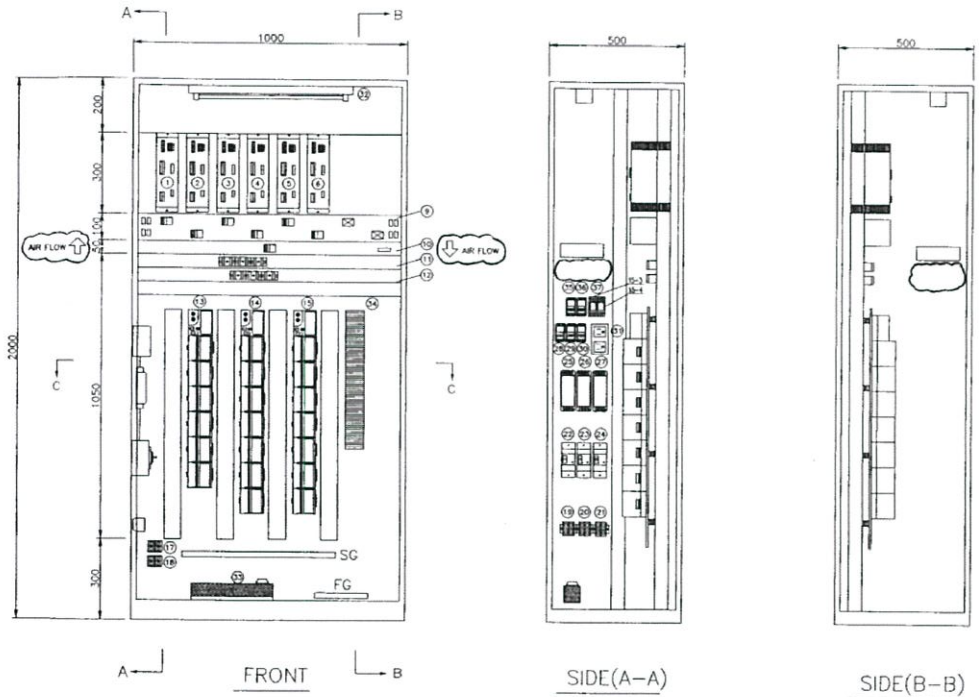
DIASYS Netmaton



DESCRIPTION		TYPE
① POWER SUPPLY-1A	PS1A	FXDCC02
② POWER SUPPLY-1B	PS1B	FXDCC02
③ POWER SUPPLY-2A	PS2A	FXDCC02
④ POWER SUPPLY-2B	PS2B	FXDCC02
⑤ POWER SUPPLY-3A	PS3A	FXDCC02
⑥ POWER SUPPLY-3B	PS3B	FXDCC02
⑦ POWER SUPPLY-4A	PS4A	FXDCC02
⑧ POWER SUPPLY-4B	PS4B	FXDCC02
⑨ POWER DISTRIBUTION PANEL	POP11	
⑩ CIRCULATION FAN	1CF1	
⑪ Control Net I/O		REF SH#08-1
⑫ Control Net I/O	4CA3	
⑬ Control Net I/O	4CA4	REF SH#07-1
⑭ Control Net I/O	4CA5	
⑮ TERMINAL BLOCKS	1TB-P1	AT-60(2P)
⑯ TERMINAL BLOCKS	1TB-P2	AT-60(2P)
⑰ TERMINAL BLOCKS	1TB-P3	AT-60(2P)
⑱ TERMINAL BLOCKS	1TB-1A	ATK-60-2P
⑲ TERMINAL BLOCKS	1TB-1B	ATK-60-2P
⑳ TERMINAL BLOCKS	1TB-1C	ATK-60-2P
㉑ CIRCUIT BREAKER	1CB-11	M30-5M-2P-150-AC
㉒ CIRCUIT BREAKER	1CB-12	M30-5M-2P-150-DC
㉓ CIRCUIT BREAKER	1CB-14	M30-5M-2P-10A-DC
㉔ NOISE FILTER	INF1	MYB-1220-33
㉕ NOISE FILTER	INF2	MYB-1220-33
㉖ NOISE FILTER	INF3	MYB-1220-33
㉗		
㉘ CIRCUIT PROTECTOR	1CP-32	CP32FM-3
㉙ CIRCUIT PROTECTOR	1CP-33	CP32FM-3
㉚ RELAY	1S-1.2	MY4N-02(DC110V)
㉛ TERMINAL BLOCKS	1TB-P11	AT-20(8P)
㉜ CIRCUIT PROTECTOR	CP-411	CP32FM-1
㉝ CIRCUIT PROTECTOR	CP-421	CP32FM-1
㉞ CIRCUIT PROTECTOR	1CP-41	CP32FM-5
㉟ CIRCUIT PROTECTOR	1CP-42	CP32FM-5
㊱ Control Net REPAIRER/ADAPTER	REF SH#07-1	
㊲ Control Net REPAIRER/ADAPTER	REF SH#07-1	
㊳ SPLICE UNIT	SPU-SA12	ST
㊴ FLUORESCENT LAMP	FC2012GL(AC220V)	
㊵ SPACE HEATER	1SH1	QT-AC220V 100W
㊶ TERMINAL BLOCKS	1TB-F1	UK5-HES(64P)
㊷ TERMINAL BLOCKS	1TB-P4	AT-60(2P)
㊸		

APPROVED	INTERNAL ARRANGEMENT(MBC RP10-D)	
CHECKED	ORDER	DRAWING NO
DRAWN		SH#
DATE		MB RD,E
120		04-1-23
		Page 200 of 284

DIASYS Netmaton



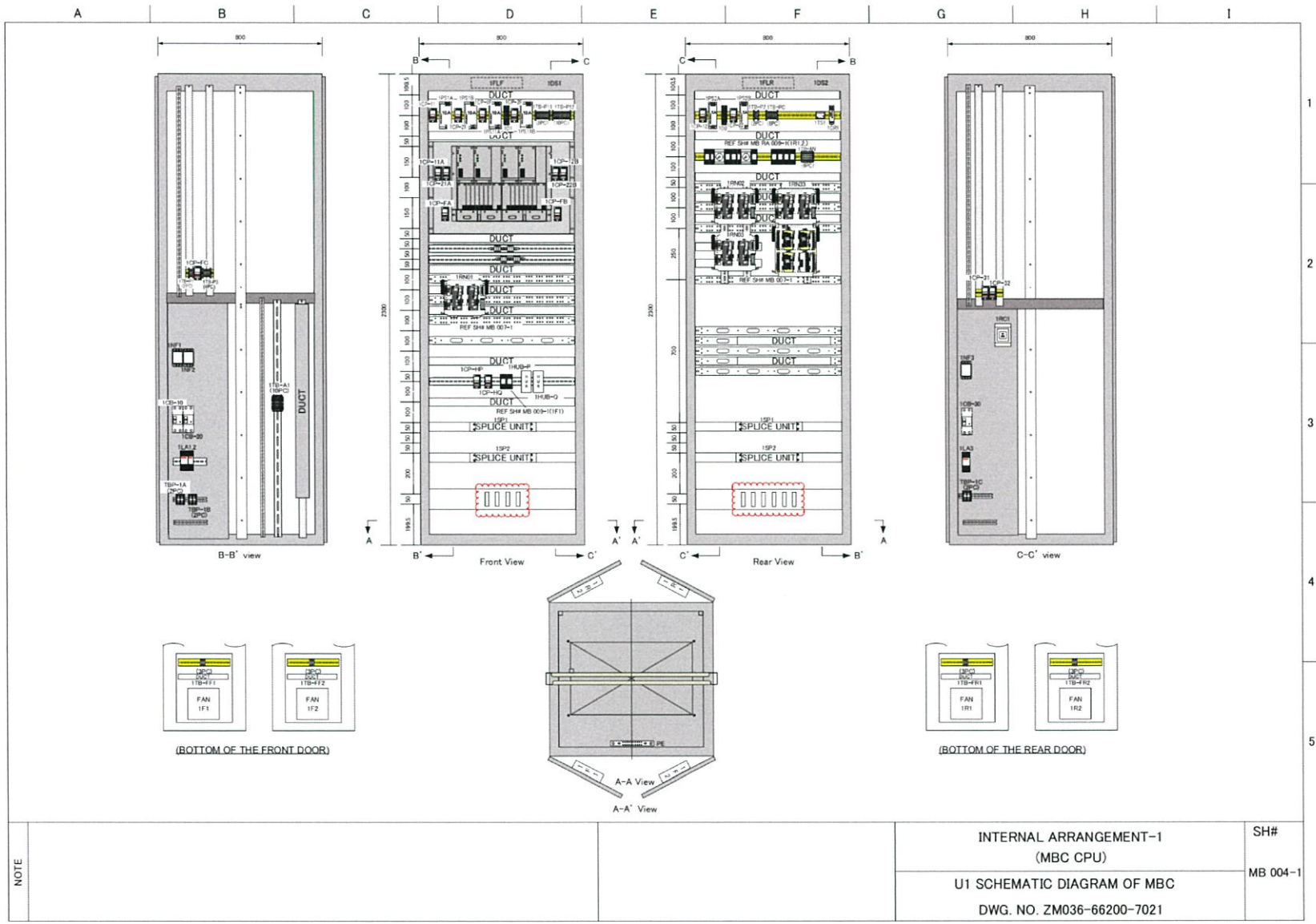
DESCRIPTION		TYPE
① POWER SUPPLY-5A	PS5A	FXDCC02
② POWER SUPPLY-5B	PS5B	FXDCC02
③ POWER SUPPLY-6A	PS6A	FXDCC02
④ POWER SUPPLY-6B	PS6B	FXDCC02
⑤ POWER SUPPLY-7A	PS7A	FXDCC02
⑥ POWER SUPPLY-7B	PS7B	FXDCC02
⑦		
⑧		
⑨ POWER DISTRIBUTION PANEL	PDP21	
⑩ CIRCULATION FAN	2CF1	
⑪ Control Net TAP		REF SH#08-1
⑫ Control Net TAP		
⑬ Control Net I/O	4CA6	
⑭ Control Net I/O	4CA7	REF SH#07-2
⑮ Control Net I/O	4CAB	
⑯		
⑰ TERMINAL BLOCKS	2TB-P3	AT-60(2P)
⑱ TERMINAL BLOCKS	2TB-P4	AT-60(2P)
⑲ TERMINAL BLOCKS	TBP-2A	ATK-60-2P
⑳ TERMINAL BLOCKS	TBP-2B	ATK-60-2P
㉑ TERMINAL BLOCKS	TBP-2C	ATK-60-2P
㉒ CIRCUIT BREAKER	2CB-11	NF30-SW-2P-15AT-AC
㉓ CIRCUIT BREAKER	2CB-12	NF30-SW-2P-15AT-DC
㉔ CIRCUIT BREAKER	2CB-13	NF30-SW-2P-15AT-AC
㉕ NOISE FILTER	2NF1	WFB-1220-33
㉖ NOISE FILTER	2NF2	WFB-1220-33
㉗ NOISE FILTER	2NF3	WFB-1220-33
㉘ CIRCUIT PROTECTOR	2CP-31	CP32FM-5
㉙ CIRCUIT PROTECTOR	2CP-32	CP32FM-3
㉚ CIRCUIT PROTECTOR	2CP-33	CP32FM-3
㉛ RECEPTACLE(AC220V)		WCN515127W
㉜ FLUORESCENT LAMP		FC2012GL(AC220V)
㉝ SPACE HEATER	2SH1	QT-AC220V 100W
㉞ TERMINAL BLOCKS	2TB-F1	UK5-HESI(64P)
㉟ CIRCUIT PROTECTOR	2CP-41	CP32FM-5
㊱ CIRCUIT PROTECTOR	2CP-42	CP32FM-5
㊲ RELAY	15-3,4	MY4N-D2(DC110V)
㊳		
㊴		
㊵		
㊶		

APPROVED _____	INTERNAL ARRANGEMENT(MBC RPIO-E)		SH#
CHECKED _____	ORDER	DRAWING NO.	MB RD,E
DRAWN _____			042
計 出 図 表	圖 名 部 門 印		P. 201 OF 28

C-NETCABLE

ภาคผนวก ข.

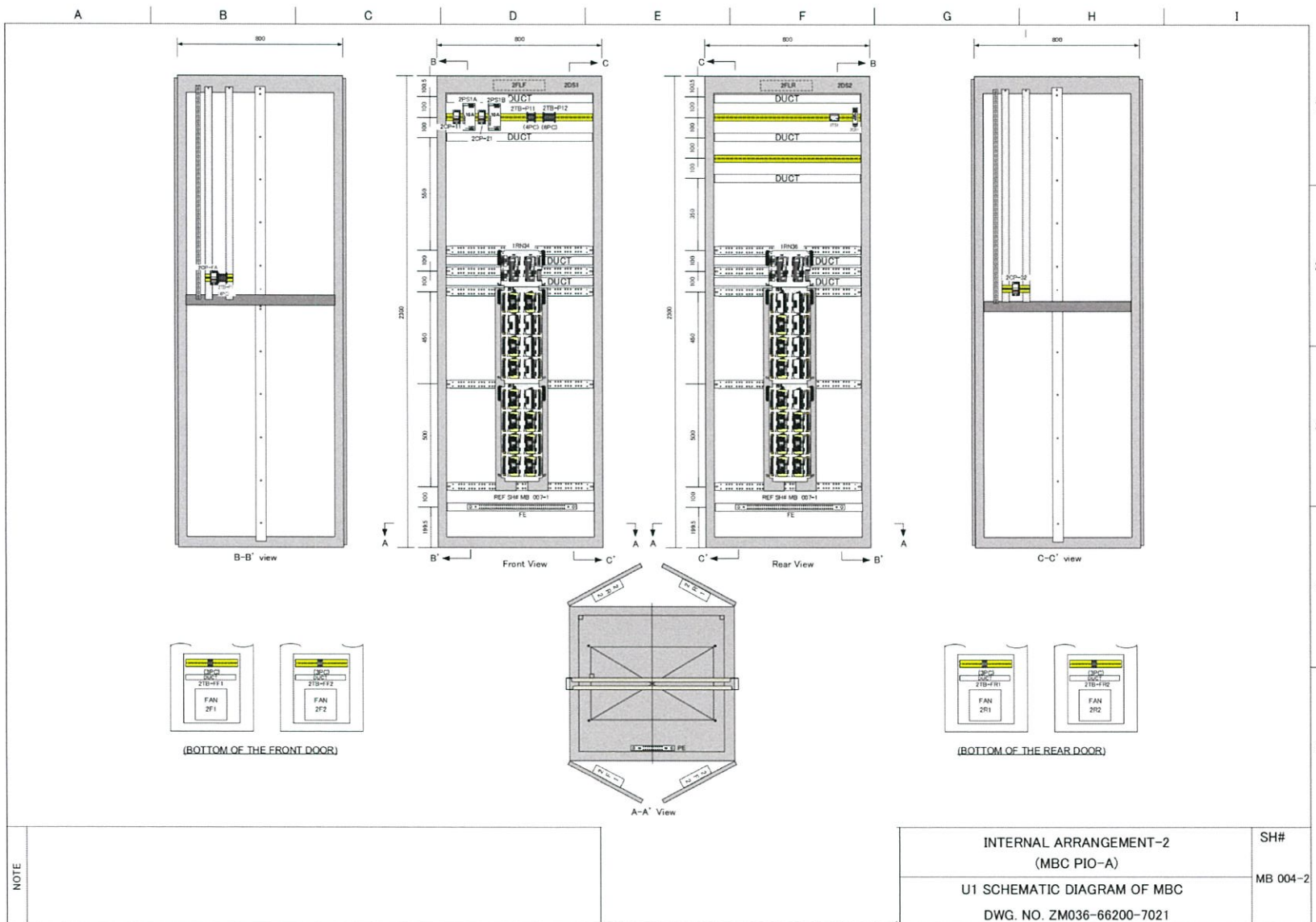
Schematic MBC (หลังอัฟเกรด)



NOTE

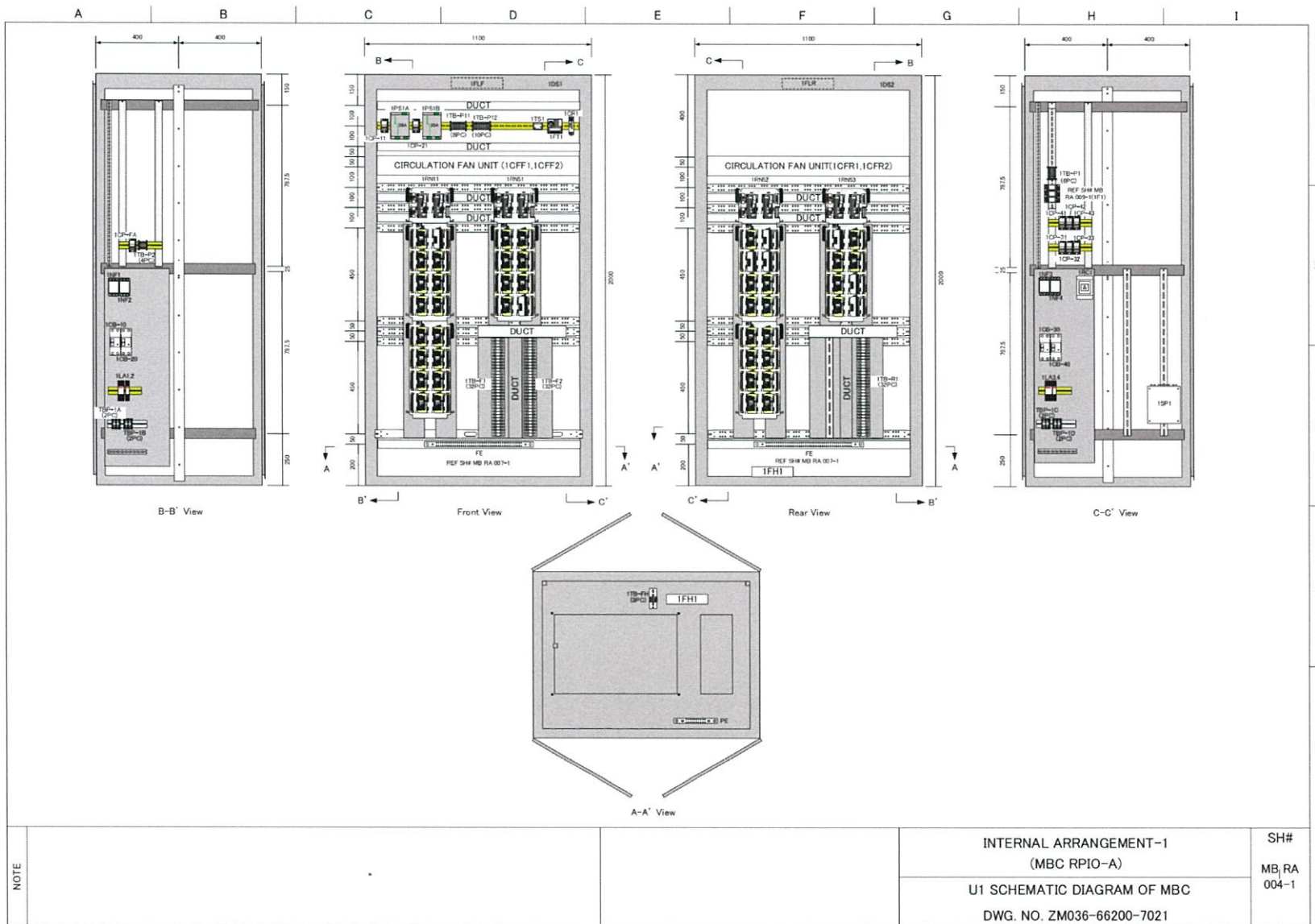
INTERNAL ARRANGEMENT-1
(MBC CPU)
U1 SCHEMATIC DIAGRAM OF MBC
DWG. NO. ZM036-66200-7021

SH#
MB 004-1



NOTE

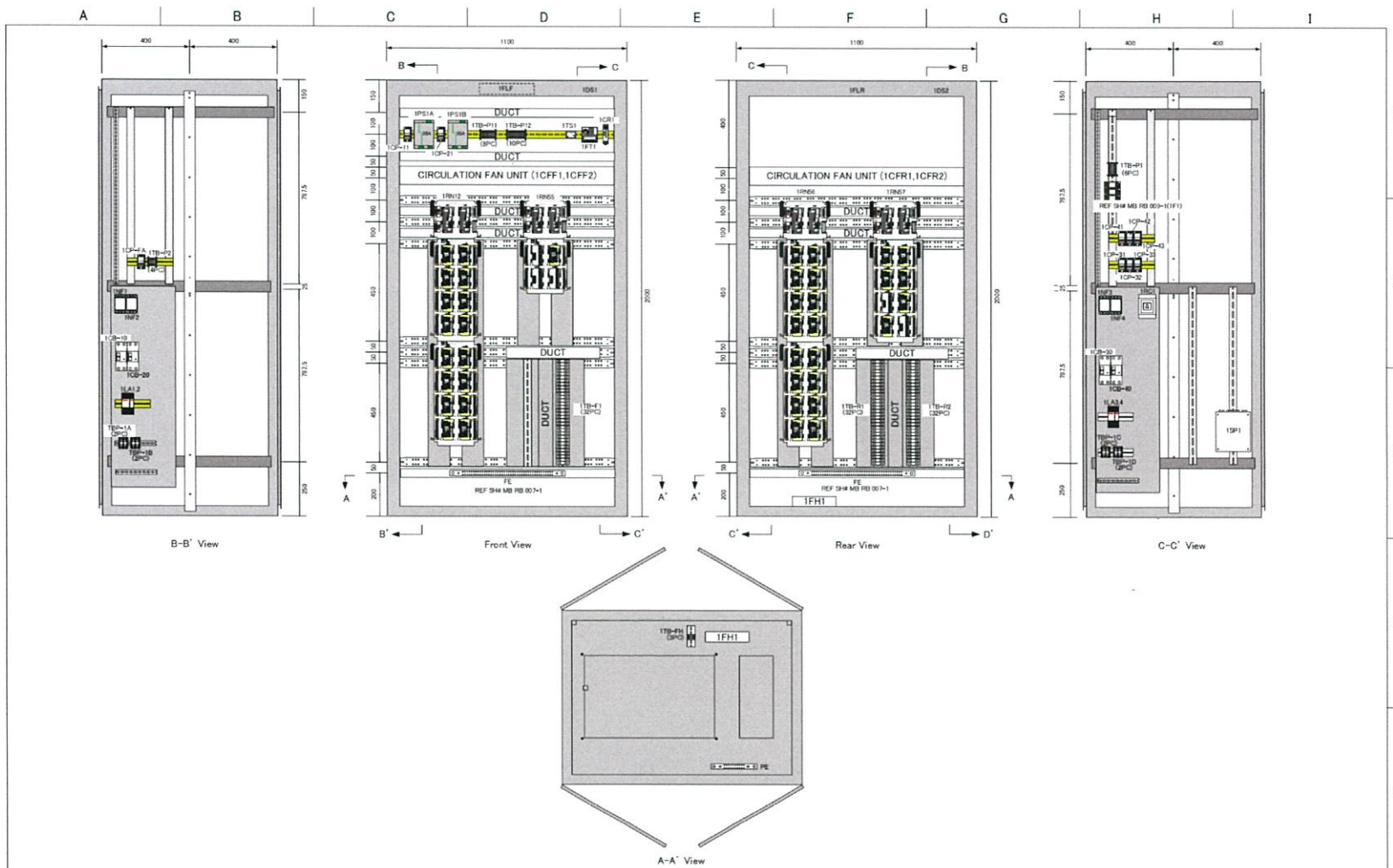




NOTE

INTERNAL ARRANGEMENT-1
(MBC RPIO-A)
U1 SCHEMATIC DIAGRAM OF MBC
DWG. NO. ZM036-66200-7021

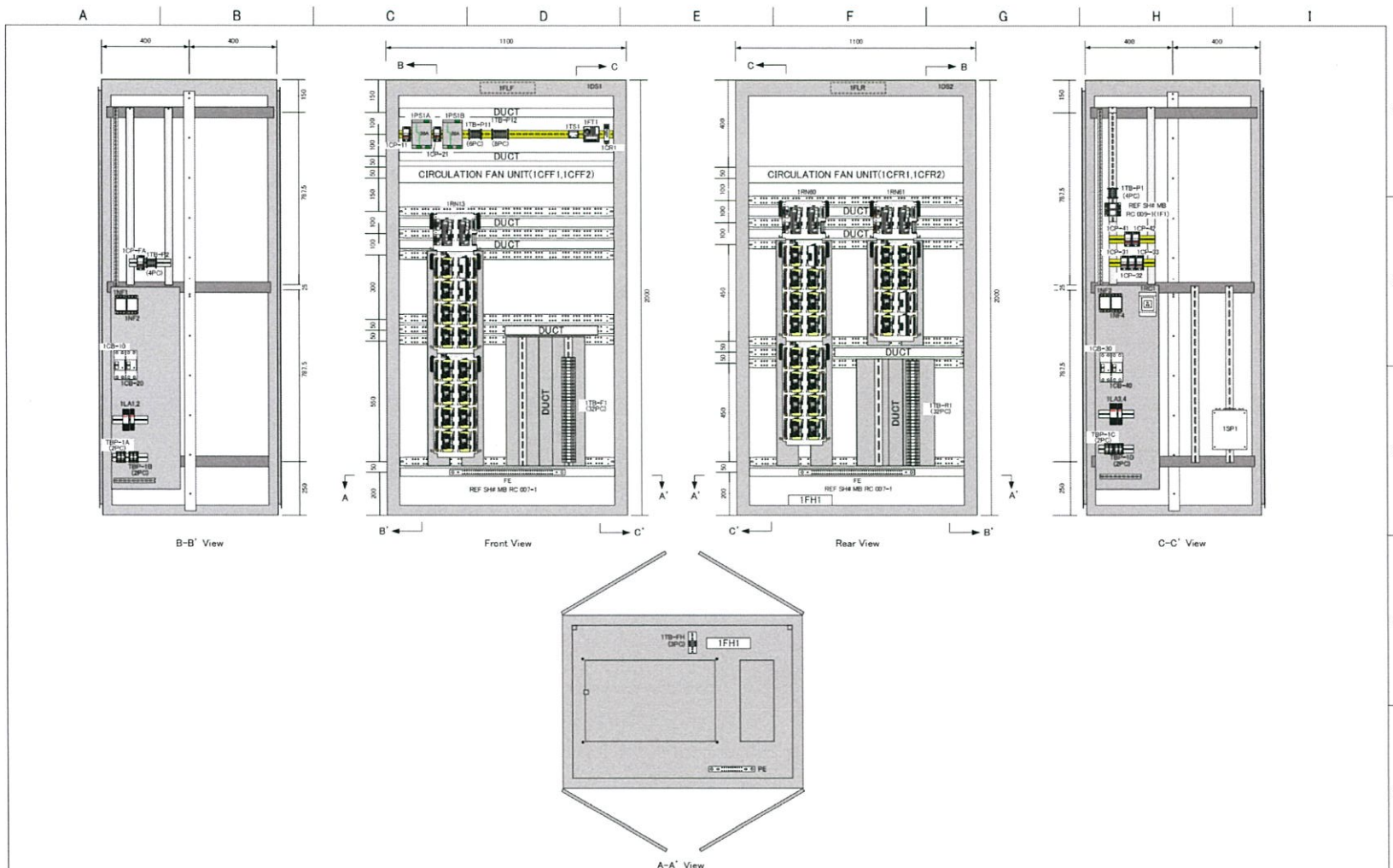
SH#
MB, RA
004-1



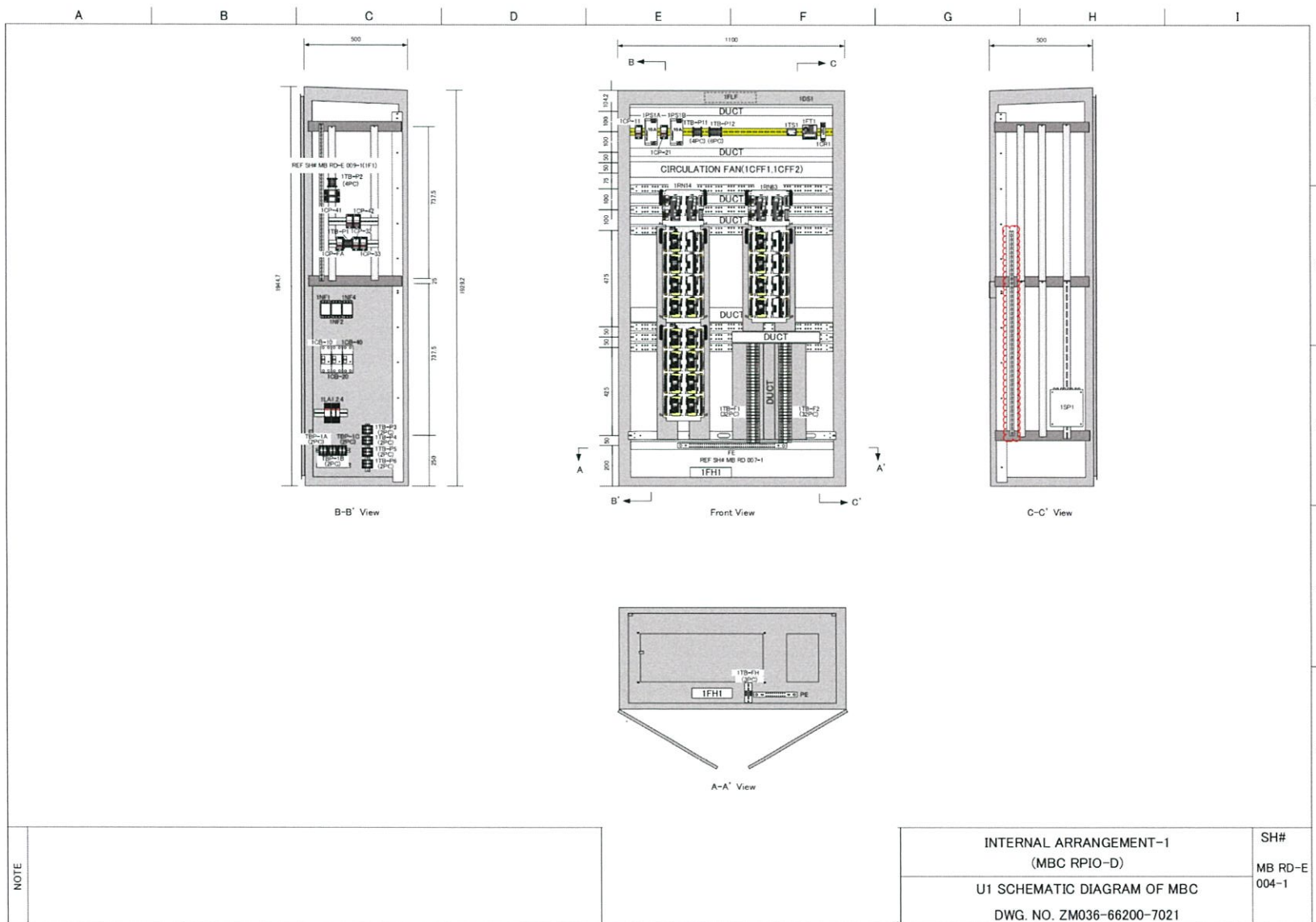
NOTE

INTERNAL ARRANGEMENT-1
(MBC RPIO-B)
U1 SCHEMATIC DIAGRAM OF MBC
DWG. NO. ZM036-66200-7021

SH#
MB RB
004-1



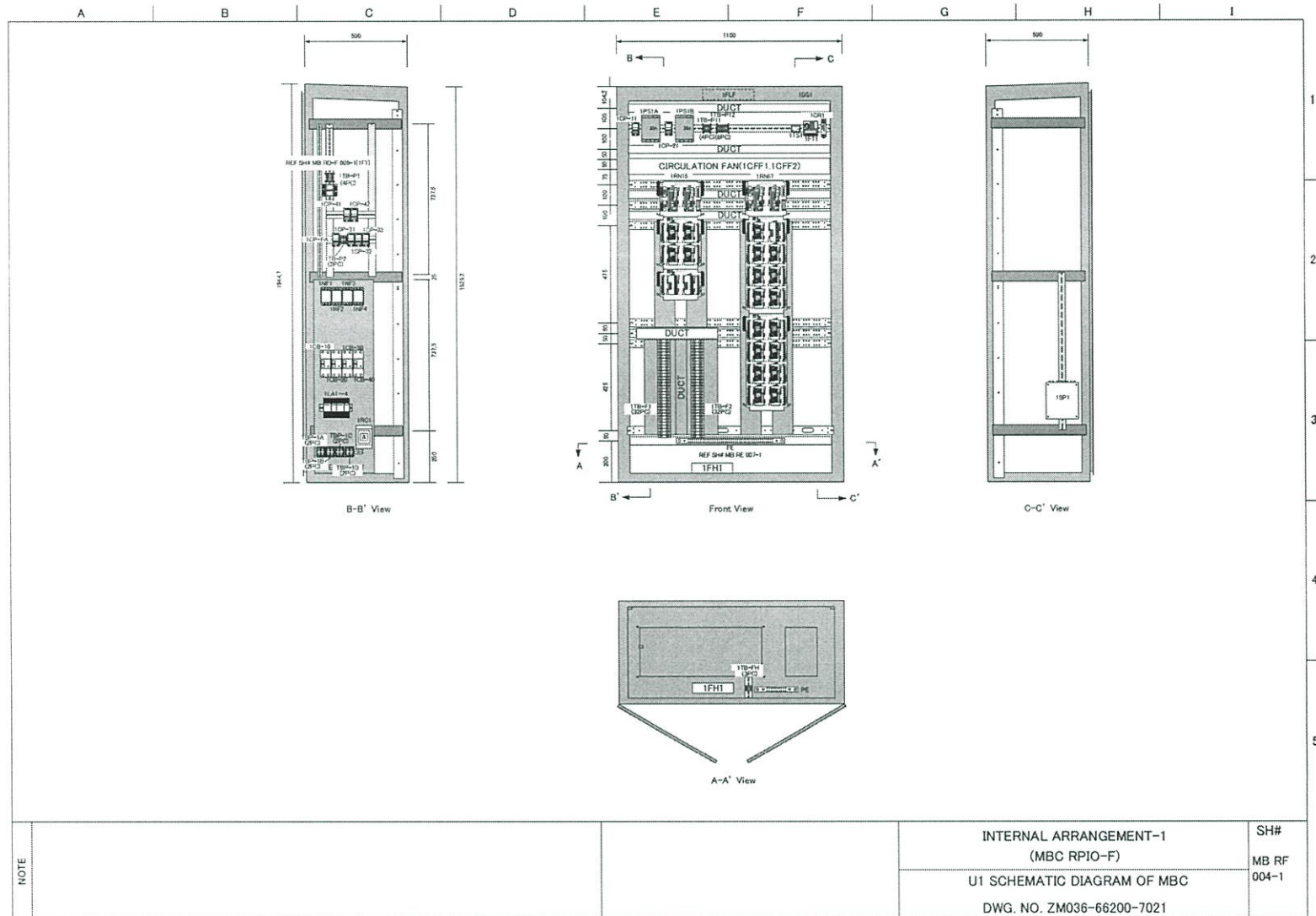
NOTE	INTERNAL ARRANGEMENT-1 (MBC RPIO-C)	SH#
	U1 SCHEMATIC DIAGRAM OF MBC	MB RC 004-1
	DWG. NO. ZM036-66200-7021	



NOTE

INTERNAL ARRANGEMENT-1
(MBC RPIO-D)
U1 SCHEMATIC DIAGRAM OF MBC
DWG. NO. ZM036-66200-7021

SH#
MB RD-E
004-1



ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ – นามสกุล : นายภัทรพล อธิประยูร
- วัน เดือน ปีเกิด : 21 พฤศจิกายน 2538
- ที่อยู่ : 112/115 ถนนพระยาสุรจา ตำบลเสม็ด อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
- E-mail : p.atipayoon@gmail.com
- โทรศัพท์ : 063-192-7155
- ประวัติการศึกษา : พ.ศ.2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
- : พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประสบการณ์ : มิถุนายน – กรกฎาคม พ.ศ. 2560
นักศึกษาฝึกงาน แผนก Engineer
บริษัท วิสดอมเทค จำกัด
- : สิงหาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนกระบบควบคุมและเครื่องมือวัด
บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด

ประวัติผู้เขียน (ต่อ)

- ชื่อ – นามสกุล : นางสาวมณีกาญจน์ ไชยสงโท
- วัน เดือน ปีเกิด : 8 กันยายน 2538
- ที่อยู่ : 53 หมู่ที่ 7 ตำบลหนองพยอม อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร 66110
- E-mail : maneekarn.ch@gmail.com
- โทรศัพท์ : 097-130-1449
- ประวัติการศึกษา : พ.ศ.2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
- : พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประสบการณ์ : มิถุนายน – กรกฎาคม พ.ศ. 2560
นักศึกษาฝึกงาน แผนกไฟฟ้า/ระบบควบคุมและเครื่องมือวัด
บริษัท ไทยนิปปอน สตีล แอนด์ ซูมิคิน เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น คอปอเรชั่น
จำกัด
- : สิงหาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2560
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนกระบบควบคุมและเครื่องมือวัด
บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด