รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผาด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน
Induced Draft Fan Control via DCS

นายภาณุภาคย์ คลังเพ็ชร์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผาด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

Induced Draft Fan Control via DCS

นายภาณุภาคย์ คลังเพ็ชร์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผาด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายภาณุภาคย์ คลังเพ็ชร์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.สักรียา ชิตวงศ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายพงษ์ธวัช แกล้วกล้า

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้ได้อธิบายถึงการวางแผนการดำเนินงานและออกแบบการควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผาด้วยระบบควบคุมแบบกระจายส่วน ที่นำไปใช้แทนที่การควบคุมพัดลมเดิมเป็นการชั่วคราวเพื่อให้ระบบยังคงสามารถระบายความร้อนออกจากเตาเผาได้ เมื่อหยุดการทำงานของระบบเดิมลง โดยแบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 5 ขั้นตอนคือ 1.ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัดลมและระบบ DCS ของโรงไฟฟ้า 2.วิเคราะห์ Logic Diagram ของระบบปกติและวิเคราะห์การทำงานของระบบชั่วคราว 3.สำรวจพื้นที่เพื่อวางแผนและจัดทำเอกสารประกอบการติดตั้งสายไฟชั่วคราว 4.ออกแบบโปรแกรมควบคุมพัดลมชั่วคราว, หน้าจอกราฟิค และหน้าจอติดต่อผู้ใช้งาน HMI และ 5.ทดสอบสัญญาณอุปกรณ์อินพุต/เอ้าท์พุตของระบบ โดยกระบวนการดำเนินงานนี้จะมุ่งเน้นการออกแบบให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด

คำสำคัญ : DCS, Induced Draft Fan, HMI

Co-operative Title: Induced Draft Fan Control via DCS
Student Intern Name: Mr. Panupark Klangpetch
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 educational report describes the planning and design of Induced Draft Fan control with DCS to temporary control the Induced Draft Fan in order to maintain the cooling of the furnace boiler while the original system is shutdown. The procedure consists of five main steps. Backgrounds regarding the Induced Draft Fan as well as the DCS of power plant is firstly studied. Analyses of the normal Logic Diagram as well as the system function are then conducted. Site areas are then surveyed to allow installation of temporary wiring. The fourth step then involved the design of the control as well as its associated graphics and HMI. Tests showed that the designed operation followed the owner specification and allowed significant cost savings.

Keyword : DCS, Induced Draft Fan, HMI

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากทางบริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด เปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้าร่วมปฏิบัติสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคเรียนการศึกษา ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทางานด้านวิศวกรรมการวัดคุมมากยิ่งขึ้นข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณพี่พงษ์ธวัช แกล้วกล้า ผู้นิเทศงานและวิศวกรระบบควบคุมและเครื่องมือวัด ผู้ซึ่งคอยให้ความรู้ คำแนะนำและทักษะในการทำงานด้านต่างๆ รวมไปถึงพี่ทุกคนในแผนกที่ให้คำปรึกษาต่างๆเกี่ยวกับโครงงานที่ได้รับมอบหมายจนทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.สักรียา ชิตวงศ์ อาจารย์นิเทศ ผู้ซึ่งคอยให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาต่างๆ ระหว่างการปฏิบัติสหกิจศึกษา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจแก้รายงานฉบับนี้และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ วิศวกรรมการวัดคุม รุ่นที่ 37 ที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียนตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันใดพึงมีจากรายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายภาณุภาคย์ คลังเพ็ชร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน 4

2.1.1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน 4

2.1.2 ระบบที่สำคัญภายในโรงไฟฟ้าถ่านหินบีแอลซีพี 5

2.1.2.1 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) 5

2.1.2.2 เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator; ESP) 6

2.1.2.3 กังหันไอน้ำ (Steam Turbine) 6

2.1.2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) 6

2.1.2.5 เครื่องควบแน่น (Condenser) 7

2.1.2.6 ระบบดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization) 7

2.1.3 วงจรการทำงาน (Plant Cycle) 7

2.1.4 ระบบน้ำหล่อเย็น 8

2.2 ระบบพัดลมหลัก (Main Fan) 9

2.3 พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา (Induced Draft Fan) 12

2.4 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System) 15

2.4.1 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System) เบื้องต้น 15

2.4.2 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS Netmation 16

2.4.3 ระบบจำลองของการควบคุมกระบวนการโรงไฟฟ้าถ่านหิน 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 Engineering & Maintenance Station (EMS) 19
2.5.1 แนวคิดพื้นฐานของ EMS 19
2.5.2 การกำหนดค่าของระบบ (System Window) 22
2.5.3 การสร้างลอจิก (Logic Window) 22
2.5.4 การสร้างหน้าจอแสดงผลของกระบวนการ (Graphic Window) 24
2.5.5 การตั้งค่าฟังก์ชันหน้าจอติดต่อของผู้ใช้งานกับเครื่องจักร (HMI Window) 24
2.5.6 การแก้ไขฐานข้อมูล ObjectDatabase (ORCA) (Document Window) 26
2.5.7 การแปลงข้อมูลที่ถูกออกแบบให้อยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ 27
2.5.8 การตั้งค่า MPS จาก EMS 28
2.6 อุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้อง 28
2.6.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) 28
2.6.2 อุปกรณ์วัดแรงสั่นสะเทือน ประเภท Piezoelectric Velocity Transducer 29
2.6.3 Flow Switch 30
บทที่ 3 การวางแผนดำเนินงานและออกแบบโปรแกรมควบคุม 33
พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของโครงการ 33
3.1.1 ศึกษากระบวนการต่างๆภายในโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน 33
3.1.2 ศึกษารายละเอียดและโครงสร้างของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา 33
3.1.3 ศึกษาเกี่ยวกับ DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation และ Logic function 33
3.1.4 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้อง 33
3.2 วิเคราะห์ Logic Diagram ของระบบควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา 34
3.2.1 วิเคราะห์การทำงานของระบบควบคุมพัดลมในสภาวะปกติจาก Logic 34
3.2.1.1 MODE SELECT 36
3.2.1.2 MANUAL OPERATION 37
3.2.1.3 AUTOMATIC OPERATION 38
3.2.1.4 START PERMISSIVE 38
3.2.1.5 PROTECTION STOP COMMAND 40
3.2.1.6 SWGR OPERATION 41
3.2.1.7 ALARM 42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1.8 สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุม Switch Gear 44
3.2.1.9 สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุมไฟสถานะที่หน้าตู้ AUX PANEL 44
3.2.1.10 สัญญาณที่นำไปใช้ในหน้า GRAPHIC 44
3.2.2 วิเคราะห์และออกแบบ Logic Diagram การทำงานของ 45
ระบบควบคุมพัดลมชั่วคราว
3.3 วางแผนการติดตั้งสายไฟชั่วคราว 47
3.3.1 สำรวจพื้นที่หน้างาน 47
3.3.2 ตรวจสอบ Schematic Diagram และ Wiring Diagram ที่เกี่ยวข้อง 50
3.3.3 จัดทำ Connection Wiring Diagram เพื่อให้ผู้รับเหมานำไปติดตั้งต่อไป 52
3.3.4 ผู้รับเหมาทำการติดตั้งสายไฟชั่วคราว 53
3.4 เขียนโปรแกรมควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา 54
3.4.1 ออกแบบโปรแกรมลงใน Emulator 54
3.4.1.1 System 54
3.4.1.2 Logic 56
3.4.1.3 HMI 60
3.4.1.4 Graphic 61
3.4.1.5 Download HMI Functions 63
3.4.1.6 ทดสอบการทำงานของระบบ 64
3.4.2 เขียนโปรแกรมลงระบบจริง 65
3.5 ทำการทดสอบสัญญาณ (Loop test) 65
3.5.1 จัดทำแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ 65
3.5.2 ทำการทดสอบสัญญาณ 66
3.5.2.1 สัญญาณ AI ของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ 66
3.5.2.2 สัญญาณ AI ของอุปกรณ์วัดแรงสั่นสะเทือน 66
3.5.2.3 สัญญาณ DI ของอุปกรณ์จำพวก Switch 66
3.5.2.4 สัญญาณ DO ของอุปกรณ์จำพวก Switch 67
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 68
4.1 โปรแกรมควบคุม 68
4.1.1 หน้าโปรแกรมควบคุมที่สร้างขึ้นมาใหม่ 68
4.1.2 หน้าโปรแกรมควบคุมที่ปรับปรุงจากของเก่า 73

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2 ส่วนแสดงผลและส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 75
4.2.1 หน้าจอแสดงผล (GRAPHIC) 75
4.2.2 หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (HMI) 75
4.3 ผลการทดสอบสัญญาณ 76
4.4 การทำงานจริงของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา 77
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 78
5.1 สรุปผล 78
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 78
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา 78
5.4 ข้อเสนอแนะ 79
เอกสารอ้างอิง 80
ภาคผนวก 81
ประวัติผู้เขียน 90

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ID FAN Motor Specification 15

3.1 รายการอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา 34

3.2 รายการ MODE SELECT 36

3.3 รายการ MANUAL OPERATION 37

3.4 รายการ AUTOMATIC OPERATION 38

3.5 รายการ START PERMISSIVE 39

3.6 รายการอุปกรณ์อินพุต/เอ้าท์พุตที่ต้องใช้ในการออกแบบปรับปรุงลอจิก 46

3.7 รายการอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณ Unit1 Induced Draft Fan A 48

3.8 รายการอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณ BOILER ชั้น 4 49

3.9 รายการอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณ SWGR ROOM 50

3.10 รายการเปรียบเทียบสัญญาณเดิมและสัญญานชั่วคราวของอุปกรณ์ 54

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 กระบวนการกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน 4
2.2 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) 5
2.3 ภาพรวมของระบบ AIR & GAS FLOW SYSTEM 9
2.4 Forced Draft Fan (FDF) 10
2.5 จุดติดตั้ง Primary Air Fan (PAF) และ Forced Draft Fan (FDF) 10
2.6 Induced Draft Fan (IDF) และ Boost Up Fan (BUF) 11
2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างพัดลมหลัก 11
2.8 โครงสร้าง Induced Draft Fan (IDF) 13
2.9 Inlet Guide Vane ขณะเปิดและปิด 14
2.10 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนในห้องควบคุมกลาง 16
2.11 ผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS 17
2.12 ห้องปฏิบัติการจำลอง 19
2.13 เซิฟเวอร์ฐานข้อมูลของระบบจำลองซึ่งใช้แทน MPS 19
2.14 Basic-concept diagram of EMS 20
2.15 ORCA View และเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบ 6 รูปแบบ 21
2.16 หน้าต่างเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบ 6 รูปแบบ 21
2.17 โครงร่างการทำงานของระบบ 21
2.18 แผนภาพต้นไม้หน้าต่างตั้งค่าของระบบ (System Window) 22
2.19 แผนภาพต้นไม้ Logic window 23
2.20 การสร้าง Logic จะสร้างผ่าน Microsoft VISIO 23
2.21 แผนภาพต้นไม้ Graphic window 24
2.22 การสร้างหน้าจอกราฟฟิคผ่าน GraphicCreator (MARLIN) 25
2.23 แผนภาพต้นไม้ HMI Window 25
2.24 การสร้างหน้าจอ Loop Plate ผ่าน LoopPlateCreator (SCALLOP) 26
2.25 แผนภาพต้นไม้ Document Window 26
2.26 การแก้ไขฐานข้อมูลผ่าน Microsoft EXCEL 27
2.27 แผนภาพต้นไม้ Drawing Window 27
2.28 เทอร์โมคัปเปิล 29
2.29 กราฟแสดงค่ามัลติโวลท์ กับค่าของอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ กัน 29
2.30 ลักษณะการติดตั้งใช้งานวัดแรงสั่นสะเทือนของแบริ่งมอเตอร์พัดลม 30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.31 โครงสร้างของ Flow Switch 31
2.32 การทำงานของ Flow Switch เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น 31
2.33 การทำงานของ Flow Switch เมื่ออัตราการไหลลดลง 32
2.34 การทำงานของ Flow Switch เมื่อมีการปรับแรงสปริงที่ขนาดต่างกัน 32
3.1 Logic Diagram ชื่อ IDF-A (1/2) 35
3.2 Logic Diagram ชื่อ IDF-A (2/2) 35
3.3 Logic ส่วน CTR Operation 36
3.4 CTR Operation หรือ Loop Plate ซึ่งเป็นส่วนของ HMI 36
3.5 Logic ส่วนควบคุม REMOTE/LOCAL 37
3.6 Logic ส่วนควบคุม START/STOP 37
3.7 AUX PANEL ในห้องควบคุมกลาง 38
3.8 Logic ส่วน AUTOMATIC OPERATION 38
3.9 Logic ส่วน START PERMISSIVE 39
3.10 Logic ส่วน PROTECTION STOP COMMAND 40
3.11 Logic ส่วน SWGR OPERATION 41
3.12 Logic ส่วน ALARM 1 42
3.13 Logic ส่วน ALARM 2 43
3.14 Logic ส่วน ALARM 3 43
3.15 Logic สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุม Switch Gear 44
3.16 สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุมไฟสถานะที่หน้าตู้ AUX PANEL 44
3.17 Logic สัญญาณที่นำไปใช้ในหน้า GRAPHIC 45
3.18 สถานะต่างๆในหน้ากราฟฟิคมีทั้งการแสดงเป็นสี และ ตัวอักษร 45
3.19 แผนผังแสดงพื้นที่หน้างานในจุดต่างๆ 47
3.20 ตู้ FAN BRG. VIBRATION 48
3.21 ตู้ DCS 48
3.22 Unit1 Induced Draft Fan A 49
3.23 AH-A INLET GAS DAMPER บริเวณ BOILER ชั้น 4 49
3.24 Switch Gear ใน SWGR ROOM 50
3.25 ตัวอย่าง Schematic Diagram ของตู้ DCS ระบบ SEQ-T 51
3.26 Wiring Diagram ของชุดอุปกรณ์การวัดแรงสั่นสะเทือน 51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.27	สภาพสายหน้างานจริงของชุดอุปกรณ์การวัดแรงสั่นสะเทือน	52
3.28	สภาพสายหน้างานจริงของ Flow Switch ซึ่งไม่มี Wiring Diagram	52
3.29	จัดทำ Connection Wiring Diagram ด้วยโปรแกรม AutoCAD	53
3.30	ผู้รับเหมาทำการเดินสายไฟไปตามจุดที่กำหนดไว้	53
3.31	ขั้นตอนการ Upload EMS <= MPS	54
3.32	ตำแหน่งโมดูลและช่องสัญญาณได้จาก Schematic Diagram	55
3.33	ตำแหน่งโมดูลและช่องสัญญาณในโปรแกรม	55
3.34	ขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อสัญญาณใหม่	56
3.35	ขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อหน้า Logic Sheet	56
3.36	ขั้นตอนการเลือก Template ของ Logic Sheet	57
3.37	ขั้นตอนการเลือกสัญญาณที่มีอยู่แล้ว (Existing Body Object)	57
3.38	หลังจากการเลือกสัญญาณเสร็จแล้ว	58
3.39	หน้าลอจิกANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-4)	58
3.40	ไอคอนคำสั่ง Load Parameter และ Build	59
3.41	ขั้นตอนการเริ่มคำสั่ง Online Load EMS => MPS	59
3.42	ขั้นตอนขณะทำการ Online Load EMS => MPS	59
3.43	ขั้นตอนขณะทำการ Drag and Drop Loop Plate จาก Logic มายัง HMI	60
3.44	ขั้นตอนขณะทำการ เลือก Template HMI	60
3.45	ขั้นตอนขณะทำการตั้งฟังก์ชันการทำงานของ Loop Plate	61
3.46	ขั้นตอนขณะทำการ เลือก Designs ของ Graphic	61
3.47	ขั้นตอนขณะทำการ Drag and Drop Loop Plate จาก Logic มายัง Graphic	62
3.48	ขั้นตอนขณะใช้คำสั่ง Pending List	62
3.49	ขั้นตอนขณะทำการเขียน Graphic	63
3.50	ขั้นตอนขณะทำการ Download HMI Functions	63
3.51	โปรแกรม Work Space Manager	64
3.52	ทดสอบการทำงานของระบบ	64
3.53	แบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ (1/2)	65
3.54	แบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ (2/2)	65
3.55	Martel PTC8010 Temperature Calibrator	66
3.56	รูปขณะทำการ Loop Test อุปกรณ์ Flow Switch	67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 U1 IDF-A (1/2) 68

4.2 เปรียบเทียบสัญญาณ DI ของ AUX PANEL ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ 69

4.3 เปรียบเทียบสัญญาณ DO ของ AUX PANEL ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ 69

4.4 เปรียบเทียบสัญญาณ Automatic Command ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ 70

4.5 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ SWGR 70
ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่

4.6 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ Alarm ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ 71

4.7 U1 IDF-A (2/2) 71

4.8 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ START PERMIT ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ 72

4.9 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ PROTECTION STOP COMMAND 73
ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่

4.10 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ Alarm ระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ 74

4.11 ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-4) ส่วนที่แก้ไข 74

4.12 ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-5) ส่วนที่แก้ไข 75

4.13 หน้าจอกราฟฟิค U1 IDF-A 75

4.14 หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้งาน U1 IDF-A 76

4.15 ผลการทดสอบสัญญาณอนาล็อก 76

4.16 ผลการทดสอบสัญญาณดิจิตอล 76

4.17 หน้าจอแสดงผลขณะระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวกำลังดำเนินงาน 77

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัทบีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด หรือโรงไฟฟ้าบีแอลซีพี เป็นบริษัทร่วมทุนของไทยระหว่างบริษัทในเครือของบริษัทบ้านปู จำกัด (มหาชน) และบริษัทผลิตไฟฟ้า จำกัด (มหาชน) หรือเอ็กโกกรุ๊ป ในอัตรา ส่วน 50:50 ดำเนินธุรกิจผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตที่ทันสมัยพร้อมกับมีการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้มงวด เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานของภาครัฐและเพื่อคำนึงถึงความเป็นอยู่ของชุมชนเป็นสำคัญ ถ่านหินเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีนั้นเป็นถ่านหินประเภทบิทูมินัสคุณภาพดี ซึ่งนำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลีย ในปัจจุบันโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีมีหน่วยการผลิตไฟฟ้าทั้งหมด 2 หน่วย หน่วยละ 717 เมกะวัตต์ รวมมีกำลังการผลิต 1,434 เมกะวัตต์

ในทุกๆ ปีโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีจะมีกิจกรรมการซ่อมบำรุงใหญ่ประจำปี (Outage) ซึ่งจะมีการหยุดระบบผลิตไฟฟ้าทั้งระบบ เพื่อตรวจเช็คและทำการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิตตามที่ได้วางแผนไว้ โดยจะแบ่งการหยุดระบบผลิตไฟฟ้าเป็น 2 ช่วง ช่วงละ 1 หน่วยผลิต เพื่อให้การผลิตไฟฟ้ายัง คงดำเนินต่อไปได้และการซ่อมบำรุงเป็นไปอย่างทั่วถึง ในกิจกรรมซ่อมบำรุงใหญ่ประจำปี 2560 นี้จะแตกต่างจากปีที่ผ่านๆ มา เนื่องจากเป็นปีที่หน่วยการผลิตที่ 1 ดำเนินงานครบรอบ 10 ปี ทางโรงไฟฟ้าบีแอลซีพีจึงถือโอกาสนี้ทำการซ่อมบำรุงครั้งใหญ่พิเศษ ซึ่งจะมีการตรวจเช็คอุปกรณ์โดยละเอียด มีการซ่อมบำรุง และเปลี่ยนอุปกรณ์มากกว่าปกติใช้ระยะเวลานานกว่าปกติ เพื่อให้ระบบที่ทำงานติดต่อกันมาเป็นเวลานานสามารถดำเนินงานต่อไปได้อย่างเป็นปกติ

จากที่กล่าวมานั้นทางแผนกที่นักศึกษาได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาคือแผนก Control and Instrument Engineering มีงานเปลี่ยนอุปกรณ์ที่รับผิดชอบในช่วงซ่อมบำรุงใหญ่ประจำปีนี้คือการ Upgrade DCS ซึ่งจะมีการเปลี่ยนอุปกรณ์ของ DCS ทั้งหมด ทำให้ภายในช่วงที่กำลังดำเนินการนั้นจะไม่สามารถควบคุมระบบใดๆ ผ่าน DCS ได้เลย

จากเหตุผลนี้ส่งผลกระทบโดยตรงถึงพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา (Induced Draft Fan) ซึ่งโดยปกติเป็นระบบที่ใช้รักษาความดันภายในเตาเผาและระบายความร้อนออกจากเตาเผา แต่ในช่วงซ่อมบำรุงใหญ่นี้ พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผานี้ยังจะต้องทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจาก Boiler ช่วยลดอุณหภูมิให้รวดเร็วขึ้นอีกด้วย เพื่อให้ทีมงานที่ต้องเข้าไปทำงานซ่อมบำรุงต่างๆ ใน Boiler สามารถเริ่มงานได้เร็วช่วยให้สามารถทำงานได้เสร็จตามแผนงาน

ด้วยเหตุนี้จึงจะต้องมีการปรับเปลี่ยนย้ายสัญญาณควบคุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจากเดิมอยู่ที่ตู้ DCS ของหน่วยการผลิตที่ 1 ไปยังที่ ตู้ DCS ของหน่วยการผลิตที่ 2 ซึ่งยังคงดำเนินงานตามปกติอยู่ ปรับปรุงและเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมพัดลม เพื่อให้พัดลมยังคง

สามารถทำงานตามปกติต่อไปได้ ซึ่งโครงงานนี้จะทำการศึกษาวางแผนดำเนินงาน และออกแบบระบบควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผาด้วยระบบ DCS จากการทำงานตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา
2. เพื่อศึกษา วางแผนดำเนินงาน และออกแบบระบบควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผารวมถึงส่วนแสดงผลและส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (HMI)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานและรายละเอียดของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผารวมไปถึงอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้อง
2. จัดทำเอกสารประกอบการติดตั้งสายไฟ (Connection Wiring Diagram) โดยคำนึงถึงการประหยัดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด
3. ศึกษาและออกแบบโปรแกรมของ DCS เพื่อใช้ควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา โดยใช้ซอฟต์แวร์ ORCA View จาก DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation ของบริษัทมิตซูบิชิ ฮิตาชิ เพาเวอร์ ซิสเต็มส์ จำกัด รวมไปถึงส่วนแสดงผลและส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (HMI)

1.4 ขั้นตอน และวิธีการดำเนินการทดลอง

1. ศึกษากระบวนการของโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน
2. ศึกษาเกี่ยวกับ DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation และ Logic Function
3. ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา, IDF Specification และ Instrument Specification ของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
4. สำรวจพื้นที่หน้างานบริเวณ DCS Panel ,Instrument Location และ SWGR Panel
5. จัดเตรียมเอกสารเกี่ยวกับ DCS I/O Assignment และ Logic Function
6. ดำเนินการจำลอง Logic Function โดยใช้ระบบ Plant Simulator System
7. จัดทำเอกสารเกี่ยวกับ Connection Wiring Diagram และ Cable Connection ตามที่ได้สำรวจพื้นที่หน้างาน โดยคำนึงถึงการประหยัดค่าใช้จ่ายให้ได้มากที่สุด ให้กับทางผู้รับเหมาเป็นผู้ติดตั้งสายไฟ
8. ดำเนินการออกแบบลอจิก ส่วนแสดงผล ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (HMI) และ Configuration
9. ดำเนินการทดสอบสัญญาณ (Loop Check)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจกระบวนการของโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน
2. เข้าใจเกี่ยวกับระบบของ DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation
3. เข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา, IDF Specification และ Instrument Specification ของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
4. เข้าใจการออกแบบ ลอจิก ส่วนแสดงผล ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (HMI) และ Configuration I/O ต่างๆ ของ DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation
5. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและมีการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ
6. ได้รับประสบการณ์การทำงานในสถานที่ประกอบการจริง

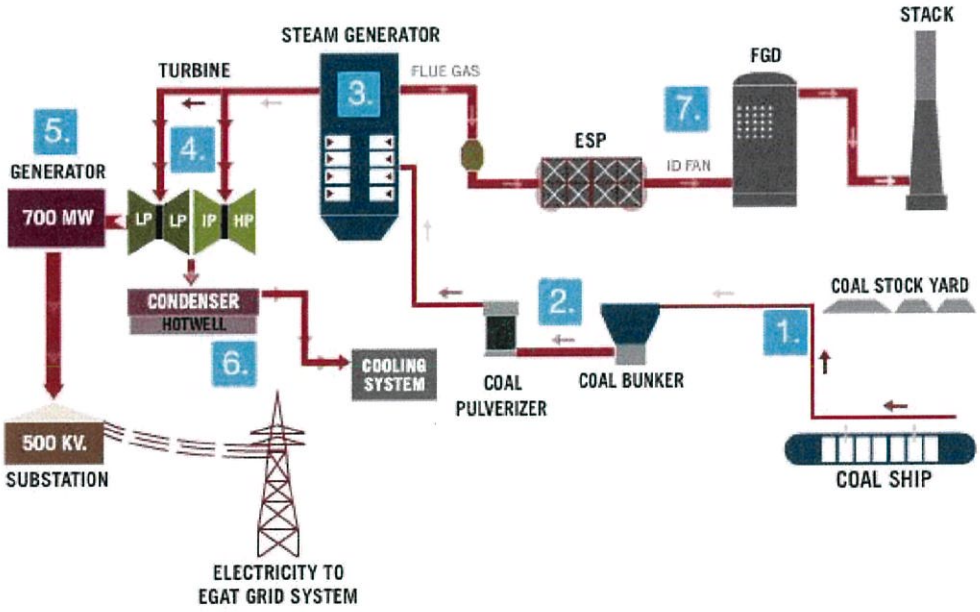
บทที่ 2
ข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะทำการกล่าวถึงข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องทั้งความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน ระบบพัดลมหลักของโรงไฟฟ้า พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน และเครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้อง โดยจะเริ่มจากความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน ซึ่งในที่นี้จะอธิบายจากกระบวนการของโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหินบีแอลซีพี

2.1 ความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน

2.1.1 กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน

โรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน มีกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหินดังรูปที่ 2.1 ถ่านหินจะถูกลำเลียงจากลานเก็บถ่านหินผ่านสายพานลำเลียงถ่านหิน ไปยัง Coal Bunker และส่งต่อไปยัง Coal- Pulverizer เพื่อทำหน้าที่บดถ่านจนเป็นผงละเอียด จากนั้นผงถ่านหินจะถูกส่งเข้าไปยังเตาเผาของหม้อไอน้ำ (Boiler Furnace) โดยการใช้ลมพาผงถ่านเข้าไป เมื่อเกิดการเผาไหม้ถ่านหินจะทำการคายพลังงานความร้อนออกมาและถ่ายเทพลังงานความร้อนให้น้ำที่อยู่ภายในท่อบริเวณรอบๆ ผนังหม้อไอน้ำ



รูปที่ 2.1 กระบวนการกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน

เมื่อน้ำได้รับพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้จะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนเดือด น้ำบางส่วนจะเปิดการเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ ทำการแยกน้ำและไอน้ำออกจากกันโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Boiler Drum ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของเตาเผา น้ำที่ถูกแยกออกมาจะถูกนำ

กลับไปยังเตาเผาอีกครั้ง ส่วนไอน้ำนั้นจะถูกนำไปเพิ่มความดันและอุณหภูมิให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ต่อไป

ไอน้ำที่ได้จากหม้อไอน้ำจะถูกนำมาขับเคลื่อนแกนของกังหันไอน้ำให้หมุน โดยแกนของกังหันไอน้ำจะต่อไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เมื่อโรเตอร์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน สนามแม่เหล็กจะหมุนไปตัดกับขดลวดที่อยู่ภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น พลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกมาจะถูกยกระดับแรงดันขึ้นด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า (Generator Transformer) เพื่อทำให้แรงดันไฟฟ้าเหมาะสมต่อการส่งกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ระบบจ่ายไฟฟ้าหลัก ต่อไป

หลังจากการเผาไหม้ของถ่านหิน จะเกิดเถ้าจากการเผาไหม้ขึ้นภายในห้องเผาไหม้ เถ้าหนัก (Bottom Ash) ซึ่งมีน้ำหนักมากจะตกลงสู่ด้านล่างของเตาเผา ส่วนเถ้าลอย (Fly Ash) ที่มีน้ำหนักน้อยกว่าจะลอยขึ้นไปกับอากาศที่ถูกเผาไหม้แล้ว (Flue gas) ไปยังส่วนบนของเตาเผา ซึ่งเถ้าลอยที่ปะปนมากับแก๊สเสียนี้จะถูกดักจับด้วยเครื่องดักจับฝุ่นระบบไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitator : ESP) และเนื่องจากในถ่านหินจะมีกำมะถันเจือปนอยู่ด้วย เมื่อเกิดการเผาไหม้กำมะถันนี้จะถูกเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และจะถูกดักจับด้วยเครื่องดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulphurization : FGD) ก่อนที่จะปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศทางปล่องต่อไป

2.1.2 ระบบที่สำคัญภายในโรงไฟฟ้าถ่านหิน

2.1.2.1 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler)

เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler) ดังรูปที่ 2.2 เป็นส่วนสำคัญในโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนทำงานโดยการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากนั้นถ่ายเทความร้อนที่ได้ให้กับน้ำในภาชนะอัดความดัน เพื่อให้ได้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิและความดันที่กำหนด โดยใช้ระบบเผาไหม้ด้วยถ่านหินที่ถูกบดจนละเอียด (Pulverized coal) การเผาไหม้แบบนี้จะช่วยทำให้ปริมาณออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) ที่เกิดขึ้นในการเผาไหม้มีปริมาณที่ลดลง จากนั้นก๊าซเสีย (Flue gas) ที่ออกจากหม้อไอน้ำแล้วจะถูกดักจับฝุ่นด้วยระบบ Electrostatic Precipitator (ESP) และดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ด้วยระบบ Sea Water FGD ก่อนที่จะปล่อนก๊าซเสียนั้นออกสู่บรรยากาศ

รูปที่ 2.2 เครื่องกำเนิดไอน้ำ (Boiler)

ระบบเชื้อเพลิง – ถ่านหินจะถูกลำเลียงจากลานเก็บถ่านหินไปยัง Coal Bunker ซึ่งเป็นตัวป้อนถ่านหินเข้าสู่อุปกรณ์บดย่อย (Pulverizer) ผงถ่านหินที่ถูกบดย่อยจากอุปกรณ์บดย่อยจะถูกพาไปยังส่วนเผาไหม้ถ่านหินในแต่ละชั้นโดยใช้ลมพัดพาเข้าไป มีระบบเชื้อเพลิงที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเบาซึ่งติดตั้งไว้สำหรับเป็นระบบสำรองเมื่อเกิดสภาวะ Low Load และสำหรับการ Start up ระบบ

ระบบอากาศ – ประกอบไปด้วยอากาศที่ใช้เพื่อช่วยในการเผาไหม้ โดยมี Force Draft Fan เป็นพัดลมเป่าอากาศเข้าห้องเผาไหม้ และไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้ของถ่านหินภายในเตาเผา โดยไอเสียจะถูกดูดออกผ่านปล่อง โดยมี Induce Draft Fan เป็นพัดลมดูดอากาศออกจากห้องเผาไหม้ติดตั้ง Air Heater เพื่อนำความร้อนจากไอเสียมาอุ่นอากาศก่อนที่จะเข้าไปในส่วนเผาไหม้ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้

2.1.2.2 เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Precipitator; ESP)

เครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต Electrostatic Precipitator (ESP) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ดักจับอนุภาคฝุ่น โดยใช้แรงไฟฟ้าในการแยกอนุภาค โดยใส่ประจุให้อนุภาคแล้วผ่านอนุภาคที่มีประจุเข้าไปในสนามไฟฟ้าสถิต อนุภาคจะเคลื่อนเข้าหาแผ่นเก็บที่มีศักย์ไฟฟ้าตรงข้ามกัน ESP สามารถดักฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน ได้มากกว่า 99.5% ความดันสูญเสียต่ำและสามารถจับก๊าซร้อนได้ หลักการทำงานของ ESP แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1.ใส่ประจุไฟฟ้าให้กับฝุ่น 2.ดักจับฝุ่นที่มีประจุโดยใช้ไฟฟ้าสถิตจากสนามไฟฟ้า และ 3.แยกฝุ่นออกจากขั้วเก็บในเครื่อง ESP ไปยังถังพัก ด้วยการเคาะ หรือการสั่น

2.1.2.3 กังหันไอน้ำ (Steam Turbine)

กังหันไอน้ำจัดเป็นเครื่องกำเนิดกำลังงานกล ไอน้ำจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์โดยผ่านหัวฉีด และฉีดออกไปในลักษณะที่เป็นลำไอน้ำที่มีความเร็วสูง เมื่อลำไอน้ำนี้กระทบกับใบพัด (Moving Blade) จำนวนหลายชุดที่ติดอยู่กับเพลาที่มีมุมและส่วนโค้งพอดี ก็จะผลักดันให้เพลาของกังหันหมุนก่อกำเนิดพลังงานกลที่ ทำให้ใบกังหันซึ่งอยู่บนเพลาสามารถขับหมุนเพลาไปได้

กังหันไอน้ำจะมีส่วนแกน (Shaft) ถูกต่อเป็นแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันถูกขับให้หมุนด้วยไอน้ำแกนจะหมุนทำให้แกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตามไปด้วย

2.1.2.4 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องกลที่สามารถเปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยการการหมุนสนามแม่เหล็กตัดขดลวด หรือหมุนของขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก โดยเมื่อกังหันไอน้ำถูกขับด้วยพลังงานจากไอน้ำจะทำให้แกนโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับแกนของกังหันไอน้ำหมุนตัดกับสนามแม่เหล็กเกิดเป็นพลังงานไฟฟ้าขึ้นมา ซึ่งเมื่อได้พลังงานไฟฟ้ามาจากนั้นต้องนำ

พลังงานนี้ไปทำการยกระดับแรงดันโดยใช้หม้อแปลง เพื่อให้สามารถส่งต่อไปยังระบบจ่ายกระแสไฟฟ้าหลักได้

2.1.2.5 เครื่องควบแน่น (Condenser)

เครื่องควบแน่นจะประกอบด้วยท่อที่ทำมาจากเหล็ก ทองแดง หรืออะลูมิเนียมขดไปมา และมีครีบเป็นตัวช่วยในการระบายความร้อน เมื่อไอน้ำที่มีความดันสูงถูกอัดเข้ามา อากาศที่อยู่รอบๆ และพื้นผิวครีบของเครื่องควบแน่นจะระบายความร้อนของไอน้ำ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำเป็นของเหลว ซึ่งของเหลวในที่นี้ก็คือน้ำนั่นเอง จากนั้นน้ำที่ได้จากการควบแน่นจะถูกนำกลับไปใช้ในกระบวนการต้มไอน้ำอีกอีกครั้งต่อไป

2.1.2.6 ระบบดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization)

ระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Flue Gas Desulfurization) หรือ FGD เป็นอุปกรณ์ใช้แยกก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากก๊าซไอเสียที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหินซึ่งมีกำมะถันปนอยู่ในเชื้อเพลิง FGD ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจับก๊าซฯสูงถึง 92-95% ใน FGD จะใช้หินปูน (Calcium Carbonate, CaCO3) เป็นตัวดูดซับ และจะได้ยิบซั่ม (Gypsum, Caso4.2H2O) เป็นผลิตภัณฑ์

2.1.3 วงจรการทำงาน (Plant Cycle)

ไอน้ำซึ่งผ่านออกจาก LP Turbine จะถูกควบแน่นเป็นน้ำ รวมอยู่ใน Condenser Hotwell โดยใช้น้ำทะเลเป็นตัวหล่อเย็น (Once Through Cooling) น้ำซึ่งอยู่ใน Condenser Hotwell จะถูกสูบผ่านไปยัง Gland Condenser, Low Pressure Heater เป็นการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำก่อนที่น้ำจะผ่านเข้าไปยัง de-aerator จากนั้นน้ำร้อนจะถูกสูบจาก de-aerator โดย Turbine driven boiler feed pump เข้าสู่ Boiler drum โดยผ่าน high pressure heater และ economizer เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่น้ำร้อนอีกครั้งหนึ่งก่อนจะนำไปต้มภายในหม้อต้มน้ำ

น้ำร้อนภายใน boiler drum จะถูกสูบให้เกิดการไหลเวียน รับความร้อนภายในห้องเผาไหม้และไหลวนกลับมาที่ boiler drum เป็นวงจร

Boiler Drum มีหน้าที่แยกน้ำและไอน้ำออกจากกัน โดยไอน้ำจะไหลผ่านเข้าไปยัง super heater coil ส่วนที่เป็นน้ำร้อนจะถูกสูบและไหลเวียนรับความร้อน ไอน้ำที่เข้าไปยัง super heater coil รับความร้อนจากภายในห้องเผาไหม้ เพื่อให้ไอน้ำที่จะนำไปหมุนกังหันไอน้ำมีอุณหภูมิและความดันสูง (การควบคุมอุณหภูมิในชุด Super Heater Coil ใช้ Spray ลดความร้อน ในกรณีอุณหภูมิสูงมากกว่าค่าที่กำหนด)

Main Stream และ Reheat Stream

Main Stream ที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงเป็น Superheat Steam จะวิ่งผ่าน Governor Control Valves เพื่อควบคุมปริมาณไอน้ำให้ไหลเข้าไปหมุนกังหันไอน้ำ (HP Turbine) ไอน้ำที่ผ่านเข้าสู่ HP Turbine จะถ่ายพลังงานให้กับกังหันไอน้ำและจะถูกนำกลับมา Reheat ในห้องเผาไหม้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิก่อนที่จะเข้าสู่ IP Turbine และ LP Turbine เมื่อไอน้ำกลับเข้าไปหมุน LP Turbine และจะวิ่งผ่านท่อ Cross Over Pipe ต่อไปยัง LP Turbine จากนั้นก็ไหลลงสู่เครื่องควบแน่นและกลั่นตัวเป็นน้ำ เป็นวงจรเช่นนี้

จากการที่แกนกังหันไอน้ำต่อเป็นแกนเดียวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่อกังหันไอน้ำหมุนก็จะทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนตาม ทำให้สามารถผลิตไฟฟ้าขึ้นมาได้

2.1.4 ระบบน้ำหล่อเย็น

โรงไฟฟ้าจะใช้น้ำทะเล ในระบบหล่อเย็นให้กับเครื่องควบแน่น (Condenser) และระบบดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยน้ำทะเล (FGD) สถานีสูบน้ำจะสูบน้ำทะเลจะสูบน้ำด้วยความเร็วต่ำเพื่อทำให้ไม่เกิดการรบกวนกระแสน้ำในการเดินเรือ และทำให้สัตว์น้ำที่อยู่บริเวณใกล้เคียงสามารถว่ายหนีออกไปได้

มี Bar Screen ดักขยะชิ้นใหญ่ๆ ออกจากน้ำที่ถูกสูบเข้ามาและมีระบบป้องกันสัตว์น้ำตัวเล็กๆ ที่จะหลุดเข้ามากับน้ำนั่นคือ Travelling Screen ตะแกรงทั้ง 2 ชนิดนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้ปั๊มสูบน้ำและอุปกรณ์อื่นๆ ของระบบหล่อเย็นอุดตันเสียหาย ขยะที่ถูกดักจะนำไปทำการกำจัดพร้อมกับกากของเสียอื่นๆ

ส่วนสิ่งต่างๆ ที่ติดอยู่บน Travelling Screen จะถูกล้างออกด้วยน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตที่ยังคงมีชีวิตอยู่จะถูกล้างออกมาและกลับลงสู่ทะเลได้ ความเร็วในการไหลในระบบงนี้จะได้รับการออกแบบให้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตน้อยที่สุด ขยะอื่นๆ จะถูกเก็บแยกออกไปทิ้งนอกโครงการ เช่น กากของเสียอื่นๆ

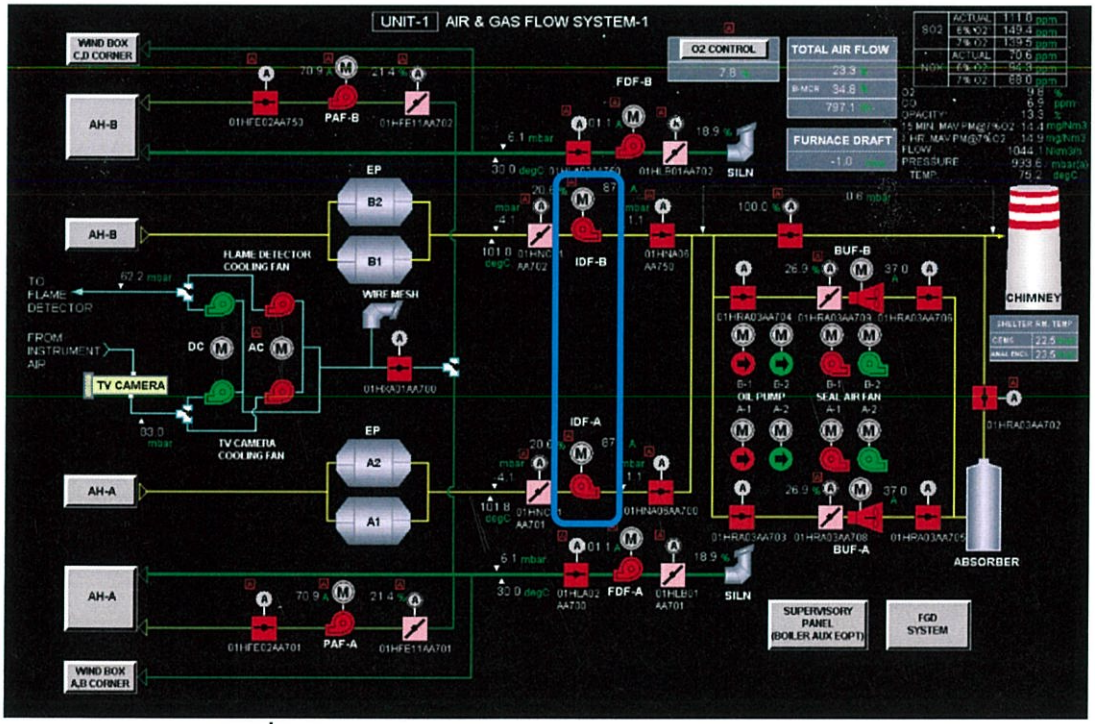
จะมีการเติมสารคลอรีนในระบบหล่อเย็นเป็นบางครั้ง เพื่อทำการควบคุมการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะเพรียง และ ควบคุมไม่ให้สารอินทรีย์ที่ติดมากับน้ำเกิดการเน่า เนื่องจากสิ่งมีชีวิตหรือสารอินทรีย์ที่เน่าเสียที่เข้าไปเกาะอยู่ตามผนังท่อน้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนในอุปกรณ์คอนเดนเซอร์ต่ำลง และส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตต่ำลงไปด้วยเช่นกัน ปริมาณการเติมคลอรีนจะต้องควบคุมไว้ เพื่อไม่ให้น้ำที่ออกจากระบบมีสารคลอรีนเจือปนเกินค่ามาตรฐาน คือไม่เกินกว่า 0.01 มก./ลิตร

2.2 ระบบพัดลมหลัก (Main Fan)

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ Induced Draft Fan (IDF) นั้น คือ AIR & GAS FLOW SYSTEM ในกระบวนการนี้ประกอบไปด้วย พัดลมหลัก 4 ชนิด นั่นคือ Primary Air Fan (PAF), Forced Draft Fan (FDF), Induced Draft Fan (IDF) และ Boost Up Fan (BUF) โดยภาพรวมของกระบวนการ AIR & GAS FLOW SYSTEM แสดงดังรูปที่ 2.3 ซึ่งมีการทำงานที่แตกต่างกัน โดย AIR & GAS FLOW SYSTEM มีกระบวนการดังนี้

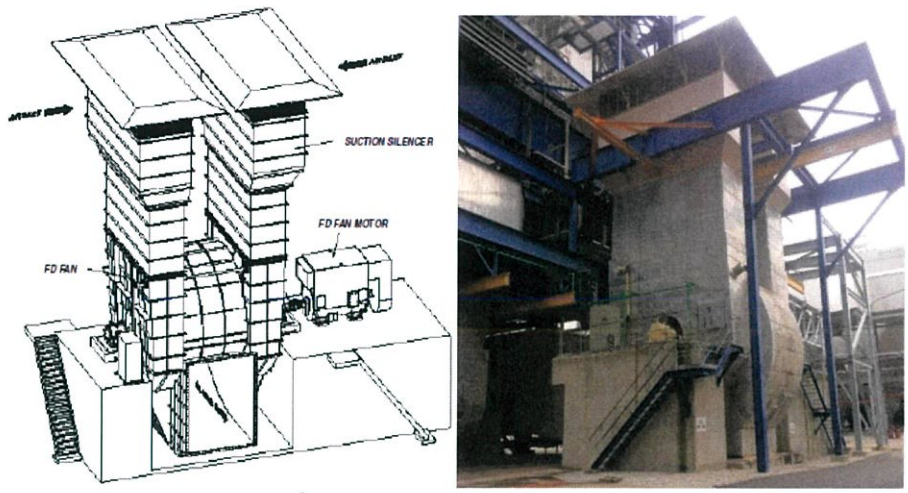
<u>ขาเข้าเตาเผา</u>

เริ่มต้นจาก Forced Draft Fan (FDF) ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.4 จะดูดอากาศจากภายนอกผ่านช่องระบายอากาศซึ่งมีตะแกรงกรองป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนเข้ามากับอากาศ มีส่วน Silencer Section ทำจาก Acoustic materials เพื่อลดเสียงที่เกิดจากการดูดอากาศเข้าไปในระบบให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ อากาศที่ถูก FDF ดูดเข้ามาจะถูกแยกเป็นสองทาง ทางแรกผ่าน Air Heater (AH) เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศ (Hot Air) ส่วนอีกทางไม่ผ่าน AH จะได้อากาศเย็น (Cold Air) ทั้งสองจะเข้ามารวมกันโดยมีการควบคุมสัดส่วนด้วยการเปิด-ปิด Inlet Vane เพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศที่จะเข้าไปภายในเตาเผาให้ได้ตามที่ต้องการ



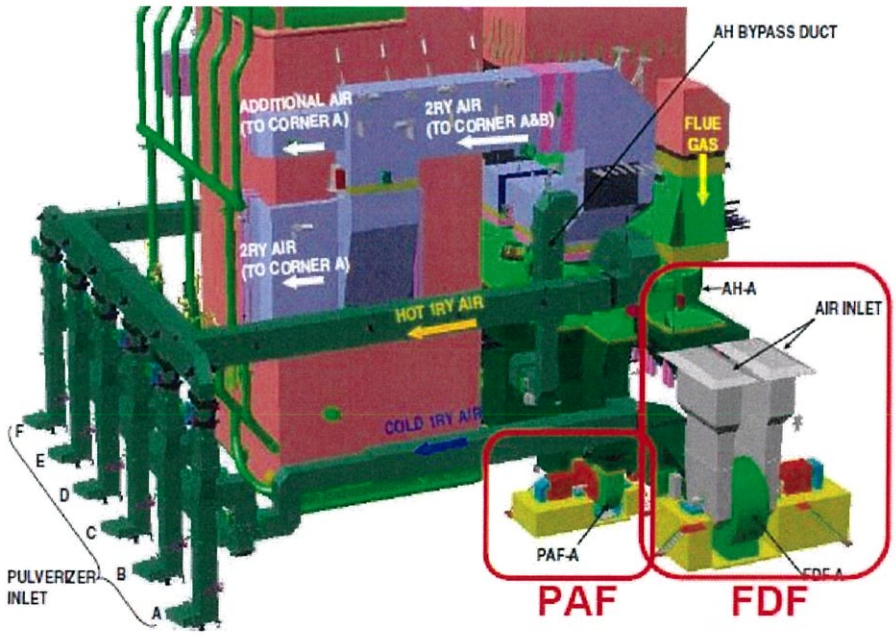
รูปที่ 2.3 ภาพรวมของระบบ AIR & GAS FLOW SYSTEM

Forced Draft Fan (FDF) จะทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์หลักในการจ่ายลมให้กับเตาเผา เพื่อช่วยในการเผาไหม้ และจ่ายลมให้กับ Primary Air Fan (PAF)



รูปที่ 2.4 Forced Draft Fan (FDF)

PAF ถูกติดตั้งอยู่ระหว่าง FDF และ Pulverizer ดังรูปที่ 2.5 โดยจะทำการดูดลมต่อจาก FDF และแยกเป็นสองทางคือเข้า AH และไม่เข้า AH จากนั้นจึงมารวมกันเช่นเดียวกับ FDF แต่ของลมที่มาจาก PAF นี้จะเข้าสู่ Pulverizer เพื่อพัดพาผงถ่านเข้าไปสู่เตาเผา



รูปที่ 2.5 จุดติดตั้ง Primary Air Fan (PAF) และ Forced Draft Fan (FDF)

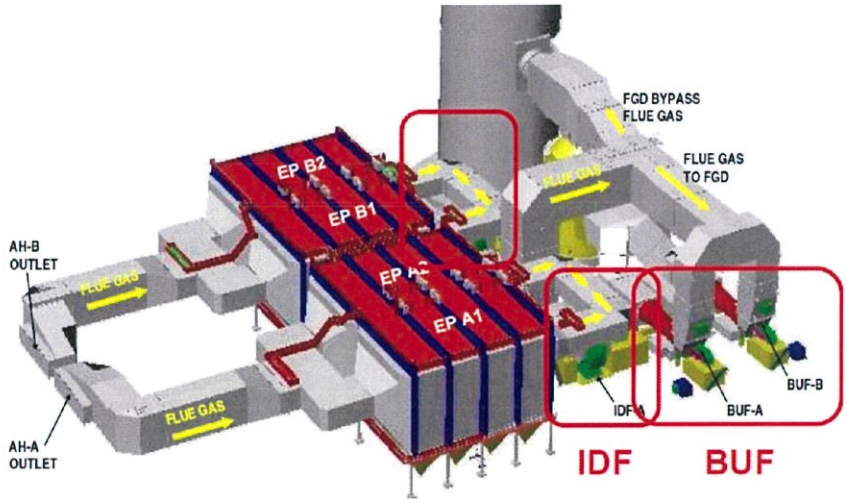
<u>ขาออกจากเตาเผา</u>

IDF ถูกติดตั้งอยู่ระหว่าง ESP และ FGD แสดงดังรูปที่ 2.6 โดย IDF จะทำงานดูดไอเสียออกมาจากเตาเผา จากนั้นไอเสียเหล่านั้นจะไหลผ่าน Air Heater เพื่อลดอุณหภูมิลงและแลกเปลี่ยนความร้อนก่อนที่จะก่อนเข้าสู่ ESP

ESP จะทำการดักจับฝุ่นไว้ด้วยหลักการใช้แรงไฟฟ้าในการแยกอนุภาค โดยใส่ประจุให้อนุภาค แล้วผ่านอนุภาคที่มีประจุเข้าไปในสนามไฟฟ้าสถิต อนุภาคจะเคลื่อนเข้าหาแผ่นเก็บที่มีศักย์ไฟฟ้าตรงข้ามกัน

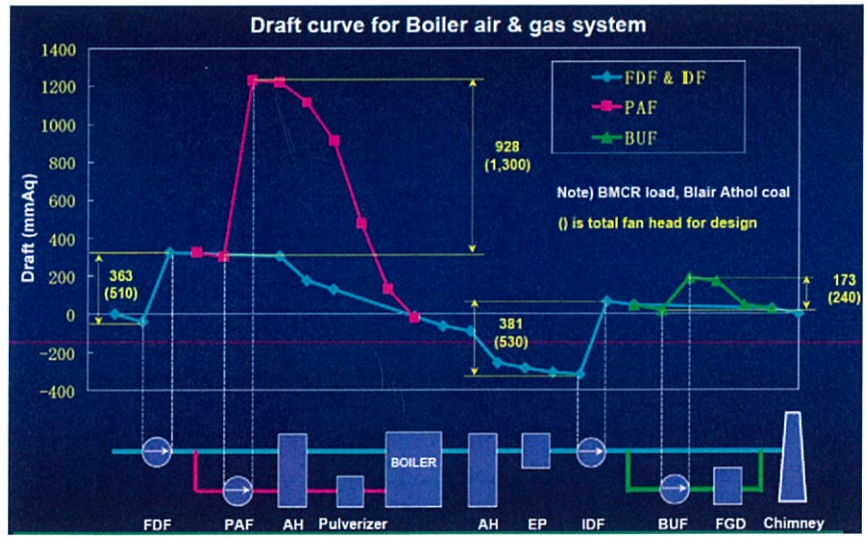
อากาศที่ผ่านตัว ESP แล้วนั้นจะไหลเข้าสู่ตัว IDF โดยที่ IDF จะช่วยระบายความร้อนออกจากเตาเผา และดูด Flue Gas จาก ESP ส่งต่อไปที่ FGD และ Chimney ต่อไป

BUF เป็นพัดลมตัวสุดท้ายของระบบ ติดตั้งอยู่ระหว่าง IDF และ FGD แสดงดังรูปที่ 2.6 ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันภายใน FGD เพื่อขับอากาศผ่านระบบ FGD ซึ่งเป็นระบบกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกจากก๊าซไอเสียที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกัมมะถันปนอยู่ในเชื้อเพลิง แล้วปล่อยอากาศเหล่านั้นออกทาง Chimney



รูปที่ 2.6 Induced Draft Fan (IDF) และ Boost Up Fan (BUF)

<u>ความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างพัดลมหลัก</u>



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างพัดลมหลัก

จากรูปที่ 2.7 จะเห็นว่า IDF และ FDF จะร่วมกันทำงานเพื่อรักษาระดับแรงดันภายในเตาเผา โดยที่ FDF ที่นำอากาศจากภายนอกเข้ามาช่วยในการเผาไหม้นั้นจะทำให้แรงดันในเตาเผาสูงขึ้น

ส่วน IDF ในขณะที่กำลังดูด Flue gas ออกจากเตาเผาก็จะส่งผลให้ระดับแรงดันภายในเตาเผาลดลงด้วย โดยที่พัดลมทั้งสองนี้จะพยายามรักษาแรงดันภายในเตาเผาเพื่อทำให้ระบบเตาเผาอยู่ในสภาวะสมดุล โดยมีค่าความดันเป็นลบเล็กน้อย และร่วมกันรักษาความดันใน Boiler ให้เป็นไปตามที่ได้ถูกออกแบบไว้ (-2 mbar)

2.3 พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา (Induced Draft Fan)

เป็นพัดลมขนาดใหญ่ซึ่งใช้เป็นส่วนหนึ่งในระบบผลิตไฟฟ้าโรงไฟฟ้าถ่านหิน เป็นส่วนหนึ่งในระบบ AIR & GAS FLOW ซึ่งเป็นการไหลเวียนของอากาศภายในระบบเตาเผา โดย Induced Draft Fan จะทำงานร่วมกับ Forced Draft Fan เพื่อทำให้ระบบเตาเผาอยู่ในสภาวะสมดุล โดยร่วมกันรักษาความดันภายในเตาเผามีค่าความดันเป็นลบเล็กน้อย (- 2 mbar) นอกจากนี้ยังช่วยลดอุณหภูมิภายในเตาเผาและดูก๊าซเสียออกจากเตาเผาอีกด้วย

พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผานี้เป็นพัดลมประเภท Double Inlet Air Foil Bladed Centrifugal ควบคุมอัตราการไหลโดยใช้ Inlet Vane เป็นตัวควบคุมเปิด-ปิด ตามต้องการ ติดตั้งอยู่ระหว่าง Electrostatic Precipitator (ESP) และ Flue-gas desulfurization (FGD) โดยด้านขาเข้าของพัดลมนั้นอยู่ด้านบนของตัวพัดลม ถูกออกแบบให้ยึดติดเข้าพอดีกับท่อแก๊สเสียขาออกจาก ESP เพื่อดูดแก๊สเสียออกมาจาก ESP ตัวพัดลมมีฐานคอนกรีตรองรับทั้งสองด้าน ด้านหนึ่งเป็นฐานรองรับมอเตอร์ขับและ Bearing Housing ด้าน Drive End อีกด้านเป็นฐานรองรับ Bearing Housing ด้าน Non-Drive End ส่วนโครงพัดลมด้านล่างนั้นยึดติดอยู่ระหว่างฐานคอนกรีตทั้งสอง ถูกออกแบบให้มีลักษณะโค้งเพื่อให้การไหลของอากาศเสียขาออกจากพัดลมนั้นราบเรียบ

มีระบบอ่างน้ำมันหล่อลื่น (Oil Bath Lubrication) สำหรับหล่อลื่นตลับลูกปืน (Bearing) และมีระบบน้ำหล่อเย็นวงจรปิดสำหรับหล่อเย็นให้กับตลับลูกปืน (Bearing)

แก๊สเสียที่ได้จากการเผาไหม้ภายในเตาเผา จะไหลผ่านระบบแลกเปลี่ยนความร้อนให้แก่ไอน้ำ และไปยัง Economizer จากนั้นไหลต่อไปยังเครื่องทำความร้อนแบบหมุนเวียนอากาศ (Regenerative Air Heater) เพื่อถ่ายเทความร้อนให้กับ Primary air และ Secondary air การอุ่นอากาศให้แก่ Primary air และ Secondary air ก่อนที่จะนำไปใช้นั้นจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับหม้อต้มไอน้ำ (Boiler)

แก๊สเสียที่ออกจากเครื่องทำความร้อนแบบหมุนเวียนอากาศจะไหลต่อไปยัง Electrostatic Precipitators (ESP) ซึ่งมีหน้าที่ดักจับฝุ่นละอองจากแก๊สเสียซึ่งเป็นส่วนจำเป็นในการควบคุมมลพิษ

จากนั้นแก๊สเสียเหล่านี้จะถูก Induced Draft Fan ดูดเข้าไปผ่าน "ON-OFF" Damper ขาออกจากพัดลมและผ่านอุปกรณ์ลดเสียงไปยัง Flue Gas Desulfurization (FGD) เป็นส่วนที่ทำการ

กำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ก่อนที่จะปล่อยออกไปยังอากาศภายนอก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมมลพิษเช่นกัน

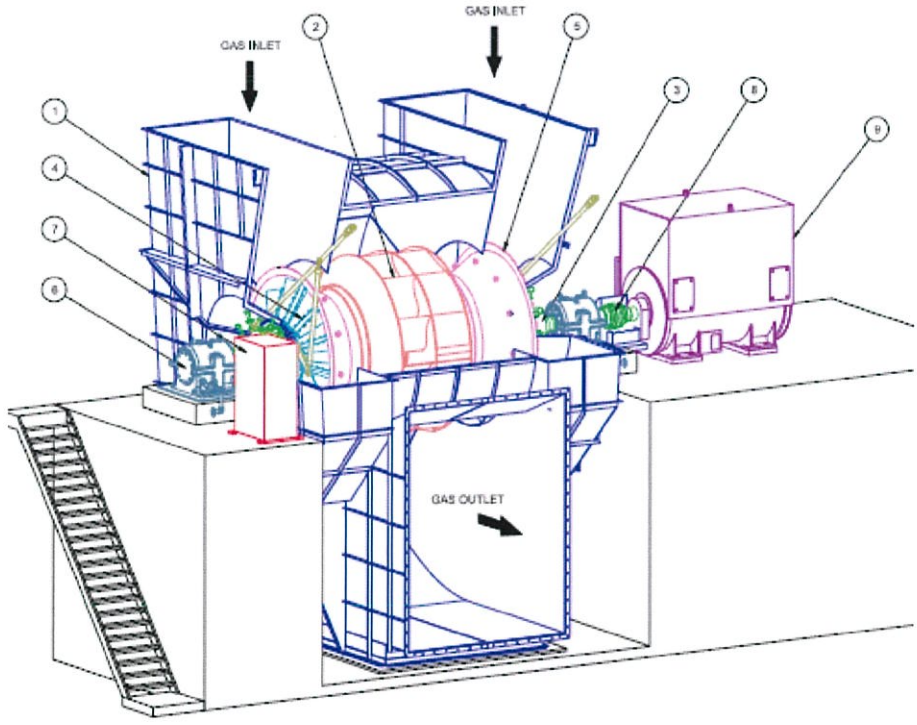
แต่ก็มีแก๊สเสียบางส่วนที่จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยตรงผ่านช่องทาง By-pass dampers ซึ่งการปล่อยแก๊สเสียออกทางช่องทางนี้จะต้องมีการพิจารณาปริมาณจากวิศวกรผู้ดูแล

โครงสร้างของ Induced Draft FAN

จากรูปที่ 2.8 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของ ID FAN อธิบายได้ดังนี้

1. Fan Casing

ถูกสร้างขึ้นโดยใช้แผ่นเหล็ก ขึ้นรูปโดยการเชื่อมประกอบ ส่วนประกอบต่างๆ ทั้งฝั่งขาเข้า ส่วนโค้งตามแนวใบพัด และด้านขาออกถูกออกแบบให้มีรูปร่างที่ราบเรียบทำให้การไหลของอากาศเป็นไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.8 โครงสร้าง Induced Draft Fan (IDF)

2. Impeller Wheel

ใบพัดมีลักษณะเป็น Double Suction, แกนใบพัดวางตัวในแนวนอน และเป็นพัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Fan) ด้วย Aerofoil Blading มีจำนวนใบทั้งหมด 24 ใบ (ฝั่งละ 12 ใบ)

3. Rotor Shaft

เป็นเพลาที่ขับใบพัดให้หมุน ได้รับแรงขับมาจาก ID FAN Motor โดยเชื่อมต่อกับมอเตอร์ขับผ่าน Gear Coupling

4. Inlet Guide Vane

มีจำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบไปด้วยใบ(vane) 11 ใบ, Flow Guide, Driving Ring และแหวนล็อค (Retaining Ring) มีหน้าที่ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ โดยการปรับใบเปิด – ปิด ตามต้องการผ่านชุด Pneumatic Control Drive ลักษณะการเปิด-ปิด ของ Inlet Guide Vane แสดงดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 Inlet Guide Vane ขณะเปิดและปิด

5. Flow Guide

มีหน้าที่บังคับทิศทางการไหลของอากาศที่ถูกดูดเข้ามาโดย Induced Draft Fan

6. Bearing (Non-Drive End)

ใช้รองรับเพลาให้เที่ยงตรง มีหน้าที่หลักในการรับน้ำหนัก และถ่ายทอดแรงที่เกิดขึ้นจากเพลาลงไปสู่อุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรที่มีการหมุน ช่วยลดแรงเสียดทานหรือลดความฝืด (friction) ระหว่างการหมุน

Bearing เป็นแบบ self-aligning, oil ring, bath lubricated type และมีระบบหล่อเย็นซึ่งเป็นการหล่อเย็นด้วยน้ำวงจรปิด

7. Pneumatic Control Drive Unit

เป็นอุปกรณ์นิวส์เมติกที่ใช้ควบคุม Inlet Guide Vane โดยการรับสัญญาณควบคุมทางไฟฟ้ามาจากระบบควบคุมแบบกระจายส่วนจากนั้นเปลี่ยนเป็นระบบนิวส์เมติกเพื่อควบคุม Inlet Guide Vane ตามต้องการ

8. Coupling

เป็นแบบ Sleeve Type ทำหน้าที่เชื่อมต่อเพลาฝั่งโรเตอร์ และฝั่งมอเตอร์เข้าด้วยกันทำให้มอเตอร์สามารถขับใบพัดให้หมุนได้

9. ID FAN Motor

ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังขับให้ใบพัดของ IDF สามารถหมุนได้ ซึ่ง ID FAN Motor มี Specification ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ID FAN Motor Specification

Manufacturer	Mitsubishi Electric Corporation
Type	F5KE-GW
Rated Output	4110 kW
Rated Voltage	10500 V
Rated Current	270 A
Frequency	50 Hz
Poles	8
Speed	735 rpm
Coupling	Direct
Rating	Continuous
Thermal Class	F
Maximum Ambient Temperature	40°C
Bearing	Sleeve
Weight	17.0 t
Starting Current	1480 A
Starting Time	32 s
Allowable Locked Time	40 s

2.4 ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System)

2.4.1 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System; DCS) เบื้องต้น

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System; DCS) คือระบบควบคุมแบบอัตโนมัติขนาดใหญ่สำหรับกระบวนการหรือโรงงาน ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมปิโตรเคมี แท่นขุดเจาะน้ำมันและโรงกลั่นน้ำมัน เนื่องจากมีความแม่นยำสูงและมีความเสถียรค่อนข้างมาก โดยทั่วไปจะมีลูปควบคุมจำนวนมากซึ่งจะมีตัวควบคุมของตนเองกระจายไปทั่วทั้งระบบ แต่การควบคุมจะถูกกำกับการทำงานของระบบจากผู้ใช้งานที่ส่วนกลาง ดังรูปที่ 2.10

ข้อดีของระบบ DCS (Distributed Control System)

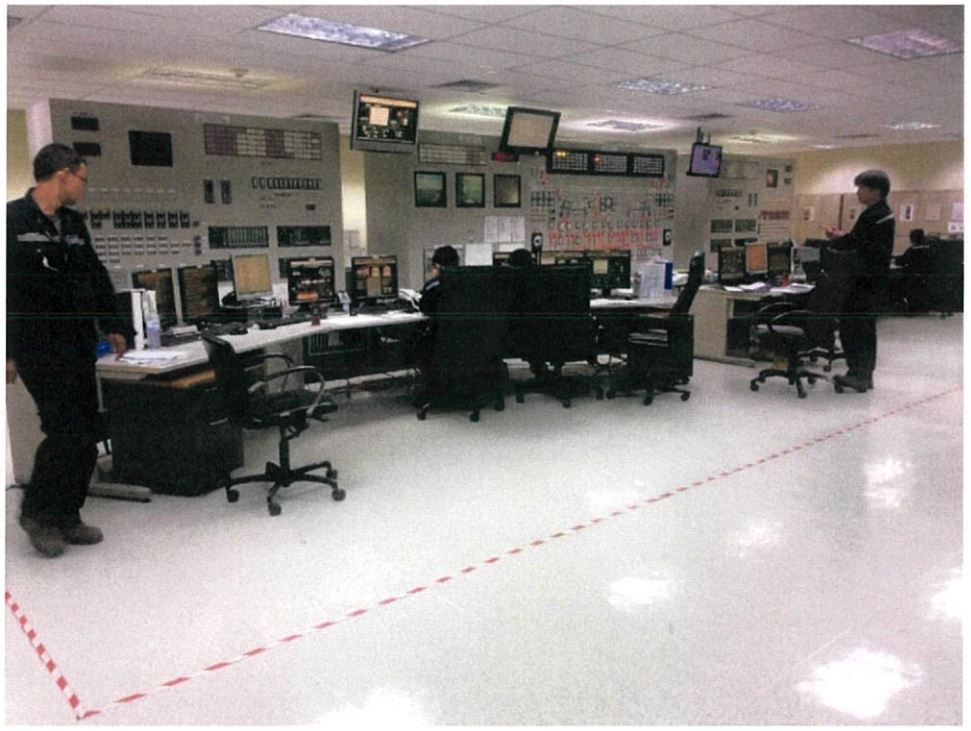
1. เป็นระบบที่สามารถควบคุมกระบวนการต่างๆ ทั้งกระบวนการผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียวได้ ทำให้ลดเวลาการทำงาน สะดวกต่อการใช้งาน และมีประสิทธิภาพในการควบคุมที่ดี

2. มีฟังก์ชันการแจ้งเตือน (Alarm) เมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ หรือเหตุการณ์ในกระบวนการที่ถูกตั้งค่าไว้ให้แจ้งเตือน โดยแจ้งเตือนทั้งภาพผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสัญญาณเสียง

3. มีฟังก์ชันเก็บข้อมูลประวัติการทำงานของกระบวนการ (History) เก็บข้อมูลรวบรวมวิเคราะห์ออกมาเป็นแนวโน้ม (Trend) ซึ่งจะสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปปรับปรุงกระบวนการต่อไปได้

4. มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดและควบคุม เช่น คอนโทรลวาล์ว มอเตอร์ และทรานสมิตเตอร์ชนิดต่างๆ เป็นต้น เพื่อวัดและควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามต้องการได้

5. มีความสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆ เช่น PLC เพื่อการควบคุมร่วมกัน และยังสามารถควบคุมระยะไกล (SCADA) ผ่าน Network ชนิดต่างๆ เช่น Wireless หรือดาวเทียมได้อีกด้วย



รูปที่ 2.10 การควบคุมระบบควบคุมแบบกระจายส่วนจากห้องควบคุมกลาง

<u>ข้อเสียของระบบ DCS (Distributed Control System)</u>

1. เป็นระบบที่มีความซับซ้อนและเป็นระบบที่ค่อนข้างใหญ่ การใช้งานของผู้ใช้งานใหม่หรือผู้ที่ยังไม่เชี่ยวชาญอาจทำให้เกิดปัญหาได้ จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและแก้ไขปัญหาต่างๆ

2. ในส่วนของอะไหล่ (Spare Part) เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆ ของ DCS นั้นผลิตที่ต่างประเทศ ดังนั้นอะไหล่ต่างๆ จึงต้องสั่งนำเข้ามาจากต่างประเทศเช่นกัน ทำให้ต้องใช้เวลาในการรออะไหล่แต่ผู้ใช้ส่วนใหญ่นิยมสั่งซื้อมาเก็บไว้ล่วงหน้า

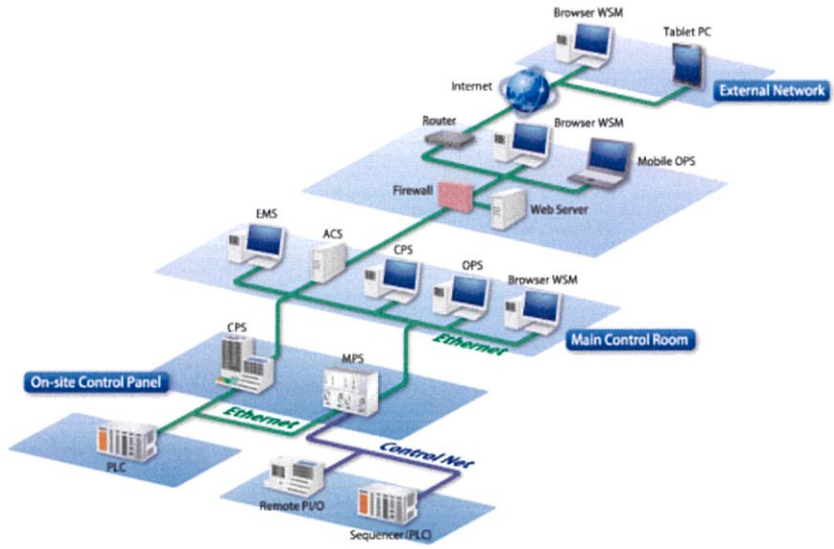
2.4.2 ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS Netmation

มิตซูบิชิ เฮฟวี อินดัสทรีส์ เป็นหนึ่งในผู้ผลิตอุปกรณ์สำหรับโรงไฟฟ้า เช่น บอยเลอร์ และเทอร์บายน์ รายใหญ่ของโลก โดยทางมิตซูบิชิ เฮฟวี อินดัสทรีส์ เริ่มสร้างระบบควบคุมของตัวเองตั้งแต่ ค.ศ. 1970 โดยใช้ชื่อว่า DIASYS® (Digital Intelligent Automation System) ซึ่งพัฒนาต่อมาเรื่อยๆ

จนถึงปัจจุบันชื่อว่า DIASYS Netmation® ซึ่งในปัจจุบันบริษัทบีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด ใช้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อนี้เป็นอุปกรณ์ควบคุมกระบวนการ

อุปกรณ์ในระบบ (system devices)

อุปกรณ์ในระบบของ DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation จะเชื่อมต่อกันเป็นระบบดังรูปที่ 2.11 ซึ่งประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.11 ผังการทำงานของอุปกรณ์ในระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS

1. Multiple Process Station (MPS)

Multiple Process Station (MPS) เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ถูกใช้ในการควบคุมโรงไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic plant control) และ การประมวลผลขาเข้า/ขาออก มีคุณสมบัติการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ชั้นสูงที่ช่วยให้สามารถรองรับการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งต้องการการประมวลผลความเร็วสูง เช่น Turbine governor control, Automatic boiler control และควบคุมการ เริ่ม/หยุด การทำงานของโรงไฟฟ้าอัตโนมัติ และยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบ PLC ได้ซึ่งทำให้สามารถควบคุมการทำงานได้ทั้งกระบวนการ นอกจากนี้ระบบยังสามารถเชื่อมต่อ Foundation FIELDBUS ผ่านทาง ControlNet ได้ด้วย

MPS นี้จะมีอุปกรณ์ CPU, Power supply และ I/O Network 2 ชุด คอยทำงานทดแทนกันเมื่ออีกชุดขัดข้องเพื่อเสถียรภาพและความต่อเนื่องของการควบคุมกระบวนการ

2. Operator Station (OPS)

Operator Station (OPS) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องจักรกับผู้ปฏิบัติงาน โดยผู้ปฏิบัติงานจะสามารถดูสถานะต่างๆ ของระบบผ่านจอแสดงผล พร้อมทั้งสั่งการปฏิบัติงานของระบบต่างๆ เช่น เปิด-ปิดวาล์ว

3. Browser Operator Station (Browser OPS หรือ Browser WSM)

ระบบ Browser OPS ทำให้สามารถใช้งานซอฟท์แวร์ OPS ผ่าน Browser จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ได้เหมือนกับใช้ซอฟท์แวร์ OPS ในห้องควบคุมส่วนกลาง ทำให้สามารถใช้งานและตรวจสอบระบบได้จากสำนักงานหรือสถานที่ห่างไกลโดยใช้คอมพิวเตอร์ธรรมดา โดยฟังก์ชันที่จะสามารถใช้ใน Browser OPS ได้นั้นจะถูกกำหนดโดยOPS ในห้องควบคุมส่วนกลาง

4. Engineering & Maintenance Station (EMS)

ใช้ปรับปรุงแก้ไขระบบควบคุม DIASYS Netmation® ทั้งหมด รวมถึงรีจิสเตอร์อุปกรณ์ที่จำเป็น เช่น สร้างและแก้ไขลอจิกบน MPS, ออกแบบหน้าจอกราฟฟิคและส่วนติดต่อผู้ปฏิบัติงานบน OPS, ดูแนวโน้มของกระบวนการ ตลอดจนการกำหนดค่าของทั้งระบบ โดยที่ข้อมูลการปรับปรุงแก้ไขทั้งหมดจะถูกจัดการในฐานข้อมูลรวมเรียกว่า ObjectDatabase (ORCA) และใช้ซอฟต์แวร์ชื่อว่า DIASYS-IDOL++ ในรวมข้อมูลจากระบบอื่นๆ เช่น ลอจิก กราฟฟิค ให้มาทำงานร่วมกัน

5. Accessory Station (ACS)

Accessory Station (ACS) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับจัดเก็บและจัดการข้อมูลทั้งหมดของโรงไฟฟ้า นอกจากนี้ยังใช้เป็นส่วนติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์และอุปกรณ์ภายนอก

6. Compact Process Station (CPS)

Compact Process Station (CPS) เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กประกอบด้วย CPU (Smart CPU) มีการทำงานเหมือนกับ MPS สามารถใช้ I/O Module ร่วมกันได้ แต่ CPS มีขนาดเล็กกว่าใช้งานในหน่วยการผลิตขนาดเล็ก CPS สามารถใช้โมดูลตัวเดียวกันกับ MPS ได้ นอกจากนี้ทั้ง CPS และ MPS สามารถอยู่ร่วมในระบบเดียวกันได้

2.4.3 ระบบจำลองของการควบคุมกระบวนการโรงไฟฟ้าถ่านหิน

ระบบควบคุมแบบกระจายส่วนของโรงไฟฟ้าถ่านหินมีระบบจำลอง เรียกว่า Emulator ใช้สำหรับให้พนักงานผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ฝึกการควบคุมกระบวนการ และพนักงานฝ่ายซ่อมบำรุงฝึกฝนเรียนรู้ระบบควบคุมแบบกระจายส่วน รวมถึงการเขียนหรือแก้ไขโปรแกรมต่างๆ ด้วย ซึ่งระบบนี้จะถูกจัดไว้ในห้องปฏิบัติการจำลองดังรูปที่ 2.12

โดยส่วนประกอบของ Emulator จะประกอบไปด้วยส่วนประกอบเหมือนระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS ทุกประการ ยกเว้น MPS ที่จะใช้เป็นเซิฟเวอร์ฐานข้อมูลดังรูปที่ 2.13 แทนฮาร์ดแวร์จริง

รูปที่ 2.12 ห้องปฏิบัติการจำลอง

รูปที่ 2.13 เซิฟเวอร์ฐานข้อมูลของระบบจำลองซึ่งใช้แทน MPS

2.5 Engineering & Maintenance Station (EMS)

การเขียนโปรแกรมต่างๆ นั้นต้องทำผ่านเครื่อง Engineering & Maintenance Station (EMS) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ เขียนหรือแก้ไขลอจิก ออกแบบกราฟฟิคและส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

2.5.1 แนวคิดพื้นฐานของ EMS

แนวคิดพื้นฐานของ EMS มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.14 EMS ประกอบไปด้วยฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ของระบบ (ObjectDatabase (ORCA = (Object Relation-Control Architecture))), ข้อมูลของระบบ (ORCA files) และส่วนของผู้ใช้งาน (ORCA View) ข้อมูลดรออิ้ง เช่น แผนภาพลอจิก, หน้าจอกราฟฟิคของกระบวนการบน OPS และอื่นๆ จะถูกรวมอยู่ใน ORCA files การแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆ จะถูกจัดเก็บไว้ใน ObjectDatabase (ORCA)

ระบบถูกสร้างขึ้นด้วยเซิฟเวอร์ของ ObjectDatabase (ORCA) และ ORCA files เป็นข้อมูลทั้งหมดของระบบซึ่งเรียกว่า ORCA server เนื่องจาก ORCA server สามารถเข้าถึงองค์ประกอบ

ต่างๆ ได้โดยใช้ ORCA View เซิร์ฟเวอร์ ORCA หนึ่งเครื่องสามารถใช้งานได้จากเครื่องหลายๆ เครื่อง เมื่อติดตั้ง ORCA View แล้ว

ORCA View ประกอบด้วยเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบ 6 รูปแบบ เรียกว่า Window ดังแสดงใน รูปที่ 2.15 และ 2.16 ซึ่งใช้ในการเขียนและแก้ไขระบบ ORCA View Window แต่ละหน้าจอจะแสดงข้อมูลแต่ละฟังก์ชันนั้นจาก ORCA Server เพื่อแสดงผล ตั้งค่า และสั่งการ ซึ่งสามารถสรุปการทำงานของเครื่องมือช่วยในการออกแบบทั้ง 6 รูปแบบได้ดังรูปที่ 2.17 และอธิบายการทำงานของ Window ต่างๆ ได้ดังนี้

- **System Window** : ใช้ในการกำหนดองค์ประกอบต่างๆ ของระบบและกำหนดส่วนประกอบฮาร์ดแวร์

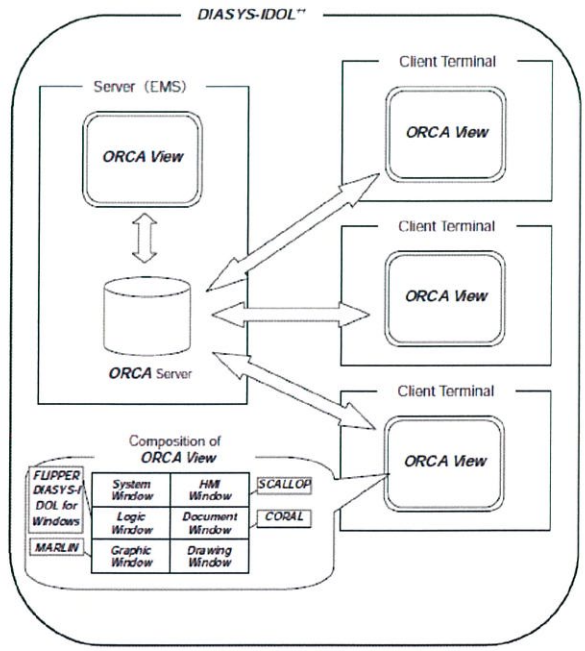
- **Logic Window** : ใช้ในการสร้างลอจิกควบคุมการทำงานด้วย LogicCreator (FLIPPER), DIASYS-IDOL for Windows ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างลอจิก

- **Graphic Window** : ใช้ในการสร้างหน้าจอกราฟฟิคของกระบวนการด้วย GraphicCreator (MARLIN) ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างกราฟฟิค

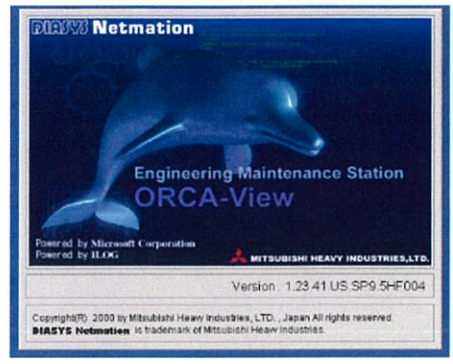
- **HMI Window** : หน้าจอควบคุมกระบวนการถูกสร้างจากการตั้งค่า OPS HMI และเครื่องมือสร้าง Loop-Plate LoopPlateCreator (SCALLOP)

- **Document Window**: ใช้ในการแก้ไข ObjectDatabase (ORCA) ด้วยเครื่องมือแก้ไขฐานข้อมูล ListCreator (CORAL)

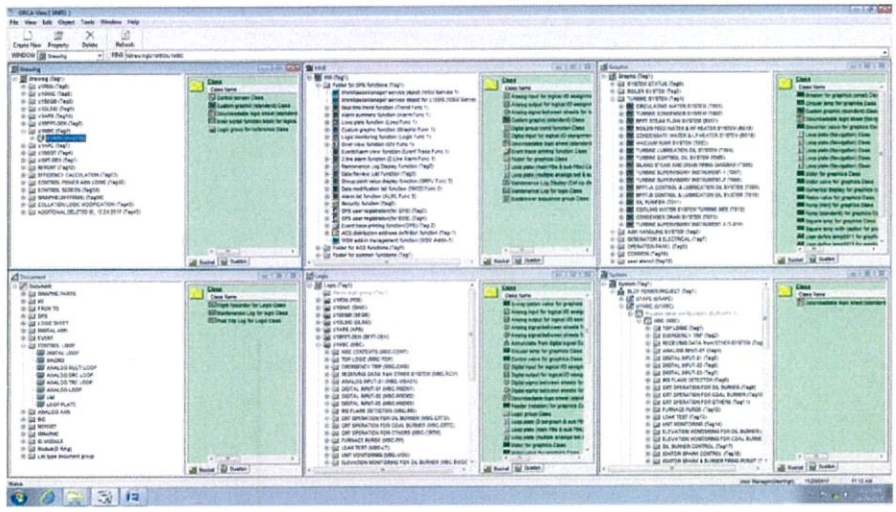
- **Drawing Window** : ใช้ในการแปลงข้อมูลการออกแบบที่สร้างขึ้นของแต่ละ Window ให้เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์



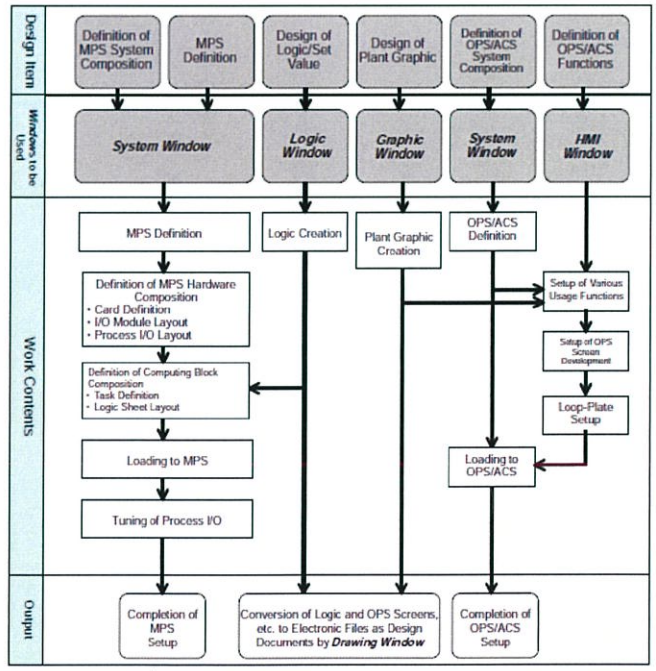
รูปที่ 2.14 Basic-concept diagram of EMS



รูปที่ 2.15 ORCA View



รูปที่ 2.16 หน้าต่างเครื่องมือที่ช่วยในการออกแบบ 6 รูปแบบ



รูปที่ 2.17 โครงร่างการทำงานของระบบ

2.5.2 การกำหนดค่าของระบบ (System Window)

ค่าที่สามารถถูกกำหนดใน System Window มีดังนี้

- ออกแบบระบบในการเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อให้องค์ประกอบต่างๆ ของระบบเป็นไปตามต้องการ (เลือกจาก MPS , OPS และ ACS) และกำหนดข้อมูลของแต่ละระบบ เช่น ชื่อ , ข้อมูลที่ใช้สื่อสาร

- ข้อมูลบน I/O module ของ MPS กำหนดสัญญาณที่ถูกใช้ในโมดูลแต่ละช่องสัญญาณ

- คำนวณข้อมูลการทำงานของ MPS เช่น Control Logic Sheet

- ฟังก์ชันข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับมาจาก OPS และ ACS

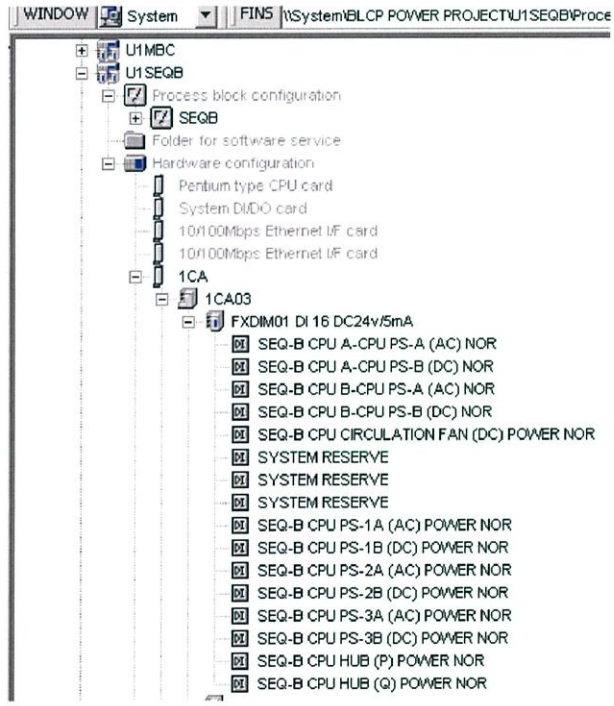
System Window ใช้ในการดำเนินการ MPS, OPS และ ACS ดังต่อไปนี้

- โหลดฮาร์ดแวร์แต่ละตัวและ logic sheet ลงใน MPS

- การยืนยันและการใช้งานสถานะของระบบ MPS

- โหลดข้อมูลฟังก์ชั่นไปยัง OPS และ ACS

จะแสดงตัวอย่างในแผนภาพต้นไม้ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แผนภาพต้นไม้หน้าต่างตั้งค่าของระบบ (System Window)

2.5.3 การสร้างลอจิก (Logic Window)

Logic Window ใช้ในการสร้างลอจิกและจัดการลอจิกชีท ใน Logic window ลอจิกชีทที่ใช้ในการควบคุมแสดงในแผนภาพต้นไม้ดังรูปที่ 2.19

สิ่งที่ทำได้ใน Logic Window จะมีดังนี้

- แผนภาพลอจิก

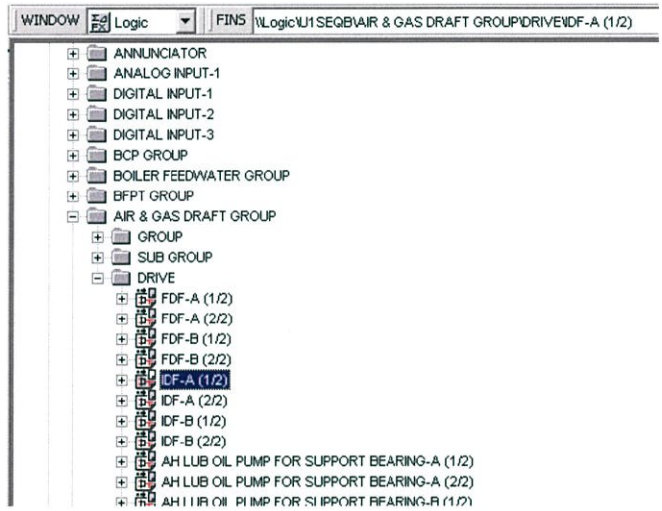
- สร้างโฟลเดอร์อ้างอิง

- การวางองค์ประกอบตรรกะและการกำหนดคุณสมบัติหรือกำหนดค่าต่างๆ

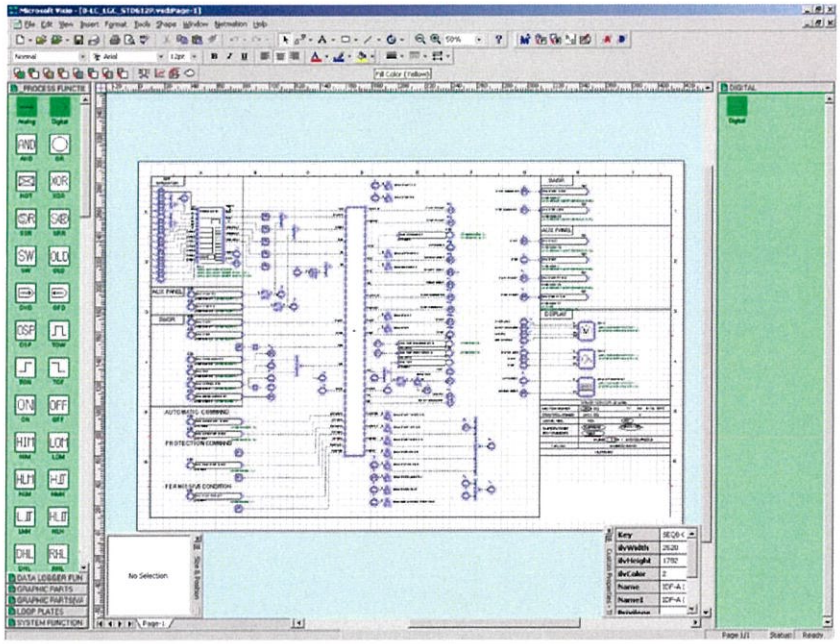
- การเชื่อมข้อมูลกับ OPS

- การสร้างลอจิก (จะสร้างผ่าน Microsoft VISIO จากนั้นต้องมีการแปลงไฟล์ก่อนดาวน์โหลดลงอุปกรณ์ MPS)

ในการสร้าง Logic นั้นภาษาที่ใช้เขียนจะใช้เป็นฟังก์ชันบล็อก ซึ่งจะแสดงในภาคผนวก และสร้างผ่าน Microsoft VISIO ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.19 แผนภาพต้นไม้ Logic window



รูปที่ 2.20 การสร้าง Logic จะสร้างผ่าน Microsoft VISIO

2.5.4 การสร้างหน้าจอแสดงผลของกระบวนการ (Graphic Window)

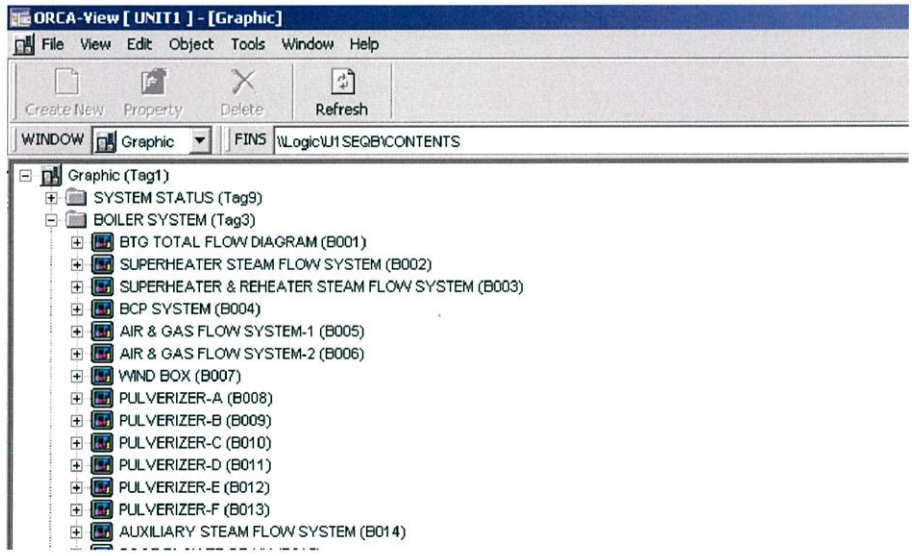
Graphic Window ใช้ในการสร้างหน้าจอแสดงผลของกระบวนการและหน้าจอการเตือนที่แสดงบน OPS ซึ่งสามารถตั้งค่าระดับการเตือนได้จาก Graphic Window นี้ด้วย

ใน Graphic Window ไฟล์ต่างๆ จะจัดอยู่เป็นระบบ แสดงอยู่ภายใต้แผนภาพต้นไม้ ดังรูปที่ 2.21

สิ่งที่ทำได้ใน Graphic Window มีดังนี้

- แผนภาพกราฟฟิคของกระบวนการ
- สร้างโฟลเดอร์อ้างอิง
- การวางองค์ประกอบและกำหนดคุณสมบัติของ OPS
- การวางองค์ประกอบจาก Loop Plate และกำหนดคุณสมบัติต่างๆ
- การวางชิ้นส่วนต่างๆ บนหน้าจอและกำหนดคุณสมบัติ

GraphicCreator (MARLIN) เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างหน้าจอแสดงผล ตัวอย่างหน้าจอการสร้างหน้าจอกราฟฟิคจาก Graphic Window แสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 แผนภาพต้นไม้ Graphic window

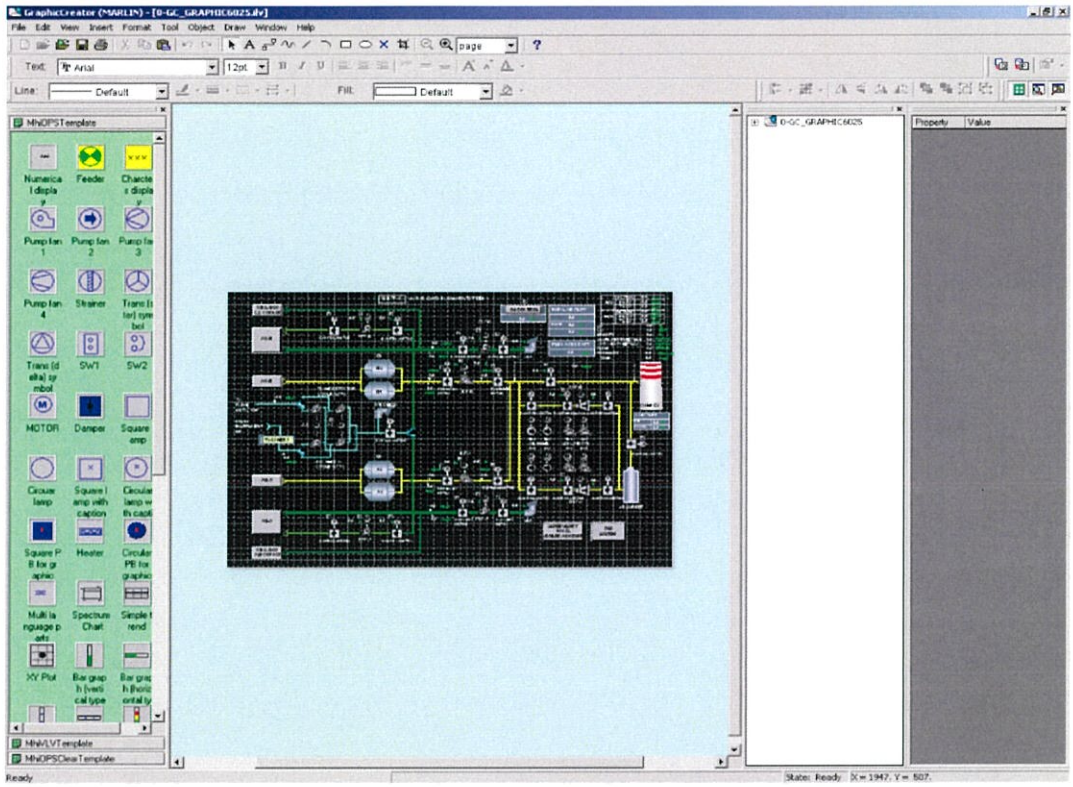
2.5.5 การตั้งค่าฟังก์ชันหน้าจอติดต่อของผู้ใช้งานกับเครื่องจักร (HMI Window)

HMI Window ใช้ในการตั้งค่าการทำงานของ OPS และ ACS ไฟล์ต่างๆ จะจัดอยู่เป็นระบบแสดงอยู่ภายใต้แผนภาพต้นไม้ ดังรูปที่ 2.23

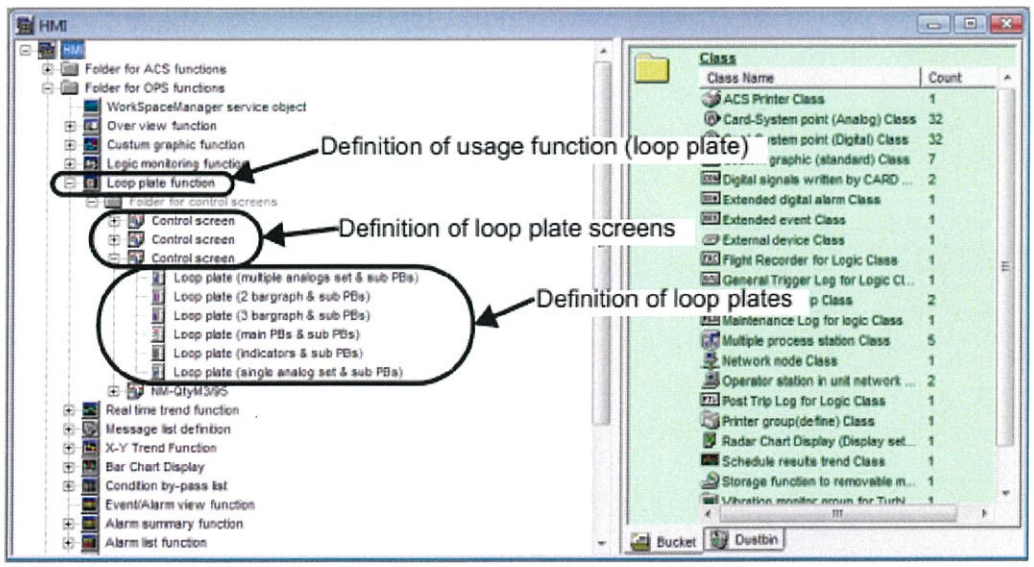
สิ่งที่ทำได้ใน HMI Window มีดังนี้

- ตั้งค่าฟังก์ชันการทำงานที่ใช้ใน OPS

- ตั้งค่าหน้าจอ OPS
- กำหนดค่าของ Loop Plate
- ตั้งค่าการทำงานที่ใช้ใน ACS

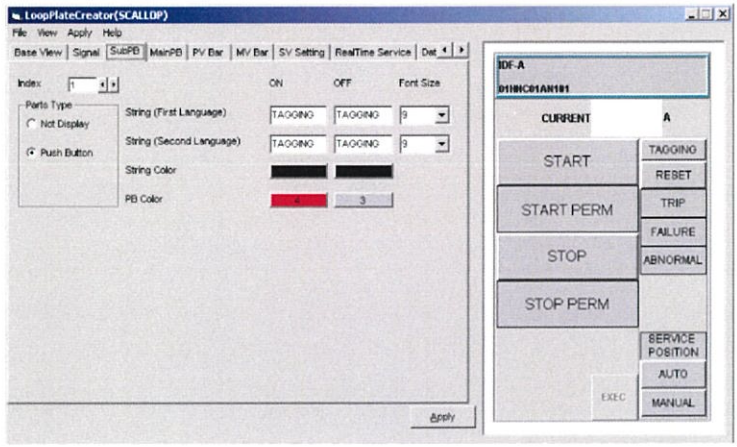


รูปที่ 2.22 การสร้างหน้าจอกราฟฟิคผ่าน GraphicCreator (MARLIN)



รูปที่ 2.23 แผนภาพต้นไม้ HMI Window

ในการทำงานของผู้ใช้งานนั้นจะมี Loop Plate เป็นหน้าจอที่ทำการสั่งการควบคุมไปยังอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งเฝ้าดูสถานะของกระบวนการ ซึ่ง LoopPlateCreator (SCALLOP) เป็นเครื่องมือสำหรับสร้าง Loop Plate ตัวอย่างหน้าจอการสร้าง Loop plate ดังรูปที่ 2.24



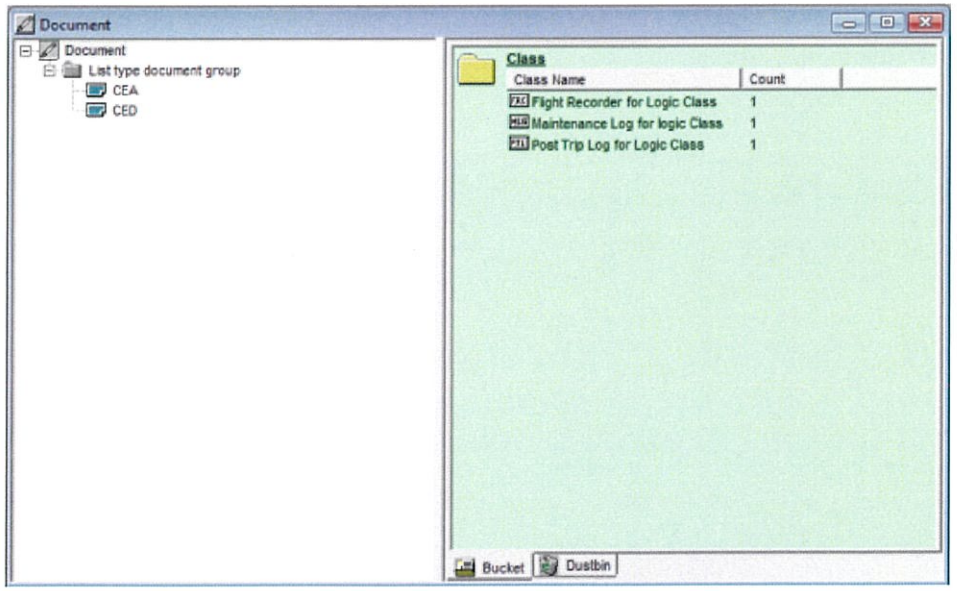
รูปที่ 2.24 การสร้างหน้าจอ Loop Plate ผ่าน LoopPlateCreator (SCALLOP)

2.5.6 การแก้ไขฐานข้อมูล ObjectDatabase (ORCA) (Document Window)

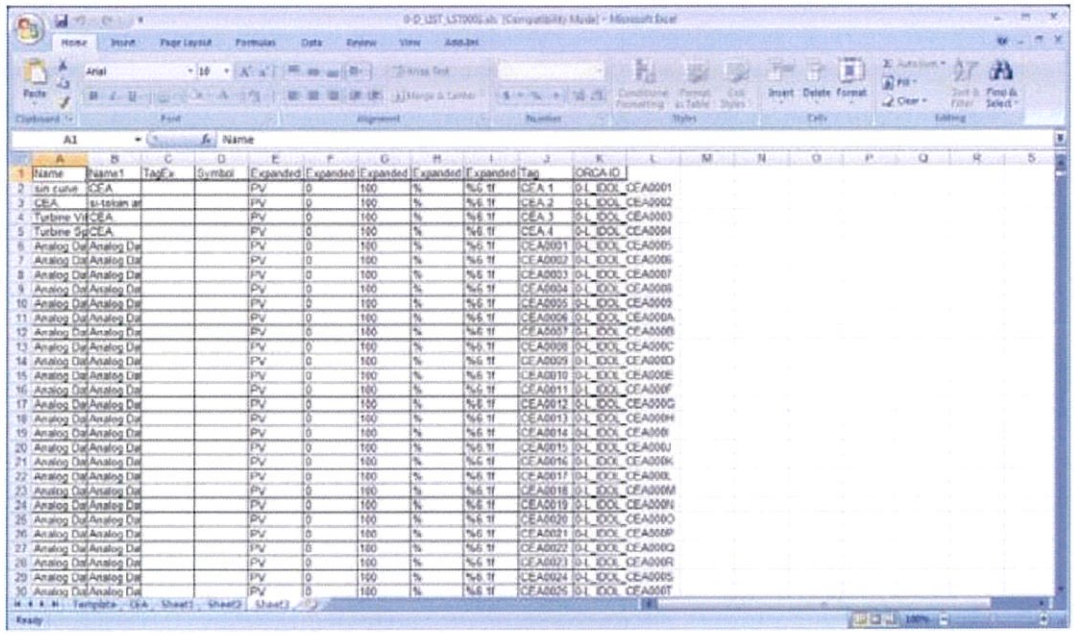
Document Window ใช้ในการยืนยันการดำเนินการ การแก้ไข และการเพิ่มข้อมูลที่สร้างจากแต่ละ Window

ใน Document Window ไฟล์จะตรงกับหัวข้อที่นำมาจาก ObjectDatabase (ORCA) ที่แสดงอยู่ในแผนภาพต้นไม้ ดังรูปที่ 2.25

ListCreator (CORAL) คือเครื่องมือใช้ในการดำเนินการ ซึ่งจะแก้ไขข้อมูลผ่าน Microsoft EXCEL ดังรูปที่ 2.26



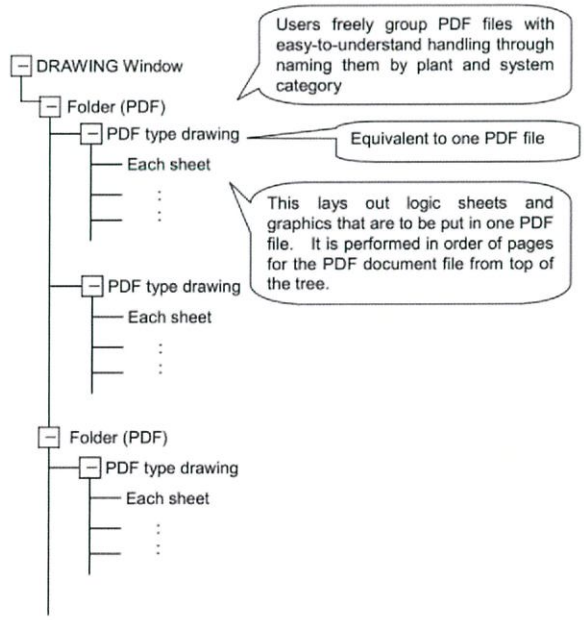
รูปที่ 2.25 แผนภาพต้นไม้ Document Window



รูปที่ 2.26 การแก้ไขฐานข้อมูลผ่าน Microsoft EXCEL

2.5.7 การแปลงข้อมูลที่ถูกออกแบบให้อยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ (Converting Drawing Window)

Drawing Window ใช้ในการแปลงงานที่ทำเสร็จแล้วในแต่ละ Window เป็น PDF พร้อมพิมพ์ออกมา ใน Drawing Window PDF ไฟล์ที่ถูกสร้างโดย Logic Window และ Graphic Window จะแสดงในโครงสร้างต้นไม้ดังภาพที่ 2.27



รูปที่ 2.27 แผนภาพต้นไม้ Drawing Window

2.5.8 การตั้งค่า MPS จาก EMS

การตั้งค่าคุณสมบัติของ Hardware Configuration

Hardware Configuration คือ การกำหนดอุปกรณ์ลงในซอฟต์แวร์เพื่อให้ฟังก์ชั่นการทำงานสอดคล้องกันกับอุปกรณ์ที่ใช้งาน ซึ่งในระบบ MPS จะมีอุปกรณ์ดังนี้

1. กำหนดประเภทของ CPU

2. ControlNetTM Interface Cards/ S-SCG Module กำหนดการทำงาน (A, B) และสถานที่การทำงาน (APC, MBC, SEQB)

3. ControlNet Adapter กำหนดหมายเลข (01, 02, ...) และสถานที่การทำงาน

4. IO Module กำหนดประเภทของโมดูล (AI, AO, DI, DO) หมายเลข และสถานที่การทำงาน

5. IO Signal กำหนดประเภทของสัญญาณ (Analog, Digital) ชื่ออุปกรณ์ และสถานที่การทำงาน

การโหลด Logic ไปยัง MPS

เมื่อสร้างแบบลอจิกควบคุมเสร็จแล้วใน System Window ข้อมูลจะส่งเข้า MPS ผ่านการ Load ซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่าง MPS และ System Window จะมีการเปรียบเทียบความแตกต่างจาก MPS ซึ่งตัวที่แตกต่างนี้จะทำการ Download เข้าสู่ MPS

การโหลดเข้าสู่ MPS จะมีอยู่สองวิธี

1. Offline Load เป็นวิธีที่โหลด Process Block ทั้งหมดหรือหลายไฟล์เข้า MPS ได้ในเวลาเดียวกัน

2. Online Load เป็นวิธีที่โหลด Process Block ได้ทีละไฟล์เท่านั้น

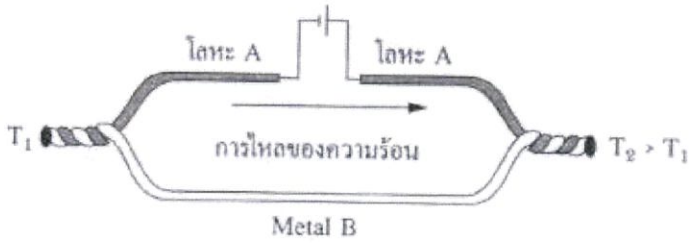
2.6 อุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่สามารถกำเนิดแรงดันไฟฟ้าได้เองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิระหว่างจุดสองจุด โดยไม่จำเป็นต้องกระตุ้นด้วยแหล่งจ่ายพลังงานจากภายนอก ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิหรือความร้อน

ทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างกัน 2 ชนิด ปลายข้างหนึ่งใช้เป็นจุดวัดอุณหภูมิหรือรอยต่อร้อน (measuring junction หรือ hot junction) ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งนำไปต่อกับมิเตอร์ เพื่อแสดงผล เรียกว่า รอยต่อเย็น (cold junction) หรือ จุดอ้างอิง หากจุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างรอยต่อร้อนและรอยต่อเย็น และทำให้เกิดการไหลของ

กระแสไฟฟ้าขึ้น ค่ากระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นสามารถวัดค่าและปรับให้อยู่ในหน่วยของอุณหภูมิได้ โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันไฟฟ้าขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะตัวนำของเทอร์โมคัปเปิล และอุณหภูมิที่จุดวัดซึ่ง การทำงานของเทอร์โมคัปเปิลเป็นไปดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 เทอร์โมคัปเปิล

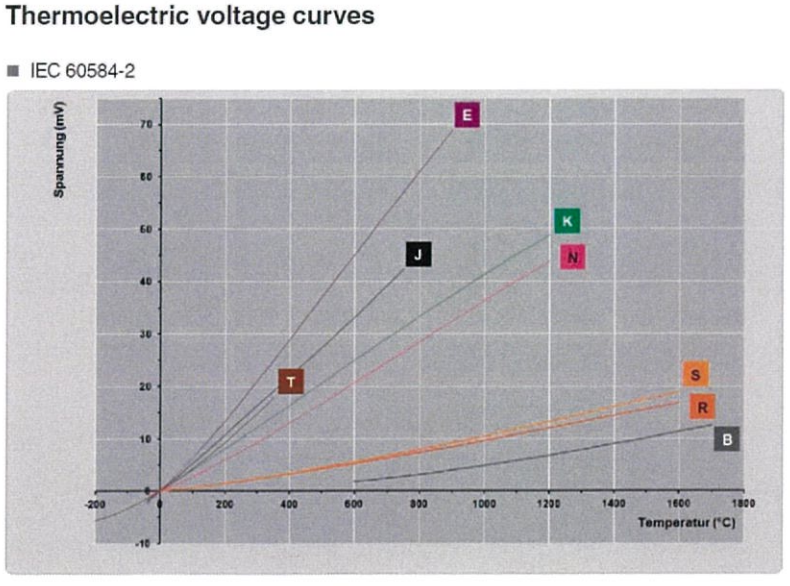
ข้อดีของเทอร์โมคัปเปิลประเภทนี้คือ

- ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงสุดเมื่อวัดอุณหภูมิเทียบกับแบบอื่นๆ ในสภาวะเดียวกัน
- วัดอุณหภูมิต่อเนื่องได้จากช่วง -250°C ถึง 871°C

รูปที่ 2.29 เป็นกราฟแสดงค่ามัลติโวลท์ กับค่าของอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิล Type E เปรียบเทียบกับ เทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ กัน

2.6.2 อุปกรณ์วัดแรงสั่นสะเทือน ประเภท Piezoelectric Velocity Transducer

เป็นอุปกรณ์วัดแรงสั่นสะเทือนที่ใช้ในการวัดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องจักร เช่น แบริ่งของมอเตอร์พัดลม โดยอาศัย Piezoelectric เป็นตัวตรวจสอบและแปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าตามสัดส่วนของแรงสั่นสะเทือน

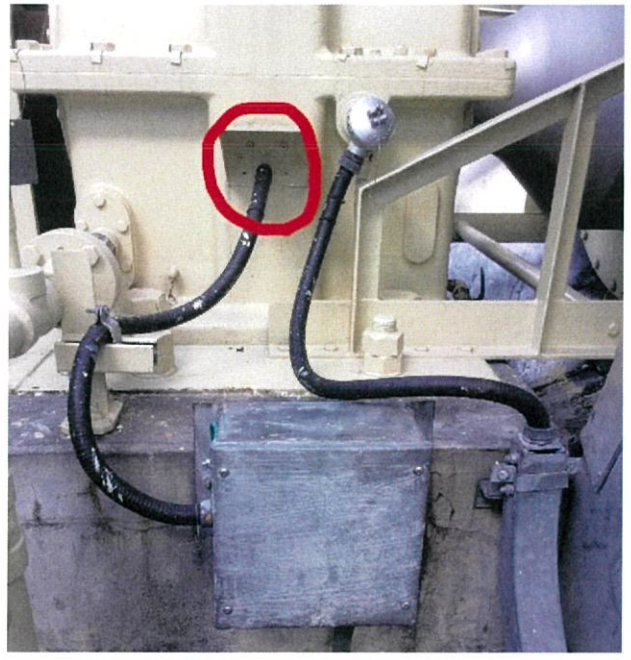


รูปที่ 2.29 กราฟแสดงค่ามัลติโวลท์ กับค่าของอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลชนิดต่างๆ กัน

เปียโซอิเล็กตริก (Piezoelectric)

เป็นอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของ Active Transducer หลักการทำงานของเปียโซอิเล็กตริกเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ทำให้พลังงานสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้คือเปลี่ยนจากพลังงานรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีรูปแบบหนึ่ง กล่าวคือเมื่อมีแรงมากระทำบนคริสตัล (Crystal) เช่น Quartz, Rochelle Salt และ Tourmaline เป็นต้น การแทนที่ของคริสตัลจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในทางกลับกันถ้า ป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับคริสตัลจะทำให้คริสตัลเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจากเดิม ซึ่งคุณสมบัติที่กล่าวมานี้คือคุณสมบัติของเปียโซอิเล็กตริก

โดยลักษณะการติดตั้งใช้งานวัดแรงสั่นสะเทือนของแบริ่งมอเตอร์พัดลม จะใช้หัวโพรบเข้าไปสัมผัสกับเคสของแบริ่งมอเตอร์พัดลม เพื่อวัดแรงสั่นสะเทือน ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 ลักษณะการติดตั้งใช้งานวัดแรงสั่นสะเทือนของแบริ่งมอเตอร์พัดลม

2.6.3 Flow Switch

Flow Switch หรือ Flow Relay ใช้สำหรับตรวจจับอัตราการไหลของของไหลในแนวแรงดันสามารถใช้ได้กับการไหลแกนตั้งและแกนนอน

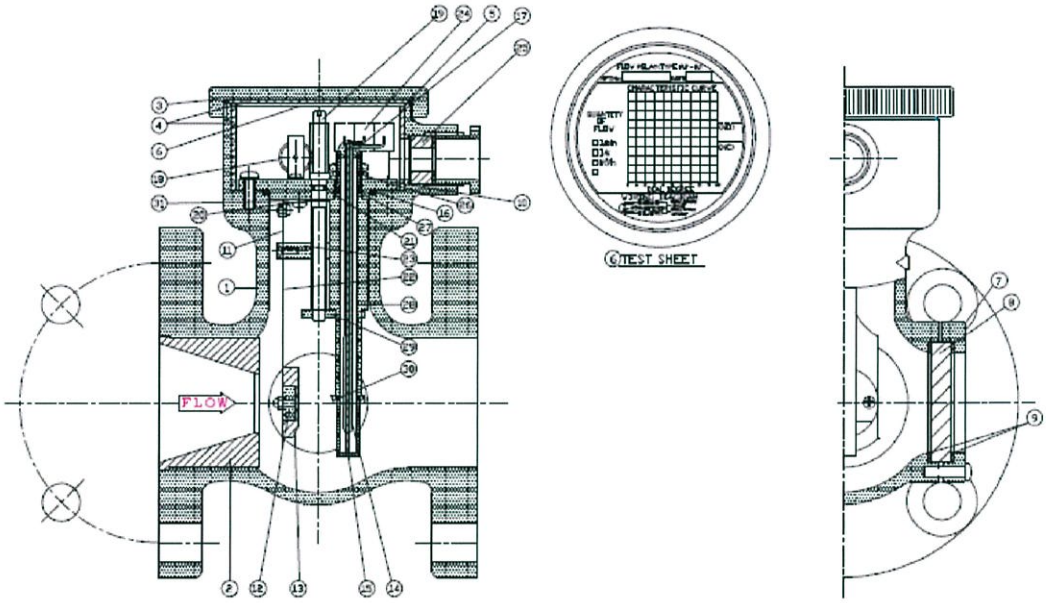
โครงสร้างและหลักการทำงาน

โครงสร้างของ Flow switch แสดงดังรูปที่ 2.31 ขณะทำงานของไหลที่วิ่งเข้ามาจะมากระทบกับ Plain Spring (22) ที่ส่วนปลายที่ถูกปล่อยอย่างอิสระและมีแม่เหล็กถาวร (12) ติดอยู่ เมื่อความเร็วของของไหลเพิ่มขึ้นปลาย Plain Spring จะเบนเข้าหาท่อ (28) ที่ภายในมีรีดสวิตช์ (14) เมื่อแม่เหล็กเข้าใกล้ระยะทางที่กำหนดหน้าสัมผัสของรีดสวิตช์จะลู่ไปตามแนวสนามจนสัมผัสกับอีกด้าน

หนึ่งทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบวงจร ในทางกลับกันหากอัตราการไหลลดลงแม่เหล็กถาวรจะห่างจากรีดสวิตช์ทำให้หน้าสัมผัสกลับไปสัมผัสกับอีกด้านหนึ่งในทิศทางตรงกันข้าม

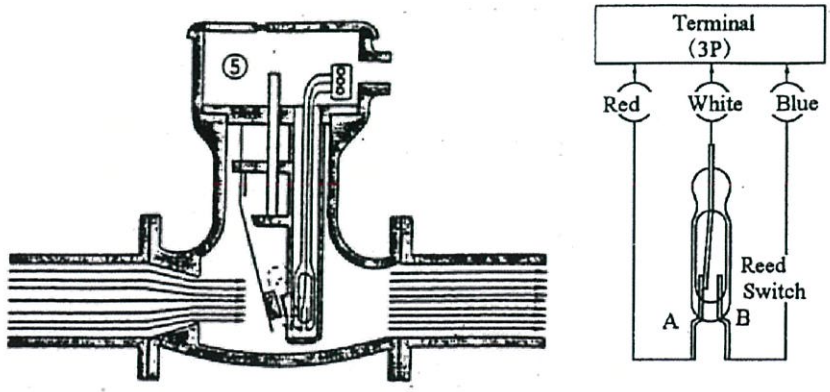
เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น แม่เหล็กก็จะเบนเข้าหารีดสวิตช์ จะทำให้หน้าสัมผัส A ปิด และหน้าสัมผัส B เปิด ดังรูปที่ 2.32

เมื่ออัตราการไหลลดลง แม่เหล็กก็จะเบนออกห่างจากรีดสวิตช์ รีดสวิตช์จะไม่อยู่ภายใต้อำนาจแม่เหล็ก ทำให้หน้าสัมผัส A เปิด และ หน้าสัมผัส B ปิด ดังรูปที่ 2.33

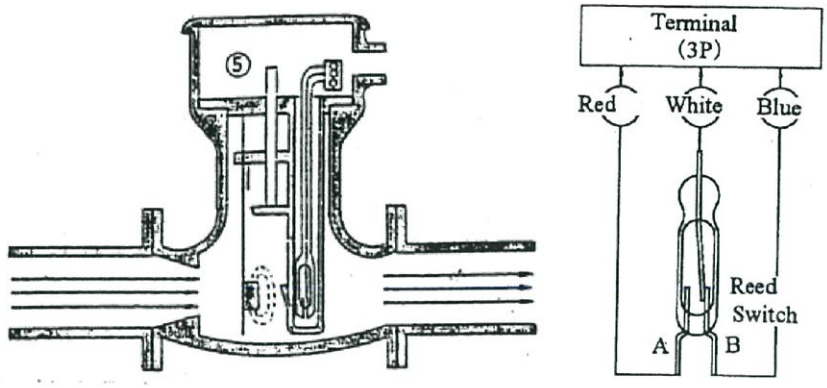


1:CASING 2:NOZZLE 3:COVER 4:INSULATION 5:"O"RING 6:TEST SHEET 7:FRAME 8:SIGHT GLASS 9:PACKING 10:FIT UP STAND 11:FIXED PLATE SPRING 12:MAGNET 13:CAP 14:REED SWITCH 15:SUPPORTER 16:"O"RING 17:BUSH 18:DIAL 19:SCREW 20:STOP RING 21:"O"RING 22:MOVING PLATE SPRING 23:FULCRUM 24:TERMINAL 25:PACKING 26:LOCK NUT 27:"O"RING 28:PIPE 29:STOPPER 30:STOPPER 31:FIT UP PLATE

รูปที่ 2.31 โครงสร้างของ Flow Switch

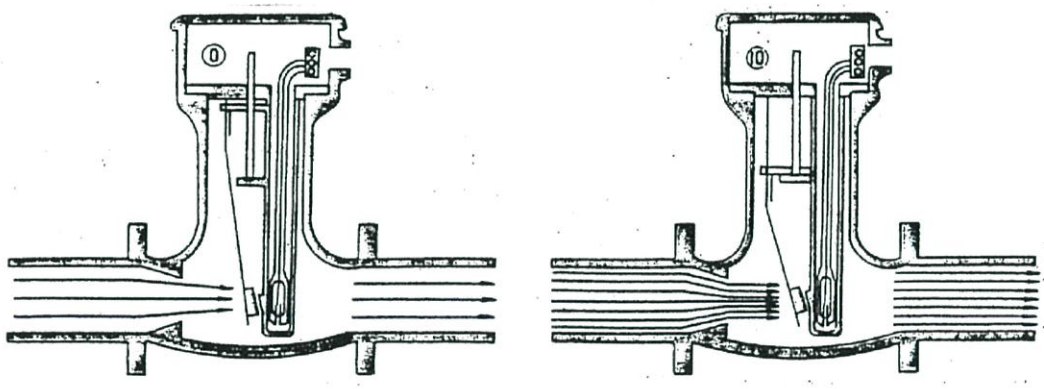


รูปที่ 2.32 การทำงานของ Flow Switch เมื่ออัตราการไหลเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.33 การทำงานของ Flow Switch เมื่ออัตราการไหลลดลง

ค่าอัตราการไหลที่จะทำให้สวิตช์เปลี่ยนสถานะนั้นสามารถปรับตั้งได้โดยปรับ สกรู (19) ซึ่งจะทำให้ค่าความแข็งของสปริงเปลี่ยนไป



รูปที่ 2.34 การทำงานของ Flow Switch เมื่อมีการปรับแรงสปริงที่ขนาดต่างกัน

จากรูปที่ 2.34 ด้านซ้ายเป็นการปรับสกรูไปที่ตำแหน่งสูงที่สุด เป็นจุดที่แรงสปริงน้อยที่สุด (minimum spring force) ณ จุดนี้ Switch จะเปลี่ยนสถานะที่อัตราการไหลน้อยที่สุด แต่ถ้าหากปรับ สกรูไปที่ตำแหน่งต่ำที่สุด จามรูปด้านขวา จะเป็นจุดที่มีแรงสปริงมากที่สุด (maximum spring force) ณ จุดนี้ Switch จะเปลี่ยนสถานะที่อัตราการไหลมากที่สุด

บทที่ 3
การวางแผนดำเนินงานและออกแบบโปรแกรมควบคุม
พัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

การวางแผนดำเนินงานและเขียนโปรแกรมควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา ประกอบด้วยการดำเนินการ 4 ส่วนหลักๆ คือ การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพัดลมเพื่อให้เข้าใจการทำงานของพัดลมและอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้อง สำรวจพื้นที่หน้างานเพื่อวางแผนการติดตั้งสายไฟชั่วคราวพร้อมทั้งจัดทำแบบการเดินสายไฟ (Wiring Diagram) เขียนโปรแกรมควบคุมพัดลม และทำการทดสอบสัญญาณและฟังก์ชันการทำงาน

3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของโครงการ

3.1.1 ศึกษากระบวนการต่างๆ ภายในโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน

ตั้งแต่กระบวนการลำเลียงเชื้อเพลิงถ่านหิน ระบบหม้อต้มไอน้ำ ระบบกังหันไอน้ำ กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำ ระบบการไหลของอากาศภายในเตาเผา กระบวนการผลิตไฟฟ้าออกมา จนกระทั่งการลดมลพิษก่อนปล่อยแก๊สเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม การศึกษาในขั้นนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบหน้าที่การทำงานต่างๆ ภายในโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน โดยเฉพาะระบบการไหลของอากาศภายในเตาเผาซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

3.1.2 ศึกษารายละเอียดและโครงสร้างของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

เป็นการศึกษาหลักการทำงานของตัวพัดลมจากเอกสารต่างๆ ทั้งในด้านส่วนประกอบ โครงสร้างต่างๆ การทำงานของพัดลม หน้าที่และความสำคัญในระบบการไหลของอากาศภายในเตาเผา ความเกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้ทราบเกี่ยวกับพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผาที่เราจะทำการควบคุม

3.1.3 ศึกษาเกี่ยวกับ DCS ยี่ห้อ DIASYS Netmation และ Logic function

เป็นการศึกษาระบบควบคุมแบบกระจายส่วนยี่ห้อ DIASYS Netmation เพื่อเข้าใจถึงระบบและการทำงานของอุปกรณ์ รวมไปถึงศึกษา Logic function เพื่อที่จะเป็นพื้นฐานในการออกแบบโปรแกรมต่อไป

3.1.4 ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา Logic Diagram ทำให้ทราบถึงอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมพัดลมมีอุปกรณ์ที่ถูกใช้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายการอุปกรณ์การวัดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE	SCALE RANGE
1	01HNC01CT001	IDF-A BRG. TEMP. (NON-DRIVE END)	TYPE E	0 - 150 deg.C
2	01HNC01CT002	IDF-A BRG. TEMP. (DRIVE END)	TYPE E	0 - 150 deg.C
3	01HNC01CY001	IDF-A BRG. VIBRATION (NON-DRIVE END)	PICK-UP	0 - 300 μm
4	01HNC01CY002	IDF-A BRG. VIBRATION (DRIVE END)	PICK-UP	0 - 300 μm
5	01PGA02CF214	IDF-A MOTOR COOLING WATER FLOW LO	FLOW SWITCH	

จากตารางข้างต้น จะพบว่า มีอุปกรณ์การวัด 3 ชนิดคือ

1. Thermocouple Type E
2. Vibration Transducer อาศัยหลักการของ Piezoelectric
3. FLOW SWITCH

ทำการศึกษาอุปกรณ์การวัดเหล่านี้ให้เข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์การวัด เพื่อนำไปออกแบบการควบคุม ออกแบบการใช้งาน รวมถึงจัดทำ Connection Wiring Diagram ต่อไป

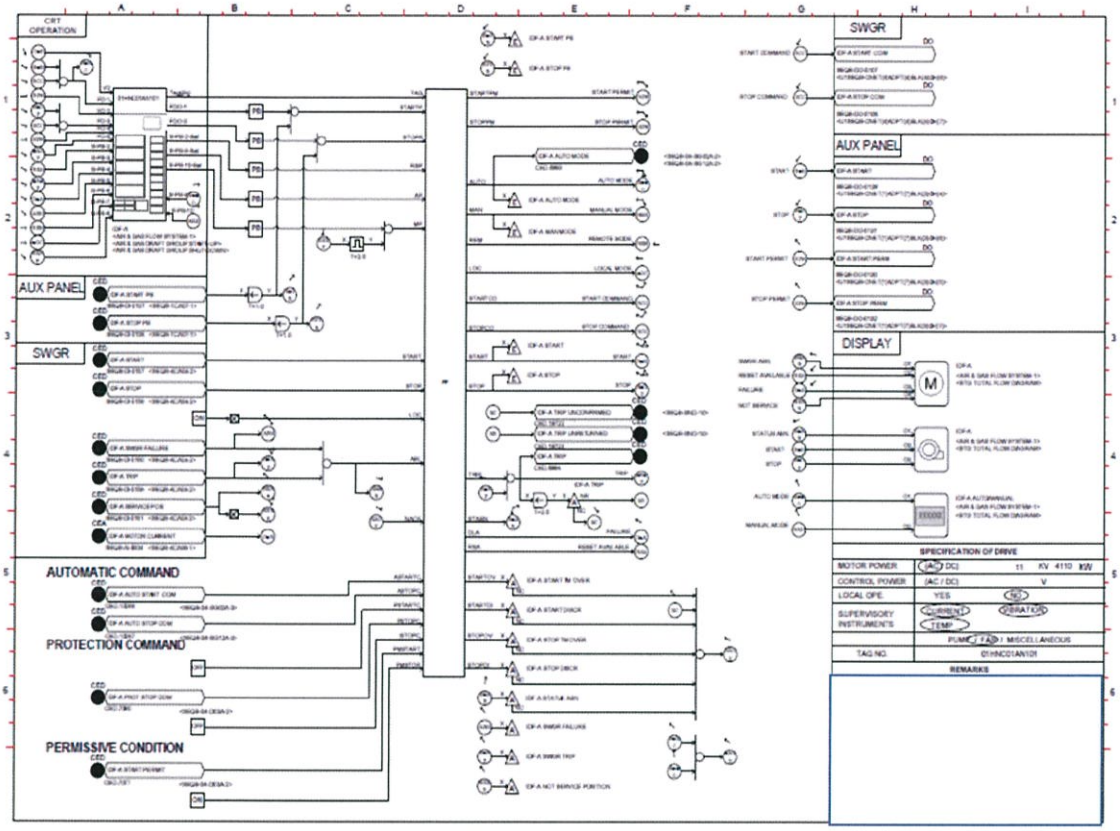
3.2 วิเคราะห์ Logic Diagram ของระบบควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

เนื่องจากการเขียนโปรแกรมควบคุมพัดลมชั่วคราวขึ้นมานั้นอาศัยเค้าโครงร่างของ Logic Diagram เดิม มาทำการวิเคราะห์การทำงานเพื่อตัดส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่ได้ใช้งานออกและเขียนส่วนที่จำเป็นเพิ่มเข้าใจ ดังนั้น จึงต้องทำการศึกษาการทำงานของระบบควบคุมพัดลมในสภาวะปกติจาก Logic Diagram เดิม เพื่อให้เข้าใจหลักการทำงานและอินพุต/เอ้าพุตต่างๆ แล้วจึงวิเคราะห์ออกแบบ Logic Diagram การทำงานของระบบควบคุมพัดลมชั่วคราว

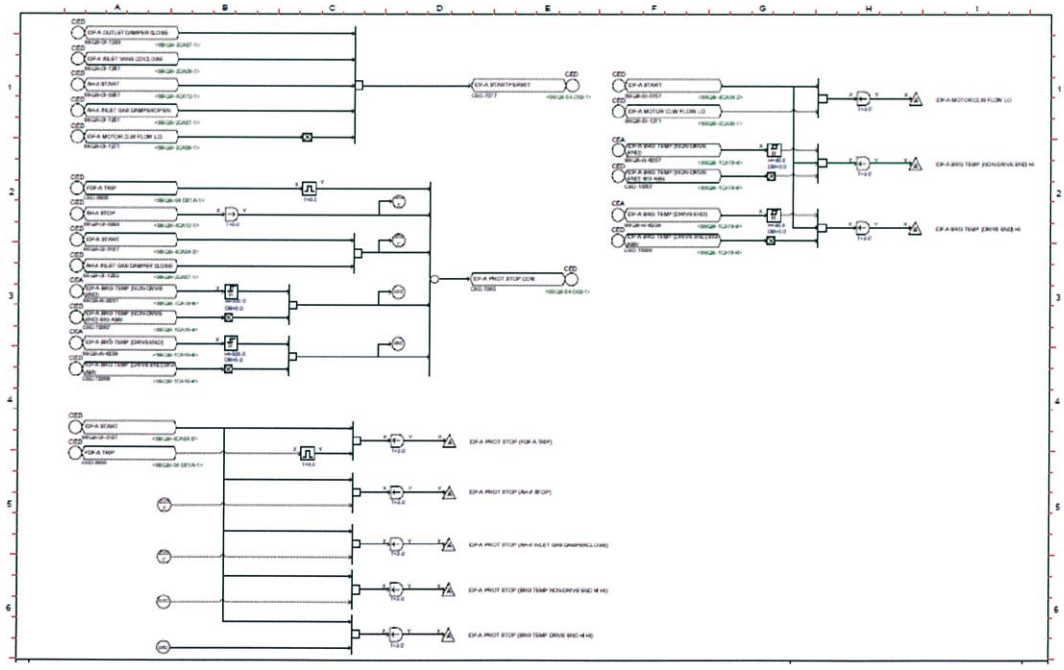
3.2.1 วิเคราะห์การทำงานของระบบควบคุมพัดลมในสภาวะปกติจาก Logic Diagram

ทำการศึกษาการทำงานของพัดลม จากการวิเคราะห์ Logic Diagram ที่ทำการควบคุมพัดลมอยู่ในสภาวะปกติเพื่อให้เข้าใจการทำงานของพัดลมดูดอากาศในเตาเผานี้ ซึ่ง Logic Diagram หลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้มีอยู่สองหน้า Logic Sheet ซึ่งจะอยู่ใน ระบบ SEQ-B ระบบย่อย AIR & GAS FLOW SYSTEM ชื่อลอจิกชีท IDF-A (1/2) และ IDF-A (2/2) หน้าลอจิกชีท IDF-A (1/2) และ

IDF-A (2/2) แสดงดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2 ตามลำดับ จากนั้นนำ Logic Sheet ทั้งสองแผ่นมาวิเคราะห์ทีละส่วนดังนี้



รูปที่ 3.1 Logic Diagram ชื่อ IDF-A (1/2)



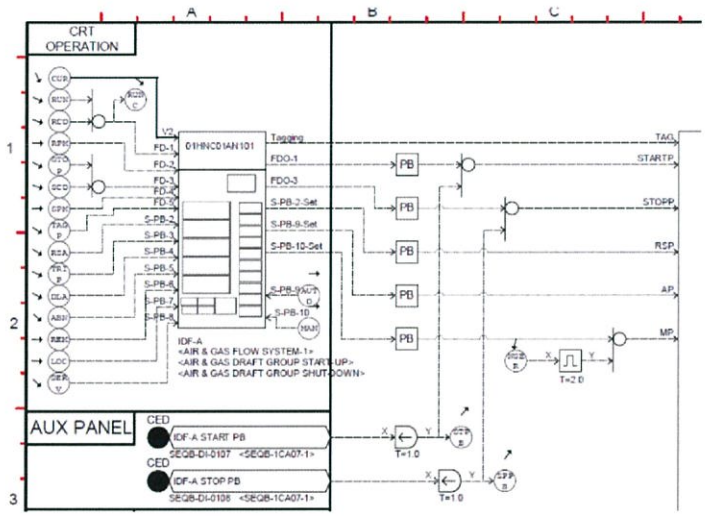
รูปที่ 3.2 Logic Diagram ชื่อ IDF-A (2/2)

3.2.1.1 MODE SELECT

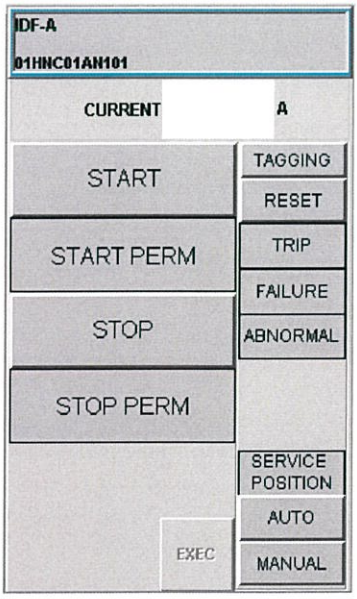
ในชุดคำสั่งนี้เป็นคำสั่งในการเลือกโหมดการทำงานเกี่ยวกับการควบคุมระบบ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3.2 และลอจิกของชุดคำสั่ง MODE SELECT แสดงดังรูปที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 รายการ MODE SELECT

ITEM		OPERATION/CONDITION
MODE SELECT	CTR	AUTO / MANUAL
		REMOTE/LOCAL



รูปที่ 3.3 Logic ส่วน CTR Operation



รูปที่ 3.4 CTR Operation หรือ Loop Plate ซึ่งเป็นส่วนของ HMI

AUTO / MANUAL จะถูกสั่งงานจากเครื่อง OPS ผ่าน CTR Operation หรือ Loop Plate ดังรูปที่ 3.4

- AUTO MODE พัดลมจะถูกควบคุมแบบอัตโนมัติ
- MANUAL MODE พัดลมจะถูกควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงาน

ในส้วนของ REMOTE/LOCAL นั้นมีรายละเอียดดังนี้

- REMOTE MODE พัดลมจะถูกควบคุมแบบระยะไกล
- LOCAL MODE พัดลมจะถูกควบคุมจากตู้ Switch Gear

ซึ่งจากลอจิกดังรูปที่ 3.5 พบว่าพัดลมจะทำงานด้วย REMOTE MODE ตลอดเวลา

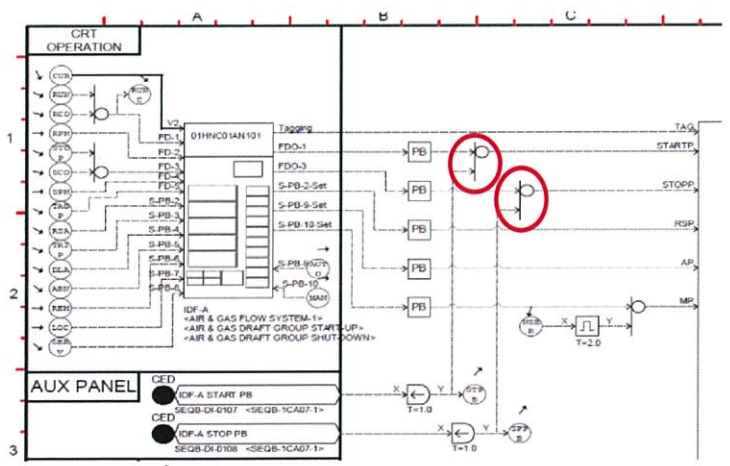
รูปที่ 3.5 Logic ส่วนควบคุม REMOTE/LOCAL

3.2.1.2 MANUAL OPERATION

ซึ่งรายละเอียดของชุดคำสั่ง MANUAL OPERATION แสดงดังตารางที่ 3.3 และลอจิกของชุดคำสั่ง MANUAL OPERATION แสดงดังรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.3 รายการ MANUAL OPERATION

ITEM		OPERATION/CONDITION
MANUAL OPERATION	CTR	START/STOP
	AUX PANEL	START/STOP

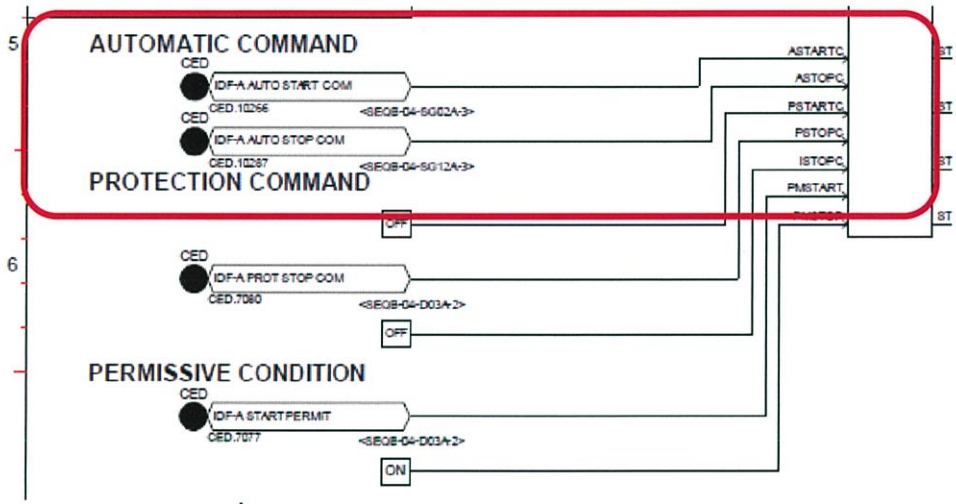


รูปที่ 3.6 Logic ส่วนควบคุม START/STOP

รูปที่ 3.7 AUX PANEL ในห้องควบคุมกลาง

3.2.1.3 AUTOMATIC OPERATION

เป็นฟังก์ชันก์ที่ทำงานเมื่อการควบคุมอยู่ใน AUTO MODE ซึ่งลอจิกของชุดคำสั่ง AUTOMATIC OPERATION แสดงดังรูปที่ 3.8 และ รายละเอียดของชุดคำสั่ง AUTOMATIC OPERATION แสดงดังตารางที่ 3.4



รูปที่ 3.8 Logic ส่วน AUTOMATIC OPERATION

ตารางที่ 3.4 รายการ AUTOMATIC OPERATION

ITEM		OPERATION/CONDITION
AUTOMATIC OPERATION	AUTO START COM.	AUTO START COMMAND →
	AUTO STOP COM.	AUTO STOP COMMAND →

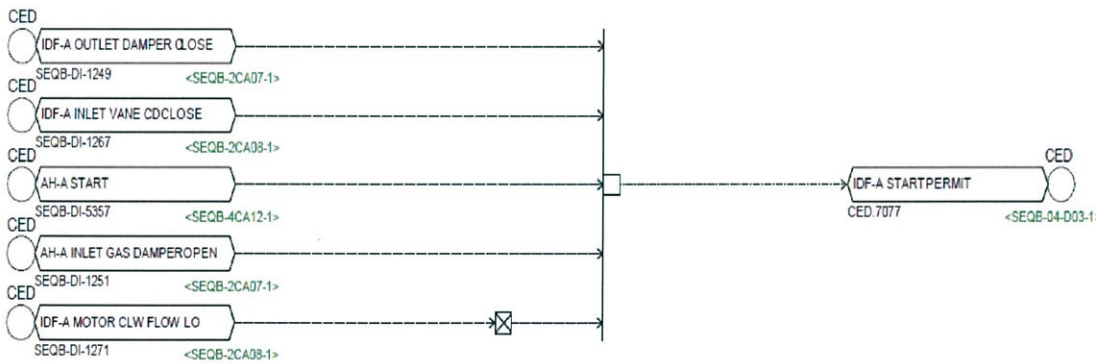
AUTO START COMMAND และ AUTO STOP COMMAND เป็นลอจิกที่สั่งงานให้ระบบที่ทำงานอยู่ใน AUTO MODE ทำการ START/STOP โดยการควบคุมแบบอัตโนมัตินั้นจะถูกควบคุมโดยระบบ Automatic Plant Control (APC)

3.2.1.4 START PERMISSIVE

เป็นลอจิกที่จะเป็นตัวอนุญาตให้ระบบพัดลมเริ่มทำงานได้หรือไม่ รายละเอียดของชุดคำสั่ง START PERMISSIVE แสดงดังตารางที่ 3.5 และลอจิกของชุดคำสั่ง START PERMISSIVE แสดงดังรูปที่ 3.9 โดยจะยินยอมให้พัดลมเริ่มทำงานเมื่อมีทั้งหมด 5 เงื่อนไขพร้อมกันคือ

ตารางที่ 3.5 รายการ START PERMISSIVE

ITEM	OPERATION/CONDITION
START PERMISSIVE	IDF OUTLET DAMPER CLOSE IDF INLET VANE 0% POSITION AH START AH INLET GAS DAMPER OPEN MOTOR COOLING WATER FLOW LOW



รูปที่ 3.9 Logic ส่วน START PERMISSIVE

1. IDF OUTLET DAMPER CLOSE และ 2. IDF INLET VANE 0% POSITION

Damper ฝั่งขาออก และ Vane ฝั่งขาเข้าต้องปิดอยู่เพื่อทำให้โหลดในขณะสตาร์ทของพัดลมน้อยที่สุด โดยการปิดกั้นทางเข้าออกของอากาศทั้งสองด้านนั้นทำให้ปริมาตรอากาศในระบบมีอย่างจำกัดในพื้นที่นั้น จะช่วยทำให้ประหยัดพลังงานในการสตาร์ทมอเตอร์ขับพัดลม

3. AH START และ AH INLET GAS DAMPER OPEN

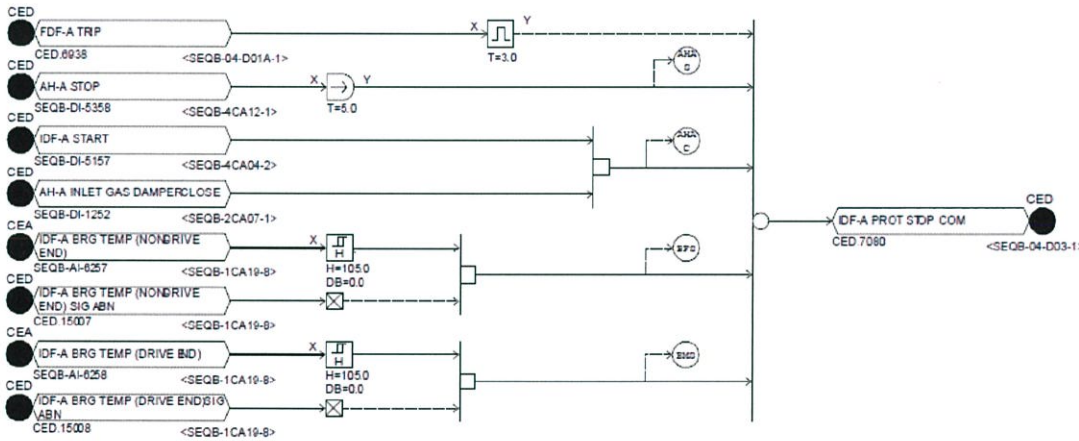
Air Heater ต้องทำงานพร้อมด้วย Damper ด้านขาเข้าของ Air Heater ต้องเปิดอยู่ เพื่อที่เมื่อพัดลมเริ่มทำงานแล้วอากาศที่ถูกปล่อยออกมาจะมีอุณหภูมิไม่สูง เนื่องจากถูก Air Heater ลดอุณหภูมิโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนมาแล้วและหาก Air Heater ไม่ทำงานหรือ Damper ด้านขาเข้าของ Air Heater ต้องปิดอยู่แสดงว่าระบบยังไม่พร้อมทำงานหากทำการสตาร์ทพัดลมอาจทำให้เกิดความเสียหายได้

4. MOTOR COOLING WATER FLOW LOW

ระบบหล่อเย็นของมอเตอร์จะต้องมีน้ำอยู่ในระดับที่ไม่ต่ำกว่าที่กำหนด เพื่อไม่ทำให้มอเตอร์เสียหายเมื่อสตาร์ทพัดลมไปแล้ว

3.2.1.5 PROTECTION STOP COMMAND

ลอจิกของชุดคำสั่ง PROTECTION STOP COMMAND แสดงดังรูปที่ 3.10 เป็นลอจิกที่ทำหน้าที่หยุดการทำงานของพัดลมเพื่อป้องกันความผิดพลาด หรือความเสียหายต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นตามเงื่อนไขต่อไปนี้



รูปที่ 3.10 Logic ส่วน PROTECTION STOP COMMAND

1. FDF TRIP

เมื่อ FDF TRIP ทำให้ไม่มี Air Supply จ่ายเข้ามาในระบบ ถ้า IDF ยังคงทำงานต่อไปจะทำให้ความดันในเตาเผาลดต่ำลงเรื่อยๆ จนอาจจะยุบตัวได้ โดยจากลอจิกเมื่อ FDF TRIP จะมีการส่งสัญญาณ 1 ลูกคลื่น (3 วินาที) ไปสั่งให้ PROTECTION STOP COMMAND ทำงาน

2. AH STOP

เมื่อ AH STOP เป็นเวลา 5 วินาที คำสั่ง PROTECTION STOP COMMAND จะทำงาน เนื่องจากเมื่อ Air Heater ไม่ทำงาน อากาศที่ถูกดูดออกมาจะไม่มีการลดอุณหภูมิลง จะส่งผลทำให้ระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ ได้รับอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้เสียหายได้ นอกจากนี้ยังอาจจะหมายถึงระบบมีการทำงานผิดพลาดซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน

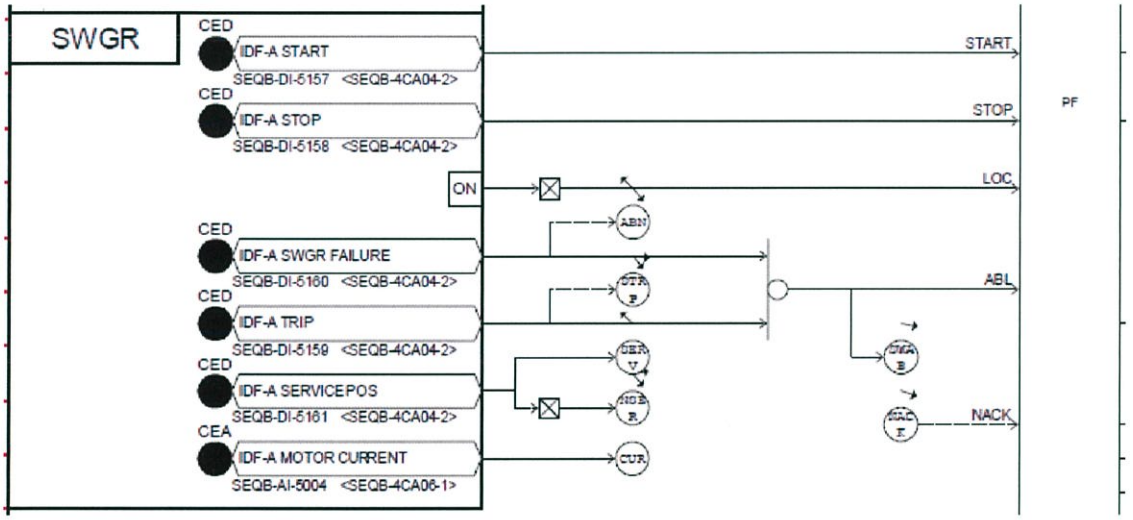
3. IDF START และ AH INLET DAMPER CLOSE

ขณะที่ IDF ทำงานอยู่แล้ว Damper ขาเข้าของ AH ถูกปิดอยู่จะทำให้เมื่อ Damper ขาเข้าของ AH เปิดออกความร้อนสะสมในขณะที่ปิดอยู่นั้นสูงเกินไป เมื่อปล่อยออกมา AH ไม่สามารถลดอุณหภูมิลงได้ทัน นอกจากนี้ยังอาจจะหมายถึงระบบมีการทำงานผิดพลาดซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้เช่นกัน

4. IDF-A BRG.TEMP. (ทั้งด้าน NON DRIVE END และ DRIVE END)

เมื่ออุณหภูมิของ IDF-A BRG.TEMP. สูงขึ้นเกิน 105 องศาเซลเซียส โดยที่ไม่มีสัญญาณ Abnormal คำสั่ง PROTECTION STOP COMMAND จะทำงานเนื่องจากเมื่อความร้อนของแบริ่งสูงขึ้น อาจจะเกิดความผิดปกติกับแบริ่งหรือระบบขับพัดลมได้ ถ้ายังเดินเครื่องต่อไปเรื่อยๆ จะทำให้เกิดความเสียหายได้

3.2.1.6 SWGR OPERATION



รูปที่ 3.11 Logic ส่วน SWGR OPERATION

ลอจิกของชุดคำสั่ง SWGR OPERATION แสดงดังรูปที่ 3.11 คำสั่งชุดนี้มีสัญญาณอินพุตมาจาก Switch Gear มีรายละเอียดดังนี้

1. IDF START/STOP ทำงานเมื่อ Switch Gear สั่ง START/STOP IDF

2. IDF SWGR FAILURE ทำงานเมื่อการทำงานของ Switch Gear ล้มเหลว

3. IDF TRIP ทำงานเมื่อ IDF TRIP

4. IDF SERVICE POSITION ทำงานเมื่อ IDF อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมทำงาน (โดยปกติ Switch Gear จะมีการทำงานใน 2 ตำแหน่ง คือ SERVICE POSITION ตำแหน่งสำหรับใช้งาน และ TEST POSITION เป็นตำแหน่งสำหรับทดสอบวงจรซึ่งจะทำงานแค่ภายในตู้ Switch Gear ไม่ส่งผลไปยังอุปกรณ์หน้างาน)

5. IDF MOTOR CURRENT ใช้สำหรับตรวจสอบกระแสของมอเตอร์ว่ามีความผิดปกติอย่างไรหรือไม่ โดยรับกระแสมาจากมอเตอร์ขับพัดลม

3.2.1.7 ALARM

ลอจิกของชุดคำสั่ง ALARM แสดงดังรูปที่ 3.12, 3.13 และ 3.14 ซึ่งเป็นส่วนของการแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นกับระบบโดยจะขึ้นแจ่งเตือนที่หน้าจอ OPS

1. START/STOP TIME OVER แจ้งเตือนเมื่อใช้เวลาในการ START หรือ STOP นานเกินไปจนผิดปกติ

2. STATUS ABNORMAL แจ้งเตือนเมื่อระบบมีความผิดปกติ

3. IDF SWGR FAILURE แจ้งเตือนเมื่อ การทำงานของ Switch Gear ล้มเหลว

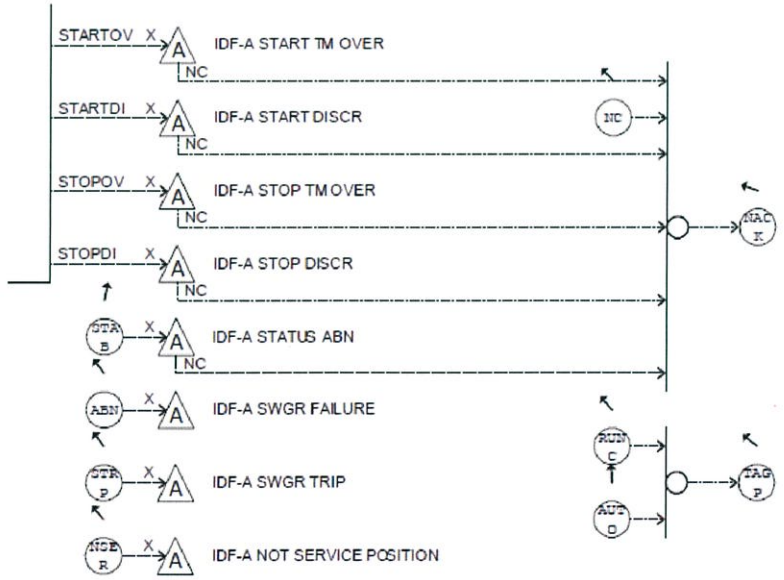
4. IDF SWGR TRIP แจ้งเตือนเมื่อ SWGR IDF TRIP

5. IDF NOT SERVICE POSITION แจ้งเตือนเมื่อ IDF ไม่อยู่ในตำแหน่งที่พร้อมทำงาน

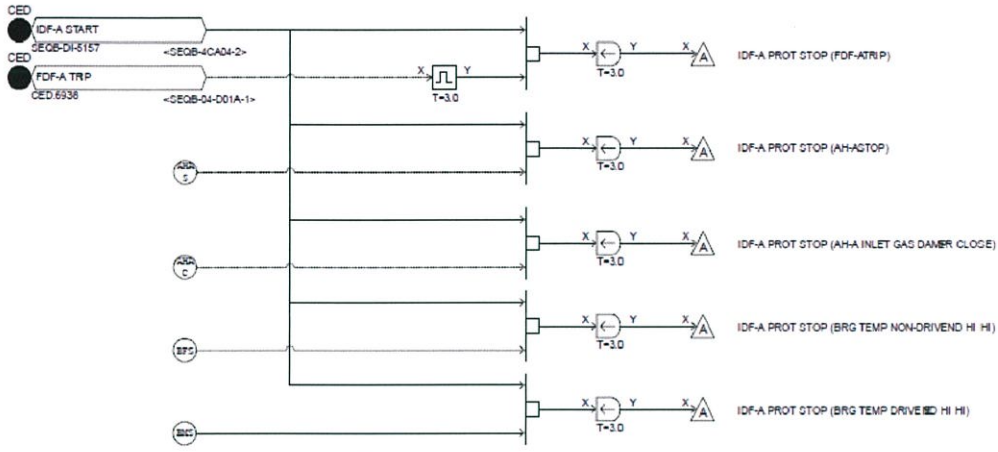
6. IDF PROT STOP (FDF TRIP) เมื่อ IDF START และ FDF TRIP ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

7. IDF PROT STOP (AH STOP) เมื่อ IDF START และ AH STOP ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

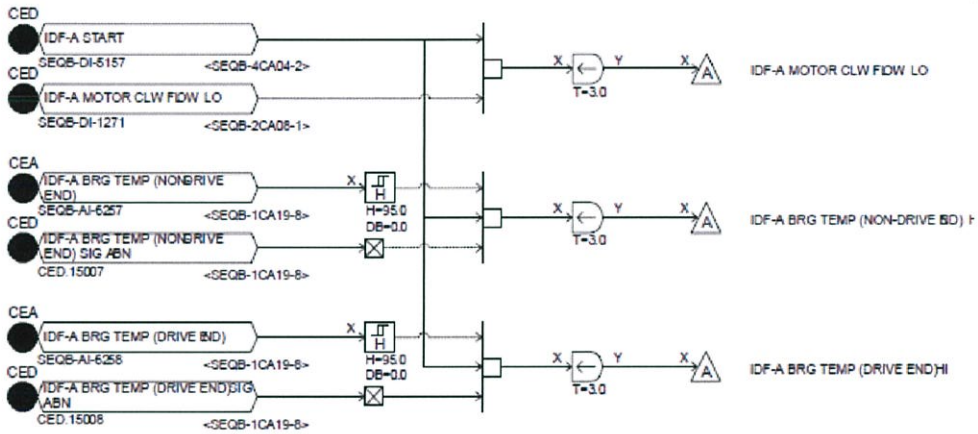
8. IDF PROT STOP (AH INLET DAMPER CLOSE) เมื่อ IDF START และ AH INLET DAMPER CLOSE ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)



รูปที่ 3.12 Logic ส่วน ALARM 1



รูปที่ 3.13 Logic ส่วน ALARM 2



รูปที่ 3.14 Logic ส่วน ALARM 3

9. IDF PROT STOP (IDF-A BRG.TEMP (NON DRIVE END)) HI HI เมื่อ IDF START และ และ IDF-A BRG.TEMP (NON DRIVE END) HIGH HIGH ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

10. IDF PROT STOP (IDF-A BRG.TEMP (DRIVE END)) HI HI เมื่อ IDF START และ และ IDF-A BRG.TEMP (DRIVE END) HIGH HIGH ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

11. IDF MOTOR CLW FLOW LO เมื่อ IDF START และ MOTOR COOLING WATER FLOW LOW ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

12. IDF-A BRG.TEMP (NON-DRIVE END) HI เมื่ออุณหภูมิของ IDF-A BRG.TEMP. (NON-DRIVE END) สูงขึ้นถึง 95 องศาเซลเซียส โดยที่ไม่มีสัญญาณ Abnormal ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

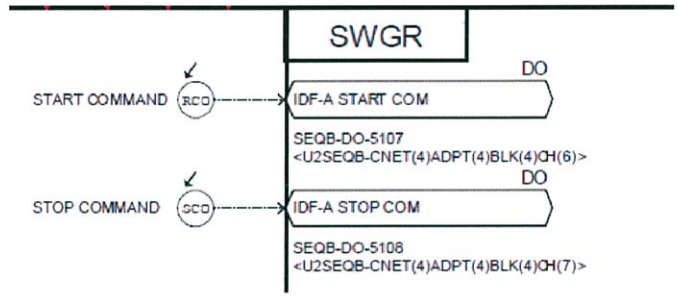
13. IDF-A BRG.TEMP (DRIVE END) HI เมื่ออุณหภูมิของ IDF-A BRG.TEMP. (DRIVE END) สูงขึ้นถึง 95 องศาเซลเซียส โดยที่ไม่มีสัญญาณ Abnormal ระบบจะแจ้งเตือน และมี Delay off 3 s (เมื่อเงื่อนไขกลับมาเป็นปกติแล้ว 3 วินาที จึงจะหยุดแจ้งเตือน)

3.2.1.8 สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุม Switch Gear

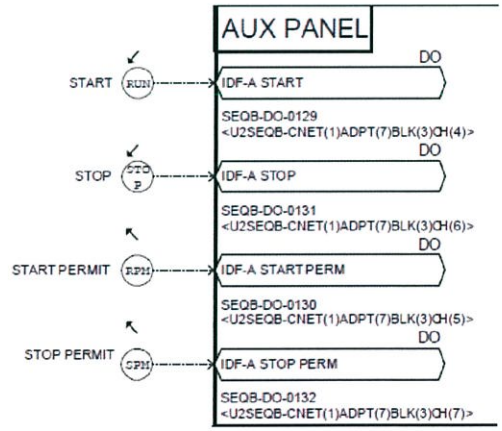
START COMMAND และ STOP COMMAND เป็นลอจิกที่ส่งไปสั่งงานให้ Switch Gear ทำการ START/STOP พัดลม ลอจิกของชุดคำสั่ง ALARM แสดงดังรูปที่ 3.15

3.2.1.9 สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุมไฟสถานะที่หน้าตู้ AUX PANEL

ลอจิกของชุดคำสั่ง ALARM แสดงดังรูปที่ 3.16 เมื่อระบบมีสถานะต่างๆ ตามรูปลอจิก START, STOP, START PERMIT และ STOP PERMIT จะส่งสัญญาณออกไปควบคุมไฟสถานะที่หน้าตู้ AUX PANEL



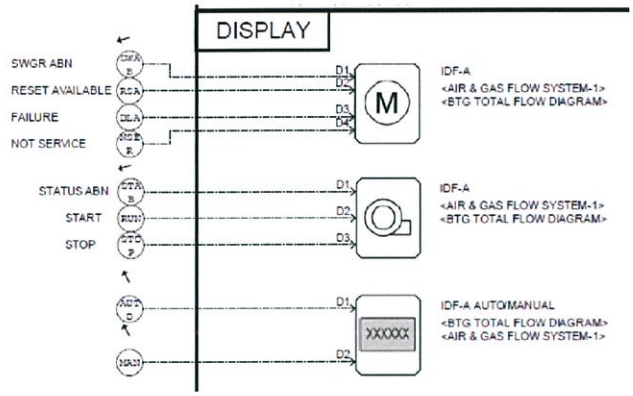
รูปที่ 3.15 Logic สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุม Switch Gear



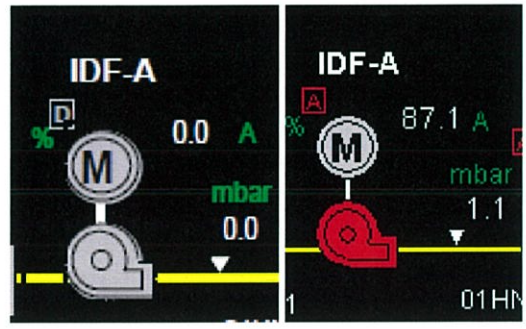
รูปที่ 3.16 Logic สัญญาณที่ส่งออกไปควบคุมไฟสถานะที่หน้าตู้ AUX PANEL

3.2.1.10 สัญญาณที่นำไปใช้ในหน้า GRAPHIC

ลอจิกสัญญาณที่นำไปใช้ในหน้า GRAPHIC แสดงดังรูปที่ 3.17 สัญญาณเหล่านี้จะถูกนำมาเป็นสถานะต่างๆ ในหน้ากราฟฟิคมีทั้งการแสดงเป็นสี และ ตัวอักษรดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 Logic สัญญาณที่นำไปใช้ในหน้า GRAPHIC



รูปที่ 3.18 สถานะต่างๆ ในหน้ากราฟฟิคมีทั้งการแสดงเป็นสี และ ตัวอักษร

3.2.2 วิเคราะห์และออกแบบ Logic Diagram การทำงานของระบบควบคุมพัดลมชั่วคราว

เนื่องจากในสภาวะปกติพัดลมทำงานใน AUTO MODE ซึ่งมีสัญญาณควบคุมไปเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ อีกจำนวนหนึ่ง และถูกควบคุมด้วยระบบ Automatic Pant Control แต่ระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวที่จะจัดทำขึ้นมาใหม่นั้นใช้ในขณะที่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์เหล่านั้นหยุดทำงานทั้งหมด โดยทำงานเพื่อระบายความร้อน และระบายอากาศภายในเตาเท่านั้น จึงใช้ MANAUL MODE ในการควบคุม โดยการพิจารณาปรับเปลี่ยน Logic Diagram พิจารณาจาก

- ต้องการเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสายไฟชั่วคราวใหม่ให้น้อยที่สุด ดังนั้น ตัดสัญญาณอินพุต/เอ้าท์พุตที่ไม่จำเป็นสำหรับระบบชั่วคราวนี้ออก เช่น IDF-A MOTOR CURRENT สามารถตัดออกได้เนื่องจากสัญญาณเดิมใช้เพียงเพื่อแสดงปริมาณกระแสของมอเตอร์ไม่มีส่วนกับการควบคุมใดๆ

- ตัวพัดลมและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องจะต้องทำงานอย่างปลอดภัย โดยมีโปรแกรมส่วนที่ป้องกันความผิดพลาดต่างๆ เช่น ชุดคำสั่ง PROTECTION STOP COMMAND และ START PERMISSIVE

- ระบบที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมแบบ AUTO MODE แต่ไม่เกี่ยวข้องกับการควบคุมแบบ MANAUL MODE ไม่จำเป็นต้องใช้ในระบบชั่วคราวนี้ เช่น AUTO START COMMAND และ AUTO START COMMAND

- ต้องคำนึงว่าขณะที่หน่วยการผลิตไฟฟ้าที่ 1 หยุดทำงานนั้น อุปกรณ์บางตัวที่มีฟังก์ชันการทำงานอยู่ Logic Diagram เดิมก็มีการหยุดทำงานเช่นกัน เช่น Air Heater, Force Draft Fan เป็นต้น แต่อุปกรณ์บางอย่างก็สามารถควบคุมแบบ Manual ได้ เช่น AH-A INLET GAS DAMPER

จากการวิเคราะห์พบว่าเหลืออุปกรณ์อินพุต/เอ้าท์พุต ที่จำเป็นต้องใช้งานในการออกแบบ Logic Diagram ใหม่ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายการอุปกรณ์อินพุต/เอ้าท์พุตที่ต้องใช้ในการออกแบบปรับปรุงลอจิก

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE	SCALE RANGE	ORIGINAL CONNECTION
1	01HNC01CT001	IDF-A BRG. TEMP. (NON-DRIVE END)	TYPE E	0 - 150 deg.C	1.SEQB-AI-6257
2	01HNC01CT002	IDF-A BRG. TEMP. (DRIVE END)	TYPE E	0 - 150 deg.C	1.SEQB-AI-6258
3	01HNC01CY001	IDF-A BRG. VIBRATION (NON-DRIVE END)	PICK-UP	0 - 300 μm	1.GWCU-AI-1021
4	01HNC01CY002	IDF-A BRG. VIBRATION (DRIVE END)	PICK-UP	0 - 300 μm	1.GWCU-AI-1022
5	01PGA02CF214	IDF-A MOTOR COOLING WATER FLOW LO	FLOW SWITCH		1.SEQB-DI-1271
6	01HNC01AN101YR01	IDF-A START COM	DCS COMMAND TO MV SWGR		1.SEQB-DO-5107
7	01HNC01AN101YS01	IDF-A STOP COM	DCS COMMAND TO MV SWGR		1.SEQB-DO-5108
8	01HNC01AN101XR0	IDF-A START	MV SWGR STATUS TO DCS		1.SEQB-'DI-5157
9	01HNC01AN101XS01	IDF-A STOP	MV SWGR STATUS TO DCS		1.SEQB-DI-5158
10	01HNC01AN101XT01	IDF-A TRIP	MV SWGR STATUS TO DCS		1.SEQB-DI-5159
11	01HNC01AN101XF01	IDF-A SWGR FAILURE	MV SWGR STATUS TO DCS		1.SEQB-DI-5160
12	01HNC01AN101XP03	IDF-A SERVICE POS	MV SWGR STATUS TO DCS		1.SEQB-DI-5161
13	01HNA03AA700XC01	AH-A INLET GAS DAMPER CLOSE	LIMIT SWITCH		1.SEQB-DI-1252

3.3 วางแผนการติดตั้งสายไฟชั่วคราว

3.3.1 สำรวจพื้นที่หน้างาน

สำรวจตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ จากรายชื่ออุปกรณ์ที่ถูกรวบรวมมา พร้อมทั้งตำแหน่งของตู้ DCS ของหน่วยการผลิตที่ 2 เพื่อที่จะเลือกตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดในการติดตั้งสายไฟชั่วคราว ซึ่งจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในด้านอุปกรณ์และค่าแรงการติดตั้ง

โดยทำการสำรวจตำแหน่งตามแผนผังดังรูปที่ 3.19 ดังนี้

หมายเลข 1 FGD C&E HOUSE

หมายเลข 2 CENTRAL CONTROL BUILDING ชั้น 2 และ ชั้น 3

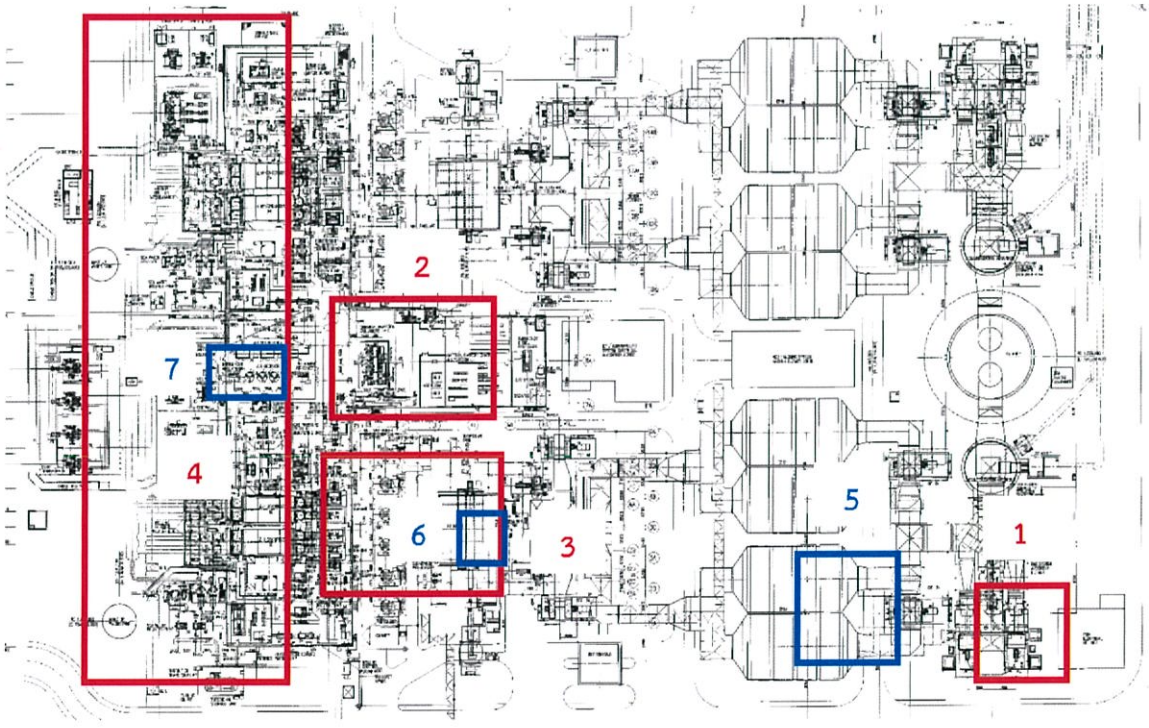
หมายเลข 3 BOILER ชั้น 3 และ ชั้น 5

หมายเลข 4 POWER HOUSE ชั้น 2 และ ชั้น 3

หมายเลข 5 U1 IDF-A

หมายเลข 6 BOILER ชั้น 4 (AH-A INLET GAS DAMPER CLOSE)

หมายเลข 7 SWGR ROOM



รูปที่ 3.19 แผนผังแสดงพื้นที่หน้างานในจุดต่างๆ

บริเวณกรอบสีแดงเป็นบริเวณจุดที่ติดตั้งตู้ DCS ต่างๆ ไว้ และ บริเวณสีน้ำเงินเป็นบริเวณที่อุปกรณ์ที่ต้องการใช้งานในระบบติดตั้งอยู่ดังนี้

หมายเลข 1 FGD C&E HOUSE = บริเวณจุดที่ติดตั้งตู้ DCS และ ตู้ FAN BRG. VIBRATION ดังรูปที่ 3.20 และ 3.21

หมายเลข 2 ถึง 4 = บริเวณจุดที่ติดตั้งตู้ DCS

หมายเลข 5 U1 IDF-A ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ต้องการสำรวจดังตารางที่ 3.7 และติดตั้งอยู่ในบริเวณดังรูปที่ 3.22

หมายเลข 6 BOILER ชั้น 4 ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ต้องการสำรวจดังตารางที่ 3.8 และติดตั้งอยู่ในบริเวณดังรูปที่ 3.23

หมายเลข 7 SWGR ROOM ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ต้องการสำรวจดังตารางที่ 3.9 และติดตั้งอยู่ในบริเวณดังรูปที่ 3.24

เมื่อสำรวจหน้างานแล้วจากนั้นทำการเลือกเส้นทางการเดินสายไฟชั่วคราวและตู้ DCS ที่จะทำการเพิ่มสัญญาณชั่วคราวของแต่ละอุปกรณ์ต่อไป

รูปที่ 3.20 ตู้ FAN BRG. VIBRATION

รูปที่ 3.21 ตู้ DCS

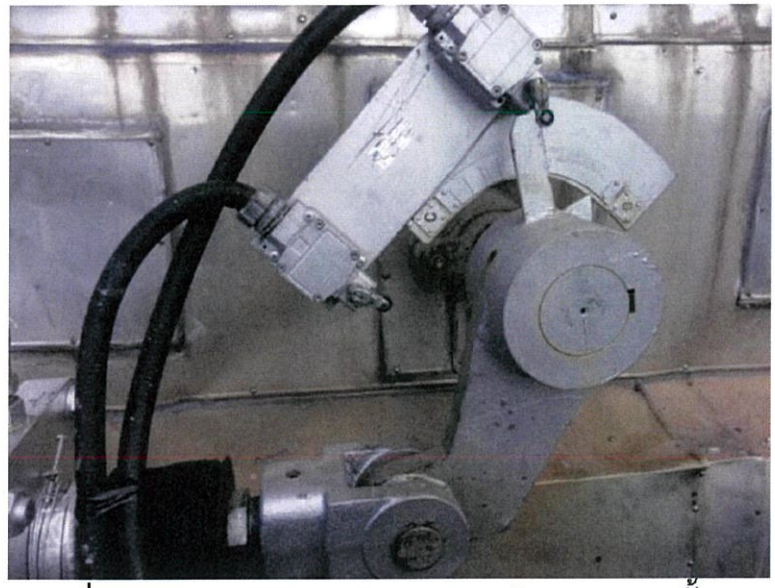
ตารางที่ 3.7 รายการอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณ Unit1 Induced Draft Fan A

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE
1	01HNC01CT001	IDF-A BRG. TEMP. (NON-DRIVE END)	TYPE E
2	01HNC01CT002	IDF-A BRG. TEMP. (DRIVE END)	TYPE E
3	01HNC01CY001	IDF-A BRG. VIBRATION (NON-DRIVE END)	PICK-UP
4	01HNC01CY002	IDF-A BRG. VIBRATION (DRIVE END)	PICK-UP
5	01PGA02CF214	IDF-A MOTOR COOLING WATER FLOW LO	FLOW SWITCH

รูปที่ 3.22 Unit1 Induced Draft Fan A

ตารางที่ 3.8 รายการอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณ BOILER ชั้น 4

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE
1	01HNA03AA700XC01	AH-A INLET GAS DAMPER CLOSE	LIMIT SWITCH



รูปที่ 3.23 AH-A INLET GAS DAMPER บริเวณ BOILER ชั้น 4

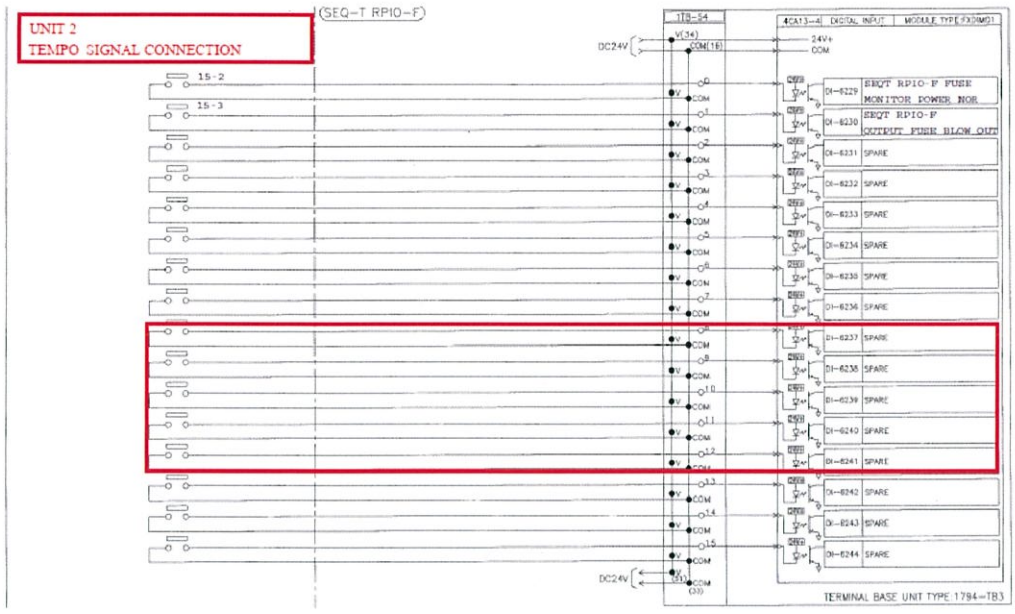
ตารางที่ 3.9 รายการอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณ SWGR ROOM

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE
1	01HNC01AN101YR01	IDF-A START COM	DCS COMMAND TO MV SWGR
2	01HNC01AN101YS01	IDF-A STOP COM	DCS COMMAND TO MV SWGR
3	01HNC01AN101XR01	IDF-A START	MV SWGR STATUS TO DCS
4	01HNC01AN101XS01	IDF-A STOP	MV SWGR STATUS TO DCS
5	01HNC01AN101XT01	IDF-A TRIP	MV SWGR STATUS TO DCS
6	01HNC01AN101XF01	IDF-A SWGR FAILURE	MV SWGR STATUS TO DCS
7	01HNC01AN101XP03	IDF-A SERVICE POS	MV SWGR STATUS TO DCS

รูปที่ 3.24 ตู้ Switch Gear ใน SWGR ROOM

3.3.2 ตรวจสอบ Schematic Diagram และ Wiring Diagram ที่เกี่ยวข้อง

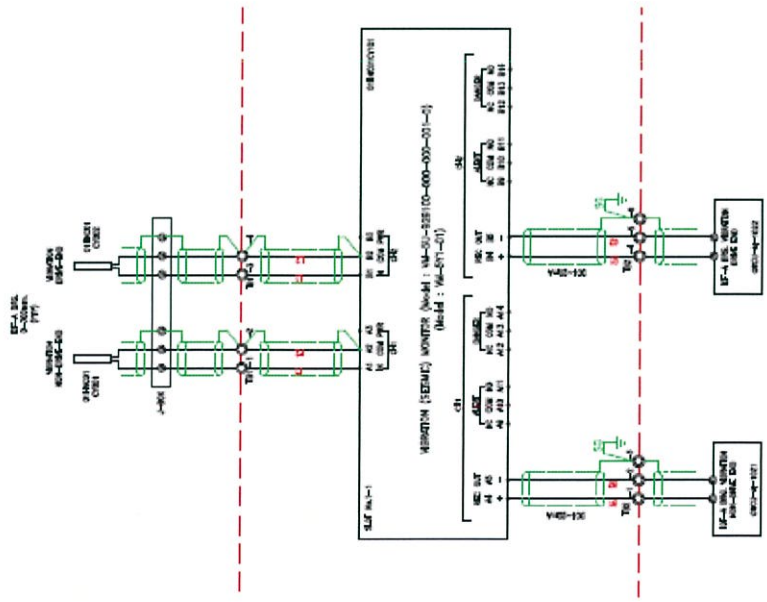
หลังจากสำรวจหน้างานและทำการเลือกเส้นทางการเดินสายไฟชั่วคราวและตู้ DCS ที่จะทำการเพิ่มสัญญาณชั่วคราวแล้ว จึงทำการศึกษา Schematic Diagram เพื่อตรวจสอบตำแหน่งว่างของช่องสัญญาณอินพุต – เอ้าท์พุต ของโมดูล DCS ที่จะนำสายสัญญาณชั่วคราวมาเชื่อมต่อ โดยการเลือกช่องสัญญาณนั้นพิจารณาจำนวนสัญญาณที่เกี่ยวข้องกันต้องจัดไว้ให้ติดกัน จึงต้องเลือกช่องสัญญาณว่าง (SPARE) ที่ติดกันตามจำนวนที่ต้องการใช้ด้วย ตัวอย่าง Schematic Diagram ของตู้ DCS ระบบ SEQ-T ดังรูปที่ 3.25



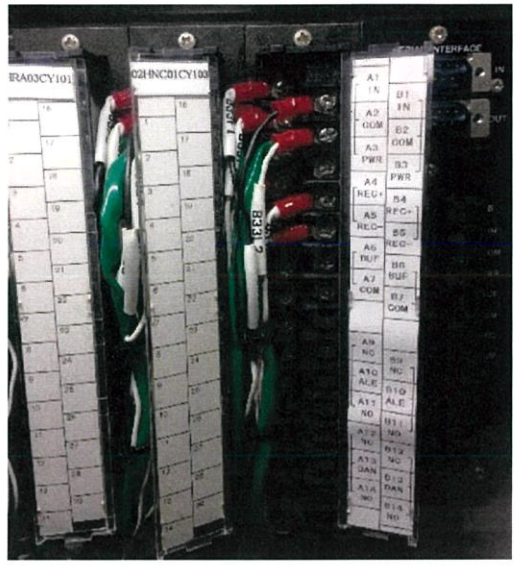
รูปที่ 3.25 ตัวอย่าง Schematic Diagram ของตู้ DCS ระบบ SEQ-T

ศึกษา Wiring Diagram ของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องมือวัด และ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.26 เพื่อจัดเตรียมข้อมูลในการเขียน Connection Wiring Diagram พร้อมทั้งตรวจสอบการต่อสายที่ตัวอุปกรณ์จริง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ Wiring Diagram เมื่อเทียบกับสภาพหน้างานจริง ณ ปัจจุบัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.27

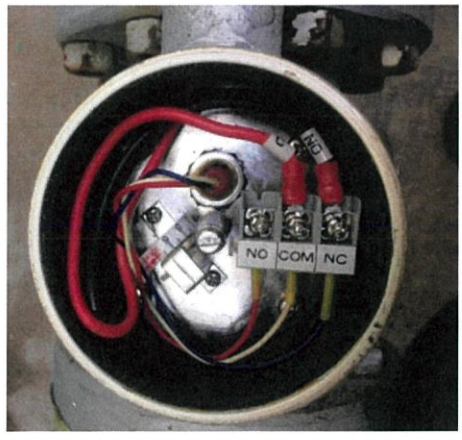
เนื่องจากอุปกรณ์บางตัวเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มี Wiring Diagram ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.28 จึงจำเป็นต้องศึกษาจากตัวอุปกรณ์จริงและนำมาเขียน Wiring Diagram ขึ้นมาใหม่



รูปที่ 3.26 Wiring Diagram ของชุดอุปกรณ์การวัดแรงสั่นสะเทือน



รูปที่ 3.27 สภาพสายหน้างานจริงของชุดอุปกรณ์การวัดแรงสั่นสะเทือน

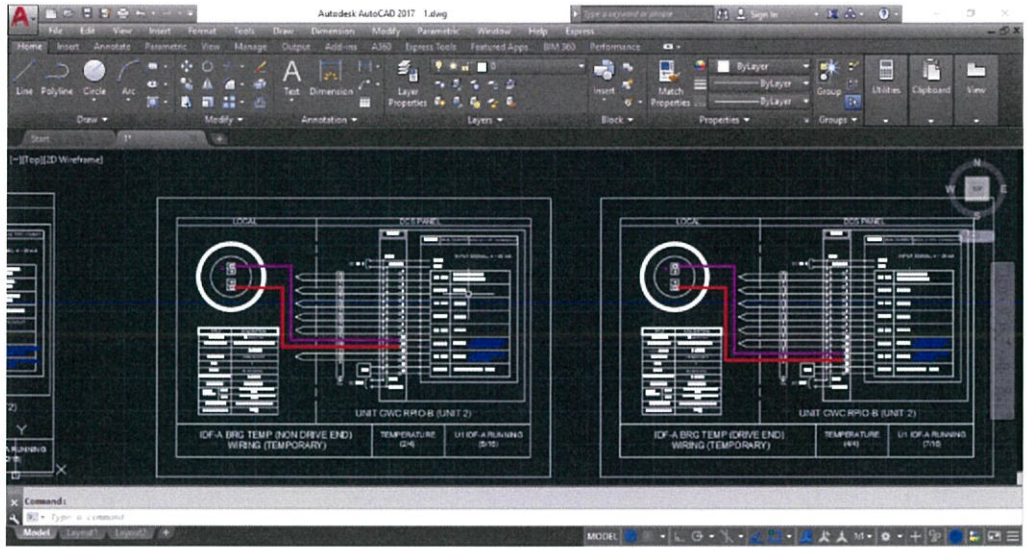


รูปที่ 3.28 สภาพสายหน้างานจริงของ Flow Switch ซึ่งไม่มี Wiring Diagram

3.3.3 จัดทำ Connection Wiring Diagram เพื่อให้ผู้รับเหมานำไปติดตั้งต่อไป

หลังจากจัดเตรียมเอกสารทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับ ตำแหน่งการติดตั้ง รายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละตัว ตรวจสอบ Schematic Diagram และ Wiring Diagram ที่เกี่ยวข้องเรียบร้อย ต่อไปจะเป็นการจัดทำ Connection Wiring Diagram เพื่อให้ผู้รับเหมานำไปติดตั้งต่อไป ซึ่งจัดทำโดยใช้โปรแกรม AutoCAD ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.29

โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ที่นำมาจัดทำแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ Instrument Specification, Schematic Diagram และ Wiring Diagram



รูปที่ 3.29 จัดทำ Connection Wiring Diagram ด้วยโปรแกรม AutoCAD

3.3.4 ผู้รับเหมาทำการติดตั้งสายไฟชั่วคราว

นำ Connection Wiring Diagram ส่งให้กับผู้รับเหมาที่เข้ามาทำการติดตั้งสายไฟชั่วคราว ทำการเดินสายไฟไปตามจุดที่ออกแบบไว้ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.30 เพื่อเตรียมเข้าสายติดตั้งใช้งานเมื่อจะเริ่มใช้งานสัญญาณชั่วคราว เนื่องจากขณะเดินสายไฟนั้นหน่วยการผลิตที่ 1 ยังคงดำเนินงานผลิตไฟฟ้าตามปกติอยู่จึงทำให้ไม่สามารถติดตั้งสายไฟได้ทันทีในขณะนั้น

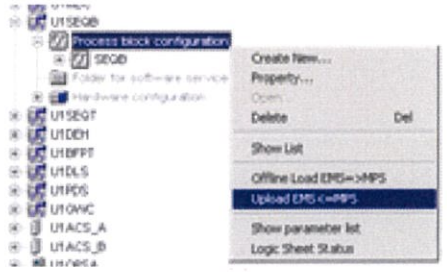
รูปที่ 3.30 ผู้รับเหมาทำการเดินสายไฟไปตามจุดที่กำหนดไว้

เมื่อหน่วยการผลิตที่ 1 หยุดทำงานลง ผู้รับเหมาจึงเข้าทำการติดตั้งสายสัญญาณชั่วคราวนี้เข้ากับระบบตาม Connection Wiring Diagram ได้

3.4 เขียนโปรแกรมควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

3.4.1 ออกแบบโปรแกรมลงใน Emulator

โดยการออกแบบนี้จะออกแบบจากเครื่อง EMS ของชุด Emulator ผ่านโปรแกรม ORCA View ขั้นตอนแรกสุดก่อนจะทำการปรับปรุงโปรแกรมใดๆ ต้องทำการ Upload EMS <= MPS ก่อน เพื่อเป็นการอัพเดทโปรแกรมใน EMS ให้เป็นปัจจุบันในการใช้งานจริงขณะนั้น ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการ Upload EMS <= MPS

3.4.1.1 System

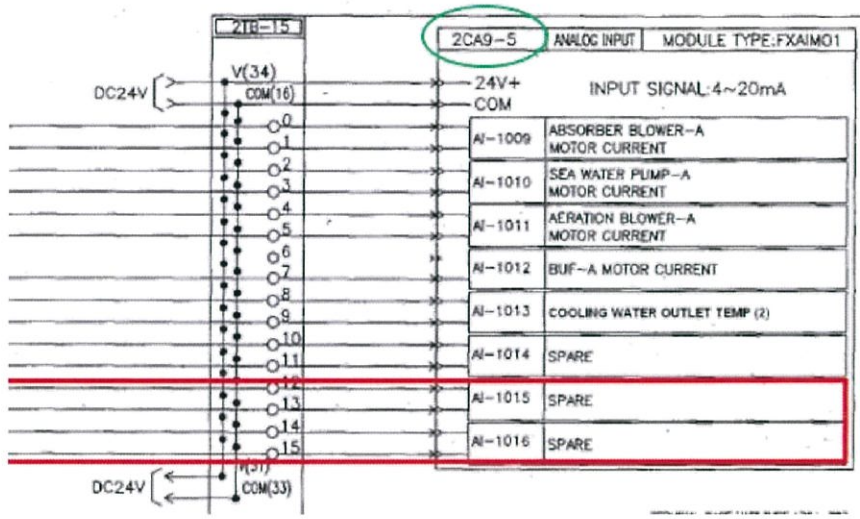
ทำการ Configuration อินพุต/เอาท์พุต ต่างๆ ลงในระบบตามช่องสัญญาณชั่วคราวที่ได้วางแผนไว้ ตามตารางดังที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 รายการเปรียบเทียบสัญญาณเดิมและสัญญาณชั่วคราวของอุปกรณ์

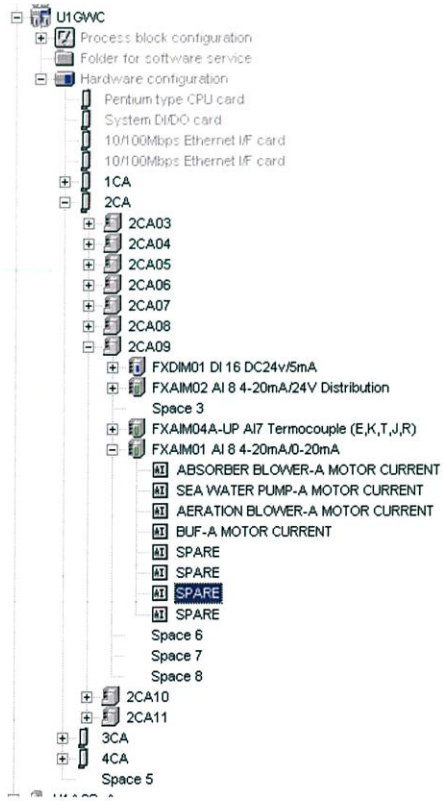
No.	KKS	SIGNAL NAME	ORIGINAL CONNECTION	TEMPORARY CONNECTION
1	01HNC01CT001	U1 IDF-A BRG. TEMP. (NON-DRIVE END)	1.SEQB-AI-6257	2.GWCU-AI-1206
2	01HNC01CT002	U1 IDF-A BRG. TEMP. (DRIVE END)	1.SEQB-AI-6258	2.GWCU-AI-1207
3	01HNC01CY001	U1 IDF-A BRG. VIBRATION (NON-DRIVE END)	1.GWCU-AI-1021	2.GWCU-AI-1015
4	01HNC01CY002	U1 IDF-A BRG. VIBRATION (DRIVE END)	1.GWCU-AI-1022	2.GWCU-AI-1016
5	01PGA02CF214	U1 IDF-A MOTOR COOLING WATER FLOW LO	1.SEQB-DI-1271	2.GWCU-DI-1381
6	01HNC01AN101YR01	U1 IDF-A START COM	1.SEQB-DO-5107	2.SEQT-DO-6155
7	01HNC01AN101YS01	U1 IDF-A STOP COM	1.SEQB-DO-5108	2.SEQT-DO-6156
8	01HNC01AN101XR01	U1 IDF-A START	1.SEQB-'DI-5157	2.SEQT-DI-6237
9	01HNC01AN101XS01	U1 IDF-A STOP	1.SEQB-DI-5158	2.SEQT-DI-6238
10	01HNC01AN101XT01	U1 IDF-A TRIP	1.SEQB-DI-5159	2.SEQT-DI-6239
11	01HNC01AN101XF01	U1 IDF-A SWGR FAILURE	1.SEQB-DI-5160	2.SEQT-DI-6240
12	01HNC01AN101XP03	U1 IDF-A SERVICE POS	1.SEQB-DI-5161	2.SEQT-DI-6241
13	01HNA03AA700XC01	U1 AH-A INLET GAS DAMPER CLOSE	1.SEQB-DI-1252	2.SEQT-DI-6242

1. เริ่มจากเข้าไปที่ Hardware Configuration เลือกไปที่ช่องสัญญาณที่เราต้องการจะเลือกใช้ โดยสามารถดูตำแหน่งโมดูลและช่องสัญญาณได้จาก Schematic Diagram ดังรูปที่ 3.32 และตำแหน่งโมดูลและช่องสัญญาณในโปรแกรมดังรูปที่ 3.33

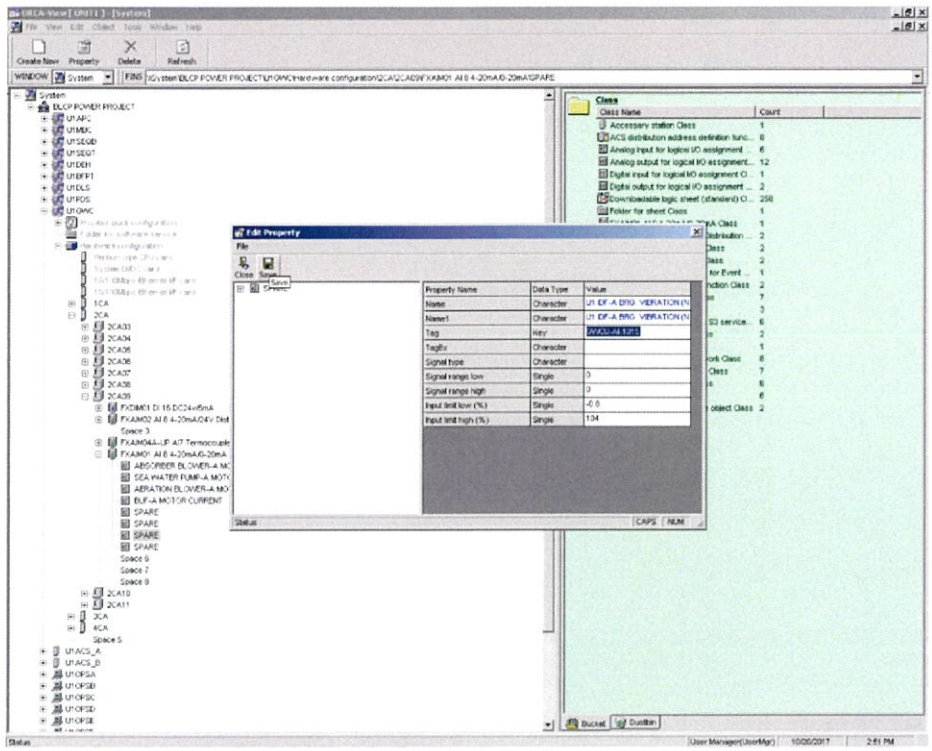
2. ทำการเปลี่ยนชื่อสัญญาณใหม่ตามที่เราวางแผนไว้ และทำการ Configuration อินพุต/เอาท์พุต ให้ครบทุกตัวตามรายการที่ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.32 ตำแหน่งโมดูลและช่องสัญญาณได้จาก Schematic Diagram



รูปที่ 3.33 ตำแหน่งโมดูลและช่องสัญญาณในโปรแกรม

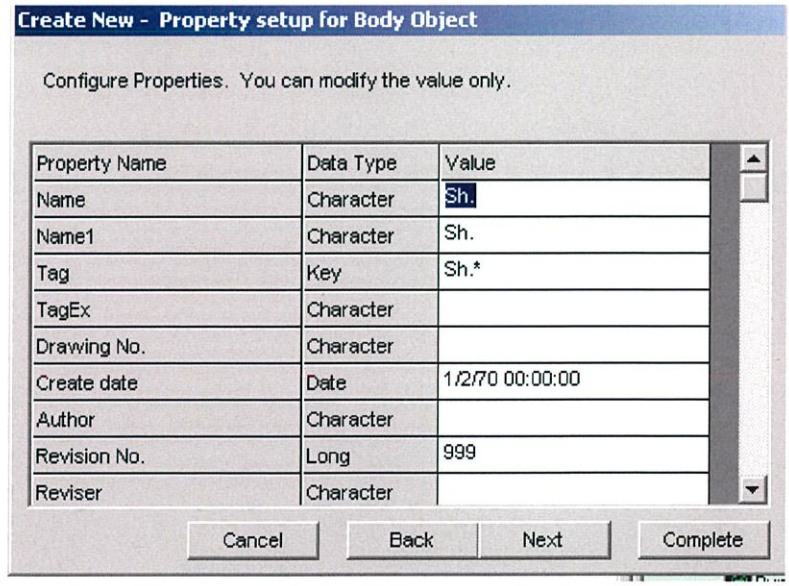


รูปที่ 3.34 ขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อสัญญาณใหม่

3.4.1.2 Logic

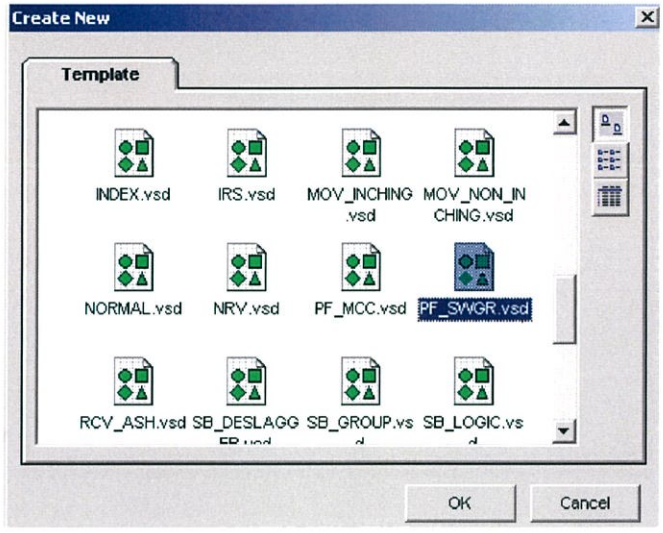
ทำการเขียน Logic ตามที่ได้วิเคราะห์และวางแผนไว้ ซึ่งการเขียน Logic Diagram นี้จะทำผ่านโปรแกรม Microsoft Visio

1. สร้างหน้า Logic Sheet ใหม่ ตั้งชื่อเป็น U1 IDF-A (1/2) และ U1 IDF-A (2/2) ดังรูปที่ 3.35



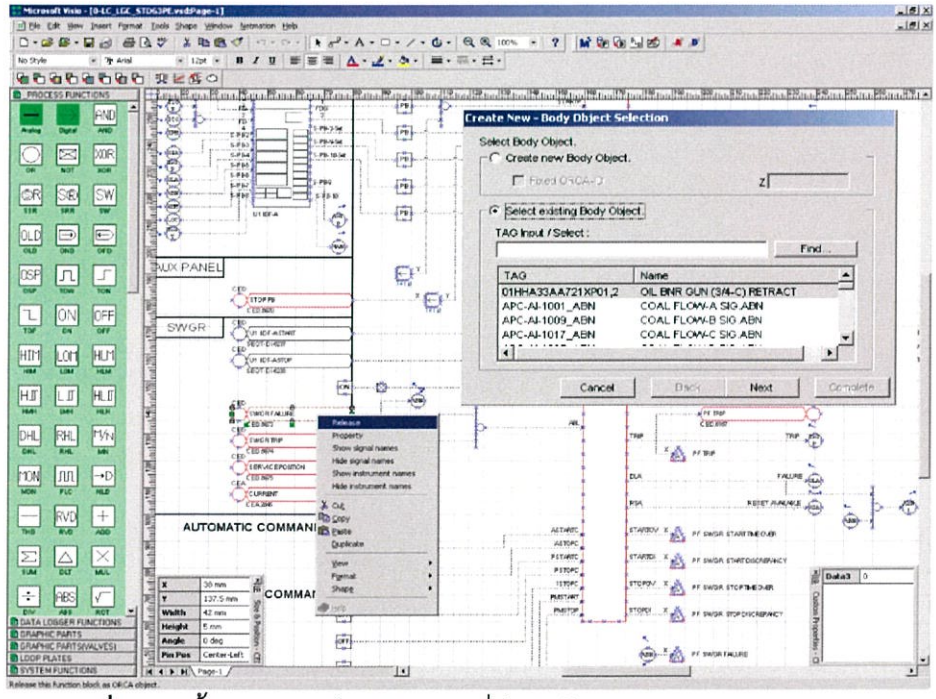
รูปที่ 3.35 ขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อหน้า Logic Sheet

2. เมื่อเข้าใช้งาน Logic Sheet ใหม่ครั้งแรก โปรแกรมจะให้เลือก Template ของโปรแกรม ซึ่ง U1 IDF-A (1/2) จะใช้ PF_SWGR และ U1 IDF-A (2/2) จะใช้ NORMAL ดังรูปที่ 3.36

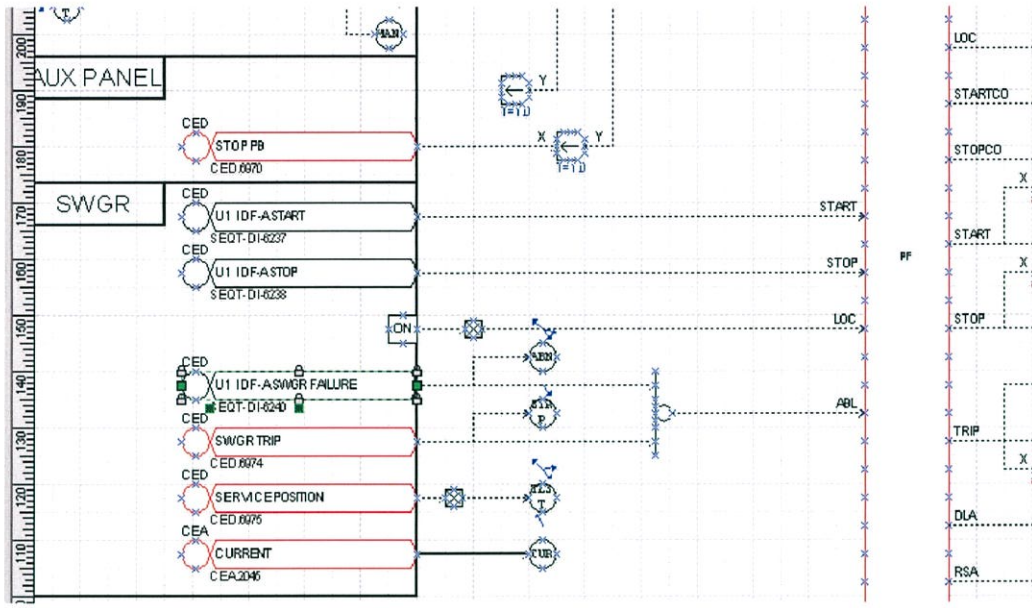


รูปที่ 3.36 ขั้นตอนการเลือก Template ของ Logic Sheet

3. ทำการแก้ไขสัญญาณใน Logic Template ให้เป็นตามที่เราวางแผนปรับปรุงไว้ แก้ไขสัญญาณโดยการใช้คำสั่ง Release และทำการเลือกสัญญาณที่มีอยู่แล้ว (Existing Body Object) โดยใช้คำสั่ง Find หาชื่อ I/O Number ของสัญญาณที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.37 และเมื่อเลือกสัญญาณแล้วจะได้ดังรูปที่ 3.38



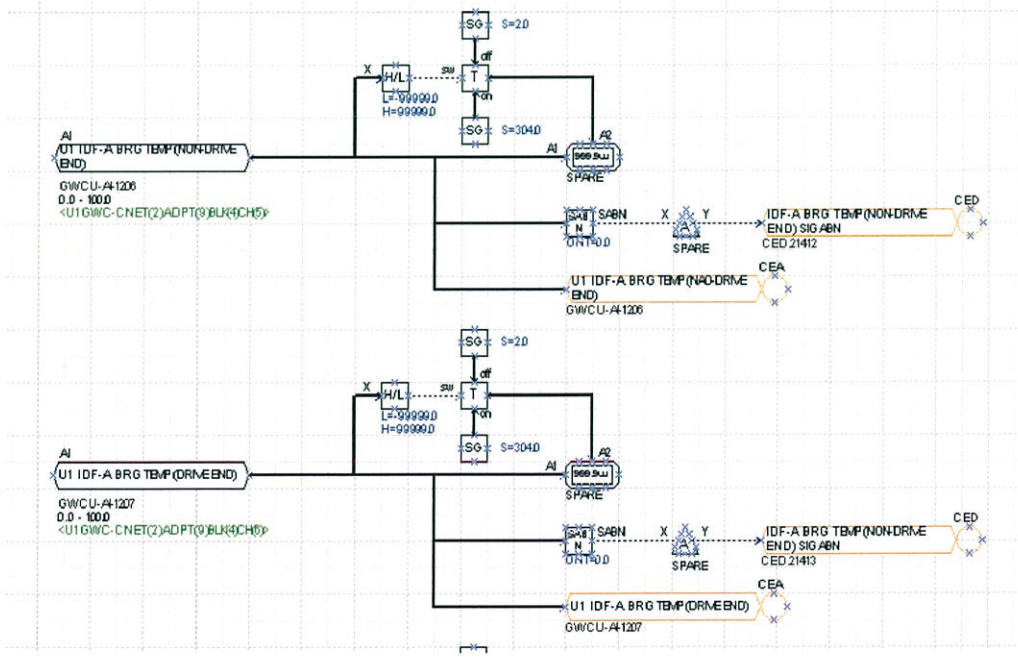
รูปที่ 3.37 ขั้นตอนการเลือกสัญญาณที่มีอยู่แล้ว (Existing Body Object)



รูปที่ 3.38 หลังจากการเลือกสัญญาณเสร็จแล้ว

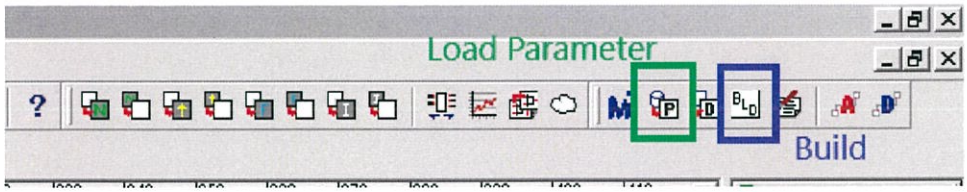
4. เข้าไปแก้ไขลอจิกในหน้า ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-4) ในส่วนของ U1 IDF-A BRG TEMP (NON DRIVE END) และ U1 IDF-A BRG TEMP (DRIVE END) ซึ่งเป็นส่วนของการแจ้งเตือนสัญญาณ Alarm เกี่ยวกับสัญญาณ Abnormal ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.39

5. เข้าไปแก้ไขลอจิกในหน้า ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-5) ในส่วนของ U1 IDF-A BRG VIBRATION (NON DRIVE END) และ U1 IDF-A BRG VIBRATION (DRIVE END) ซึ่งเป็นส่วนของการแจ้งเตือนสัญญาณ Alarm เกี่ยวกับสัญญาณ Abnormal



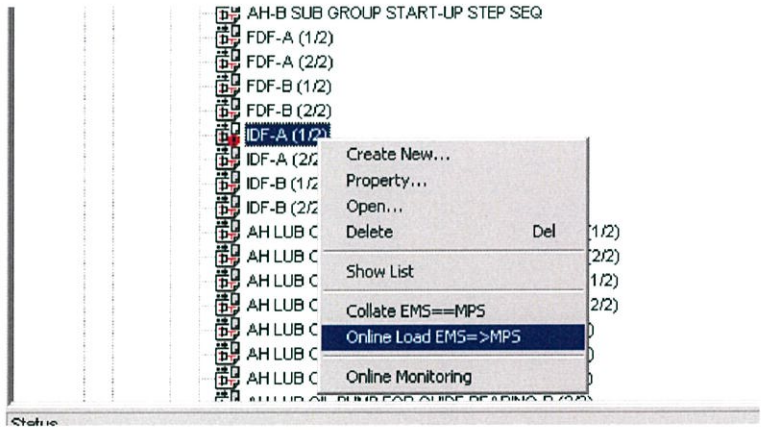
รูปที่ 3.39 หน้าลอจิกANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-4)

6. ทำการ Load Parameter เพื่ออัพเดท Parameter จากฐานข้อมูล หลังจากนั้นทำการ Build ทั้งสี่แผ่น โดยใช้ไอคอนตามรูปที่ 3.40 ซึ่งการ Build เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับแปลงไฟล์จาก Logic Diagram ใน Microsoft Visio เป็นภาษาที่ DCS เข้าใจ

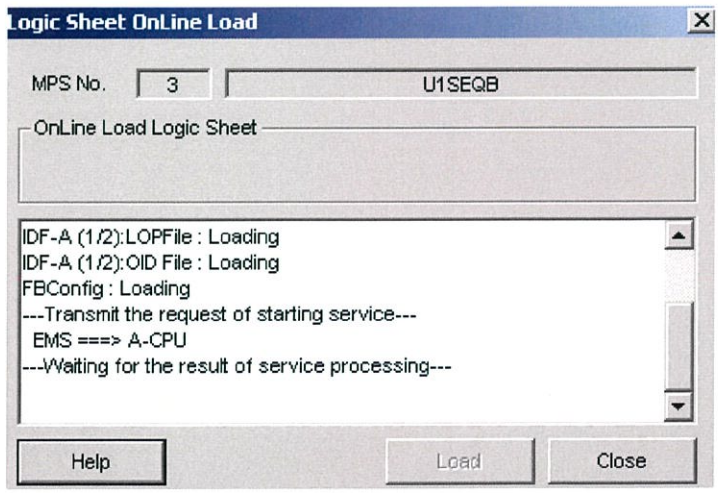


รูปที่ 3.40 ไอคอนคำสั่ง Load Parameter และ Build

7. ดาวน์โหลด Logic ลง MPS โดยใช้การ Online Download หรือ Offline Download เป็นการดาวน์โหลดโปรแกรมที่เขียนลงในฮาร์ดแวร์ต่างๆ เพื่อสั่งงานให้ระบบใช้งานจริง ดังตัวอย่างการ Online Download ตามรูปที่ 3.41 และรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.41 ขั้นตอนการเริ่มคำสั่ง Online Load EMS => MPS

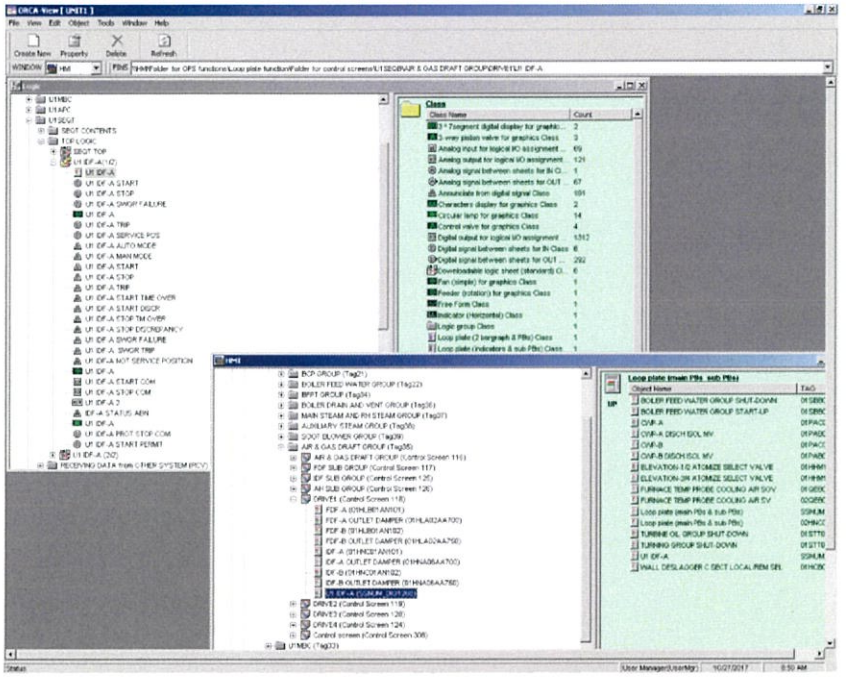


รูปที่ 3.42 ขั้นตอนขณะทำการ Online Load EMS => MPS

3.4.1.3 HMI

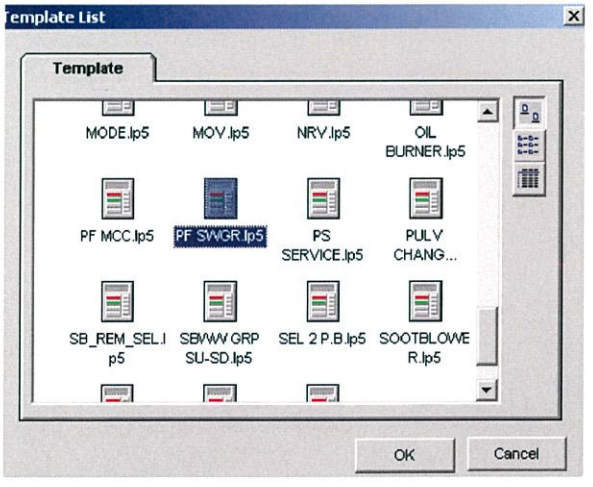
การสร้าง Loop Plate ทางผู้ใช้งานต้องการให้มีลักษณะ สี และฟังก์ชันเหมือนเดิมทุกอย่าง เพื่อให้การใช้งานง่าย ไม่ต้องทำความเข้าใจใหม่มาก เนื่องจากผู้ใช้งานมีเป็นจำนวนมากหากต้องมาทำความเข้าใจใหม่ทั้งหมดจะเป็นเรื่องยุ่งยาก

1. สร้าง Loop Plate ใหม่โดยเข้าไปในหน้า HMI แต่ในกรณีนี้เราเคยสร้าง Loop Plate ไว้แล้วในหน้า Logic จึงสามารถนำ Loop Plate เดิม (U1 IDF-A) มาใช้ได้ โดยใช้วิธี Drag and Drop กดCtrl พร้อมใช้เมาส์ลากหน้า Loop Plate จากหน้า Logic มาใส่ใน HMI ดังรูปที่ 3.43

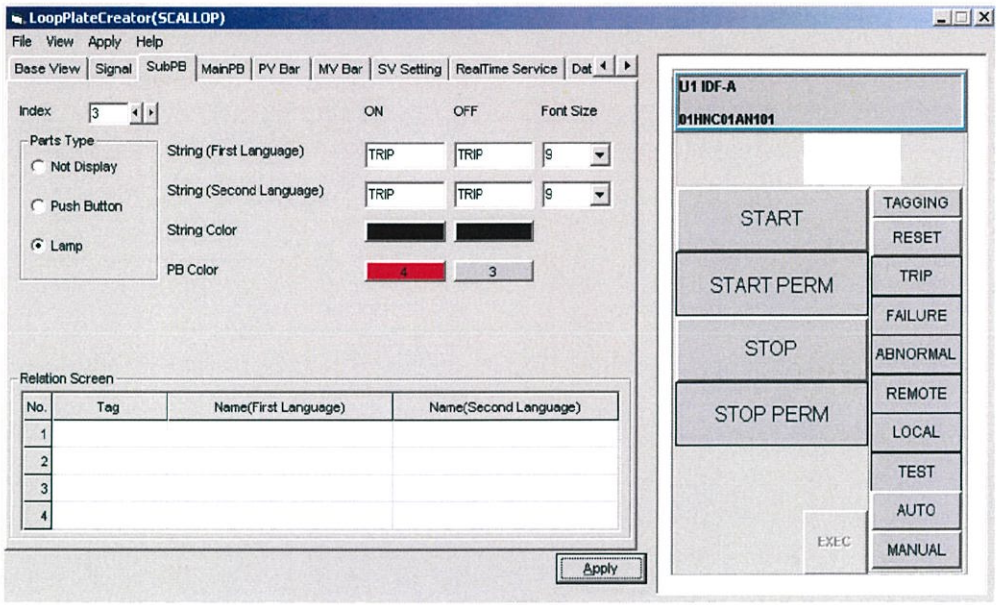


รูปที่ 3.43 ขั้นตอนขณะทำการ Drag and Drop Loop Plate จาก Logic มายัง HMI

2. เมื่อเข้าครั้งแรกเลือก Template เป็น PF SWGR ดังรูปที่ 3.44 จากนั้นตั้งค่า ปุ่มกด สีสถานะ และฟังก์ชันการทำงานตามรูปแบบของ Loop Plate ชื่อ IDF-A ดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.44 ขั้นตอนขณะทำการ เลือก Template HMI

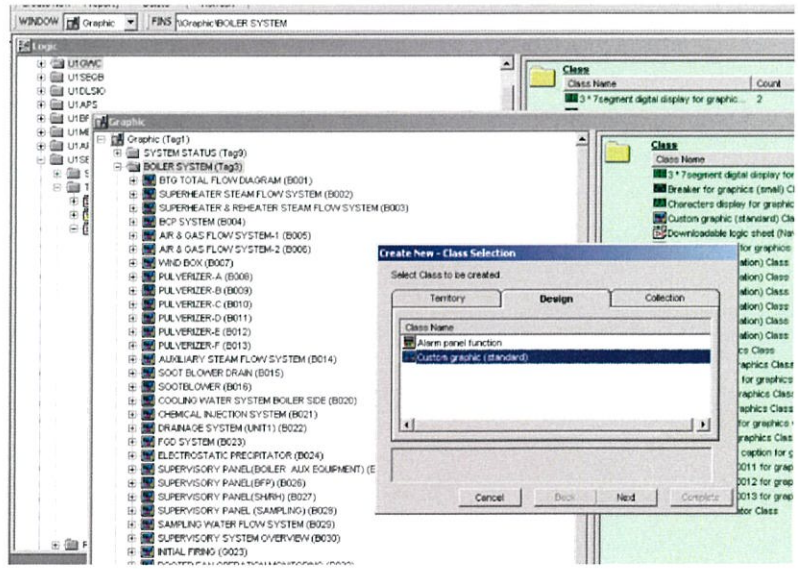


รูปที่ 3.45 ขั้นตอนขณะทำการตั้งฟังก์ชันการทำงานของ Loop Plate

3.4.1.4 Graphic

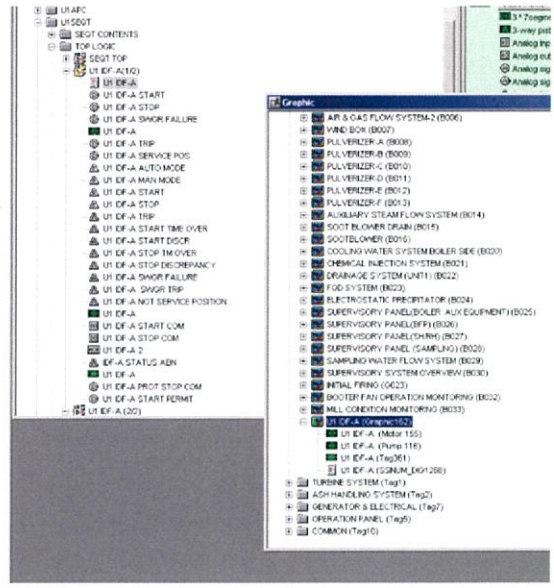
สร้าง Graphic ตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งเนื่องจากเป็นหน้าจอแสดงผลชั่วคราวใช้กับระบบ U1 IDF-A จึงเน้นหน้าจอแสดงผลที่เรียบง่าย ใช้งานง่าย

1. สร้างหน้า Graphic ใหม่โดยเลือกรูปแบบเป็น Custom Graphic (Standard) ตั้งชื่อว่า U1 IDF-A และเลือกขนาดหน้าจอตามเครื่องที่ใช้งาน ดังรูปที่ 3.46



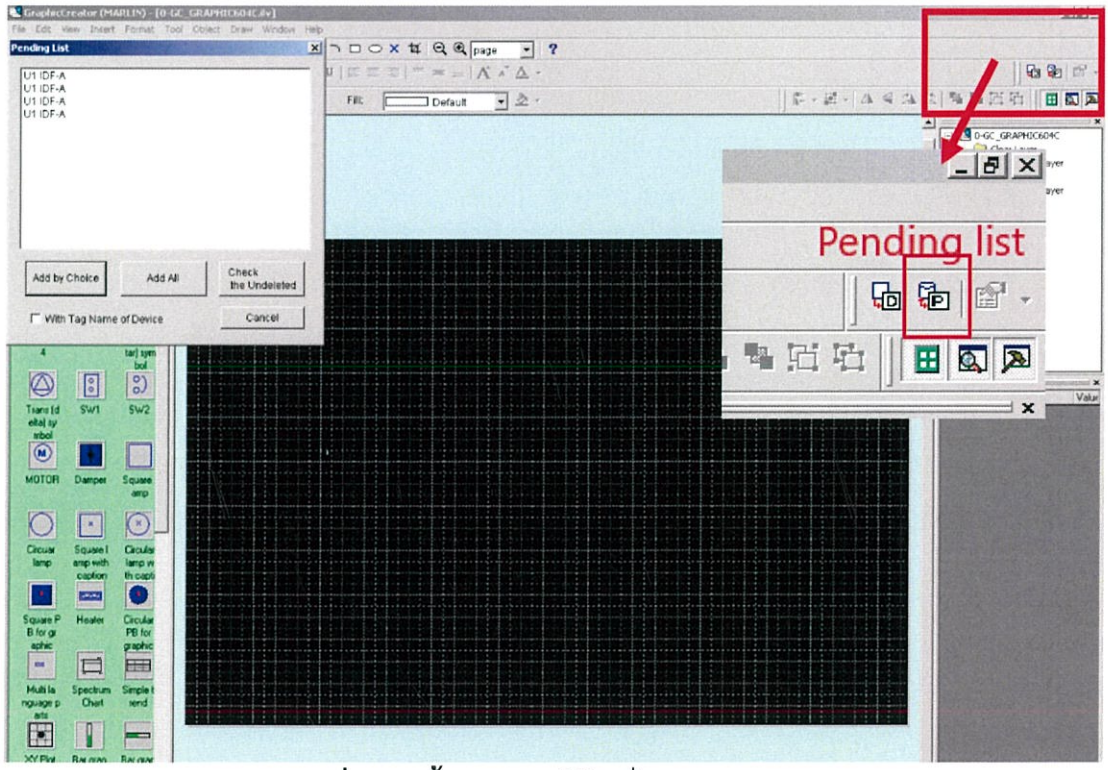
รูปที่ 3.46 ขั้นตอนขณะทำการ เลือก Designs ของ Graphic

2. ใช้วิธี Drag and Drop กด Ctrl พร้อมใช้เมาส์ลาก Graphic จากหน้า Logic ที่เขียนไว้มาใส่ในหน้า Graphic ดังรูปที่ 3.47



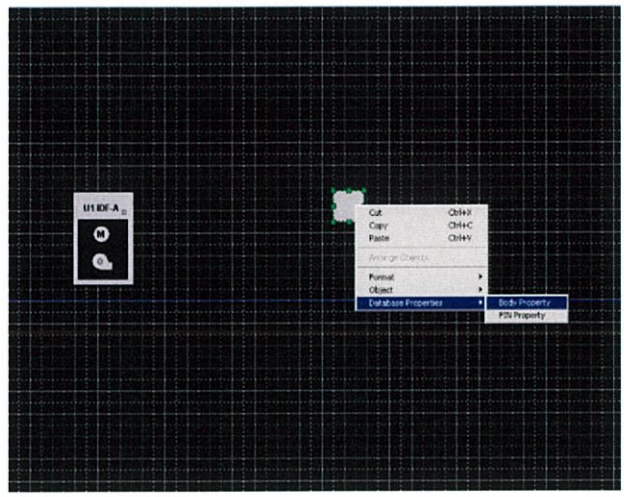
รูปที่ 3.47 ขั้นตอนขณะทำการ Drag and Drop Loop Plate จาก Logic มายัง Graphic

3. โหลด Graphic ต่างๆ ที่เราทำการ Drag and Drop เข้ามาโดยการใช้คำสั่ง Pending List และ เลือก Graphic ที่ต้องการเข้ามา ดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 ขั้นตอนขณะใช้คำสั่ง Pending List

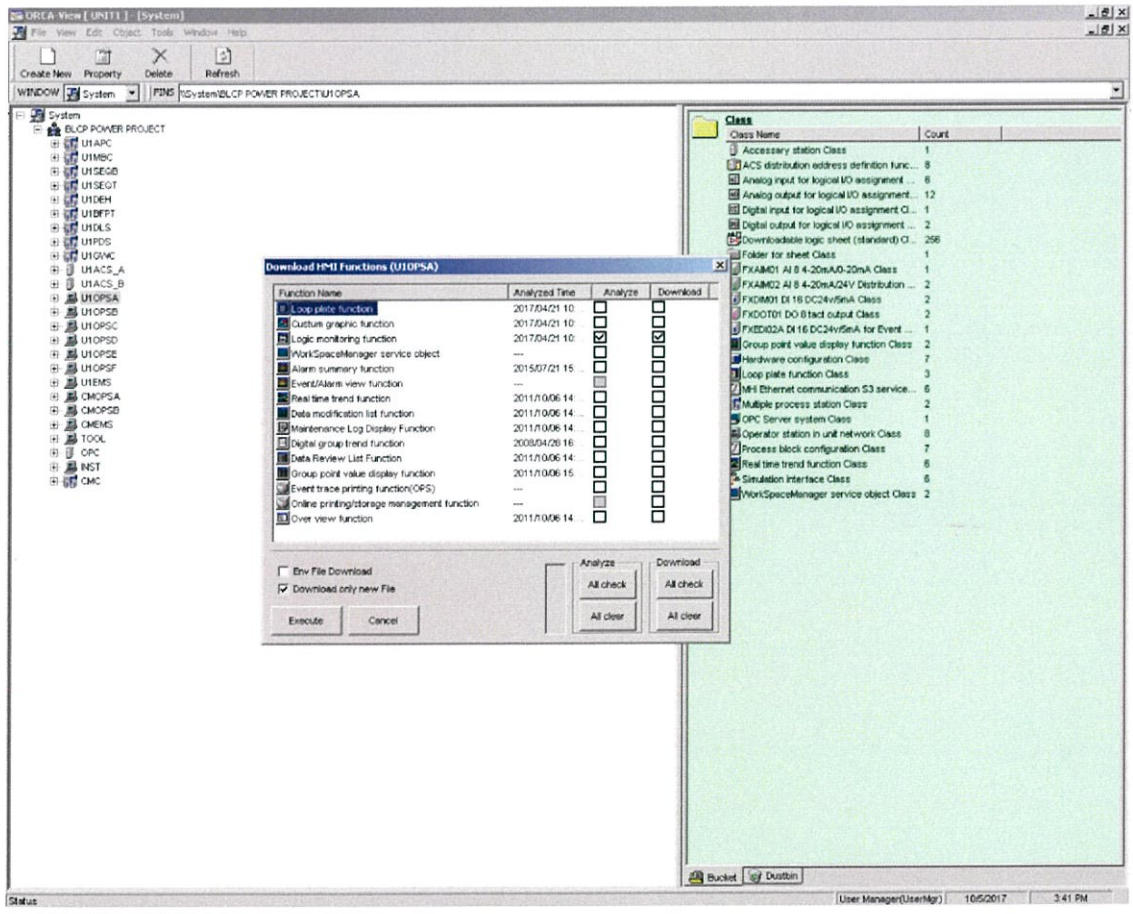
4. นำ Graphic ส่วนต่างๆ มาเรียง จัดรูปแบบ ให้เป็นระเบียบใช้งานง่าย พร้อมทั้งตั้งค่าการแสดงผลตัวอักษร สีสถานะ ของตัวกราฟฟิคต่างๆ ดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 ขั้นตอนขณะทำการเขียน Graphic

3.4.1.5 Download HMI Functions

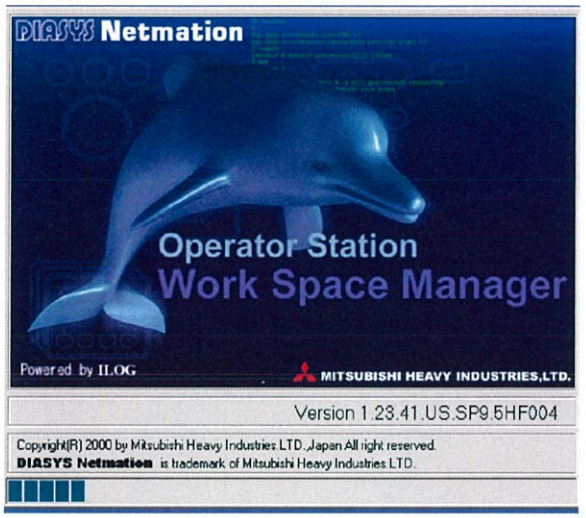
ขั้นตอนสุดท้าย ทำการ Download HMI Functions เป็นการดาวน์โหลดหน้า Logic หน้า Graphic และ หน้า HMI ลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ OPS, EMS และ ACS ที่ต้องการ เพื่อทำให้คอมพิวเตอร์อัพเดทหน้าจอแสดงผลต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแปลงไป ดังรูปที่ 3.50



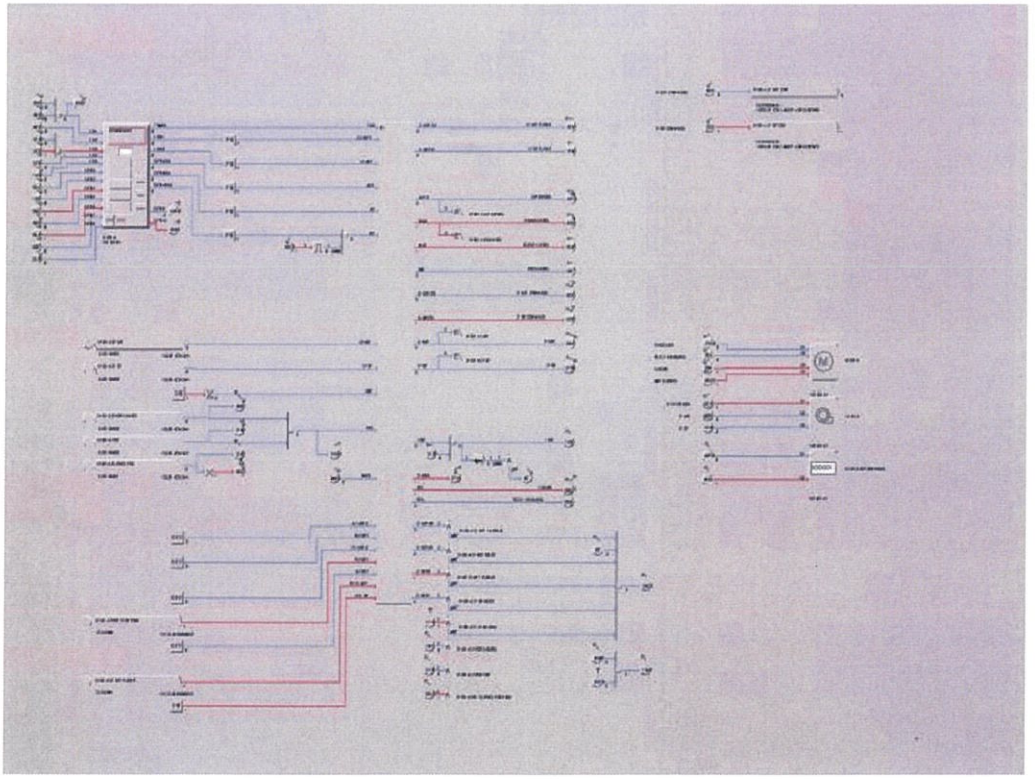
รูปที่ 3.50 ขั้นตอนขณะทำการ Download HMI Functions

3.4.1.6 ทดสอบการทำงานของระบบ

หลังดาวน์โหลดโปรแกรมควบคุมลง MPS แล้วทำการ RUN ระบบจริงผ่านโปรแกรม Work Space Manager ดังรูปที่ 3.51 จากนั้นดูผลลัพธ์ว่ามีการแสดงคุณลักษณะสัมพันธ์กับโปรแกรมควบคุมตามที่ต้องการหรือไม่แล้วทำการแก้ไขปรับปรุงจนกว่าจะได้ระบบที่ถูกต้อง ตัวอย่างหน้าจอลอจิกขณะกำลังทดสอบการทำงานของระบบดังรูปที่ 3.52



รูปที่ 3.51 โปรแกรม Work Space Manager



รูปที่ 3.52 ทดสอบการทำงานของระบบ

3.4.2 เขียนโปรแกรมลงระบบจริง

เมื่อทดสอบโปรแกรมในเครื่อง Simulator เรียบร้อยแล้ว จึงทำการเขียนโปรแกรมใส่ในระบบจริงด้วยวิธีเช่นเดียวกับในเครื่อง Simulator ด้วยความละเอียดรอบคอบ เนื่องจากเป็นระบบจริงที่กำลังควบคุมหน่วยการผลิตที่ 2 ซึ่งกำลังดำเนินงานผลิตไฟฟ้าอยู่

3.5 ทำการทดสอบสัญญาณ (Loop test)

3.5.1 จัดทำแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ

จัดทำแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณของอุปกรณ์อินพุต/เอ้าท์พุต ของระบบเพื่อใช้ประกอบการทดสอบ โดยแยกรายการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบคือ สัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอล โดยแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ แสดงดังรูปที่ 3.53 และ 3.54

LOOP CHECK LIST

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE	TEMPORARY CONNECTION	MEASUREMENT RANGE		UNIT	SIGNAL INDICATION			TEST RESULT	DATE
					LOWER	UPPER		0%	50%	100%		
1	01HNC01CT001	IDF-A BRG. TEMP. (NON-DRIVE END)	TYPE E	2.GWCU-AI-1206	0	150	deg.C					
2	01HNC01CT002	IDF-A BRG. TEMP. (DRIVE END)	TYPE E	2.GWCU-AI-1207	0	150	deg.C					
3	01HNC01CY001	IDF-A BRG. VIBRATION (NON-DRIVE END)	PICK-UP	2.GWCU-AI-1015	0	300	μm					
4	01HNC01CY002	IDF-A BRG. VIBRATION (DRIVE END)	PICK-UP	2.GWCU-AI-1016	0	300	μm					

รูปที่ 3.53 แบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ (1/2)

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE	TEMPORARY CONNECTION	INPUT STATUS		CHECK		TEST RESULT	DATE
					ON	OFF	ON	OFF		
5	01PGA02CF214	IDF-A MOTOR COOLING WATER FLOW LO	FLOW SWITCH	2.GWCU-DI-1381	LOW	-				
6	01HNC01AN101YR01	IDF-A START COM	DCS COMMAND TO MV SWGR	2.SEQT-DO-6155	START COMMAND	-				
7	01HNC01AN101YS01	IDF-A STOP COM	DCS COMMAND TO MV SWGR	2.SEQT-DO-6156	STOP COMMAND	-				
8	01HNC01AN101XR01	IDF-A START	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6237	START	-				
9	01HNC01AN101XS01	IDF-A STOP	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6238	STOP	-				
10	01HNC01AN101XT01	IDF-A TRIP	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6239	TRIP	-				
11	01HNC01AN101XF01	IDF-A SWGR FAILURE	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6240	SWGR FAILURE	-				
12	01HNC01AN101XP03	IDF-A SERVICE POS	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6241	SERVICE POSITION	-				
13	01HNA03AA700XC01	AH-A INLET GAS DAMPER CLOSE	LIMIT SWITCH	2.SEQT-DI-6242	CLOSE	-				

รูปที่ 3.54 แบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ (2/2)

3.5.2 ทำการทดสอบสัญญาณ

การทำการทดสอบสัญญาณทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบต่างกัน ดังนี้

3.5.2.1 สัญญาณ AI ของอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ

ใช้อุปกรณ์คือ Martel PTC8010 Temperature Calibrator ดังรูปที่ 3.56 จำลองสัญญาณอุณหภูมิมาตรฐานที่ 0%, 50% และ 100% เข้าที่สายสัญญาณขาเข้าโมดูล DCS บันทึกค่าที่อ่านได้จากหน้าจอ OPS ลงแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ ตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณ

รูปที่ 3.55 Martel PTC8010 Temperature Calibrator

3.5.2.2 สัญญาณ AI ของอุปกรณ์วัดแรงสั่นสะเทือน

ใช้อุปกรณ์คือ Multi Meter จำลองสัญญาณมาตรฐาน 4-20 mA ที่ 0%, 50% และ 100% เข้าที่สายสัญญาณขาเข้าโมดูล DCS บันทึกค่าที่อ่านได้จากหน้าจอ OPS ลงแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ ตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณ

3.5.2.3 สัญญาณ DI ของอุปกรณ์จำพวก Switch

สำหรับ DI นั้นต้องทำการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของหน้าสัมผัสก่อนว่าเป็น NO หรือ NC หากเป็น NO ให้ใช้ Jumper Cable ต่อเข้าไปภายในวงจรเพื่อจำลองการ Short Circuit แต่หากเป็น NC ต้องปลดสายไฟออกจาก Terminal เพื่อจำลองการ Open Circuit โดยการต่อสายหรือปลดสายในวงจรนั้นอ้างอิงตาม Connection Wiring Diagram และ Schematic Diagram Of 11KV

Unit SWGR จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณจากหน้าจอ OPS บันทึกค่าที่อ่านได้จากลงแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ ตัวอย่างการปลดสายไฟออกจาก Terminal เพื่อจำลองการ Open Circuit แสดงดังรูปที่ 3.56

รูปที่ 3.56 รูปขณะทำการ Loop Test อุปกรณ์ Flow Switch

3.5.2.4 สัญญาณ DO ของอุปกรณ์จำพวก Switch

สำหรับ DO นั้นต้องทำการตรวจสอบสถานะปัจจุบันของหน้าสัมผัสก่อนว่าเป็น NO หรือ NC ที่หน้าจอ OPS จากนั้นทำการกำหนดค่าที่ Logic เป็นค่าตรงข้ามกับสถานะปัจจุบัน ส่วนฝั่งหน้างานใช้ Multi Meter วัดค่าความต้านทานหน้าสัมผัสที่ฝั่ง DCS ส่งมา (หากทาง DCS สั่งงานให้เป็น 0 ค่าความต้านทานควรวัดได้เป็น OL หากทาง DCS สั่งงานให้เป็น 0 ค่าความต้านทานควรวัดได้ใกล้เคียง 0 โอห์ม) โดยการต่อสายเพื่อวัดค่าความต้านทานนั้นอ้างอิงตาม Connection Wiring Diagram และ Schematic Diagram Of 11 kV Unit SWGR จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณ บันทึกค่าที่อ่านได้จากลงแบบฟอร์มรายการทดสอบสัญญาณ

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 โปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมออกแบบมาเพื่อควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา ในโหมด Manual โดยเชื่อมต่อกับอุปกรณ์การวัดและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เพื่อวัดและควบคุม มีฟังก์ชันป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์และกระบวนการคือ START PERMIT และ PROTECTION STOP COMMAND พร้อมด้วยฟังก์ชันแจ้งเตือน (Alarm) เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น

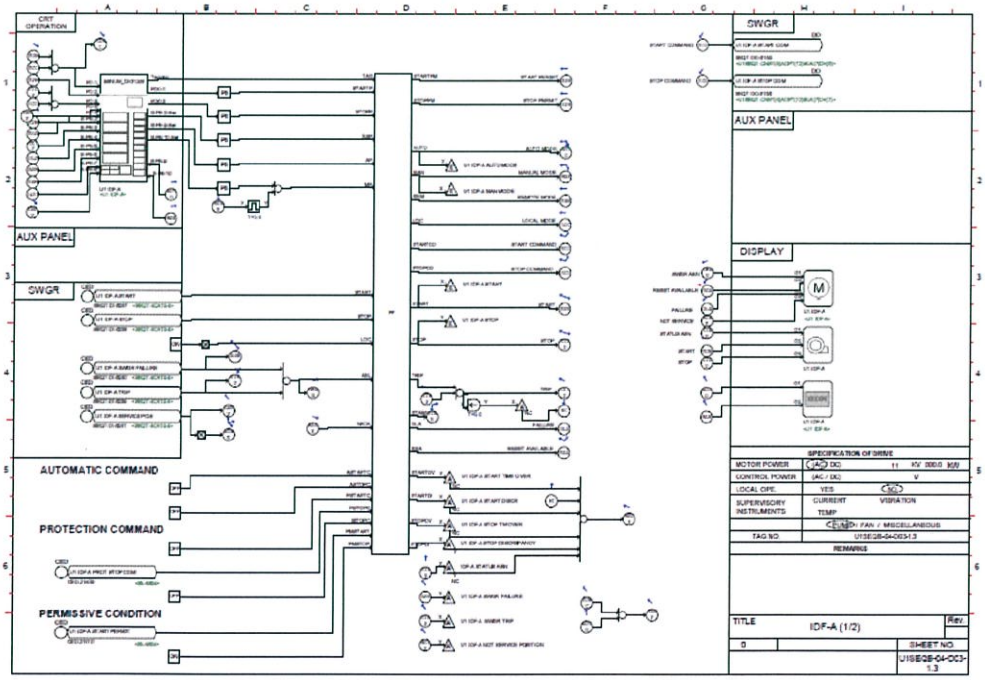
ในส่วนของโปรแกรมควบคุมนั้นมีการสร้างหน้าลอจิกขึ้นมาใหม่ 2 หน้า และเป็นส่วนที่เพิ่มเติมจากหน้าเก่า 2 หน้า ดังนี้

4.1.1 หน้าโปรแกรมควบคุมที่สร้างขึ้นมาใหม่

หน้าลอจิกชีท U1 IDF-A (1/2) แสดงดังรูปที่ 4.1

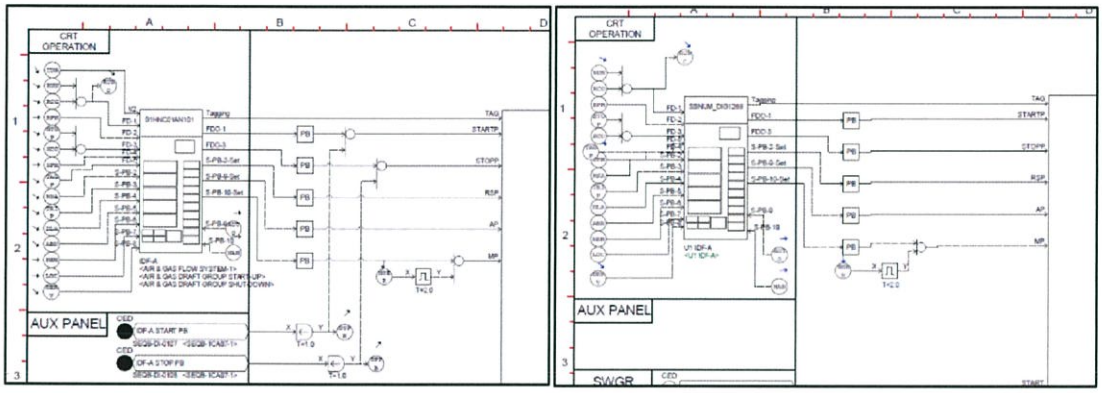
1. ส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ AUX PANEL

เนื่องจาก ระบบควบคุมชั่วคราวนี้สามารถใช้ระบบ Manual Mode ที่สั่งงานจาก CRT Operation ได้ จึงไม่จำเป็นที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสายไฟชั่วคราวเพื่อให้มีการสั่งงานจาก AUX PANEL ระบบก็ยังคงสามารถทำงานได้ ซึ่งลอจิกฟังก์ชั่นของส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ AUX PANEL เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3

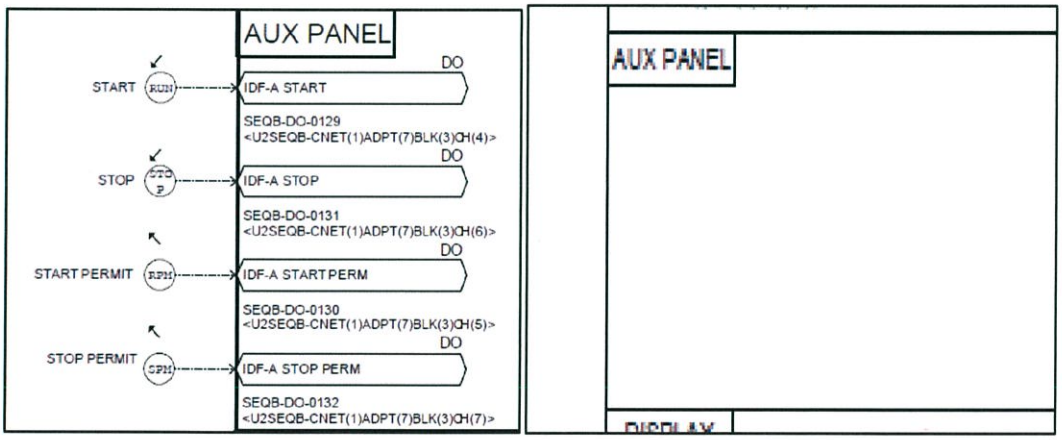


รูปที่ 4.1 U1 IDF-A (1/2) 2. ส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Automatic Mode

เนื่องจาก ระบบควบคุมชั่วคราวนี้ใช้ระบบ Manual Mode ดังนั้น สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับ Automatic Mode จะไม่ถูกนำมาใช้ และเนื่องจากระบบที่เป็น Automatic Mode นั้น จะเชื่อมโยงไปยังหน้า Logic Diagram ส่วนอื่นๆ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อื่นๆ ของหน่วยการผลิตที่ 2 หลายตัว ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกันกับหน่วยการผลิตที่ 1 ซึ่งลอจิกฟังก์ชั่นของส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Automatic Mode เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.4



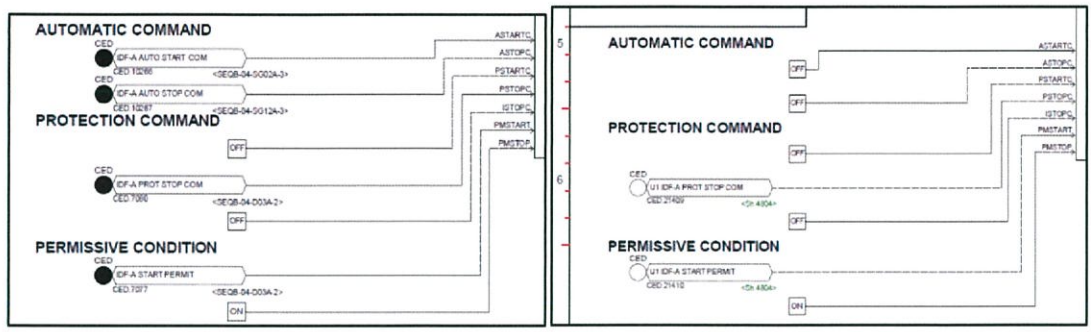
รูปที่ 4.2 เปรียบเทียบสัญญาณ DI ของ AUX PANEL ระหว่างลอจิกเดิม (ซ้าย) และลอจิกใหม่ (ขวา)



รูปที่ 4.3 เปรียบเทียบสัญญาณ DO ของ AUX PANEL ระหว่างลอจิกเดิม (ซ้าย) และลอจิกใหม่ (ขวา)

3. ส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ SWGR

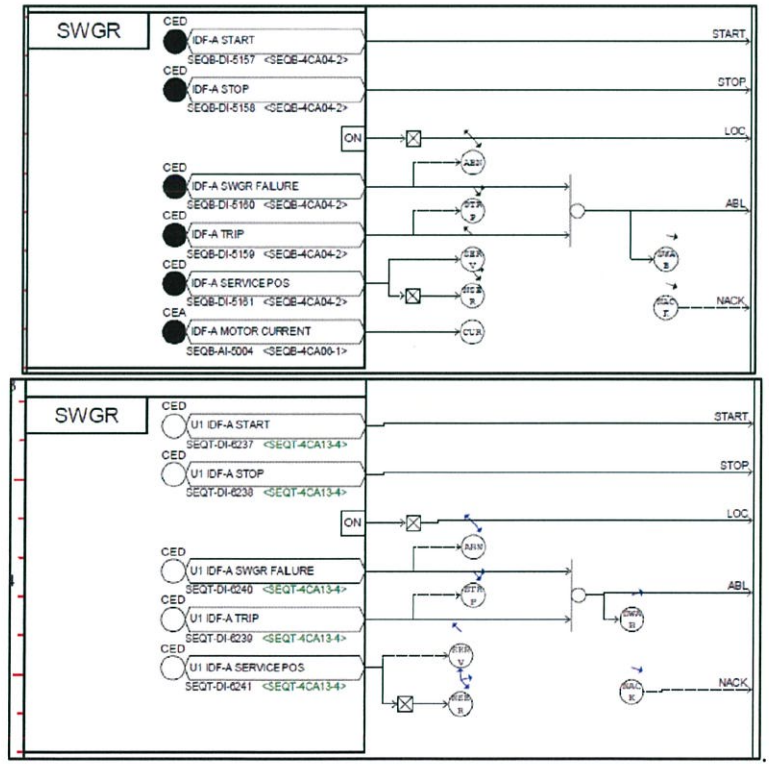
ส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ SWGR นั้น จะเหมือนเดิมทั้งหมดเนื่องจากเป็นสัญญาณที่จำเป็นต้องใช้ มีหนึ่งจุดที่แตกต่างคือสัญญาณ IDF-A MOTOR CURRENT ซึ่งเป็นลอจิกที่ใช้สำหรับวัดกระแสของมอเตอร์มาเพื่อแสดงผลเท่านั้น การที่จะทำให้สัญญาณนี้ยังคงทำงานต่อไปได้ ต้องทำการติดตั้งสายไฟใหม่ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ดังนั้น สัญญาณจึงไม่ถูกนำมาใช้ ซึ่งลอจิกฟังก์ชั่นของส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ Automatic Mode เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.5



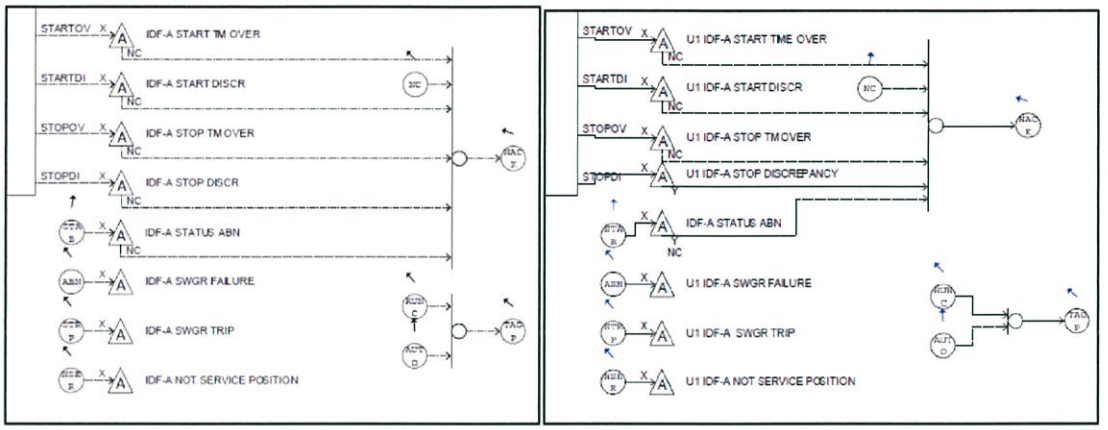
รูปที่ 4.4 เปรียบเทียบสัญญาณ Automatic Command ระหว่างลอจิกเดิม (ซ้าย) และลอจิกใหม่ (ขวา)

4. ส่วนอื่นๆ ในหน้า U1 IDF-A (1/2)

ส่วนอื่นๆ ในหน้า U1 IDF-A (1/2) จะยังคงไว้เหมือนเดิม และทำการเปลี่ยนสัญญาณต่างๆ ให้เป็นของ U1 IDF-A เช่น ส่วนของ Alarm, ส่วนของสัญญาณที่นำไปใช้ในหน้า GRAPHIC เป็นต้น ซึ่งตัวอย่างลอจิกฟังก์ชั่นของส่วนอื่นๆ ในหน้า U1 IDF-A (1/2) เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งเป็นส่วนของสัญญาณ Alarm

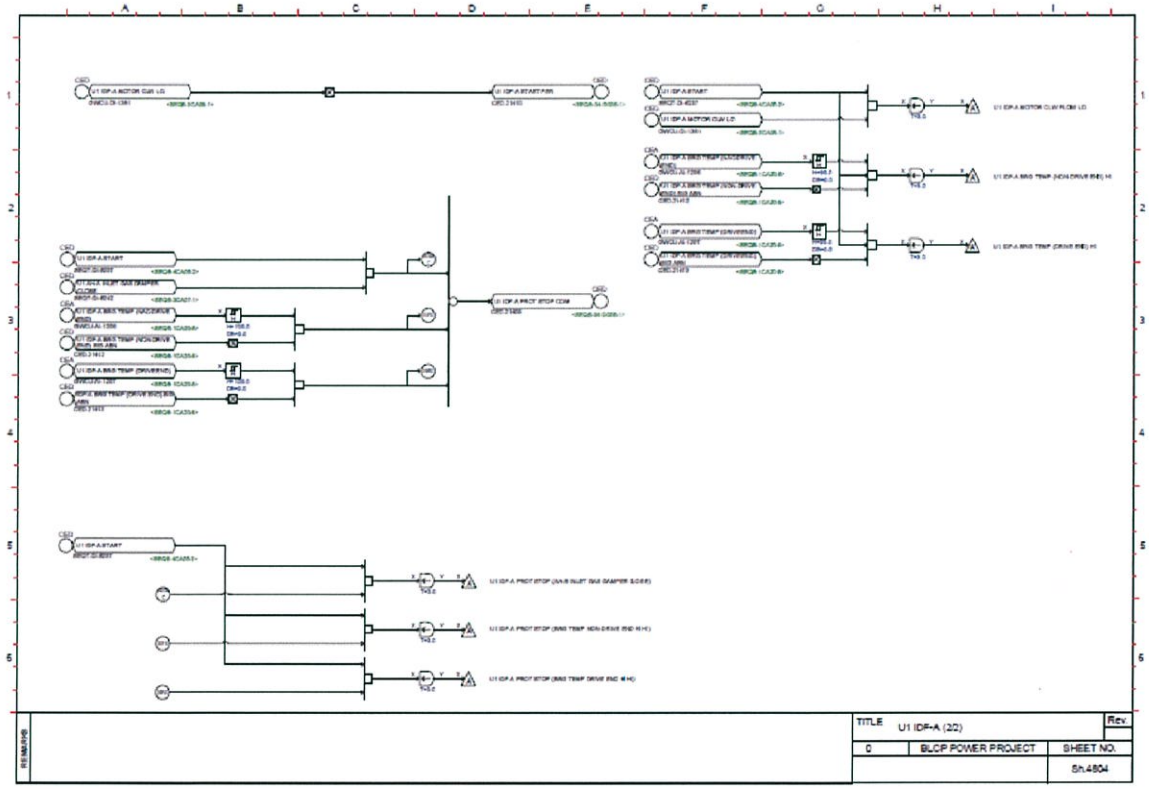


รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับ SWGR ระหว่างลอจิกเดิม (บน) และลอจิกใหม่ (ล่าง)



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ Alarm ระหว่างลอจิกเดิม (ซ้าย) และลอจิกใหม่ (ขวา)

หน้าลอจิกชีท U1 IDF-A (1/2) แสดงดังรูปที่ 4.7



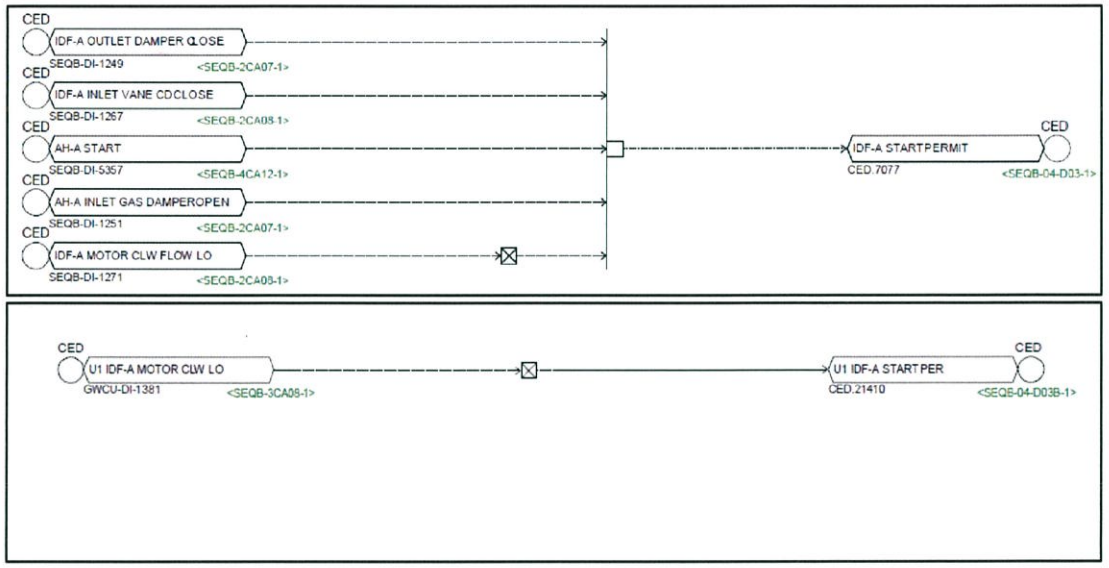
รูปที่ 4.7 U1 IDF-A (2/2)

1. ส่วนการทำงาน START PERMIT

เนื่องจาก ขณะที่หน่วยการผลิตไฟฟ้าที่ 1 หยุดทำงานนั้น Air Heater ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ START PERMIT มีการหยุดทำงานเช่นกัน และเราไม่ได้ต้องการให้ Air Heater ทำงานด้วย ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้สัญญาณ AH-A START ในการอนุญาตให้พัดลมเริ่มทำงาน

ส่วนอุปกรณ์จำพวกใบพัดเปิด-ปิดของพัดลม (OUTLET DAMPER และ INLET VANE) และ AH INLET GAS VANE นั้นเราสามารถใช้การเปิด-ปิดด้วยมือได้ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งสายไฟ

ชั่วคราวให้อุปกรณ์พวกนี้เพื่อตรวจสอบสถานะการเปิด - ปิด เนื่องจากการตรวจสอบสถานะการเปิดหรือปิด ด้วยสายตาของมนุษย์ก็เพียงพอแล้วและทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายอีกด้วย ซึ่งลอจิกฟังก์ชั่นของส่วน START PERMIT เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.8



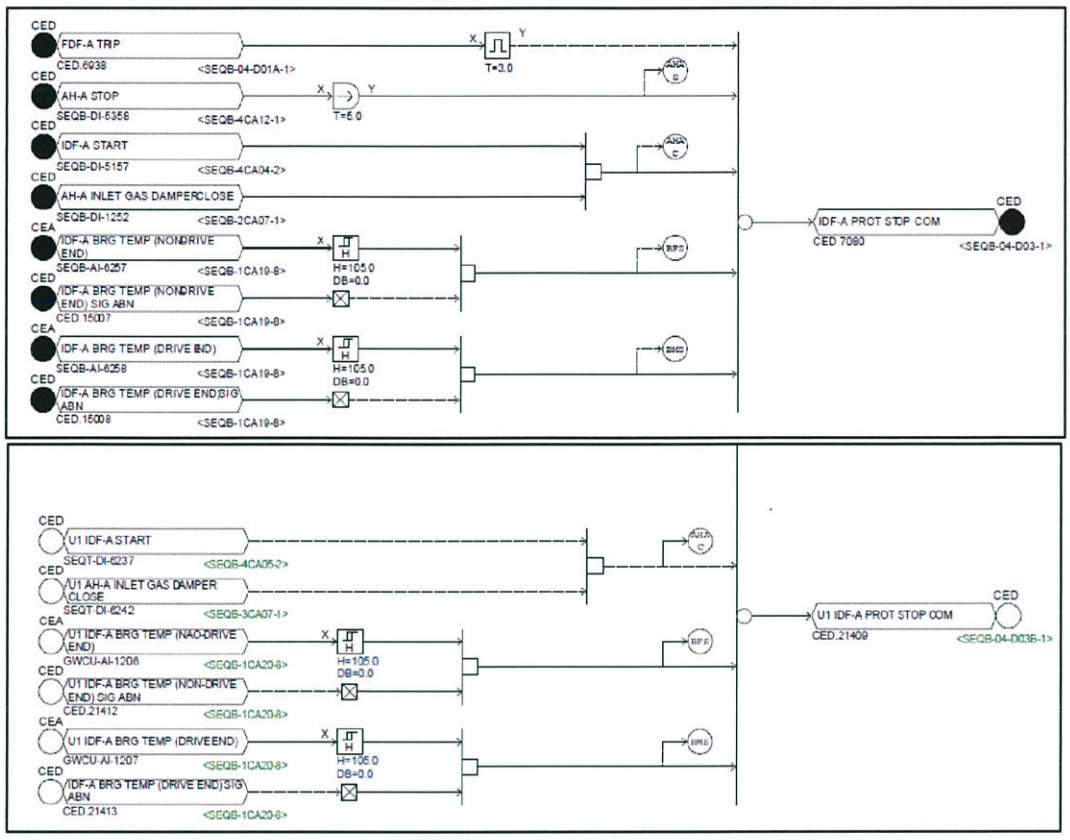
รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ START PERMIT ระหว่างลอจิกเดิม (บน) และลอจิกใหม่ (ล่าง)

2. ส่วนการทำงาน PROTECTION STOP COMMAND

เนื่องจาก ขณะที่หน่วยการผลิตไฟฟ้าที่ 1 หยุดทำงานนั้น Air Heater และ Forced Draft Fanซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับ PROTECTION STOP COMMAND มีการหยุดทำงานเช่นกัน และเราไม่ได้ต้องการให้ Air Heater และ Forced Draft Fan ทำงานด้วย ดังนั้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้สัญญาณ AH-A STOP และ FDF-A TRIP ในการสั่งให้พัดลมหยุดทำงาน ซึ่งลอจิกฟังก์ชั่นของส่วน PROTECTION STOP COMMAND เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.9

3. ส่วนการทำงานของ Alarm

ส่วนนี้ยังคงทำงานเหมือนเดิมทุกอย่างยกเว้น Alarm แจ้งเตือน AH-A STOP และ FDF-A TRIP เนื่องจาก ขณะที่หน่วยการผลิตไฟฟ้าที่ 1 หยุดทำงานนั้น Air Heater และ Forced Draft Fan หยุดการทำงานเช่นกัน ซึ่งลอจิกฟังก์ชั่นของส่วน Alarm เปรียบเทียบระหว่างลอจิกเดิมและลอจิกใหม่ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ PROTECTION STOP COMMAND ระหว่างลอจิกเดิม (บน) และลอจิกใหม่ (ล่าง)

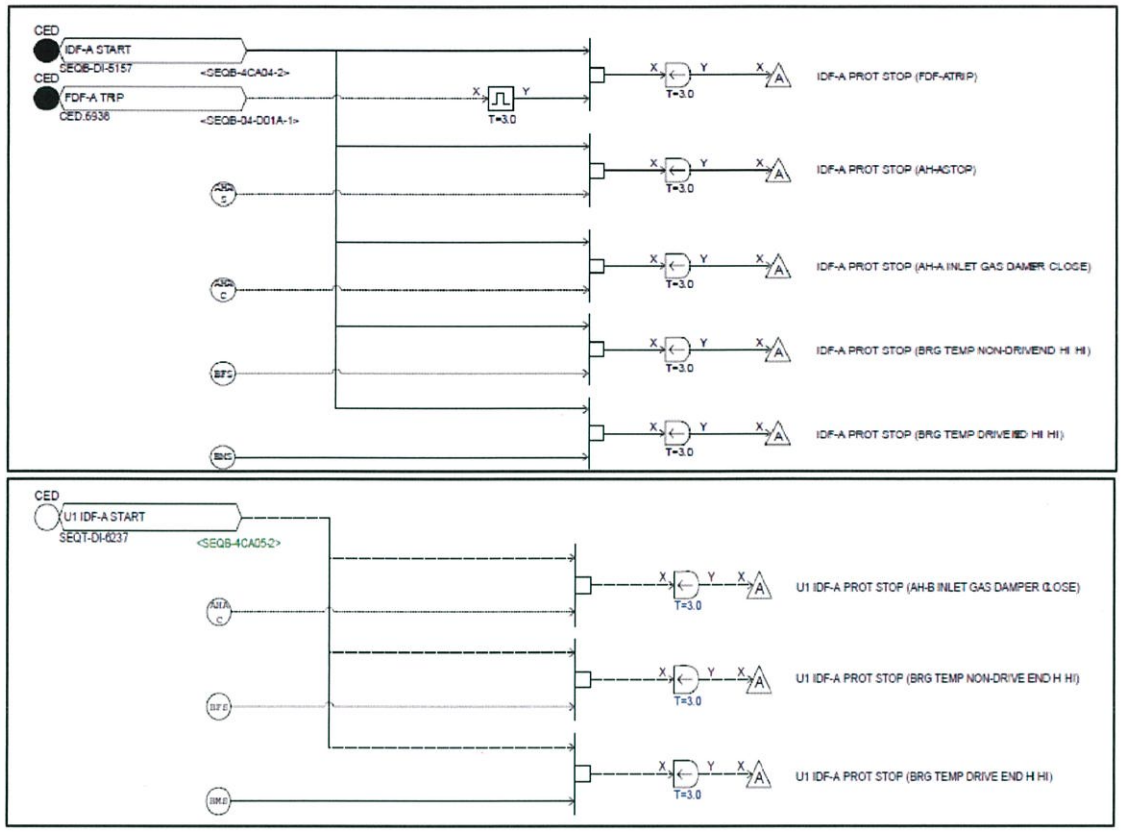
4.1.2 หน้าโปรแกรมควบคุมที่ปรับปรุงจากของเก่า

1. ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-4)

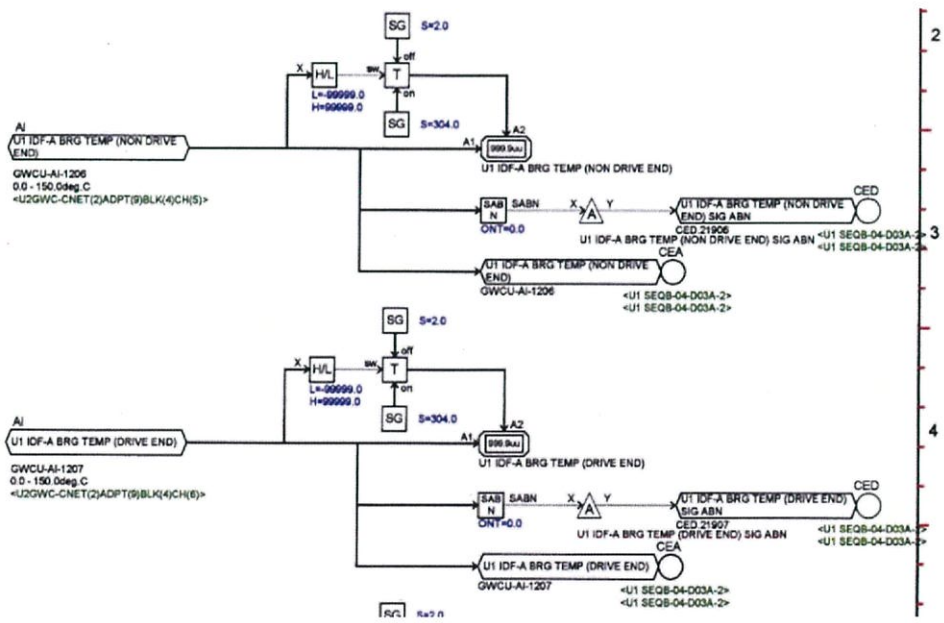
แก้ไขจากเดิมที่เป็น SPARE ให้เป็น U1 IDF-A BRG TEMP (NON DRIVE END) และ U1 IDF-A BRG TEMP (DRIVE END) ซึ่งเป็นส่วนของการแจ้งเตือนสัญญาณ Alarm เกี่ยวกับสัญญาณ Abnormal ดังรูปที่ 4.11

2. ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-5)

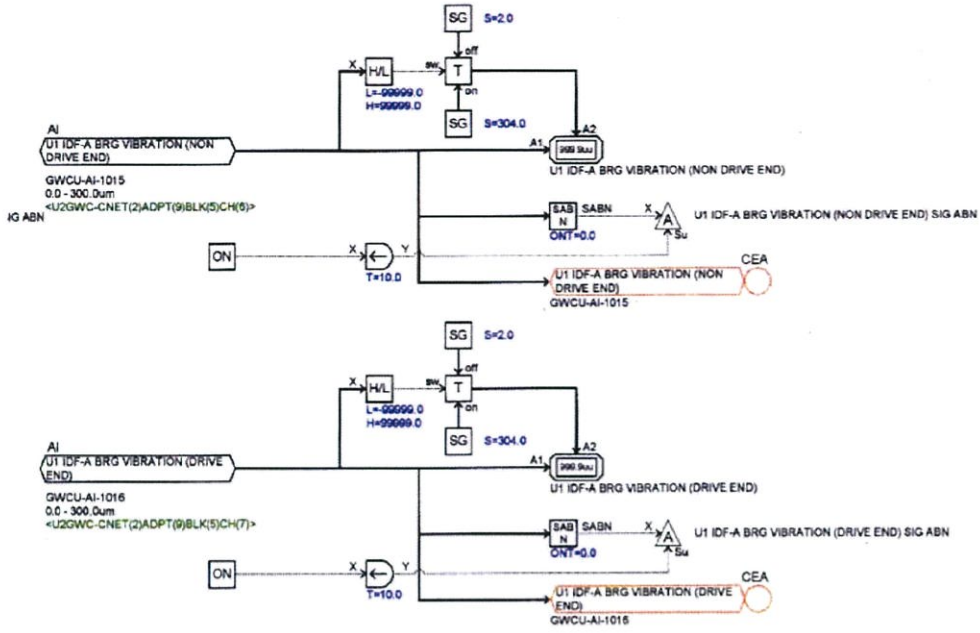
แก้ไขจากเดิมที่เป็น SPARE ให้เป็น U1 IDF-A BRG VIBRATION (NON DRIVE END) และ U1 IDF-A BRG VIBRATION (DRIVE END) ซึ่งเป็นส่วนของการแจ้งเตือนสัญญาณ Alarm เกี่ยวกับสัญญาณ Abnormal ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบสัญญาณส่วนของ Alarm ระหว่างลอจิกเดิม (บน) และลอจิกใหม่ (ล่าง)



รูปที่ 4.11 ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-4) ส่วนที่แก้ไข



รูปที่ 4.12 ANALOG INPUT SIGNAL (2CA09-5) ส่วนที่แก้ไข

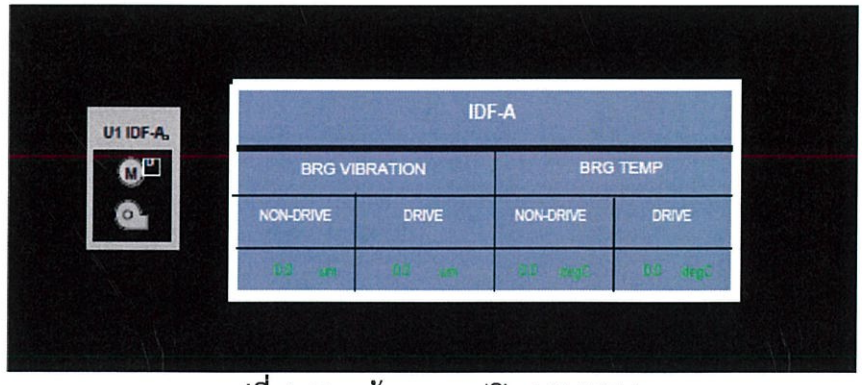
4.2 ส่วนแสดงผลและส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

4.2.1 หน้าจอแสดงผล (GRAPHIC)

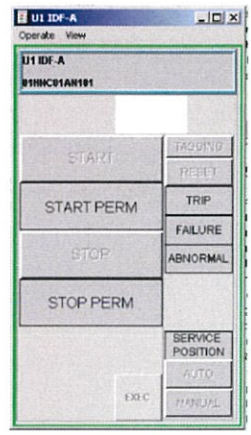
เนื่องจากเป็นหน้าจอแสดงผลชั่วคราวใช้กับระบบ U1 IDF-A จึงเน้นหน้าจอแสดงผลที่เรียบง่าย ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ประกอบไปด้วย รูปพร้อมสีบอกสถานะของมอเตอร์และพัดลม ตารางแสดงค่าอุณหภูมิและแรงสั่นสะเทือนของแบริ่งพัดลม และกราฟฟิคบอกสถานการณ์ทำงานว่าอยู่ใน Manual Mode หรือ Automatic Mode ดังรูปที่ 4.13

4.2.2 หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (HMI)

ออกแบบ Loop Plate ให้มีลักษณะ สี และฟังก์ชันเหมือนเดิมทุกอย่าง เพื่อให้การใช้งานง่าย ไม่ต้องทำความเข้าใจใหม่มาก เนื่องจากผู้ใช้งานมีเป็นจำนวนมากหากต้องมาทำความเข้าใจใหม่ทั้งหมดจะเป็นเรื่องยุ่งยาก ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.13 หน้าจอกราฟฟิค U1 IDF-A



รูปที่ 4.14 หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้งาน U1 IDF-A

4.3 ผลการทดสอบสัญญาณ

ผลการทดสอบสัญญาณสำหรับสัญญาณอนาล็อก ค่าความผิดพลาดอยู่ในค่าปกติตามมาตรฐานที่บริษัทยอมรับได้อยู่ที่ ± 0.2% F.S. และสำหรับค่าอุณหภูมิอยู่ที่ ± 2 °C ส่วนสัญญาณดิจิตอลนั้นผลการทดสอบออกมาผ่านทุกตัวเช่นกัน ดังรูปที่ 4.15 และ4.16

LOOP CHECK LIST

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE	TEMPORARY CONNECTION	MEASUREMENT RANGE		UNIT	SIGNAL INDICATION			TEST RESULT	DATE
					LOWER	UPPER		0%	50%	100%		
1	01HNC01CT001	IDF-A BRG. TEMP. (NON-DRIVE END)	TYPE E	2.GWCU-AI-1206	0	150	deg.C	0.0	75.0	150.0	OK	22-09-17
2	01HNC01CT002	IDF-A BRG. TEMP. (DRIVE END)	TYPE E	2.GWCU-AI-1207	0	150	deg.C	0.0	75.1	150.1	OK	23-09-17
3	01HNC01CY001	IDF-A BRG. VIBRATION (NON-DRIVE END)	PICK-UP	2.GWCU-AI-1015	0	300	µm	0.1	150.2	300.1	OK	24-09-17
4	01HNC01CY002	IDF-A BRG. VIBRATION (DRIVE END)	PICK-UP	2.GWCU-AI-1016	0	300	µm	0.0	150.1	300.1	OK	25-09-17

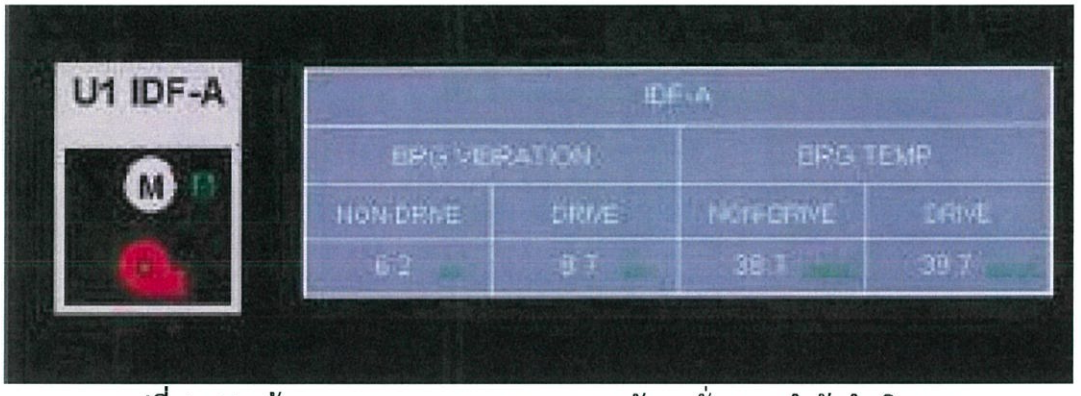
รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบสัญญาณอนาล็อก

No.	KKS	SIGNAL NAME	SENSOR TYPE	TEMPORARY CONNECTION	INPUT STATUS		CHECK		TEST RESULT	DATE
					ON	OFF	ON	OFF		
5	01PGA02CF214	IDF-A MOTOR COOLING WATER FLOW LO	FLOW SWITCH	2.GWCU-DI-1381	LOW	-	OK	OK	OK	22-09-17
6	01HNC01AN101YR01	IDF-A START COM	DCS COMMAND TO MV SWGR	2.SEQT-DO-6155	START COMMAND	-	OK	OK	OK	22-09-17
7	01HNC01AN101YS01	IDF-A STOP COM	DCS COMMAND TO MV SWGR	2.SEQT-DO-6156	STOP COMMAND	-	OK	OK	OK	22-09-17
8	01HNC01AN101XR01	IDF-A START	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6237	START	-	OK	OK	OK	22-09-17
9	01HNC01AN101XS01	IDF-A STOP	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6238	STOP	-	OK	OK	OK	22-09-17
10	01HNC01AN101XT01	IDF-A TRIP	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6239	TRIP	-	OK	OK	OK	22-09-17
11	01HNC01AN101XF01	IDF-A SWGR FAILURE	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6240	SWGR FAILURE	-	OK	OK	OK	22-09-17
12	01HNC01AN101XP03	IDF-A SERVICE POS	MV SWGR STATUS TO DCS	2.SEQT-DI-6241	SERVICE POSITION	-	OK	OK	OK	22-09-17
13	01HNA03AA700XC01	AH-A INLET GAS DAMPER CLOSE	LIMIT SWITCH	2.SEQT-DI-6242	CLOSE	-	OK	OK	OK	22-09-17

รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบสัญญาณดิจิตอล

4.4 การทำงานจริงของพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา

ระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวนี้ได้ถูกเริ่มใช้งาน เมื่อวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ.2560 หลังจากการเริ่มหยุดระบบผลิตไฟฟ้าของหน่วยผลิตไฟฟ้าที่ 1 ได้ 3 วัน เพื่อทำการช่วยระบายความร้อนออกจากเตาเผา ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าไปทำงานได้เร็วขึ้น และหลังจากอุณหภูมิภายในเตาเผาเย็นลงแล้วอยู่ในอุณหภูมิที่มนุษย์สามารถเข้าไปทำงานได้ ระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวนี้จึงได้ถูกหยุดการทำงานลงเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ.2560 โดยหน้าจอแสดงผลขณะพัดลมกำลังทำงานแสดงดังรูปที่ 4.17 ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวได้ทำงานอยู่นั้นไม่พบว่ามีปัญหาใดๆ เกิดขึ้น



รูปที่ 4.17 หน้าจอแสดงผลขณะระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวกำลังดำเนินงาน

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการวางแผนดำเนินงานและออกแบบโปรแกรมควบคุมพัดลมชั่วคราวนั้น ผลลัพธ์ที่ได้คือการจัดการจุดติดตั้งสายไฟชั่วคราวในแต่ละพื้นที่เพื่อให้ใช้ระยะทางน้อยที่สุด ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายมากที่สุด และโปรแกรมของระบบควบคุมแบบกระจายส่วนควบคุมพัดลมดูดอากาศในระบบเตาเผา ที่นำไปใช้แทนที่การควบคุมพัดลมเดิมเป็นการชั่วคราวเพื่อให้ระบบยังคงสามารถระบายความร้อนออกจากเตาเผาได้ เมื่อหยุดการทำงานของระบบเดิมลง มีฟังก์ชันป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากอุปกรณ์ภายในระบบและมีการแจ้งเตือนไปยังผู้ปฏิบัติงานเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น มีหน้าจอกราฟฟิคและส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่เข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจการทำงานได้อย่างรวดเร็ว โดยระบบนี้ได้ถูกเริ่มใช้งาน เมื่อวันที่ 17 ตุลาคม พ.ศ.2560 และ หยุดการทำงานลงเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ.2560 รวมระยะเวลาทำงานทั้งหมด 12 วัน ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ระบบควบคุมพัดลมชั่วคราวได้ทำงานอยู่นั้นไม่พบว่ามีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้น

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. บริษัทยังไม่มีความเข้าใจในโครงการสหกิจศึกษา ทำให้เกิดความสับสนในการมอบหมายงาน
2. ความรู้ที่ศึกษามาไม่เพียงพอต่อการใช้ในการปฏิบัติสหกิจศึกษา
3. ไม่มีประสบการณ์จากหน้างานจริง ทำให้ทดสอบสัญญาณมีความล่าช้าและสับสน
4. คู่มือสำหรับการเขียนโปรแกรม DCS ของทางบริษัทยังมีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้งานจริงในบางเรื่อง
5. ระบบ Emulation มีปัญหาอยู่บางจุดทำให้การใช้งานทดสอบโปรแกรมไม่สามารถทำได้ครบถ้วน

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. นักศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรอธิบายทำความเข้าใจกับบริษัทในเรื่องโครงการสหกิจศึกษา
2. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ทั้งการอ่านเอกสารต่าง ๆ ทดสอบกับอุปกรณ์จริง และสอบพี่พนักงาน
3. สอบถามพี่พนักงานเกี่ยวกับวิธีการทดสอบสัญญาณต่าง ๆ และศึกษาการอ่านแบบทางไฟฟ้า

4. สอบถามพี่พนักงาน โดยหลาย ๆ เรื่องนั้นต้องอาศัยประสบการณ์จากพี่พนักงาน

5. ให้พี่พนักงานช่วยตรวจสอบในสิ่งที่ระบบ Emulation มีปัญหาไม่สามารถทำการทดสอบเองได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

การสร้างหรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงโปรแกรมของระบบควบคุมขนาดใหญ่โดยเฉพาะกระบวนการที่กำลังดำเนินอยู่นั้น ควรที่จะออกแบบและทดสอบในระบบจำลองก่อน เนื่องจากหากเกิดความผิดพลาดขึ้นมาจะก่อให้เกิดความเสียหายเป็นอย่างมาก และขณะทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงโปรแกรมใด ๆ ควรแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกหน่วยงานให้ทราบด้วย เพื่อป้องกันความเข้าใจไม่ตรงกันระหว่างหน่วยงานและป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นหากส่วนที่แก้ไขนั้นเป็นบริเวณที่อุปกรณ์มีการเคลื่อนที่ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2006). DIASYS-IDOL^{++} Function Block Reference Guide.

[2] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2006). DIASYS Netmation® Maintenance tool (EMS) User's Guide.

[3] Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (2008). INDUCED DRAFT FAN MAINTENANCE MANUAL.

[4] สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์. (2550). หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. กรุงเทพ: ส.ส.ท.

[5] นายประพันธ์ ลิขิตวัชรปกรณ์. (2557). สาระน่ารู้เรื่องโรงไฟฟ้าถ่านหิน. แหล่งที่มา:http://www.senate.go.th/w3c/senate/pictures/comm/1540/บทความ%20โรงไฟฟ้าถ่านหิน_rev3.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล 2 กันยายน 2560).

[6] BLCP Power Limited. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดที่โรงไฟฟ้าบีแอลซีพีนำมาใช้. แหล่งที่มา:http://www.blcp.co.th/th/technical. (วันที่ค้นข้อมูล 2 กันยายน 2560).

[7] AROMANIKKI Co., LTD. OPERATION MANUAL FOR FLOW RELAY SP-R. แหล่งที่มา:http://aromanikki.co.jp/sp_r_manual_a_01_02_el.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล 29 กันยายน 2560)

ภาคผนวก

รายการ Function Block

Control Arithmetic Blocks

No.	Code	Element name	Simbol
1	AND	Logic Conjunction	
2	OR	Logic Sum	
3	NOT	Logic Negation	
4	XOR	Exclusive OR	
5	SSR	Set/Reset for Prioritized Set	
6	SRR	Set/Reset for Prioritized Reset	
7	OND	ON Delay Timer	
8	OFD	OFF Delay Timer	
9	OSP	One Shot Pulse	
10	TDW	Time Delay Wipe Out	
11	TON	Trigger ON	
12	TOF	Trigger OFF	
13	ON	Digital ON	
14	OFF	Digital OFF	
15	HIM	High Monitor	
16	LOM	Low Monitor	

No.	Code	Element name	Simbol
17	HLM	H/L Monitor	
18	HMH	High Monitor with Hysteresis	
19	LMH	Low Monitor with Hysteresis	
20	HLH	H/L Monitor with Hysteresis	
21	DHL	Deviation Monitor	
22	RHL	Change-Rate Monitor	
23	MN	M Out of N	
24	MON	M Input ON	
25	UPC	Unpack	
26	FLC	Flicker	
27	ADD	Simple Addition	
28	SUM	Addition	
29	DLT	Subtraction	
30	MUL	Multiplication	
31	DIV	Division	
32	ABS	Absolute Value	

No.	Code	Element name	Simbol
33	ROT	Square-Root Extraction	
34	NEG	Code Reversion	
35	PWR	Exponentiation	
36	ZER	Analog Zero Outut	
37	INF	Analog Maximum-Value Output	
38	SG	Fixed Value Setting	
39	HSL	High-Value Selection	
40	LSL	Low-Value Selection	
41	MED	Intermediate Value Selection	
42	LMT	Restriction of Upper/Lower Limit	
43	LIN	Linear Conversion	
44	LAG	Primary Delay	
45	LLG	Primary Progress/Delay	
46	RLT	Change-Rate Restriction Unit	
47	MAV	Move Average	
48	DLY	Dead Time	
49	P	Proportional Control	
50	PR	P with Range Conversion	

No.	Code	Element name	Simbol
51	PI	Proportional Integral (CSR)	
52	PIQ	Proportional Integral (QSR)	
53	D	Differential Calculus	
54	AM	Analog Memory	
55	FX	Polyline Function	
57	D/A	Digital/Analog Conversion	
59	PAC	Pack	
60	DT	Arithmetic Cycle	

Input / Output Blocks

No.	Code	Element name	Simbol
101	SW	Digital Switch	
102	T	Simple Analog Switch	
103	TR	Analog Switch with Rate	
104	TRD	Analog Switch with Differential Rate	
105	OLD	Previous Digital Value	
106	OLA	Previous Analog Value	
107	DI	Digital Input	
108	AI	Analog Input	
109	PU	Pulse Input	
110	DO	Digital Output	
111	AO	Analog Output	
112 113	CED	Digital Connection between Sheet	
114 115	CEA	Analog Conneccion between Sheet	
116 117	CEI	Integer Connection between Sheet	
118 119	MCD	Macro I/F Digital	
120 121	MCA	Macro I/F Analog	
122 123	MCI	Macro I/F Integer	
124 125	CID	Connection Inside Sheet	

No.	Code	Element name	Simbol
126	NLD	Null Digital	
127	NLA	Null Analog	
128	NLI	Null Integer	
129	THD	Through Digital	
130	THA	Through Analog	
131	THI	Through Integer	
132	RVD	Arithmetic Order Reversed Digital	
133	RVA	Arithmetic Order Reversed Analog	
134	RVI	Arithmetic Order Reversed Integer	
135	CAI	Communication Analog Input	
136	CAO	Communication Analog Output	
137	CDI	Communication Digital Input	
138	CDO	Communication Digital Output	
162	DI32	32 points digital input	
163	DO32	32points digital output	
164	AI8	8 points analog input	
165	AO8	8 points analog output	
166	RGA	Register analog	

No.	Code	Element name	Simbol
167	RGD	Register digital	
168	RGI	Register integer	
169	DG	Digital constant	
170	MD8	8 inputs intermediate	

Data Logging Blocks

No.	Code	Element name	Simbol
201	DAN	Digital Warning	
202	AAN	Analog Warning	
203	EVT	Event	
204	SSD	Dgital Operation Unit	
205	QGD	Quality Fetch Digital	
206	QGA	Quality Fetch Analog	
207	QSD	Quality Insertion Digital	
208	QSA	Quality Insertion Analog	
209	AVE	Average Value	
210	ONT	ON Time Sizing	
211	ONC	ON Number-of-Time Sizing	
214	LDW	Digital Write to All-Purpose Logic	
215	LAW	Analog Write to All-Purpose Logic	
216	LDR	Digital Read to All-Purpose Logic	
217	LAR	Analog Read to All-Purpose Logic	
218	LDS	Digital for All-Purpose Logic w/Switch	
219	LAS	Analog for All-Purpose Logic w/Switch	
220	CLD	Calendar	

No.	Code	Element name	Simbol
221	MSC	Fetching msec	
222	YMD	Fetching Year/Month/Date/Hour/Minute/Second/Week of the Day	
223	CTM	Time Creation	
224	R2I	Real/Integer Conversion	
225	I2R	Integer/Real Conversion	
226	IAD	Integer Addition	
227	IDL	Integer Subtraction	
228	IML	Integer Multiplication	
229	IDV	Integer Division	
230	IMD	Integer Residue	
231	ISG	Integer Setup	
232	ISW	Integer Switch	
233	RTM	Date/Time Output	
237	QGI	Quality Fetch Integer	
238	QSI	Quality Insertion Integer	
239	LGT	On-The-Hour Data	
240	LGV	On-The-Hour Data of Reports	
242	MLG	Maintenance Log	

No.	Code	Element name	Simbol
243	PTL	Post Trip Log	
244	FRC	Flight Record	
245	TAJ	Timer adjustment by DI	
246	LGS	Logging value report with adjustable timining	
247	GTL	General Trigger Log	
248	CAR	Analog signals read by CARD	
249	CAW	Analog signals written by CARD	
250	CDR	Digital signals read by CARD	
251	CDW	Digital signals written by CARD	
252	LIR	Common integer data read	
253	LIW	Common integer data write	
254	LIS	Common integer data read write	
255	VMS	Voice message	
256	XDA	Extended digital alarm	
257	XEV	Extended event	

System Blocks

No.	Code	Element name	Simbol
301	SDI	System digital input for logical I/O assignment	SDI
302	SDO	System digital output for logical I/O assignment	SDO
303	SAI	System analog input for logical I/O assignment	SAI
304	SAO	System analog output for logical I/O assignment	SAO
305	SII	System integer input	SII
306	SIO	System integer output	SIO
307 308	SLD	System internal digital	SLD
309 310	SLA	System internal analog	SLA
311	ETDI	MHI Ethernet communication digital input	ETDI
312	ETDO	MHI Ethernet communication digital output	ETDO
313	ETAI	MHI Ethernet communication analog input	ETAI
314	ETAO	MHI Ethernet communication analog output	ETAO
315	OPS	OPS station	OPS
316	ACS	Accessory station	ACS
317	MPS	Multiple process station	MPS
318	PRT	Printer	PRT
319	ESV	Automatic external storage function	ESV
320	ETAS	ETA with switch Input	ETAS

No.	Code	Element name	Simbol
321	ETAS	ETA with switch Output	ETAS
322	ETAD	ETD with switch Input	ETDS
323	ETAD	ETD with switch Output	ETDS
324	CPS	CPS system status	CPS
325	VCS	Voice control system	VCS
326	NND	Network node	NND

Operator Station Blocks

No.	Code	Element name	Simbol
403	PB	PB operation	
404	S/S	Increasing/ decreasing operation	
405	SSS	MHI Ethernet increase/ decrease operation data set	
406	DST	MHI Ethernet data set request	
411	OPX	Single analog set & sub PBs type	
412	OPX	Multiple analog set & sub PBs type	
413	OPX	2 bargraph & sub PBs type	
414	OPX	3 bargraph & sub PBs type	
415	OPX	Main PB & sub PBs type	
416	OPX	Indicators & sub PBs type	

External Communication Blocks

No.	Code	Element name	Simbol
501	870C_SP	Single Point	870C SP
502	870C_DP	Double Point	870C DP
503	870C_ME	Set Point	870C ME
504	870C_ST	Step Position	870C ST
505	870C_IT	Accumulated Data	870C IT
506	870C_SP_T	Single Point with Time	870C SP_T
507	870C_DP_T	Double Point with Time	870C DP_T
508	870C_ST_T	Step Position with Time	870C ST_T
509	870C_NV	Normalized value	870C NV
510	870C_IC	Query Command	870C IC
511	870C_CI	Accumulation Counter Query Command	870C CI
512	870C_CS	Time Adjustment Command	870C CS
513	DNPC_AI	DNP Client Analog Input	DNPC AI
514	DNPC_AO	DNP Client Analog Output	DNPC AO
515	DNPC_BI	DNP Client Binary Input	DNPC BI
516	DNPC_BO	DNP Client Binary Output	DNPC BO
517	DNPC_RD	DNP Client Read Command	DNPC RD
518	DNPS_AI	DNP Server Analog Input	DNPS AI

No.	Code	Element name	Simbol
519	DNPS_AO	DNP Server Analog Output	DNPS AO
520	DNPS_BI	DNP Server Binary Input	DNPS BI
521	DNPS_BO	DNP Server Binary Output	DNPS BO

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายภาณุภาคย์ คลังเพ็ชร์

วัน เดือน ปีเกิด : 30 มิถุนายน 2539

ที่อยู่ : 69/1 หมู่ 5 ต.บางเกลือ อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา 24180

อีเมลล์ : panupark.klu@gmail.com

โทรศัพท์ : 081-5910149

ประวัติการศึกษา : พ.ศ.2554 – 2556 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี

: พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์ : มิถุนายน - กรกฎาคม พ.ศ.2560
นักศึกษาฝึกงาน แผนกบำรุงรักษาทวีผลไฟฟ้า-บ้านโป่ง 2
บริษัท สยามคราฟท์อุตสาหกรรม จำกัด ในกลุ่มธุรกิจ SCG Packaging

: สิงหาคม - พฤศจิกายน พ.ศ.2560
นักศึกษาสหกิจศึกษา แผนกระบบควบคุมและเครื่องมือวัด
บริษัท บีแอลซีพี เพาเวอร์ จำกัด