รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมหม้อไอน้ำโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO ในโรงงานน้ำตาล

Boiler Control Using Harmonas-DEO DCS in Sugar Factory

นายภานุพงศ์ ราชโยธา

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมหม้อไอน้ำโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO ในโรงงานน้ำตาล

Boiler Control Using Harmonas-DEO DCS in Sugar Factory

นายภานุพงศ์ ราชโยธา

หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	การควบคุมหม้อไอน้ำโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO ในโรงงานน้ำตาล
ชื่อ – สกุล นักศึกษา	นายภานุพงศ์ ราชโยธา รหัสนักศึกษา 58010967
หลักสูตร	วิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี
	รศ.ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์
ชื่อ – สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณจีรพันธ์ พันธุมจินดา
ชื่อสถาณประกอบการ	บริษัท อัซบิล (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคการสร้างระบบควบคุมหม้อไอน้ำโดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO สำหรับหม้อไอน้ำขนาด 100 ตันที่ติดตั้งในโรงงานน้ำตาล ในส่วนของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมสร้างด้วยโปรแกรม RTC Editor เพื่อควบคุมระดับของเหลวในดรัม การป้อนเชื้อเพลิงให้กับห้องเผา ความดันของห้องเผา การทำงานของพัดลม และการควบคุมตำแหน่งของแดมเปอร์ ส่วนของกราฟิกแสดงผลสร้างด้วยโปรแกรม Window Maker เพื่อตรวจสอบการทำงานของหม้อไอน้ำ จากผลการจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรม RTC Runtime ยืนยันได้ว่า ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเพื่อควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำตามเงื่อนไขที่ต้องการ นอกจากนี้ผลการจำลองการทำงานโดยใช้ระบบ Harmonas-DEO ยังยืนยันได้ว่า กราฟิกแสดงผลที่สร้างขึ้นสามารถแสดงค่าตัวแปรกระบวนการที่กำหนดรวมทั้งเงื่อนไขการแจ้งเตือนที่กำหนดได้อีกด้วย

คำสำคัญ : การควบคุมหม้อไอน้ำ, Harmonas-DEO, โรงงานน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Project Title:	Boiler Control Using Harmonas-DEO DCS in Sugar Factory
Student:	Mr.Panupong Ratyota Student ID 58010967
Program:	Automation Engineering
Faculty:	Engineering
Advisors:	Asst.Prof.Dr. Teerawat Thepmanee
	Assoc.Prof.Dr. Amphawan Julsereewong
Mentor:	Mr. Jeerapan Panthumjinda
Company:	Azbil (Thailand) Company Limited

ABSTRACT

This project presents a technique to implement a control employing Harmonas-DEO distributed control system (DCS) for 100-ton steam boilers installed in a sugar factory. The function block diagrams are created by using RTC Editor to control the drum liquid level, furnace bagasse feeding, furnace pressure, fan operations, and damper positions. The operator graphics are also created by using Window Maker to monitor the boiler operations. The simulation results by using RTC Runtime verify that the created function block diagrams can operate correctly for controlling the boilers operations at desired conditions. In addition, the simulation results by using the Harmonas-DEO system also confirm that the created operator graphics can display the specified process variables as well as notify the specified alarm conditions.

Keywords: Boiler Control, Harmonas-DEO, Sugar Factory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท อัซบิล (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสสำหรับโครงการสหกิจศึกษยึดทั้งมอบหมายงานและให้ความรู้ต่าง ๆ

ขอขอบคุณ คุณจีรพันธ์ พันธุมจินดา ผู้นิเทศงาน และพนักงานบริษัททุกท่านที่ได้ให้การช่วยเหลือ และให้ประสบการณ์ในการทำงานตลอดระยะเวลาสี่เดือน

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ และ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี ที่ได้ให้ความเมตตาและคำแนะนำแก่ผู้จัดทำตลอดมา ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ภานุพงศ์ ราชโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2
1.4 วิธีการดำเนินการปริญญานิพนธ์ 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 กล่าวนำ 4
2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาล 4
2.3 หม้อไอน้ำ 6
2.3.1 โครงสร้างของหม้อไอน้ำ 7
2.3.2 ประเภทของหม้อไอน้ำ 8
2.3.3 ห้องเผาไหม้แบบต่าง ๆ 10
2.3.4 การเตรียมน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ 13
2.4 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของดีซีเอส Hamonas-DEO 14
2.4.1 ภาพรวมของระบบ 14
2.4.2 Controller DCS Harmonas - DEO รุ่น DOPC III 15
2.5 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในดีซีเอส Harmonas-DEO 18
2.5.1 โปรแกรม RTC Editor 18
2.5.2 โปรแกรม RTC Runtime 21
2.5.3 โปรแกรม Wonderware InTouch (Window Maker/Window Viewer) 21
2.5.4 โปรแกรม Harmonas – DEO 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

2.6 AutoCAD 2017 23
บทที่ 3 การควบคุมหม้อไอน้ำที่นำเสนอ 24
3.1 กล่าวนำ 24
3.2 การจัดทำเอกสารสำหรับการควบคุมหม้อไอน้ำที่นำเสนอ 24
3.2.1 เอกสารในส่วนการวางแผนการทำงาน 24
3.2.2 เอกสารในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ 25
3.2.3 เอกสารในส่วนของการกำหนด I/O 25
3.2.4 เอกสารในส่วนของพารามิเตอร์แท็ก I/O สำหรับระบบควบคุม 29
3.2.5 เอกสารในส่วนโครงสร้างของระบบ 33
3.3 ขั้นตอนการออกแบบ Wiring Diagram 33
3.3.1 เอกสารการทำ Wiring Diagram จากงานเก่าของบริษัท 33
3.3.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม AutoCAD 2017 34
3.4 การเขียนโปรแกรม 34
3.4.1 การใช้งานโปรแกรม RTC Editor 34
3.4.2 การเขียนระบบควบคุม 39
3.4.3 การสร้างหน้ากราฟิกแสดงผล 45
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 49
4.1 กล่าวนำ 49
4.2 ผลการทดสอบของโปรแกรม 49
4.3 ผลการทดสอบของกราฟิก 50
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ 54
5.1 สรุปผลดำเนินงาน 54
5.2 ปัญหา และวิธีแก้ไข 54
5.2.1 ปัญหาที่พบ 54
5.2.2 วิธีการแก้ไข 54
5.3 ข้อเสนอแนะ 54
เอกสารอ้างอิง 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 3
2.1 ประเภทของ Distributes I/O Module 16
2.2 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ 19
3.1 BOM 25
3.2 I/O Assignment 25
3.3 I/O List 29
3.4 รายละเอียดที่จำเป็นของ Point 36
4.1 ผลการทดสอบของโปรแกรม 50
4.2 ผลการทดสอบของกราฟิก 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 โรงงานน้ำตาล 5

2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาล 6

2.3 ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำ 7

2.4 Cylindrical boiler 8

2.5 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water Tube Boiler) 9

2.6 ห้องเผาไหม้แบบตระกรับเอียง 10

2.7 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับเคลื่อน 11

2.8 ห้องเผาไหม้แบบ Spreader fired stoker 11

2.9 ห้องเผาไหม้แบบขั้นบันได 12

2.10 ห้องผาไหม้แบบ Fluidized bed 12

2.11 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับสั่น 13

2.12 โครงสร้างของระบบ 14

2.13 DOPC III 15

2.15 Distributed I/O Module 16

2.16 Distributed I/O connection diagram 17

2.17 RTC Editor 18

2.18 Control Parts 19

2.19 I/O Point Parts 20

2.20 Control Point Parts 20

2.21 RTC Runtime 21

2.22 Window Maker/Viewer 21

2.23 Harmonas-DEO 22

2.24 DEO Graphic 22

2.25 DEO Sub window 23

2.26 AutoCAD 2017 23

3.1 Job Schedule 24

3.3 System Block Diagram 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

3.4 ตัวอย่างแบบ AutoCAD 33

3.5 ตัวอย่างงานที่แก้ 34

3.6 โปรแกรม RTC Editor 34

3.7 การ Open Job 35

3.8 การสร้าง Container 35

3.9 ตัวอย่าง Container 36

3.10 ตัวอย่างหน้ารายละเอียดของ Point I/O 37

3.11 ตัวอย่างรายละเอียดของ Point Logic 38

3.12 ตัวอย่างหน้าต่างรายละเอียดของ Point RegCtl 38

3.13 หน้าต่างรายละเอียดของ Point RegPV 39

3.14 B5_Connect 39

3.15 PIC_501 40

3.16 PIC_503 40

3.17 LIC_501 41

3.18 ส่วนกำหนดเงื่อนไขการควบคุม 41

3.19 ส่วนของการควบคุม 42

3.20 ส่วนจัดการ Mode ของ PID 43

3.21 Interlock 43

3.22 External Alarm 44

3.23 Totalizer 44

3.24 IDF_OP_LM 45

3.25 หน้าจอแสดงผล 45

3.26 Open window 46

3.27 หน้าจอเก่าและหน้าจอที่แก้ไข 46

3.28 Tag Generation 47

3.29 Multi Tag Generation 47

3.30 การใส่ Tag 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

3.31 ตัวอย่างเงื่อนไขในการแสดงผล 48
4.1 การทำงานของโปรแกรม.....49
4.2 หน้าจอกราฟิก 50
4.3 การแสดงระดับของน้ำ.....51
4.4 พัดลมเป่าสถานะเปิด 52
4.5 พัดลมเป่าสถานะปิด 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันในประเทศไทยได้มีโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก หนึ่งในนั้นคือโรงน้ำตาล (Sugar Plant) กระบวนการผลิตน้ำตาลจะมีขั้นตอน การสกัดน้ำอ้อยโดยการนำอ้อยผ่านเข้าชุดลูกหีบ การทำความสะอาดน้ำอ้อยโดยการกรองสิ่งสกปรกต่าง ๆ การต้ม และ เคี่ยว จนน้ำอ้อยกลายเป็นผลึกน้ำตาลจากนั้นจึงทำการปั่นแยกผลึกน้ำตาลให้กลายเป็นน้ำตาลทราย ในขั้นตอนการต้มและเคี่ยวนั้นจะใช้ความร้อนจากไอน้ำ (Steam) โดยไอน้ำนั้นจะได้มาจากหม้อไอน้ำ (Boiler) โดยหม้อไอน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิง แล้วถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นให้กับน้ำในภาชนะอัดความดัน เพื่อกำเนิดไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิที่กำหนด

ในการควบคุมหม้อไอน้ำจะเลือกใช้ดีซีเอส (Distributed Control System : DCS) เนื่องจากระบบดีซีเอส คือการควบคุม (Control) และ การเฝ้าระวัง (Monitoring) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และในการควบคุมหม้อไอน้ำที่เป็นระบบขนาดใหญ่นั้นการเลือกใช้ดีซีเอส จึงเป็นตัวเลือกที่นิยมเป็นอย่างมาก เพราะดีซีเอส สามารถทำงานร่วมกับพีแอลซี (Programmable Logic Control : PLC) และสกาดา (Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA) ได้ การควบคุมหม้อไอน้ำนั้นจำเป็นต้องควบคุมระดับน้ำภายในหม้อต้มไม่ให้มีมากหรือน้อยจนเกินไปเพราะหากมีน้ำมากเกินไปจะทำให้ผลิตไอน้ำได้น้อยและถ้าน้ำมีน้อยมากเกินไปอาจทำให้หม้อไอน้ำร้อนจนเกินไปทำให้เมื่อน้ำสัมผัสกับหม้อต้มแล้วเกิดการระเบิดได้ ควบคุมความดันภายในไม่ให้สูงจนเกินไปเพราะอาจทำให้หม้อไอน้ำระเบิดได้ ควบคุมอุณหภูมิของน้ำก่อนที่จะเข้าไปยังหม้อต้มเพราะถ้าน้ำที่เข้าไปในหม้อต้มนั้นมีอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะทำให้น้ำกลายเป็นไอได้ช้า ควบคุมการเติมเชื้อเพลิงให้กับห้องเผา และมีการแสดงการแจ้งเตือน (Alarm) โดยดีซีเอส ที่เลือกใช้คือ Harmonas-DEO รุ่น DOPCIII ซึ่งเป็น DCS ของบริษัท Azbil ซึ่งใช้งานร่วมกับโปรแกรม RTC Editor และ Window Maker ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมและการเขียนกราฟิกแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เขียนโปรแกรมควบคุมและกราฟิกแสดงการทำงานของหม้อไอน้ำขนาด 100 ตัน ในโรงงานน้ำตาล โดยใช้ดีซีเอส Harmonas-DEO ในการควบคุมเปอร์เซ็นต์การเปิด-ปิดของวาล์วที่ทำหน้าที่จ่ายน้ำให้กับดรัม (Drum) ควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงให้กับห้องเผา ควบคุมพัดลมและแดมเปอร์ (Damper)ในการควบคุมความดันภายในห้องเผา ควบคุมเปอร์เซ็นต์การเปิด-ปิดของแดมเปอร์ การวัดปริมาณน้ำทั้งหมดที่จ่ายให้กับดรัมและปริมาณไอน้ำที่ได้รับทั้งหมด โดยใช้โปรแกรม RTC Editor และ Window Maker

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำในโปรแกรม RTC Editor สำหรับการกำหนดตัวอุปกรณ์ (Device) ที่จะนำไปใช้ในกระบวนการทำงานของระบบและทำการเขียนระบบควบคุมการทำงานของวาล์วที่ทำหน้าที่จ่ายน้ำให้กับดรัม ระบบควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิง ระบบควบคุมความดันภายในห้องเผา ระบบควบคุมเปอร์เซ็นการเปิด-ปิดของแดมเปอร์

2. ทำการเขียนกราฟิกของกระบวนการทำงานของหม้อไอน้ำ ในโปรแกรม Window Maker เพื่อใช้แสดงผลการทำงานในโปรแกรม Harmonas – DEO ที่เป็นโปรแกรมสำหรับการแสดงระดับน้ำในดรัม แสดงเปอร์เซนต์การเปิด-ปิดของวาล์ว แสดงการเปิด-ปิดของมอเตอร์ แสดงค่าตัวแปรกระบวนการ (PV) และแสดงการแจ้งเตือน

1.4 วิธีการดำเนินการปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาการทำงานของหม้อไอน้ำแต่ละชนิด ว่ามีการทำงานเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร และแต่ละชนิดจะใช้ในอุตสาหกรรมอะไรได้บ้าง

2. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม RTC Editor ที่ใช้ในการกำหนดอุปกรณ์ (Device) ที่ใช้ในกระบวนการทำงานและเขียนลูปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบ

3. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Window Maker ที่ใช้ในการเขียนกราฟิกที่แสดงผลการทำงานของระบบ

4. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Harmonas-DEO ที่ใช้สำหรับแสดงผลการทำงานของระบบที่เขียนในโปรแกรม RTC Editor และแสดงผลการทำงานของกราฟิกที่เขียนในโปรแกรม Window Maker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการดำเนินการข้างต้นสามารถสรุปแผนการดำเนินงานได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ศึกษาการทำงานของหม้อไอน้ำในโรงงานน้ำตาล				
2	เรียนรู้ระบบดีซีเอส Hardware / Software				
3	เตรียข้อมูลสำหรับการเขียนโปรแกรม				
4	เขียนโปรแกรม Control				
5	เขียนกราฟิก				
6	ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมและกราฟิก				
7	จัดทำ/แก้ไขปริญญานิพนธ์				

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถแสดงผลการทำงานของหม้อไอน้ำผ่านโปรแกรมตามเงื่อนไขที่ต้องการ
2. สามารถควบคุมการทำงานของของหม้อไอน้ำผ่านโปรแกรมตามเงื่อนไขที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิดและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ได้แก่ หม้อไอน้ำและ Hardware/ Software ที่เกี่ยวข้องในการทำงาน

2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาล [1]-[2]

อุตสาหกรรมน้ำตาลเป็นอุตสาหกรรมสินค้าการเกษตรแปรรูปเบื้องต้นที่ได้รับการปกป้องและอุดหนุนมากที่สุด ด้วยประเทศส่วนใหญ่เห็นว่าน้ำตาลเป็นสินค้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เป็นปัจจัยความมั่นคงทางด้านอาหาร เป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่สำคัญต่อการดำรงชีพ จากลักษณะเฉพาะของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลนี้ ส่งผลให้ในการผลิตน้ำตาลทรายในแต่ละปีจึงมีรายงานพื้นที่ปลูกอ้อยและปริมาณผลผลิตอ้อยเพื่อส่งโรงงาน การผลิต การพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกอ้อยและผลผลิตน้ำตาลทรายในแต่ละปี ในปริมาณที่ค่อนข้างแม่นยำและชัดเจน อีกทั้งในการผลิตน้ำตาลทรายจำเป็นต้องอาศัยโรงงานน้ำตาล ซึ่งเป็นโรงงานอุสาหกรรมที่ต้องมีการลงทุนสูงและมีความต้องการใช้พลังงานเพื่อการผลิตโดยเฉพาะพลังงานความร้อนอย่างมหาศาล ตั้งแต่กระบวนการหีบน้ำอ้อยจากต้นอ้อย การทำใสน้ำอ้อย การต้มน้ำอ้อย การเคี่ยวน้ำเชื่อม ตลอดจนกระบวนการตกผลึกจนได้น้ำตาลทราย แม้ว่าโรงงานน้ำตาลจะมีความต้องการใช้พลังงานความร้อนอย่างมหาศาล โรงงานน้ำตาลก็มีข้อได้เปรียบตรงที่หลังจากกระบวนการหีบน้ำอ้อยจะมี ชานอ้อย เกิดขึ้นอย่างมหาศาลเช่นกัน ชานอ้อย (Bagasse) เป็นผลพลอยได้ที่เหลือจากกระบวนการหีบอ้อยที่ได้สกัดเอาน้ำอ้อยออกไป ชานอ้อยที่เหลือนี้จะมีปริมาณน้ำตาลติดอยู่น้อยมากมีคุณสมบัติติดไฟง่าย ชานอ้อยที่เกิดขึ้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเตาหม้อไอน้ำใช้ผลิตไอน้ำสำหรับเป็นแหล่งพลังงานความร้อนในกระบวนการผลิตน้ำตาล ไอน้ำที่ผลิตได้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตน้ำตาลโดยผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและนอกจากนี้ไอน้ำที่ผลิตได้ยังสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโรงงานด้วยการนำไปขับกังหันไอน้ำ (Turbine) เพื่อผลิตไฟฟ้าด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 โรงงานน้ำตาล

พลังงานที่ใช้ในโรงงานน้ำตาลมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 ไอน้ำได้แก่ พลังงานความร้อน ซึ่งอยู่ในรูปไอน้ำและน้ำร้อน ผลิตจากหม้อไอน้ำ โดยพลังงานที่อยู่ในรูปไอน้ำจะถูกใช้ไปในกระบวนการผลิตตั้งแต่การหีบอ้อย โดยใช้ในช่วงการเตรียมอ้อยก่อนเข้าหีบ ขับชุดหีบ การทำใสน้ำอ้อย โดยจะใช้พลังงานจากไอน้ำด้วยการผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน และการต้มเคี่ยวน้ำเชื่อม สำหรับพลังงานในรูปแบบที่ 2 คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตโดยใช้ไอน้ำในการขับกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั่นเอง ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงพลังงานไอน้ำในโรงงานน้ำตาล การผลิตไฟฟ้าในโรงงานน้ำตาล และการแบ่งแยกกลุ่มของโรงงานน้ำตาลจากการแบ่งส่วนการผลิตไอน้ำและการผลิตไฟฟ้า

โดยขั้นตอนการผลิตน้ำตาลจากอ้อยมีดังต่อไปนี้

1. กระบวนการสกัดน้ำอ้อย :ทำการสกัดน้ำอ้อยโดยผ่านอ้อยเข้าไปในชุดลูกหีบ (4-5 ชุด) และกากอ้อยที่ผ่านการสกัดน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดสุดท้าย จะถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ภายในเตาหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต และน้ำตาลทราย

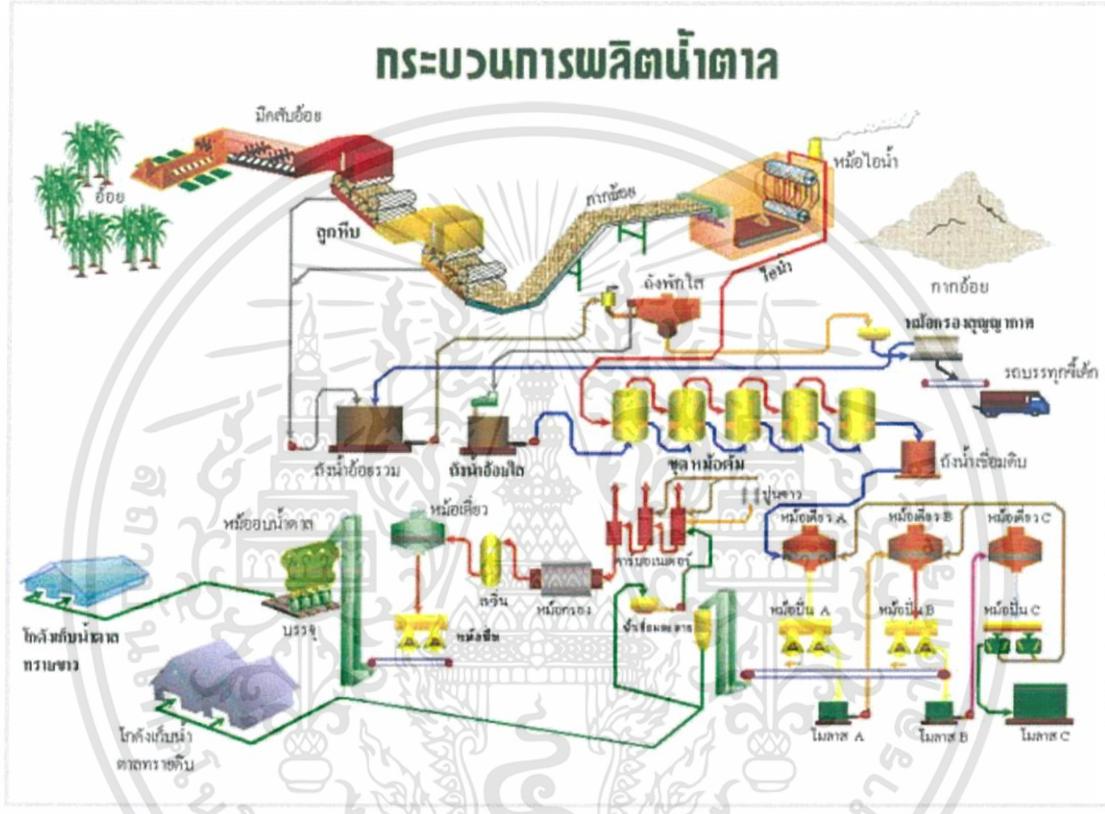
2. การทำความสะอาด หรือทำใสน้ำอ้อย :น้ำอ้อยที่สกัดได้ทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการทำใส เนื่องจากน้ำอ้อยมีสิ่งสกปรกต่าง ๆ จึงต้องแยกเอาส่วนเหล่านี้ออกโดยผ่านวิธีทางกล เช่น ผ่านเครื่องกรองต่าง ๆ และวิธีทางเคมี เช่น โดยให้ความร้อน และผสมปูนขาว

3. การต้ม :น้ำอ้อยที่ผ่านการทำใสแล้วจะถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้ม เพื่อระเหยเอาน้ำออก โดยน้ำอ้อยข้นที่ออกมาจากหม้อต้มลูกสุดท้าย เรียกว่า น้ำเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเคี่ยว :น้ำเชื่อมที่ได้จากการต้มจะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมา โดยที่ผลึกน้ำตาล และกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้รวมเรียกว่า แมสิควิท

5. การปั่นแยกผลึกน้ำตาล :แมสิควิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจาก กากน้ำตาล โดยใช้เครื่องปั่น ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็นน้ำตาลดิบ



รูปที่ 2.2 กระบวนการผลิตน้ำตาล [2]

2.3 หม้อไอน้ำ [3]

หม้อไอน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิง แล้วถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นให้กับน้ำในภาชนะอัดความดัน เพื่อกำเนิดไอน้ำที่มีความดันและอุณหภูมิที่กำหนด เป็นเครื่องกำเนิดไอน้ำหรือน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิและความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติ ภายในภาชนะปิดสนิท โดยไอน้ำเกิดจากน้ำที่ได้รับการถ่ายเทความร้อนจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจนกระทั่งกลายเป็นไอ สามารถนำเอาไอไปใช้ในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ได้แก่ เครื่องกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ขับเครื่องจักรไอน้ำ (Steam Engine) โรงไฟฟ้า (Power Plant) โรงน้ำตาล (Sugar Plant) เป็นต้น หม้อไอน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ แบบท่อไฟ (Fire tube boiler) แบบท่อน้ำ (Water Tube Boiler)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

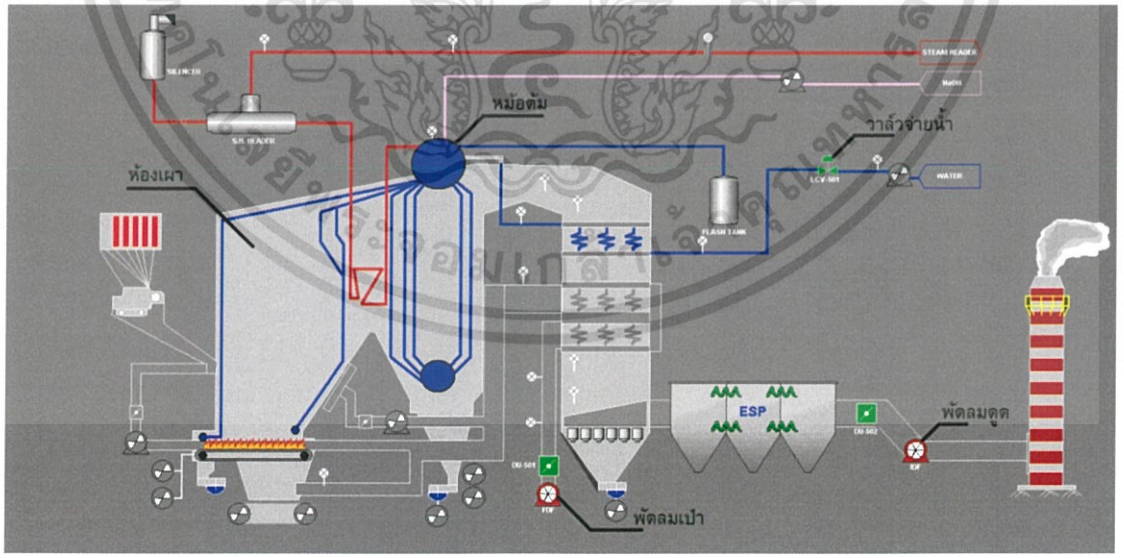
2.3.1 โครงสร้างของหม้อไอน้ำ [4]

หม้อไอน้ำโดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบสำคัญหลัก ได้แก่

1. เตา (Furnace) เป็นที่เผาไหม้ของเชื้อเพลิง ประกอบด้วย อุปกรณ์เผาไหม้เชื้อเพลิงและห้องเผาไหม้ สำหรับเชื้อเพลิงแข็งส่วนล่างของเตาจะเป็นตะแกรงไฟ ส่วนเชื้อเพลิงเหลว แก๊ส และถ่านหินผงจะใช้หัวเผา (Burner) ส่วนมากเตาและตัวหม้อไอน้ำจะเป็นตัวเดียวกัน

2. ตัวหม้อไอน้ำ (Boiler shell) ตัวหม้อไอน้ำเป็นส่วนที่ได้รับความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ และส่งถ่ายความร้อนนี้ให้กับน้ำซึ่งอยู่ภายในทำให้กลายเป็นไอ ตัวหม้อไอน้ำประกอบด้วยท่อทรงกระบอก และท่อน้ำ (Water tube) หรือท่อไฟ (Fire tube) ส่วนที่รับความร้อน เรียกว่า ผิวนำความร้อน ประกอบด้วย พื้นผิวที่อยู่ติดกับห้องเผาไหม้ ซึ่งส่วนใหญ่จะรับความร้อนจากเปลวไฟโดยการแผ่รังสี จึงเรียกว่า ผิวนำความร้อนโดยการแผ่รังสี ส่วนพื้นผิวที่อยู่ห่างจากห้องเผาไหม้ จะได้รับความร้อนส่วนใหญ่จากการสัมผัสแก๊สเผาไหม้ที่มีความร้อนสูงจึงเรียกว่า ผิวนำความร้อนโดยการพา ตัวหม้อไอน้ำเป็นภาชนะทนความดันได้สูงที่บรรจุน้ำและไอน้ำอิ่มตัว นอกจากนี้ก็มีช่องลอดหรือรูมือ สำหรับทำความสะอาดหรือตรวจสอบภายในทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อไอน้ำ

3. อุปกรณ์และชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของหม้อไอน้ำว่ามีความจำเป็นต้องใช้มากน้อยเพียงใด ได้แก่ เครื่องดงไอ สำหรับเพิ่มความร้อนให้ไอน้ำ อุปกรณ์ประหยัดเชื้อเพลิง อุปกรณ์อุ่นอากาศ เครื่องเป่าลม อุปกรณ์ปรุงน้ำป้อนหม้อไอน้ำ และอุปกรณ์ส่งน้ำป้อนหม้อไอน้ำปัจจุบันส่วนมากมีอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ประกอบย่อย ได้แก่ ลิ้นนิรภัย ลิ้นถ่ายน้ำ วาล์วต่าง ๆ เครื่องมือวัดความดัน เครื่องมือวัดระดับน้ำ เครื่องขจัดเขม่า เป็นต้น



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำ

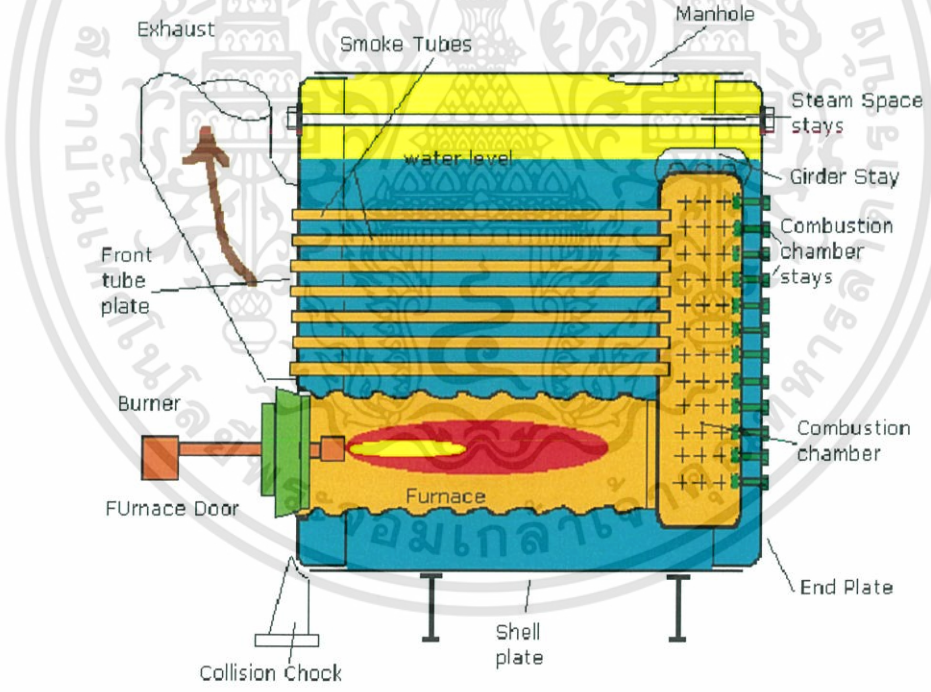
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ประเภทของหม้อไอน้ำ [5]

หม้อไอน้ำเป็นเครื่องจักรที่ใช้งานกันทั่วไปตามวัตถุประสงค์และขนาดที่เหมาะสม เช่น ในอาคาร โรงงาน เรือ หรือโรงไฟฟ้า เป็นต้น การออกแบบหม้อไอน้ำจึงมีรูปแบบที่เหมาะกับการใช้งาน และมีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดไม่กี่ตันต่อชั่วโมง จนถึงหลายพันตันต่อชั่วโมง สามารถแบ่งประเภทหม้อไอน้ำได้ ดังนี้ ส่วนประกอบของหม้อไอน้ำ

2.3.2.1 Cylindrical boiler

เป็นหม้อไอน้ำที่มีตัวหม้อไอน้ำเป็นรูปทรงกระบอกขนาดใหญ่ ภายในจะมีห้องเผาไหม้ติดตั้งอยู่ แก๊สร้อนจากการเผาไหม้จะไหลในท่อ โดยมีน้ำในหม้อไอน้ำอยู่ภายนอกท่อ ซึ่งข้อดีของหม้อไอน้ำแบบนี้คือ โครงสร้างไม่ซับซ้อน การบังคับควบคุม-เดินเครื่องทำได้สะดวก ต้นทุนอุปกรณ์ค่อนข้างถูก กินพื้นที่ติดตั้งน้อย และความดันไอน้ำค่อนข้างคงที่ ส่วนของข้อเสียคือ ไม่เหมาะสำหรับผลิตไอน้ำความดันสูง ไม่เหมาะสำหรับผลิตไอน้ำปริมาณมาก และใช้เวลาเริ่มเดินเครื่องนาน

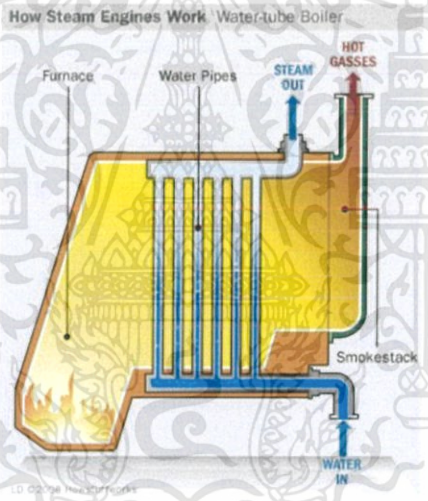


รูปที่ 2.4 Cylindrical boiler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ [6]

หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ เป็นหม้อไอน้ำที่ประกอบด้วยท่อน้ำขนาดเล็กจำนวนมาก แก๊สร้อนจากการเผาไหม้จะอยู่ภายนอกท่อและถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำในท่อเพื่อเปลี่ยนเป็นไอน้ำ ดังนั้นการเพิ่มจำนวนท่อหรือพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนจึงมีความสำคัญกับขนาดของหม้อไอน้ำด้วย ซึ่งหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำสามารถออกแบบให้มีขนาดใหญ่ได้ เหมาะกับการผลิตไอน้ำความดันสูง มีรูปร่างขนาดเล็ก และมีความยืดหยุ่นในการจัดเรียงท่อน้ำสูง จึงสามารถออกแบบรูปร่างของห้องเผาไหม้และหม้อไอน้ำได้หลายแบบ และมีประสิทธิภาพสูงด้วย สำหรับหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำนี้จะต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพสูงและต้องมีระบบบำบัดน้ำที่ดี ความดันและอุณหภูมิของไอน้ำจะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ถ้าภาระการใช้ไอน้ำเปลี่ยนแปลง และมีโครงสร้างซับซ้อน ต้องใช้ความระมัดระวังในการใช้งาน สำหรับโรงงานขนาดใหญ่ ที่มีการใช้ไอน้ำมากถึงหลายสิบตันไอน้ำ/ชั่วโมง ซึ่งต้องใช้ไอน้ำที่มีความดันไอน้ำสูง มักจะใช้หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำเมื่อความดันไอน้ำมีค่าเท่ากับ 30 bar ขึ้นไป



รูปที่ 2.5 หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ (Water Tube Boiler)

สำหรับข้อดีของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำก็คือ กำลังการผลิตอยู่ในช่วง 15-30 ตัน/ชั่วโมง สามารถที่จะรับการเปลี่ยนแปลงภาระงานอย่างรวดเร็ว ทำให้ได้เปรียบหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำจะมีน้ำบรรจุภายในเป็นส่วนน้อย ดังนั้นความล่าช้าในการให้ความร้อนที่มีต่อระบบก็จะน้อยกว่าในหม้อไอน้ำแบบท่อไฟ และอัตรายจากการระเบิดของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำก็มีน้อยลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

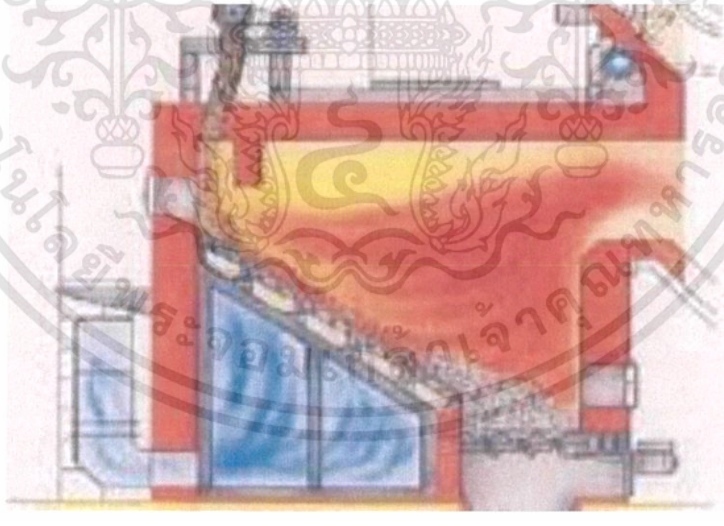
แต่ข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบ ท่อน้ำ คือ บำรุงรักษายากกว่า เนื่องจากหม้อไอน้ำมีท่อจำนวนมากเรียงซ้อนกันเป็นแถวหลายแถว ถ้าท่อน้ำท่อใดท่อหนึ่งของหม้อไอน้ำเกิดชำรุดและเป็นท่อที่อยู่แถวด้านในการจะเข้าไปเปลี่ยนหรือซ่อมจะต้องตัดท่อน้ำแถวนอก ๆ ที่บังออกเสียก่อน จึงจะเข้าไปซ่อมท่อที่อยู่แถวในได้ ซึ่งเป็นการซ่อมแซมที่ไม่คุ้มค่า การซ่อมโดยทั่วไปจึงใช้วิธีกลึงเพลาเหล็กตันให้มีลักษณะเหมือนจุกไม้ก๊อกอุดปากขวดเข้าไป ในหม้อไอและหม้อไอน้ำล่างอุดท่อที่รั่วไว้เพื่องดการใช้งาน เมื่อเป็นเช่นนี้ ประสิทธิภาพการทำงานของหม้อไอน้ำก็จะลดลงเรื่อย ๆ ตามปริมาณของเส้นท่อที่แตกและถูกอุดไว้

2.3.3 ห้องเผาไหม้แบบต่าง ๆ [7]

โครงสร้างห้องเผาไหม้หม้อไอน้ำมีหลากหลายแบบขึ้นกับประเภทของเชื้อเพลิงและประสิทธิภาพการเผาไหม้ ตัวอย่างห้องเผาไหม้ที่ใช้ในประเทศไทย

2.3.3.1 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับเอียง (Incline / Fixed grate stoker)

มีโครงสร้างแบบง่ายๆ ตะกรับจะยึดติดอยู่กับที่ ต้นทุนค่าก่อสร้างค่อนข้างถูก ข้อเสียคือประสิทธิภาพต่ำ นำขี้เถ้าออกยาก และบางครั้งเชื้อเพลิงค้างอยู่กลางตะกรับ ทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ลดลง โครงสร้างนี้ส่วนใหญ่ใช้ในโรงงานน้ำตาล โรงงานน้ำมันปาล์ม และโรงสีข้าว

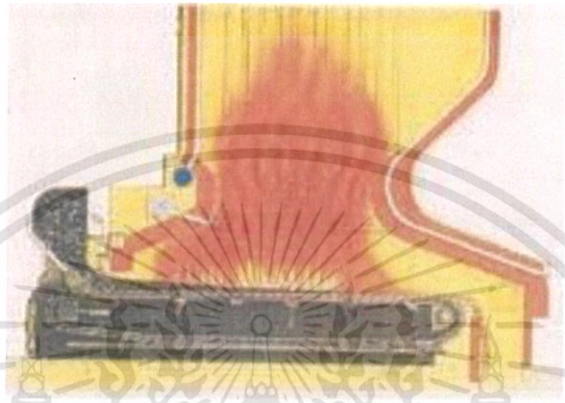


รูปที่ 2.6 ห้องเผาไหม้แบบตระกรับเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับเคลื่อนที่ (Traveling grate stoker)

มีโครงสร้างของตะกรับเคลื่อนที่ตลอดเวลาคล้ายตีนตะขาบ เหมาะสำหรับเชื้อเพลิงที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีสัดส่วนขี้เถ้ามากเช่น แกลบ มีโรงไฟฟ้าหลายแห่งและโรงงานน้ำตาลบางแห่งที่ใช้ระบบนี้ อย่างไรก็ตามโครงสร้างนี้ไม่เหมาะกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงหลายชนิดพร้อมกัน เพราะเชื้อเพลิงจะถูกเผาไหม้หมดไม่พร้อมกัน



รูปที่ 2.7 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับเคลื่อน

2.3.3.3 Spreader fired stoker

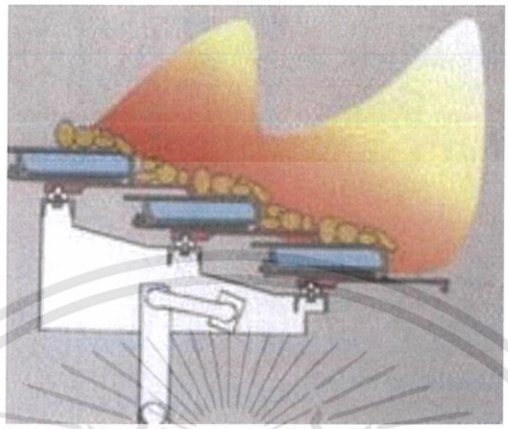
โครงสร้างนี้พัฒนามาจาก Traveling grate stoker โดยนำเชื้อเพลิงมาบดให้ละเอียดและพ่นเข้าเตา มีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงขึ้นเพราะเชื้อเพลิงสัมผัสอากาศทั่วถึง แต่ต้นทุนค่าก่อสร้างสูง

รูปที่ 2.8 ห้องเผาไหม้แบบ Spreader fired stoker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.4 ห้องเผาไหม้แบบขั้นบันได (Step grate stoker)

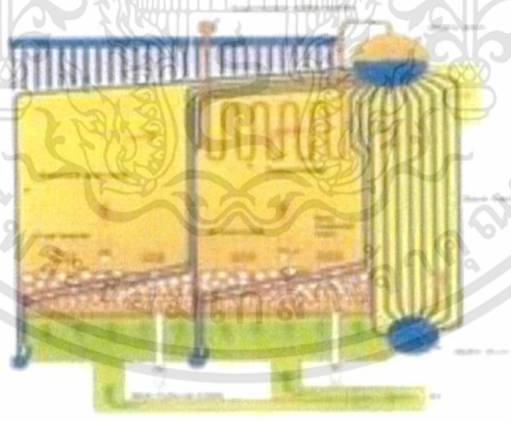
มีโครงสร้างคล้ายกับขั้นบันได เชื้อเพลิงจะถูกผลักลงทีละขั้นทำให้มีโอกาสพลิกไปมา ประสิทธิภาพการเผาไหม้ดีขึ้น เหมาะกับการใช้เชื้อเพลิงหลายชนิด



รูปที่ 2.9 ห้องเผาไหม้แบบขั้นบันได

2.3.3.5 Fluidized bed

โครงสร้างนี้มีการใช้ทรายเป็นตัวช่วยในการเผาไหม้ เหมาะกับเชื้อเพลิงที่มีความชื้นสูงและสามารถเผาไหม้เชื้อเพลิงได้หลากหลายชนิดพร้อมกัน ดังนั้นราคาก่อสร้างค่อนข้างสูง

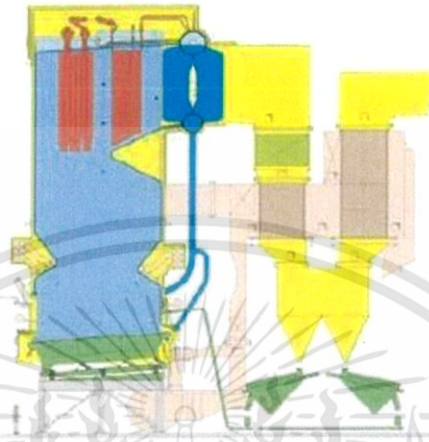


รูปที่ 2.10 ห้องผาไหม้แบบ Fluidized bed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.6 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับสั่น (Vibrating grate stoker)

โครงสร้างนี้ตะกรับจะมีการสั่นเพื่อให้ขี้เถ้าไหลลงได้สะดวกเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้



รูปที่ 2.11 ห้องเผาไหม้แบบตะกรับสั่น

2.3.4 การเตรียมน้ำสำหรับหม้อไอน้ำ [8]

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของหม้อไอน้ำ เพื่อให้น้ำกลายเป็นไอ และนำไอน้ำนั้นไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ หากน้ำมีคุณภาพไม่ดี หลังจากน้ำระเหยไปคงเหลือสารที่ปนมากับน้ำตกค้างอยู่ภายในหม้อไอน้ำ ถ้าน้ำยิ่งกลายเป็นไอมาก ๆ สิ่งสกปรกตกค้างภายในหม้อไอน้ำก็จะมีมาก ซึ่งจะทำให้เกิดผลเสียหายต่อหม้อไอน้ำ สารที่เจือปนมากับน้ำจะแบ่งออกเป็น สารแขวนลอยที่มากับน้ำ อาจทำให้เกิดโคลนหรือตะกรันขึ้นในหม้อไอน้ำได้ และสารละลายที่ปนมากับน้ำซึ่งอาจมีกรด ด่างหรือเกลือแร่อาจทำให้เกิดการผุกร่อนภายในหม้อไอน้ำได้

คุณสมบัติของน้ำที่เหมาะกับหม้อไอน้ำ จะต้องเป็นน้ำบริสุทธิ์ไม่มีสิ่งอื่นเจือปน ซึ่งในทางปฏิบัติน้ำที่มีความบริสุทธิ์ 100% ทำได้ยากและมีค่าใช้จ่ายที่สูง การปรับคุณภาพน้ำแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การปรับคุณภาพน้ำก่อนเข้าหม้อไอน้ำสามารถทำได้โดยการกำจัดแก๊สที่ละลายในน้ำ (Deaeration) เพื่อกำจัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำสำหรับเลี้ยงหม้อไอน้ำ การกำจัดออกซิเจนด้วยสารเคมีนั้นอาจมีค่าใช้จ่ายที่แพง ดังนั้น การใช้เครื่องแยกออกซิเจนออกจากน้ำหรือเรียกว่า “ ดีแอเรเตอร์” จะประหยัดกว่าและไม่ยุ่งยากทำได้โดยเอาน้ำที่จะเข้าหม้อไอน้ำผ่านหม้ออุ่นน้ำเลี้ยงที่ใช้เป็นดีแอเรเตอร์โดยอุ่นให้มีอุณหภูมิสูงถึง 82 - 88 °C ออกซิเจนจะแยกตัวออกจากน้ำไปจนเกือบหมด ส่วนที่เหลือจึงใช้สารไฮดราซีน ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนส่วนที่เหลือต่อไป กับการปรับคุณภาพน้ำภายในหม้อไอน้ำทำได้โดยการเติมสารเคมีลงในน้ำและทำการปล่อยน้ำทิ้งบ่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของดีซีเอส Hamonas-DEO

2.4.1 ภาพรวมของระบบ

ระบบดีซีเอส คือการควบคุมและ การเฝ้าระวัง ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี และในการควบคุมหม้อไอน้ำที่เป็นระบบขนาดใหญ่นั้นการเลือกใช้ดีซีเอส จึงเป็นตัวเลือกที่นิยมเป็นอย่างมาก ระบบดีซีเอส นั้นยังมีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูงเช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมีเป็นต้น

Harmonas - DEO เป็นระบบ DCS ของบริษัท Azbil นอกจาก DCS แล้วยังมีผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น Control Valves (วาล์วควบคุม) Controller (คอนโทรเลอร์) เซ็นเซอร์ (Sensor) ต่าง ๆ เป็นต้น รวมไปถึงงานบริการอื่น ๆ ในด้านของ โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ (Factory & Plant) และระบบจัดการและควบคุมอาคารอัตโนมัติ (Building Automation)

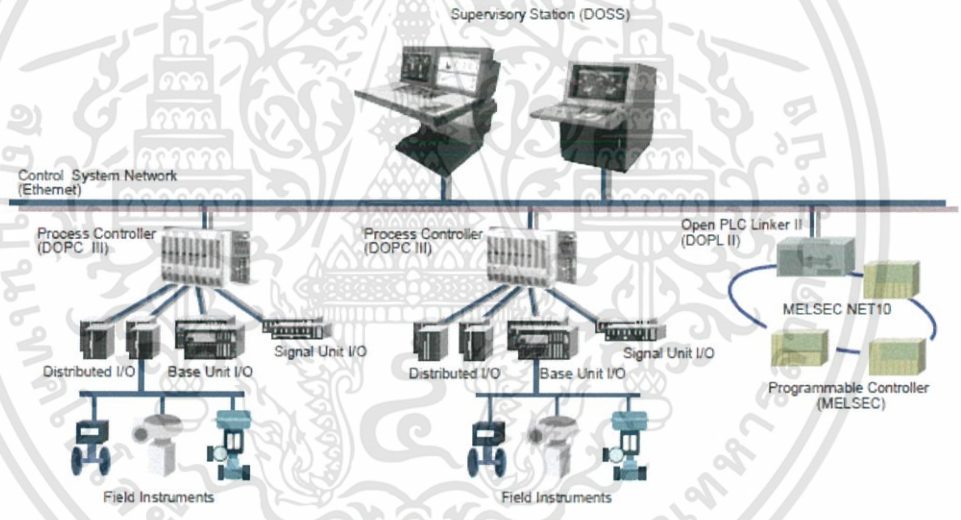


Figure 1. System Architecture

รูปที่ 2.12 โครงสร้างของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 Controller DCS Harmonas - DEO รุ่น DOPC III [9]

Redundant DOPC III Process Controller

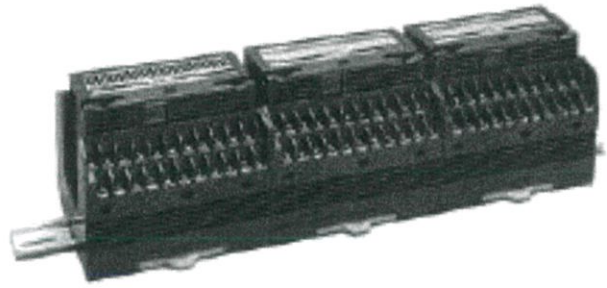
รูปที่ 2.13 DOPC III

เป็น Controller DCS ของบริษัท Azbil โดยตัว Controller จะมีระบบสำรองการทำงานโดยใช้ 3 โมดูล(TMR)ในการทำงานสั่งการทำให้มีความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือสูง สามารถควบคุมกระบวนการได้ 640 Loop ในการต่อเข้ากับ I/O Unit 120 ตัว มีฟังค์ชันการบันทึกลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้รองรับในการต่อเข้ากับ I/O แบบต่าง ๆ ได้ทั้ง Distributed I/O, Base unit I/O และ Signal unit I/O และ DOPC III ยังสามารถเชื่อมต่อเข้ากับพีแอลซี รุ่น MELSEC ของ Mitsubishi ได้ผ่านทาง PLC Linker เพื่อรับและส่งข้อมูลถึงกันได้ ตัว DOPC III จะต้องทำการเขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้โปรแกรม RTC เขียนกราฟิกแสดงผลที่โปรแกรม Wonderware InTouch และแสดงผลการทำงาน/สั่งการ ผ่านโปรแกรม Harmonas - DEO มีโปนแกรมจำลองการทำงานของ คอนโทรเลอร์ เพื่อใช้ในการจำลองโปรแกรมก่อนที่จะโหลดลงคอนโทรเลอร์จริง

- **Distributed I/O**

Distributed I/O ประกอบด้วยฐานของ I/O Module และตัว I/O Module DOPC III จะเชื่อมต่อสายกับตัว I/O Module โดยใช้การเชื่อต่อผ่าน FX-bus ซึ่งการเชื่อต่อผ่าน FX-bus จะมีความเร็วในการสื่อสารที่ 5 Mbps และสามารถต่อเข้ากับ I/O Module ชนิดต่าง ๆ รวมกันได้มากสุด 120 Module การเชื่อมต่อสายไปที่ field สามารถต่อตรงเข้ากับ input/output terminal ที่ตัว I/O โดยการส่งสัญญาณจะผ่านทางสาย FX-bus ซึ่งจะมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่ 5 Mbps และสายสัญญาณสามารถทำการเชื่อมต่อหรือปลดสายสัญญาณออกได้ขณะที่ยังมีการให้พลังงานอยู่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

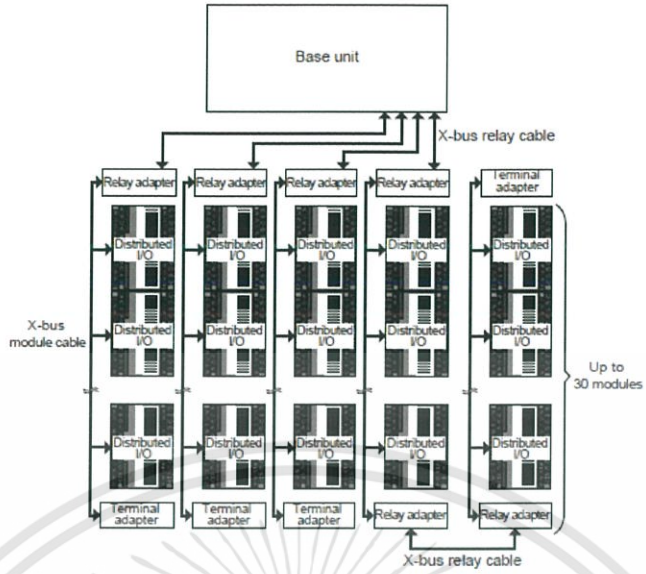


รูปที่ 2.14 Distributed I/O Module

ตารางที่ 2.1 ประเภทของ Distributes I/O Module

Module type	Number of I/O Point per module
High lever analog input module	16
Low level input module	16
RTD input module	16
Digital input module	32
Digital sink input module	32
Digital input module with SOE	32
Pulse input module	8
Pulse sink input module	8
Analog output module	16
Digital output module	32
Relay digital output module	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 Distributed I/O connection diagram

- **ฟังค์ชันควบคุม (Control point)**

  จะแบ่งออกได้หลายส่วน ยกตัวอย่างเช่น

  - Regulatory PV Point (RegPV)

    ทำหน้าที่นำค่า PV มาทำการคำนวนและชดเชย เช่นการชดเชยของอัตราการไหล การรวมและชดเชยค่า dead time

  - Regulatory Control Point (Reg Ctl)

    ทำหน้าที่เป็นฟังค์ชันกำหนดการควบคุม เช่นกำหนดการควบคุมเป็นแบบ PID, Ratio Control, Switch หรือทำการควบคุมแบบสัดส่วน เป็นต้น

  - Logic Point (Logic)

    เป็น point ที่ใช้กับ point Dig Comp เพื่อให้ตัวฟังค์ชัน Interlock Logic ตัว point Logic จะมีหน้าที่ส่งหรือเชื่อมต่อข้อมูลผ่าน อัลกอริทึม ที่มีอยู่เช่น Logic AND OR หรือสามารถเป็น ON/OFF Delay ได้

  - Flag Point

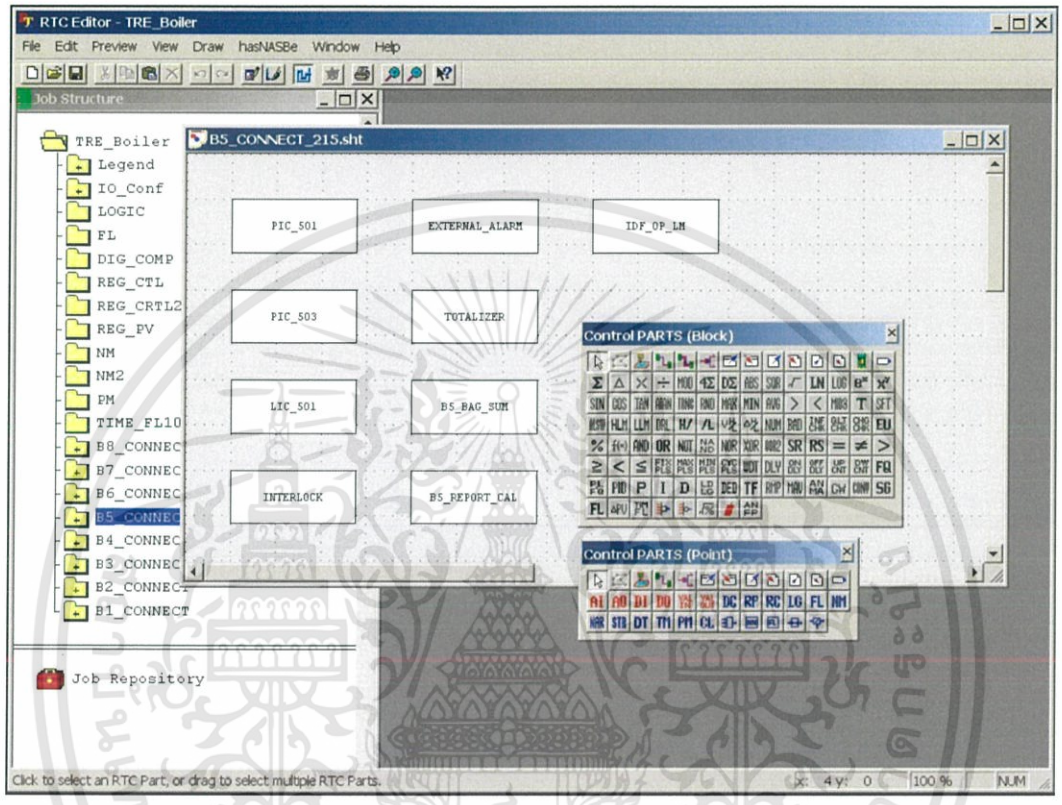
    เป็น point ที่มี 2 สถานะ คือ on กับ off ต่อกับ Input แบบ Boolean ตัว DOPC III สามารถใช้ point Flag ได้ถึง 8192 flag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในดีซีเอส Harmonas-DEO

2.5.1 โปรแกรม RTC Editor

RTC เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบปฏิบัติการ Window 7 ใช้สำหรับออกแบบระบบควบคุมและสร้างฐานข้อมูลทางวิศวกรรม (Engineering Database) สำหรับระบบของ Harmonas – DEO



รูปที่ 2.16 RTC Editor

- **การใช้งานโปรแกรม RTC Editor**

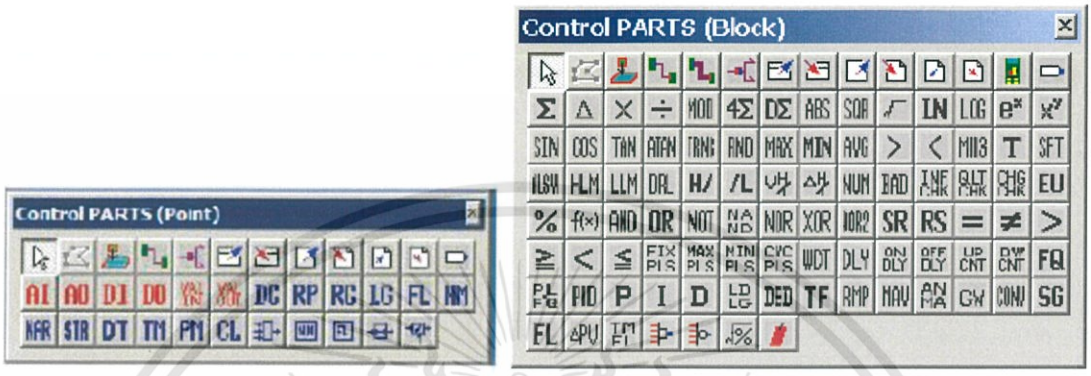
  ใช้สำหรับการสร้าง Point และกำหนด Parameter ของ Point เพื่อนำไปใช้สำหรับการรับค่า PV จาก Device นำมาคำนวนในฟังค์ชั่นของ PID หรือนำค่า PV ไปทำการเปรียบเทียบในเงื่อนไขต่าง ๆ ให้ได้ค่าออกมาเพื่อส่งต่อไปยัง Block อื่น ๆ

  นำ Point ที่สร้างขึ้นมาไปเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อเป็นการกำหนดว่า Point ไหนจะต้องส่งค่าจาก Parameter ที่กำหนดขึ้นมาไปให้กับ Point ไหน เป็นการสร้างเงื่อนไขความสัมพันธ์ของแต่ละ Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **หน้าต่างอุปกรณ์ควบคุม (Control Parts)**

  เป็นหน้าต่างที่เก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับสร้างและกำหนด Point ในโปรแกรม RTC เช่นกำหนด Point AI , AO , DI , DO , Point Control PID เป็นต้น



รูปที่ 2.17 Control Parts

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้

Name	Description
Container	Create Container Parts
Link	Connect Parameter/point Link
AI	Create Analog Input Parts
AO	Create Analog Output Parts
DI	Create Digital Input Parts
DO	Create Digital Output Parts
REGPV	Create Regulatory PV Parts
REGCTL	Create Regulatory Control Parts
LOGIC	Create Logic Parts
FLAG	Create Flag Parts
NUMERIC	Create Numeric Parts
ALGO(LOG)	Create ALGO(LOG) Parts
CONNECT(LOG)	Create CONNECT(LOG) Parts
GATEWAY(LOG)	Create GATEWAY(LOG) Parts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **I/O Point Parts**

I/O Point ประกอบไปด้วย AI AO DI DO เป็น Point ที่รับค่าจากอุปกรณ์ Transmitter และส่งค่าไปยังอุปกรณ์ Actuator หรือ Final Element เป็นสัญญาณ 4 -20 mA

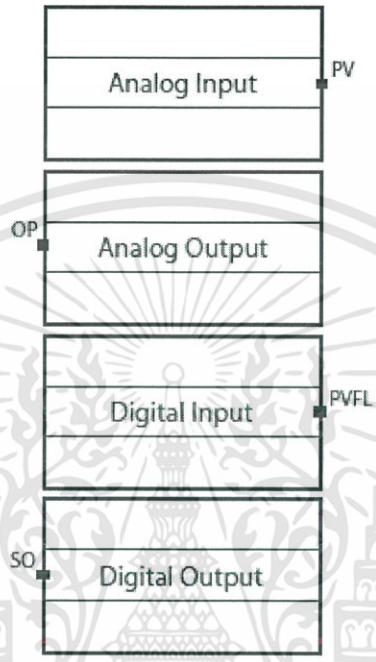


Figure 4-2. I/O Point Parts

รูปที่ 2.18 I/O Point Parts

- **Control Point Parts**

Control Point จะเป็นส่วนที่สร้างมาจาก REG CTL ซึ่งมีอัลกอริทึมอยู่ 10 แบบ หนึ่งในอัลกอริทึมที่ใช้บ่อย ๆ คือ PID

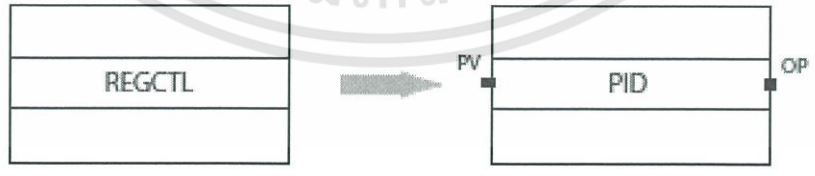


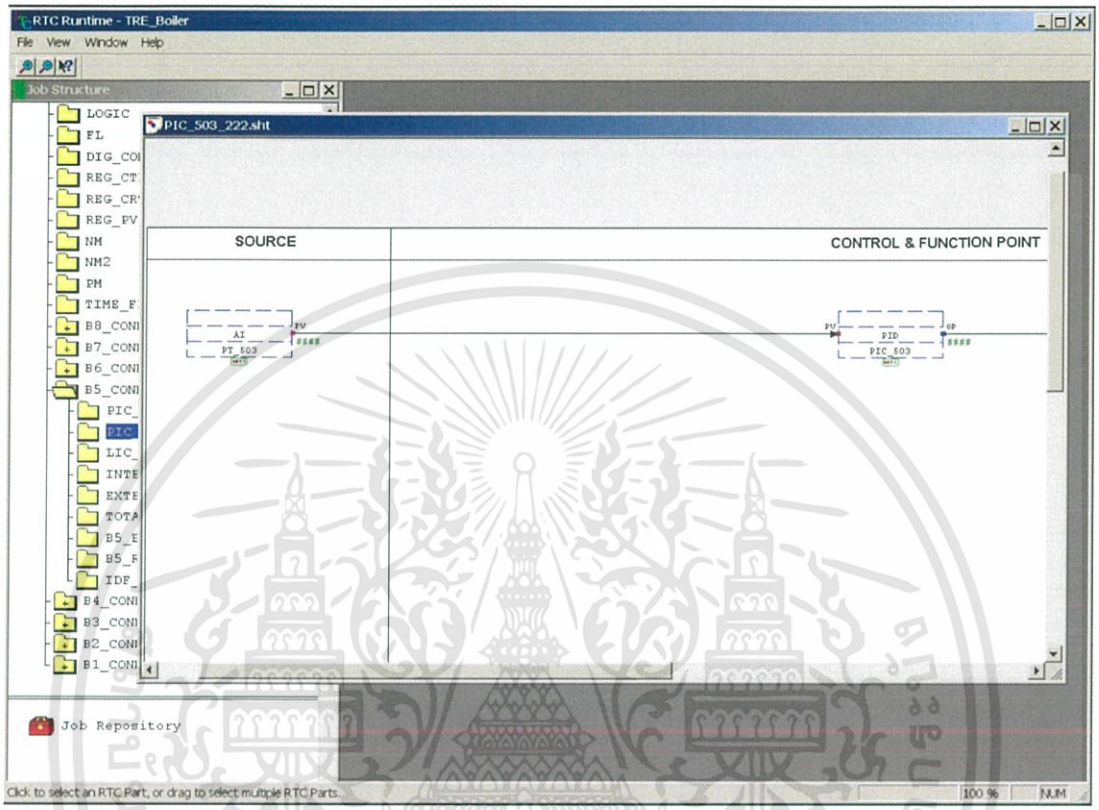
Figure 4-3. PID Point Part

รูปที่ 2.19 Control Point Parts

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โปรแกรม RTC Runtime

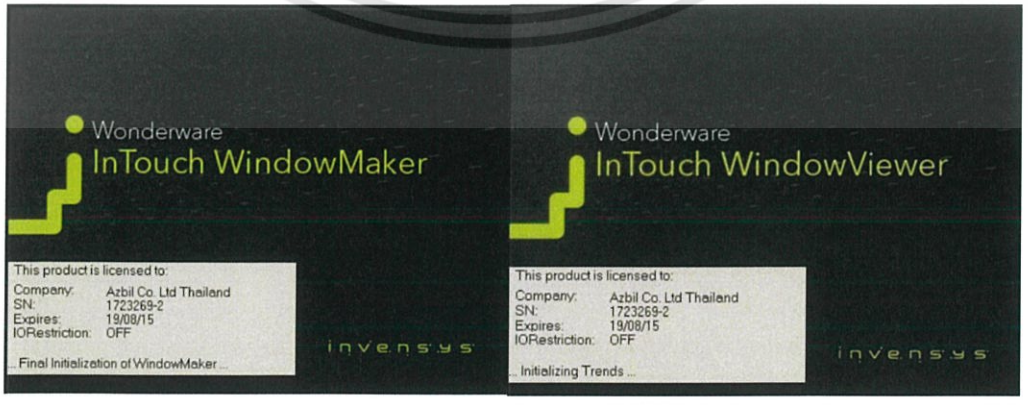
เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการดูขั้นตอนการทำงานของ Block ต่าง ๆ ที่เขียนในโปรแกรม RTC Editor



รูปที่ 2.20 RTC Runtime

2.5.3 โปรแกรม Wonderware InTouch (Window Maker / Window Viewer)

เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนกราฟิกโดยตัวโปรแกรมจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ Window Maker ที่ใช้ในการเขียนกราฟิกแสดงผล และ Window Viewer ที่ใช้สำหรับแสดงกราฟิกที่เขียนในตัวโปรแกรม DEO

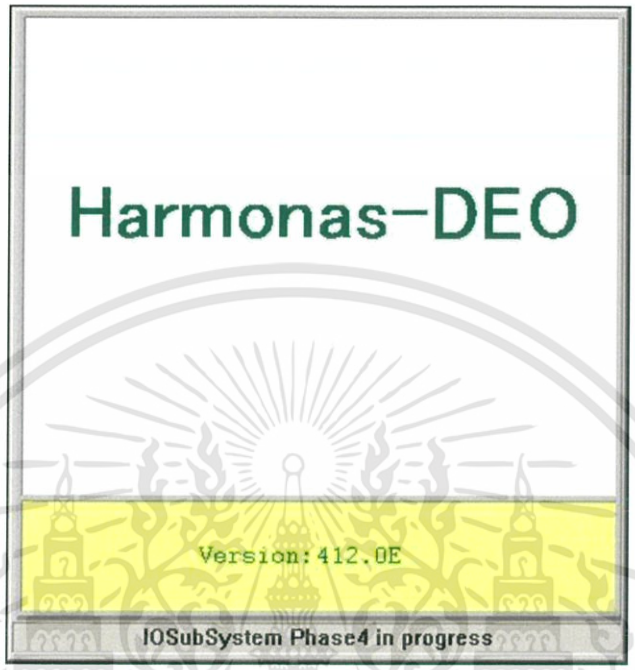


รูปที่ 2.21 Window Maker/Viewer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

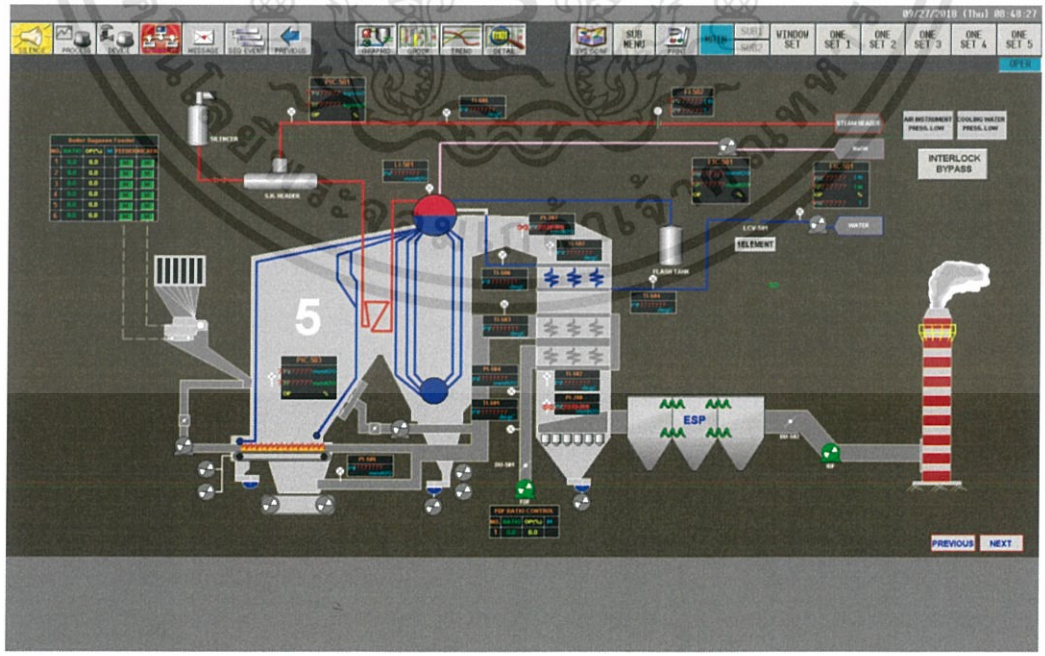
2.5.4 โปรแกรม Harmonas – DEO

เป็นโปรแกรมที่ใช้แสดงกราฟิกและการทำงานของระบบที่เขียนใน RTC editor และ Wonderware InTouch เพื่อเฝ้าดูและติดตามการทำงานของระบบ



รูปที่ 2.22 Harmonas-DEO

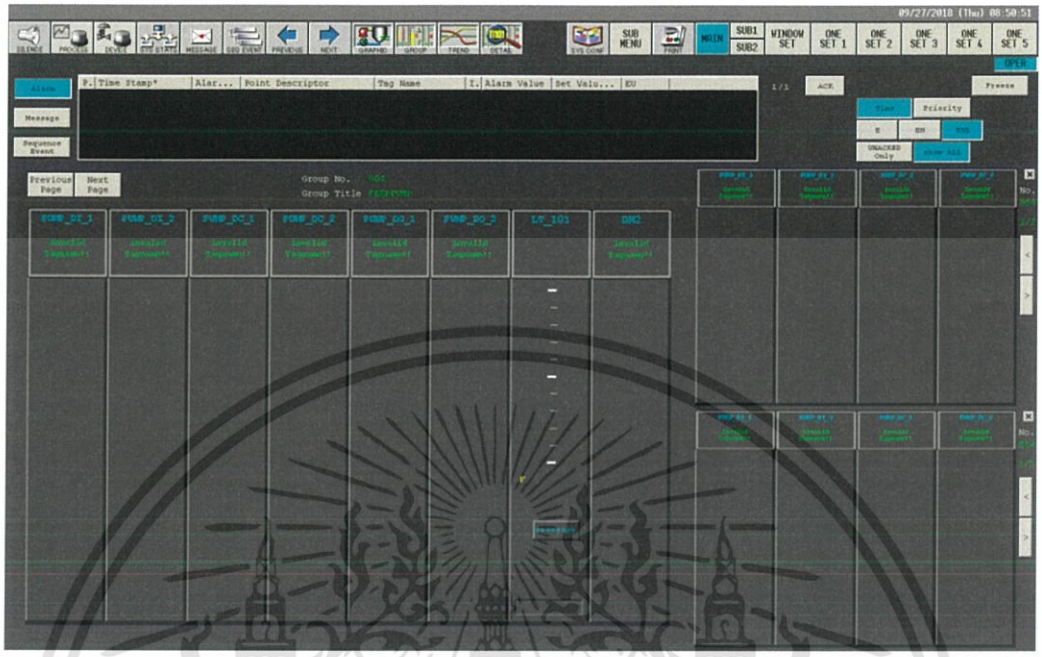
การแสดงผลสามารถแสดงที่ส่วนของการทำงาน โดยรวมและแสดงการทำงานของ point แต่ละ point ได้ และสามารถกำหนดค่า PV Setpoint ต่าง ๆ ของ point นั้น ๆ ได้



รูปที่ 2.23 DEO Graphic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการแสดงผลสามารถแบ่งการแสดงผลได้เป็น 3 ส่วน โดยมีหน้าจอหลัก 1 จอและมีหน้าจอย่อยอีก 2 จอ



รูปที่ 2.24 DEO Sub window

2.6 AutoCAD 2017

เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับเขียนแบบต่าง ๆ เช่นการเขียนแบบตู้ Cabinet การเขียนแบบ Wiring การเขียน I/O list เป็นต้น

รูปที่ 2.25 AutoCAD 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การควบคุมหม้อไอน้ำที่นำเสนอ

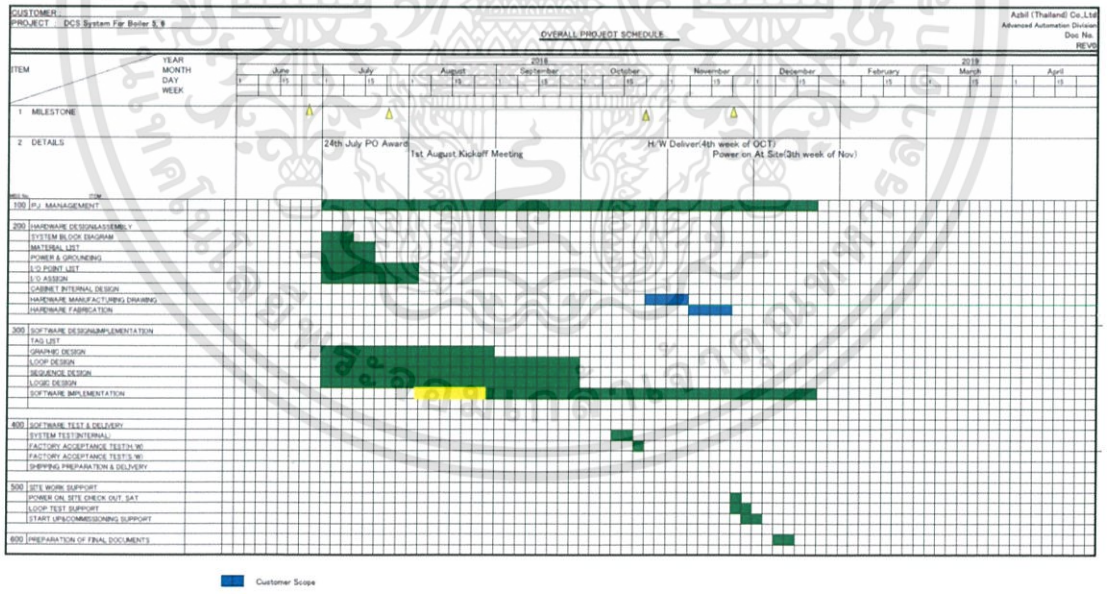
3.1 กล่าวนำ

โรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งต้องการที่จะเพิ่มหม้อไอน้ำอีก 2 ลูก ซึ่งเป็นระบบแบบเดียวกันกับที่มีอยู่แล้ว โดยในบทนี้จะกล่าวถึงการดำเนินงานทั้งหมดตั้งแต่การเริ่มวางแผนการทำงานไปจนถึงวิธีการดำเนินงานต่าง ๆ

3.2 การจัดทำเอกสารสำหรับการควบคุมหม้อไอน้ำที่นำเสนอ

3.2.1 เอกสารในส่วนการวางแผนการทำงาน

การวางแผนการทำงาน (Job Schedule) ของโปรเจคเริ่มจากการแบ่งงานออกเป็นส่วน ๆ โดยการแบ่งงานในส่วนของ Hardware ออกเป็น การออกแบบ System Block Diagram การทำ List อุปกรณ์ ออกแบบ Power & Grounding การทำ I/O List และกำหนด I/O Point ส่วนการแบ่งส่วนของ Software จะแบ่งออกเป็น การออกแบบกราฟิก การออกแบบ Loop, Sequence และ Logic จากนั้นจึงเริ่มทำการเขียน Software



รูปที่ 3.1 Job Schedule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เอกสารในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้

เป็นการกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้เพื่อที่จะนำไปใช้ในการอ้างอิงว่ามีอุปกรณ์อะไรบ้างที่ได้ทำการเพิ่มเข้าไปในตู้ Cabinet

ตารางที่ 3.1 BOM

Item	Description	Model	Vendor	QTY.
1	Analog Input Module (Non-Redundant)	HD-CHAPS00	Azbil	3
2	Analog Output Module (Non-Redundant)	HD-CAOPS00	Azbil	1
3	Digital Input Module (Non-Redundant)	HD-CDIPS00	Azbil	2
4	Digital Output Module (Non-Redundant)	HD-DOPS00	Azbil	1
5	FX-bus Electric Repeater Set (Controller Side)	HD-CRTXP00	Azbil	1
6	FX-bus Electric Repeater Set (Remote Side)	HD-CRTXP11	Azbil	1
7	FX-bus Electric Repeater Set (30m)	HD-CEXC30	Azbil	1
8	X-bus Module Cable (For 8 Modules)	HD-CXCB08	Azbil	1
9	X-bus Module Cable Connection 2M	HD-CXBE02	Azbil	2

3.2.3 เอกสารในส่วนของการกำหนด I/O

การทำ I/O Assignment เพื่อกำหนด Module ไหนจะอยู่ใน Slot ที่เท่าไหร่ เนื่องจากตัว DOPC III นั้นสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ Module ได้มากถึง 120 Module จึงต้องมีการกำหนดให้ทราบว่า มีการใช้ Module ไหนไปแล้วบ้าง เพื่อป้องกันการเกิดความผิดพลาดขึ้น

ตารางที่ 3.2 I/O Assignment

I/O Assignment		
No.	**Tag name**	**Slot Number**
1	LT_501	31
2	FT_501	
3	FT_502	
4	PT_501	
5	PT_502	
6	PT_503	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O Assignment		
No.	**Tag name**	**Slot Number**
7	PT_504	35
8	PT_505	
9	PT_506	
10	TT_501	
11	TT_502	
12	TT_503	
13	TT_504	
14	TT_505	
15	TT_506	
16	LT_601	32
17	FT_601	
18	FT_602	
19	PT_601	
20	PT_602	
21	PT_603	
22	PT_604	
23	PT_605	
24	PT_606	
25	PT_601	
26	TT_602	
27	TT_603	
28	TT_604	
29	TT_605	
30	TT_606	
31	PT_P01	
32	FDF_CT_101	33
33	IDF_CT_101	
34	FDF_CT_201	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O Assignment		
No.	**Tag name**	**Slot Number**
35	IDF_CT_201	
36	FDF_CT_301	
37	IDF_CT_301	
38	FDF_CT_401	
39	IDF_CT_401	
40	FDF_CT_501	
41	IDF_CT_501	33
42	FDF_CT_601	
43	IDF_CT_601	
44	FDF_CT_701	
45	IDF_CT_701	
46	PT_13_01	
47	PT_13_02	
48	LCV_501	
49	PCV_501	
50	DU_501	
51	DU_502	
52	INV_501	
53	INV_502	
54	INV_503	
55	INV_504	34
56	INV_505	
57	INV_506	
58	LCV_601	
59	PCV_601	
60	DU_601	
61	DU_602	
62	INV_601	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O Assignment		
No.	**Tag name**	**Slot Number**
63	INV_602	35
64	INV_603	
65	INV_604	
66	INV_605	
67	INV_606	
68	PCV_13_01	
69	PCV_13_02	
70	PCV_13_03	
71	MDU_501	36
72	MDU_502	
73	MBG_501	
74	MBG_502	
75	MBG_503	
76	MBG_504	
77	MBG_505	
78	MBG_506	
79	MDU_601	
80	MDU_602	
81	MBG_601	
82	MBG_602	
83	MBG_603	
84	MBG_604	
85	MBG_605	
86	MBG_606	
87	LSO_501	38
88	LSO_502	
89	PSO_501	
90	PSO_502	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O Assignment		
No.	**Tag name**	**Slot Number**
91	PSO_503	38
92	LSO_601	
93	LSO_602	
94	PSO_601	
95	PSO_602	
96	PSO_603	

3.2.4 เอกสารในส่วนของพารามิเตอร์แท็ก I/O สำหรับระบบควบคุม

การทำ I/O List เพื่อให้กำหนด Tag ให้ Point ในโปรแกรม RTC Editor และนำไปใช้ในการเขียน Wiring Diagram สำหรับการต่อสายจาก Module ไปยัง Terminal และต่อจาก Terminal ไปยัง Device ที่ Field ได้อย่างถูกต้อง

ตารางที่ 3.3 I/O List

I/O List			
No.	**Tag name**	**Description**	**Point type**
1	LT_501	Drum Level Boiler	AI
2	FT_501	Feed water Flow Boiler	AI
3	FT_502	Steam Flow Boiler	AI
4	PT_501	Steam Pressure Boiler	AI
5	PT_502	Furnace Pressure Boiler	AI
6	PT_503	A/H Inlet air Pressure Boiler	AI
7	PT_504	Under Grate air Pressure Boiler	AI
8	PT_505	Boiler outlet gas Pressure Boiler	AI
9	PT_506	D/C outlet gas Pressure Boiler	AI
10	TT_501	Temp A/H inlet air Boiler	AI
11	TT_502	Temp Boiler outlet gas Boiler	AI
12	TT_503	Temp A/H inlet gas Boiler	AI
13	TT_504	Temp Feed water Flow Boiler	AI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O List			
No.	**Tag name**	**Description**	**Point type**
14	TT_505	Temp S/H outlet steam Boiler	AI
15	TT_506	Temp econo inlet water Boiler	AI
16	LT_601	Drum Level Boiler	AI
17	FT_601	Feed water Flow Boiler	AI
18	FT_602	Steam Flow Boiler	AI
19	PT_601	Steam Pressure Boiler	AI
20	PT_602	Furnace Pressure Boiler	AI
21	PT_603	A/H Inlet air Pressure Boiler	AI
22	PT_604	Under Grate air Pressure Boiler	AI
23	PT_605	Boiler outlet gas Pressure Boiler	AI
24	PT_606	D/C outlet gas Pressure Boiler	AI
25	PT_601	Temp A/H inlet air Boiler	AI
26	TT_602	Temp Boiler outlet gas Boiler	AI
27	TT_603	Temp A/H inlet gas Boiler	AI
28	TT_604	Temp Feed water Flow Boiler	AI
29	TT_605	Temp S/H outlet steam Boiler	AI
30	TT_606	Temp econo inlet water Boiler	AI
31	PT_P01	Pressure Feed water	AI
32	FDF_CT_101	Motor Current (FDF)	AI
33	IDF_CT_101	Motor Current (IDF)	AI
34	FDF_CT_201	Motor Current (FDF)	AI
35	IDF_CT_201	Motor Current (IDF)	AI
36	FDF_CT_301	Motor Current (FDF)	AI
37	IDF_CT_301	Motor Current (IDF)	AI
38	FDF_CT_401	Motor Current (FDF)	AI
39	IDF_CT_401	Motor Current (IDF)	AI
40	FDF_CT_501	Motor Current (FDF)	AI
41	IDF_CT_501	Motor Current (IDF)	AI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O List			
No.	**Tag name**	**Description**	**Point type**
42	FDF_CT_601	Motor Current (FDF)	AI
43	IDF_CT_601	Motor Current (IDF)	AI
44	FDF_CT_701	Motor Current (FDF)	AI
45	IDF_CT_701	Motor Current (IDF)	AI
46	PT_13_01	Steam Exhaust Pressure	AI
47	PT_13_02	Steam Exhaust Pressure	AI
48	LCV_501	Feed Water Control Valve	AO
49	PCV_501	Steam Pressure Boiler	AO
50	DU_501	Ratio Setter Boiler (FDF)	AO
51	DU_502	Furnace Pressure Boiler (IDF)	AO
52	INV_501	Bagasse Feeder No.1	AO
53	INV_502	Bagasse Feeder No.2	AO
54	INV_503	Bagasse Feeder No.3	AO
55	INV_504	Bagasse Feeder No.4	AO
56	INV_505	Bagasse Feeder No.5	AO
57	INV_506	Bagasse Feeder No.6	AO
58	LCV_601	Feed Water Control Valve	AO
59	PCV_601	Steam Pressure Boiler	AO
60	DU_601	Ratio Setter Boiler (FDF)	AO
61	DU_602	Furnace Pressure Boiler (IDF)	AO
62	INV_601	Bagasse Feeder No.1	AO
63	INV_602	Bagasse Feeder No.2	AO
64	INV_603	Bagasse Feeder No.3	AO
65	INV_604	Bagasse Feeder No.4	AO
66	INV_605	Bagasse Feeder No.5	AO
67	INV_606	Bagasse Feeder No.6	AO
68	PCV_13_01	Steam Exhaust Pressure Control Valve 12 No.1	AO
69	PCV_13_02	Steam Exhaust Pressure Control Valve 12 No.2	AO

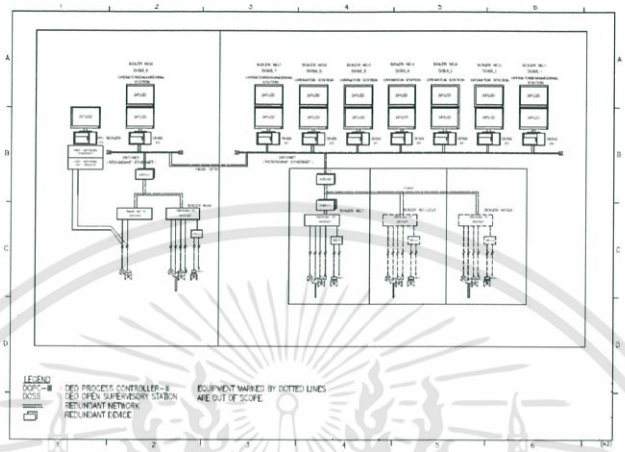
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O List			
No.	**Tag name**	**Description**	**Point type**
70	PCV_13_03	Steam Exhaust Pressure Control Valve 8 No.3	AO
71	MDU_501	Ratio Setter Boiler (FDF)	DI
72	MDU_502	Furnace Pressure Boiler (IDF)	DI
73	MBG_501	Bagasse Feeder No.1	DI
74	MBG_502	Bagasse Feeder No.2	DI
75	MBG_503	Bagasse Feeder No.3	DI
76	MBG_504	Bagasse Feeder No.4	DI
77	MBG_505	Bagasse Feeder No.5	DI
78	MBG_506	Bagasse Feeder No.6	DI
79	MDU_601	Ratio Setter Boiler (FDF)	DI
80	MDU_602	Furnace Pressure Boiler (IDF)	DI
81	MBG_601	Bagasse Feeder No.1	DI
82	MBG_602	Bagasse Feeder No.2	DI
83	MBG_603	Bagasse Feeder No.3	DI
84	MBG_604	Bagasse Feeder No.4	DI
85	MBG_605	Bagasse Feeder No.5	DI
86	MBG_606	Bagasse Feeder No.6	DI
87	LSO_501	Drum Level LL	DO
88	LSO_502	Drum Level HI	DO
89	PSO_501	Steam Pressure HI	DO
90	PSO_502	Instrument Air Pressure LO	DO
91	PSO_503	Inlet water Pressure LO	DO
92	LSO_601	Drum Level LL	DO
93	LSO_602	Drum Level HI	DO
94	PSO_601	Steam Pressure HI	DO
95	PSO_602	Instrument Air Pressure LO	DO
96	PSO_603	Inlet water Pressure LO	DO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 เอกสารในส่วนโครงสร้างของระบบ

เนื่องจากทางโรงงานต้องการเพิ่มหม้อไอน้ำอีก 2 ลูก ทำให้ต้องมีการเพิ่มระบบควบคุมเข้าไปเพิ่มโดยทำการเพิ่ม I/O Module เข้าไป และเพิ่ม Station เข้าไปอีก 2 เครื่องเพื่อควบคุมและสังเกตุการณ์หม้อไอน้ำแต่ละลูก



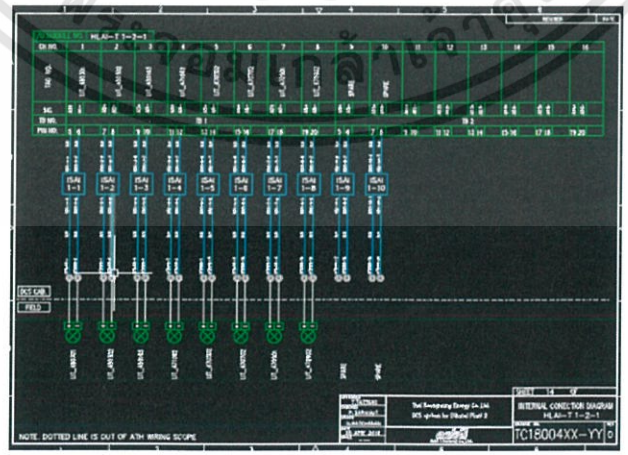
รูปที่ 3.2 System Block Diagram

3.3 ขั้นตอนการออกแบบ Wiring Diagram

การทำ Wiring Diagram จะทำในโปรแกรม AutoCAD 2017 เพื่อให้รู้ว่า Point ไหนจะต่อไปยัง Terminal ไหน แล้วจาก Terminal นั้นจะต่อไปยัง Device ไหนที่ Field ทำให้ง่ายต่อการเดินสายจากตู้ไปยัง Field

3.3.1 เอกสารการทำ Wiring Diagram จากงานเก่าของบริษัท

ก่อนที่จะได้ทำการเขียน Wiring Diagram ทางบริษัทได้มีการให้แก้แบบ Drawing มาก่อนจึงได้นำไฟล์ที่เคยทำไปมาทำการแก้ไข



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแบบ AutoCAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม AutoCAD 2017

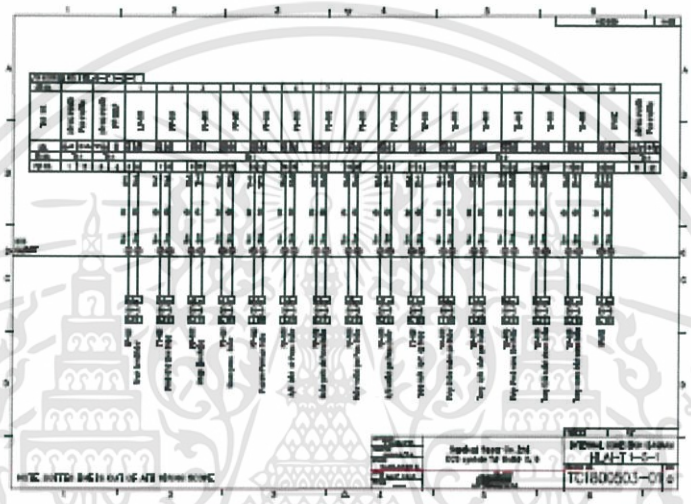
1. เปิดโปรแกรม AutoCAD 2017

2. กด open files เลือกไฟล์งานเก่ามาเพื่อแก้ไข

3. ทำการแก้ไขไฟล์งานเก่า ให้ตรงตามที่ต้องแก้

4. เมื่อทำการแก้ไขเสร็จแล้ว ทำการบันทึกให้เป็นไฟล์ PDF

- ตัวอย่างงานที่แก้

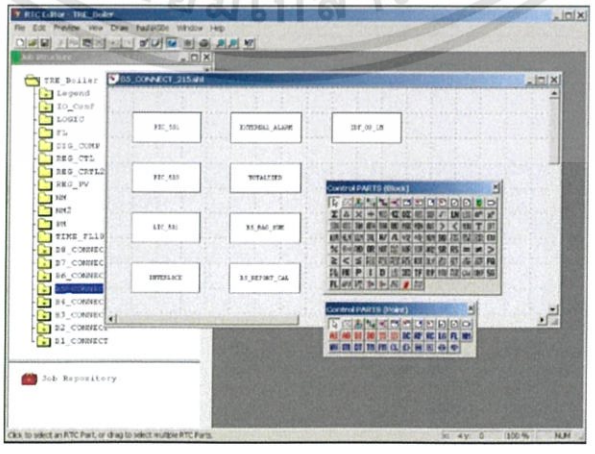


รูปที่ 3.4 ตัวอย่างงานที่แก้

3.4 การเขียนโปรแกรม

3.4.1 การใช้งานโปรแกรม RTC Editor

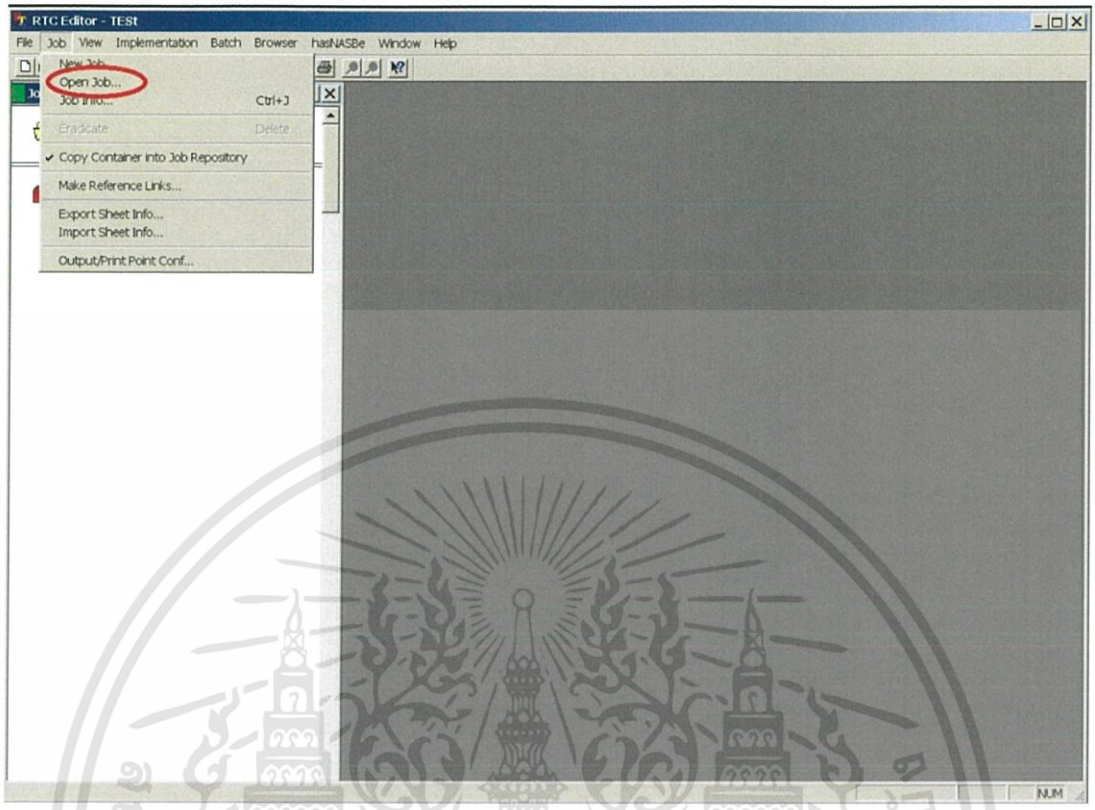
โปรแกรม RTC Editor ใช้สำหรับการสร้างและกำหนด Parameter ของ Point I/O และใช้ในการสร้าง Block Diagram ควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ของหม้อไอน้ำ



รูปที่ 3.5 โปรแกรม RTC Editor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.1 การ Open Job



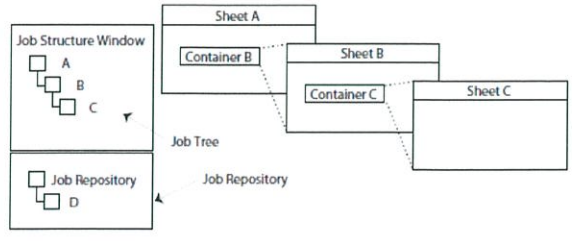
รูปที่ 3.6 การ Open Job

- ขั้นตอนการสร้าง

1. เปิดโปรแกรม RTC Editor
2. จากนั้นไปที่ File แล้วเลือก Open Job
3. เลือก File แล้วกด OK

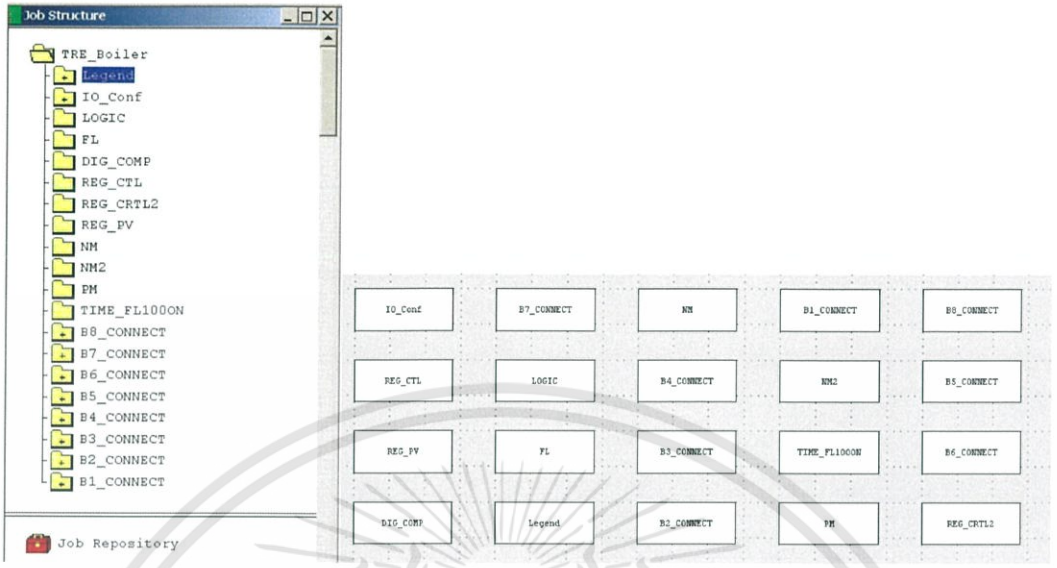
3.4.1.2 การสร้าง Container

การสร้าง Container เพื่อที่จะได้ทำการแบ่งหมวดหมู่ของ Point ต่าง ๆออกเป็นหมวดหมู่ได้ เช่นแบ่งเป็น Container AI, Container AO เป็นต้น



รูปที่ 3.7 การสร้าง Container

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ตัวอย่าง Container

3.4.1.3 การสร้าง Point

เลือกชนิดของ Point ที่ต้องการจะสร้างและนำมาวางลงใน Sheet จากนั้นกดเข้าไปที่ Point แล้วจะมีหน้าต่างให้ใส่รายละเอียดของ Point และกำหนด Parameter ของ Point นั้น ๆ

รายละเอียดที่จำเป็นต้องใส่ให้กับ point คือ Tag name, Node type, unit id, node number, module number, slot number โดยรายละเอียดต่าง ๆ จะแสดงดังตารางที่ 3.3

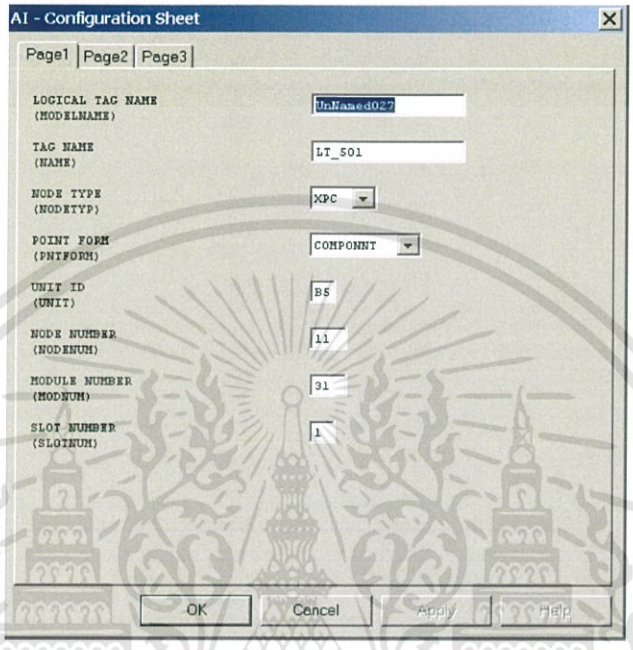
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดที่จำเป็นของ Point

Name	Description
Tag name	ชื่อของ point
Node type	รุ่นของ Controller
Unit ID	กลุ่มของ Point เพื่อให้สะดวกต่อการหา
Node number	Node ของ Controller ให้ตรงกับที่เรากำหนดไว้
Module Number	ลำดับของ Module ที่ต่อกับ Controller
Slot Number	ลำดับของ Point ตาม Slot ของ module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิธีสร้าง Point I/O

  1. เลือกปุ่ม AI AO DI DO นำมาวางลงใน Sheet เพื่อสร้าง Point AI AO DI DO
  2. ใส่รายละเอียดของ Point แล้วกด OK



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างหน้ารายละเอียดของ Point I/O

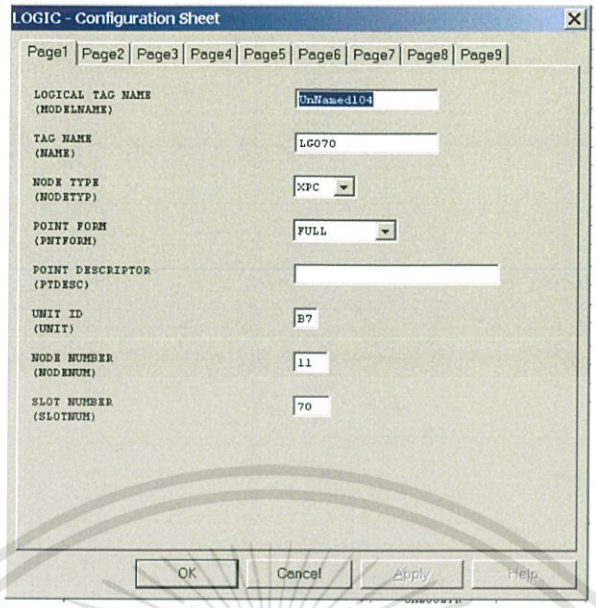
- การสร้าง Point Logic

  การสร้าง point เพื่อนำมาใช้กับอัลกอริทึมต่าง ๆ ของโปรแกรม เช่น การใช้ Logic Connect เพื่อเชื่อม Point บางตัวที่ไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรง หรือการใช้ Logic AND OR ต่าง ๆ

- วิธีการสร้าง Point Logic

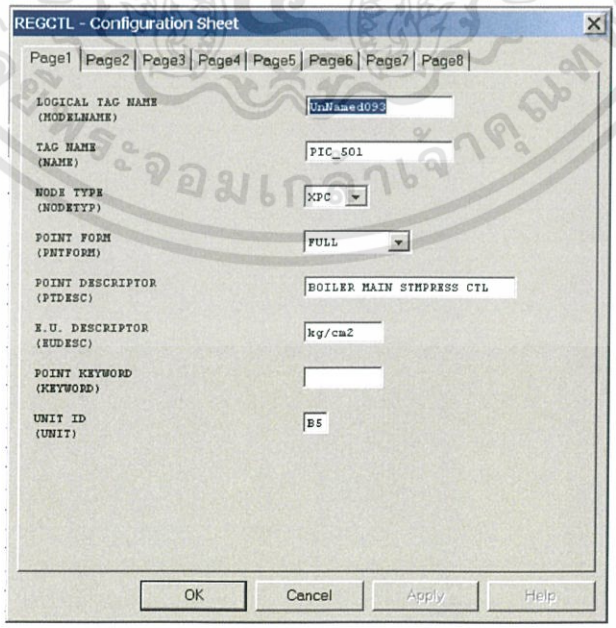
  1. เลือกปุ่ม LG จากนั้นนำมาวางใน Sheet
  2. จากนั้นใส่รายละเอียดของ Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างรายละเอียดของ Point Logic

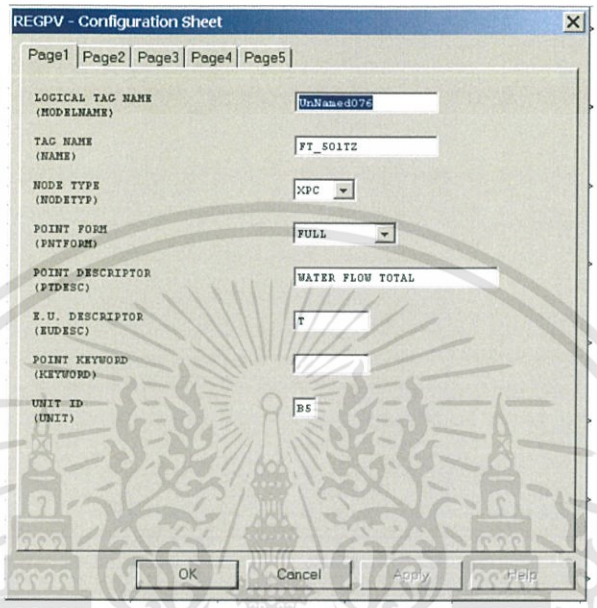
- วิธีการใช้ Point Logic
  1. เลือกปุ่ม จากนั้นนำมาวางใน Sheet
  2. จากนั้นใส่รายละเอียดของ Point (เลือกอัลกอริทึม)
- วิธีสร้าง Point RegCtl (Regulatory Control)
  1. เลือกปุ่ม จากนั้นนำมาวางใน Sheet
  2. ใส่รายละเอียดของ point สามารถเลือกอัลกอริทึมต่าง ๆ ของ Point เช่น PID, Ratio Control, Switch เป็นต้น



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างหน้าต่างรายละเอียดของ Point RegCtl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

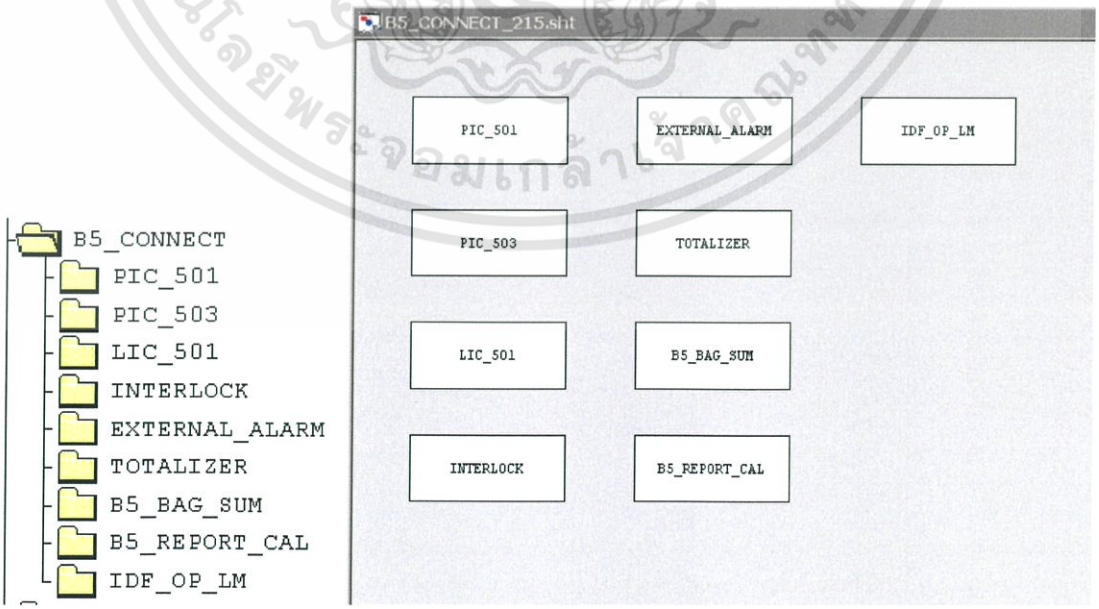
- วิธีการสร้าง Point RegPV
  1. เลือกปุ่ม RP จากนั้นนำมาวางใน Sheet
  2. ใส่รายละเอียดของ Point สามารถเลือกอัลกอริทึมต่าง ๆ เช่น CALCULATOR TOTALIZER เป็นต้น



รูปที่ 3.12 หน้าต่างรายละเอียดของ Point RegPV

3.4.2 การเขียนระบบควบคุม

การเขียนระบบควบคุมจะเป็น Function Block Diagram ในโปรแกรม RTC โดยใช้ Container ในการแบ่งส่วนการควบคุมต่าง ๆ

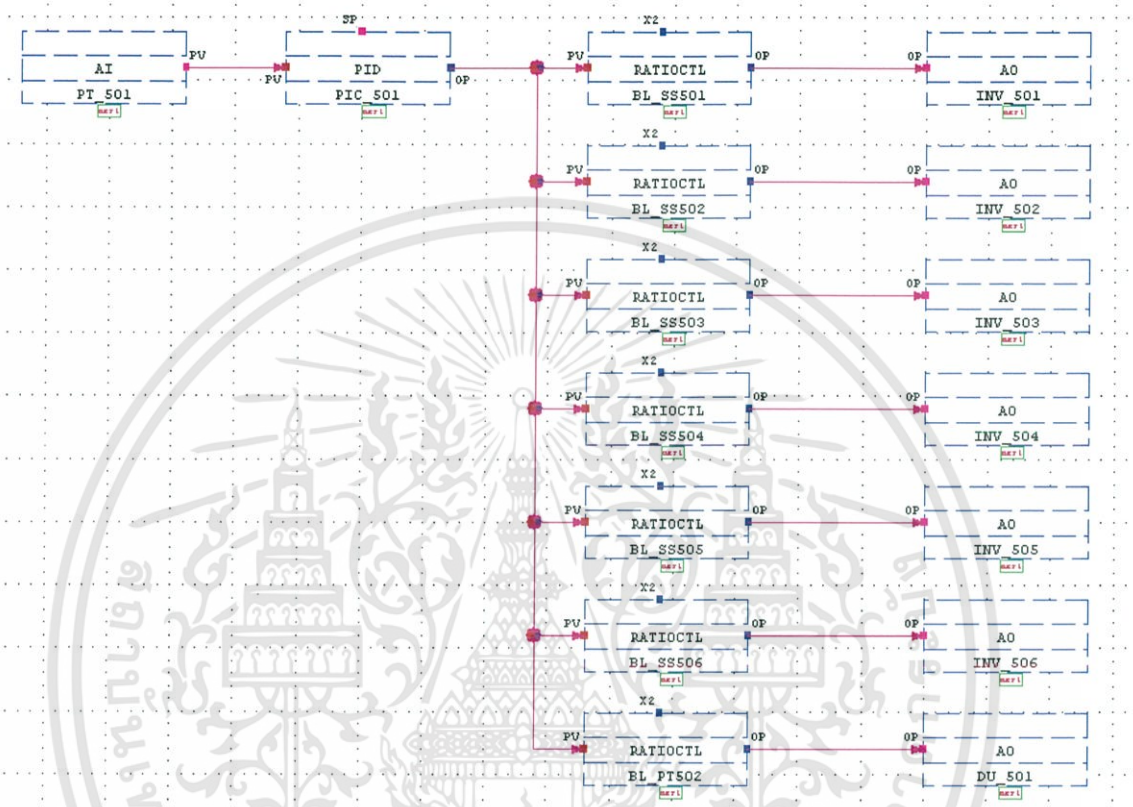


รูปที่ 3.13 B5_Connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 PIC_501

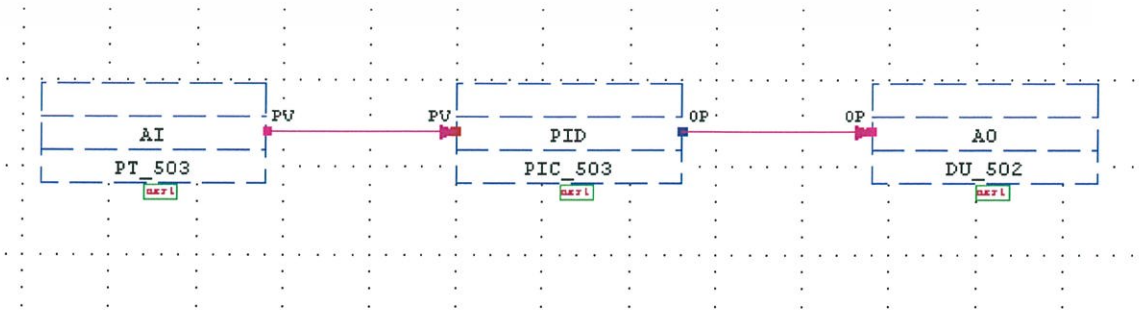
เป็นส่วนที่ทำการควบคุมการเติมเชื้อเพลิง โดยจะทำการวัดความดันของถังเก็บไอน้ำแล้วทำการคำนวณใน PID จากนั้นนำ Output ของ PID ไปเป็นค่า PV ให้กับ Ratio Control เพื่อควบคุมการป้อนเชื้อเพลิงและ “แดมเปอร์” (Damper) ของพัดลมเป่า



รูปที่ 3.14 PIC_501

3.4.2.2 PIC_503

เป็นส่วนที่ทำการควบคุมความดันภายในห้องเชื้อเพลิงไม่ให้มากจนเกินไปเพื่อป้องกันการเกิดอันตราย โดยจะทำการนำค่า PV ที่วัดความดันที่ถังเชื้อเพลิงมาเข้าคำนวณกับ PID และส่ง Output ไปยัง “แดมเปอร์”ของพัดลมดูด

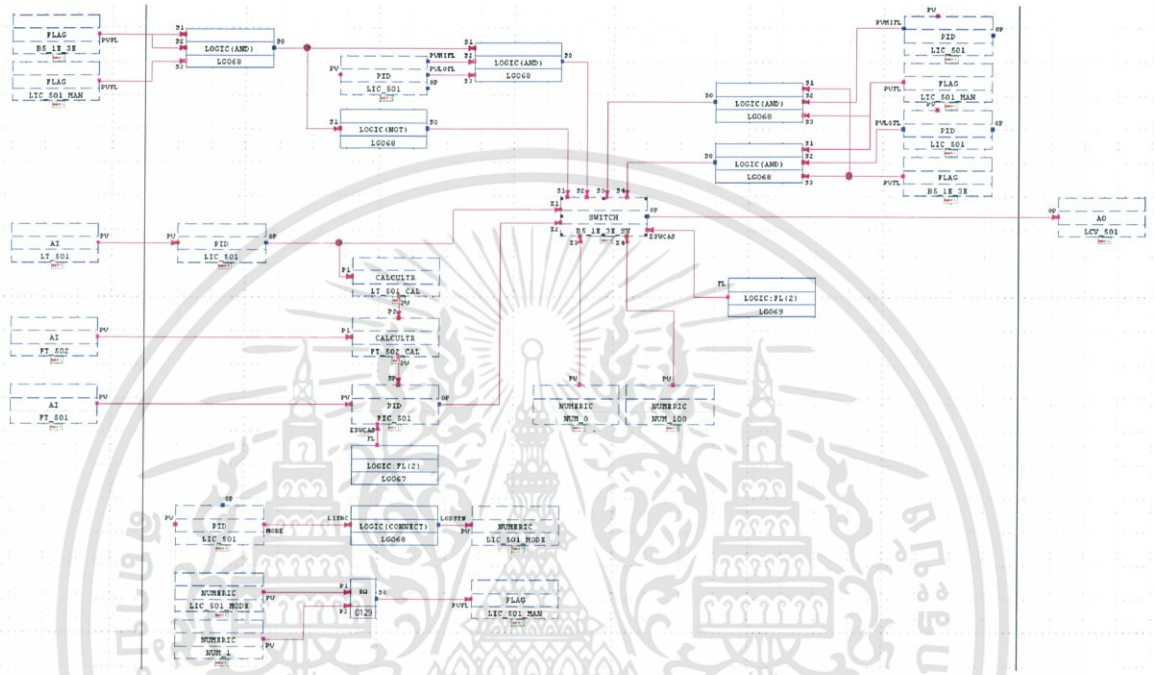


รูปที่ 3.15 PIC_503

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 LIC_501

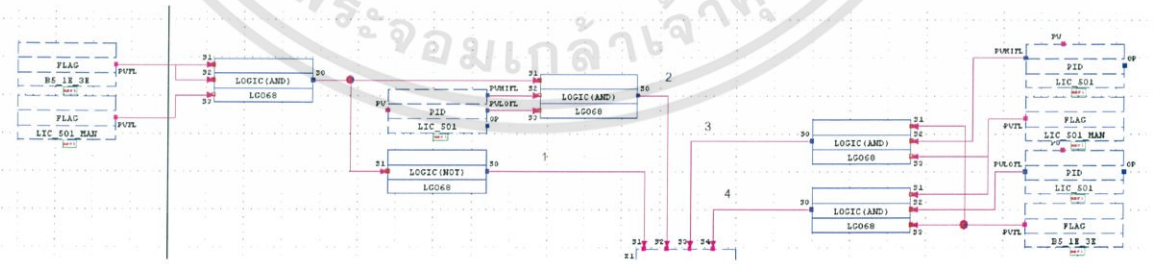
ในส่วนนี้จะใช้การควบคุมแบบ Switch คือ การกำหนดเงื่อนไขของการควบคุมว่าเป็นอย่างไรและจะให้ควบคุมแบบไหน เช่น กำหนดเงื่อนไขว่าเมื่อ Point PID ของ Point LIC_501 อยู่ใน Mode Auto ให้ทำการควบคุมโดยใช้ PID เป็นต้น ในส่วนการควบคุมของ LIC_501 จะแบ่งส่วนต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 3.16 LIC_501

- ส่วนกำหนดเงื่อนไขในการควบคุม

การใช้ Switch จะสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ 4 เงื่อนไข

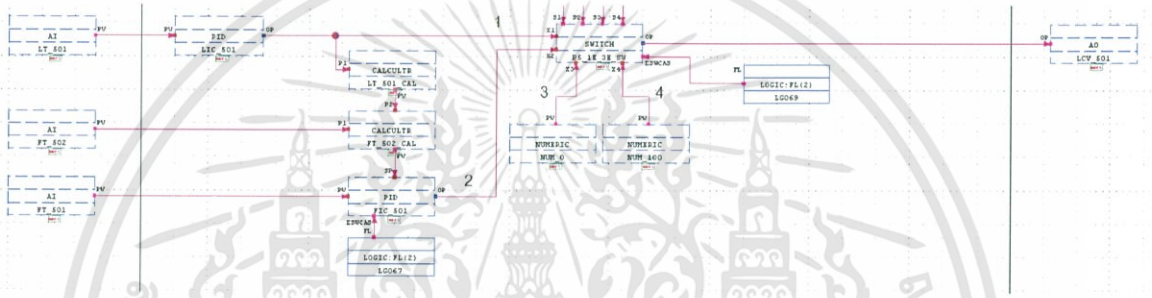


รูปที่ 3.17 ส่วนกำหนดเงื่อนไขการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อ Point PID ของ LIC_501 อยู่ในโหมดใดก็ตาม และไม่ได้กด ใช้งาน Switch 3-Element
2. เมื่อ Point PID ของ LIC_501 ไม่ได้อยู่ใน Mode Man และมีการกดใช้ Switch 3-Element
3. เมื่อ Point PID ของ LIC_501 และ ไม่ได้อยู Mode Man และอยู่ในสถาณะ High และมีการกด Switch 3-Element
4. เมื่อ Point PID ของ LIC_501 และ ไม่ได้อยู Mode Man และอยู่ในสถาณะ Low และมีการกด Switch 3-Element

- ส่วนการควบคุม



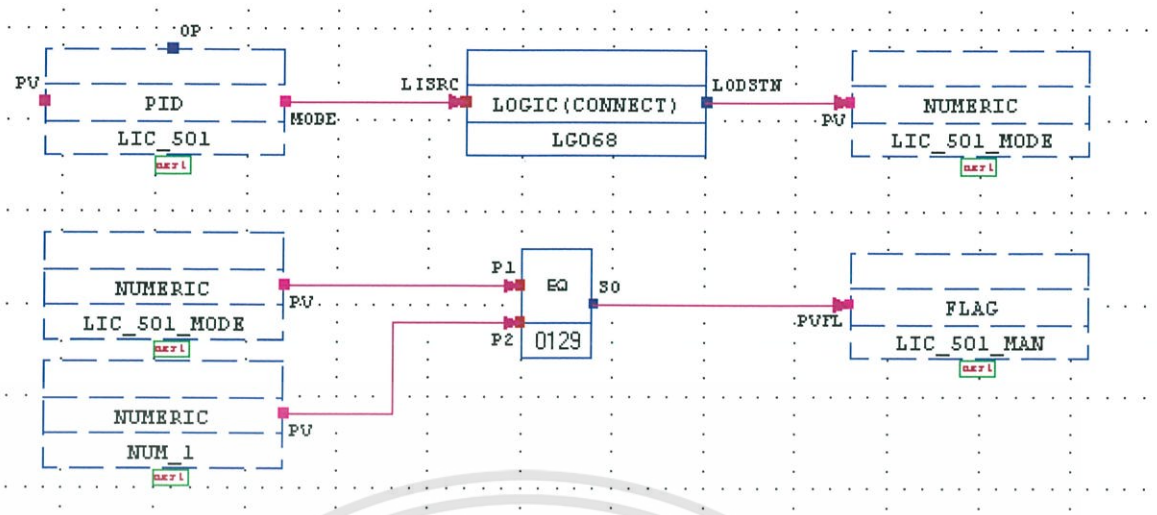
รูปที่ 3.18 ส่วนของการควบคุม

1. ใช้การควบคุมแบบ PID ของ LT_501
2. ใช้การควบคุมแบบ PID ของ FT_501 โดยรับค่า Setpoint จากการคำนวณค่าจาก Output Point PID ของ LIC_501 และคำนวณจากค่า PV ของ FT_502
3. ให้ส่งค่าออกเป็น 0
4. ให้ส่งค่าออกเป็น 100

- ส่วนจัดการ Mode ของ PID

เป็นการทำให้สามารถนำ Mode ของ Point มาใช้งานในส่วนควบคุมได้โดยใช้ Point Flag ที่มีสถาณะเป็น On กับ Off การนำ Mode มาใช้จะได้โดยการแปลงจะ Mode เป็น ตัวเลข โดยที่ตัวเลขของแต่ละ Mode จะต่างกันไปตามชนิดของ Point ใน PID ใน Mode Man Auto Cas จะแทนเป็น 1 2 3 ตามลำดับ สามารถทำได้โดยนำ Parameter Mode ของ Point PID มาเข้ากับ Point Numeric ซึ่งทำการแปลง Mode ที่รับเข้ามาให้กลายเป็นตัวเลข และนำมาเปรียบเทียบให้มีค่าเท่ากับ 1 และนำไปเข้ากับ Point Flag

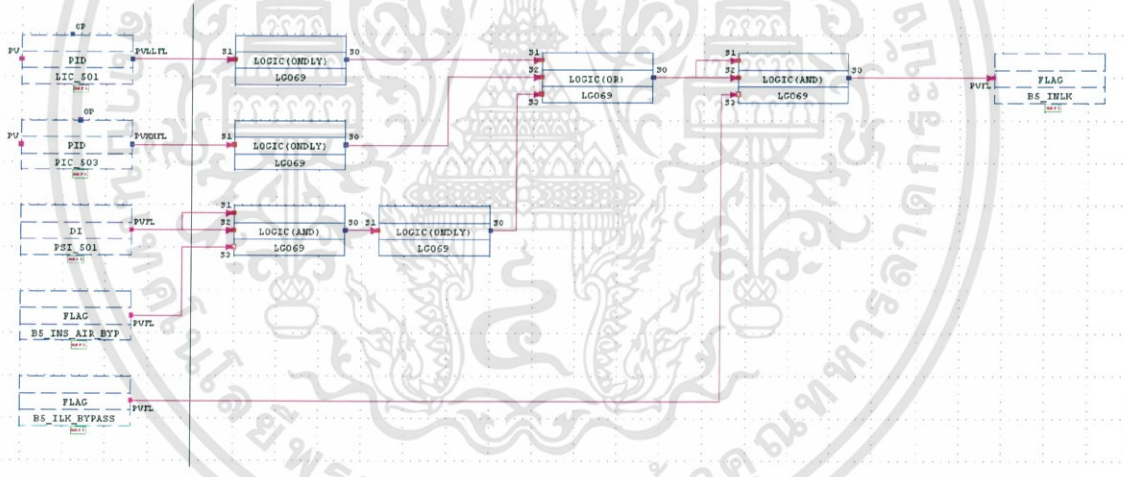
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 ส่วนจัดการ Mode ของ PID

3.4.2.4 Interlock

เป็นการต่อ Point เพื่อที่จะนำเอาสัญญาณ Interlock ไปทำการแสดงที่หน้าจอแสดงผล

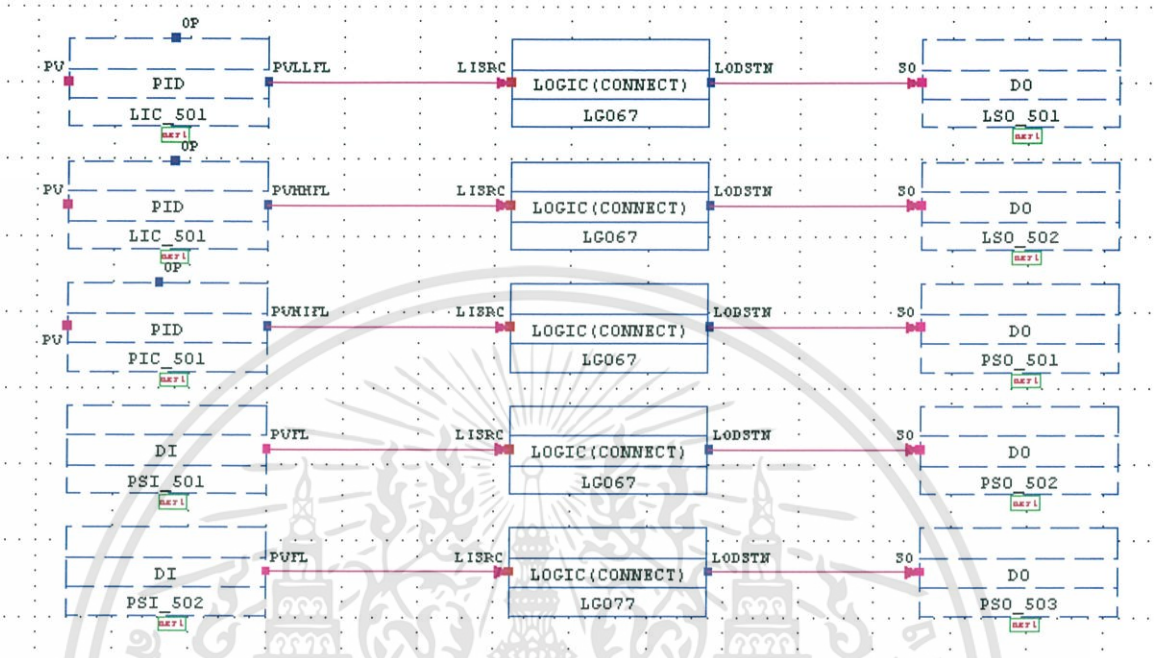


รูปที่ 3.20 Interlock

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.5 External Alarm

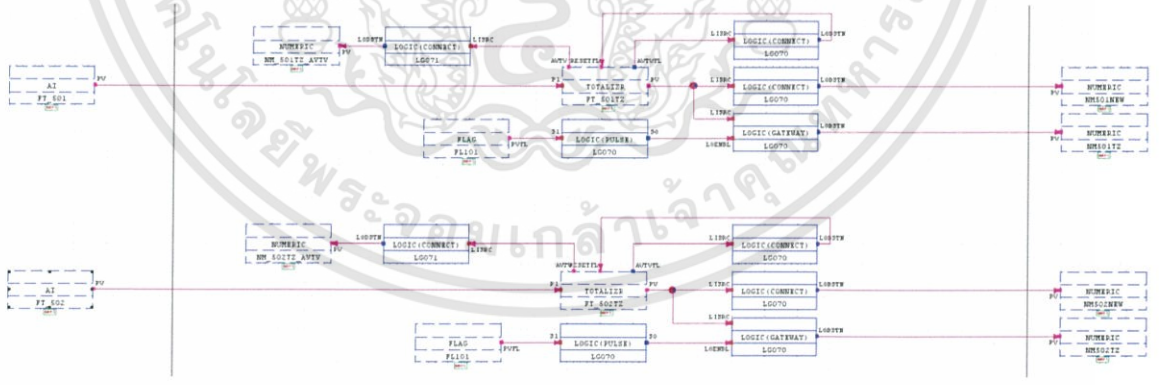
เป็นการนำเอาสัญญาณ Alarm ของแต่ละ Point มาทำการแสดงผลในหน้าจอหรือนำไปต่อเข้ากับ Alarm ภายนอก



รูปที่ 3.21 External Alarm

3.4.2.6 Totalizer

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่คำนวน Flow ทั้งของน้ำและไอน้ำทั้งหมดในระบบ

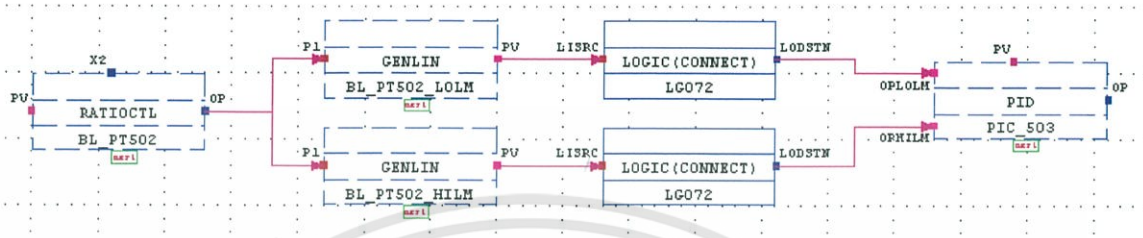


รูปที่ 3.22 Totalizer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.7 IDF_OP_LM

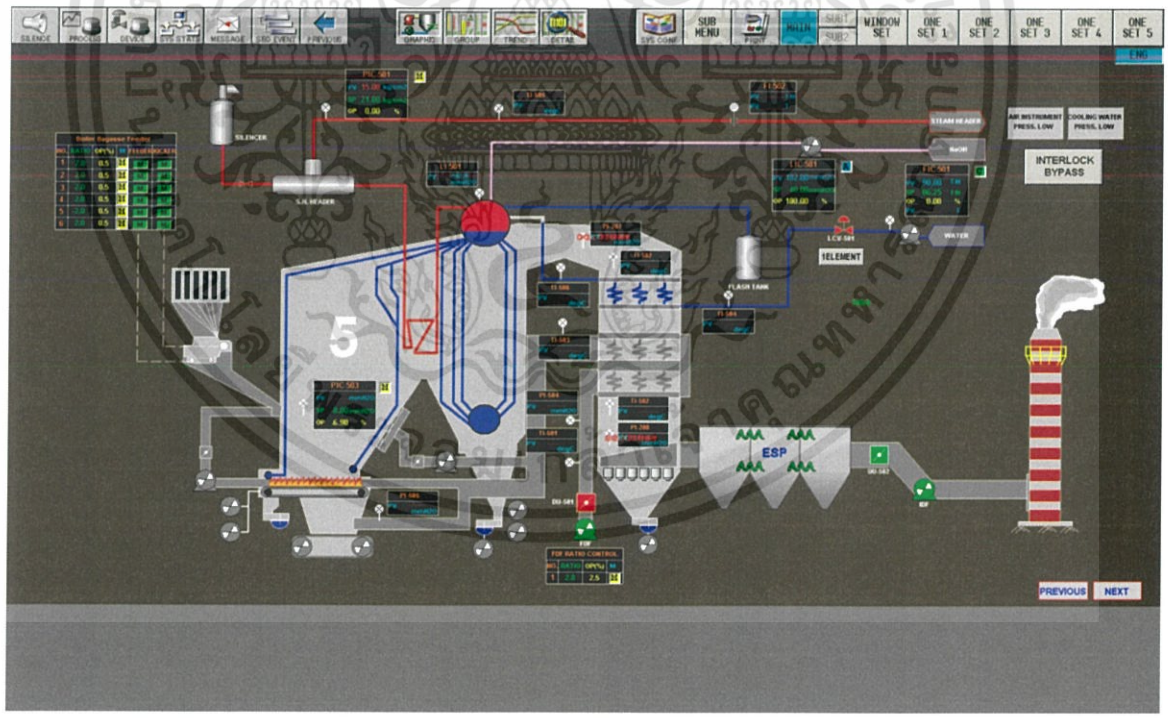
เป็นส่วนที่ทำหน้าที่จำกัดการเปิด-ปิด สูงสุดของแดมเปอร์ทางฝั่งพัดลมดูดโดยใช้ฟังก์ชัน General Linearization (GENLIN) ในการรับค่า Input และส่ง Output ออกมาสอดคล้องกับกราฟเส้นตรง



รูปที่ 3.23 IDF_OP_LM

3.4.3 การสร้างหน้ากราฟิกแสดงผล

หน้าจอแสดงผลนั้นจะใช้โปรแกรม Window Maker ในการทำกราฟิกเพื่อนำไปแสดงในโปรแกรม Harmonas-DEO เนื่องจากกราฟิกที่ต้องการแก้ไขนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงจึงสามารถนำกราฟิกของเดิมที่มีอยู่แล้วมาใช้ได้เลย

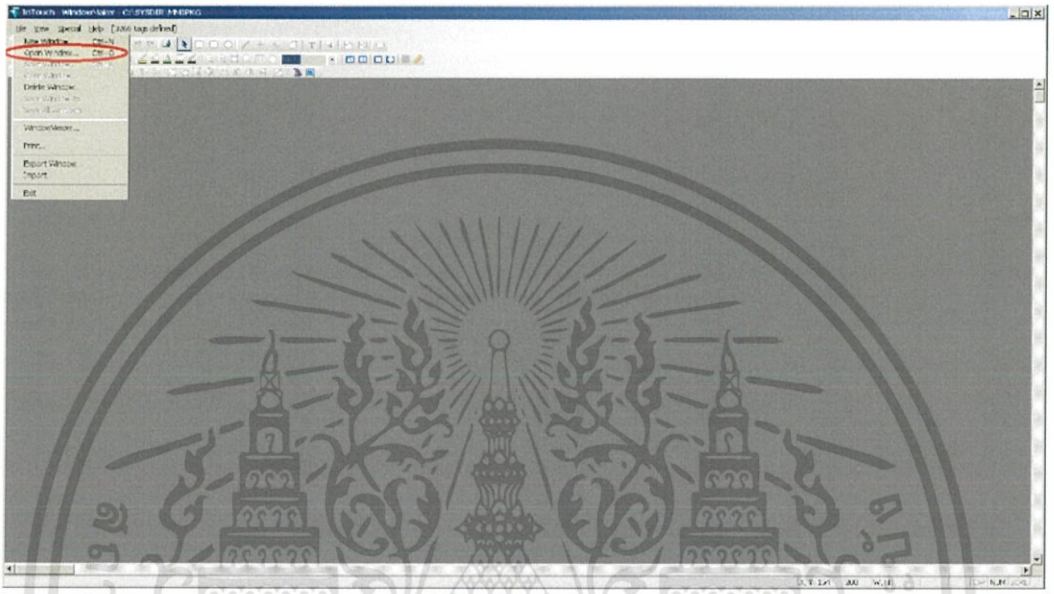


รูปที่ 3.24 หน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.1 การเปิดหน้าต่างแก้ไขกราฟิก

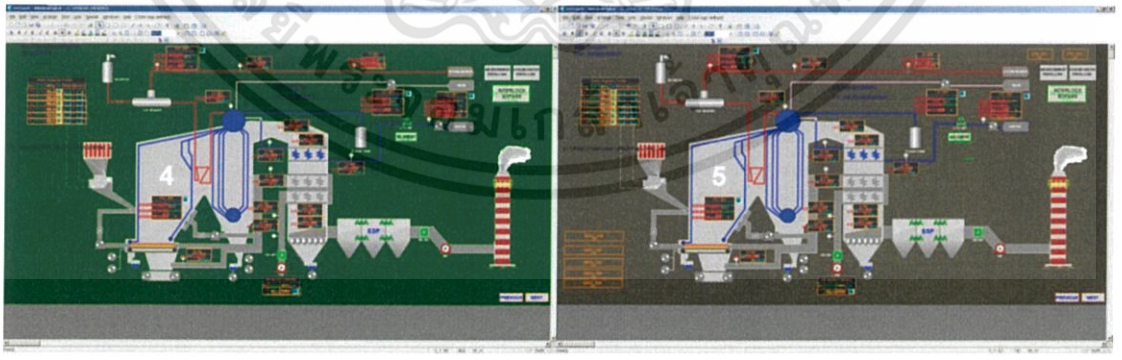
- หน้าจอกราฟิกของ Harmonas-DEO จะถูกเก็บไว้ใน C:\Sysdir\MMIPKG
- ไปที่ File และกด Open Window และเลือกหน้ากราฟิกที่ต้องการแก้ไข



รูปที่ 3.25 Open window

3.4.3.2 การแก้ไขกราฟิก

เมื่อเปิดหน้าต่างที่ต้องการแก้ไขแล้ว จากนั้นทำการเปลี่ยนตัวอักษรและสีพื้นหลัง เพื่อให้มีความแตกต่างกันแต่ละหน้าจอทำให้ผู้ใช้งานแยกหน้าจอแต่ละจอได้



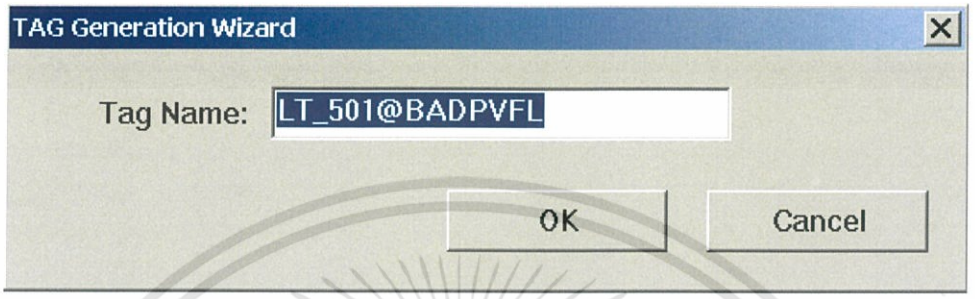
รูปที่ 3.26 หน้าจอเก่าและหน้าจอที่แก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.3 การสร้าง Tag

การสร้าง Tag เพื่อที่จะนำเอา Tag จาก Harmonas-DEO มาใช้งานกับตัวโปรแกรม Window Maker จะมีอยู่ 2 วิธี

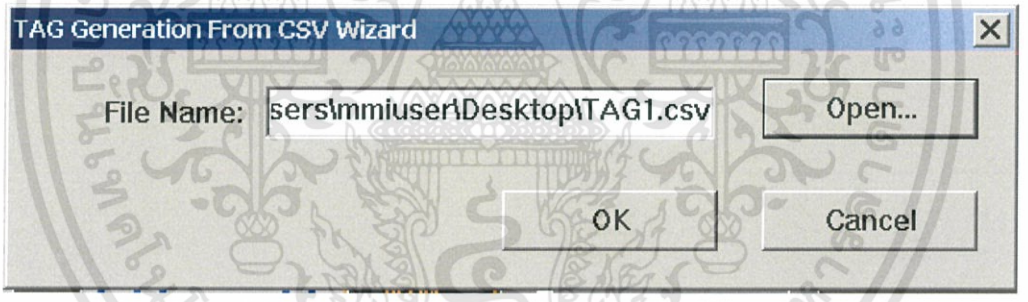
- การสร้าง Tag ทีละตัว



รูปที่ 3.27 Tag Generation

- การสร้าง Tag ทีละหลาย ๆ ตัว

ทำได้โดยการใช้โปรแกรม Excel ทำการบันทึกไฟล์ให้เป็นนามสกุล .CSV

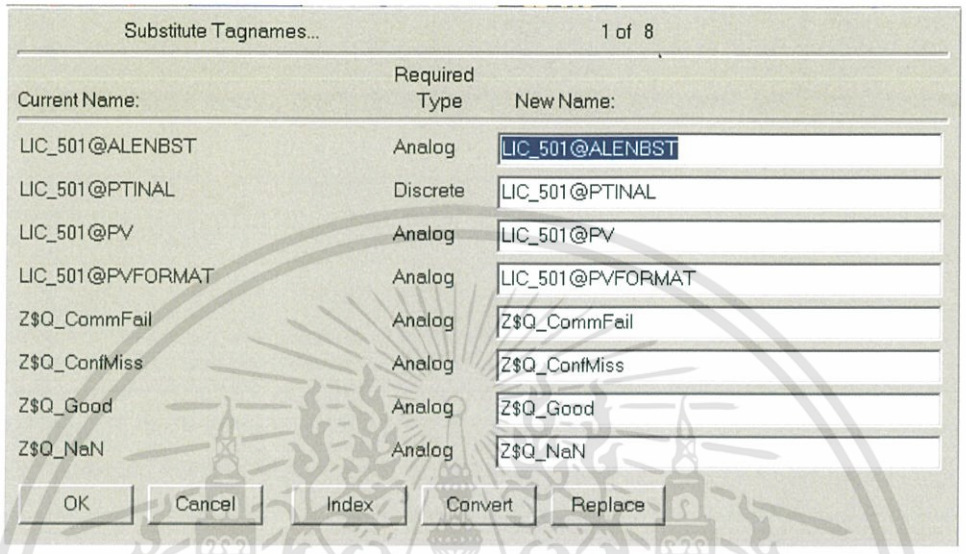


รูปที่ 3.28 Multi Tag Generation

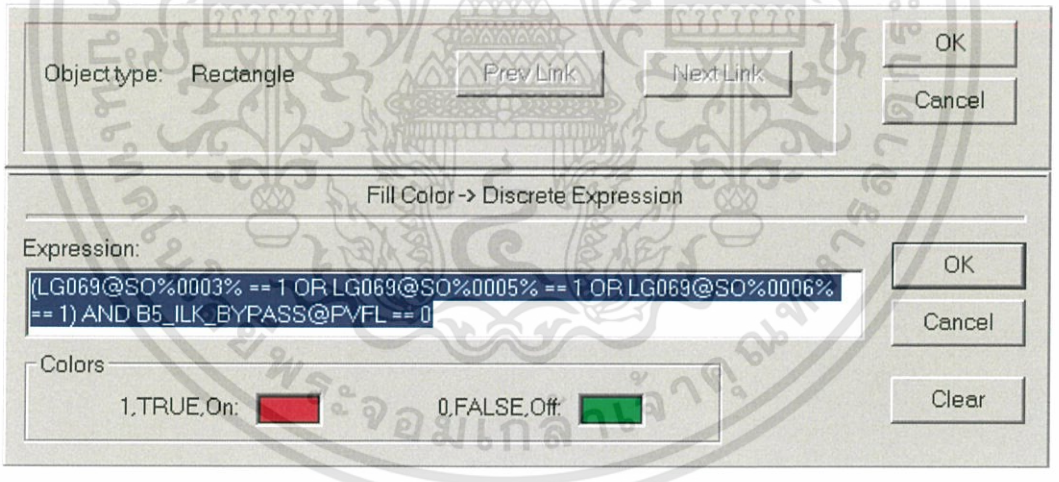
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4 การใส่ Tag และกำหนดเงื่อนไขกราฟิก

เมื่อทำการสร้าง Tag แล้ว นำเอา Tag นั้นมากำหนดการแสดงผลของกราฟิก เช่น ให้แสดงค่า PV ของอุปกรณ์จะใช้ Tag เป็น LT_501@PV เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดเงื่อนไขการแสดงของกราฟิกเช่นได้โดยการใช้ Scripts ในการกำหนด



รูปที่ 3.29 การใส่ Tag



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างเงื่อนไขในการแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

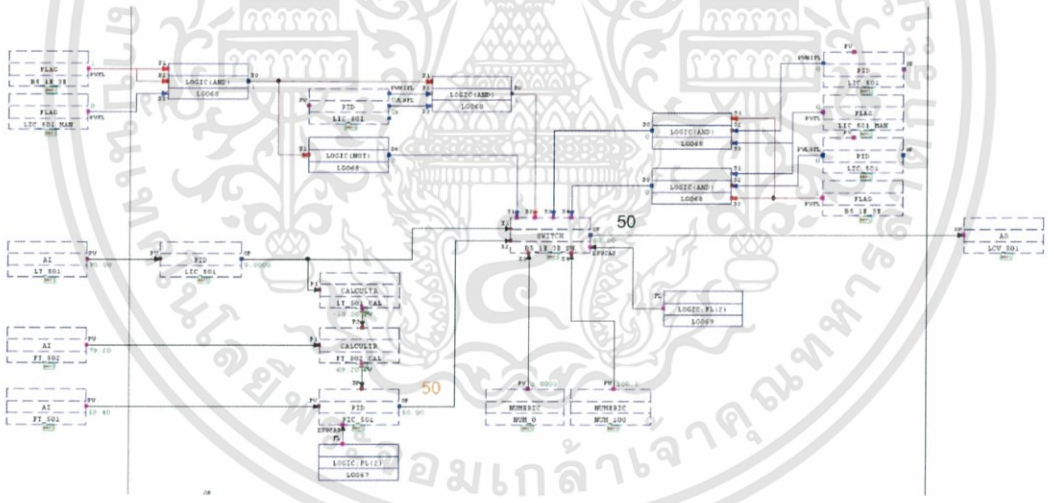
4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินงานทั้งหมดโดยมี การทำงานของโปรแกรม และการทำงานของกราฟิก

4.2 ผลการทดสอบของโปรแกรม

การตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมจะใช้โปรแกรม RTC Runtime ร่วมกับโปรแกรม Harmonas-DEO ในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่ากำลังทำงานอย่างไร

โดยตรวจสอบในส่วนของการควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วว่ามีการเปิด-ปิดตรงกับเงื่อนไขที่ได้เขียนไว้ ดังรูปที่ 4.1 เงื่อนไขการทำงานคือ รับค่าจาก PID ของ FIC 501 และส่งเป็น Output ออกมา



รูปที่ 4.1 การทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

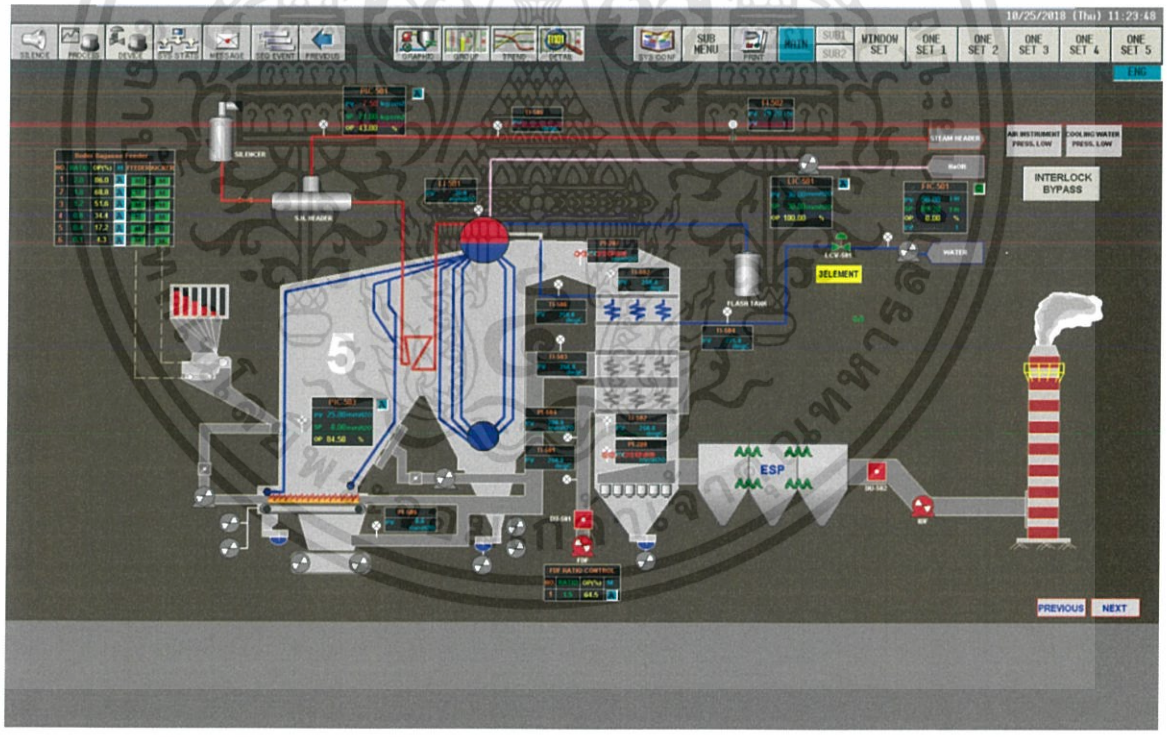
ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมต่าง ๆ เป็นไปตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบของโปรแกรม

เงื่อนไขการทำงาน	ผลการทดสอบ
การควบคุมเปอร์เซ็นต์การเปิด-ปิดของวาล์ว	ผ่าน
ควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิงให้กับห้องเผา	ผ่าน
ควบคุมพัดลมและแดมเปอร์ในการควบคุมความดันภายในห้องเผา	ผ่าน
ควบคุมเปอร์เซ็นต์การเปิด-ปิดของแดมเปอร์	ผ่าน

4.3 ผลการทดสอบของกราฟิก

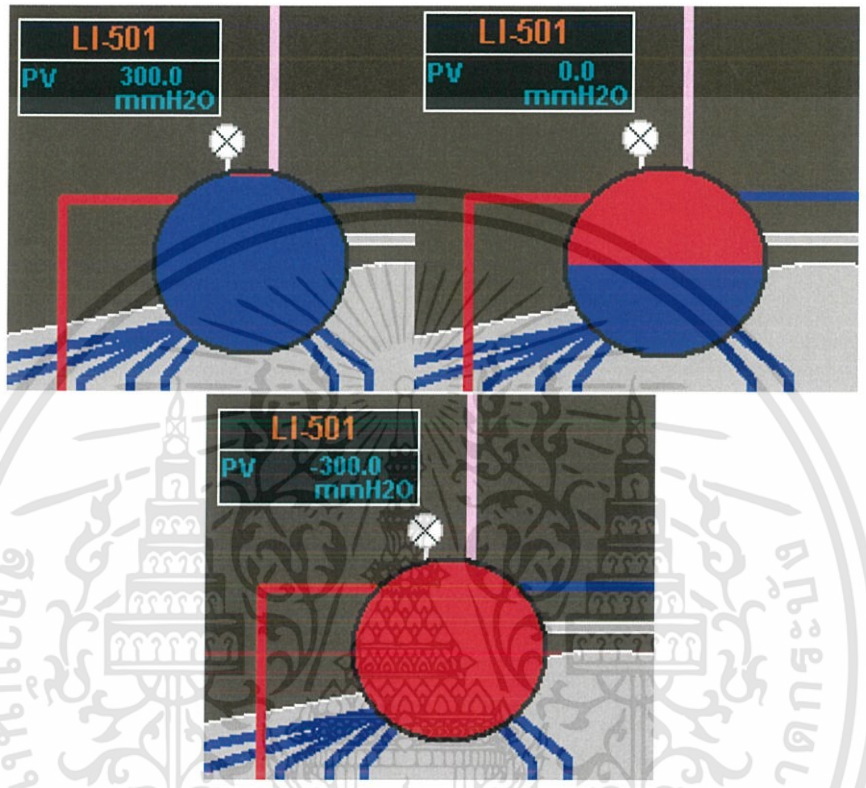
ทดสอบการทำงานและความถูกต้องของกราฟิกต่าง ๆ ได้แก่ การเปิด-ปิดของวาล์ว การเปิด-ปิดของมอเตอร์ต่าง ๆ การขึ้นลงของระดับน้ำที่อยู่ในดรัม การแสดงค่า PV ของอุปกรณ์แต่ละตัว



รูปที่ 4.2 หน้าจอกราฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟิกแสดงระดับของน้ำในดรัมในการแสดงระดับน้ำนั้นจะใช้ค่าระหว่าง -300 mmH2O ถึง 300 mmH2O เป็นค่า 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยกราฟิกแสดงระดับของน้ำในดรัมสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การแสดงระดับของน้ำ

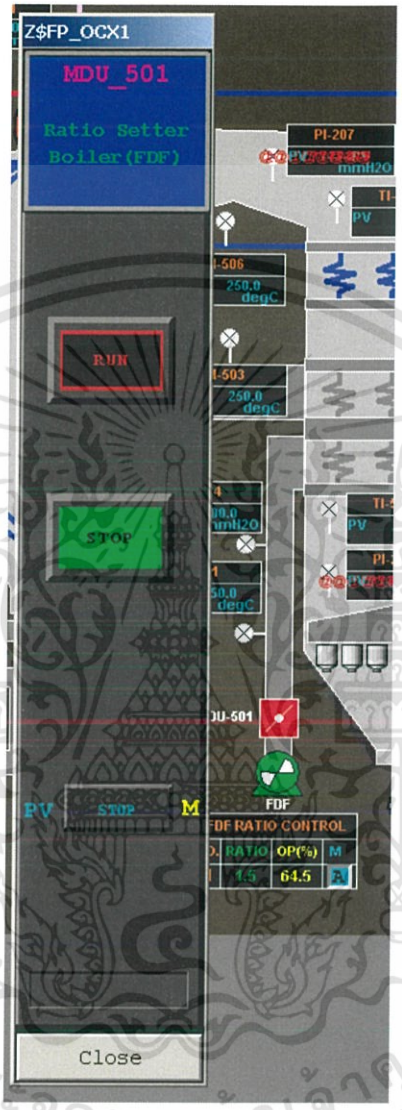
จากการทดสอบการทำงานของกราฟิกต่าง ๆ เป็นไปตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบของกราฟิก

เงื่อนไขการทำงาน	ผลการทดสอบ
แสดงเปอร์เซ็นต์การเปิด-ปิดของวาล์ว	ผ่าน
แสดงระดับน้ำในดรัม	ผ่าน
แสดงการเปิด-ปิดของพัดลมดูดและเป่า	ผ่าน
แสดงการเปิด-ปิดของแดมเปอร์	ผ่าน
แสดงค่า PV ของแต่ละอุปกรณ์	ผ่าน

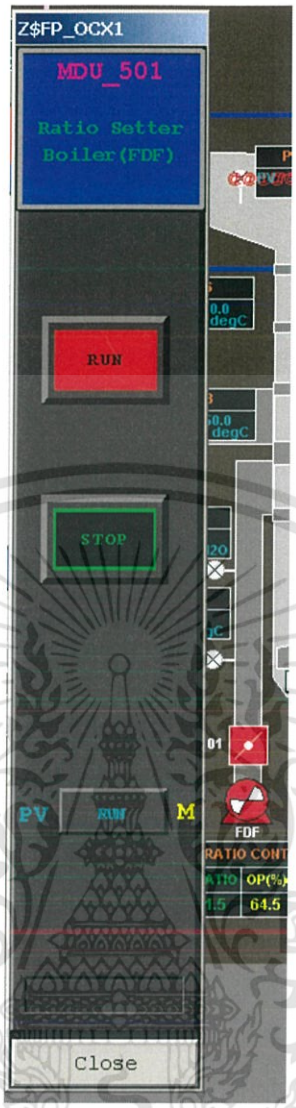
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงการเปิด-ปิดของพัดลมเป่าจะแสดงโดยเมื่อเปิดอยู่กราฟิกจะแสดงเป็นสีแดง เนื่องจากสีแดงบ่งบอกถึงอันตรายจึงให้ทำการเฝ้าระวังขณะที่กำลังมีการทำงานอยู่ ส่วนเมื่ออยู่ในสถานะปิดกราฟิกจะแสดงเป็นสีเขียว ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 พัดลมเป่าสถานะเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 พัดลมเป่าสถานะปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโรงงานน้ำตาลที่ได้ศึกษานี้ มีการเพิ่มหม้อไอน้ำเข้าไปอีก 2 ลูกเนื่องจากระบบควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำนั้นเป็นระบบแบบเดียวกับที่เคยมีอยู่แล้ว ประกอบไปด้วยส่วนควบคุมการเติมเชื้อเพลิง ส่วนควบคุมพัดลม และส่วนควบคุมระดับน้ำในหม้อไอน้ำ เป็นระบบที่สร้างโดยใช้ DCS Harmonas-DEO ของ บริษัท Azbil การออกแบบส่วนกราฟิก ควรจะมีการแสดงผลที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจได้ง่าย

จากการได้ศึกษาและทำการเขียนระบบควบคุมการทำงานของหม้อไอน้ำตามตัวอย่างที่มีอยู่แล้วนั้นได้มีการทดสอบฟังก์ชันต่าง ๆ ทั้งของตัวโปรแกรมควบคุมและส่วนแสดงกราฟิกผ่านการจำลองนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและพร้อมที่จะนำไปทดสอบจริงในโรงงานเพื่อปรับปรุงตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน

5.2 ปัญหา และวิธีแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

เนื่องจากไม่มีความชำนาญในการใช้งานโปรแกรม เวลาพบเจอปัญหาแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองจึงทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

5.2.2 วิธีการแก้ไข

เมื่อเวลาพบปัญหาแล้วแก้ไขเองไม่ได้ จึงได้ทำการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำความรู้มาแก้ไข

5.3 ข้อเสนอแนะ

เมื่อขาดความรู้และความเชี่ยวชาญในการใช้งานโปรแกรมควรทำการศึกษาและทำความเข้าใจในการใช้โปรแกรมเพื่อให้ทำงานออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] โรงงานน้ำตาล แหล่งที่มา: http://webkc.dede.go.th/testmax/node/2151

[2] กระบวนการผลิตน้ำตาล แหล่งที่มา: http://www.thaisugarmillers.com/tsmc-02-02.html

[3] หม้อไอน้ำ แหล่งที่มา: http://interboilerservices.myreadyweb.com/page-33295.html

[4] โครงสร้างของหม้อไอน้ำ แหล่งที่มา: http://www.boilerthailand.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=-64907&Ntype=14

[5] ประเภทของหม้อไอน้ำ แหล่งที่มา: http://www.boiler2015.eng.cmu.ac.th/about.php

[6] ข้อดีข้อเสียของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ แหล่งที่มา: http://industrial.hidofree.com/machine-tools-machinery/boilers-steam-หม้อไอน้ำ/water-tube-boiler-หม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ/

[7] ห้องเผาไหม้แบบต่างๆแหล่งที่มา : http://www.boilerthailand.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538971777

[8] น้ำสำหรับหม้อไอน้ำ แหล่งที่มา: http://interboilerservices.myreadyweb.com/page-33295.html

[9] DOPC III แหล่งที่มา: SS2-HDS320-0120-01 DOPCIII.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้