



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบควบคุมและแสดงผลผ่านสกาตาของการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียใน
โรงงานแป้งมันสำปะหลัง
Control System and Monitoring SCADA of Gas Production from
Wastewater in Tapioca Starch Factory

นายรัฐนันท์ พรรณนาวิณ

นายอภิวัฒน์ สุพรรณ

ภาควิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจ ระบบควบคุมและแสดงผลผ่านสกาตาของการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงาน
แป้งมันสำปะหลัง

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายรัฐนันท์ พรรณนาวิน
นายอภิวัฒน์ สุพรรณ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายนฤชา ทวีพันธ์

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท โททอลลี เอ็นเนอร์ยี จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ นำเสนอการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงานชีวมวลที่ถูกควบคุมด้วย PLC และ SCADA เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากฟอสซิล (Fossil) โปรแกรม WinCC และโปรแกรม TIA PORTAL ถูกนำมาใช้สำหรับ SCADA และ PLC ตามลำดับ ในที่นี้ SCADA ถูกใช้เพื่อควบคุมและแสดงผลการทำงานของกระบวนการผลิต เช่น อัตราการไหล ความดัน ระดับ และอุณหภูมิ เป็นต้น รวมทั้งมีสัญญาณเตือนเมื่อระบบการควบคุมเกิดปัญหา นอกจากนี้ ข้อมูลการผลิตจาก SCADA ยังสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตและส่วนงานต่างๆ เช่น บัญชี วิศวกรรม และซ่อมบำรุง เป็นต้น ในส่วนของ PLC ถูกใช้เพื่อการรับ-ส่งสัญญาณอนาล็อก และดิจิทัลจากทรานส์มิเตอร์เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการและเพื่อควบคุมตัวปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ วาล์วทางไฟฟ้า และเครื่องจักรต่างๆ เป็นต้น รวมทั้งทำการสื่อสารกับ SCADA

คำสำคัญ: แก๊สชีวภาพ, สกาตา, PLC

Cooperative Title: Control System and Display by SCADA of Gas Production from Wastewater in Tapioca Starch Factory

Student intern Name: Mr. Ratthanan Pannawin
Mr. Apiwat Supan

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

Advisor Name: Assoc. Prof. Dr. Kaset Sirisantamrid

Mentor Name: Mr. Naruecha Taweepun

Company: Totally Energy Company Limited

ABSTRACT

This cooperative education report presents biogas production from wastewater in biomass plant that controlled by PLC and SCADA for using as renewable energy substituted energy from fossil. Program WinCC and TIA PORTAL are used for SCADA and PLC respectively. Here, SCADA is used to control and monitor the operation of production process such as flow, pressure, level and temperature respectively involved the alarm is alert when the control system has problem. Furthermore, the production data from SCADA are available to analysis and increase the efficiency of production and many work sections such as account, engineering and maintenance etc. The PLC are used to communicate with SCADA, receive/transmit analog and digital signal from transmitters to measure the process change and control the speed of motor, electrical valve and machines.

Keywords: Biogas, SCADA, PLC

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเป็นเพราะได้รับการสนับสนุนจากบริษัท โททอล ลี เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด ที่รับนักศึกษาไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาที่บริษัทฯ ทั้งนี้ก็เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ ฝึกการทำงานและได้รับประสบการณ์จากการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอย่างสุดซึ้งต่อคุณนงนุชา ทวีพันธ์ คุณวัชรินทร์ พันธุ์เลิศ คุณวรางคณา ศรีโสภิต และบุคลากรทุกท่านในบริษัท โททอล ลี เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด ที่ดูแล ให้คำแนะนำ และถ่ายทอดวิชาความรู้รวมถึงประสบการณ์การทำงานใหม่ๆให้อยู่เสมอตลอดระยะเวลา 4 เดือน ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่นอกเหนือจากการศึกษาในห้องเรียนหรือจากหนังสือเล่มใด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ ที่ให้คำปรึกษาในปัญหาต่างๆในระหว่างปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ตลอดจนช่วยอ่าน ตรวจสอบ และแก้ไขรายงานโครงการสหกิจศึกษานี้จนกระทั่งเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในหลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุมที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิศวกรรมการวัดคุม และเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้จากการทำงานจริง

รัฐนันท์ พรรณนาวิ
อภิวัฒน์ สุพรรณ

สารบัญ

บทที่	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แก๊สชีวภาพและระบบควบคุม.....	4
2.1 กล่าวนำ.....	4
2.2 แก๊สชีวภาพ (Biogas).....	4
2.2.1 ส่วนประกอบของก๊าซชีวภาพ.....	4
2.2.2 กระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ	5
2.3 ระบบสกาดา (SCADA System)	8
2.4 พีแอลซี (PLC).....	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	21
3.1 กล่าวนำ.....	21
3.2 กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ	21
3.2.1 โครงสร้างภาพรวม	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.2.2 โค้งสร้างของระบบควบคุม	23
3.2.3 ระบบแสดงผลผ่านสกาตา	35
3.2.4 PLC Programming	76
บทที่ 4 ผลการทดลอง	86
4.1 กล่าวนำ	86
4.2 ขั้นตอนการทดสอบ	86
4.3 ผลการทดสอบ	87
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	92
5.1 บทสรุป	92
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา	92
5.2.1 ปัญหาที่พบ	92
5.2.2 วิธีการแก้ไขปัญหา	92
5.3 ข้อเสนอแนะ	92
เอกสารอ้างอิง	93
ประวัติผู้เขียน	94

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน.....	2
4.1 ผลการทดสอบอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยตู้คอนโทรล MCP#1	88
4.2 ผลการทดสอบอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยตู้คอนโทรล MCP#2	90



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)	6
2.2 ตัวอย่างระบบ SCADA ขนาดเล็ก	9
2.3 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA	10
2.4 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบ SCADA.....	11
2.5 ตัวอย่างพีแอลซีชนิดบัส	14
2.6 ตัวอย่างพีแอลซีชนิดโมดูล	15
2.7 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Instruction List Language	15
2.8 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Diagram.....	16
2.9 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Function Block Diagram Language.....	16
2.10 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Sequential Flow Chart Language.....	16
2.11 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Structure Text Language.....	17
2.12 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC.....	17
2.13 PLC ตระกูล S7-1200	19
2.14 PLC ตระกูล S7-1500	20
3.1 ภาพรวมของกระบวนการผลิต.....	22
3.2 แผนผังของบ่อบำบัดน้ำเสีย	23
3.3 บ่อบำบัดน้ำเสีย	23
3.4 Hardware Configuration ของระบบควบคุม	24
3.5 Hardware Configuration ของโซน MCP#1	25
3.6 Hardware Configuration ของโซน MCP#2.....	26
3.7 Hardware Configuration ของโซน Blower Zone	26
3.8 Hardware Configuration ของโซน Valve Control Zone.....	25
3.9 PLC ตระกูล S7-1500.....	27
3.10 PLC ตระกูล S7-1200	28
3.11 Media Converter	28
3.12 HMI KP300	28
3.13 WorkStation HP Proliant ML10 Gen9	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 Monitor 42 นิ้ว LED.....	29
3.15 แบบภายในตู้ควบคุม MCP#1.....	30
3.16 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม MCP#1.....	31
3.17 แบบภายในตู้ควบคุม MCP#2.....	32
3.18 อุปกรณ์ภายในตู้ MCP#2.....	33
3.19 แบบภายในตู้ควบคุม RTU.....	34
3.20 อุปกรณ์ภายในตู้ RTU.....	35
3.21 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรม WinCC.....	35
3.22 หน้าต่างสร้างโปรเจคใหม่.....	36
3.23 หน้าต่างเลือกชนิดของโปรเจค.....	36
3.24 หน้าต่างตั้งชื่อโปรเจค.....	37
3.25 หน้าต่างการตั้งค่าของโปรเจค.....	37
3.26 หน้าต่างเปลี่ยนชนิดโปรเจค.....	38
3.27 หน้าต่างตั้งค่า Shortcut.....	38
3.28 การตั้งค่า Theme ของ Project.....	39
3.29 หน้าต่างเลือก Theme ของโปรเจค.....	39
3.30 การตั้งค่าชื่อของ Computer.....	40
3.31 หน้าต่างตั้งค่าชื่อ Computer.....	40
3.32 หน้าต่างเลือก Function ของ Runtime.....	41
3.33 หน้าต่าง Graphics Runtime.....	41
3.34 หน้าต่าง Tag Management.....	42
3.35 การเพิ่ม New Driver.....	42
3.36 การตั้งชื่อ Tag.....	43
3.37 การเพิ่มหน้าเพื่อสร้างกราฟฟิก.....	43
3.38 หน้าต่าง User interface.....	44
3.39 การ Add New Driver.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

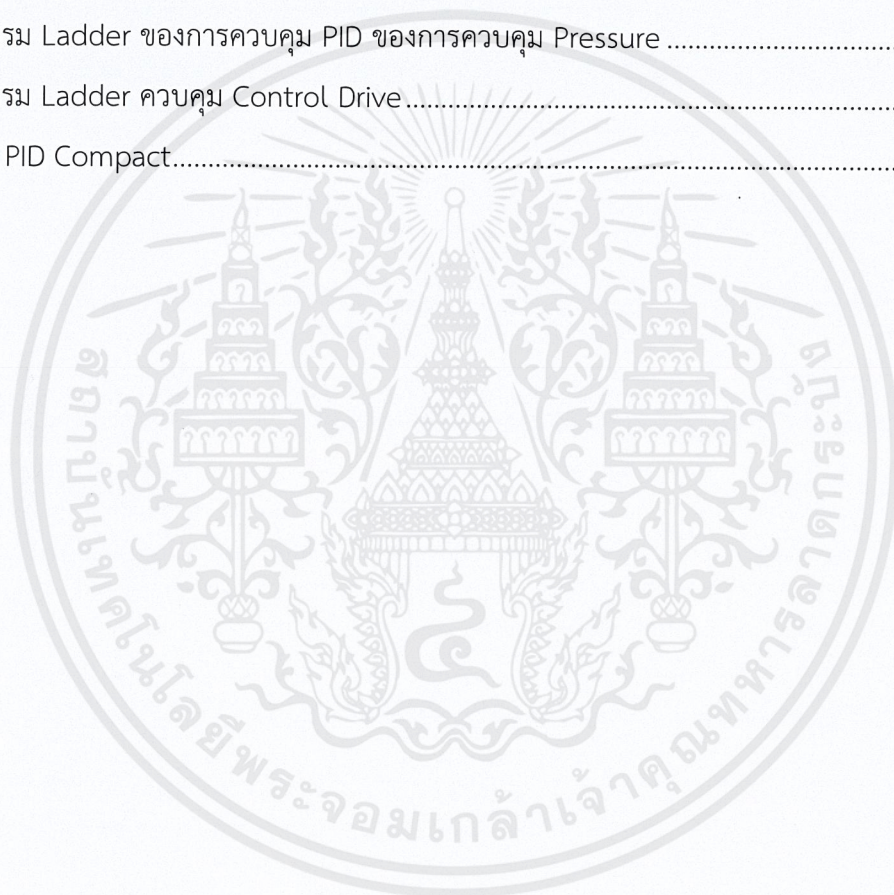
รูปที่	หน้า
3.40 การเพิ่ม New Connection	45
3.41 การตั้งชื่อ PLC	45
3.42 การตั้งค่า Connection Parameters.....	46
3.43 หน้าต่างตั้งค่า IP ของ PLC, Access Point และ Product Family	46
3.44 การสั่ง Run โปรแกรม	47
3.45 หน้าต่างโหลดโปรแกรม.....	47
3.46 โปรแกรมหา Picture ไม่พบ.....	48
3.47 หน้าต่างเลือก Pictures.....	48
3.48 หน้าต่าง Tag Management.....	49
3.49 การเลือก Read from AS.....	49
3.50 หน้าต่าง Tab AS Symbol.....	50
3.51 การเลือก Tag มาใช้.....	50
3.52 Tag ที่นำมาใช้ได้.....	51
3.53 การจัดกลุ่ม Tag.....	51
3.54 หน้าต่าง Graphics Designer.....	52
3.55 WinCC สื่อสารกับ TIA Portal.....	52
3.56 การสร้าง Tag และตั้งชื่อ.....	53
3.57 การสร้างปุ่มและวาล์ว	53
3.58 หน้าต่างเลือกวาล์ว.....	54
3.59 การตั้งค่า Symbol Appearance.....	54
3.60 การ Link Tag และเปลี่ยนสี.....	55
3.61 หน้าต่างเปลี่ยนสีวาล์ว.....	55
3.62 หน้าต่างตั้งค่า Constant=1.....	56
3.63 หน้าต่างตั้งค่า Constant=0.....	56
3.64 หน้าต่างเมื่อเปิดวาล์ว.....	57
3.65 หน้าต่างเมื่อปิดวาล์ว.....	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.66 หน้า Overview	58
3.67 หน้า Liquid Phase	59
3.68 หน้าต่างรายละเอียด Effluent Pump.....	60
3.69 หน้าต่างรายละเอียด Feeding Pump.....	61
3.70 หน้า Gas Phase.....	62
3.71 หน้า HCLR	63
3.72 หน้าต่างควบคุมวาล์ว W1-W32.....	63
3.73 หน้าต่างควบคุมวาล์ว E1-E16.....	64
3.74 หน้า Wet cake	65
3.75 หน้า ELECTRICAL SYSTEM	66
3.76 เครื่อง Generator	66
3.77 รายละเอียดของ VCB 1	67
3.78 หน้า Trend Energy	67
3.79 หน้า Trend Power.....	68
3.80 หน้า Trend Voltage	69
3.81 หน้า Trend Pressure.....	69
3.82 หน้า Control Setting.....	70
3.83 หน้า Alarm View.....	71
3.84 หน้า Flare	72
3.85 Flare ภายในโรงงาน	72
3.86 หน้า Bio Scrubber 1	73
3.87 หน้า Bio Scrubber 2	73
3.88 หน้า Bio Scrubber 3	74
3.89 หน้า Alarm Setting.....	74
3.90 หน้า Report.....	75
3.91 กระบวนการควบคุมความดันของการส่งแก๊สไปที่ Boiler และ Generator.....	76

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.92 Block Diagram การควบคุมความดันของท่อที่ส่งแก๊สไปที่ Blower 1, 2	77
3.93 Block Diagram การควบคุมความดันของท่อที่ส่งแก๊สไปที่ Blower 3, 4	77
3.94 Block Configuration Inverter	78
3.95 โปรแกรม Ladder ของ Function Control.....	81
3.96 โปรแกรม Ladder ของการควบคุม PID ของการควบคุม Pressure	82
3.97 โปรแกรม Ladder ควบคุม Control Drive.....	84
3.98 Block PID Compact.....	85



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากปัจจุบันนี้ความต้องการใช้พลังงานฟอสซิลในประเทศมีเพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มจะหมดไปในอนาคต ดังนั้นการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือกจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา พลังงานทดแทนมีหลายประเภท เช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวลและพลังงานชีวภาพ ในโครงการนี้จะศึกษาพลังงานทดแทนประเภทพลังงานชีวภาพ เนื่องจากในกระบวนการผลิตในโรงงานชีวมวล เช่น โรงงานปาล์ม โรงงานแป้งสาลี เป็นต้น จะก่อให้เกิดน้ำเสียซึ่งน้ำเสียที่เกิดจากสารชีวมวลมีคุณภาพที่สามารถนำไปผลิตแก๊สชีวภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยขั้นตอนในการผลิตแก๊สชีวภาพนั้นเราจะใช้วิธีการหมัก (Fermentation) จากน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตเพื่อให้เกิดแก๊สชีวภาพ ซึ่งในขั้นตอนการผลิตจะถูกควบคุมผ่านระบบพีแอลซีและระบบสกาดา แก๊สชีวภาพที่ได้จากกระบวนการผลิตสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์ (CBG GAS) ใช้แก๊สไปขับเครื่องยนต์เพื่อไปปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า นำแก๊สไปเผาไหม้เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานชีวมวล และช่วยในการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตในโรงงานชีวมวล เป็นต้น

บริษัทโททอลลี เอ็นเนอร์ยี จำกัด เป็นบริษัทรับออกแบบและสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติ (Automation System) อย่างเต็มรูปแบบและระบบไฟฟ้า (Electrical System) ภายในโรงงาน โดยมีบุคลากรทีมงานวิศวกรและโปรแกรมเมอร์ที่ชำนาญการในการออกแบบระบบต่างๆ ซึ่งบริการต่างๆของบริษัทได้แก่ Automation System Design, Control Panel Design, Low and High Voltage, Panel Design และ DCS, SCADA, HMI, PLC Application Development เป็นต้น บริษัทโททอลลี เอ็นเนอร์ยี จำกัด ได้รับมอบหมายจากบริษัทเพชรธรา จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ที่ อำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา ดำเนินธุรกิจประกอบกิจการโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง มันสำปะหลังสำเร็จรูป เป็นต้น ให้ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ในการผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนจากน้ำเสียในโรงงานชีวมวล โดยใช้ระบบพีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต เช่น ควบคุมตัวปรับรอบมอเตอร์ วาล์วทางไฟฟ้า เครื่องจักรต่างๆ และระบบสกาดา (Supervisory Control And Data Acquisition: SCADA) เพื่อการควบคุมและแสดงผลของกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ เช่น อัตราการไหล ความดัน ระดับ อุณหภูมิ และสัญญาณเตือนเมื่อระบบมีปัญหา ซึ่งสามารถนำข้อมูลจากระบบสกาดาแบบเรียลไทม์มาวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาเพื่อลดข้อผิดพลาดในกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อออกแบบและติดตั้งระบบ PLC และ SCADA สำหรับการผลิตแก๊สชีวภาพ เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนจากน้ำเสียในโรงงานชีวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ออกแบบระบบ PLC และ SCADA โดยใช้โปรแกรม WinCC ในการควบคุมและแสดงค่าตัวแปรต่างๆของกระบวนการ เช่น ปริมาตร อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล เป็นต้น รวมทั้งแสดงสถานะต่างๆในกระบวนการ เช่น สถานะ Boiler, Generator, CBG และสัญญาณแจ้งเตือนความผิดปกติของกระบวนการผลิต เป็นต้น

2. ติดตั้งระบบ PLC และ SCADA สำหรับการควบคุมและแสดงผลการผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนจากน้ำเสียในโรงงานชีวมวล

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม			กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน		
ศึกษาโครงการ												
ศึกษากระบวนการและการทำงานผลิตแก๊สชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนจากน้ำเสียในโรงงานชีวมวล และดูหน้างานจริง												
ศึกษาการใช้งานโปรแกรมเขียน SCADA												
ออกแบบกราฟิกระบบ SCADA												
ติดตั้งอุปกรณ์												
ตรวจสอบและทดสอบการใช้งาน												
แก้ไขและปรับปรุง												
จัดทำเอกสารและคู่มือใช้งาน												
จัดทำรูปเล่มโครงการ												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำข้อมูลของกระบวนการมาตรวจสอบ และวิเคราะห์ได้ตลอดเวลา
2. ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมกระบวนการได้ทางหน้าจอที่ห้องควบคุม
3. การทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ ช่วยลดความเสี่ยงที่เกิดจากการลงไปที่หน้างาน
4. สามารถแก้ไข และปรับปรุงกระบวนการได้ทันที
5. เพื่อให้กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด



บทที่ 2

แก๊สชีวภาพและระบบควบคุม

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาของก๊าซชีวภาพ ส่วนประกอบของก๊าซชีวภาพ รวมทั้งกระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ โครงสร้างซอฟต์แวร์ โครงสร้างสกาดา และโครงสร้างพีแอลซี

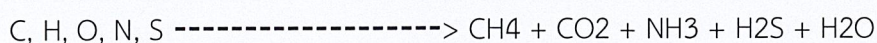
2.2 แก๊สชีวภาพ (Biogas)

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) คือก๊าซที่เกิดจากมูลสัตว์หรือสารอินทรีย์ต่างๆถูกย่อยสลายโดยเชื้อจุลินทรีย์ในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซที่ผสมกันระหว่างก๊าซมีเทน (CH_4) กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) และก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) แต่ส่วนใหญ่แล้วประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นหลัก ซึ่งมีคุณสมบัติติดไฟได้ จึงใช้เป็นพลังงานให้ความร้อน แสงสว่าง และเดินเครื่องยนต์ได้ นอกจากนี้ กระบวนการหมักแบบไร้ออกซิเจนยังจะลดปริมาณสารอินทรีย์ในรูป COD (Chemical Oxygen Demand) และ BOD (Biochemical Oxygen Demand) ที่มีอยู่ในสารหมักลงได้ 50 - 70 % ซึ่งเป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียและลดมลภาวะด้วยเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ ซึ่งให้ประโยชน์ถึง 3 ประการ คือ

- 1) ให้พลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพ
- 2) ลดปัญหามลภาวะและสภาพแวดล้อม
- 3) กากที่ผ่านการย่อยสลายแล้วสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพปุ๋ยน้ำ และปุ๋ยแห้ง เพื่อการปรับปรุงบำรุงดินได้ดี

2.2.1 ส่วนประกอบของก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) 50-70 % และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 30-50 % ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย (NH_3), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และน้ำ (H_2O) เป็นต้น มีเทนเป็นก๊าซที่จุดติดไฟได้ จึงสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดี และเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เราสามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นพลังงานหมุนเวียน เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลได้ ส่วนก๊าซอื่นๆ คือ แอมโมเนียและไฮโดรเจนซัลไฟด์ จะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสารอินทรีย์ตั้งต้นด้วยว่ามีส่วนประกอบของไนโตรเจน (N) และซัลเฟอร์ (S) มากน้อยเพียงใด



ก๊าซมีเทนบริสุทธิ์มีคุณสมบัติเบากว่าอากาศประมาณครึ่งหนึ่ง (น้ำหนักโมเลกุล 16.04) ละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อย ไม่มีรส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ส่วนก๊าซชีวภาพซึ่งเป็นก๊าซผสมอากาศ เป็นก๊าซที่มีกลิ่นเล็กน้อย ซึ่งเกิดจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ทำให้ผู้ใช้บางคนไม่ชอบเอาไปหุงต้ม แต่จริงๆแล้วกลิ่นของก๊าซนี้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

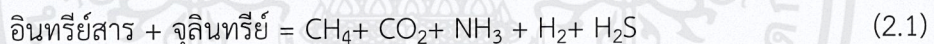
ทำให้รสชาติของอาหารมีกลิ่นเลย พอเผาไหม้แล้วก็ระเหยไป ค่าความหนาแน่นของก๊าซชีวภาพจะขึ้นอยู่กับความดันและอุณหภูมิ ส่วนค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจะขึ้นอยู่กับเปอร์เซ็นต์ของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพและความหนาแน่นของก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นได้อย่างไร? ก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นได้ โดยขบวนการย่อยสลายสาร อินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์จนเกิดเป็นก๊าซชีวภาพ สารอินทรีย์ที่ใช้ในการสร้างก๊าซชีวภาพ ได้แก่ เศษอาหารที่ย่อยไม่ได้ และถูกขับออกจากร่างกายสัตว์ ซึ่งประกอบด้วยสารที่ใช้สร้างก๊าซชีวภาพ คือ

- 1) เซลลูโลส (Cellulose)
- 2) โปรตีน (Protein)
- 3) ลิกนิน (Lignin)
- 4) แป้งและน้ำตาล (Tanin)
- 5) ไขมัน (Fit)
- 6) กรดนิวคลีอิก (Nucleic acid)
- 7) แอลกอฮอล์ (Alcohol)

2.2.2 กระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ

2.2.2.1. การย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

การย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนเป็นกระบวนการเปลี่ยนสารอินทรีย์เป็นก๊าซชีวภาพในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน ดังสมการที่ (2.1)

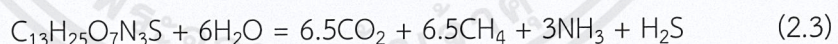


ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดโดยประมาณจากทฤษฎี

- 1) สารคาร์โบไฮเดรต เกิดก๊าซมีเทน 50% คาร์บอนไดออกไซด์ 50%



- 2) โปรตีน เกิดก๊าซมีเทน 70-71% คาร์บอนไดออกไซด์ 29-30%



- 3) ไขมัน เกิดก๊าซมีเทน 67-68% คาร์บอนไดออกไซด์ 32-33%



ตัวการสร้างก๊าซชีวภาพ ได้แก่จุลินทรีย์บางกลุ่มจะย่อยสลายมูลสัตว์จนมีอนุเล็กลงและได้สารที่จุลินทรีย์กลุ่มที่สร้างก๊าซมีเทน (Methanogenic Bacteria) นำไปสร้างก๊าซมีเทนในที่สุด โดยมีการแบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolytic Stage)

เป็นปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolysis) ที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน โดยกลุ่มของแบคทีเรีย ให้เป็นโมเลกุลเล็กละลายน้ำได้ เช่น กลูโคส กรดอะมิโน กลีเซอรอล เป็นต้น ในขณะเดียวกัน ผลจากปฏิกิริยาย่อยสลายนี้อาจจะเป็นก๊าซไฮโดรเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้ง แอลกอฮอล์ จากนั้นปฏิกิริยานี้จึงทำให้สภาพในบ่อหมักมีความเป็นกรด (ค่า pH ต่ำ) และแบคทีเรียที่เจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

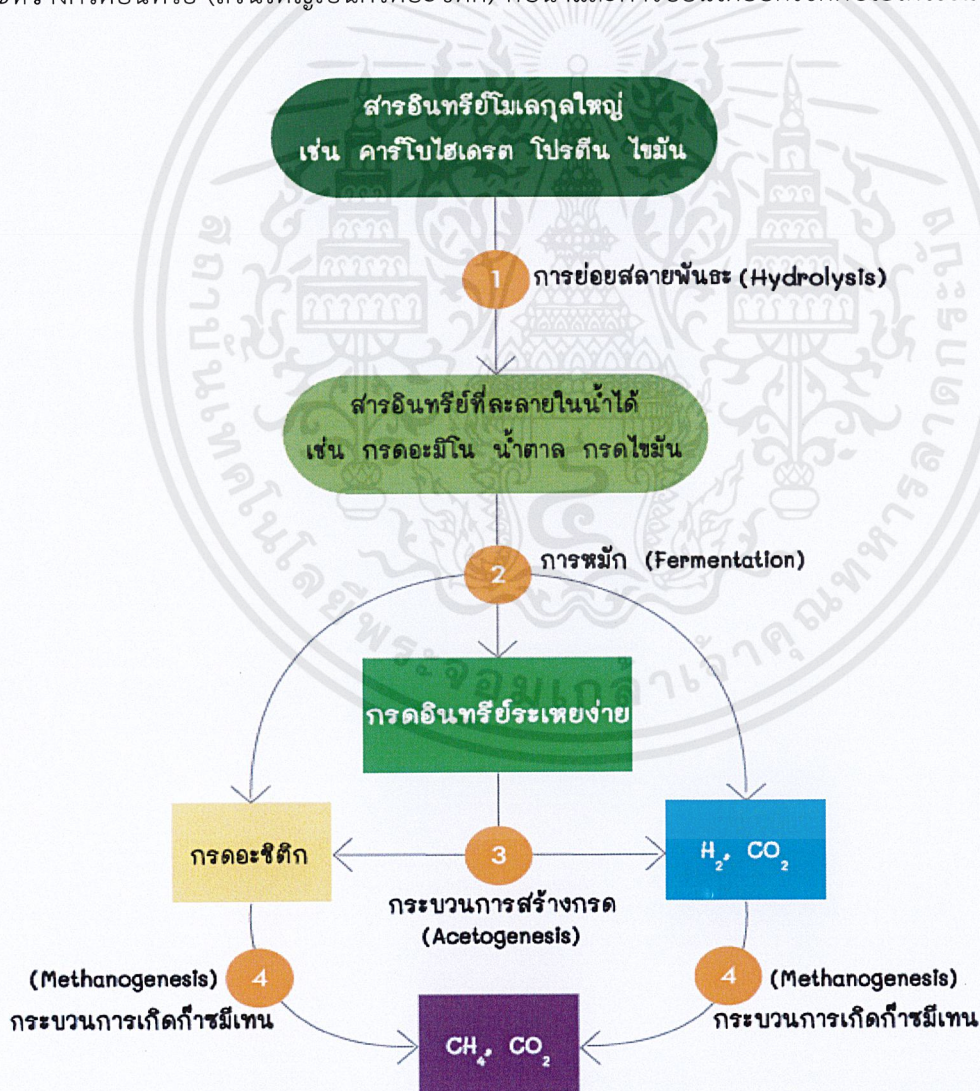
เติบโตได้ดีในสภาพความเป็นกรดจะทำหน้าที่ต่อไป โปรตีน กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ไขมัน กลีเซอรอล + กรดไขมันระเหยง่าย แอลกอฮอล์ คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล ไฮโดรเจน (แป้ง) คาร์บอนไดออกไซด์

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenic Stage)

การสร้างกรดอะซิติกจากกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆโดยแบคทีเรีย ในขณะที่เดียวกันผลจากปฏิกิริยานี้ก็จะทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปนอยู่ในก๊าซชีวภาพ กรดอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ กรดอะซิติก+คาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ (กรดน้ำส้มสายชู+น้ำ)

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanogenic Stage)

ปฏิกิริยาการสร้างก๊าซมีเทนโดยแบคทีเรียชนิดที่ผลิตก๊าซมีเทน (Methane Producing หรือ Methanogenic Micro Organism) ซึ่งมีอยู่หลายชนิดและเป็นแบคทีเรียที่ต้องอยู่ในสภาวะที่ปราศจากออกซิเจน ถ้ามีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยทำให้แบคทีเรียพวกนี้หยุดการเจริญเติบโต ก๊าซมีเทนอาจเกิดจากปฏิกิริยาระหว่างกรดอินทรีย์ (ส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก) กับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจน



รูปที่ 2.1 การย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2. การเกิดมีเทนจากสับสเตรท

ปฏิกิริยาการเกิดมีเทน แบ่งออกเป็น 3 ปฏิกิริยา คือ

- 1) การเกิดมีเทนจากกระบวนการ Decarboxylation ของกรดอินทรีย์ระเหยง่าย
- 2) การเกิดมีเทนจากคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน
- 3) การเกิดมีเทนจากสารประกอบอินทรีย์เชิงเดี่ยวอื่น ๆ

- 1) มีเทนจากกระบวนการ Decarboxylation ของกรดอินทรีย์ระเหยง่าย

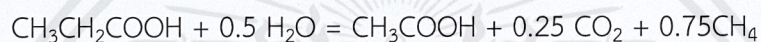
กรดอินทรีย์ระเหยง่ายทุกชนิดจะถูกย่อยสลายเป็นกรดอะซิติก แล้วเปลี่ยนเป็นมีเทน ดังสมการที่

(2.5)



โดย 1 โมลของกรดอะซิติกจะได้ 1 โมลของมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมล

การย่อยสลายกรดโพรพิโอนิกไปเป็นกรดอะซิติกและมีเทน



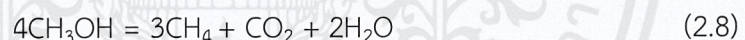
- 2) มีเทนจากปฏิกิริยาของคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน

การเกิดมีเทนจากสารเหล่านี้ แสดงดังสมการที่ (2.7)



- 3) มีเทนจากสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวชนิดอื่น ๆ

การเกิดมีเทนของรูปแบบนี้ เกิดจากสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวอื่นๆ ยกตัวอย่าง เช่น Methanol



2.2.2.3 แบคทีเรียผลิตก๊าซชีวภาพ

1. Hydrolytic Bacteria

เป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง เช่น ย่อยสลายโปรตีน เซลลูโลส ลิกนิน และไขมัน ไปเป็นสารโมเลกุลเดี่ยวที่ละลายน้ำได้ เช่น กรดอะมิโน กรดไขมัน กลูโคส และกลีเซอรอล สำหรับสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบของลิกนิน เช่น พืชต่างๆ จะเกิดการย่อยสลายได้ช้ากว่าสารอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์

2. Acidogenic Bacteria

Acidogenic หรือ Acid Forming Bacteria เป็นแบคทีเรียที่ย่อยสลายสารจำพวกน้ำตาล กรดอะมิโน และกรดไขมันให้เป็นกรดอะซิติก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจน

3. Acetogenic Bacteria

แบคทีเรียชนิดนี้สามารถย่อยสลายกรดอินทรีย์ระเหยง่ายและแอลกอฮอล์ได้ให้เป็นอะซิติก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจน แบคทีเรียกลุ่มนี้ต้องการสภาวะที่มีความดันย่อยของไฮโดรเจน (H_2 Partial Pressure) ความดันย่อยของก๊าซไฮโดรเจนที่สูง มีผลทำให้ปริมาณการเกิดกรดอะซิติกลดลง โดยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดโพรไฟโอนิก บิวทีริก และเอทานอลเพิ่มขึ้น ทำให้ระบบมีค่าพีเอชลดลงไม่เหมาะสมสำหรับ Acetogenic แต่แบคทีเรีย Methanogens สามารถดึงไฮโดรเจนไปใช้งานได้ ทำให้มีค่าความดันย่อยของไฮโดรเจนลดลง

4. Methanogenic Bacteria

แบคทีเรียกลุ่ม Methanogenic Bacteria เป็นกลุ่มที่พบได้ที่ชั้นตะกอนของแม่น้ำลำคลอง หรือ กระจาเพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง มีทั้งชนิดแกรมบวกและแกรมลบ แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

4.1) Hydrogenotrophic Methanogens หรือ Hydrogen Utilizing Chemolithotrophs เป็นกลุ่มที่สามารถเปลี่ยนไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซมีเทน ดังสมการที่ (2.9) ถือเป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่ลดความดันย่อยของก๊าซไฮโดรเจนในระบบ เพื่อให้เอื้อต่อแบคทีเรียกลุ่มอื่นๆ



4.2) Acetotrophic Methanogens หรือ Acetate Splitting Bacteria เป็นกลุ่มที่ทำหน้าที่เปลี่ยนอะซิเตทเป็นก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ ดังสมการที่ (2.10)



2.2.2.4 ศักยภาพสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ

1. วัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ ได้แก่

- 1) เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย
- 2) มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในปริมาณสูง
- 3) มีปริมาณความชื้นสูง
- 4) มีคุณสมบัติอื่นๆ ที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายแบบไร้อากาศ

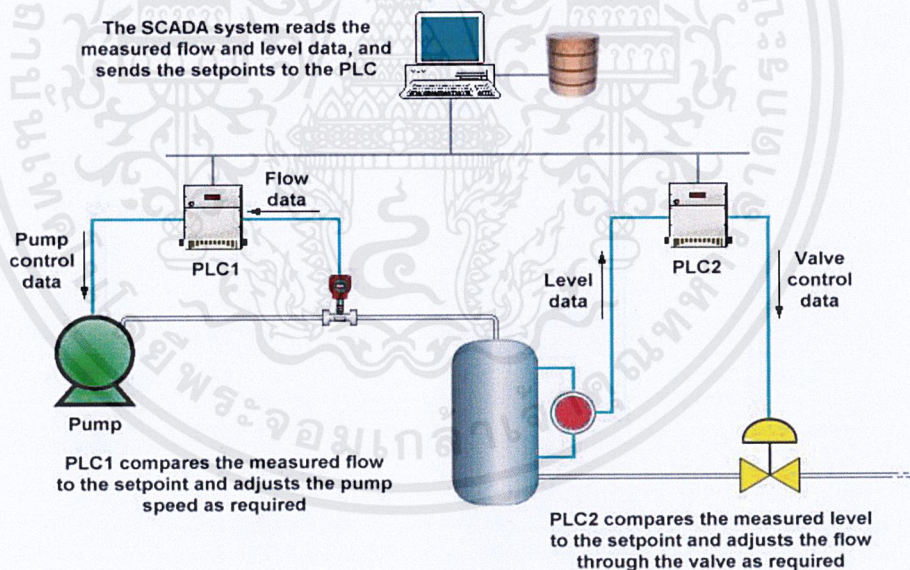
2. แหล่งวัตถุดิบที่เหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ

- 1) ขยะชุมชน ได้แก่ ขยะชุมชนในส่วนของขยะอินทรีย์
- 2) ของเสียจากอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียจากโรงงานแปรงมันสำปะหลัง โรงงานเบียร์ โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานผลิตน้ำ มันปาล์ม โรงงานเบียร์ โรงงานน้ำตาล เป็นต้น และของเสียที่เป็นกากตะกอนที่เป็นส่วนของสารอินทรีย์
- 3) ของเสียจากการเกษตร ได้แก่ น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น หมู วัว ไก่

2.3 ระบบสกาตา (SCADA System)

SCADA ย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะ ตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคมสื่อสาร การประปาการบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมเคมีอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้า เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานระบบ SCADA ตรวจสอบข้อมูลเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น การตรวจจับการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่ง โดยส่งข้อมูลที่ตรวจจับได้สู่ส่วนกลางของระบบ SCADA เพื่อแจ้งเตือนให้พนักงานปฏิบัติการทราบ เป็นต้น นอกจากนี้ระบบ SCADA อาจทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS, RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอหรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าว เช่น หากอุณหภูมิของอุปกรณ์สูงเกินพิกัด ให้ทำการปิดอุปกรณ์นั้น เป็นต้น โดยสั่งปิดการทำงานของอุปกรณ์ผ่านทาง PLC หรือ Controller ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์นั้นอยู่ ทั้งนี้ระบบ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ ระบบ SCADA เข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลาง เพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ระบบ SCADA ในปัจจุบันมีความสามารถในการสื่อสาร ควบคุม และประมวลผลข้อมูลจาก I/O ของอุปกรณ์เช่น PLC, DCS, RTU ได้ถึงระดับที่เกินหนึ่งแสน I/O แล้ว และได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถรองรับความต้องการใหม่ๆของผู้ใช้งานอย่างต่อเนื่องตลอดมา ระบบ SCADA ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน หน่วยควบคุมระยะไกล และหน่วยติดต่อระยะไกล ดังรูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของระบบ SCADA ขนาดเล็ก



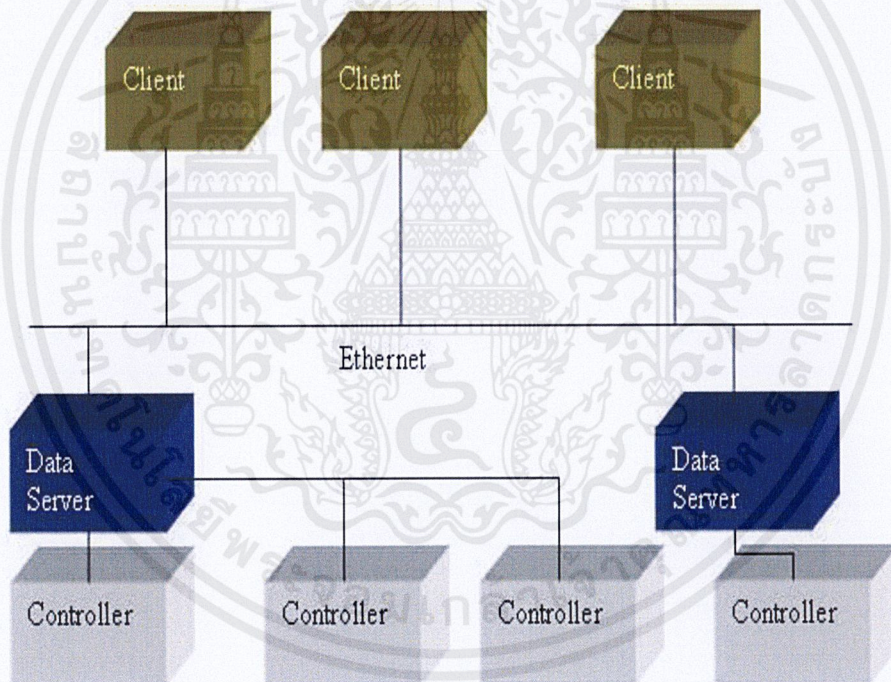
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างระบบ SCADA ขนาดเล็ก

ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระยะทางไกลได้ โดยหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบ และควบคุมกระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิทัลทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และหน่วยติดต่อระยะไกลเป็น

เครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณ และส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดอนาล็อก และสัญญาณชนิดดิจิทัล

1. โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware Architecture)

ระบบ SCADA แบ่งตามโครงสร้างฮาร์ดแวร์ดังรูปที่ 2.3 ได้สองระดับคือ Client และ Data Server หรือเรียกสั้นๆว่า Server โดยที่ Client คือคอมพิวเตอร์ที่รับและส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยฝั่ง Client นี้จะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุม เช่น แสดงเป็นกราฟิก กราฟแบบต่อเนื่องหรือระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน หรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น ฝั่ง Client สามารถส่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง PLC, DCS หรือ Controller อีกทอดหนึ่ง ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ติดต่อกับ PLC, DCS, Controller หรือ RTU ต่างๆ เพื่อรับสัญญาณและส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุมอุปกรณ์ PLC และ Controller ต่างๆ Client และ Data Server ส่วนใหญ่ติดต่อกันผ่านระบบเครือข่ายอีเทอร์เน็ต



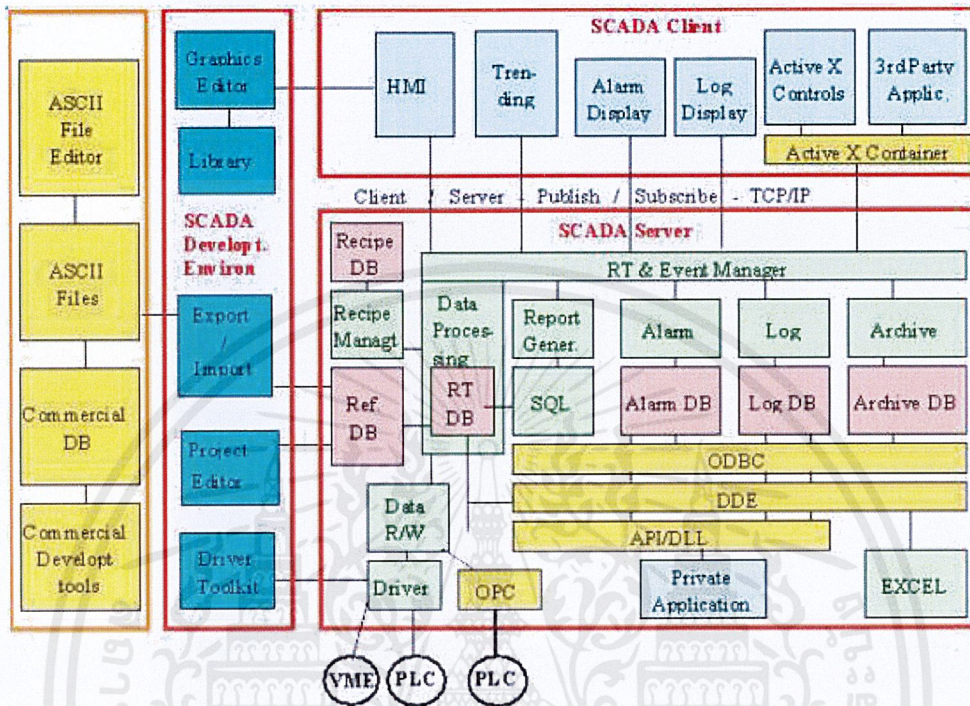
รูปที่ 2.3 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA

2. โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ (Software Architecture)

โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบ SCADA ดังรูปที่ 2.4 มีข้อที่ต้องทราบคือระบบ SCADA ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับฮาร์ดแวร์ (เช่น PLC, DCS) ต่างๆกันไปตามผู้ผลิต เช่น การใช้ Driver เฉพาะของผู้ผลิต SCADA เพื่อสื่อสารกับ PLC, DCS เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานกลางคือ OPC ขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อยุติปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการสื่อสาร นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการบริการข้อมูลให้กับ Client ที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบ SCADA

ในส่วนของ SCADA Server ใช้ในการติดต่อกับ PLC หรือ Controller ทำได้ทั้งผ่าน Driver หรือ OPC โดยที่ OPC และ Driver สามารถรับคำสั่งแบบ Read/Write เพื่ออ่านข้อมูลจาก PLC หรือเขียนข้อมูลเพื่อสั่งงานไปยัง PLC ได้ SCADA Server จะทำหน้าที่จัดการข้อมูล RTDB (Real Time Data Base) ที่ได้จาก PLC แล้วส่งให้กับ SCADA Client โดยที่ SCADA Server บางประเภทจะติดต่อกับ SCADA Client ผ่าน DDE Server ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าสู่ข้อมูลจาก PLC เข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือโปรแกรม Client อื่น ๆ ที่ติดต่อกับ DDE Server ได้

ระบบ SCADA บางตัวจะออกแบบให้ SCADA Server ทำหน้าที่ตรวจจับ Alarm และเก็บไว้ใน Alarm DB หรือเก็บข้อมูลที่เป็น Historian ไว้ใน Log DB เป็นต้น เพื่อส่งให้ Alarm Display และ Log Display ทางฝั่ง SCADA Client ต่อไป สำหรับส่วน Development Environment นั้นจะขึ้นอยู่กับกรออกแบบของ SCADA ซอฟต์แวร์นั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะมีเครื่องมือในการสร้างและจัดการกราฟิก (Graphic Editor) เครื่องมือในการจัดการโปรเจกต์ที่สร้างขึ้น (Project Editor) มีเครื่องมือในการนำเข้าและส่งออก Text File ที่เก็บค่าคอนฟิกเรชั่นของการติดต่อกับ Driver หรือ OPC Server ไว้

3. โครงสร้างด้านการสื่อสาร (Communications)

การสื่อสารระหว่าง Client-Server จะสื่อสารผ่านโปรโตคอลโดยทั่วไป เช่น TCP/IP โดย Client เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะติดต่อกับพารามิเตอร์ หรือ Tag ภายใน Server ที่บริการข้อมูลด้วยรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามผู้ผลิต เช่น มีการส่งค่าจาก Server เมื่อค่าของ I/O ของ PLC มีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น การสื่อสารกับอุปกรณ์ นั้น Server จะทำการตรวจสอบค่าจากอุปกรณ์ตามช่วงเวลาที่ใช้กำหนดไว้ (Defined Polling Rate) โดยอาจจะต่างกันไปตามพารามิเตอร์ประเภทต่างๆ โดยตัว Controller จะส่งค่าพารามิเตอร์ตามที่ถูกร้องขอให้กับ Data Server พร้อมค่าเวลาขณะนั้น (Time Stamp) การสื่อสารกับอุปกรณ์ของ Data Server นั้น อาจเป็นการสื่อสารแบบ Modbus, Profibus, CAN Bus เป็นต้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการสื่อสารของอุปกรณ์ นั้นๆว่าเป็นแบบใด ในปัจจุบันมีการสร้าง OPC Server ที่สนับสนุนการติดต่อกับมาตรฐานต่างๆเพิ่มขึ้น มากมายจนครอบคลุมอุปกรณ์ทุกประเภทและมีการพัฒนาให้ทั่วถึงไปยังอุปกรณ์ใหม่ๆอย่างต่อเนื่อง

4. โครงสร้างอินเทอร์เฟซ (Interface)

การติดต่อระหว่าง Data Server กับอุปกรณ์หรือระหว่าง Data Server และ Data Server และกับ Client นั้น มีการผลิตเป็น Driver ออกมามากมายตามเทคนิคเฉพาะของแต่ละผู้ผลิต ต่อมาจึงมีการกำหนด มาตรฐานของอินเทอร์เฟซขึ้นมาเป็น OPC (OLE for Process Control) ซึ่งมีความรวดเร็วในการสื่อสาร และบริการข้อมูลโดยมีการจัดตั้ง OPC Foundation ขึ้นเป็นองค์กรหลักในการกำหนดมาตรฐาน และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่สมาชิก OPC จึงเป็นมาตรฐานกลางที่เปิดกว้างมากที่สุด

การติดต่อกับฐานข้อมูลภายนอกของ SCADA Software มีการสร้างให้สามารถติดต่อได้ผ่าน ODBC (Open Data Base Connectivity), OLEDB (Linking and Embedding Data Base), DDE (Dynamic Data Exchange) เป็นต้น เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลรูปแบบต่างๆ ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถติดต่อกับโปรแกรม ERP ต่างๆ เช่น SAP เป็นต้น

5. โครงสร้างความสามารถในการขยายระบบ (Scalability)

Scalability คือความสามารถในการรองรับและต่อขยายระบบ SCADA กับส่วนต่างๆ เช่น I/O ของ อุปกรณ์ Controller และจำนวนเครื่อง SCADA Client ที่เพิ่มขึ้น หรือการต่อพ่วงกับระบบ SCADA ของ ยี่ห้ออื่นๆ เป็นต้น ถ้าหาก Data Server เป็นแบบ Driver ที่สร้างด้วยเทคโนโลยีเฉพาะในการติดต่อกับ อุปกรณ์ก็เป็นเรื่องลำบากในการต่อขยาย เพราะ Driver บางประเภทสามารถติดต่อได้เฉพาะ SCADA Software บางยี่ห้อเท่านั้น ปัญหานี้เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวางซึ่งปัจจุบันได้หันมาใช้มาตรฐาน กลางคือ OPC เพื่อแก้ไขปัญหา

6. โครงสร้างการสำรองระบบ (Redundancy)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีความสามารถในการสำรองระบบของ Data Server โดยที่เมื่อ Data Server เกิดความขัดข้องก็จะสั่งงานให้ Data Server อีกตัวหนึ่งทำงานแทนที่โดยจะมีการกำหนด คอนฟิกเรชั่นไว้ที่ Clientว่าจะให้เลือกติดต่อกับ Data Server ตัวไหนเมื่อเกิดความขัดข้องเกิดขึ้นใน บางครั้งโมดูลที่ทำหน้าที่จัดการด้าน Redundancy นี้ อาจจะทำหน้าที่อีกประการหนึ่งคือเป็นจุดพักข้อมูลที่ได้รับมาจาก Data Server เพื่อนำไปส่งให้กับ Client ต่างๆ เพราะในกรณีที่มี Client จำนวนมากติดต่อกับ Data Server ตัวเดียว อาจมีความล่าช้าในการบริการข้อมูลของ Data Server เพราะต้องให้บริการข้อมูล Client ให้ครบจำนวนก่อนที่จะไปรับข้อมูลใหม่จากอุปกรณ์มาได้ ดังนั้นโมดูลที่ทำหน้าที่ Redundant จึงทำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่เป็นจุดรับข้อมูลแล้วช่วยส่งต่อให้ Client ต่างๆอีกทอดหนึ่ง Data Server จะได้ทำหน้าที่บริการข้อมูลให้แก่โหนดเพียงจุดเดียวจึงมีความรวดเร็วในการบริการข้อมูลหน้าที่การทำงาน (Functionality)

1) การเข้าถึงพารามิเตอร์ของอุปกรณ์

การเข้าถึงพารามิเตอร์ของอุปกรณ์หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงกลุ่มของพารามิเตอร์ในอุปกรณ์เช่น I/O ของ PLC เป็นต้น ความสามารถของ Data Server ในการกำหนดว่าพารามิเตอร์ใดอ่านได้ อยางเดียว เขียน ได้อย่างเดียวหรือทั้งอ่านทั้งเขียน เป็นต้น

2) ระบบแสดงผลแบบ MMI (Man Machine Interface)

ระบบแสดงผลแบบ MMI คือความสามารถในการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ในรูปแบบกราฟิก ข้อความสัญลักษณ์แผนภาพ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟิกเหล่านี้กับพารามิเตอร์จาก Data Server ได้ ความสามารถในการสั่งงานผ่านระบบกราฟิก เช่น การปิด/เปิด สวิตช์บนจอมอนิเตอร์ส่งผลไปยัง I/O ของ PLC เป็นต้น ความสามารถในการจัดการกราฟิก เช่น การย่อขยาย การกำหนดการเคลื่อนไหวแบบต่างๆ เช่น การหมุน การเคลื่อนที่แบบซิกแซกตามสัญญาณของ Data Server การแสดงผลสัญญาณในรูปแบบมิเตอร์และเกจวัดแบบต่างๆ การนำเข้ากราฟิกประเภทต่างๆ การจัดแบ่งเลย์เออร์ เป็นต้น เหล่านี้เป็นข้อเปรียบเทียบความสามารถของ SCADA Software ทั้งสิ้น

3) ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending)

Trending เป็นความสามารถในการพล็อตกราฟต่อเนื่องกันไปในจอภาพ เพื่อแสดงค่าสัญญาณจาก Data Server โดยอาจจะสามารถพล็อตสัญญาณได้หลายสัญญาณเช่น 8-24 สัญญาณ พร้อมกันในหน้าต่างเดียว เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบสัญญาณที่พล็อตได้ และไม่จำกัดว่าจะสร้างหน้าต่างพล็อตจำนวนเท่าใด

Trending อาจมีความสามารถในการซูมสัญญาณที่พล็อตและหยุดการพล็อตเพื่อเลื่อนดูค่าที่พล็อตในแต่ละช่วงเวลาได้ด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง นอกจากนั้นการพล็อตอาจเลือกได้ว่าจะให้เป็นการพล็อตแบบใด เช่น Time Plot, Logarithmic Plot, Strip Chart, Bar Chart, Circular, X-Y Plot เป็นต้น นอกจากนั้นบางผู้ผลิตยังสามารถนำค่า Historian หรือข้อมูลสัญญาณที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาพล็อตได้อีกด้วย โดย Trending Module นี้ อาจเป็นแบบ ActiveX Control คือสามารถนำไปใช้งานในแอปพลิเคชันอื่นที่สนับสนุนการนำเข้า ActiveX ได้

4) ระบบแจ้งเตือน (Alarm) SCADA Software

ส่วนใหญ่มีระบบแจ้งเตือนโดย Alarm Display จะรับสัญญาณมาจาก Alarm DB ในฝั่ง SCADA Server โดย Alarm DB สามารถที่จะทำการกำหนดคอนฟิกูเรชั่นว่าจะนำสัญญาณตัวใดมาเป็นตัวพารามิเตอร์ในการแจ้งเตือนบ้างและมีการแบ่งระดับของ Priority, Limit อยางไร เป็นต้น ระบบแจ้งเตือนยังสามารถที่จะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้ เช่น MS SQL Server, MS Access, Oracle, MS Excel เป็นต้น และบางยี่ห้อสามารถแสดงออกมาเป็นรายงานในรูปแบบตารางหรือแผนภูมิได้อีกด้วย การทำงานแบบ Automation เป็นความสามารถที่ SCADA ทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนด เช่น

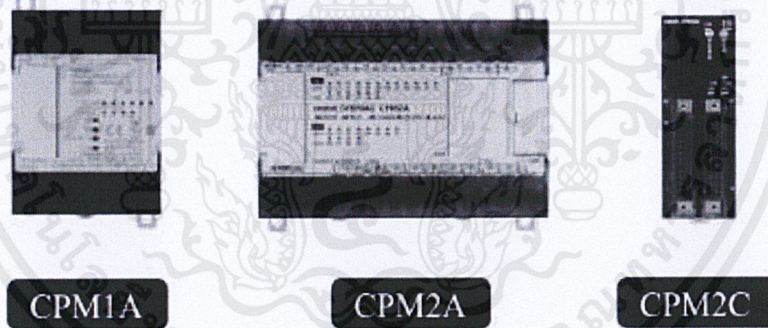
ส่งอีเมล แสดงข้อความแบบ Instance Message บนหน้าจอเปิดไปยังหน้าจออื่น ๆ เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล เปิดโปรแกรมหรือรันคำสั่งสคริปต์ เป็นต้น ตามสัญญาณที่ได้รับจาก Data Server และข้อกำหนดที่สร้างขึ้น

2.4 พีแอลซี (PLC)

พีแอลซี (PLC) ย่อมาจาก Programmable Logic Controller หมายถึง ตัวควบคุมเชิงตรรกะที่โปรแกรมได้ PLC นั้นเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีความสำคัญมากสำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติ เครื่องจักรอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะถูกควบคุมการทำงานด้วย PLC แต่ PLC จะทำงานได้นั้นก็ต้องมีโปรแกรมควบคุม นั่นก็คือกลุ่มคำสั่ง (Instruction Set) ที่เขียนโดยโปรแกรมเมอร์ ดังนั้นการที่จะเขียนโปรแกรม PLC เพื่อให้ทำงานควบคุมเครื่องจักรตามต้องการ การแก้ไขโปรแกรม การตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของเครื่องจักรหรือ PLC เราจำเป็นจะต้องรู้ถึงภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการเขียน และการใช้งาน เป็นต้น

พีแอลซีจำแนกตามโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1) พีแอลซีชนิดบล็อก (Block Type PLCs) พีแอลซีประเภทนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีอยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล หน่วยความจำภาคอินพุต หรือเอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างพีแอลซีชนิดบล็อก

2) พีแอลซีชนิดโมดูล (Module Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs) ดังรูปที่ 2.6 ส่วนประกอบแต่ละส่วนของพีแอลซีชนิดนี้สามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุต หรือเอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต หรือเอาต์พุต (Input/Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุตหรือเอาต์พุต อาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวนขนาด 8/16 จุดหรือเป็นเอาต์พุตอย่างเดียวนขนาด 4/8/12/16 จุด ซึ่งขึ้นอยู่กับรุ่นของพีแอลซีด้วย ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) สามารถเปลี่ยนขนาดของซีพียูโมดูลให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน ให้ตรงตามมีขนาดความจุของโปรแกรม การเพิ่มจำนวนอินพุตหรือเอาต์พุต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบต่างๆของพีแอลซีชนิดโมดูลที่กล่าวมาทั้งหมด เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ (Connector) ในการเชื่อมต่อระหว่างยูนิต แต่บางรุ่นใช้แบคเพลน (Backplane) ในการรวมยูนิตต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างพีแอลซีชนิดโมดูล

ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม PLC มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 สามารถโปรแกรม PLC ได้ด้วย

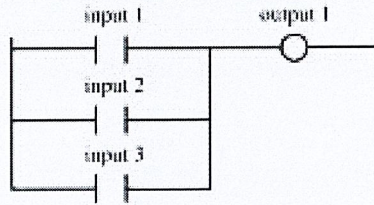
1) IL (Instruction List) จะเป็นภาษาที่เขียนในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) จะเห็นว่าในภาษาปัจจุบัน LD, FBD และ IL เป็นภาษาที่บริษัทผู้ผลิต PLC/PC ในปัจจุบันกำหนดให้ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนารูปแบบของฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อกแตกต่างกัน ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ในแต่ละยี่ห้อควรจะศึกษารูปแบบของฟังก์ชันบล็อกให้เข้าใจเสียก่อน ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.7

Label:	LD	a1	(* result := a1 *)
	ADD	a2	(* delayed ADD, result := a2 *)
	MUL	a3	(* delayed MUL, result := a3 *)
	SUB	a4	(* result := a3 - a4 *)
)		(* execute delayed MUL, *)
			(* result := a1 + (a2 * (a3 - a4) * a5) *)
	ADD	a6	(* a1 + (a2 * (a3 - a4) * a5) + a6 *)
	ST	res	(* store current result in res *)

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Instruction List Language

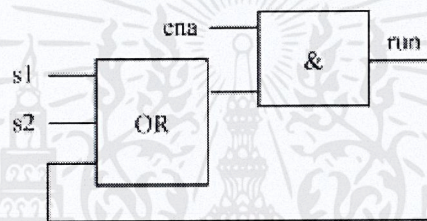
2) LD (Ladder Diagrams) จะเขียนอยู่ในรูปกราฟฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลตเตอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



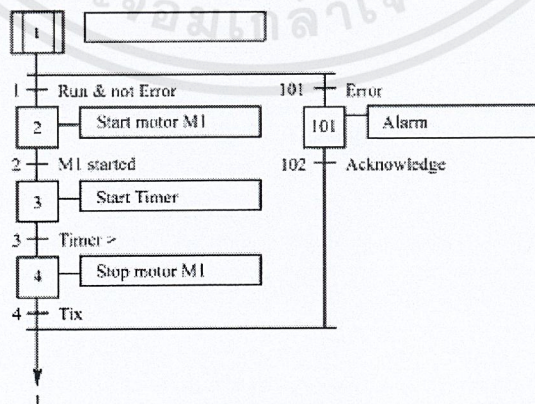
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Diagram

3) FBD (Function Block Diagrams) เป็นภาษาที่ฟังก์ชันการทำงานในรูปของกราฟฟิกเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Function Block Diagram Language

4) SFC (Sequential Function Chart) จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีควেনซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วยการปฏิบัติการย่อย (Step) และเงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย (Transition) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Linear Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.10



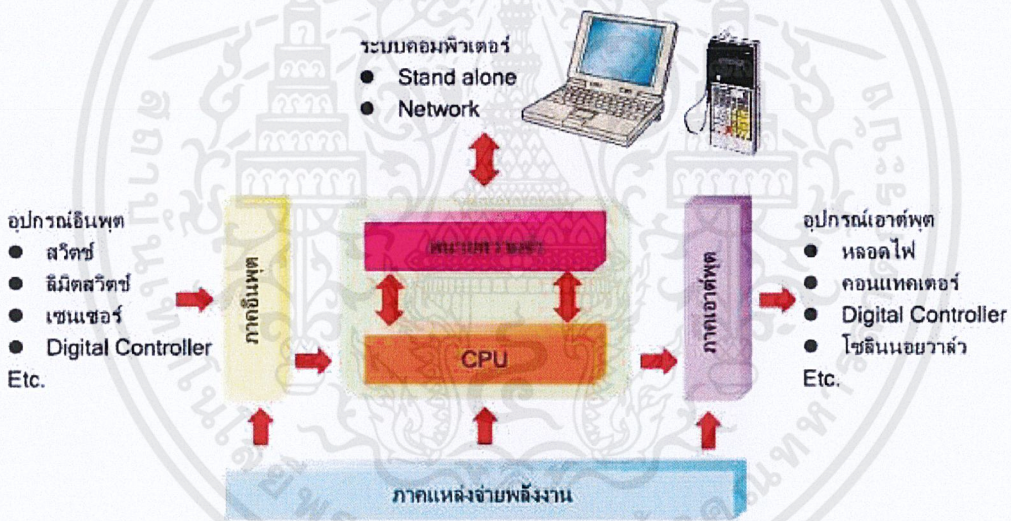
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Sequential Flow Chart Language

5) ST (Structured Text) เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีควেনซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step และ Transition นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Liner Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 2.11

```

D := B*B - 4*A*C ;
IF D < 0.0 THEN Nroots := 0 ;
ELSIF D = 0.0 THEN
    Nroots:=1 ;
    X1 := -B/(2.0*A) ;
ELSE Nroots := 2;
    X1 := (-B+sqrt(D))/(2.0*A) ;
    X2 := (-B-sqrt(D))/(2.0*A) ;
END_IF
    
```

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างแบบการเขียนโปรแกรมแบบ Structure Text Language



รูปที่ 2.12 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC มีส่วนประกอบที่สำคัญแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

- 1) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)
- 2) หน่วยความจำ (Memory)
- 3) หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Unit)
- 4) หน่วยจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)
- 5) หน่วยอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก (Peripheral Device)

1) หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของพีแอลซี โดยทั่วไปจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซอร์ขนาด 8 บิต เป็นตัวประมวลผล โดยจะทำการรับข้อมูลจากอินพุต แล้วทำการประมวลผล หลังจากนั้น จะส่งผลที่ได้ไปยังเอาต์พุต ต่อจากนั้นจะทำการรับอินพุตเข้ามาใหม่ แล้วทำซ้ำกิจกรรมดังกล่าวข้างต้นไปเรื่อยๆ การทำงานและประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางจะอยู่ภายใต้โปรแกรมที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป นอกจากนี้หน่วยประมวลผลกลางยังทำหน้าที่ควบคุมการติดต่ออุปกรณ์เชื่อมต่ออื่นๆ เช่น เครื่องโปรแกรม เป็นต้น

2) หน่วยความจำ

หน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลของพีแอลซี หน่วยความจำจะเป็นตัวกำหนดความสามารถของพีแอลซี โดยทั่วไปจะบอกเป็นจำนวนบรรทัดของโปรแกรมมีหน่วยความจำของพีแอลซีจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

2.1) หน่วยความจำระบบ (ROM) ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลของระบบทั้งโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลของระบบ ผู้ใช้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่อาจสามารถตรวจสอบข้อมูลได้

2.2) หน่วยความจำผู้ใช้ (User Memory) ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ ข้อมูลของหน่วยอินพุต/เอาต์พุต และอุปกรณ์ภายใน (เช่น Timer, Counter เป็นต้น) หน่วยความจำยังสามารถจำแนกตามชนิดของวัสดุอิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาสร้างได้แก่ แรม (RAM) อีพรอม (EPROM) และอีอีพรอม (EEPROM) โปรแกรมผู้ใช้คือโปรแกรมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเพื่อควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการให้ทำงานตามต้องการ

3) หน่วยอินพุต/เอาต์พุต

หน่วยอินพุตทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอกเมื่อรับค่าสถานะจากอุปกรณ์ตรวจรู้ต่างๆของเครื่องจักร เช่น ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch), สวิตช์แสง, พร็อกซิมีตี้สวิตช์ (Proximity Switch) และสวิตช์อุณหภูมิ เป็นต้น แล้วส่งค่าดังกล่าวไปให้หน่วยประมวลผลกลางทำการประมวลผลตามโปรแกรมคำสั่งของผู้ใช้ นอกจากนี้หน่วยอินพุตยังทำหน้าที่แยกวงจรไฟฟ้าของสัญญาณเข้ากับอุปกรณ์ภายในพีแอลซี เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ประมวลผลได้รับอันตราย

หน่วยเอาต์พุตจะทำหน้าที่ส่งค่าสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลไปขับอุปกรณ์ภายนอก เช่น มอเตอร์ วาล์ว ปั๊ม และหลอดไฟ เป็นต้น เช่นเดียวกับหน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุตยังสามารถทำหน้าที่แยกกราวด์ของสัญญาณภายในกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าพีแอลซีจะมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตทำงานแบบ ON/OFF อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการพัฒนา Programmable Controller ให้มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตที่สามารถรับส่งสัญญาณอนาล็อก

4) หน่วยจ่ายพลังงาน

ภาคแหล่งจ่ายพลังงานทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายในพีแอลซีได้แก่ อุปกรณ์ไอซี เป็นต้น นอกจากนี้ยังจ่ายพลังงานเลี้ยงวงจรที่นำมาต่อเข้ากับพีแอลซี ทั้งภาคอินพุตและเอาต์พุต

5) หน่วยอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD
- etc.

PLC ที่ใช้ในโครงการนี้ คือ S7-1200 และ S7-1500

ตัวควบคุม Siemens S7-1200

PLC S7-1200 เป็นอุปกรณ์ในตระกูลของตัวควบคุมและอินพุตเอาต์พุตโมดูลของบริษัท Siemens ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมตั้งแต่กระบวนการขนาดเล็กไปจนกระบวนการขนาดใหญ่ ทั้งยังสามารถควบคุมกระบวนการแบบการควบคุมกระจายส่วนได้



รูปที่ 2.13 PLC ตระกูล S7-1200

คุณสมบัติของ S7-1200

- 1) มีหน่วยความจำได้สูงสุดถึง 150 Kbyte
- 2) สามารถรองรับอินพุตและเอาต์พุตได้สูงสุดถึง 1024 อินพุต และ 1024 เอาต์พุต
- 3) มีอินพุตเอาต์พุตโมดูลได้ถึง 16 โมดูล
- 4) สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายต่างๆ ผ่าน PROFINET และ Ethernet TCP/IP โมดูลได้
- 5) มีพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับการสื่อสารแบบ EtherNet/IP, DH-485 หรือ RS-232

ตัวควบคุม Siemens S7-1500

PLC S7-1500 เป็นพีแอลซีระดับ Advanced PLC ซึ่งเหมาะกับใช้งานในระดับเครื่องจักรที่ต้องการประสิทธิภาพในการทำงานสูง เช่น กระบวนการการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมที่จำเป็นต้องใช้การประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่ง S7-1500 นั้นจะถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุด สูงกว่าทั้ง S7-1200 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 PLC ตระกูล S7-1500

คุณสมบัติของ S7-1500

- 1) มีหน่วยความจำได้สูงสุดถึง 20 MB
- 2) สามารถรองรับอินพุตและเอาต์พุตได้สูงสุดถึง 32 KB
- 3) มีอินพุตเอาต์พุตโมดูลได้ถึง 16 โมดูล
- 4) สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายต่างๆ ผ่าน PROFINET และ PROFIBUS ได้
- 5) มีเทคโนโลยีเสริม เช่น Motion Control PID Control Counting Position Detection

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบระบบควบคุม หรือส่วนแสดงผลของการผลิตแก๊สชีวภาพจากโรงงานชีวมวลจำเป็นต้องศึกษาจากโปรแกรมควบคุมต้นแบบที่ทางบริษัทมีอยู่เดิม เพื่อดูฟังก์ชันการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน และส่วนประกอบต่างๆว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อให้การทำงานของกระบวนการมีประสิทธิภาพสูงสุด มีความราบรื่นและเกิดปัญหาน้อยที่สุด

3.2 กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพ

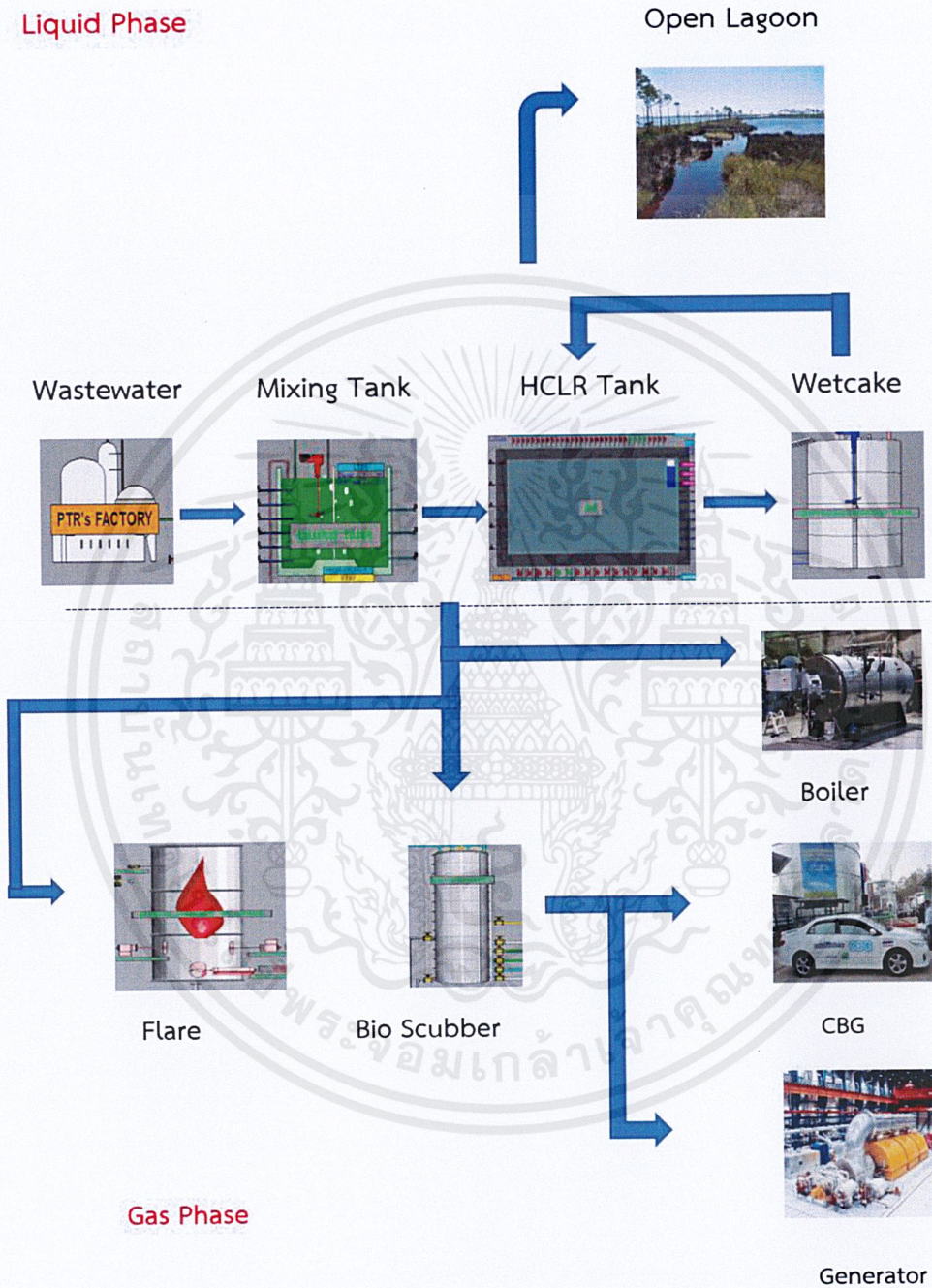
กระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพจะถูกแบ่งเป็น 2 เฟสหลัก คือ 1) Liquid Phase ซึ่งจะเป็นเฟสที่อยู่ในช่วงเริ่มต้นของกระบวนการผลิตแก๊ส ตั้งแต่เริ่มน้ำเสียจากกระบวนการผลิตในโรงงานแป่งมันสำปะหลังและนำมาผสมกับเศษซากชีวมวล ผสมสิ่งต่างๆให้เป็นเนื้อเดียวกัน เติมเชื้อจุลินทรีย์ จนถึงกระบวนการหมักเพื่อให้เกิดแก๊สชีวภาพขึ้น และ 2) Gas Phase จะเป็นช่วงตั้งแต่นำแก๊สชีวภาพที่ได้จากการหมักแล้ว นำมาผ่านกระบวนการมาปรับปรุงคุณภาพแก๊สและนำแก๊สไปใช้งาน

3.2.1 โครงสร้างภาพรวม

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียของโรงงานแป่งมันสำปะหลัง ซึ่งกระบวนการผลิตน้ำเสียจะเริ่มจากน้ำเสียจากกระบวนการผลิตในโรงงานจะถูกส่งไปที่ Mixing Tank เพื่อทำการปั่นผสมกากชีวมวลต่างๆ เช่น ซากแป่งมันสำปะหลัง เป็นต้น เพื่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจะถูกส่งไปที่บ่อหมัก HCLR ซึ่งเป็นบ่อปิด เพื่อเข้าสู่กระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ ซึ่งจากกระบวนการนี้จะทำให้เกิดแก๊สชีวภาพขึ้น แต่ในระหว่างกระบวนการหมักจะเกิดการตกตะกอนของน้ำเสียทำให้เกิดซากตะกอนขึ้น เราจึงต้องมีการนำน้ำเสียที่มีเศษซากตะกอนไปเข้าสู่ Wet cake เพื่อกวนตะกอนต่างๆให้เป็นเนื้อเดียวกันเมื่อสิ้นสุดกระบวนการกวน จะทำการส่งน้ำเสียกลับคืนสู่บ่อหมัก HCLR เพื่อเข้าสู่กระบวนการหมักของเสียต่อไป ซึ่งหลังเสร็จสิ้นกระบวนการหมักในถัง HCLR เราจะได้ผลิตภัณฑ์ คือแก๊สชีวภาพ แก๊สที่เกิดขึ้นสามารถนำไปเผาไหม้เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานแป่งมันสำปะหลังได้ แต่แก๊สชีวภาพที่เกิดขึ้นนั้นคุณภาพยังไม่เพียงพอที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆได้ จึงต้องนำไปเข้าสู่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของแก๊สชีวภาพ (Bio Scrubber) ซึ่งแก๊สที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้ว จะมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้ โดยเราจะนำแก๊สชีวภาพที่ได้นั้นไปใช้ประโยชน์ เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์ (CBG Gas) ใช้แก๊สไปขับเคลื่อนเครื่องยนต์ เพื่อไปปั่นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่ถ้าไม่มีการนำแก๊สไปใช้งานจะทำให้ภายในถัง HCLR จะมีความดันสูงขึ้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดการระเบิดของถังได้ ซึ่งจะมีการแก้ไขปัญหาคความดันสูงมากจนเกินไปในถังหมัก คือ จะมีการส่งแก๊สส่วนเกินไปทำการเผาที่ Flare เพื่อทำการควบคุมความดันภายในถังหมัก HCLR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

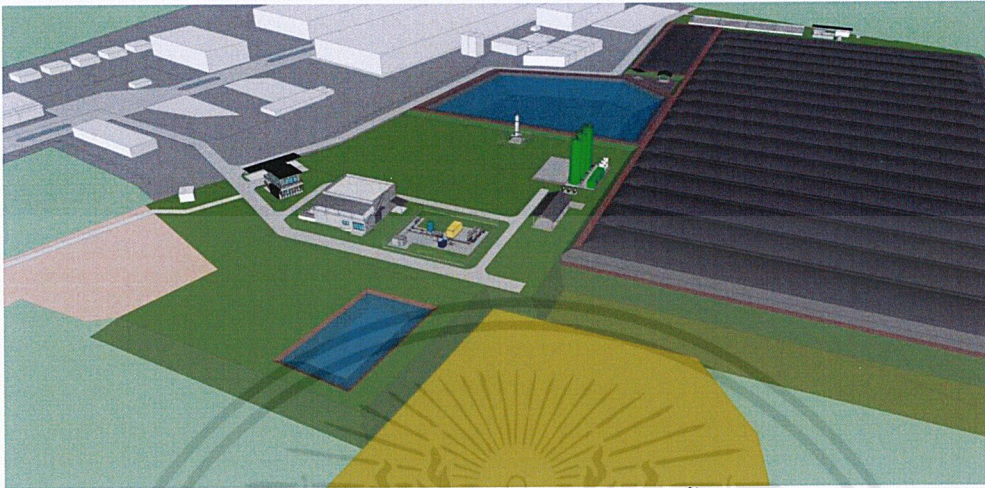
ให้อยู่ในระดับความดันที่เหมาะสมไม่สูงในระดับที่เกิดอันตราย และน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดจะถูกส่งไปยังแหล่งน้ำตามธรรมชาติบริเวณรอบๆโรงงาน



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากรูปที่ 3.2 จะแสดงแผนผังแบบการก่อสร้างจำลองของบ่อบำบัดน้ำเสีย และจากรูปที่ 3.3 คือรูปถ่ายจากสถานที่จริงของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานเพชรธารา ตั้งอยู่ที่ อ.ชุมพวง จ.นครราชสีมา



รูปที่ 3.2 แผนผังของบ่อบำบัดน้ำเสีย

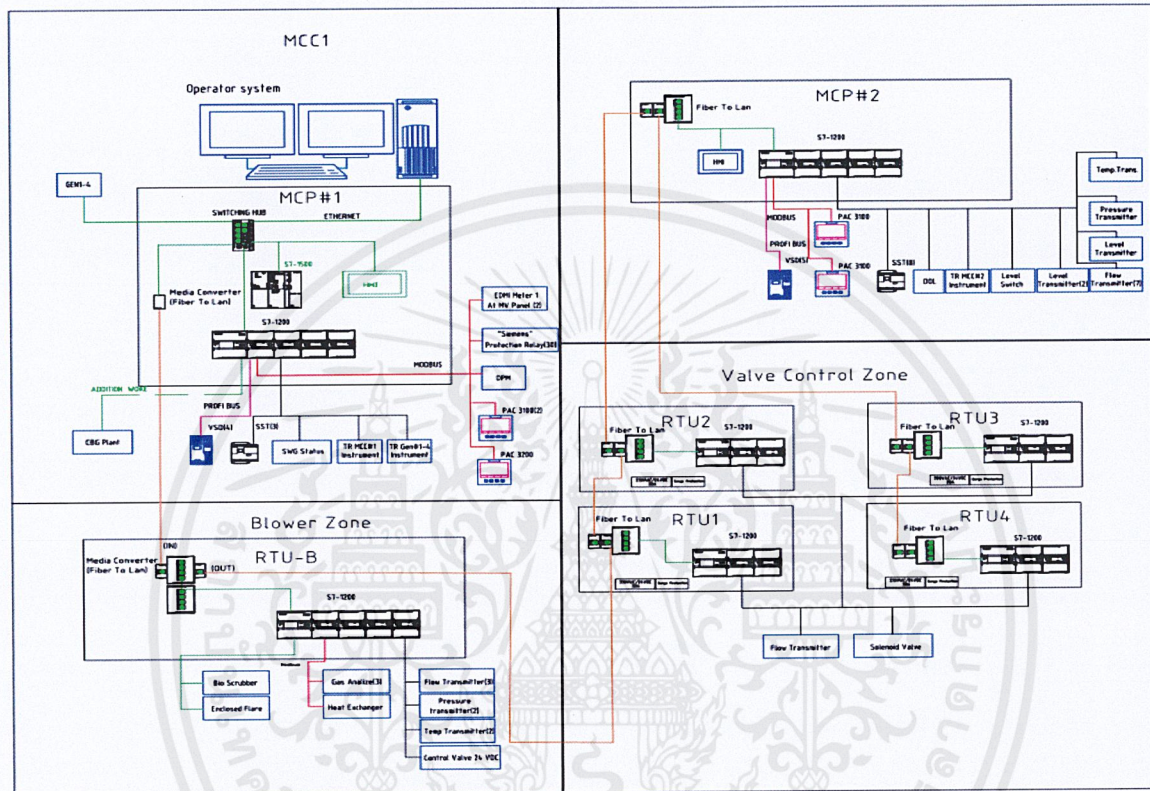


รูปที่ 3.3 บ่อบำบัดน้ำเสีย

3.2.2 โครงสร้างของระบบควบคุม

อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตถูกควบคุมโดยตัวควบคุม PLC แบ่งเป็น 4 โซน โดยเรียก PLC ที่ควบคุมแต่ละโซนว่า Master PLC ซึ่งทำหน้าที่ตามโปรแกรมที่ได้ถูกออกแบบไว้ ให้รับคำสั่งและส่งค่าที่ได้รับจากอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ รวมทั้งควบคุม Local PLC ในแต่ละโซนนั้นๆ โดย Local PLC ในแต่ละโซนจะถูกออกแบบให้ควบคุมอุปกรณ์ต่างกัน เช่น โซน MCP#1 จะเป็นโซนที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Starter ในส่วน Gas Phase ทั้งหมด โซน Blower Zone จะถูกออกแบบให้ควบคุมอุปกรณ์ Blower ในส่วน Instrument ทั้งหมด โซน MCP#2 จะถูกออกแบบให้ควบคุมการทำงานของปั๊มใน Liquid Phase และโซนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

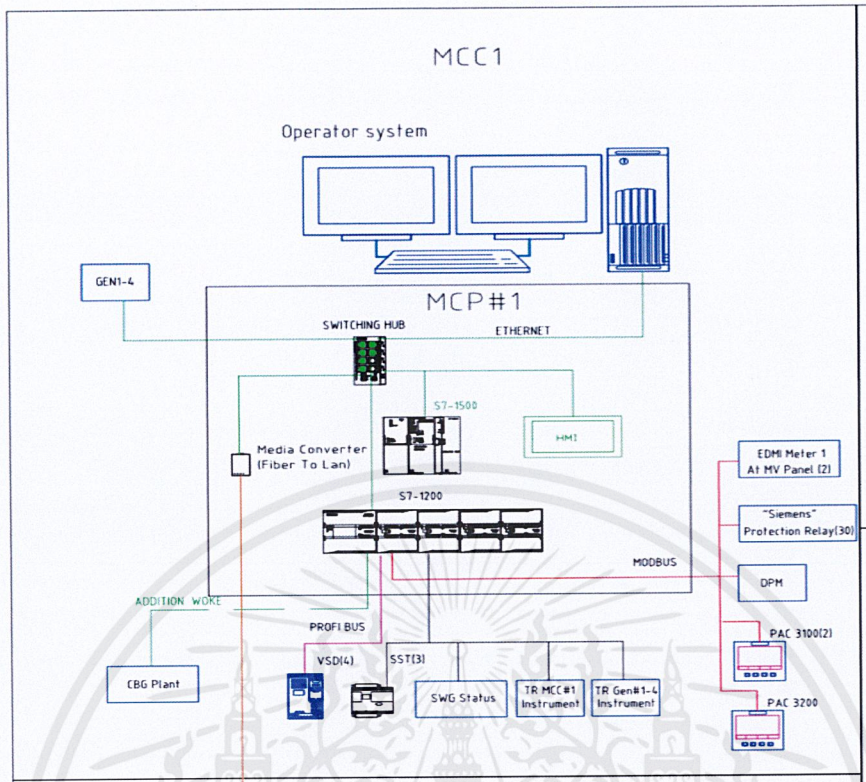
Valve Control Zone จะถูกออกแบบให้ควบคุมกระบวนการทำงานของวาล์ว เป็นต้น ซึ่ง Local PLC จะควบคุมอุปกรณ์ต่างๆให้เป็นตามความต้องการของ Operator โดยผ่านเครือข่ายอีเทอร์เน็ตและใช้ Switching Hub เป็นตัวกระจายข้อมูล โดยมี Hardware Configuration ของการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 Hardware Configuration ของระบบควบคุม

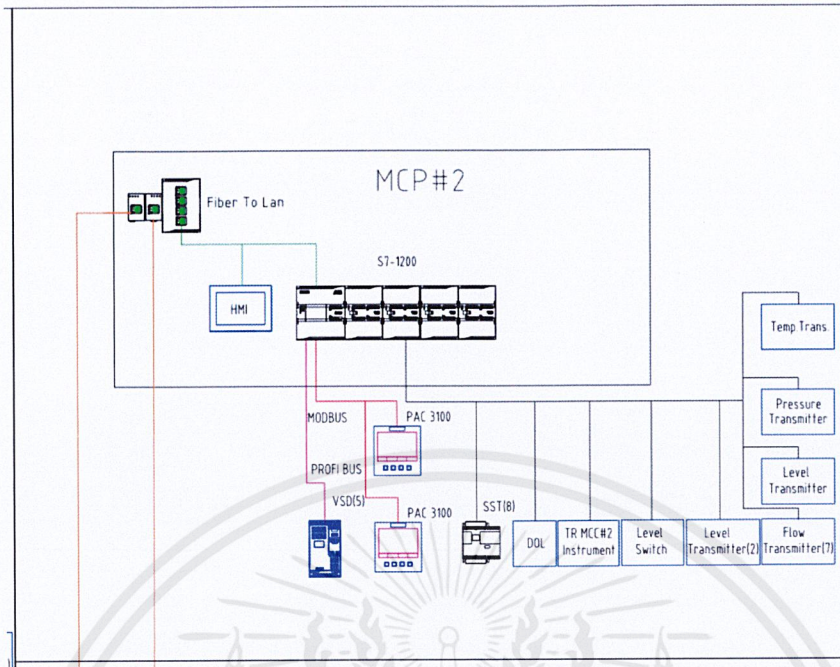
จากรูปที่ 3.5 ภายในห้องระบบควบคุม MCC1 จะมีตู้ควบคุมโซน MCP#1 ซึ่งภายในตู้ควบคุมจะประกอบไปด้วย PLC SIEMENS S7-1500, PLC SIEMENS S7-1200, Switching Hub และ Media Converter ซึ่ง PLC S7-1500 จะเป็นตัวที่คอยควบคุมการทำงานของ PLC S7-1200 ในของแต่ละโซน การทำงานในโซนของ MCP#1 คือจะทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Starter ในโซน Gas Phase ซึ่ง Gas Phase คือช่วงตั้งแต่แก๊สชีวภาพที่ได้จากกระบวนการหมักภายในบ่อหมัก HCLR ถูกส่งต่อไปที่ Boiler และถูกส่งไปปรับปรุงคุณภาพแก๊สที่ Bio Scrubber และส่วนสุดท้ายคือกระบวนการส่งแก๊สไปใช้งานในด้านต่างๆ เช่น ควบคุมการสตาร์ท Blower โดยใช้อุปกรณ์ Starter VSD (Variable Speed Drive) ที่เป็นตัวสตาร์ทการทำงานขับเคลื่อนแก๊สไปยัง Boiler หรือ Generator และควบคุมการสตาร์ท Booster ที่เป็นอุปกรณ์ในการขับแก๊สจากถังหมัก HCLR ไปยังกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแก๊ส Bio Scrubber เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



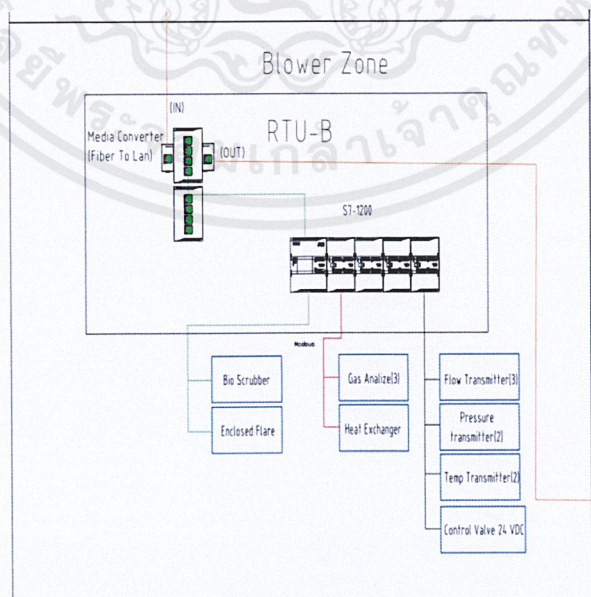
รูปที่ 3.5 Hardware Configuration ของโซน MCP#1

จากรูปที่ 3.6 แสดง Hardware Configuration ของโซน MCP#2 ซึ่งควบคุมการทำงานโดย PLC S7-1200 จากภาพแสดงว่า โซน MCP#2 จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆใน Liquid Phase ได้แก่ อุปกรณ์วัด (Instrument) และปั้มน้ำต่างๆ เช่น Feeding Pump, Diluting Pump, Effluent Pump ซึ่งจะอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้จะอยู่ในถัง Mixing Tank, ถังหมัก HCLR และ ถังพักน้ำ Settling Pond เป็นต้น โดยจะมีการรับค่าตัวแปรต่างๆ เช่น ระดับ อัตราการไหล อุณหภูมิ และความดัน เป็นต้น ส่งค่าต่างๆไปที่ PLC โดยผ่านอุปกรณ์ Level Transmitter, Flow Transmitter, Temperature Transmitter และ Pressure Transmitter และ โซน MCP#2 ยังควบคุมการทำงานของปั้มต่างๆในโซน Liquid Phase เช่น Feeding Pump เป็นปั้มที่พิดน้ำเสียจากบ่อ Mixing Tank ไปที่บ่อหมัก HCLR, Diluting Pump เป็นปั้มที่พิดน้ำเสียจากบ่อหมัก HCLR ไปที่ Wet-cake Tank และ Effluent Pump เป็นปั้มที่พิดน้ำดีที่ได้จากกระบวนการบำบัดน้ำเสียในบ่อพักน้ำไปยังแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เป็นต้น



รูปที่ 3.6 Hardware Configuration ของโซน MCP#2

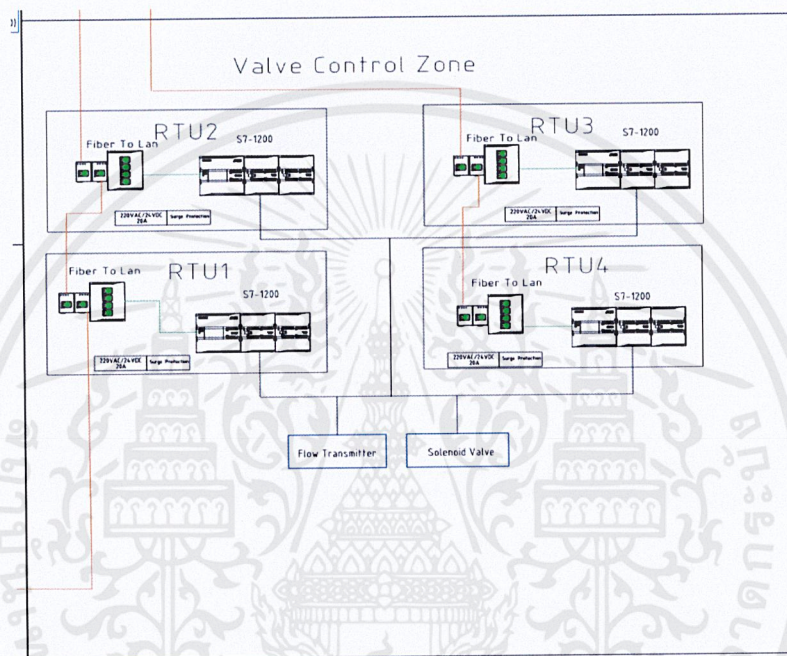
จากรูปที่ 3.7 แสดง Hardware Configuration ของโซน Blower Zone ซึ่งควบคุมโดยตู้ RTU-B ภายในมี PLC S7-1200 เป็นตัวควบคุมการทำงาน ซึ่ง Blower Zone จะเป็นโซนที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Blower ที่ใช้ในกระบวนการของ Bio Scrubber และอุปกรณ์ Blower ภายใน Flare อีกทั้งยังมีการรับค่าต่างๆภายในกระบวนการเผาแก๊สที่ Flare เช่น อัตราการไหล ความดัน อุณหภูมิ และ ค่าคุณสมบัติของแก๊สจาก Gas Analyzer มาที่ PLC S7-1200



รูปที่ 3.7 Hardware Configuration ของโซน Blower Zone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 แสดง Hardware Configuration ของโซน Valve Control Zone ซึ่งการควบคุมการทำงานของวาล์วจะถูกควบคุมภายใต้การควบคุมของตู้ RTU1, RTU2, RTU3 และ RTU4 ซึ่งภายในตู้แต่ละตู้จะมี PLC S7-1200 ควบคุมการทำงานของวาล์ว โซน Valve Control Zone จะมีหน้าที่ควบคุมการทำงานของวาล์วภายในถังหมัก HCLR ซึ่งภายในถังหมัก HCLR จะมีวาล์วทั้งหมด 48 ตัว ซึ่งวาล์วที่ใช้ในการควบคุม คือโซลินอยด์วาล์ว และยังมีารรับค่าอัตราการไหลภายในถังหมัก HCLR โดย Flow Transmitter มาเก็บข้อมูลที่ PLC S7-1200 ด้วย



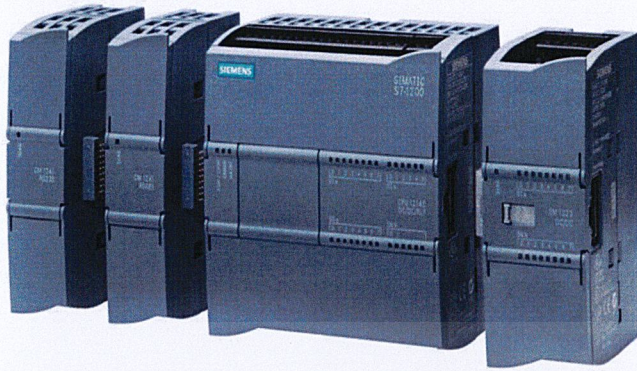
จากรูปที่ 3.8 Hardware Configuration ของโซน Valve Control Zone

โดย PLC ที่ใช้ในระบบควบคุมคือ PLC Siemens S7-1500 เป็น Master PLC ดังรูปที่ 3.9 และ PLC Siemens S7-1200 เป็น Local PLC ตามรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 PLC ตระกูล S7-1500

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

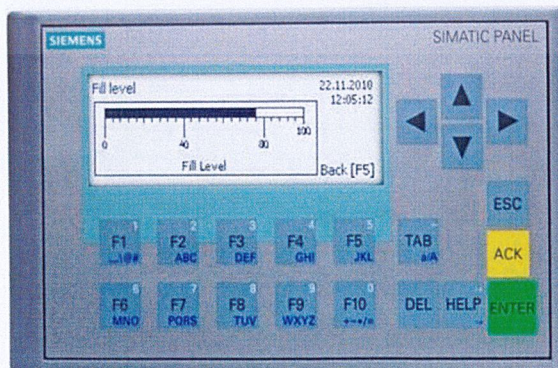


รูปที่ 3.10 PLC ตระกูล S7-1200

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มเติมคือ Media Converter ซึ่งเป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่างไฟเบอร์กับแลน และหน้าจอ HMI KP300 ขนาด 4 นิ้ว ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ



รูปที่ 3.11 Media Converter



รูปที่ 3.12 HMI KP300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 คือ Work Station HP Proliant ML10 Gen9 Server ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประมวลผล เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC และอุปกรณ์อื่นๆ โดยใช้โปรแกรม WinCC SCADA นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์เสริม เช่น การ์ดจอ และมอนิเตอร์ขนาด 42 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 Work Station HP Proliant ML10 Gen9



รูปที่ 3.14 Monitor 42 นิ้ว LED

การติดตาม และควบคุมกระบวนการการผลิตแก๊สชีวภาพผ่านระบบสกาตา ซึ่งเป็นระบบที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเองโดยใช้ตัวควบคุมที่เรียกว่า PLC ซึ่งทำให้วิเคราะห์ข้อมูลและปรับค่าอัตโนมัติ โดยไม่ต้องให้ผู้ปฏิบัติงานลงไปเฝ้าสังเกตการณ์ตรวจสอบ อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลมาดูย้อนหลังได้

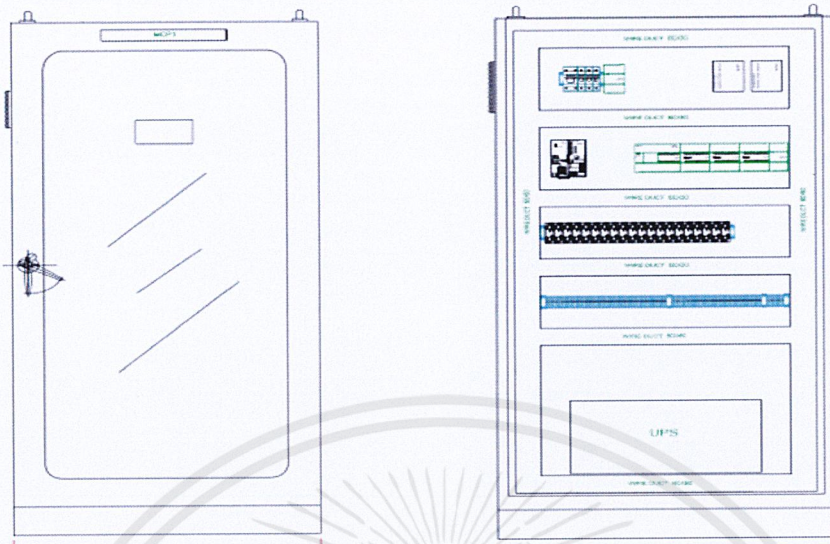
ในการทำงานจำเป็นต้องศึกษาโปรแกรมกระบวนการทำงานมาก่อน นอกจากจะทำให้รู้ภาพรวมของขั้นตอนการทำงาน รู้ความสัมพันธ์ลำดับขั้นตอนการทำงาน และเรายังสามารถรู้ว่าในกระบวนการผลิตมีส่วนประกอบอะไรบ้าง มีอุปกรณ์ใดบ้าง แต่ละอุปกรณ์ทำหน้าที่อะไร ใช้บิตไหนบ้าง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดค่ากราฟิกในการตั้งค่าอนาล็อก หรือดึงข้อมูลจากอุปกรณ์จากหน้างานมาแสดงผลและควบคุมผ่านสกาตา จากการศึกษาทำให้สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนควบคุม และ 2) ส่วนแสดงผล

ส่วนควบคุมอุปกรณ์ใน Gas Phase มีอุปกรณ์ดังนี้

- 1) ซอฟต์สตาร์ท (Soft Start) จำนวน 3 ตัว
- 2) VSD (Variable Speed Drives) จำนวน 4 ตัว
- 3) ตู้ MCP#1 ตู้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ Starter ทำหน้าที่ในการควบคุมการ Start-Stop

ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเป็นแรงขับเคลื่อน ซึ่งแสดงแบบของตู้ควบคุมการทำงานดังรูปที่ 3.15

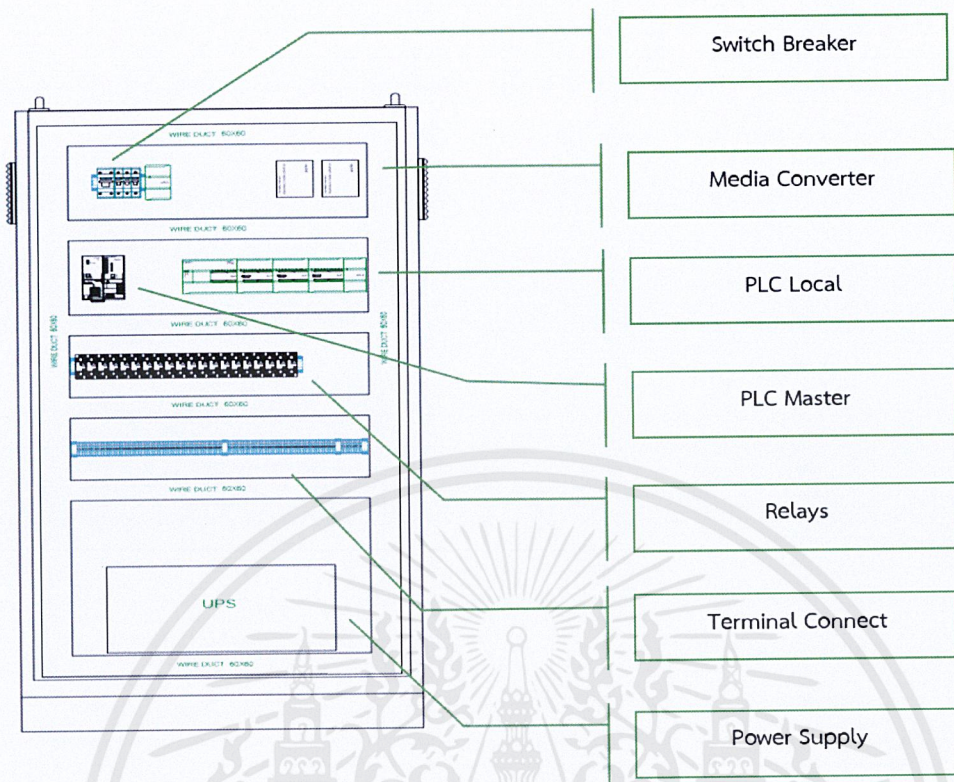
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แบบภายในตู้ควบคุม MCP#1

ขั้นตอนวิธีการในการปฏิบัติงานในส่วนควบคุมกระบวนการ และรูปที่ 3.16 แสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมการทำงาน

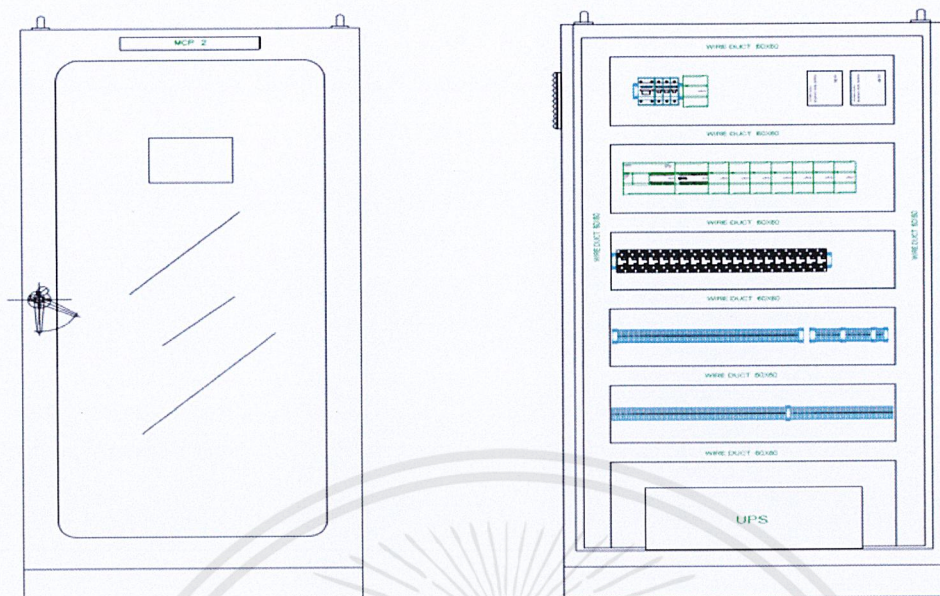
- 1) สวิตช์เบรกเกอร์: เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ เมื่อเกิดความผิดปกติในระบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์
- 2) PLC Master: ใช้ควบคุมระบบ PLC Local ของโซน MCP#1 และ 2 โซน Blower และโซน Valve Control ให้ทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้
- 3) PLC Local: ใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้
- 4) Terminal Connect: เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบ I/O ระหว่างตู้ Local และ Master
- 5) Media Converter: ทำหน้าที่แปลสัญญาณระหว่างสายไฟเบอร์ออปติกไปเป็นสัญญาณในระบบแลน
- 6) Relay: ทำหน้าที่เปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้อำนาจแม่เหล็กในการทำงาน



รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม MCP#1

ส่วนควบคุมอุปกรณ์ในโซน Liquid Phase มีอุปกรณ์ดังนี้

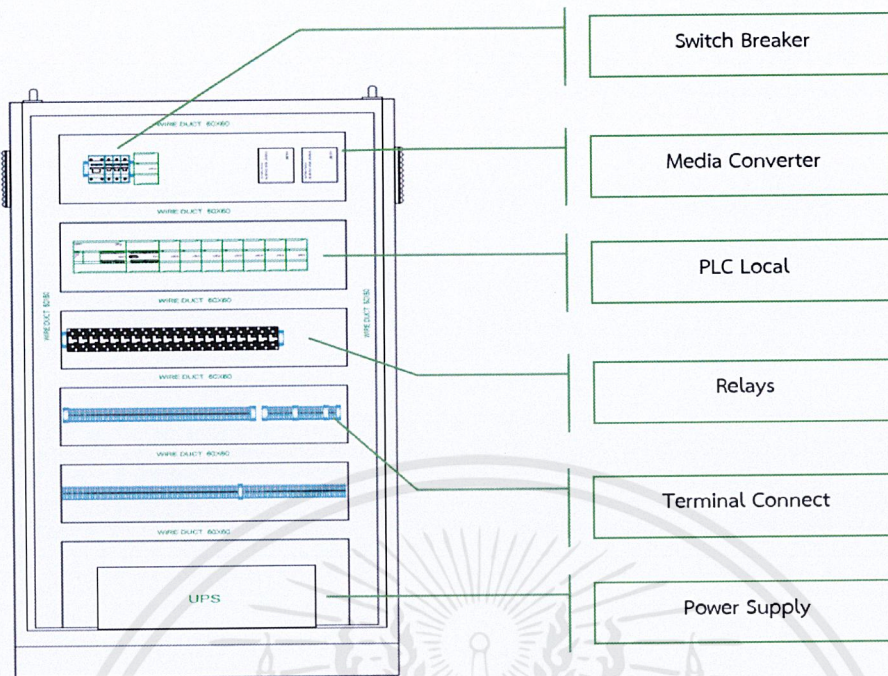
- 1) ซอฟต์สตาร์ท (Soft Start) จำนวน 8 ตัว
- 2) VSD (Variable Speed Drives) จำนวน 5 ตัว
- 3) DOL Starter (Direct-On-Line Motor Starter) จำนวน 6 ตัว
- 4) Level Switch จำนวน 2 ตัว
- 5) Level Transmitter จำนวน 6 ตัว
- 6) Flow Transmitter จำนวน 9 ตัว
- 7) Pressure Transmitter จำนวน 2 ตัว
- 8) Temperature Transmitter จำนวน 1 ตัว
- 9) ตู้ MCP#2 ตู้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์โซน Liquid Phase ซึ่งแสดงแบบของตู้ควบคุมการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แบบภายในตู้ควบคุม MCP#2

ขั้นตอนวิธีการในการปฏิบัติงานในส่วนควบคุมกระบวนการ และรูปที่ 3.18 แสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมการทำงาน

- 1) สวิตช์เบรกเกอร์: เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อเกิดความผิดปกติในระบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์
- 2) PLC Local: ใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ซึ่งทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้ และการทำงานของอุปกรณ์วัดต่างๆ
- 3) Terminal Connect: เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบ I/O ระหว่างตู้ Local และ Master
- 4) Media Converter: ทำหน้าที่แปลงสัญญาณระหว่างสายไฟเบอร์ออปติกไปเป็นสัญญาณในระบบแลน
- 5) Relay: ทำหน้าที่เปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้อำนาจแม่เหล็กในการทำงาน

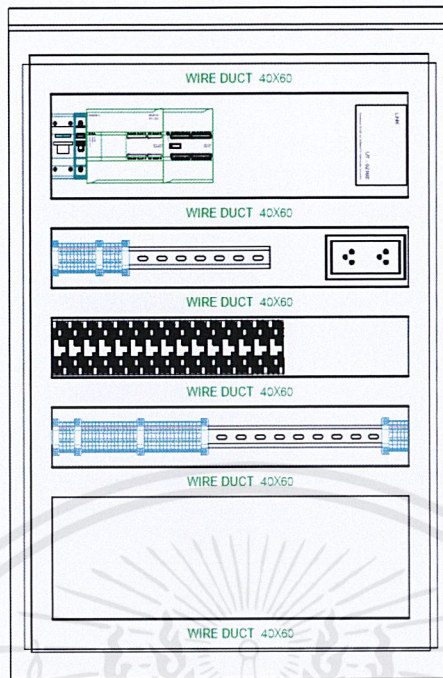


รูปที่ 3.18 อุปกรณ์ภายในตู้ MCP#2

ส่วนควบคุมการทำงานของวาล์วในถังหมัก HCLR มีอุปกรณ์ดังนี้

- 1) Remote Terminal Unit (RTU) 1: ควบคุมวาล์ว จำนวน 12 ตัว
- 2) Remote Terminal Unit (RTU) 2: ควบคุมวาล์ว จำนวน 12 ตัว
- 3) Remote Terminal Unit (RTU) 3: ควบคุมวาล์ว จำนวน 12 ตัว
- 4) Remote Terminal Unit (RTU) 4: ควบคุมวาล์ว จำนวน 12 ตัว

RTU ตัวที่ 1 ถึง 4 ทำหน้าที่ในการควบคุมกระบวนการทำงานของวาล์วในถังหมัก HCLR มีรูปแบบการทำงาน 2 รูปแบบคือ แบบ AUTO และแบบ MANUAL รูปที่ 3.19 แสดงแบบภายในตู้ควบคุม RTU

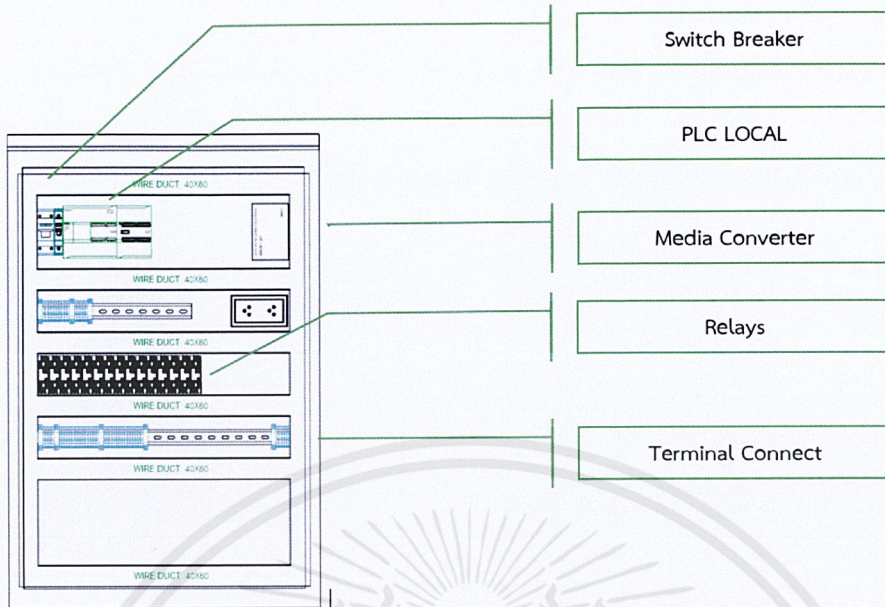


รูปที่ 3.19 แบบภายในตู้ควบคุม RTU

ขั้นตอนวิธีการในการปฏิบัติงานในส่วนควบคุมกระบวนการ และรูปที่ 3.20 แสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมการทำงาน

- 1) สวิตช์เบรกเกอร์: เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อเกิดความผิดปกติในระบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์
- 2) PLC Local: ใช้ควบคุมการทำงานของวาล์วในบ่อ HCLR ให้ทำงานตามที่ได้โปรแกรมไว้
- 3) Terminal Connect: เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อแบบ I/O ระหว่างตู้ Local และ Master
- 4) Media Converter: ทำหน้าที่แปลงสัญญาณระหว่างสายไฟเบอร์ออปติกไปเป็นสัญญาณในระบบแลน
- 5) Relay: ทำหน้าที่เปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยใช้อำนาจแม่เหล็กในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

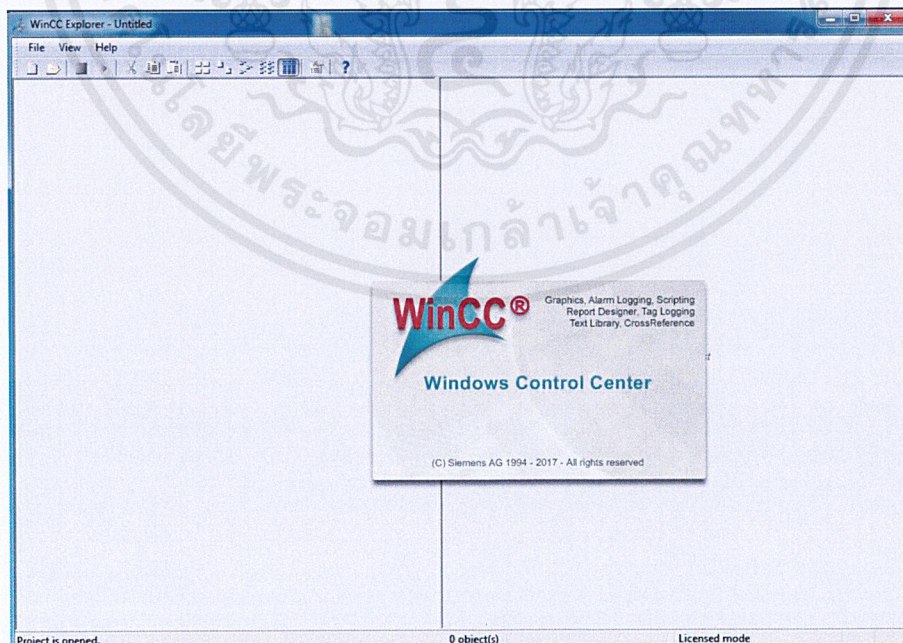


รูปที่ 3.20 อุปกรณ์ภายในตู้ RTU

3.2.3 ระบบแสดงผลผ่านสกาตา

ในการออกแบบระบบแสดงผลผ่านสกาตา ได้ออกแบบ SCADA Graphic สำหรับการผลิตแก๊สชีวภาพ มีทั้งหมด 12 หน้า ซึ่งมีวิธีการสร้างกราฟพิกัดดังนี้

การสร้างกราฟพิกโดยใช้โปรแกรม WinCC Explorer V.7.4.1.0

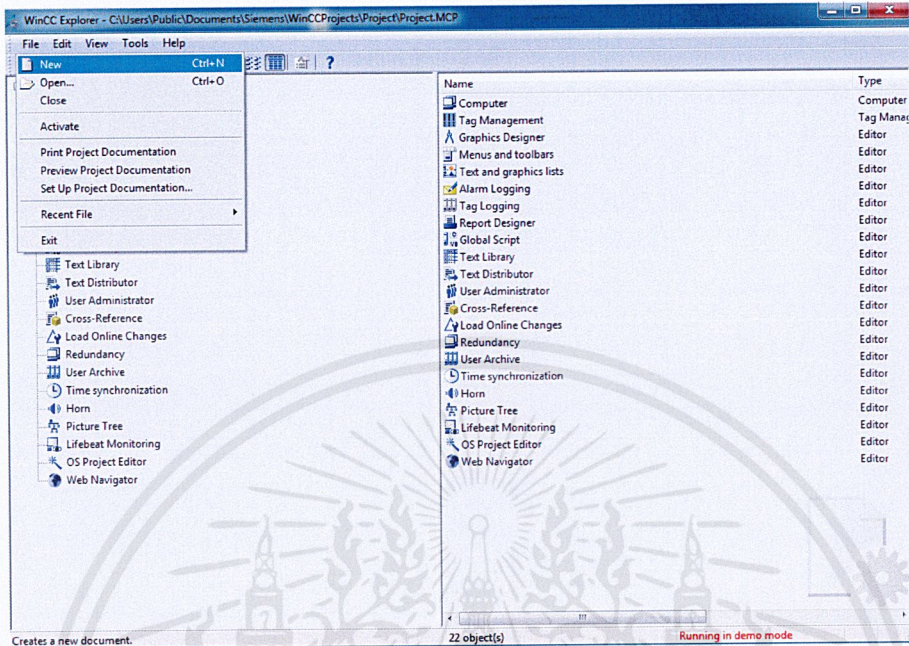


รูปที่ 3.21 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

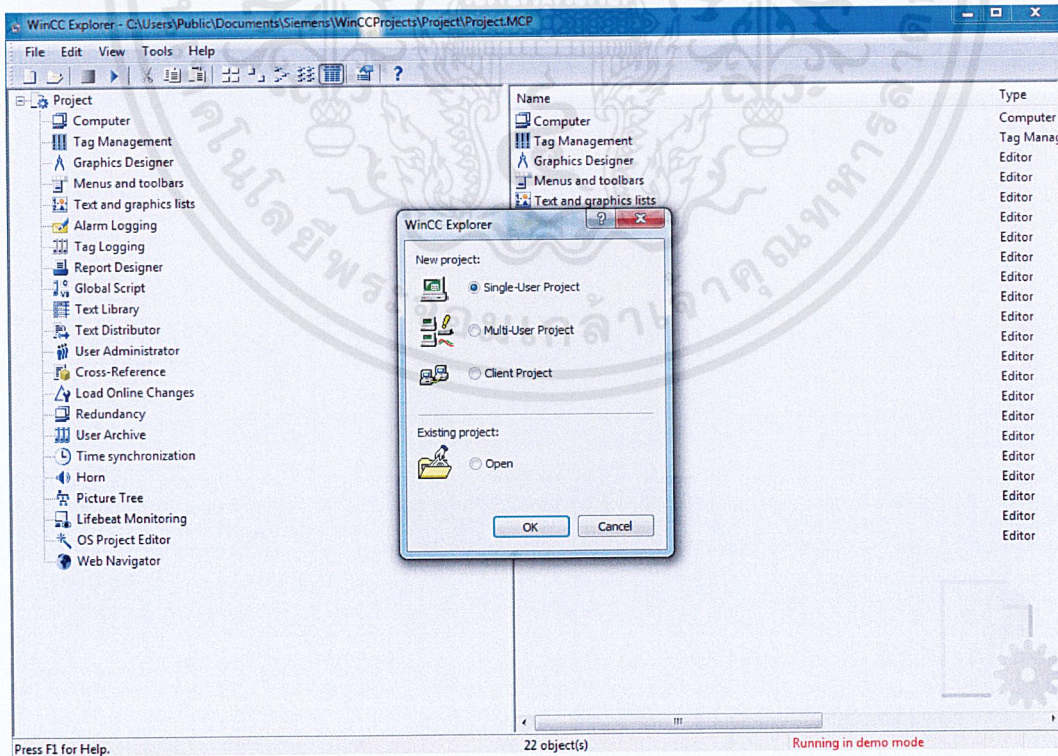
ขั้นตอนการสร้างโปรเจกใหม่

1. เปิดโปรแกรม WinCC explorer V.7.4.1.0 และสร้าง New Project ขึ้นมา



รูปที่ 3.22 หน้าต่างสร้างโปรเจกใหม่

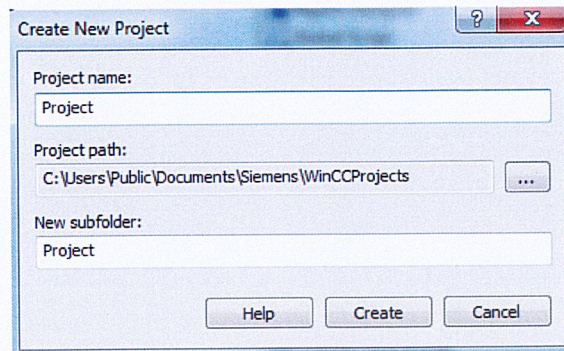
2. จากนั้นเลือก Single-User Project และทำการตั้งชื่อโปรเจก



รูปที่ 3.23 หน้าต่างเลือกชนิดของโปรเจก

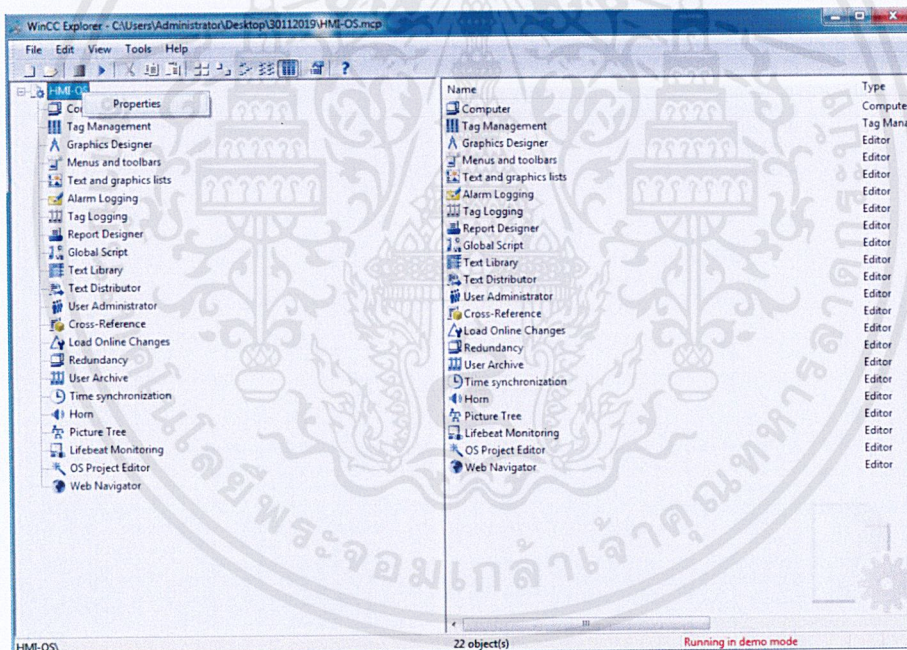
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ช่อง Project Name เป็นช่องที่เราสามารถตั้งชื่อ Project ได้



รูปที่ 3.24 หน้าต่างตั้งชื่อโปรเจค

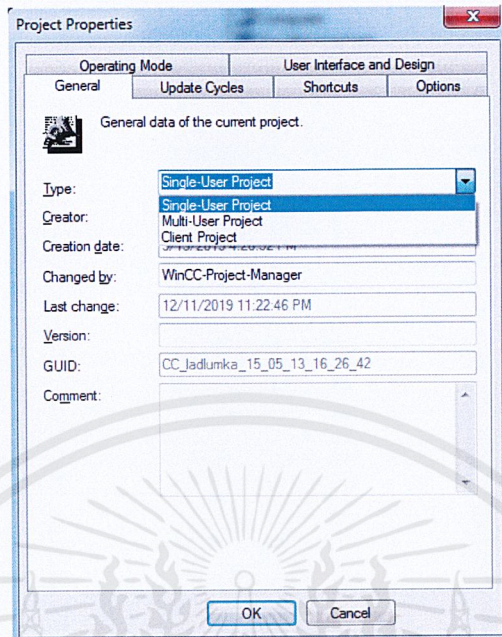
4. เราสามารถตั้งค่าต่างๆใน Project ของเราได้โดยคลิกขวาที่ชื่อ Project ของเราแล้วเลือก Properties



รูปที่ 3.25 หน้าต่างการตั้งค่าของโปรเจค

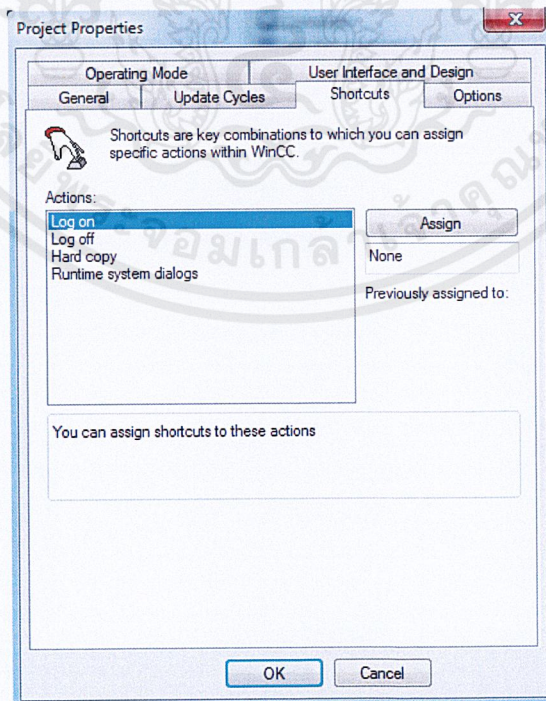
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สามารถเปลี่ยนชนิดของโปรเจกต์ใหม่ได้ในส่วนของ Type ที่ Tab General



รูปที่ 3.26 หน้าต่างเปลี่ยนชนิดโปรเจกต์

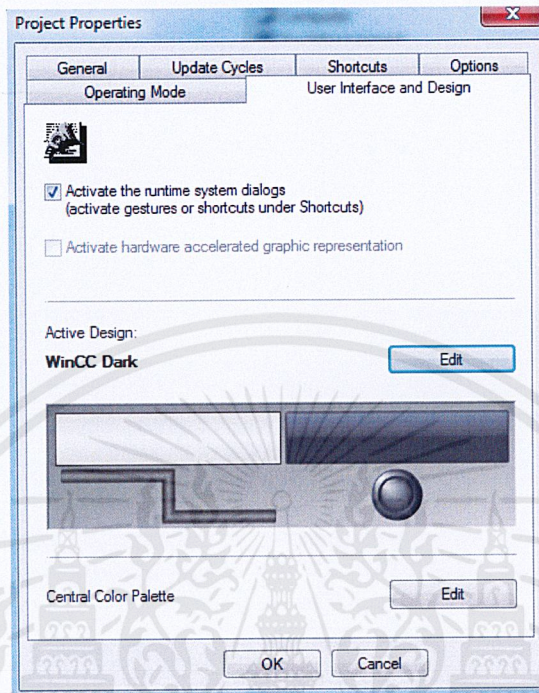
6. สามารถตั้งค่า Keyboard Shortcut ได้ที่ Tab Shortcuts เพื่อให้เข้าถึงการทำงานต่างๆ ได้สะดวก รวดเร็ว และง่ายยิ่งขึ้นเช่นการทำ Log On, Log Off, Hard Copy, Runtime System Dialogs



รูปที่ 3.27 หน้าต่างตั้งค่า Shortcut

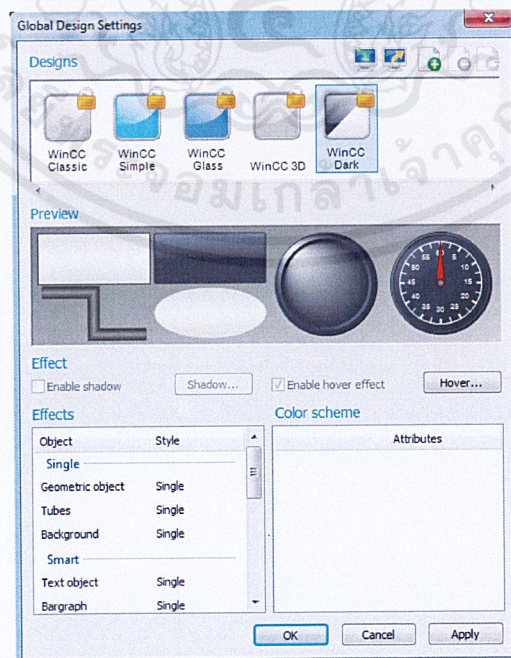
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สามารถตั้งค่า Theme ของ Project ได้โดยการกด Edit ที่ส่วน Active Design ของ Tab User Interface and Design



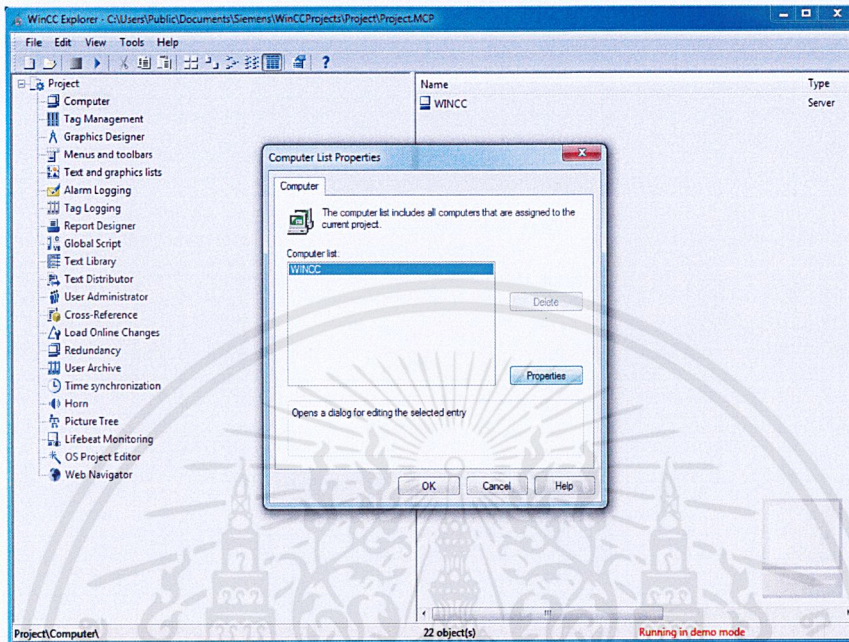
รูปที่ 3.28 การตั้งค่า Theme ของ Project

8. หลังจากกด Edit เข้ามาแล้วจะมี Theme ให้เลือกใช้ 5 แบบคือ WinCC Classic, WinCC Simple, WinCC Glass, WinCC 3D และ WinCC Dark



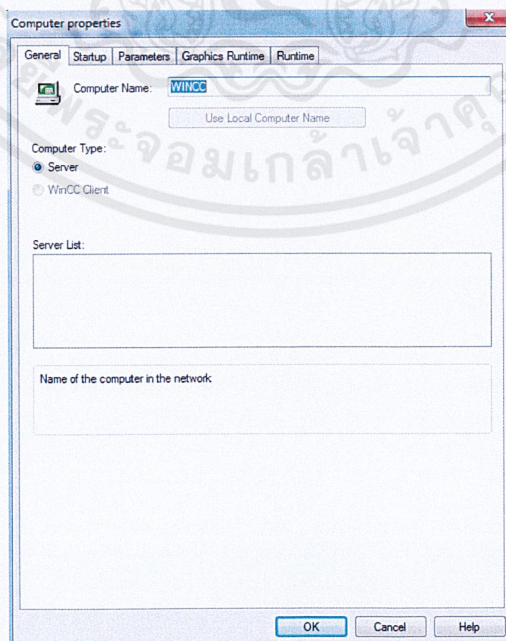
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ให้ผู้อื่นภายนอกองค์กรโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ในส่วนของ Computer หลังจากที่เรารสร้าง Project เสร็จเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะทำการสร้างชื่อของ Computer ให้มีชื่อตรงกันกับชื่อเครื่องของ Computer สามารถแก้ไขได้โดยการคลิกขวาที่ Computer แล้วเลือก Properties



รูปที่ 3.30 การตั้งค่าชื่อของ Computer

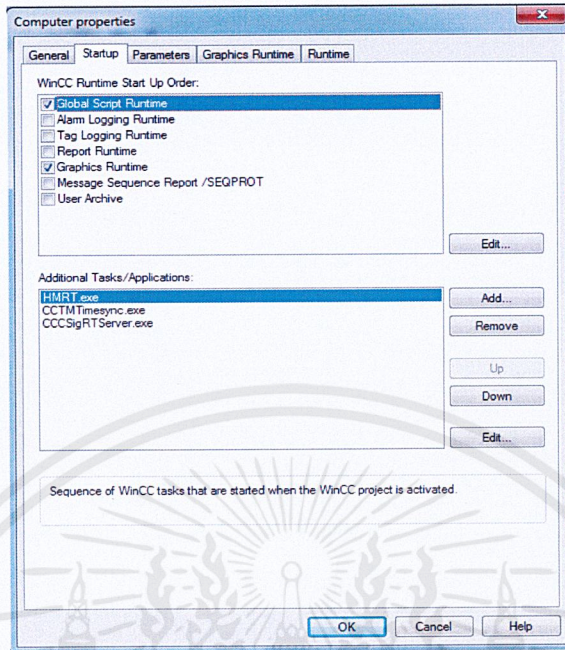
10. สามารถเปลี่ยนชื่อของ Computer ได้ที่ช่อง Computer Name ในกรณีที่เรานำโปรเจกต์ไปใช้กับ Computer เครื่องอื่น หรือสามารถกด Use Local Computer Name ได้โปรแกรมจะทำการเปลี่ยนชื่อให้ตรงกับเครื่องนั้นๆ



รูปที่ 3.31 หน้าต่างตั้งค่าชื่อ Computer

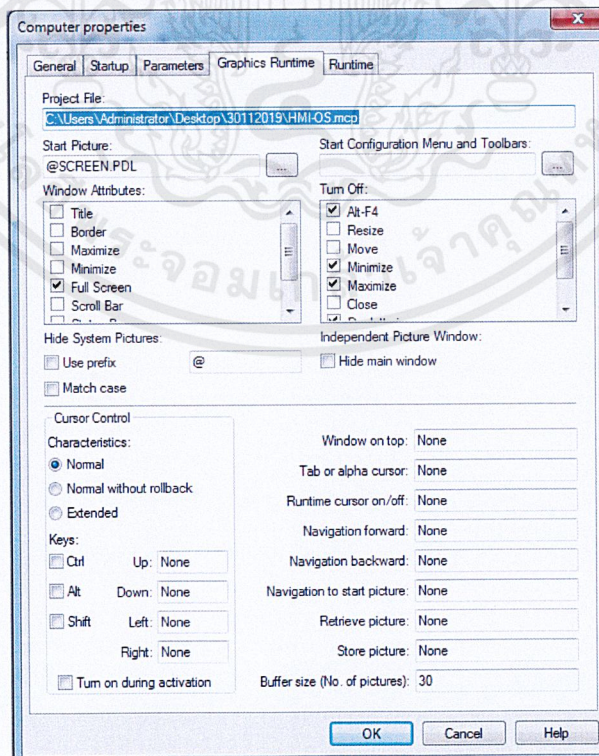
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. สามารถเลือกการใช้งาน Function ของ Runtime ที่จะใช้ในโปรเจกนั้นได้ที่ Tab Startup



รูปที่ 3.32 หน้าต่างเลือก Function ของ Runtime

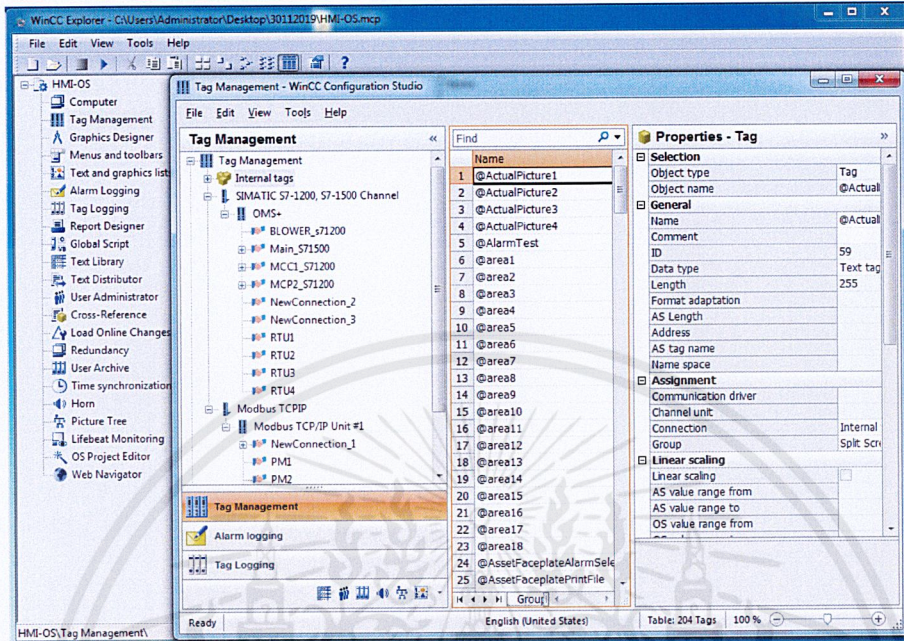
12. Tab Graphics Runtime ที่ช่อง Start Pictures เราสามารถเลือกหน้า Pictures ที่เราต้องการเพื่อที่จะให้เป็นหน้าแรก และเรายังสามารถออกแบบ Menu and Toolbars ที่จะใช้งานได้ที่หน้านี้



รูปที่ 3.33 หน้าต่าง Graphics Runtime

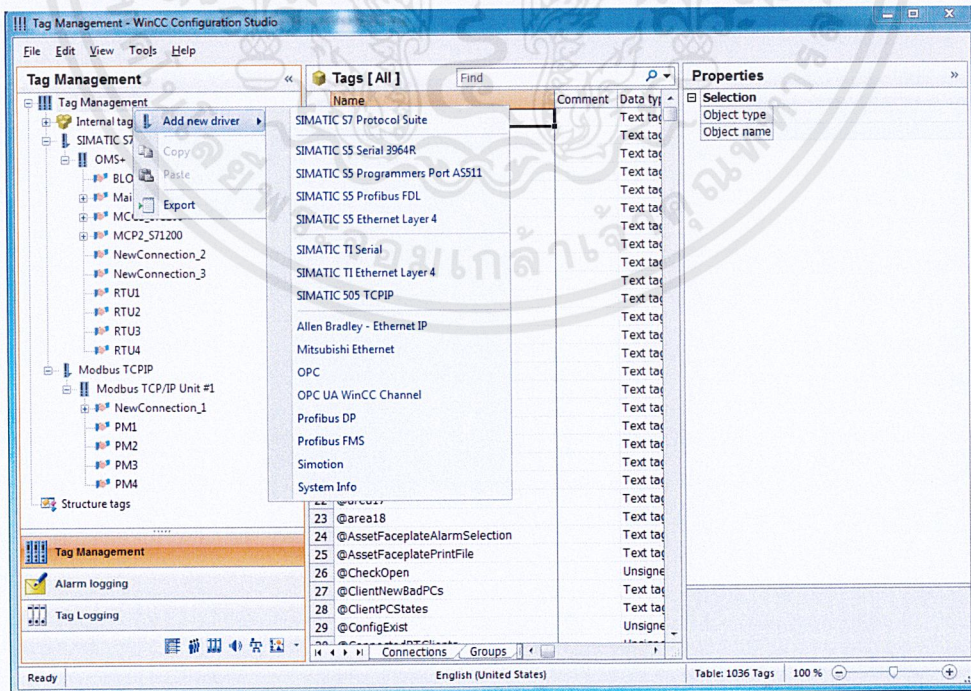
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Tag Management เป็นส่วนที่จะใช้เชื่อมต่อสื่อสารกันระหว่าง PLC และ โปรแกรม WinCC และยังใช้ตั้งชื่อ Tag ต่างๆ เมื่อเรากดเข้าไปที่ Tag Management จะเปิดหน้าต่างการตั้งค่าต่างๆขึ้นมา



รูปที่ 3.34 หน้าต่าง Tag Management

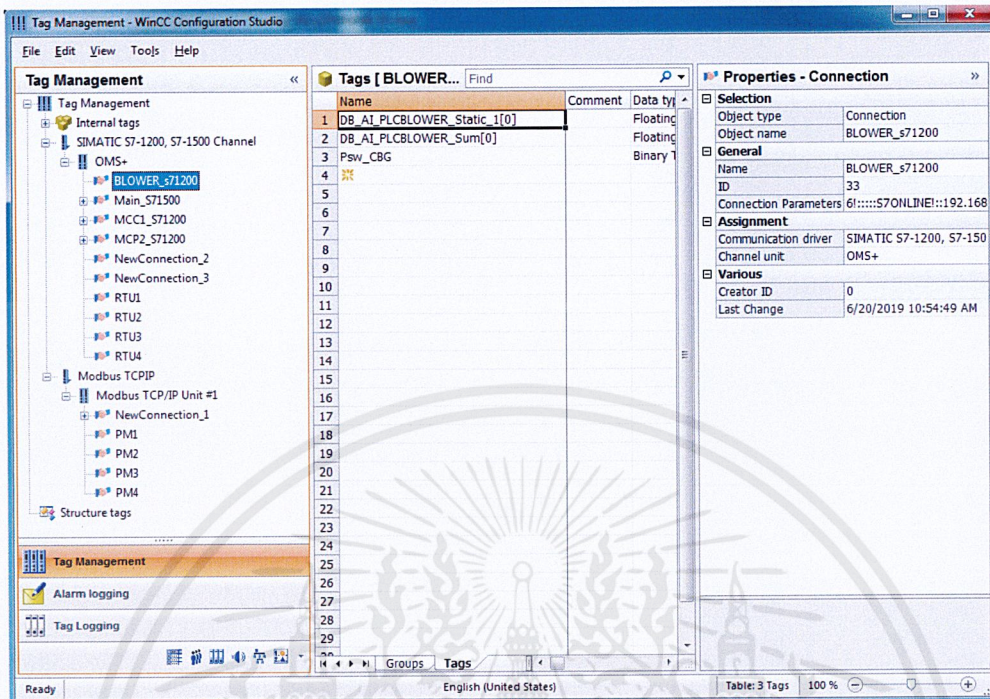
14. เราสามารถเพิ่ม Driver ของ PLC ที่เราจะใช้สื่อสารได้โดยการคลิกขวาที่ Tag Management แล้วเลือก Add New Driver



รูปที่ 3.35 การเพิ่ม New Driver

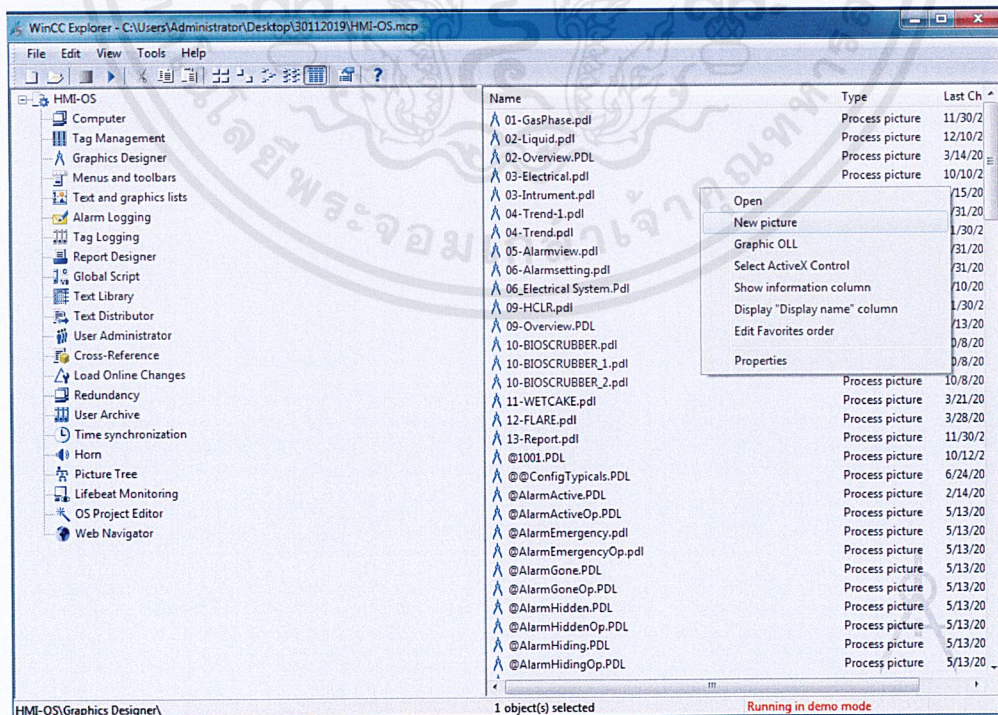
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. จากนั้นทำการเพิ่ม PLC ที่จะใช้ใน Driver ที่เราเลือกไป และจะสามารถตั้งชื่อ Tag ของ PLC ได้



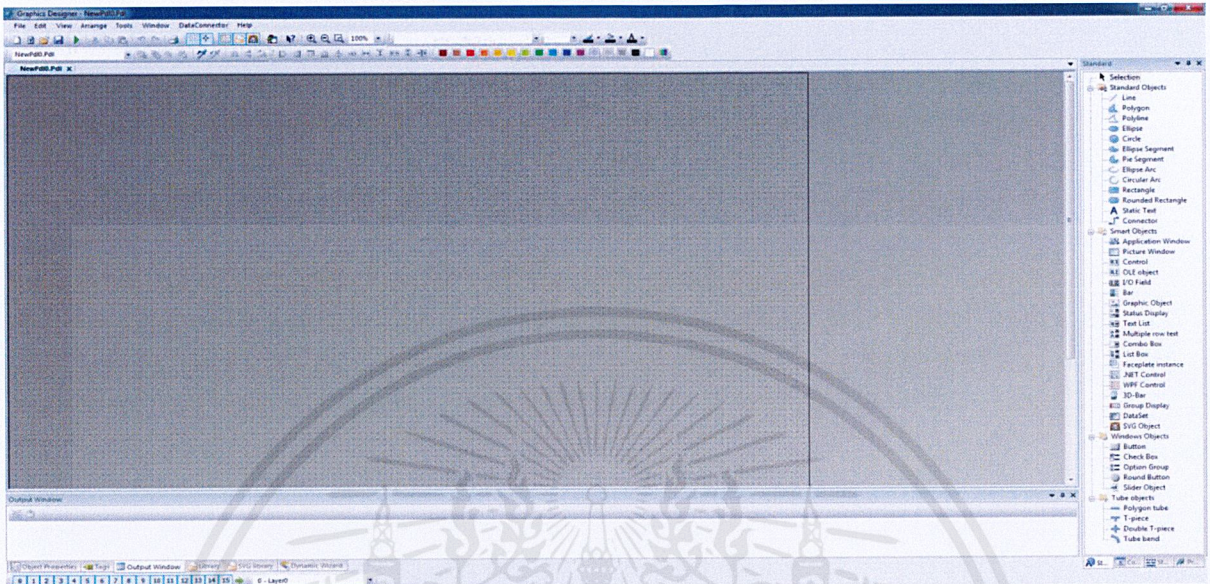
รูปที่ 3.36 การตั้งชื่อ Tag

16. ทำการสร้างกราฟฟิกหรือหน้าจอ SCADA โดยเลือกไปที่ Graphics Designer หลังจากนั้นคลิกขวาแล้วเลือก New Pictures เพื่อสร้างหน้าใหม่ขึ้นมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

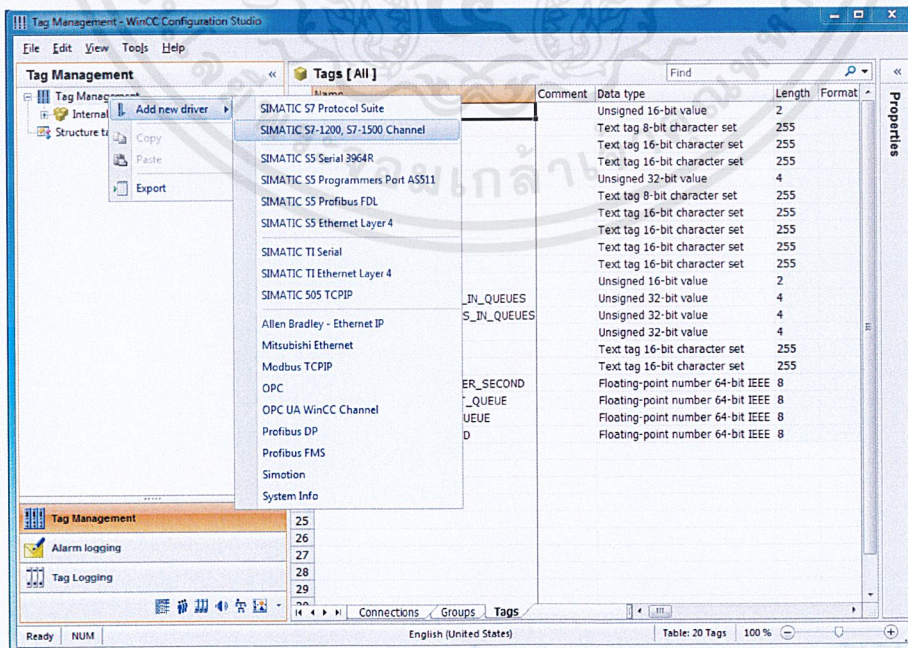
17. หลังจากที่เราเลือกไปที่ New Pictures แล้วโปรแกรมจะทำการเปิดหน้าต่าง Graphics Designer ขึ้นมา เพื่อให้เราสามารถเขียนหน้าจอได้



รูปที่ 3.38 หน้าต่าง User interface

การ Import PLC Tags (S7-1200/1500) ไปยังโปรแกรม WinCC Explorer V.7.4.1.0 ทำได้ดังนี้

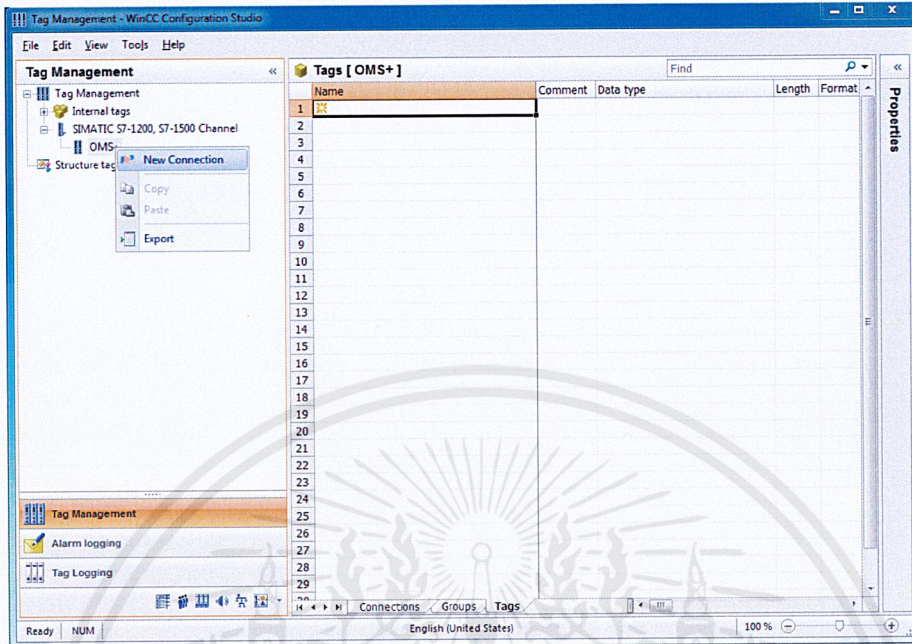
1. ต้องตั้งค่าโปรแกรม WinCC Explorer V.7.4.1.0 ให้สามารถสื่อสารกับ PLC S7-1200/S7-1500 ให้ได้ ก่อนโดยเข้าไปที่ Tag Management แล้วทำการเลือก Add New Driver จากนั้นเลือก SIMATIC S7-1200, S7-1500 Channel



รูปที่ 3.39 การ Add New Driver

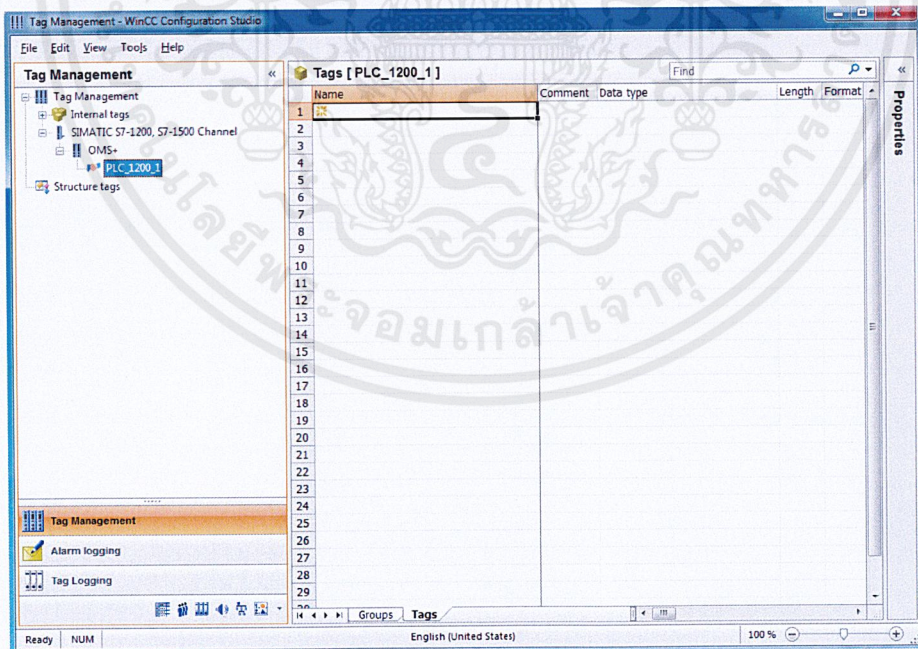
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากนั้นทำการเพิ่ม New Connection



รูปที่ 3.40 การเพิ่ม New Connection

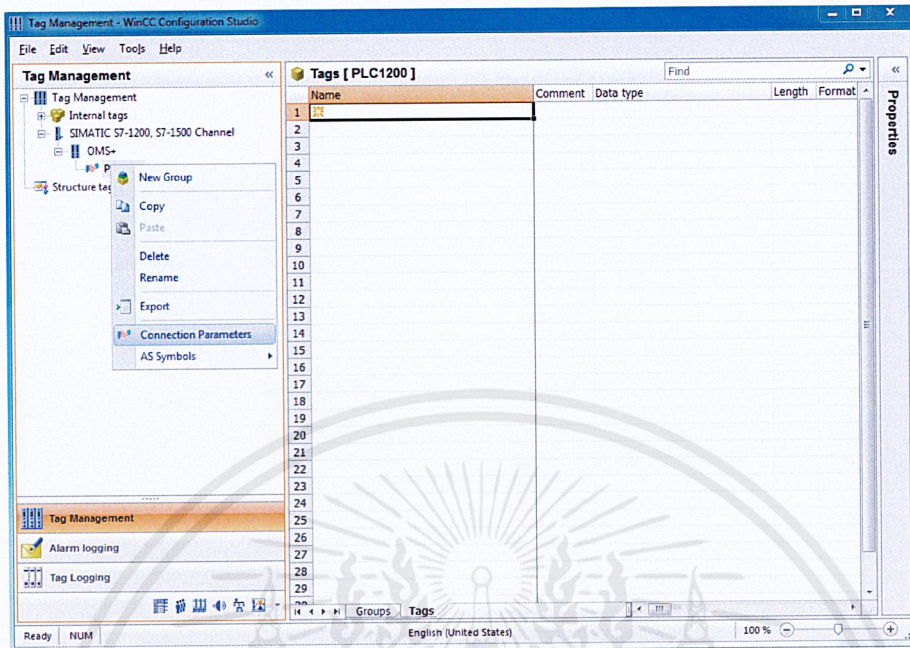
3. หลังจากเพิ่ม New Connection แล้วก็ทำการตั้งชื่อ



รูปที่ 3.41 การตั้งชื่อ PLC

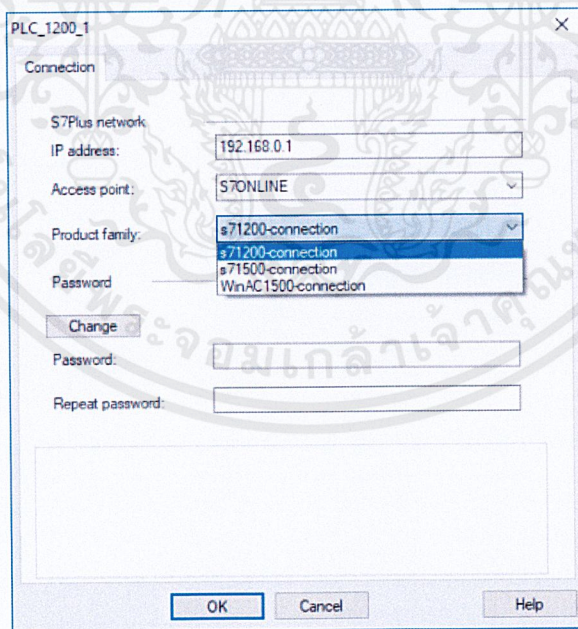
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตั้งค่า Connection Parameters เพื่อให้สามารถสื่อสารกับ PLC ได้



รูปที่ 3.42 การตั้งค่า Connection Parameters

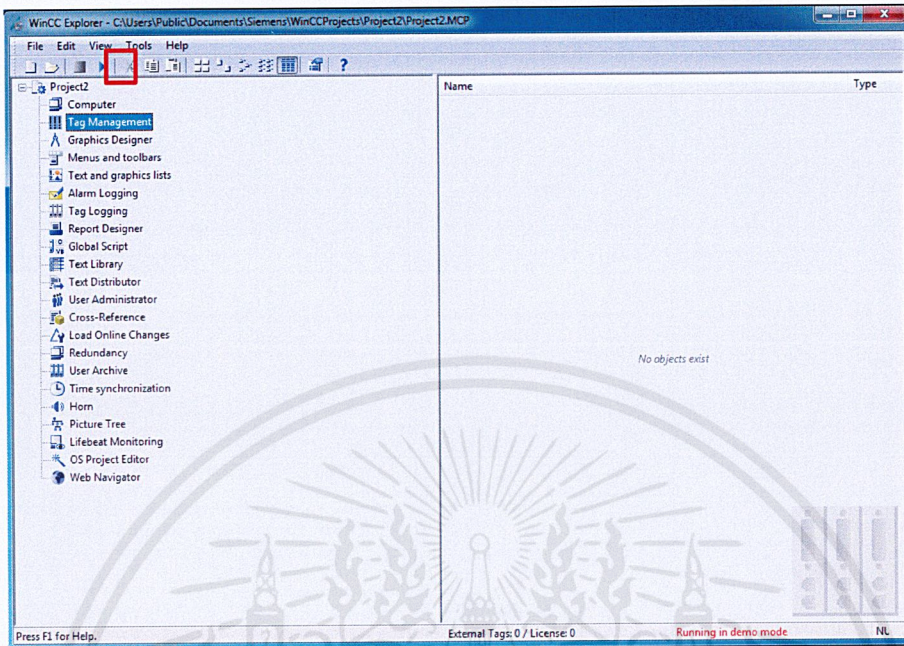
5. ตั้งค่า IP ของ PLC, Access Point และ Product Family ให้ตรงกับการใช้งานจริง



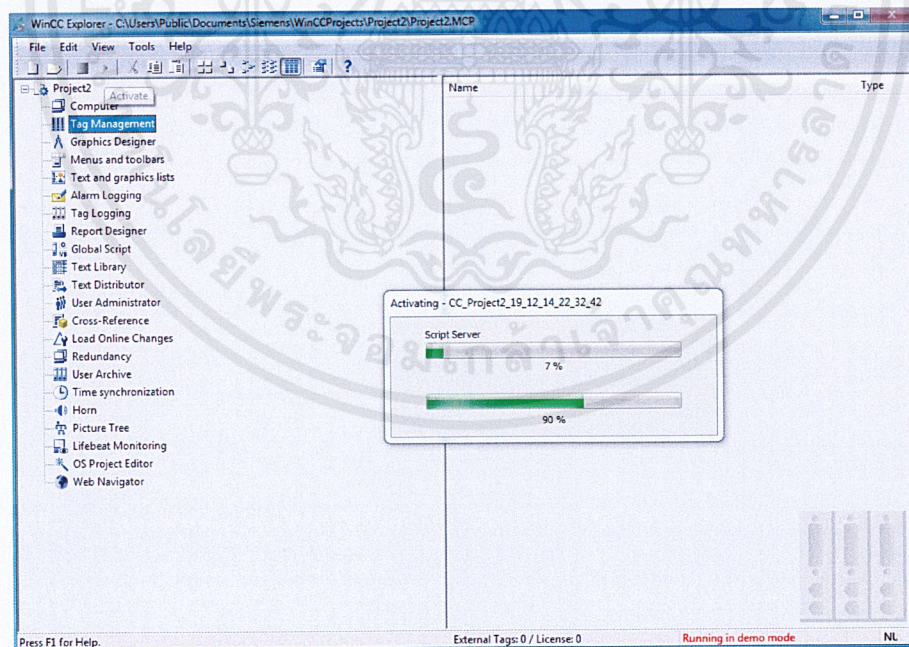
รูปที่ 3.43 หน้าต่างตั้งค่า IP ของ PLC, Access Point และ Product Family

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการกดปุ่ม Run เพื่อสั่งให้โปรแกรม WinCC Explorer V.7.4.1.0 ทำงาน



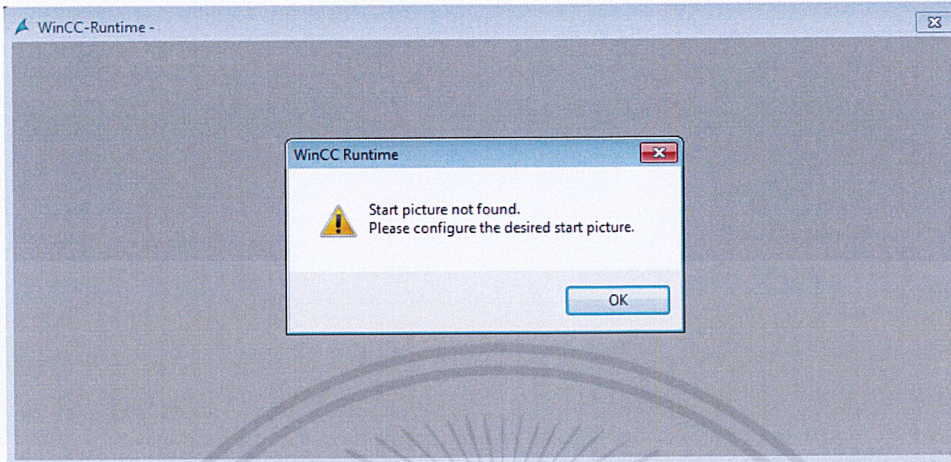
รูปที่ 3.44 การสั่ง Run โปรแกรม



รูปที่ 3.45 หน้าต่างโหลดโปรแกรม

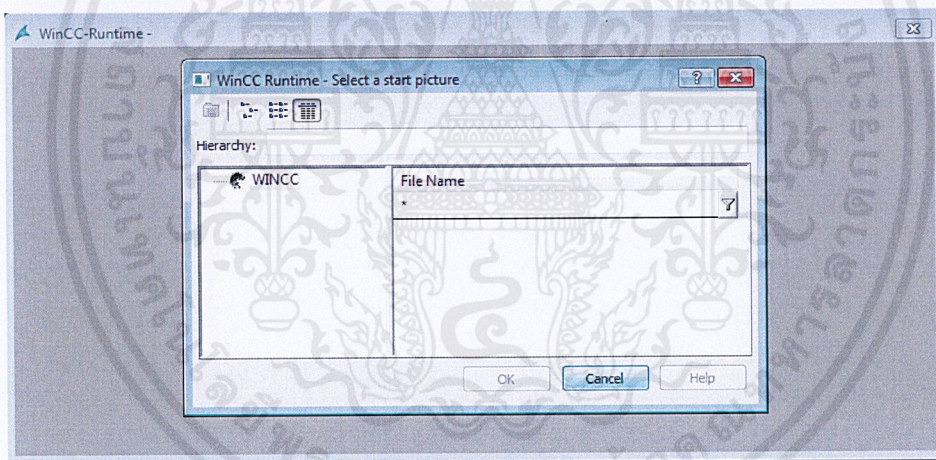
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โปรแกรมจะแจ้งว่า Start Picture not Found เนื่องจากเรายังไม่ได้สร้าง Graphics Designer ก็ไม่เป็นไร เพราะแค่ต้องการให้ PLC สื่อสารกับโปรแกรม



รูปที่ 3.46 โปรแกรมหา Picture ไม่พบ

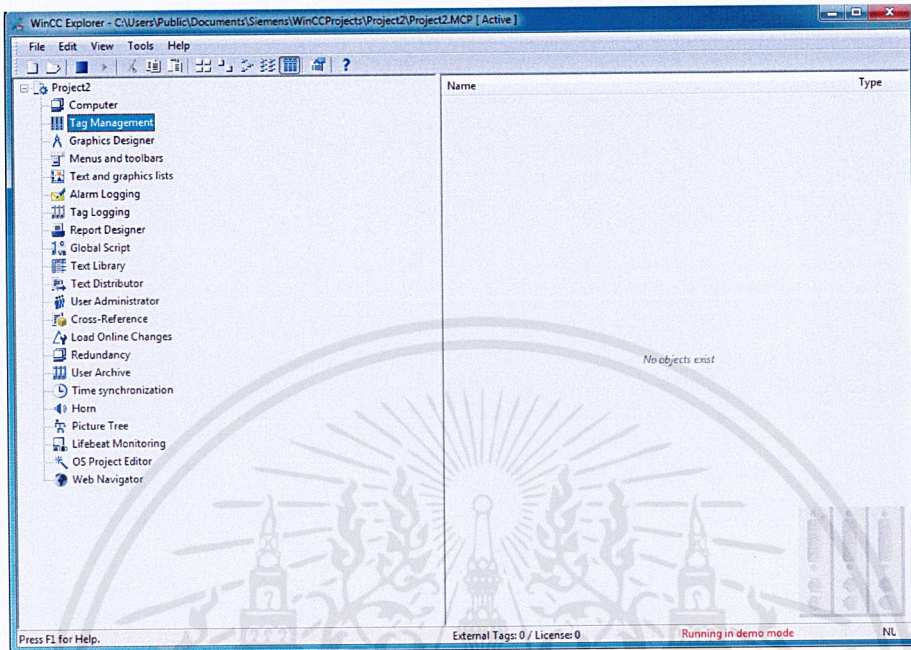
8. กด Cancel เพื่อไม่ต้องหา Pictures ให้โหลด



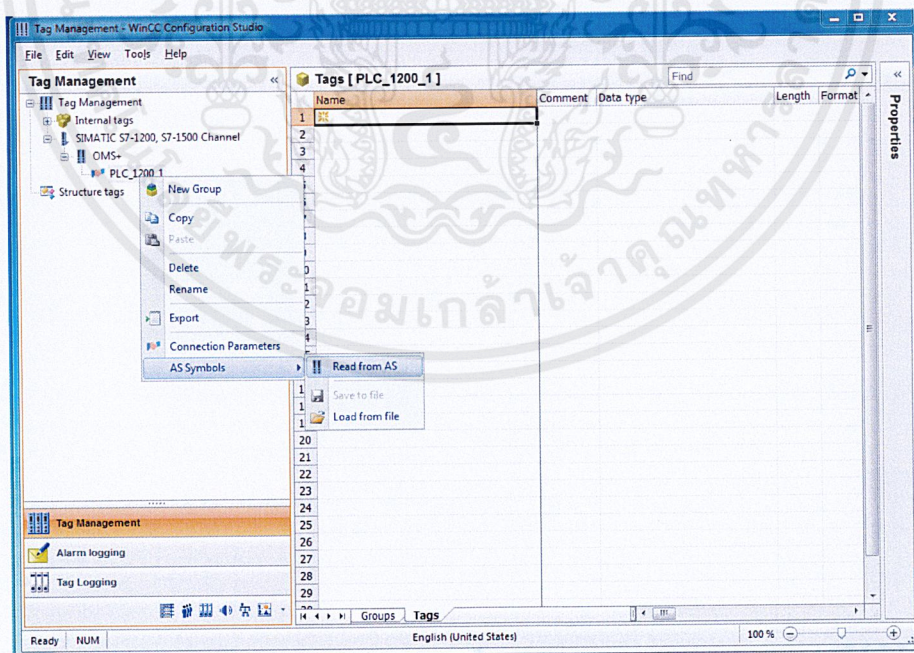
รูปที่ 3.47 หน้าต่างเลือก Pictures

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. หลังจากที่โปรแกรมทำงานแล้วให้คลิกขวาที่ PLC หลังจากนั้นเลือก AS Symbol แล้วเลือก Read from AS



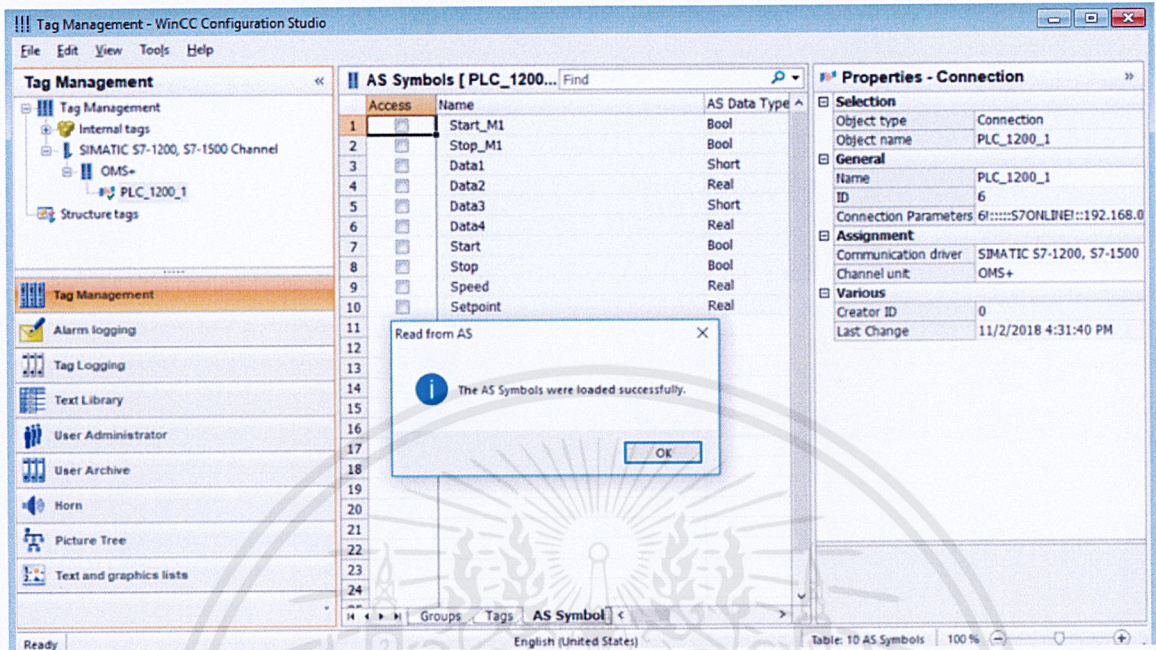
รูปที่ 3.48 หน้าต่าง Tag Management



รูปที่ 3.49 การเลือก Read from AS

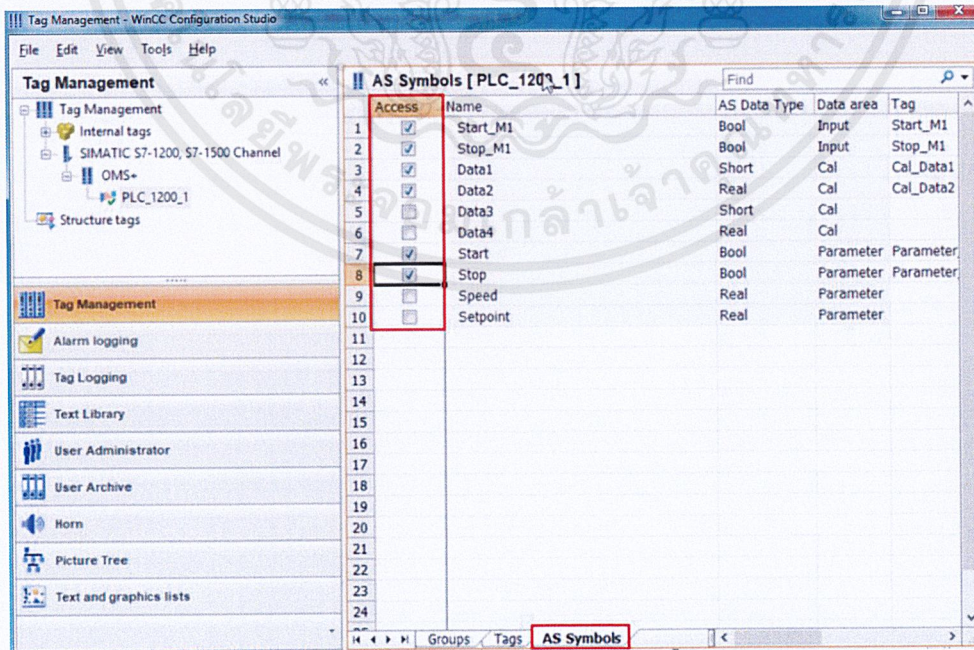
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. โปรแกรมจะไปสื่อสารกับ PLC เพื่อดึง Tag ทั้งหมดที่มีจาก PLC และนำมาเก็บไว้ที่ Tab AS Symbol



รูปที่ 3.50 หน้าต่าง Tab AS Symbol

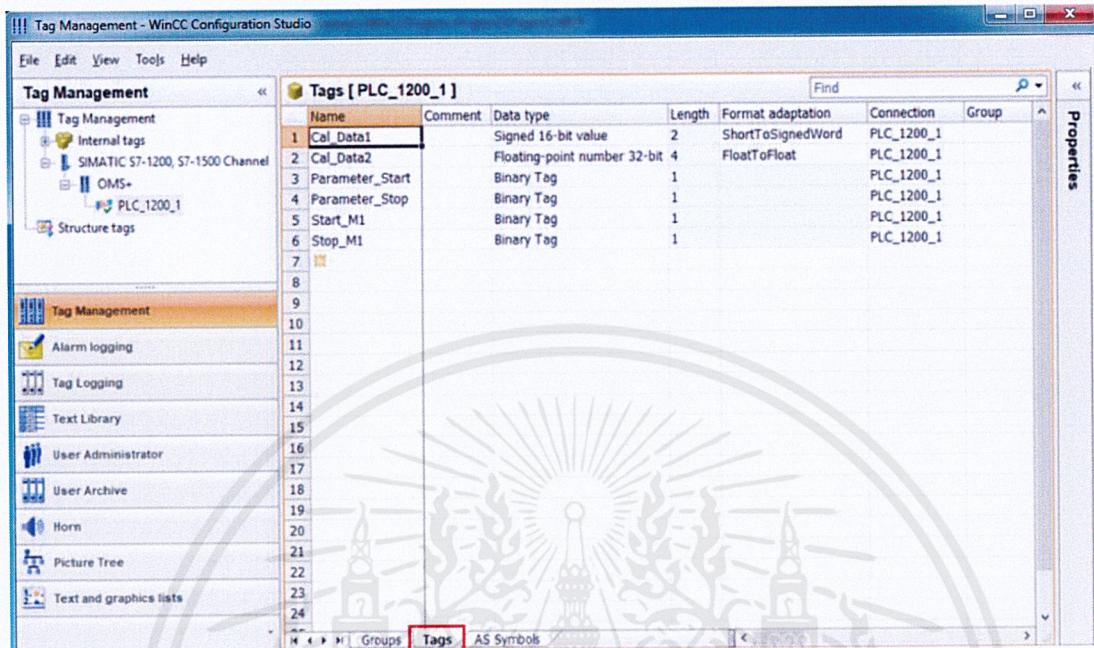
11. ที่ Tab AS Symbol นั้น ยังไม่ใช่ Tag ที่เราจะนำมาใช้จริงๆบน WinCC 7.4 แต่เราต้องทำการเลือก Tag ที่ต้องการนำมาใช้จริงๆ โดยเลือกเครื่องหมายถูกที่ Column Access



รูปที่ 3.51 การเลือก Tag มาใช้

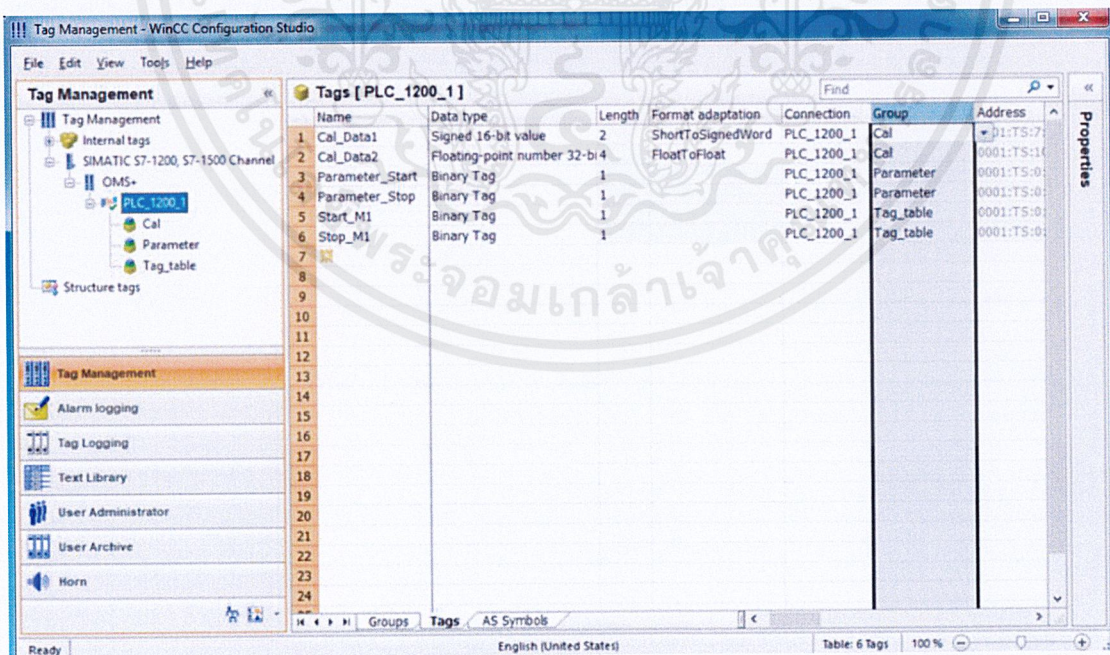
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. หลังจากเลือก Tag ที่ต้องการใช้งานแล้ว Tag เหล่านั้นจะมาอยู่ใน Tab Tags ซึ่ง Tag ที่เข้ามานั้นจะสามารถนำมาใช้งานใน WinCC ได้จริงๆ



รูปที่ 3.52 Tag ที่นำมาใช้ได้

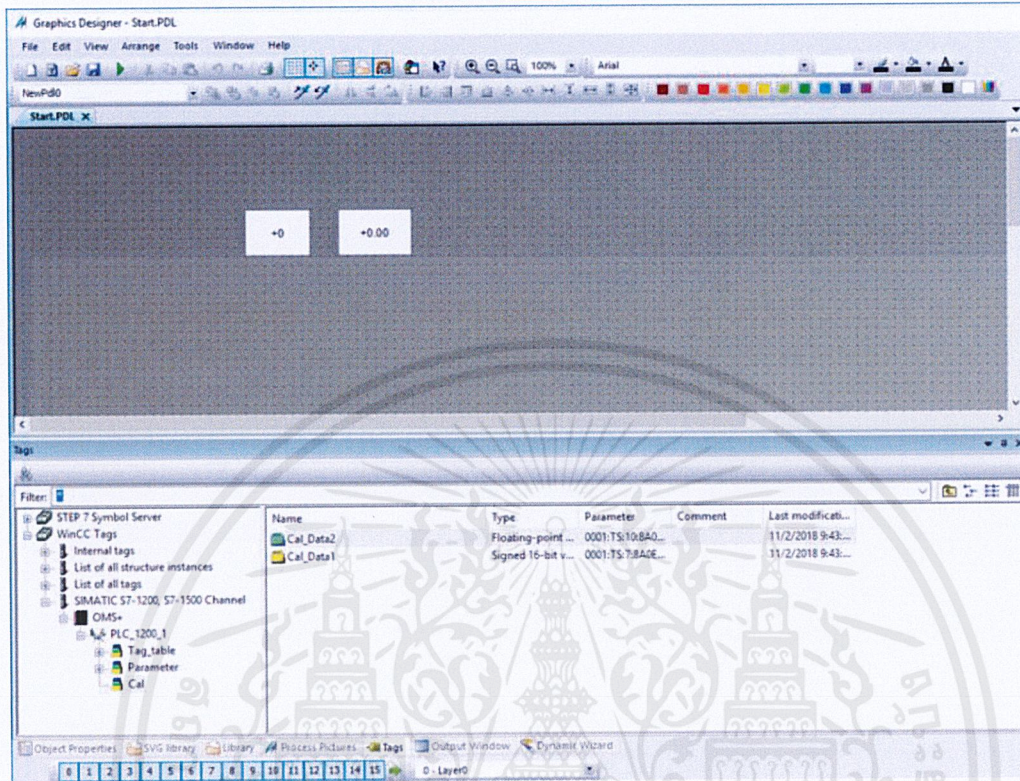
13. เรายังสามารถจัดกลุ่มของ Tag เพื่อความเป็นระเบียบและง่ายต่อการใช้งาน



รูปที่ 3.53 การจัดกลุ่ม Tag

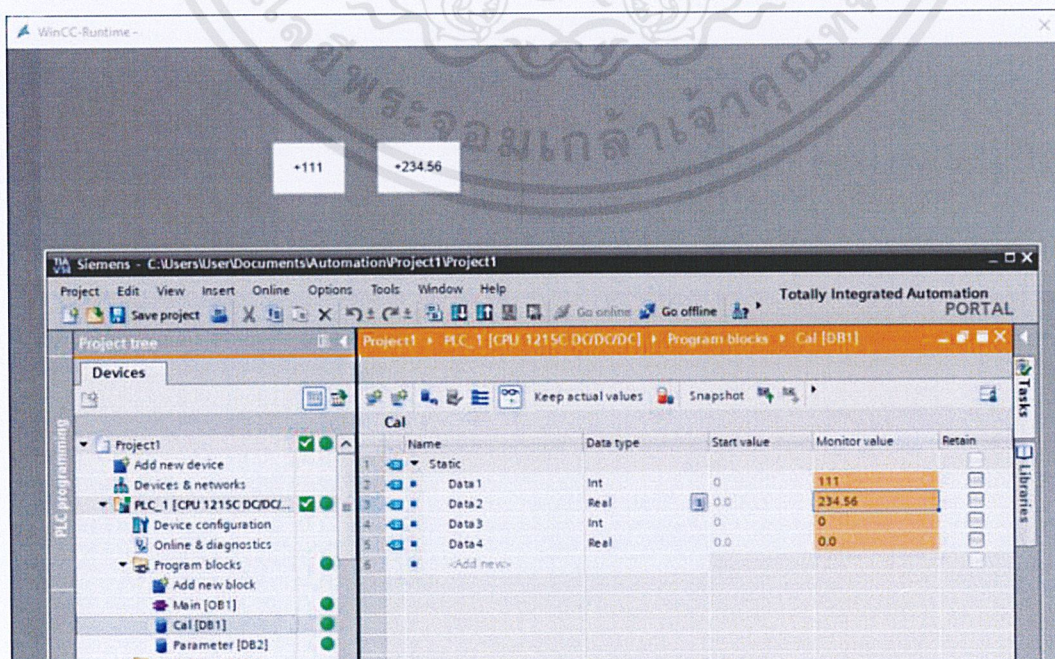
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. หลังจากนั้นเป็นการทดสอบว่า PLC เชื่อมต่อและสามารถสื่อสารกับโปรแกรม WinCC ได้จริงโดยการนำ Tag บาง Tag มาวางบนหน้า Graphics Designer



รูปที่ 3.54 หน้าต่าง Graphics Designer

15. จากนั้นเมื่อสั่งให้ทำงานจะพบว่าเลขจากโปรแกรม TIA Portal และเลขจากหน้าต่าง Graphic Designer ใน WinCC นั้นมีค่าเท่ากันก็คือโปรแกรมสามารถสื่อสารกับ S7-1200/S7-1500 ได้แล้ว

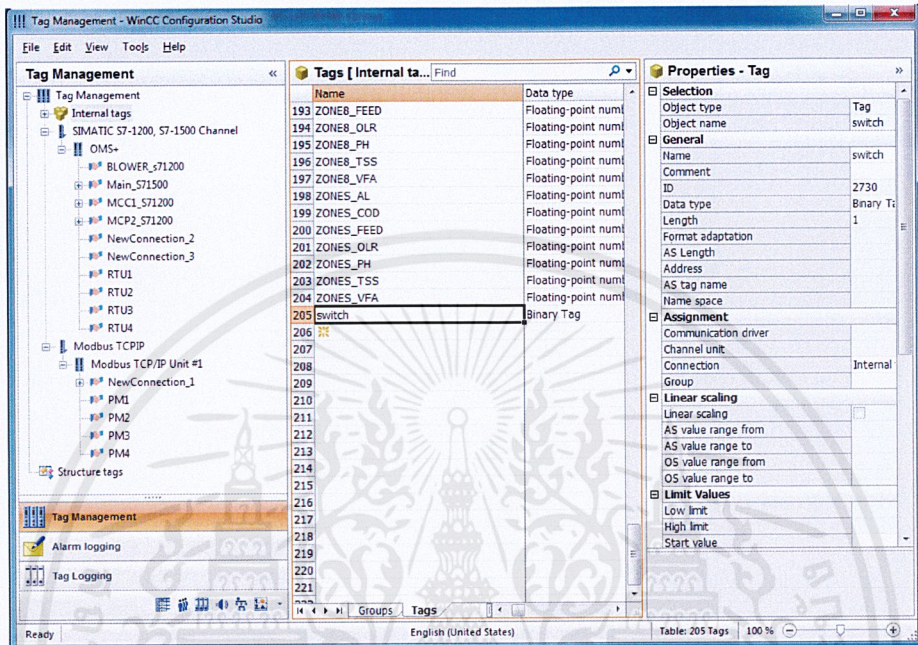


รูปที่ 3.55 WinCC สื่อสารกับ TIA Portal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

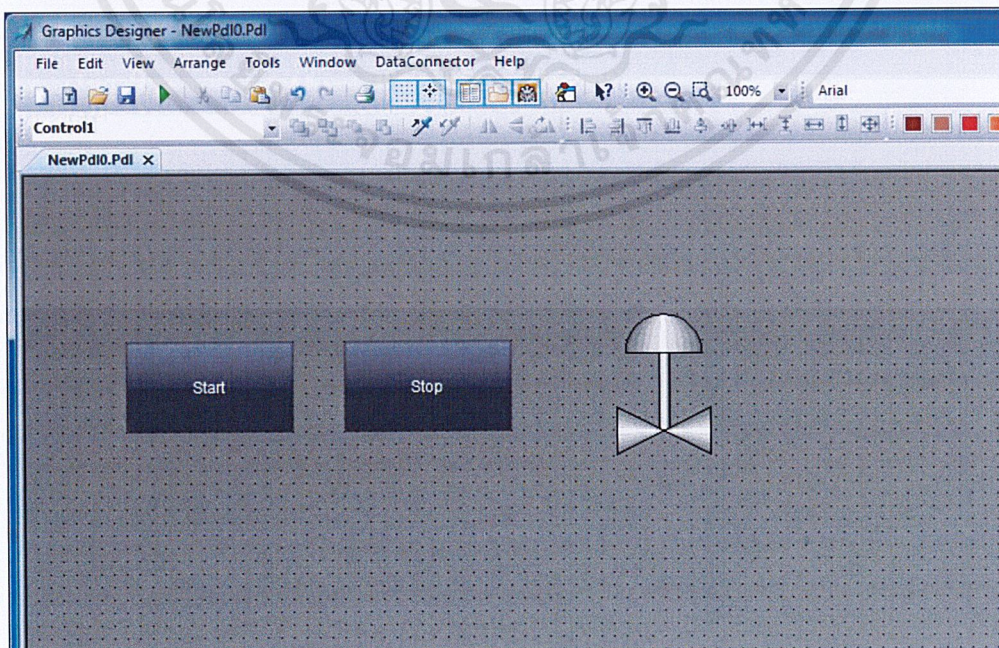
การสร้าง Switch Button เพื่อสั่ง Start Stop การเปิดปิดวาล์วบนโปรแกรม WinCC Explorer V.7.4.1.0 มีดังนี้

1. เข้าไปที่ Tag Management เพื่อทำการสร้าง Tag การใช้งานโดยตั้งชื่อว่า Switch1 แล้วเลือก Data Type เป็น Binary Tag



รูปที่ 3.56 การสร้าง Tag และตั้งชื่อ

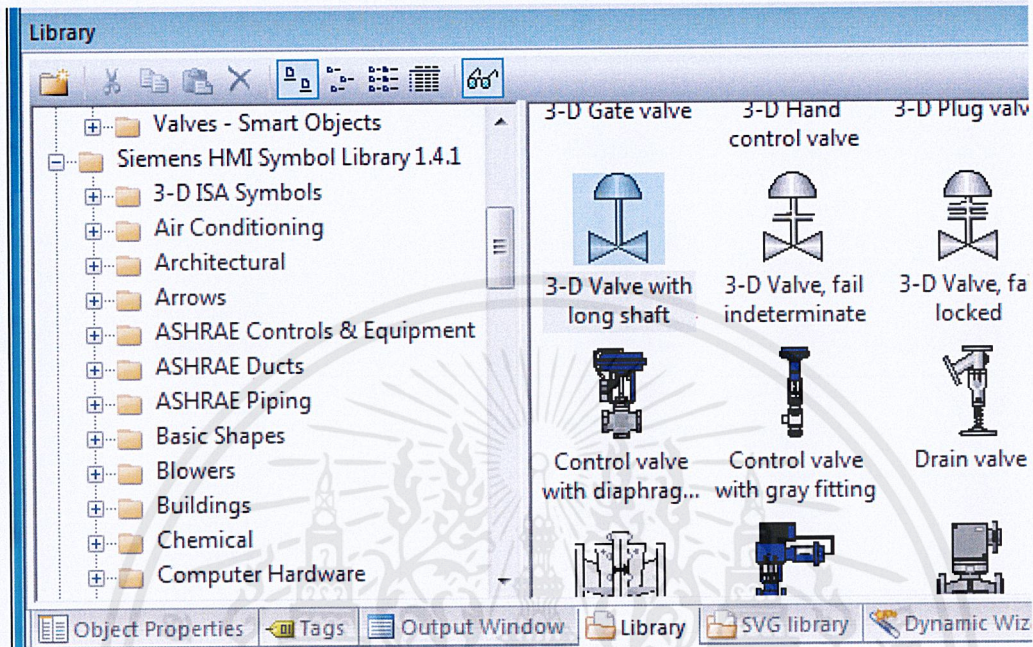
2. จากนั้นไปที่ Graphics Designer เพื่อสร้างหน้าจอ SCADA สร้าง Button Switch ขึ้นมา ปุ่มคือ Start และ Stop โดยนำมาจาก Window Objects



รูปที่ 3.57 การสร้างปุ่มและวาล์ว

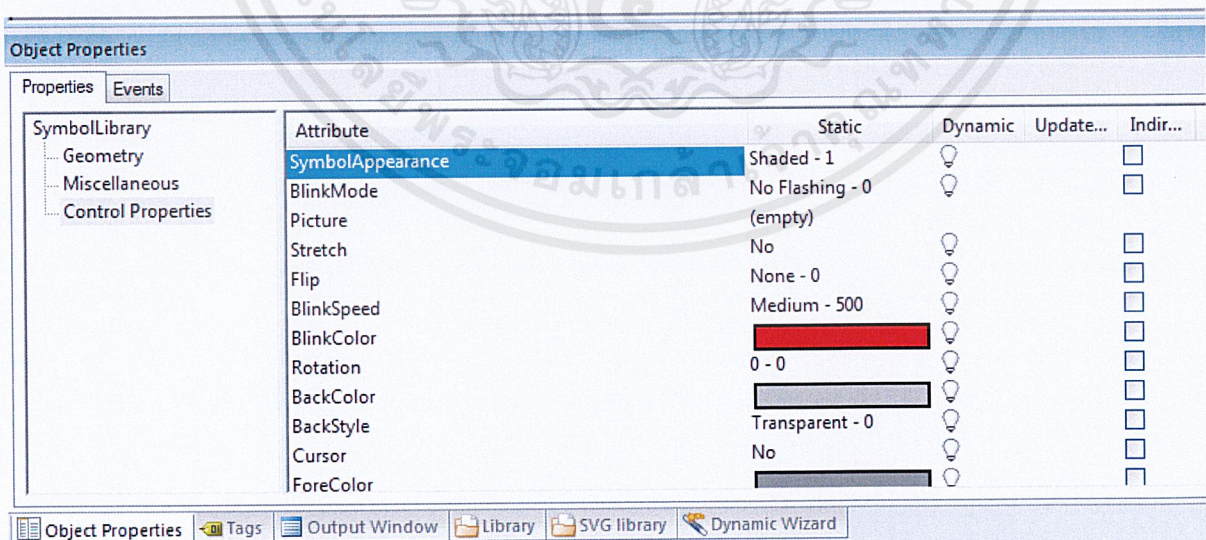
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โดยส่วนของรูปวาล์วนำมาจาก Library อยู่ข้างล่างของหน้าจอ จากนั้นเลือกไปที่ Siemens HMI Symbol Library แล้วเลือกไปที่ Valves เลือกรูปที่ต้องการโดยในวาล์วที่เลือกใช้คือ 3-D Valve with Long Shaft



รูปที่ 3.58 หน้าต่างเลือกวาล์ว

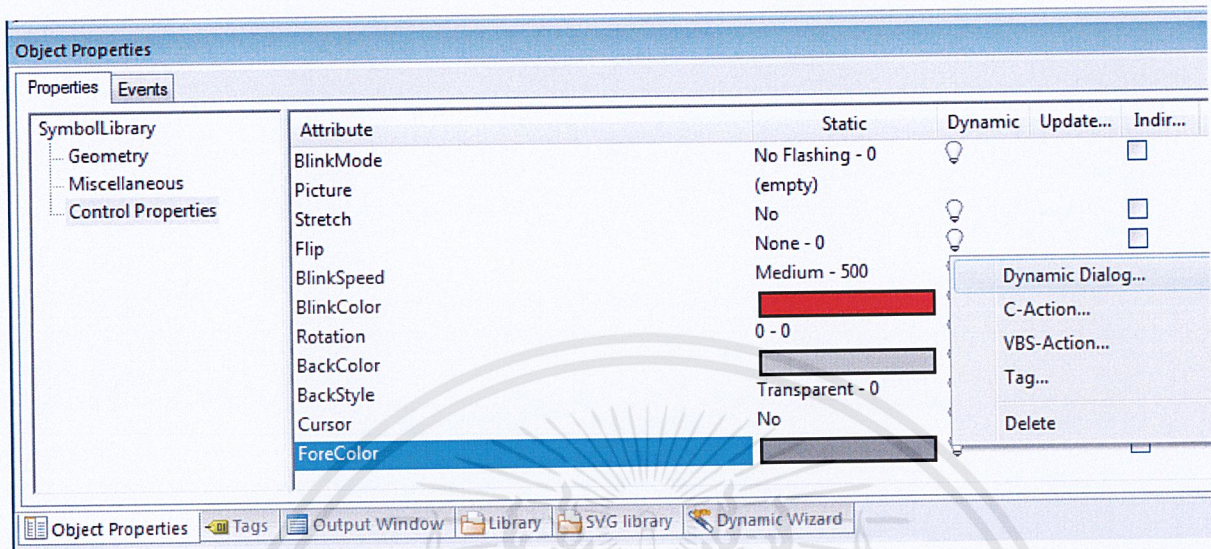
4. คลิกขวาที่รูปวาล์วแล้วเลือก Properties จากนั้นไปที่ Control Properties แล้วตั้งค่า Symbol Appearance เป็น Shaded-1 เพื่อให้สามารถเปลี่ยนสีของวาล์วได้



รูปที่ 3.59 การตั้งค่า Symbol Appearance

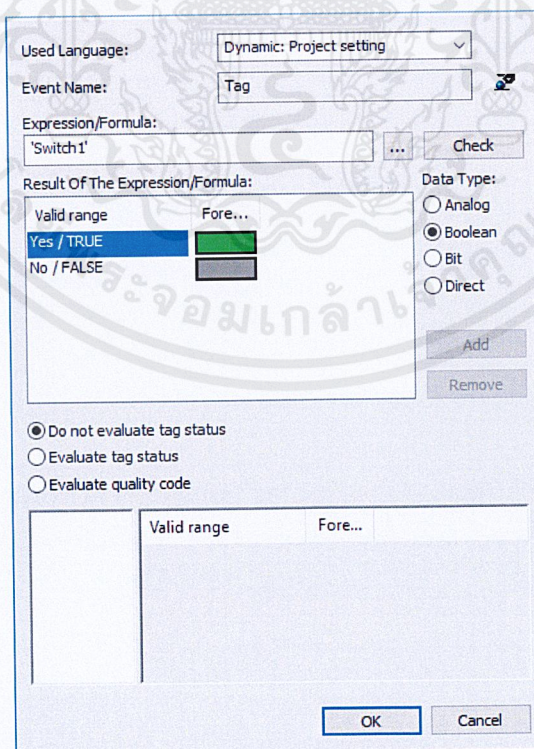
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการ Link Tag เพื่อเปลี่ยนสีให้กับวาล์ว โดยทำการคลิกขวาที่รูปหลอดไฟตรง ForeColor แล้วเลือก Dynamic Dialog



รูปที่ 3.60 การ Link Tag และเปลี่ยนสี

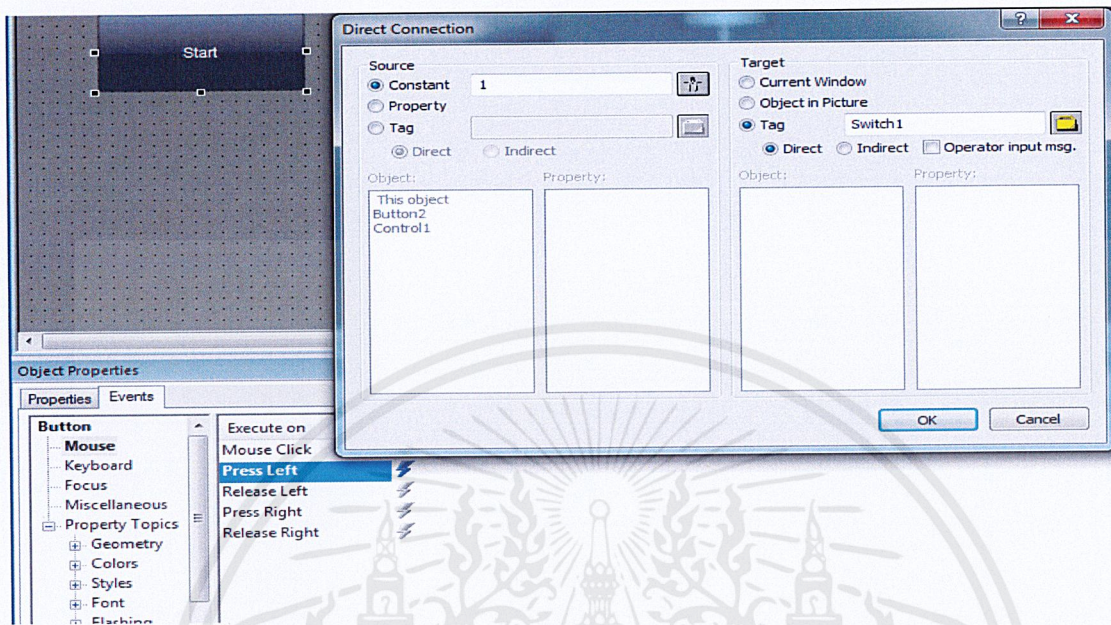
7. จากนั้นตั้งค่า Event Name เป็น Tag แล้วเลือก Expression/Formula เป็น Switch1 ที่เราตั้งไว้แล้ว ตั้งค่าสีในกรณีที่ Tag Switch เป็นจริงและเป็นเท็จตามต้องการ



รูปที่ 3.61 หน้าต่างเปลี่ยนสีวาล์ว

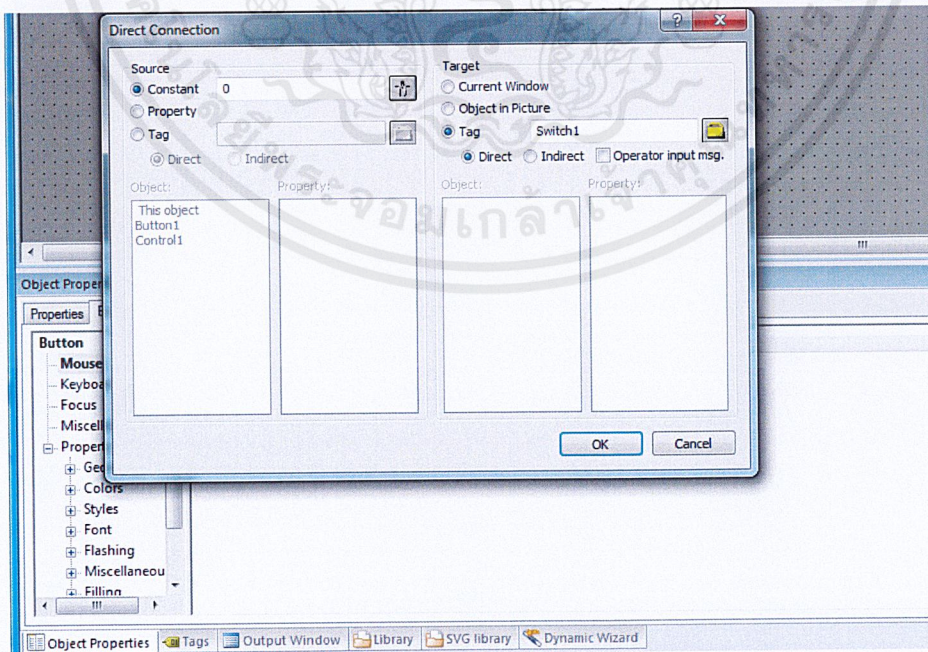
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. จากนั้นคลิกขวาที่ปุ่ม Start แล้วเลือกไปที่ Properties จากนั้นเลือกที่ Events เลือกไปที่ Mouse แล้วไปที่ Press Left แล้วใส่ Constant = 1 ให้กับ Tag Switch1



รูปที่ 3.62 หน้าต่างตั้งค่า Constant=1

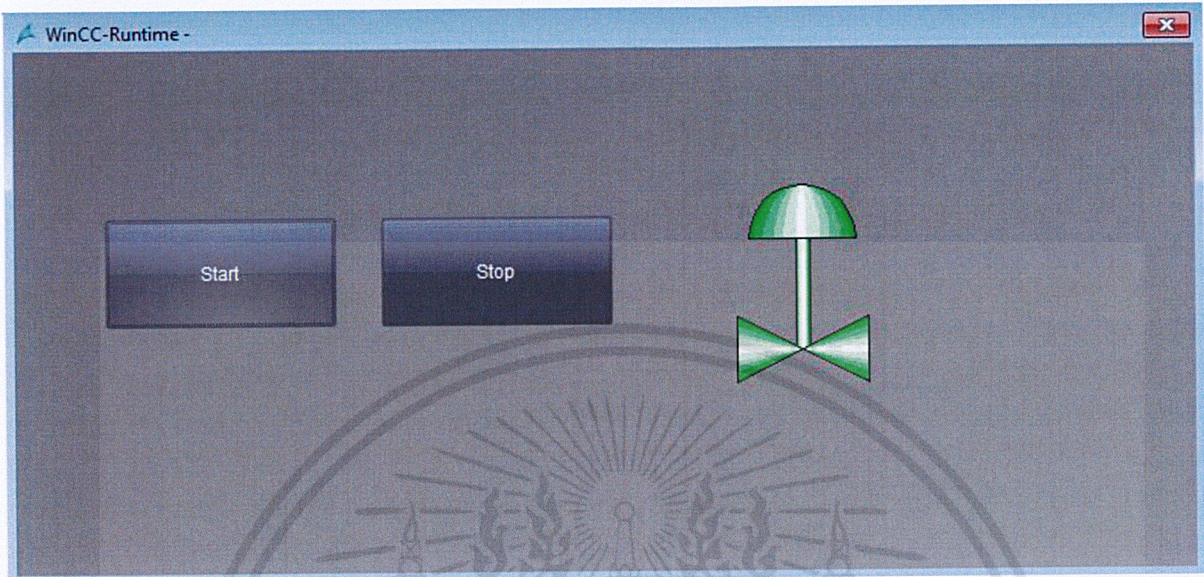
9. จากนั้นคลิกขวาที่ปุ่ม Start แล้วเลือกไปที่ Properties จากนั้นเลือกที่ Events เลือกไปที่ Mouse แล้วไปที่ Press Left แล้วใส่ Constant = 0 ให้กับ Tag Switch1



รูปที่ 3.63 หน้าต่างตั้งค่า Constant=0

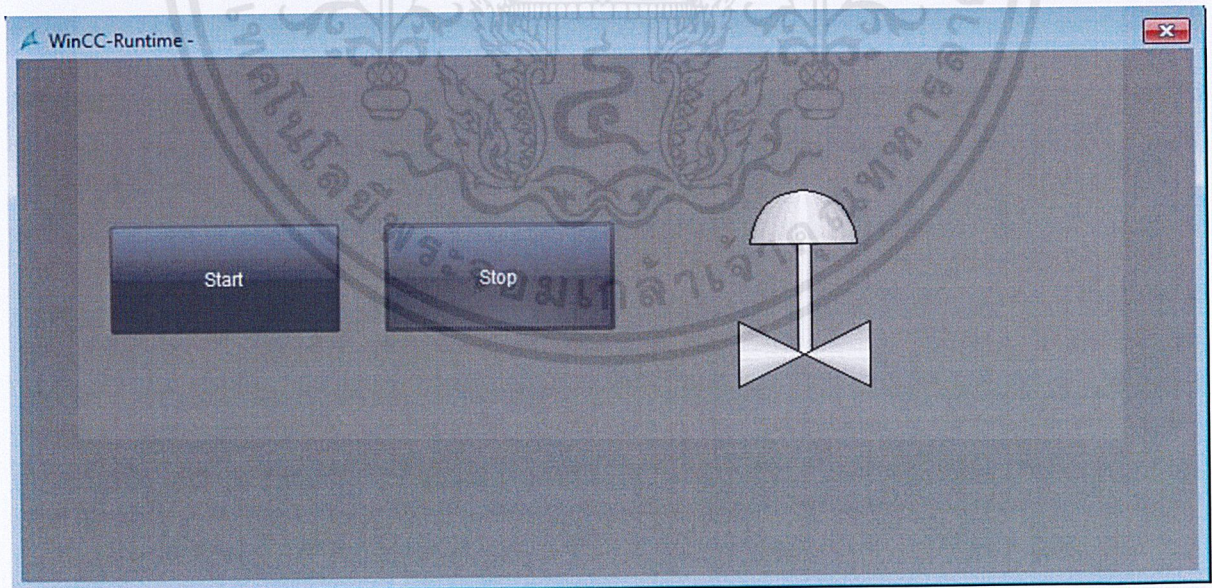
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. หลังจากตั้งค่าปุ่มกดเรียบร้อยแล้วลองทดสอบด้วยการกดปุ่ม Runtime เพื่อทดสอบ หลังจากกดปุ่ม Start แล้ววาล์วจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว



รูปที่ 3.64 หน้าต่างเมื่อเปิดวาล์ว

11. กดปุ่ม Stop แล้ววาล์วจะกลับมาเป็นสีเทา



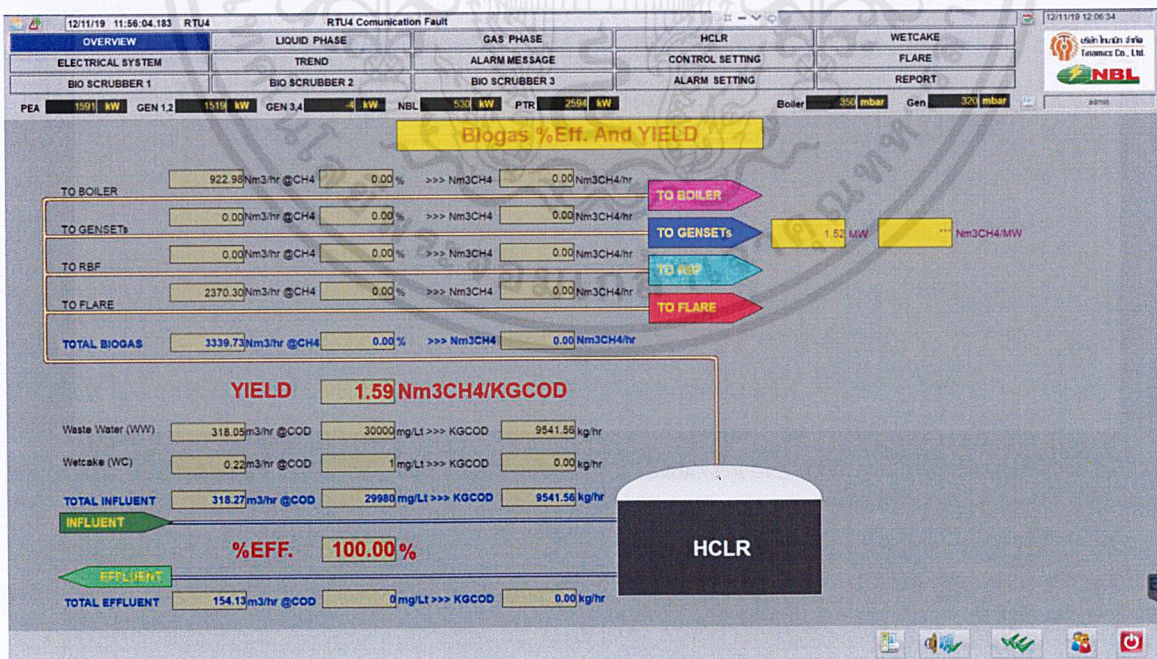
รูปที่ 3.65 หน้าต่างเมื่อปิดวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้เรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรม Wincc เบื้องต้นแล้ว เราจึงได้มีการออกแบบระบบแสดงผลผ่านสกาตา และได้ออกแบบ SCADA Graphic สำหรับการผลิตแก๊สชีวภาพ มีทั้งหมด 12 หน้าซึ่งประกอบไปด้วย หน้า Overview, หน้า Overview Zone Liquid, หน้า Overview Zone Gas, หน้า HCLR, หน้า Wet-cake, หน้า Electrical System, หน้า Trend, หน้า Control Setting, หน้า Alarm Message, หน้า Flare, หน้า Bio Scrubber, หน้า Alarm Setting และหน้า Report ซึ่งรายละเอียดแต่ละหน้าจะแสดงดังต่อไปนี้

1) หน้า Overview

เป็นหน้าที่แสดงภาพรวมทั้งหมดของปริมาณน้ำเสีย ก่อนผ่านกระบวนการหมักและหลังจากผ่านกระบวนการหมักซึ่งจะแสดงค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญคือ ปริมาณที่ไหล (m^3/hr) ค่า COD (mg/L) และค่า KGCOD (kg/hr) และแสดงปริมาณแก๊สชีวภาพที่ได้จากกระบวนการผลิตนั้นถูกส่งไปยัง Boiler, Generator, RBF และ Flare ในปริมาณสัดส่วนเท่าไร โดยจะแสดงผลในหน่วยของลูกบาศก์เมตรมาตรฐานต่อชั่วโมง (Nm^3/hr) และยังแสดงว่าในแก๊สชีวภาพที่ผลิตได้มีองค์ประกอบของแก๊สมีเทน (CH_4) อยู่ปริมาณเท่าไร โดยเราจะเห็นภาพรวมของกระบวนการผลิตตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายที่ได้แก๊สชีวภาพมานำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งเราสามารถดูได้จากตัวเลขในด้านล่างของหน้าจอแสดงผลว่ามีน้ำเสียไหลเข้ามาที่ถังหมักปริมาณ $318.27 m^3/hr$ มีพารามิเตอร์ COD (Chemical Oxygen Demand) อยู่ในปริมาณที่สูง ซึ่งเป็นพารามิเตอร์บ่งบอกความเป็นน้ำเสีย แต่หลังจากผ่านกระบวนการบำบัดจะมีปริมาณน้ำไหลออกสู่ภายนอกที่เป็นน้ำสะอาดอยู่ $154.13 m^3/hr$ และค่า COD เป็นศูนย์

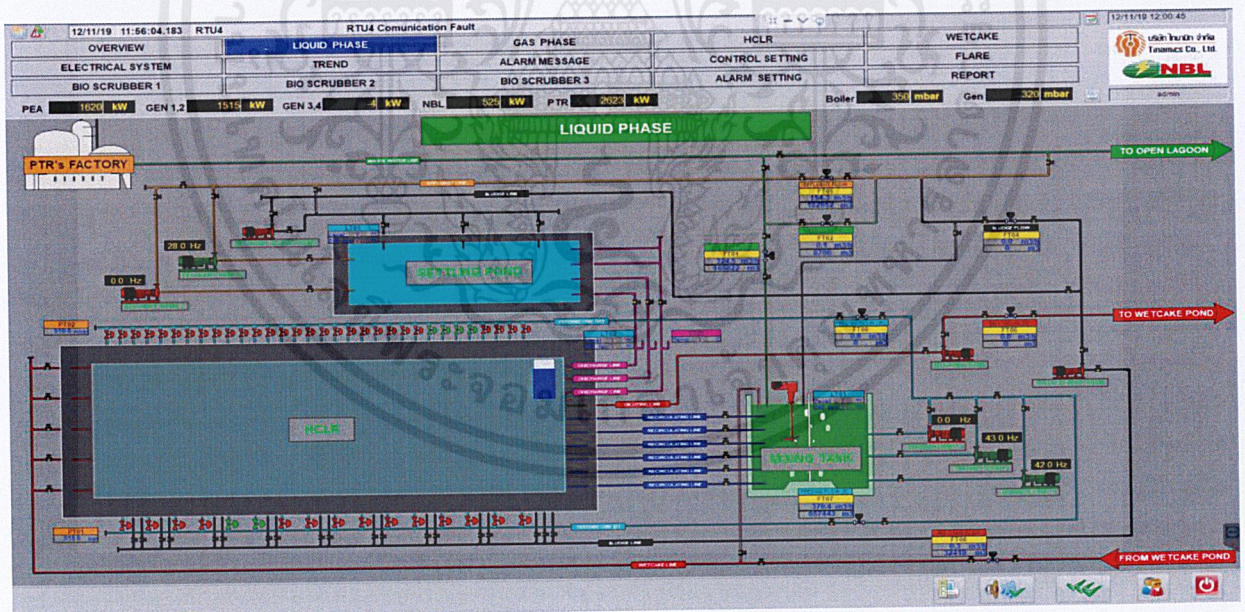


รูปที่ 3.66 หน้า Overview

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

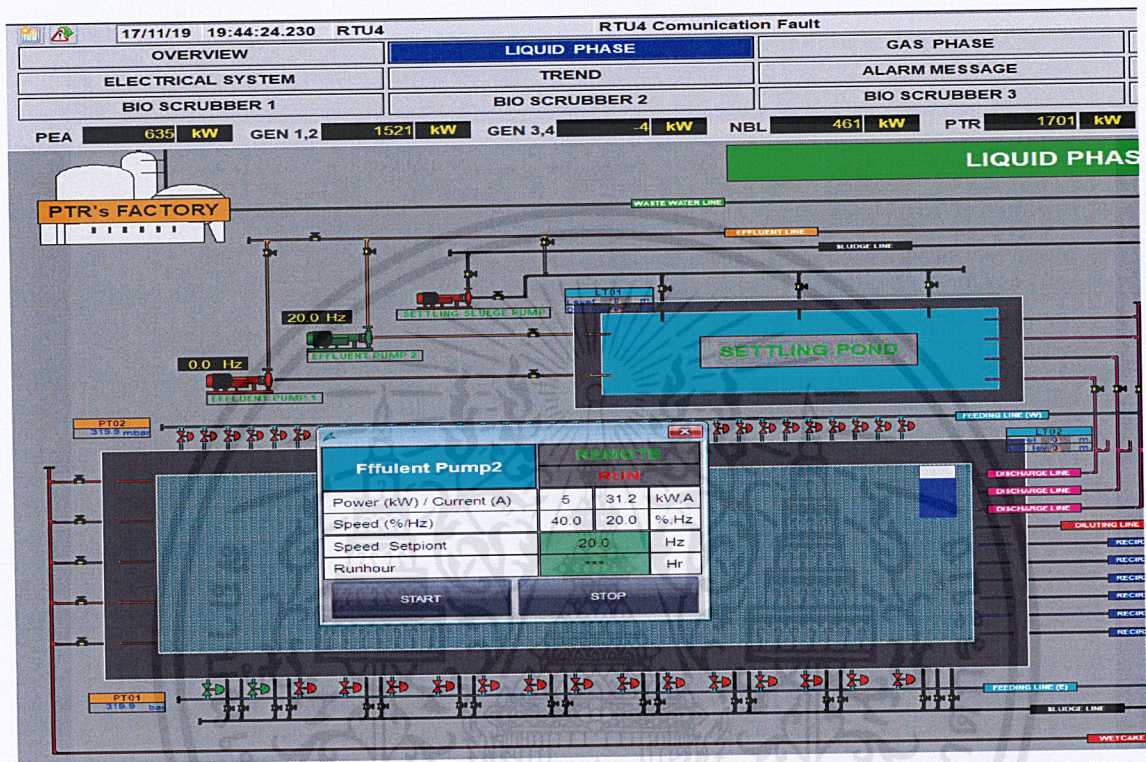
2) หน้า Overview แต่ละ Zone

2.1) Overview Zone Liquid Phase สามารถดูภาพรวมของ Zone Liquid Phase ซึ่งได้แก่ อัตราไหลของน้ำเสีย ณ จุดต่างๆในท่อ เช่น Influent Flow, Bypass Flow, Effluent Flow, Feeding Flow, Sludge Flow, Diluting Flow และ Wet-cake Flow เป็นต้น ค่าแรงดันและสถานะของวาล์วของ ถังหมัก HCLR นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกที่ Effluent Pump 1-2 และ Feeding Pump 1-3 ดังรูปที่ 3.67 เพื่อเลือกเข้าไปดู Power Current, Speed Setpoint และ Run Hour นอกจากนี้ยังสามารถควบคุม Start/Stop Pump ได้จากหน้านี้ ซึ่งการกระบวนการทำงานโดยรวมของหน้าจอ Liquid Phase คือ น้ำเสียจากโรงงานแป่งมันสำปะหลังจะถูกส่งมาที่ Mixing Tank เพื่อทำการบั่นย่อยสลายซากมันสำปะหลังให้มีขนาดเล็กลง จากนั้นน้ำเสียจะถูกส่งไปยังบ่อหมัก HCLR โดยใช้ Feeding Pump 1-3 ซึ่งน้ำเสียจะถูกส่งไปหมักที่บ่อ HCLR โดยจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ จากนั้นเมื่อถึงระยะเวลาหมักไว้จะเกิดการตกตะกอนของกากมันสำปะหลังขึ้น ดังนั้นจำเป็นต้องเข้าสู่กระบวนการ Wet-cake เพื่อกวนเศษตะกอนต่างๆให้เป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อเสร็จขั้นตอนจะถูกส่งกลับมาที่ถังหมัก HCLR โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการนำหมักน้ำเสียของจุลินทรีย์จะเกิดแก๊สชีวภาพขึ้น ซึ่งจะถูกส่งต่อไปที่กระบวนการปรับปรุงคุณภาพแก๊สใน Gas Phase ต่อไป ส่วนน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดจะถูกส่งต่อไปที่บ่อพักน้ำ Settling Pond เพื่อทำการรอปถ่ายคั้นสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ



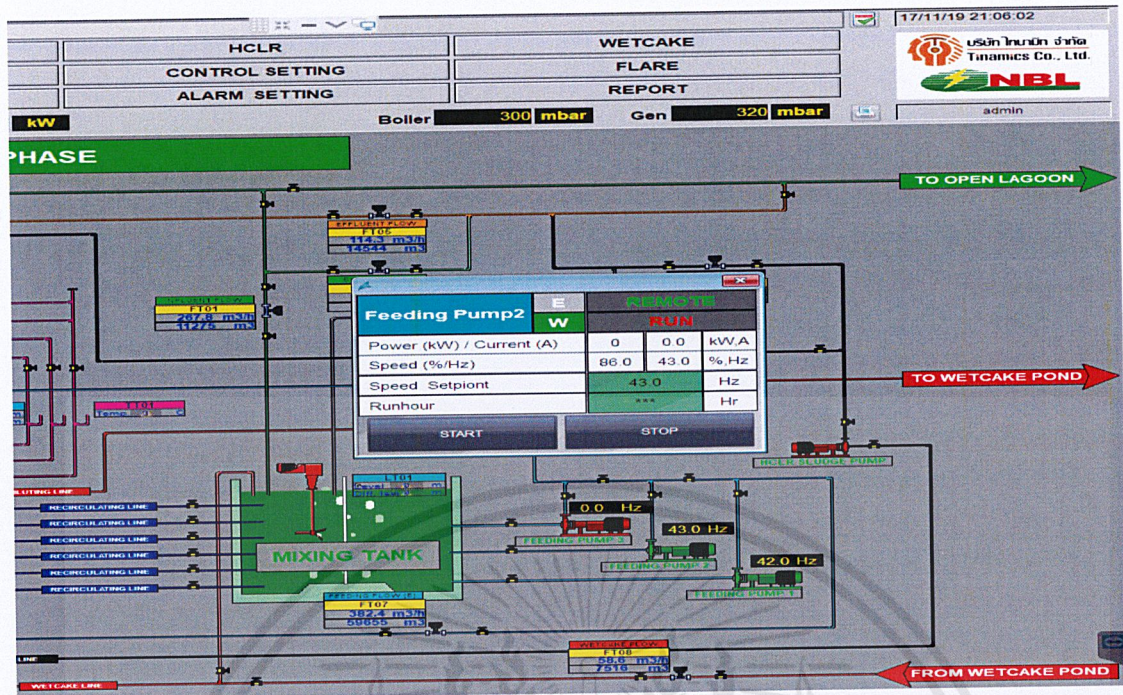
รูปที่ 3.67 หน้า Liquid Phase

จากหน้ากราฟฟิคของสกาตาหน้า Liquid Phase เราสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มจากหน้าสกาตา โดยคลิกเลือกที่ไอคอนปั๊มดังรูปที่ 3.68 เราได้ทำการเลือกที่ Effluent Pump 2 เพื่อทำการควบคุม ซึ่งหลังจากได้ทำการเลือกที่ไอคอนแล้วจะมีหน้าต่าง Pop Up เด้งขึ้นมา ซึ่งจากหน้าต่างจะแสดงค่า Power (KW), Current (A), Speed (%Hz), Run Hour และสามารถควบคุม Speed Setpoint ได้จากหน้าต่างนี้



รูปที่ 3.68 หน้าต่างรายละเอียด Effluent Pump

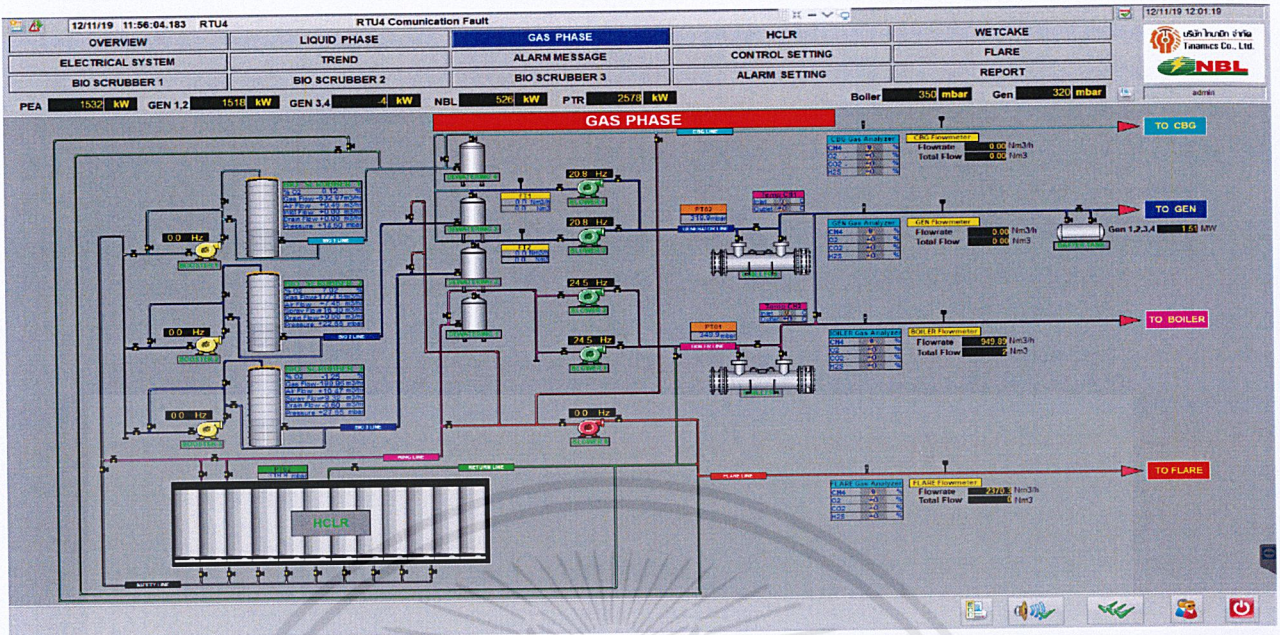
และยังเราสามารถควบคุมการทำงานของปั๊มจากหน้าสกาตา โดยคลิกเลือกที่ไอคอนปั๊มดังรูปที่ 3.69 เราได้ทำการเลือกที่ Feeding Pump เพื่อทำการควบคุมซึ่งหลังจากได้ทำการเลือกที่ไอคอนแล้วจะมีหน้าต่าง Pop Up เด้งขึ้นมา ซึ่งจากหน้าต่างจะแสดงค่า Power (KW), Current (A), Speed (%Hz), Run Hour และสามารถควบคุม Speed Setpoint ได้จากหน้าต่างนี้



รูปที่ 3.69 หน้าต่างรายละเอียด Feeding Pump

2.2) Overview Zone Gas Phase โดยสามารถดูภาพรวมของ Zone Gas Phase ซึ่งได้แก่ ความดันและอุณหภูมิของ Generator Line และ Boiler Line, ความเร็วของ Blower 1-5 และแสดงปริมาณแก๊สชีวภาพที่ถูกส่งไปยัง CBG, Generator, Boiler และ Flare โดย Blower จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแก๊สเพื่อส่งให้ CBG, Generator, Boiler โดยควบคุมแบบ Closed Loop PID Control ด้วย Pressure ดังรูปที่ 3.70 กระบวนการทำงานใน Gas Phase คือ แก๊สที่ได้จากกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ภายในบ่อหมักน้ำเสีย HCLR จะถูกส่งไปที่ Bio Scrubber เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของแก๊สให้มีคุณภาพสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ โดยจะนำแก๊สที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพไปใช้ประโยชน์ใน 2 ด้าน คือ นำไปใช้เพื่อเชื้อเพลิงรถยนต์ CBG และนำแก๊สไปขับ Generator เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนแก๊สที่นำไปใช้ที่ Boiler สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เลยไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแก๊ส ซึ่งจากหน้าจอสภาพจะแสดงการควบคุมกระบวนการส่งแก๊สชีวภาพไปใช้งานที่ Generator และ Boiler จะถูกควบคุมด้วย Blower 1-4 โดย Blower 1-2 จะควบคุมการส่งแก๊สไปที่ Boiler และ Blower 3-4 จะควบคุมการส่งแก๊สไปที่ Generator ซึ่งสามารถควบคุม Blower ต่างๆได้ที่หน้าจอสภาพหน้า Control Setting และเมื่อไม่มีการนำแก๊สไปใช้งานจะเกิดความดันภายในถังหมัก HCLR สูงขึ้นอาจเกิดการระเบิดได้ ดังนั้นจึงมีการลดความดันภายในถังลง โดยจะส่งแก๊สส่วนเกินไปเผาที่ Flare เพื่อลดความดันภายในถังลง ซึ่งในภาพจะมีการแสดงพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ความเร็ว Blower ความดัน อุณหภูมิ และอัตราการไหลภายในท่อที่ใช้ในการส่งแก๊ส ซึ่งใช้ในการสังเกต และวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

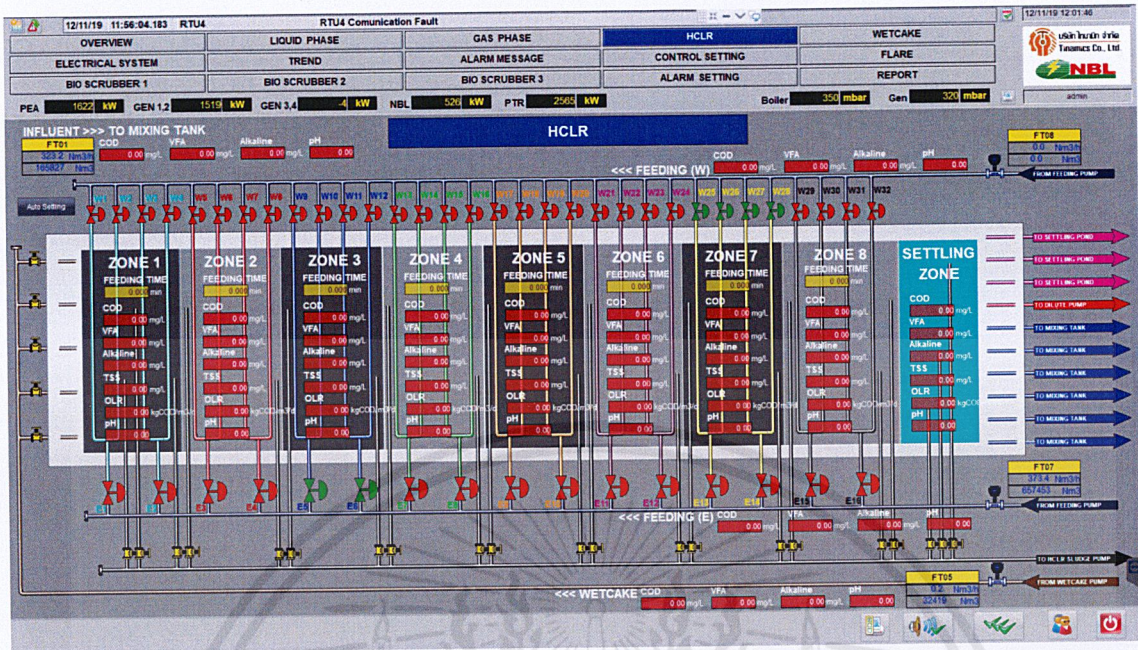


รูปที่ 3.70 หน้า Gas Phase

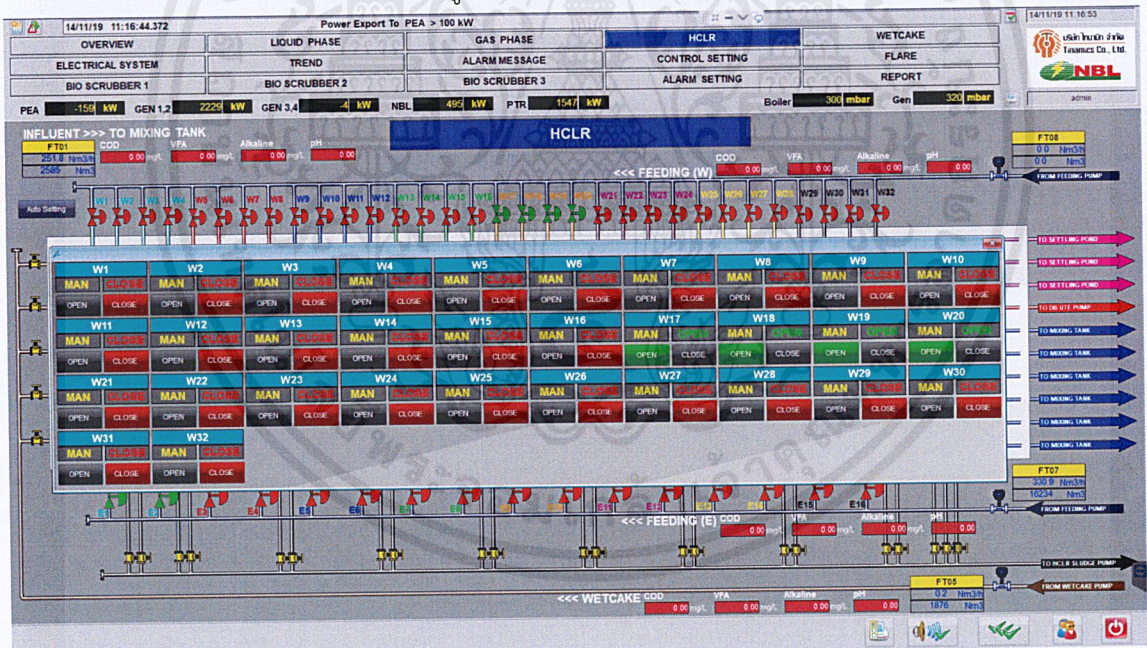
3) หน้า HCLR

หน้านี้แสดงโครงสร้างของถังหมัก HCLR ตามรูปที่ 3.71 ซึ่งประกอบไปด้วย โซนต่างๆภายในถังซึ่งแบ่งออกเป็น 9 โซนคือ โซน Zone 1-8 และโซน Settling Zone ซึ่งแต่ละโซนจะมีค่าข้อมูลต่างๆของแก๊ส เช่น Feeding Time (min), COD (Chemical Oxygen Demand), VFA (Volatile Fatty Acid), Alkaline (mg/L), TSS (Total Soluble Solid), OLR (Organic Loading Rate) และ ค่า pH เป็นต้น อีกทั้งจากหน้านี้ยังแสดงแผนผังท่อต่างๆที่เชื่อมกับถังหมัก HCLR ซึ่งแบ่งเป็นท่อที่ไหลเข้าถัง คือ ท่อที่มาจาก Wet-cake Pond ท่อที่มาจาก Mixing Tank และท่อที่ไหลออกจากถังหมัก HCLR คือ ท่อที่ไปยังบ่อพักน้ำ Settling Pond ท่อที่ไหลไปยัง Mixing Tank และท่อที่ไปยัง Wet-cake Pond ซึ่งในแต่ละท่อจะมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆประกอบ คืออัตราการไหลภายในท่อ (Nm³/h), COD (Chemical Oxygen Demand), Alkaline (mg/L) และ ค่า pH และส่วนสุดท้ายที่แสดงคือจำนวนวาล์วภายในแต่ละโซนโดยจำนวนวาล์วทั้งหมดที่ใช้ในการควบคุมภายในถัง คือ 48 ตัว ซึ่งการควบคุมของวาล์วภายในถังจะมีการควบคุมทั้งหมด 2 โหมดคือ โหมด Auto โดยสามารถเลือกที่หน้าจอของสกาดา ซึ่งการทำงานจะเป็นไปตามฟังก์ชันที่ตั้งค่าไว้ และโหมดการทำงานแบบ Manual ซึ่งเราสามารถเลือกเปิด-ปิดวาล์วแต่ละตัวได้ตามต้องการ โดยเลือกที่ตัววาล์วที่ต้องการที่หน้าจอสกาดา จะมี Pop Up ขึ้นมา ถ้าเราต้องการที่จะควบคุมวาล์วที่โซนด้านบนหรือโซน W จะมี Pop Up ขึ้นมาให้ควบคุมเพื่อควบคุมเปิด/ปิดวาล์วได้จากหน้านี้ด้วยตามรูปที่ 3.72 และถ้าเราต้องการที่จะควบคุมวาล์วที่โซนด้านล่างหรือโซน E จะมี Pop Up ขึ้นมาให้ควบคุมเพื่อควบคุมเปิด/ปิดวาล์วได้จากหน้านี้ด้วยตามรูปที่ 3.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

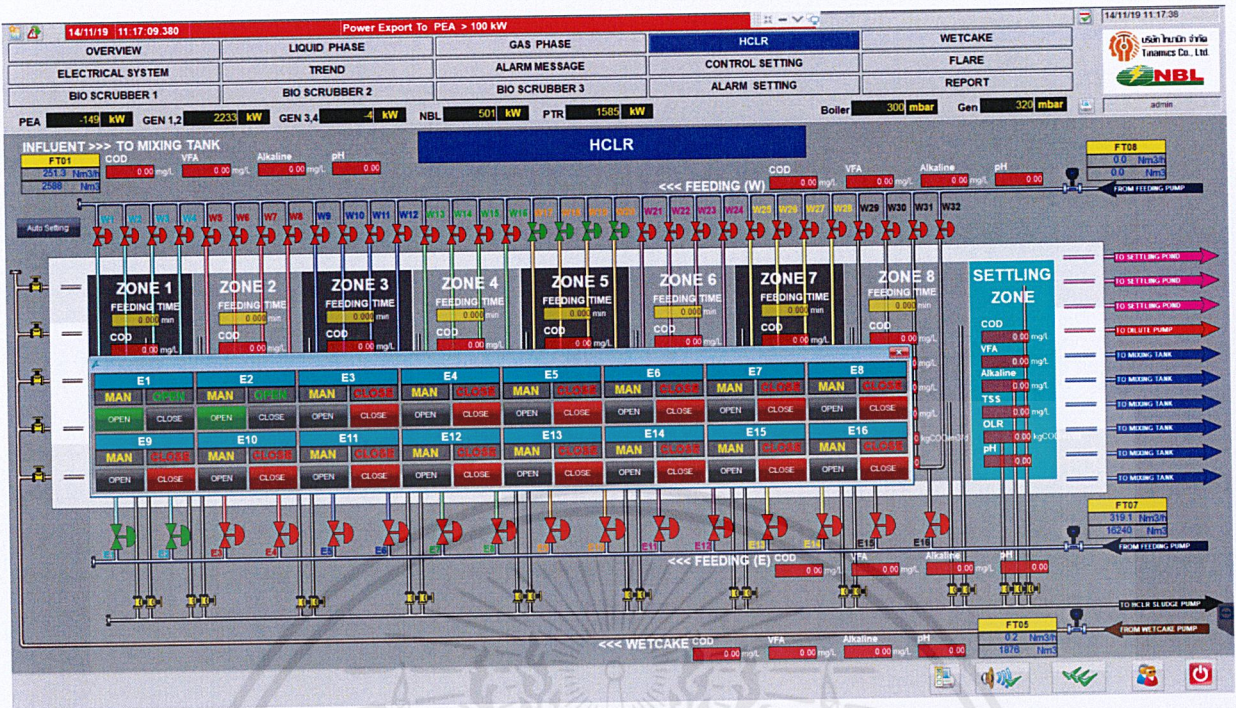


รูปที่ 3.71 หน้า HCLR



รูปที่ 3.72 หน้าต่างควบคุมวาล์ว W1-W32

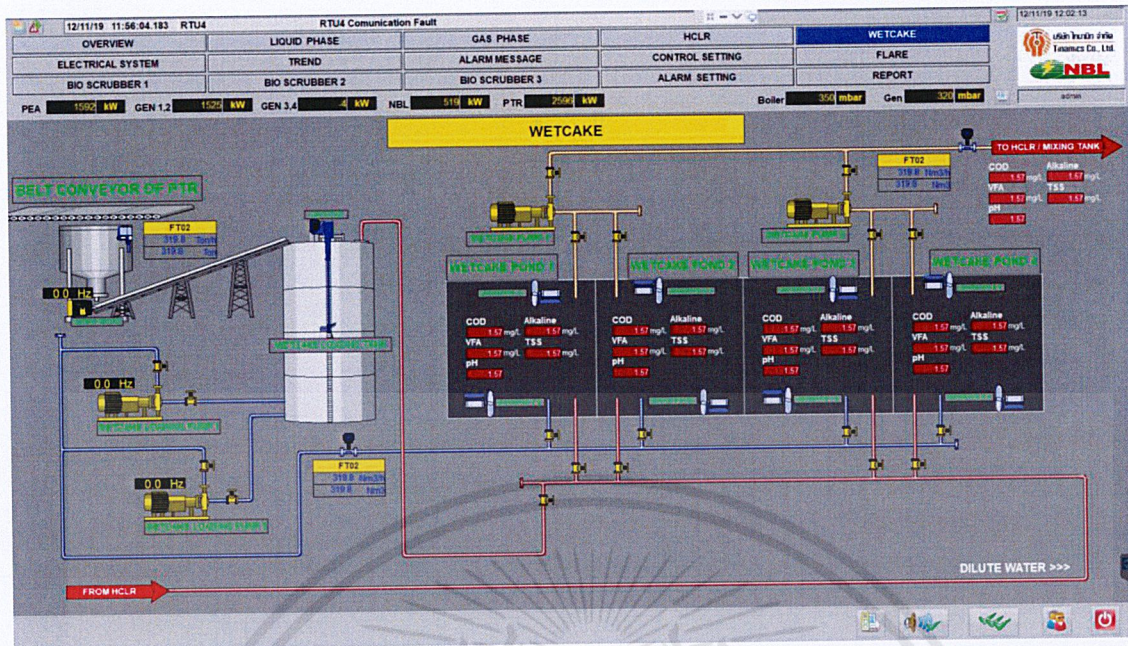
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.73 หน้าต่างควบคุมวาล์ว E1-E16

4) หน้า Wet-cake

หน้านี้จะแสดงค่าต่างๆใน Wet-cake Pond 1-4 ได้แก่ COD (Chemical Oxygen Demand), Alkaline (mg/L), VFA (Volatile Fatty Acid), TSS (Total Soluble Solid) และ pH ดังรูปที่ 3.74 ซึ่งการทำงานของ Wet-cake คือน้ำเสียจากบ่อ HCLR ซึ่งยังไม่เป็นเนื้อเดียวกัน อันเนื่องมาจากตะกอนจากเศษซากมันสำปะหลัง ส่งไปยังบ่อ Wet-cake Loading Tank เพื่อพักภายในบ่อ จากนั้นจะถูกส่งไปยัง Wet-cake Pond โดย Wet-cake Loading Pump ซึ่งจะนำน้ำเสียที่ตะกอนซากมันสำปะหลังมากวนให้เป็นเนื้อเดียวกันภายในบ่อกวน ซึ่งจะมีการแสดงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของน้ำเสียภายในบ่อจากนั้นจะถูกส่งกลับไปยังบ่อหมัก HCLR แต่ถ้ากวนแล้วยังไม่เป็นเนื้อเดียวกันจะต้องถูกส่งกลับไปยัง Mixing Tank เพื่อปั่นเศษซากมันสำปะหลังให้มีขนาดเล็กลง

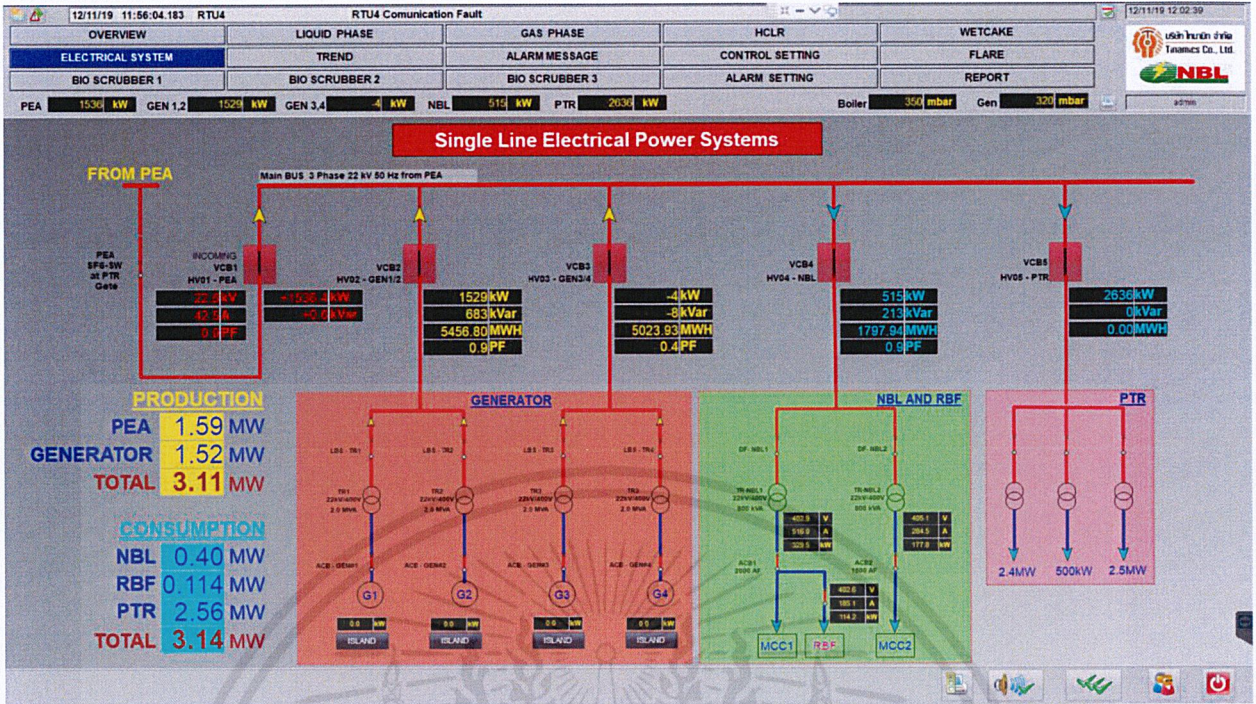


รูปที่ 3.74 หน้า Wet-cake

5) หน้า ELECTRICAL SYSTEM

หน้านี้แสดงแผนผังโครงสร้างของระบบไฟฟ้าภายในโรงงานตามรูปที่ 3.75 คือแหล่งพลังงานที่ใช้ภายในโรงงานมาจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) จากรูปที่แสดงคือมีการได้รับพลังงานมาทั้งหมด 1.59 MW ซึ่งโรงงานจะนำพลังงานไฟฟ้าไปผลิตพลังงานไฟฟ้าจาก Generator มาใช้เองภายในโรงงานซึ่งสามารถผลิตได้ 1.52 MW ดังรูปที่ 3.75 และภายในโรงงานจะมีการนำพลังงานไฟฟ้าไปใช้ใน 3 ส่วน คือ ในส่วนของ NBL-RBF (โรงงานผลิตแก๊สชีวภาพ) และ (โรงงานผลิต CBG) และ PTR (โรงงานผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง) ซึ่งจากหน้าจอสกาดามีการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 3.14 MW ซึ่งจากหน้าสกาดานี้เราสามารถปริมาณไฟฟ้าที่รับมาหรือปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานได้จากทางซ้ายมือของจอจะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า ซึ่งจำแนกการใช้ไฟฟ้าในแต่ละประเภทไว้อยู่ และในหน้าจอนี้ยังแสดงอุปกรณ์ที่สำคัญคือ Vacuum Circuit Breaker (VCB) มีทั้งหมด 5 ตัว ซึ่งทำหน้าที่ตัดไฟฟ้า ซึ่งจะมีค่าต่างๆทางไฟฟ้าให้ดู คือ Active Power (KW), Reactive Power (KVAR), Power Factor และ Energy (MWH) เป็นต้น โดย VCB#1 จะทำหน้าที่ตัดไฟฟ้าจากส่วนที่มาจาก PEA VCB#2 ทำหน้าที่ตัดไฟฟ้าที่มาจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าจาก Generator ตัวที่ 1-2 VCB#3 ทำหน้าที่ตัดไฟฟ้าที่มาจาก Generator ตัวที่ 3-4 VCB#4 ทำหน้าที่ตัดไฟฟ้าที่จะไหลไปยัง NBL-RBF และ VCB#5 ทำหน้าที่ตัดไฟฟ้าที่จะไหลไปยัง PTR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



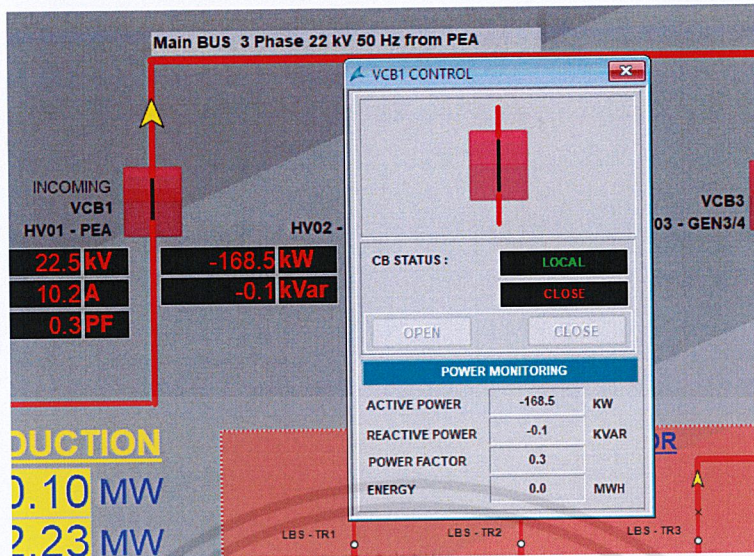
รูปที่ 3.75 หน้า ELECTRICAL SYSTEM



รูปที่ 3.76 เครื่อง Generator

ผู้ปฏิบัติงานสามารถเลือกที่ VCB#1, 2, 3, 4, หรือ 5 เพื่อเลือกเข้าไปดูรายละเอียดของ VCB#1, 2, 3, 4, หรือ 5 ได้ตามความต้องการ ซึ่งรูปที่ 3.77 แสดงรายละเอียดของ VCB#1 ประกอบไปด้วย สถานะของ VCB ที่ประกอบด้วย Active Power (KW), Reactive Power (KVAR), Power Factor และ Energy (MWH) นอกจากนี้ยังสามารถควบคุม Open/Close ระบบไฟฟ้าได้จากหน้านี้ด้วย

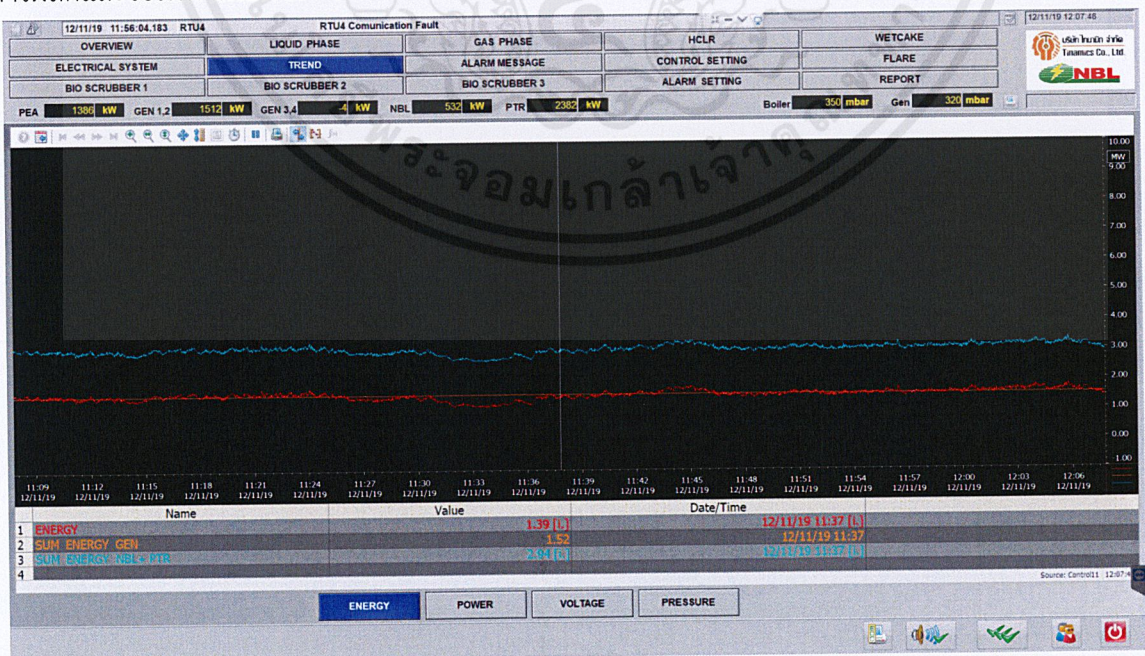
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.77 รายละเอียดของ VCB 1

6) หน้ากราฟ (Trend)

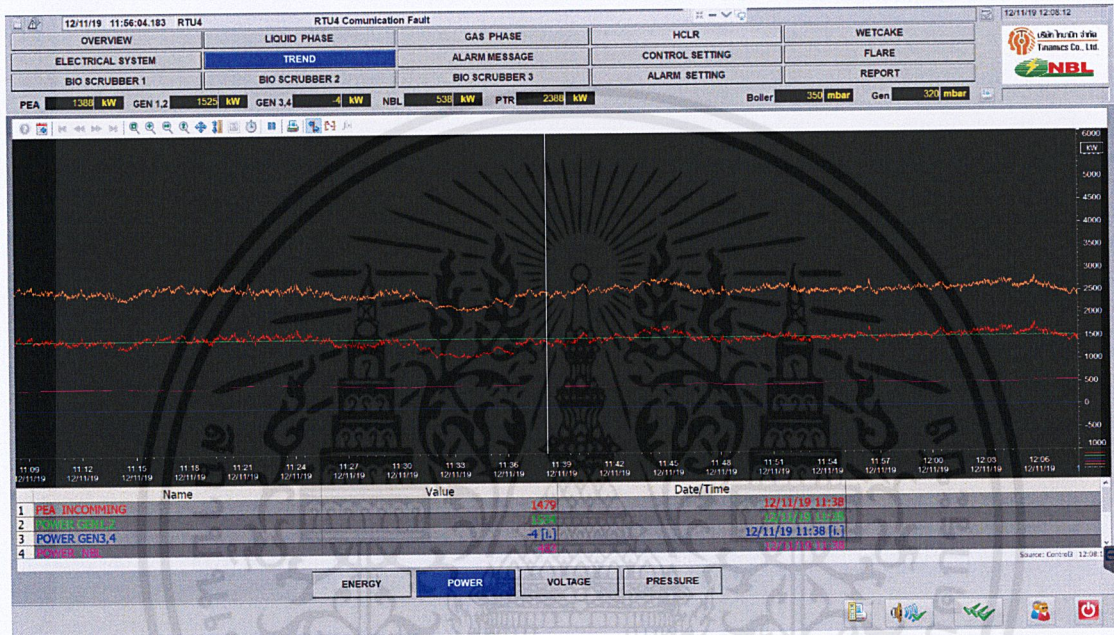
สามารถเลือกดูกราฟค่าต่างๆ ได้ตามความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน โดยสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลฯได้ ซึ่งได้แก่ Energy, Power, Voltage และ Pressure โดยรูปที่ 3.78 หน้า Energy Trend แสดงค่ากราฟพลังงานไฟฟ้าของ Generator พลังงานไฟฟ้ารวมของ NBL กับ PTR และพลังงานไฟฟ้าจาก PEA ซึ่งค่าที่แสดงคือ Energy (MW) ซึ่งจากภาพกราฟเส้นสีแดง คือ พลังงานที่มาจาก PEA กราฟเส้นสีส้ม คือ พลังงานที่ผลิตจาก Generator และ พลังงานเส้นสีฟ้า คือพลังงานที่ใช้ภายในโรงงานซึ่งมาจาก NBL กับ PTR ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากราฟมาวิเคราะห์และปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตและใช้ไฟฟ้าเพื่อเหมาะสม



รูปที่ 3.78 หน้า Trend Energy

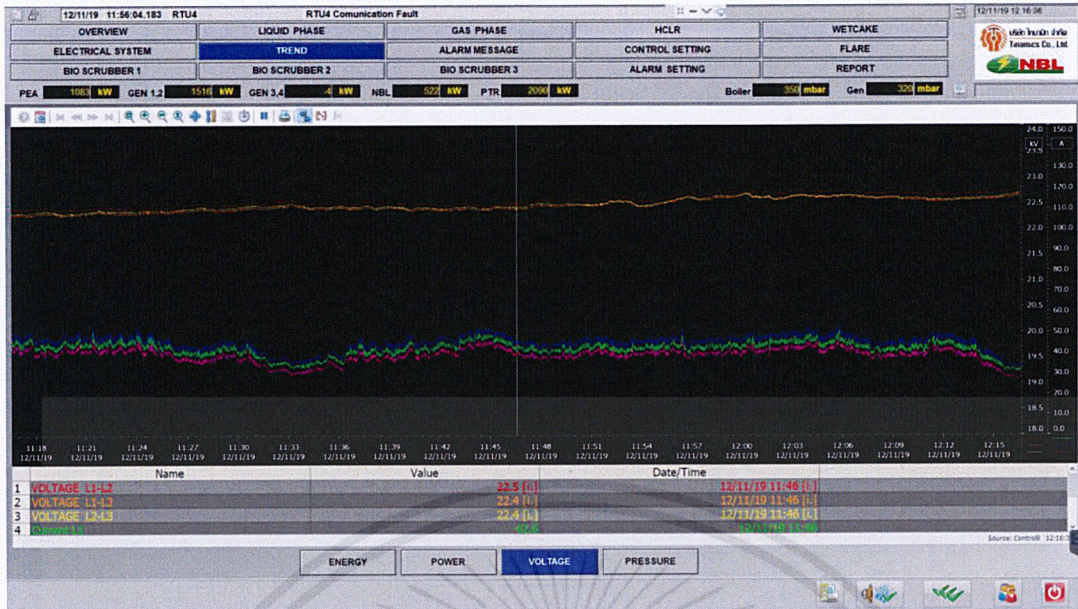
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.79 แสดงหน้าจอ Power Trend ซึ่งแสดงกราฟค่า PEA Incoming (KW), Power GEN 1, 2 (KW), Power GEN 3, 4 (KW) และ Power NBL (KW) ซึ่งจากภาพกราฟสีแดงแสดงกำลังไฟฟ้าจาก PEA กราฟสีเขียวแสดงกำลังไฟฟ้าของ Generator 1-2 กราฟสีน้ำเงินแสดงกำลังไฟฟ้าจาก Generator 3-4 และ กราฟสีชมพูแสดงกำลังไฟฟ้าจาก NBL ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากกราฟกำลังไฟฟ้ามาศึกษาและวิเคราะห์ได้



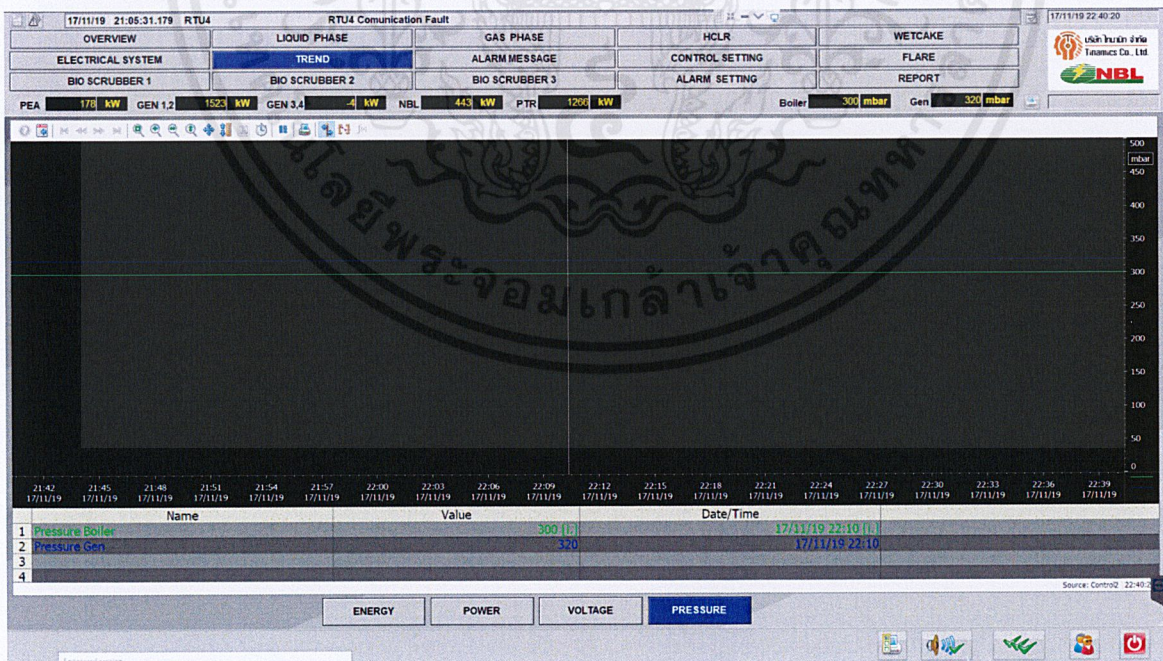
รูปที่ 3.79 หน้า Trend Power

รูปที่ 3.80 แสดงหน้าจอ Voltage Trend ซึ่งแสดงกราฟค่า Voltage L1-L2 (KV), Voltage L3-L4 (KV) และ ค่า Current L1 (A) ซึ่งจากภาพแสดง กราฟสีแดงแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของ Line 1 กับ Line 2 กราฟสีเขียวแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของ Line 1 กับ Line 3 กราฟสีเหลืองแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าของ Line 2 กับ Line 3 และมีกราฟเส้นสีเขียวแสดงค่ากระแสไฟฟ้าของ Line 1 ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจาก กราฟแรงดันไฟฟ้ามาดูแนวโน้มของข้อมูลได้ซึ่งข้อมูลแสดงตั้งแต่ย้อนหลังถึงปัจจุบัน



รูปที่ 3.80 หน้า Trend Voltage

รูปที่ 3.81 แสดงหน้าจอ Pressure Trend ซึ่งกราฟแสดงค่า Pressure Boiler (mbar) และ Pressure Gen (mbar) ซึ่งจากภาพกราฟสีเขียวแสดงความดันของ Boiler และกราฟสีน้ำเงินแสดงความดันของ Generator ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลจากกราฟความดันมาดูแนวโน้มของข้อมูลได้ซึ่งข้อมูลของกราฟแสดงตั้งแต่ย้อนหลังถึงปัจจุบัน



รูปที่ 3.81 หน้า Trend Pressure

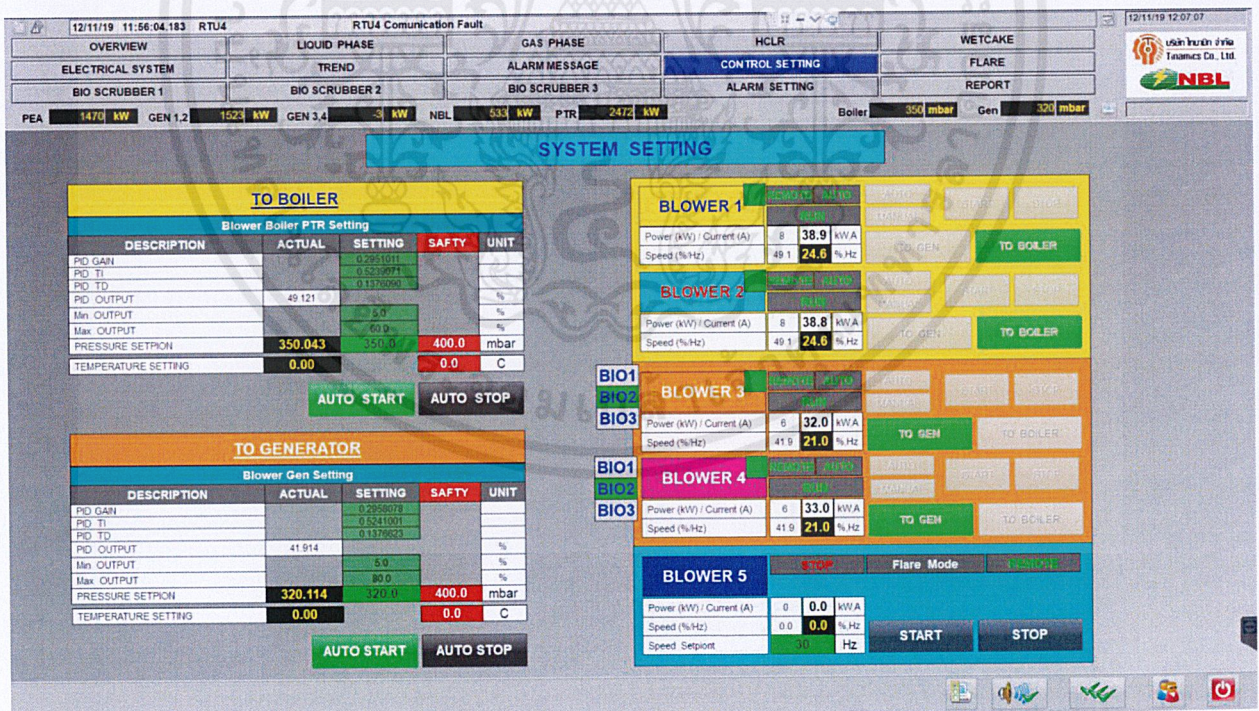
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) หน้า Control Setting

หน้านี้แสดงค่าต่างๆของ Blower Boiler และ Blower Gen ซึ่งประกอบไปด้วย PID Gain, PID TI, PID TD โดย P คือ Proportional, I คือ Integral และ D คือ Derivative Max-Min Output, Pressure Setpoint, และ Temperature Setting ยังแสดงค่าต่างๆของ Blower 1-5 ได้แก่ Power Current และ Speed นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดค่าความดัน และสามารถควบคุม Auto Start/Auto Stop ได้ดังรูปที่ 3.82

ลักษณะการทำงานดังนี้ Blower 1 และ Blower 2 ใช้ควบคุม Pressure และปริมาณของแก๊สเพื่อจ่ายให้ Boiler แบบ Closed Loop PID Control โดยการวัดค่า Pressure ในท่อ แล้วส่งสัญญาณไปหา PLC เพื่อทำการปรับความเร็วรอบของ Blower 1 และ Blower 2 ด้วย VSD (Variable Speed Drive) และ Blower 3 และ Blower 4 ใช้ควบคุม Pressure และปริมาณของแก๊สเพื่อจ่ายให้ Generator แบบ Closed Loop PID Control โดยการวัดค่า Pressure ในท่อ แล้วส่งสัญญาณไปหา PLC เพื่อทำการปรับความเร็วรอบของ Blower 3 และ Blower 4 ด้วย VSD (Variable Speed Drive)

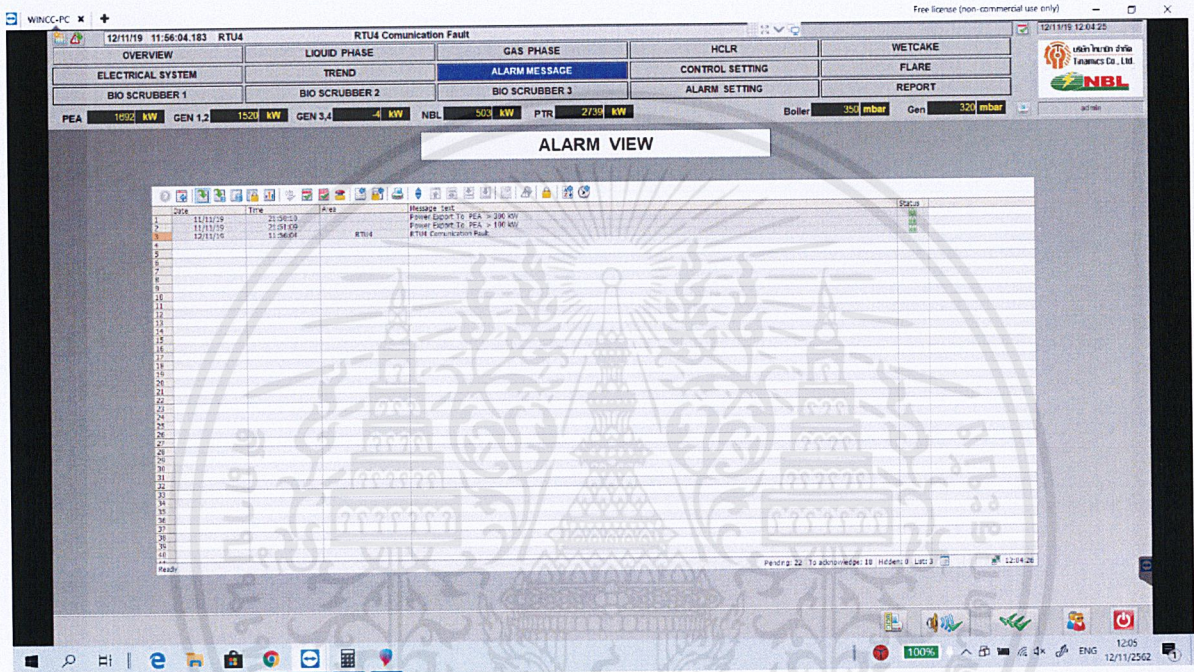
Blower 5 ใช้ควบคุมปริมาณแก๊สที่นำไปเผาที่ Flare ผ่านการควบคุมแบบ Fixed Speed ซึ่งเราสามารถเลือกได้ว่าเราต้องการให้ Blower ตัวนี้ไปยัง Generator หรือ Boiler โดยจากภาพจะแสดงว่าเราสามารถเลือกการทำงานของ Blower ให้เป็นการทำงานแบบ Manual หรือ Auto ได้จากทางหน้าจอสกาด



รูปที่ 3.82 หน้า Control Setting

8) หน้า Alarm Message

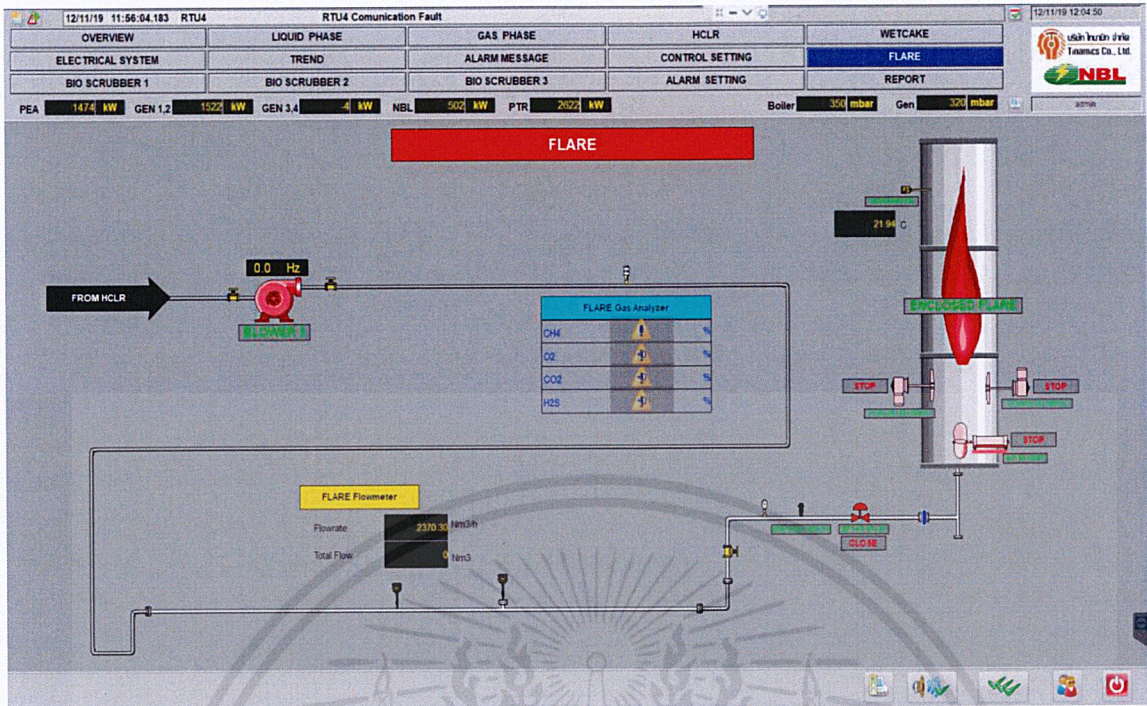
หน้านี้แสดงการแจ้งเตือนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับระบบการควบคุม เช่น จากภาพมีกำลังไฟฟ้าส่งกลับแก่ PEA มากกว่า 300 KW ณ วันที่ 11/11/19 เวลา 21:50:10 หรือมีการแจ้งเตือนเกิดเหตุผิดปกติที่พื้นที่ RTU 4 ซึ่งมีข้อความว่าเกิดความผิดปกติของการสื่อสารข้อมูลที่ RTU4 ณ วันที่ 12/11/19 เวลา 11:56:04 โดยมีการระบุวันที่และเวลา ณ เวลาที่แจ้งเตือนได้ ดังรูปที่ 3.83 ซึ่งจะมีการระบุ วันที่ เวลา สถานที่ผิดปกติ และข้อความอธิบายสาเหตุการเกิดผิดปกติ เพื่อแจ้งให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นและสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ



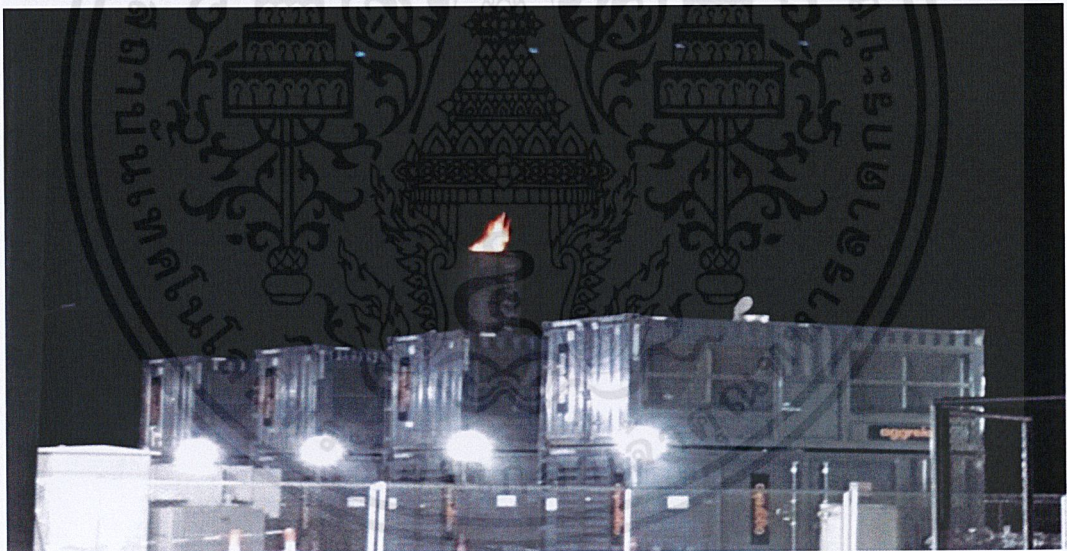
รูปที่ 3.83 หน้า Alarm View

9) หน้า Flare

หน้านี้แสดงแผนผังของ Flare ดังรูปที่ 3.84 ซึ่ง Flare นำมาใช้เพื่อการรักษาความดันภายในถังหมัก HCLR ไม่ให้มีความดันสูงเกินไปอาจเกิดการระเบิดได้ ดังนั้นจึงมีการนำแก๊สภายในถังที่เป็นส่วนเกินนำไปเผาที่ Flare เพื่อรักษาความดันให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม โดยแก๊สจากถัง HCLR ที่จะส่งไปยัง Flare จะถูกควบคุมความเร็วด้วย Blower ตัวที่ 5 ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วหรือเปิด-ปิด Blower ได้ที่หน้าจอสถาปัตยกรรม Control Setting ซึ่งในภาพจะมีการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวัดค่ามิเตอร์ต่างๆภายในท่อส่งแก๊ส เช่น Gas Analyzer เพื่อตรวจสอบประกอบของแก๊สชีวภาพว่าประกอบไปด้วยแก๊ส CH₄ O₂ CO₂ และ H₂S ในปริมาณเท่าไร และติดตั้ง Flow Meter เพื่อวัดอัตราการไหลของแก๊สภายในท่อ (Nm³/h) และจะมีวาล์วควบคุมการเปิด/ปิดการส่งแก๊สไปเผาที่ Flare ซึ่งภายใน Flare จะมี Blower 3 ตัว คือ Air Blower และ Cooling Blower 1-2 สามารถทำการควบคุมเปิด/ปิด Blower แต่ละตัวได้ที่หน้าจอสถาปัตยกรรม และมีการแสดงค่าอุณหภูมิภายใน Flare



รูปที่ 3.84 หน้า Flare

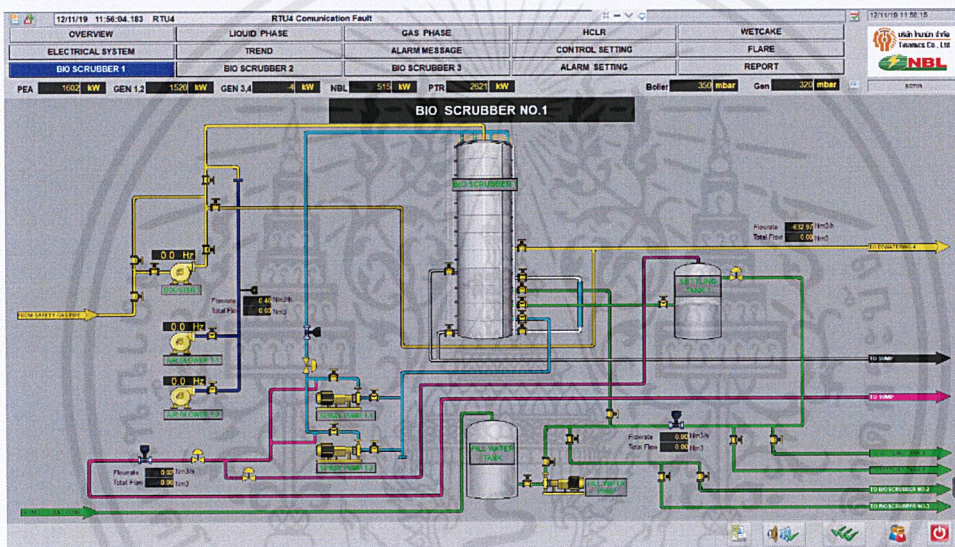


รูปที่ 3.85 Flare ภายในโรงงาน

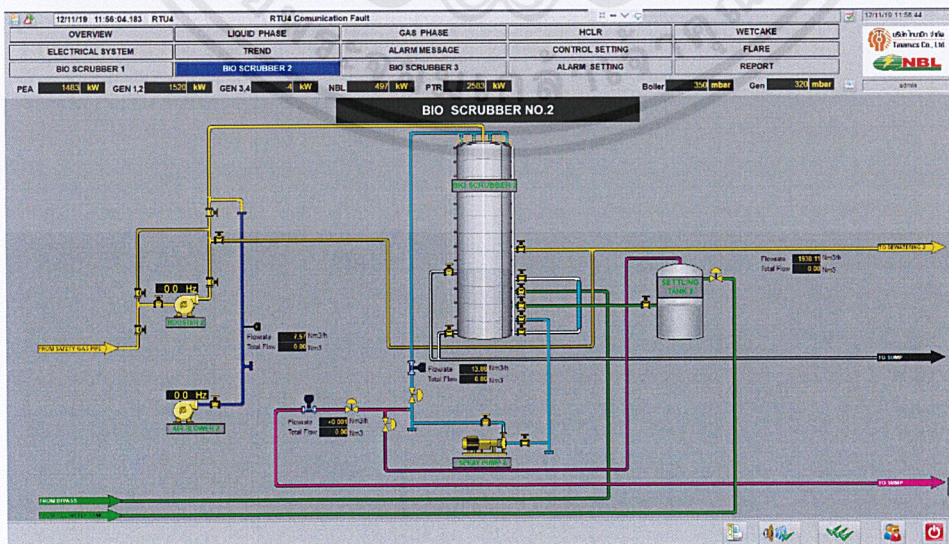
10) หน้า Bio Scrubber

เป็นหน้าที่แสดงค่าต่างๆ ในระบบ Bio Scrubber ได้แก่ ความเร็วในการส่งแก๊สเพื่อนำไปบำบัดที่ Bio Scrubber Booster/Air Blower (Hz) อัตราการไหลของแก๊สที่มีคุณภาพผ่านการบำบัดที่ถูกส่งไปใช้งาน (Nm^3/h) และอัตราการไหลของน้ำเสียที่เหลือจากกระบวนการบำบัดที่ถูกส่งไปยังบ่อพักน้ำ (Nm^3/h) โดยจะมีถึง Bio Scrubber ทั้งหมด 3 แทงค์ ซึ่งแก๊สที่ได้จากการหมักในบ่อยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ เนื่องจากคุณภาพของแก๊สยังไม่เพียงพอ มีสิ่งเจือปน จึงต้องนำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยระบบ Bio Scrubber จึงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำไปใช้งานได้กับ Generator และ CBG ส่วน Boiler ไม่จำเป็นต้องผ่านการปรับปรุงคุณภาพแก๊ส สามารถนำไปใช้งานได้เลย ซึ่งการทำงานของ Bio Scrubber คือภายใน Bio Scrubber จะมีชั้นตัวกลางกรองของเสียโดยภายในชั้นตัวกลางจะเป็นน้ำที่มีการสะสมของจุลินทรีย์ เมื่อแก๊สไหลเข้าสู่ทางซ้ายล่างของ Bio Scrubber ผ่านขึ้นมาถึงชั้นตัวกลางจะถูกน้ำที่มีจุลินทรีย์อยู่บำบัดของเสีย แก๊สที่ถูกบำบัดออกไป เช่น แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ซึ่งแก๊สที่เสียจะไหลลงมาที่ด้านล่างของระบบเหลือแต่แก๊สที่ดีผ่านด้านบนชั้นกรองออกไปใช้งาน ซึ่งในการปรับปรุงคุณภาพแก๊สใช้ ถึง Bio Scrubber 3 ถึง คือ Bio Scrubber 1 จะทำการรับแก๊สจากถังหมัก HCLR แล้วทำการปรับปรุงคุณภาพแล้วส่งแก๊สไปที่ท่อส่งแก๊สที่ส่งไปใช้ที่ CBG Gas และ ถึง Bio Scrubber ที่ 2 และ 3 จะทำการรับแก๊สจากถังหมัก HCLR แล้วทำการปรับปรุงคุณภาพแล้วส่งแก๊สไปที่ท่อส่งแก๊สที่ส่งไปใช้ที่ Generator

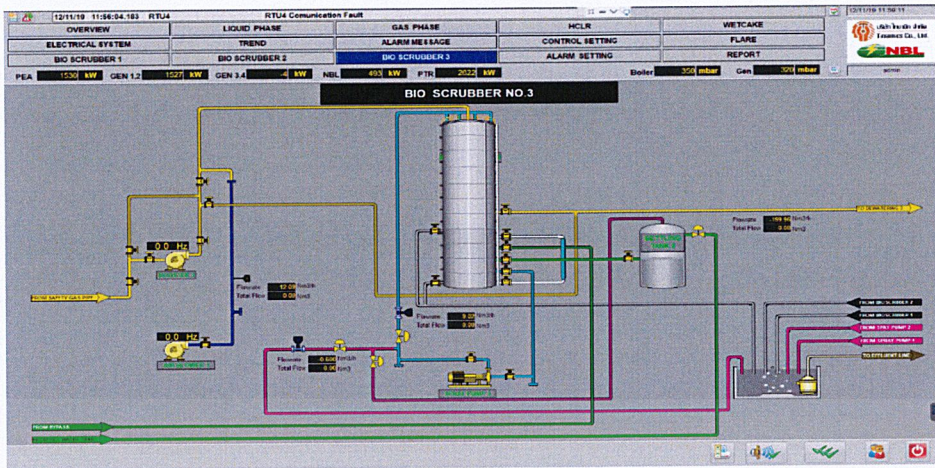


รูปที่ 3.86 หน้า Bio Scrubber 1



รูปที่ 3.87 หน้า Bio Scrubber 2

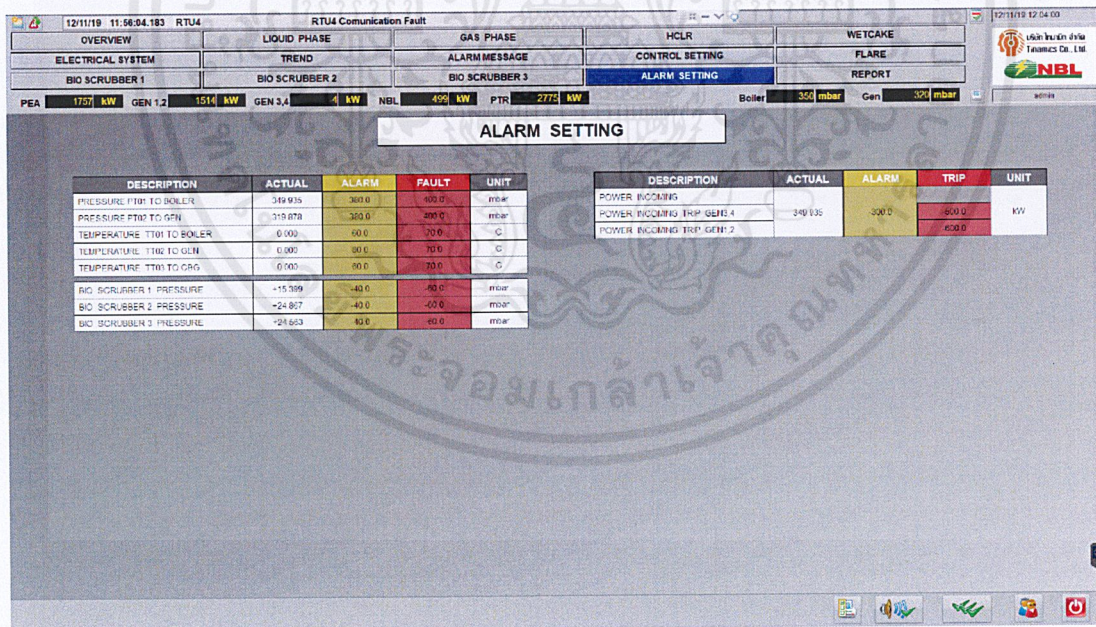
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.88 หน้า Bio Scrubber 3

11) หน้า Alarm Setting

หน้านี้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตั้งค่า Alarm และ Fault ของอุปกรณ์แต่ละตัวได้ ซึ่งได้แก่ Pressure PT01-02, Temperature TT01-03, Bio Scrubber 1-3 Pressure และ Power Generator 1-4 ดังรูปที่ 3.89 Alarm Setting นี้จะใช้เพื่อเป็นระบบป้องกันความเสียหายต่างๆของอุปกรณ์ เช่น Pressure Setting ป้องกันความดันเกินในท่อ เป็นต้น



รูปที่ 3.89 หน้า Alarm Setting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12) หน้า Report

หน้านี้จะแสดงการรายงานข้อมูลของการผลิตไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าของโรงงาน โดยจะมีการเก็บข้อมูลและรายงานผลทุก ๆ 1 ชั่วโมงโดยทุกครั้งที่ยางานจะมีการระบุวันที่และเวลาทุกครั้งที่ยึดบันทึก ดังรูปที่ 3.90 ซึ่งค่าที่แสดงคือ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก GEN 1-2 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จาก GEN 3-4 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ที่ NBL ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ที่ PTR ค่าผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ค่าพลังงานที่ผลิตไฟฟ้าได้ทั้งหมด และค่าอัตราการไหล Influent Flow

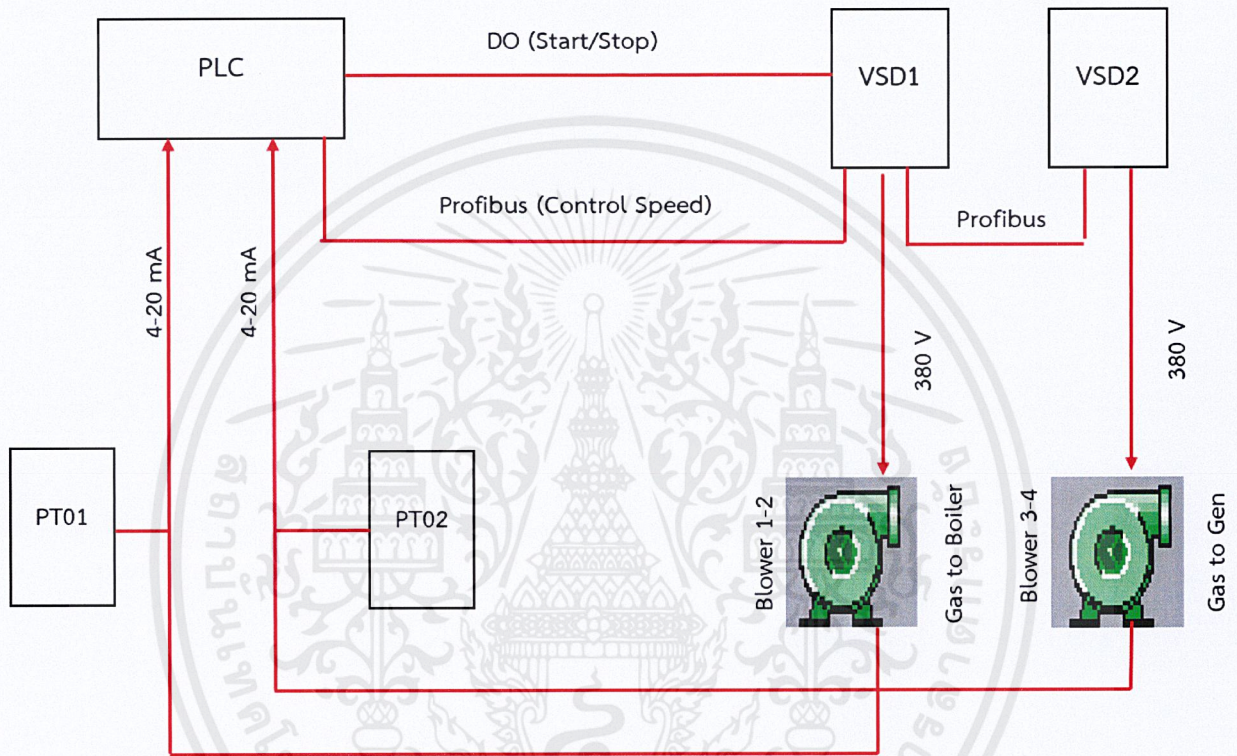
DATE TIME	GEN 1,2	GEN 3,4	NBL	PTR	Consumption Total	Production Total	INFLUENT FLOW
1 11/11/19 12:23:36	0.39	1.92	1.92	0.41	4.64	2.85	162879.00
2 11/11/19 13:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	162921.00
3 11/11/19 14:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	162963.00
4 11/11/19 15:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163005.00
5 11/11/19 16:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163047.00
6 11/11/19 17:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163089.00
7 11/11/19 18:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163131.00
8 11/11/19 19:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163173.00
9 11/11/19 20:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163215.00
10 11/11/19 21:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163257.00
11 11/11/19 22:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163299.00
12 11/11/19 23:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163341.00
13 12/11/19 00:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163383.00
14 12/11/19 01:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163425.00
15 12/11/19 02:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163467.00
16 12/11/19 03:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163509.00
17 12/11/19 04:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163551.00
18 12/11/19 05:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163593.00
19 12/11/19 06:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163635.00
20 12/11/19 07:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163677.00
21 12/11/19 08:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163719.00
22 12/11/19 09:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163761.00
23 12/11/19 10:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163803.00
24 12/11/19 11:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163845.00
25 12/11/19 12:23:36	0.39	1.91	1.91	0.41	4.62	2.85	163887.00

รูปที่ 3.90 หน้า Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

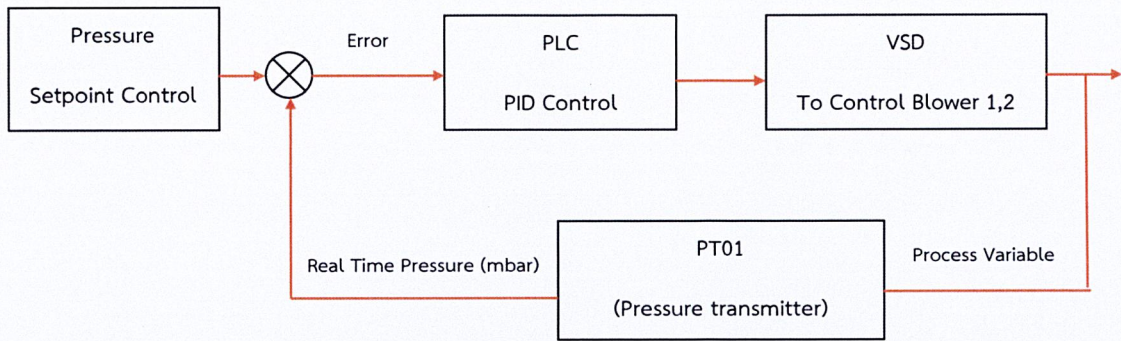
3.2.4 PLC Programming

จากรูปที่ 3.91 เป็นการแสดงตัวอย่างโครงสร้างการควบคุมความดันของการส่งแก๊สไปที่ Boiler และ Generator ซึ่งกระบวนการทำงานคือ Pressure Transmitter จะอ่านค่าความดันของ Blower และทำการเปลี่ยนความดันให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้า 4-20 mA ซึ่งเป็นสัญญาณอะนาล็อก แล้วจะส่งสัญญาณไปเปรียบเทียบกับ Setpoint ที่ตั้งค่าไว้เพื่อหาค่า Error จากนั้น PLC จะทำการส่งสัญญาณส่งสัญญาณไปที่ VSD ให้ทำการปรับความเร็วรอบการหมุนของ Blower เพื่อให้ความดันเป็นไปตามค่า Setpoint

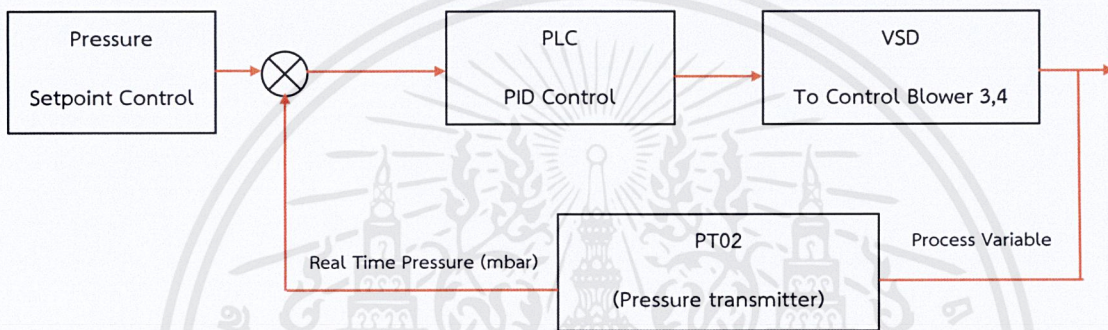


รูปที่ 3.91 กระบวนการควบคุมความดันของการส่งแก๊สไปที่ Boiler และ Generator

ตัวอย่างของบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมความดันของท่อที่ส่งแก๊สไปที่ Blower 1, 2 ที่ใช้ในการส่งแก๊สชีวภาพไปยัง Boiler ดังรูปที่ 3.92 และบล็อกไดอะแกรมของการควบคุมความดันของท่อที่ส่งแก๊สไปยัง Blower 3, 4 ที่ใช้ในการส่งแก๊สชีวภาพไปยัง Generator ดังรูปที่ 3.93



รูปที่ 3.92 Block Diagram การควบคุมความดันของท่อที่ส่งแก๊สไปที่ Blower 1, 2

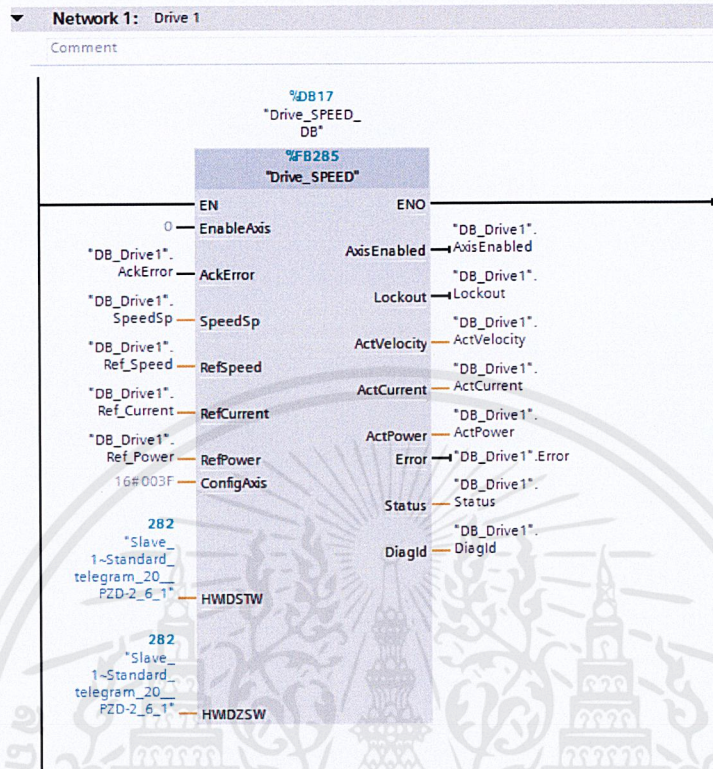


รูปที่ 3.93 Block Diagram การควบคุมความดันของท่อที่ส่งแก๊สไปที่ Blower 3, 4

Control Loop Block Diagram ของ Boiler และ Generator ซึ่งเป็นแบบ Feedback Control หลักการทำงานคือเราจะตั้งค่า Setpoint ของความดันที่เราต้องการ ซึ่งระบบจะทำการวัดค่าความดันที่เอาท์พุทออกมาโดยใช้ Pressure Transmitter แล้วนำค่าเอาท์พุทที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่า Setpoint ที่ตั้งไว้ ซึ่งผลต่างระหว่างค่า Setpoint และเอาท์พุทที่มาจากการวัด คือค่าความผิดพลาด (Error) เพื่อที่จะนำมาเป็นสัญญาณป้อนกลับให้แก่ Controller หรือ PLC โดย PLC จะทำการส่งสัญญาณไปควบคุม VSD เพื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์ เพื่อควบคุมความดันใน Blower หรือ Generator เป็นไปตามค่า Setpoint

เมื่อ Pressure Transmitter วัดค่าแรงดันได้น้อยกว่าค่าที่เซทไว้ PLC จะสั่งการให้ปรับสปีด VSD ของ Blower เพิ่มขึ้น เพื่อให้มีค่าความดันเท่ากับค่าที่เซทไว้ แต่เมื่อแรงดันที่วัดได้มีค่ามากกว่าค่าที่เซทไว้ PLC จะสั่งการเพื่อไปลดสปีด VSD ของ Blower เพื่อลดแรงดันให้เท่ากับค่าที่เซทไว้

โปรแกรมการควบคุมความดันภายในท่อที่ส่งไปยัง Boiler และ Generator



รูปที่ 3.94 Block Configuration Inverter

Block Configuration Inverter เป็นการตั้งค่าให้ Inverter ที่ต่อกับ PLC ผ่าน Profibus Communication จะเป็นการอ่านค่าจาก Block PID เพื่อควบคุมความเร็วรอบและไปแสดงที่หน้าจอ SCADA มีทั้งค่า Speed, Velocity, Current, Power และค่า Error ถ้าหาก Communication มีปัญหาหรือ Drive มีปัญหา Status ต่างๆก็จะไปแสดงที่ SCADA โดยใน Block Drive_SPEED จะประกอบด้วยดังรูปที่ 3.94

- 1) ActError คือค่า Error จริงที่มาจาก Block PID_Compact
- 2) Speedsp คือค่า Speed ที่อ่านได้
- 3) Ref_Speed คือค่า Speed อ้างอิง
- 4) Ref_Current คือค่ากระแสไฟฟ้าอ้างอิง
- 5) ActVelocity คือความเร็วจริงที่จะไปแสดงบนหน้าจอ SCADA
- 6) ActCurrent คือกระแสไฟฟ้าจริงที่จะไปแสดงบนหน้าจอ SCADA
- 7) ActPower คือ กำลังไฟฟ้าจริงที่จะไปแสดงบนหน้าจอ SCADA
- 8) Error คือค่า Error ที่จะไปแสดงบนหน้าจอ SCADA

Sequence การทำงานของ Drive ใน 1 ระบบจะมี Drive 2 ตัว โดยจะแบ่งเป็นตัว Master และ ตัว Slave โดยสามารถกำหนดตัว Master และ Slave ได้จากหน้าจอ SCADA การทำงานมีดังนี้

1) เมื่อระบบเริ่มทำงาน ถ้า Pressure จริงต่ำกว่า Set Point ตัว VSD1 ของ Blower1 จะเริ่มทำงานเพื่อ ทำให้ Pressure สูงขึ้นและรักษา Pressure โดย PID Control จะส่งสัญญาณเป็นค่า Error ($\text{Pressure Error} = \text{Pressure Setpoint} - \text{Pressure Actual}$) ถ้าค่า Error เป็นลบ แสดงว่า Pressure ในท่อสูงเกินไประบบ จะทำการลด Speed ของ VSD ของ Blower ลงเพื่อลดความดันภายในท่อ แต่ถ้าค่า Error เป็นบวกแสดง ว่า Pressure ในท่อต่ำเกินไประบบจะทำการเพิ่ม Speed ของ VSD ของ Blower เพื่อเพิ่มความดันภายใน ระบบ

2) ถ้า Pressure ภายในท่อต่ำ VSD ของ Blower จะปรับความเร็วรอบสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึง Maximum แต่ ถ้ายังไม่สามารถสร้าง Pressure ได้เพียงพอ ระบบจะสั่งให้ VSD ของ Blower เริ่มทำงานขึ้นมา เพื่อช่วย สร้าง Pressure โดยที่ Speed ของ VSD ทั้งสองจะเท่ากัน (ถ้า Speed ไม่เท่ากัน จะเกิดแรงต้านกับ VSD ตัวใดตัวหนึ่งทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง) และจะรักษา Pressure ให้คงที่ตามค่า Set Point ด้วย PID Control

3) ถ้าในระบบ Pressure เกิน Speed ของ VSD ทั้งสองจะลดลงจนถึง Minimum Speed ถ้าหาก Pressure ยังสูงอยู่ PLC จะสั่งให้ VSD ตัวที่ 2 หยุดทำงาน และระบบจะยังถูกควบคุมด้วย VSD ตัวที่ 1 อยู่ แต่ถ้า VSD ตัวที่ 1 ลด Speed จนถึง Minimum แล้ว Pressure ยังสูงอยู่ ระบบจะทำการหยุดการทำงาน ของ VSD ทั้งหมด

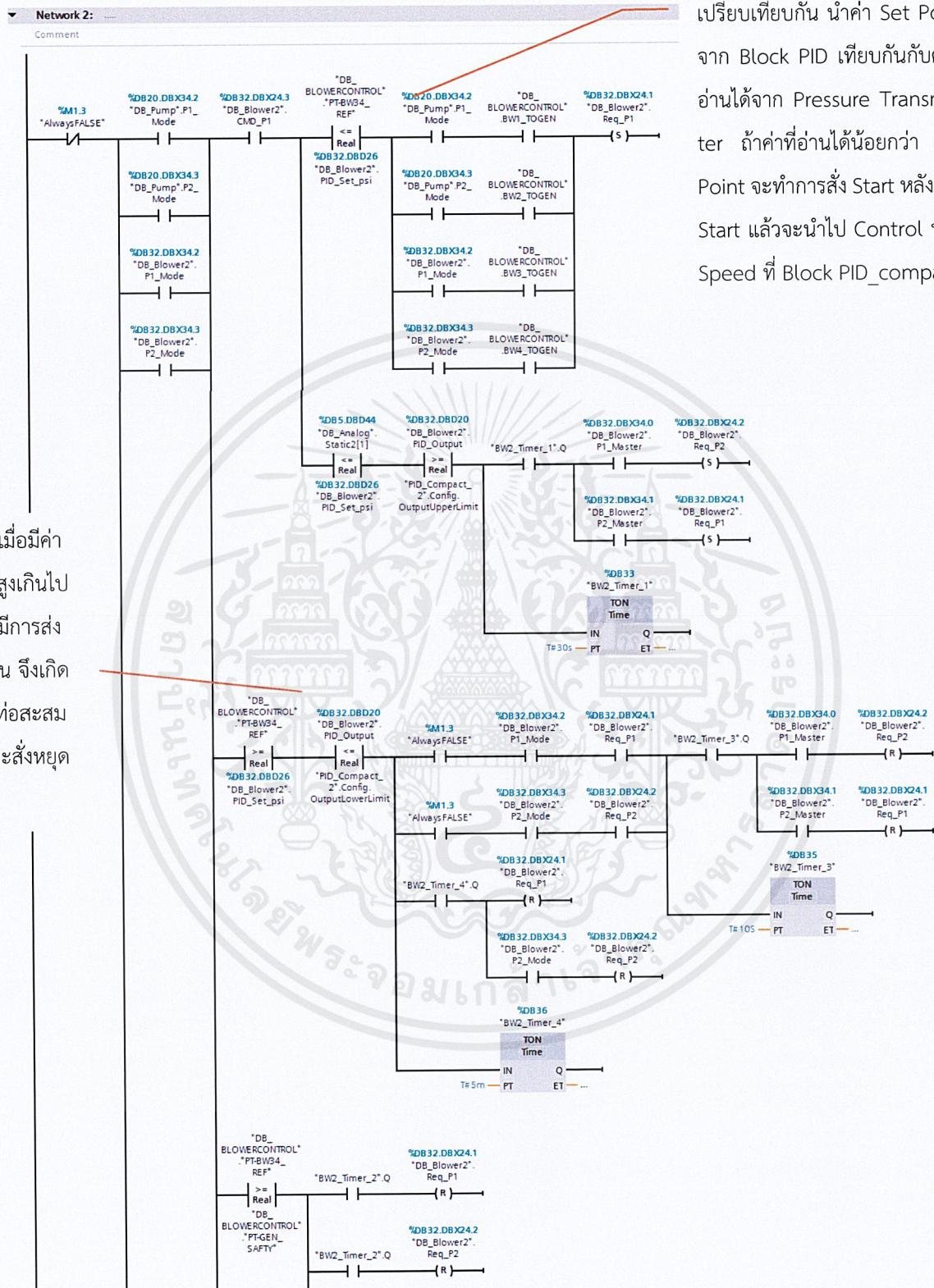
4) เมื่อ Pressure ต่ำ ระบบจะกลับไปทำงานในข้อที่ 1

หมายเหตุ: 1) VSD ที่ถูกเลือกเป็นตัว Master จะทำงานขึ้นมาก่อน และจะหยุดการทำงานก่อนตัว Slave

2) VSD ที่ถูกเลือกเป็นตัว Slave จะทำงานขึ้นมาทีหลัง และจะหยุดการทำงานก่อนตัว Master

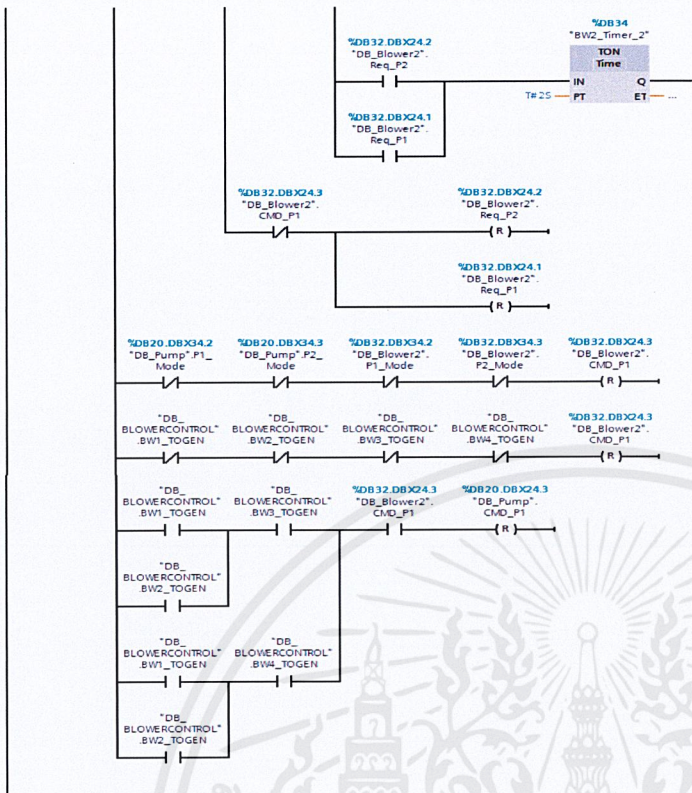
ส่วนของ Function Control

เป็นการนำค่า Pressure มาเปรียบเทียบกับ นำค่า Set Point จาก Block PID เทียบกันกับค่าที่อ่านได้จาก Pressure Transmitter ถ้าค่าที่อ่านได้น้อยกว่า Set Point จะทำการสั่ง Start หลังจาก Start แล้วจะนำไป Control ปรับ Speed ที่ Block PID_compact



ส่วนป้องกันเมื่อมีค่า Pressure สูงเกินไป เนื่องจากไม่มีการส่งแก๊สไปใช้งาน จึงเกิดความดันในท่อสะสมสูงขึ้น ก็จะสั่งหยุดการทำงาน

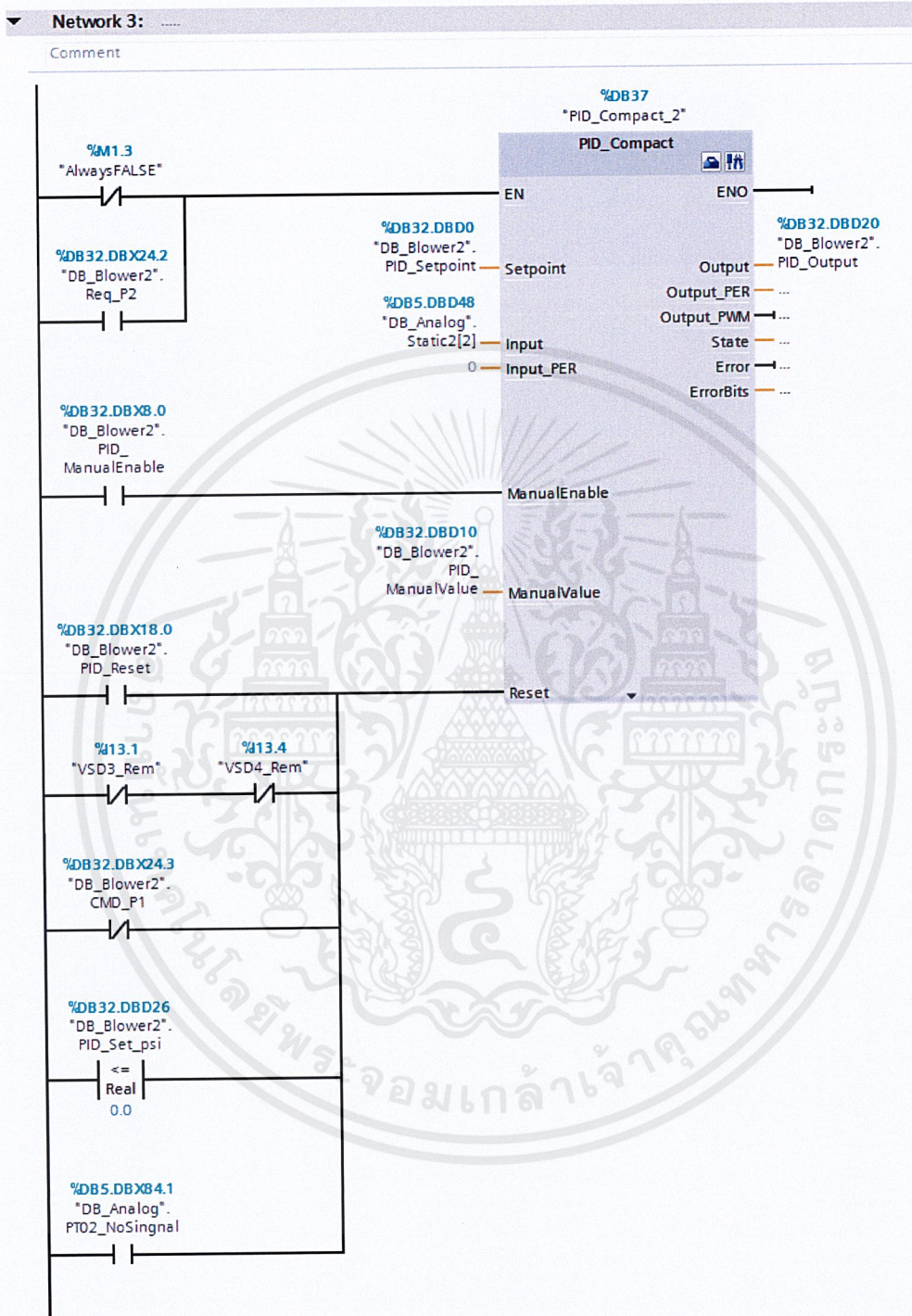
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.95 โปรแกรม Ladder ของ Function Control

การทำงานของ Block Function Control เมื่อเริ่มการทำงานจะมีการอ่านค่าความดันจาก Pressure Transmitter แล้วทำการเก็บข้อมูลไว้ที่ PT_BW34_REF ใน Data Block (DB) DB_BLOWERCONTROL และจะมีการเปรียบเทียบค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องมือวัด (PT_BW34_REF) กับค่าความดันที่ตั้งค่าไว้ในตัวแปร PID_Set_psi ใน Data Block DB_Blower 2 ซึ่งได้มีการเขียนเงื่อนไขการเปรียบเทียบค่าความดันคือเมื่อความดันที่อ่านได้จาก Pressure Transmitter มีค่าน้อยกว่าค่าความดันที่ตั้งค่าไว้ใน PID_Set_psi จะสั่งการทำงาน ON บิต Req_P1 ขึ้น ซึ่งบิตนี้เมื่อทำงานขึ้นจะเป็นการสั่งการทำงานของบล็อก PID_Compact ซึ่งเป็นบล็อกที่ควบคุมการปรับความเร็วของอินเวอร์เตอร์ให้ทำงาน แต่ถ้าความดันที่อ่านได้จาก Pressure Transmitter มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าความดันที่ตั้งค่าไว้ในตัวแปร PID_Set_psi จะสั่งการให้ Reset บิต Req_P1 เพื่อทำการหยุดการปรับความเร็วของอินเวอร์เตอร์ และหยุดการทำงานของโปรแกรม

Block PID_Compact



รูปที่ 3.96 โปรแกรม Ladder ของการควบคุม PID ของการควบคุม Pressure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

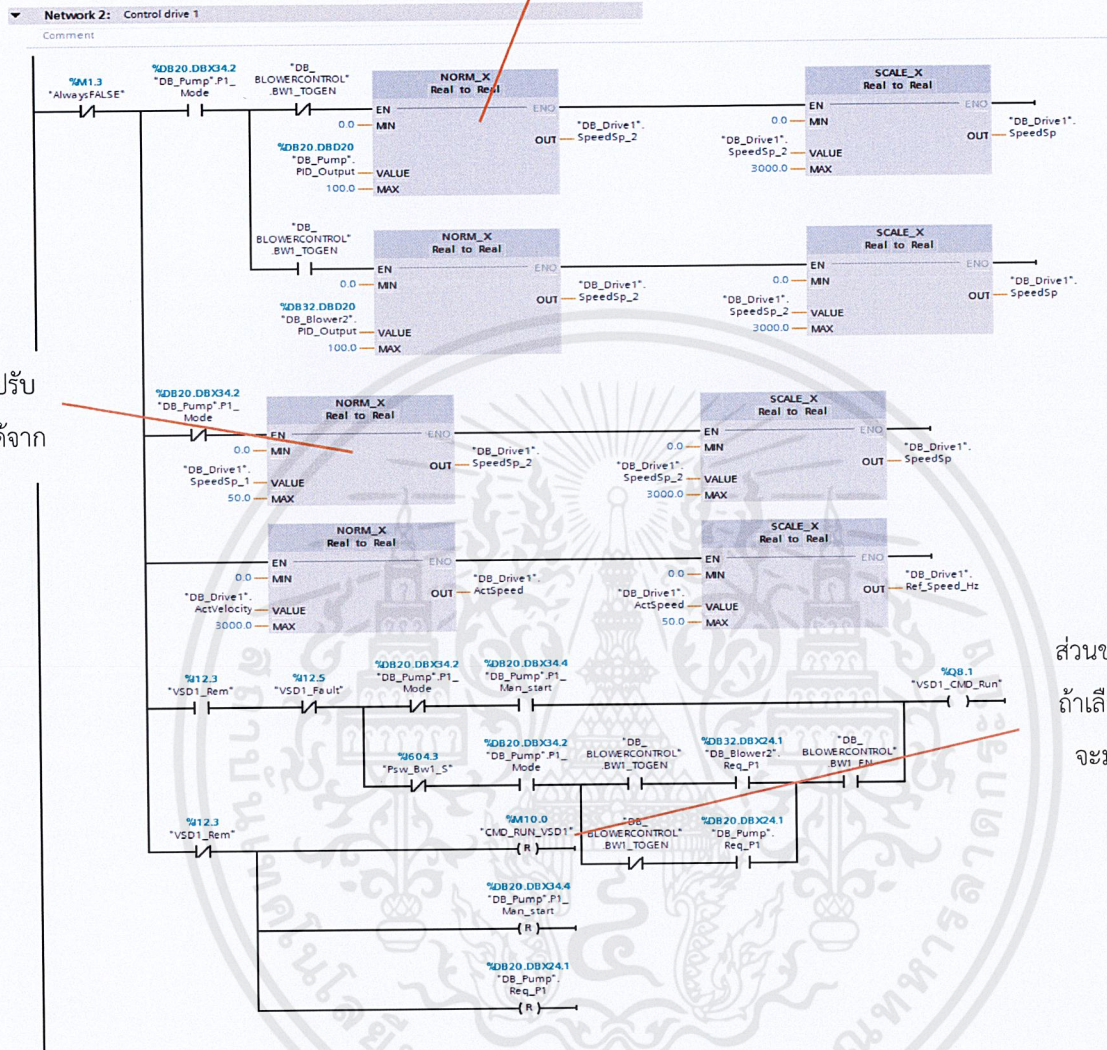
การทำงานของ Block PID_Compact คือเมื่อเปิด Req_P2 ทำงานเนื่องจากเงื่อนไขที่ค่าความดันที่อ่านได้จากข้อมูล PT_BW34_REF ใน Data Block (DB) มีค่าความดันน้อยกว่าค่าความดันที่ตั้งค่าไว้ใน PID_Set_psi ใน Data Block DB_Blower 2 ซึ่งจะทำการ ON Block PID_Compact ให้ทำงานซึ่งจะมีการเปรียบเทียบกันระหว่างค่าอินพุตคือค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือวัด Static [2] ใน DB_Analog กับค่าที่ Setting ไว้ PID_Set_psi ใน Data Block DB_Blower 2 โดยค่าเอาต์พุตที่ออกมาคือ PID_Output ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 ซึ่งค่านี้จะถูกส่งไปที่ส่วนของ Block Control Drive เพื่อทำการปรับความเร็วของอินเวอร์เตอร์ เราสามารถควบคุมการทำงานจากหน้าจอสกาดาดได้ ซึ่งค่าที่ใส่ในหน้าจอสกาดาดจะใส่ในหน้า Control Setting โดยเมื่อค่าควบคุมผ่านหน้าจอสกาดาด จะทำให้บิต PID_ManualEnable ON ขึ้นจะเป็นการทำงานแบบ Manual ซึ่งค่าความดันที่เราต้องการที่สั่งผ่านจากสกาดาดจะถูกเก็บไว้ใน PID_ManualValue จากนั้นบล็อก PID_Compact ก็จะทำการคำนวณเปรียบเทียบค่า แล้วส่งค่าออกมาแก่ Block Control Drive



ส่วน Control Drive

ส่วนนี้เป็นส่วนที่แปลง Speed ที่ได้จาก PID จะทำการแปลงค่าจาก 0-100 ให้เป็น 0-3000 เป็น Speed ของมอเตอร์

สามารถปรับ Speed ได้จาก



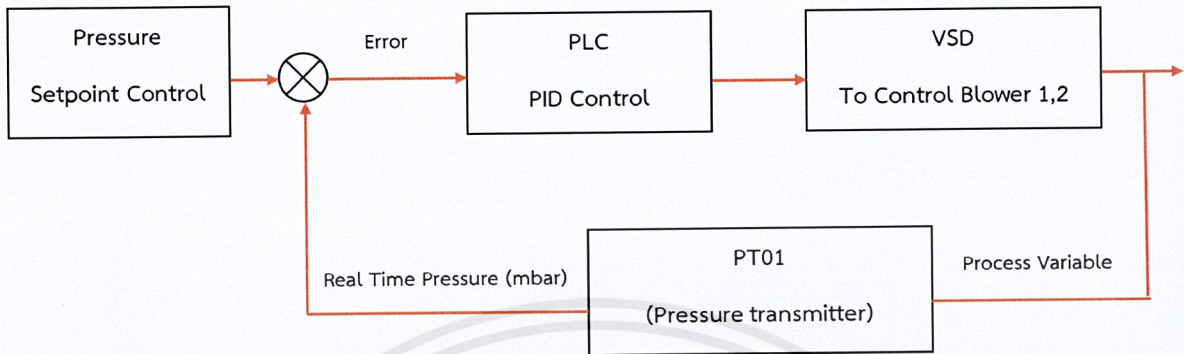
ส่วนของ Manual Start ถ้าเลือก Manual Start จะมา Start ที่ส่วนนี้

รูปที่ 3.97 โปรแกรม Ladder ควบคุม Control Drive

เมื่อค่าเอาต์พุตจาก Block PID_Compact คือ PID_Output จะเข้าที่ส่วนของโปรแกรม Control Drive ซึ่งค่าจาก PID_OUTPUT จะเข้ามาทำการแปลงค่า 0-100% ซึ่งเป็นค่าที่มาจาก PID มาเป็นค่าที่อยู่ในช่วง 0-3000 ซึ่งเป็นค่าของความเร็วของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งการแปลงช่วงของค่าจะผ่าน Block NORM_X แปลงมาเก็บในข้อมูลของ SpeedSp_2 ใน Data Block DB_Drive1 และทำการแปลงช่วงของค่าจาก 0-100% เป็นช่วง 0-3000 ใน Block SCALE_X ซึ่งค่าเอาต์พุตที่ออกมาจะเป็นค่าความเร็วการหมุนของอินเวอร์เตอร์ เพื่อปรับให้ได้ความดันที่ต้องการ และสามารถทำการควบคุมทางหน้าจอสกาดา โดยเมื่อทำการควบคุมทำให้ปิด MAN_Start ทำงาน ON ขึ้น ซึ่งค่าจากสกาดาจะมาที่ Speed_1 ซึ่งค่าที่สามารถใส่ได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าจอสกาดานั้นคือ 0-50 ซึ่งจะต้องทำการแปลค่าให้เป็นช่วง 0-3000 ที่ Block SCALE_X ก่อนเพราะค่าความเร็วของอินเวอร์เตอร์อยู่ในช่วง 0-3000



รูปที่ 3.98 Block PID Compact

Block PID Compact คือ Block ที่ใช้ควบคุมระบบ PID Control โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{Pressure Error} = \text{Pressure Set Point} - \text{Pressure Actual}$$

โดยใน Block ประกอบด้วย

- 1) Pressure Set Point คือค่าที่ต้องการควบคุม Pressure ที่เหมาะสมของระบบเท่ากับ 350 mbar
- 2) Analog Input คือค่าความดันที่รับมาจาก Pressure Transmitter (PT) ที่หน้างานมีหน่วยเป็น mbar
- 3) PID Output คือค่าที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างค่าที่อ่านได้จาก Pressure Transmitter กับค่าที่ตั้งค่าไว้ ซึ่งค่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะถูกคำนวณเป็น % และส่งเอาท์พุทออกไปควบคุม VSD ของ Blower มีหน่วยเป็น %
- 4) PID Manual Value คือค่าที่ Setting ความเร็วของ Blower จากหน้าจอสกาดา เพื่อควบคุม Pressure แบบ Manual ซึ่ง PID มีค่าดังนี้
 - P (Proportional) Gain
 - I (Integral) หน่วยเป็น millisecond
 - D (Derivative) หน่วยเป็น millisecond

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

จากบทที่ 3 ได้มีการกล่าวถึงโครงสร้าง ส่วนควบคุม และส่วนแสดงผลต่างๆ ของกระบวนการผลิต แก๊สชีวภาพ เพื่อการปรับปรุงระบบควบคุมและการแสดงผลของการผลิตแก๊สชีวภาพให้ถูกต้องและแม่นยำ จึงต้องปรับปรุงระบบควบคุมทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งจำเป็นต้องปรับปรุงระบบทางด้านซอฟต์แวร์ด้วย สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทดสอบ และผลการทดสอบทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

4.2 ขั้นตอนการทดสอบ

1) ทดสอบ Fault Status

การทดสอบ Fault Status จะทำการทดสอบในตู้ควบคุม MCC จะมี Fault Relay อยู่ซึ่งเมื่อ Relay ได้รับคำสั่งสถานะ Fault จาก Inverter จะทำการสั่งตัวมันเองให้ทำงานเกิดสถานะ ON ขึ้นซึ่งทำให้สถานะ Fault จาก Inverter ก็จะไปเข้าที่ PLC แล้วจะไปแสดงผลของสถานะที่หน้าจอ Scada

2) ทดสอบ Run Status/Start Command

เมื่อเราสั่ง Start Command ไปเราจะไปดู Relay Output ที่ PLC ว่ามีการทำงานเกิดขึ้นหรือไม่ จากนั้นเราก็จะไปดูที่ Inverter ว่ามีคำสั่งส่งมาหรือไม่และ Inverter ทำงานหรือไม่ ซึ่งถ้า Inverter ทำงาน จะเกิด Status Run และจะส่ง Status Run กลับมาที่ PLC ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการสังเกตไฟที่ DI ที่ PLC จะติดขึ้น และจะไปแสดงผล Run Status ของ Inverter ที่หน้าจอของ Scada

3) Local/Remote Status

การทดสอบสถานะ Local และ Remote เราสามารถตรวจสอบสถานะได้โดยการกดสวิทช์ที่หน้าตู้ควบคุม MCC ซึ่งเป็นตู้ที่ควบคุม Inverter ทั้งหมดห้าตัว ซึ่งจะมีสวิทช์ Local และ Remote ของแต่ละตัวอยู่ ซึ่งเราสามารถกดสวิทช์ Local/Remote เพื่อตรวจสอบ Status ของ Inverter ได้เลยว่าทำงานแบบ Local หรือ Remote อยู่

4) ทดสอบ VSD Speed

การทดสอบความเร็วของ VSD หรือ Inverter เราจะทำการสั่งปรับความเร็วจากหน้าจอ Scada ซึ่งจะอยู่ในส่วนของหน้า Control Blower ซึ่งเราจะต้องปรับการทำงานให้อยู่ในโหมด Manual เพื่อที่จะทำการปรับความเร็วได้ ซึ่งค่าที่ทำการใส่เข้าไปจะอยู่ในรูปของความถี่ (Hz) ซึ่งเราจะทำการตรวจสอบค่าความเร็วที่หน้าจอ Scada และที่ตัว Inverter ว่ามีความเร็วเท่ากันหรือไม่ ซึ่งความเร็วที่หน้าจอ Scada กับ Inverter ต้องมีความเร็วที่เท่ากัน

5) ทดสอบ SCADA Control ทั้ง Auto และ Manual

เริ่มทำการทดสอบที่โหมด Manual ก่อนเป็นอันดับแรก กดสวิทช์ Selector มาเป็นการควบคุมแบบ Remote แล้วเข้าเลือกโหมดที่หน้าจอ Scada ที่ให้เลือกโหมด Auto/Manual ก็ให้ทำการเลือกเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Manual จากนั้นเริ่มต้นทำการสั่ง Start Blower ทีละตัวแล้วดู Status Run ที่หน้าจอ Scada ว่าทำงานสอดคล้องกับการทำงานของ Blower หรือไม่ ทำการทดสอบจนถูกต้องครบทุกตัว

จากนั้นทำการเลือกที่โหมด Auto ซึ่งการทำงานของโหมด Auto จะทำงานตามฟังก์ชันตามหน้า Scada ซึ่งสามารถเลือกได้ว่า Blower ตัวนี้สามารถ Run ไปที่ Boiler หรือ Generator ซึ่งในที่นี้เราได้เลือกฟังก์ชันคือให้ Blower ตัวที่ 1 กับ 2 ไปที่ Boiler และ Blower ตัวที่ 3 กับ 4 ให้ไปที่ Generator ซึ่งจะมีปุ่มให้เลือกได้ว่าจะทำงานไปที่ Boiler หรือ Generator จากนั้นถ้าเราจะทำการทดสอบการควบคุมการทำงานที่ Boiler ให้กดปุ่ม Auto Start ซึ่งจะควบคุมการทำงานของ Blower ตามความเร็วที่เราตั้งค่าไว้ในหน่วยของความถี่ (Hz) และจะทำการทดสอบการควบคุมการทำงานที่ Generator ให้กดปุ่ม Auto Start เช่นกัน ซึ่งจะมีปุ่ม Auto Start/Auto Stop แยกการควบคุมกัน

4.3 ผลการทดสอบ

หลังจากทำการติดตั้งการติดตามและควบคุมการผลิตแก๊สชีวภาพผ่านระบบสกาตาแล้ว จำเป็นต้องมีการทดสอบ ซึ่งจะแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน ตู้คอนโทรล MCP#1 และตู้คอนโทรล MCP#2 ซึ่งตู้ MCP#1 เราจะทดสอบอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยตู้ MCC 1 คือ Blower ตัวที่ 1-5 และตู้ MCP#2 เราจะทำการทดสอบอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยตู้ MCC#2 คือ VSD (Variable Speed Drive) ตัวที่ 1-5 Soft Start 1-8 และ DOL (Direct On-line Motor Starter) ตัวที่ 1-6 แต่เนื่องจาก Soft Start และ DOL อยู่ระหว่างดำเนินการติดตั้ง ดังนั้นเราจึงสามารถทดสอบได้เพียงแค่ VSD ซึ่งเราจะทำการทดสอบในหัวข้อคือ Fault Status, Run Status/Start Command, Local/Remote Status, VSD Speed และ SCADA Control ทั้ง Auto และ Manual ซึ่งผลการทดสอบของ Blower ตัวที่ 1-5 เป็นไปตามตารางที่ 4.1 และผลการทดสอบของ VSD ตัวที่ 1-5 เป็นไปตามตารางที่ 4.2 อีกทั้งเครื่องหมายถูกในตารางหมายถึงผ่านการทดสอบในหัวข้อนั้นๆ

จากตารางที่ 4.1 แสดงว่า Blower ตัวที่ 1-5 ได้ทำการทดสอบ 5 อย่างคือ Fault Status, Run Status/Start Command, Local/Remote, Status VSD Speed และ SCADA Control ทั้ง Auto และ Manual ซึ่ง Blower ทั้ง 5 ตัวผ่านการทดสอบทั้ง 5 หัวข้อและสามารถทำงานได้เป็นไปตามการทำงานที่ต้องการ

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่า VSD ตัวที่ 1-5 ได้ทำการทดสอบ 5 อย่างคือ Fault Status, Run Status/Start Command, Local/Remote Status, VSD Speed และ SCADA Control ทั้ง Auto และ Manual ซึ่ง VSD ทั้ง 5 ตัวผ่านการทดสอบทั้ง 5 หัวข้อและสามารถทำงานได้เป็นไปตามการทำงานที่ต้องการ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยตู้คอนโทรล MCP#1

EQUIPMENT	TO		DESCRIPTION	Test Result
	EQUIPMENT TAG. NO	SIGNAL		
BLOWER1				
FAULT	PLC MCC-1	DI	FAULT STATUS	✓
RUN	PLC MCC-1	DI	RUN STATUS	✓
START	PLC MCC-1	DO	START COMMAND	✓
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-1	DI	LOC/REM STATUS	✓
VSD SPEED	PLC MCC-1	-	VSD SPEED REF./MONITORING	✓
SCADA CONTROL Mode Manual			-	✓
SCADA CONTROL Mode Auto			-	✓
BLOWER2				
FAULT	PLC MCC-1	DI	FAULT STATUS	✓
RUN	PLC MCC-1	DI	RUN STATUS	✓
START	PLC MCC-1	DO	START COMMAND	✓
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-1	DI	LOC/REM STATUS	✓
VSD SPEED	PLC MCC-1	-	VSD SPEED REF./MONITORING	✓
SCADA CONTROL Mode Manual			-	✓
SCADA CONTROL Mode Auto			-	✓
BLOWER3				
FAULT	PLC MCC-1	DI	FAULT STATUS	✓
RUN	PLC MCC-1	DI	RUN STATUS	✓
START	PLC MCC-1	DO	START COMMAND	
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-1	DI	LOC/REM STATUS	✓
VSD SPEED	PLC MCC-1	-	VSD SPEED REF./MONITORING	✓
SCADA CONTROL Mode Manual			-	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

SCADA CONTROL Mode Auto	-			√
BLOWER4				
FAULT	PLC MCC-1	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-1	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-1	DO	START COMMAND	
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-1	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-1	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual	-			√
SCADA CONTROL Mode Auto	-			√
BLOWER5				
FAULT	PLC MCC-1	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-1	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-1	DO	START COMMAND	√
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-1	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-1	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual	-			√
SCADA CONTROL Mode Auto	-			√

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยตู้คอนโทรล MCP#2

EQUIPMENT	TO		DESCRIPTION	Test Result
	EQUIPMENT TAG. NO	SIGNAL		
VSD 1				
FAULT	PLC MCC-2	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-2	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-2	DO	START COMMAND	√
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-2	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-2	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual		-		√
SCADA CONTROL Mode Auto		-		√
VSD 2				
FAULT	PLC MCC-2	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-2	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-2	DO	START COMMAND	√
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-2	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-2	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual		-		√
SCADA CONTROL Mode Auto		-		√
VSD 3				
FAULT	PLC MCC-2	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-2	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-2	DO	START COMMAND	
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-2	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-2	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual		-		√

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

SCADA CONTROL Mode Auto	-			√
VSD 4				
FAULT	PLC MCC-2	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-2	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-2	DO	START COMMAND	
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-2	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-2	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual	-			√
SCADA CONTROL Mode Auto	-			√
VSD 5				
FAULT	PLC MCC-2	DI	FAULT STATUS	√
RUN	PLC MCC-2	DI	RUN STATUS	√
START	PLC MCC-2	DO	START COMMAND	√
SELECTOR LOC/REM	PLC MCC-2	DI	LOC/REM STATUS	√
VSD SPEED	PLC MCC-2	-	VSD SPEED REF./MONITORING	√
SCADA CONTROL Mode Manual	-			√
SCADA CONTROL Mode Auto	-			√

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการดำเนินงานในเรื่องการควบคุม และแสดงผลผ่านหน้าจอผ่านระบบสกาดาของกระบวนการผลิตแก๊สชีวภาพจากน้ำเสียในโรงงานโดยผู้ปฏิบัติงานสามารถติดตาม และสั่งการควบคุมผ่านทางหน้าจอ โดยภายในหน้าจอจะมีค่าทั้งหมดของกระบวนการคืออุณหภูมิ, ความดัน, อัตราการไหล, สถานะของวาล์ว, พลังงานไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, ความเร็วรอบของมอเตอร์ และปั๊ม และปริมาณการผลิตแก๊สชีวภาพ นอกจากการติดตามและสั่งการควบคุมแล้ว ผู้ปฏิบัติงานยังสามารถเก็บและเรียกดูข้อมูลย้อนหลังของค่าต่างๆในกระบวนการผลิตได้ จึงนับว่ามีประโยชน์อย่างมากเมื่อต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีการแจ้งเตือนทางหน้าจอแสดงผล เมื่อเกิดความผิดพลาดในอุปกรณ์หรือกระบวนการผลิต ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถรับรู้ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันที เพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุจากกระบวนการผลิตได้

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหา

5.2.1 ปัญหาที่พบ

- 1) ข้อมูลและเอกสารไม่ครบถ้วน ทำให้เกิดความล่าช้า
- 2) ตัวควบคุมที่นำมา Back Up ข้อมูลติดรหัส เพื่อเข้าถึงโปรแกรม
- 3) ไม่สามารถทดสอบโปรแกรมส่วนของหน้างานได้ทันที

5.2.2 วิธีการแก้ไขปัญหา

- 1) ศึกษากระบวนการทำงานจากโปรแกรมควบคุม
- 2) หาโปรแกรมมาถอดรหัส
- 3) รอวันที่มีการซ่อมบำรุง

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบ SCADA จำเป็นต้องเข้าใจ และรู้เงื่อนไขการทำงานของกระบวนการทั้งหมด และต้องมีความรู้ด้านการทำงานบนเครือข่ายเชื่อมต่อ ซึ่งในส่วนนี้ควรศึกษาจากคู่มือการใช้งาน และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้การดำเนินงานเกิดประสิทธิภาพ ถูกต้อง รวดเร็ว และครบถ้วน

เอกสารอ้างอิง

- [1] แก๊สชีวภาพ แหล่งที่มา: <http://www.reca.or.th/library-biogaz.aspx>
<https://www.greenenergynet.net/th/biogaz-system/>
- [2] ระบบสกาดา แหล่งที่มา: <http://www.jtec.co.th/index.php>
http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=2127
- [3] พีแอลซี แหล่งที่มา: http://www.ee.psu.ac.th/~kanadit/S5W/plc_s5w.pdf
- [4] Siemens S7-1200 แหล่งที่มา: <http://www.paratrasnet.ro/pdf/automatizari-industriale/S7-1200.pdf>
- [5] Siemens S7-1500 แหล่งที่มา: <https://th.rs-online.com/web/p/plc-cpus/9054403/>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายรัฐนันท์ พรรณนาวิน
วัน เดือน ปีเกิด 8 เมษายน พ.ศ. 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 241 ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุดรธานี 41000
อีเมล 59011135@kmitl.ac.th
โทรศัพท์ 063-7387007

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ.2557 – 2559 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จ. อุดรธานี
- พ.ศ.2559 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงาน

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Maintenance Engineering บริษัท ปตท.น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา บริษัท โททอลตี้ เอ็นเนอร์ยี่ จำกัด

ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-นามสกุล นายอภิวัฒน์ สุพรรณ
- วัน เดือน ปีเกิด 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2541
- ที่อยู่ปัจจุบัน 568/21 ถ.พหลโยธิน ต.ปากเพรียว อ.เมือง จ.สระบุรี 18000
- อีเมล 59011501@kmitl.ac.th
- โทรศัพท์ 092-2487750
- ประวัติการศึกษา
- พ.ศ. 2557 – 2559 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จ. ลพบุรี
 - พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ประสบการณ์การทำงาน
- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Maintenance Engineering บริษัท เอช เอ็ม ซี โพลีเมอร์ จำกัด
 - นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา บริษัท โททอลลี เอ็นเนอร์ยี จำกัด