การผสานรวมตัวควบคุมด้านความปลอดภัยเข้ากับระบบสกาดา
Integration of Fail Safe Controller into SCADA System

นายกีรกิติ เชาว์ตระกูล
นายพงศ์ปกรณ์ ศิริเขตต์
นายวิศรุต ศรีโยธี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การผสานรวมตัวควบคุมด้านความปลอดภัยเข้ากับระบบสกาดา

Integration of Fail Safe Controller into SCADA System

นายกีรกิติ เชาว์ตระกูล

นายพงศ์ปกรณ์ ศิริเขตต์

นายวิศรุต ศรีโยธี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

Integration of Fail Safe Controller into SCADA System

Mr. Kirakiti Chaotrakun

Mr. Pongpakorn Sirikate

Mr. Visarut Sriyotee

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2017

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การผสานรวมตัวควบคุมด้านความปลอดภัยเข้ากับระบบสกาดา Integration of Fail Safe Controller into SCADA System		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกีรกิติ	เชาว์ตระกูล	**รหัสนักศึกษา** 57010109
	นายพงศ์ปกรณ์	ศิริเขตต์	**รหัสนักศึกษา** 57010811
	นายวิศรุต	ศรีโยธี	**รหัสนักศึกษา** 57011192
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ		
ปีการศึกษา	2560		

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี	

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การผสานรวมตัวควบคุมด้านความปลอดภัยเข้ากับระบบสกาดา		
	Integration of Fail Safe Controller into SCADA System		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกีรกิติ	เชาว์ตระกูล	**รหัสนักศึกษา** 57010109
	นายพงศ์ปกรณ์	ศิริเขตต์	**รหัสนักศึกษา** 57010811
	นายวิศรุต	ศรีโยธี	**รหัสนักศึกษา** 57011192
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี		
ปีการศึกษา	2560		

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์นี้เป็นการนำเสนอเทคนิคภาคปฏิบัติสำหรับการผสานตัวควบคุมด้านความปลอดภัยเข้ากับระบบสกาดาเดิมที่ใช้ในการควบคุมความดันภายในถังในช่วง 0-4 บาร์ด้วยฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของพีแอลซีรุ่น AB-1769 CompactLogix L23E QB1B โดยระบบวัดคุมนิรภัยที่สร้างขึ้นใหม่ถูกออกแบบด้วยแนวคิดการลงมติการทำงานจาก 1 ใน 2 (1oo2) ประกอบด้วยสวิทช์ควบคุมความดันรุ่น Indfos RT-5SB จำนวน 2 ตัว เพื่อวัดค่าความดันที่ต้องการควบคุม วาล์วหยุดระบบรุ่น KOSA+ AS50-11 จำนวน 2 ตัว เพื่อหยุดการไหลของลมขาเข้าที่จ่ายไปยังถัง และตัวควบคุมด้านความปลอดภัยรุ่น Honeywell R702 เพื่อสั่งการหยุดระบบอย่างปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุการณ์วิกฤตที่มีการแจ้งเตือนแบบ High-High ในส่วนการติดต่อผู้ใช้งานเพื่อแสดงผลค่าตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เส้นกราฟของค่าตัวแปรที่สนใจ และภาพเสมือนจริงของระบบถูกสร้างขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ WW Intouch และ Archestra IDE นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้จากส่วนแสดงผลยังนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาและวางแผนในการซ่อมบำรุงได้อีกด้วย ประสิทธิภาพของการผสานตัวควบคุมด้านความปลอดภัยเข้ากับระบบสกาดาที่นำเสนอสามารถยืนยันได้จากผลการทดลอง

Thesis Title	Integration of Fail Safe Controller into SCADA System
Authors	Mr. Kirakiti Chaotrakun
	Mr. Pongpakorn Sirikate
	Mr. Visarut Sriyolee
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Teerawat Thepmanee
Year	2017

ABSTRACT

This thesis aims to present a practical technique for integrating a fail safe controller (FSC) into an existing supervisory control and data acquisition (SCADA) system used for controlling a pressure in storage tank in the range of 0-4 bar by using proportional-integral-derivative (PID) function block of a programmable logic controller (PLC) modeled AB-1769 CompactLogix L23E QB1B. A new safety instrumented system (SIS) designed by one-out-of-two voting (1oo2) concept consists two pressure switches modeled Indfos RT-5SB for measuring the controlled variable, two shutdown valves modeled KOSA+ AS50-11 for stopping the inlet air flow to the storage tank, and the FSC modeled Honeywell R702 for providing the safe shutdown in the critical event of High-High alarm. The human machine interface (HMI) screens are also built for dynamic displays, historical trend graphs, and visualization display by utilizing WW Intouch and Archesta IDE applications. In addition, information obtained from the created HMI screens can be useful for troubleshooting and maintenance planning. Performance of the integrated FSC-SCADA system is confirmed through experimental results.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ได้มอบอุปกรณ์ระบบควบคุมนิรภัย FSC (Fail Safe Controller System) และ Software เพื่อให้คณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและช่วยพัฒนาระบบการทำงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำตลอดจนความช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณอุทัย กิ้มเส้ง ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงานและช่วยในการทดสอบและติดตั้งระบบพร้อมทั้งอบรมการใช้งานอุปกรณ์จนกระทั่งระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์แบบ

คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างสูงที่ให้ การสนับสนุน เอื้อเฟื้อและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ และประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 2

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 2

1.4 วิธีดำเนินการโครงงาน 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 กล่าวนำ 5

2.2 ระบบสกาดา 5

2.2.1 ส่วนประกอบของสกาดา 7

2.2.2 สกาดาซอฟต์แวร์ 8

2.2.3 วิวัฒนาการของระบบสกาดา 9

2.3 ระบบวัดคุมนิรภัย 12

2.4 อุปกรณ์วัดและควบคุม 13

2.4.1 อุปกรณ์วัดและควบคุมในส่วนของ BPCS (Basic Process Control System) 13

2.4.2 อุปกรณ์วัดและควบคุมในส่วนของ SIS (Safety Instrumented System) 16

2.5 ซอฟต์แวร์ของระบบ BPCS & SIS 19

2.5.1 ซอฟต์แวร์ในส่วนของ BPCS 19

2.5.2 ซอฟต์แวร์ในส่วนของ SIS 20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การดำเนินการ **22**
3.1 กล่าวนำ 22
3.2 การควบคุมความดันที่ศึกษา 22
3.2.1 การควบคุมความดันแบบพีไอดีในระบบสกาดา 22
3.2.2 การสร้างระบบเอสไอเอสสำหรับการควบคุมความดันที่ศึกษาโดยใช้ตัวควบคุมด้านความปลอดภัย (FSC) 23
3.3 เทคนิคการผสานระบบที่นำเสนอ 26
3.3.1 เทคนิคการผสานระบบควบคุมความดันแบบพีไอดีกับระบบวัดคุมนิรภัย 26
3.3.2 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์ 27
3.3.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง 33
3.4 การออกแบบสกาดาสำหรับการซ่อมบำรุง 37
3.4.1 การทดสอบการทำงานของระบบลม 37
3.4.2 การทดสอบการทำงานของสัญญาณไฟฟ้า 38

บทที่ 4 ผลการดำเนินการ **39**
4.1 กล่าวนำ 39
4.2 การทดสอบการผสานระบบระหว่างระบบ สกาดา กับ FSC 39
4.2.1 การเชื่อมต่อ 39
4.2.2 ระบบสกาดา 41
4.3 การทดสอบการทำงานของระบบสกาดา กับ BPCS และ FSC 44
4.4 การทดสอบการบำรุงรักษาระบบ FSC ผ่านระบบสกาดา 49
4.4.1 การทดสอบแบบอัตโนมัติ (Automatic) 49
4.4.2 การทดสอบแบบธรรมดา (Manual Proof Test) 50

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ **53**
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 53
5.2 ข้อเสนอแนะ 53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 54

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน.....4

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 องค์ประกอบของระบบสกาดา 6
2.2 การติดตั้งสกาดาสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูล และบริหารควบคุม 7
2.3 System platform 8
2.4 System Management Console 9
2.5 ระบบสกาดารุ่นที่หนึ่ง 10
2.6 ระบบสกาดารุ่นที่สอง 10
2.7 ระบบสกาดารุ่นที่สาม 11
2.8 Layer of Protection 12
2.9 การส่งข้องมูลใน BPCS 13
2.10 Pressure Transmitter 13
2.11 Control Valve 14
2.12 PLC 15
2.13 Pressure Switch 16
2.14 Shutdown Valve 17
2.15 Solenoid Valve 18
2.16 RSlogix5000 19
2.17 FSC Navigator702 20
2.18 FSCSOE 21
3.1 การออกแบบระบบควบคุมความดันภายในถัง 22
3.2 ขั้นตอนการควบคุมความดันภายในถัง 23
3.3 สกาดาสำหรับควบคุมความดัน 23
3.4 การออกแบบระบบวัดคุมนิรภัยสำหรับระบบควบคุมความดัน 24
3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบวัดคุมนิรภัย 24
3.6 การเลือกรูปแบบกระบวนการโดยเปิด-ปิด Manual Valve Bypass 25
3.7 โครงสร้างของระบบ 26
3.8 Bill of Materials 27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 I/O List 27
3.10 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์ 28
3.11 Layout ภายนอก ตู้ PLC 28
3.12 Layout ภายในตู้ PLC และรายละเอียดภายในตู้ PLC 29
3.13 การเดินสายไฟของระบบควบคุมกระบวนการพื้นฐาน 29
3.14 การเดินสายไฟภายในตู้ PLC 30
3.15 การเดินสายไฟ PLC Analog Module 30
3.16 การเดินสายไฟของระบบวัดคุมนิรภัย 31
3.17 การต่อ Pressure Switch เข้ากับตู้ FSC 31
3.18 การต่อ Solenoid Valve เข้ากับตู้ FSC 32
3.19 การกำหนดค่า Modbus ใน FSC Navigator 702 33
3.20 การกำหนด Modbus Register ในส่วน FSC 33
3.21 การกำหนดค่า Address สำหรับการเชื่อมต่อสกาดากับ PLC 34
3.22 Wonderware System Platform 34
3.23 การอ้างอิงเลข Modbus Register ใน System Platform 34
3.24 การอ้างอิง I/O และ Program Block ใน System Platform 35
3.25 การกำหนดตัวแปร 35
3.26 การสร้างหน้าจอแสดงผลของ SCADA 36
3.27 Pneumatic Proof Test 37
3.28 Signal Proof Test 38
4.1 โปรแกรม SMC แสดงผลการเชื่อมต่อกับส่วน FSC 39
4.2 โปรแกรม SMC แสดงผลการเชื่อมต่อกับส่วน BPCS 40
4.3 โปรแกรม System Platform แสดงสถานะปัจจุบัน 40
4.4 หน้าจอ SCADA สำหรับควบคุมแพลนต์โมเดล 41
4.5 หน้าจอ SCADA แสดงสถานะเมื่อเกิดการ Shutdown 41
4.6 หน้าจอ Trend ของกระบวนการ 42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 หน้าจอแสดง Historian ของกระบวนการ 42
4.8 หน้าจอแสดง Alarm list ของกระบวนการ 43
4.9 หน้าจอแสดงสถานะของกระบวนการ 43
4.10 หน้าจอแสดงสถานะของกระบวนการเมื่อเกิด Alarm 44
4.11 การปรับ Setpoint ของกระบวนการ 44
4.12 การปรับ Setpoint ของกระบวนการเกินกว่าที่กำหนด 45
4.13 FSC Navigator เมื่อกระบวนการเกิด Alarm 46
4.14 FSCSOE เมื่อกระบวนการเกิด Alarm 46
4.15 SCADA Overview เมื่อกระบวนการเกิด Alarm 46
4.16 กระบวนการจริงเมื่อเกิด Alarm 47
4.17 FSC Navigator702 สภาวะปกติ 47
4.18 FSCSOE สภาวะปกติ 48
4.19 SCADA Overview สภาวะปกติ 48
4.20 กระบวนการจริงสภาวะปกติ 48
4.21 หน้าจอ SCADA แสดงสถานะเมื่อสภาวะกติ 49
4.22 หน้าจอ SCADA แสดงสถานะเมื่อเกิด Alarm 49
4.23 สถานะของ Shutdown Valve 50
4.24 P&ID แสดงการทำ Pneumatic Proof Test 50
4.25 หน้าจอ Trend ของกระบวนการ 51
4.26 หน้าจอ FSC Navigator แสดงการ Force ค่า 52
4.27 การทดสอบโดยการทำ Signal Proof Test 52
4.28 P&ID แสดงการทำ Signal Proof Test 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ระบบควบคุมกระบวนการแบบพื้นฐาน (Basic Process Control System : BPCS) โดยทั่วไปมีเป้าหมายของการควบคุมเพื่อรักษาค่าตัวแปรควบคุม (Controlled Variable) ให้เข้าใกล้ค่าเซตพอยต์ (Set Point) โดยใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี (Proportional-Integral-Derivative : PID) โดยทั่วไปโรงงานขนาดใหญ่ที่มีลูปควบคุมจำนวนมาก เช่น โรงกลั่นน้ำมัน หรือโรงงานสารเคมี มักใช้ระบบควบคุมที่เรียกว่า “ดีซีเอส” (Distributed Control System : DCS) ในการเฝ้าระวัง (Monitoring) การควบคุม (Control) และการแจ้งเตือน (Alarm) การทำงานของลูปควบคุมต่าง ๆ แต่เนื่องจากระบบดีซีเอสเป็นระบบที่มีราคาค่อนข้างสูงและรองรับกับการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ระดับฟิลด์ (Field Device) และระบบโฮสต์ (Host System) ที่ติดตั้งในห้องควบคุมกลาง (Central Control Room) ภายในพื้นที่ของโรงงาน ดังนั้นโรงงานขนาดเล็กที่มีลูปควบคุมไม่มาก จึงนิยมใช้ตัวควบคุมสำหรับลูปเดี่ยว (Single-Loop Controller) ในการควบคุมแต่ละลูป แต่การใช้งานตัวควบคุมดังกล่าวมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลระยะไกล เนื่องจากตัวควบคุมนั้นถูกออกแบบให้มีการแสดงสภาวะการทำงานรวมถึงการกำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่วนติดต่อผู้ใช้งานบนตัวควบคุม เพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว จึงมีการเลือกใช้ฟังก์ชันบล็อกพีไอดีภายในตัวควบคุมที่เรียกว่า “พีแอลซี” (Programmable Logic Controller : PLC) ทั้งนี้การเข้าถึงข้อมูลการทำงานของลูปควบคุม รวมถึงการกำหนดตั้งค่าตัวแปรต่างๆสามารถทำได้ในระยะไกลจากส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Human Machine Interface : HMI) ที่ติดตั้งในห้องควบคุมกลาง โดยระบบควบคุมที่ใช้ฟังก์ชันบล็อกพีไอดีในพีแอลซีนี้มักใช้ซอฟต์แวร์สกาดา (SCADA Software) ในการสร้างส่วน HMI หรือในกรณีที่ต้องการควบคุมและกำกับติดตามการทำงานของระบบในระยะไกล อาจจะสร้างระบบควบคุมนั้นให้เป็นสกาดา (Supervisory Control And Data Acquisition : SCADA) โดยประยุกต์ใช้พีแอลซีเป็นส่วนประมวลผลระยะไกล (Remote Terminal Unit : RTU) ของระบบ นอกจากนั้น ความล้มเหลวในการทำงานของบางระบบควบคุมอาจส่งผลต่อความปลอดภัยของกระบวนการ (Process Safety) รวมทั้งความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน (Personal Safety) ดังนั้นระบบควบคุมนั้นมักถูกออกแบบเป็นพิเศษตามมาตรฐานทางด้านความปลอดภัยเช่น IEC 61508 และ IEC 61511 ดังเช่นระบบวัดคุมนิรภัยหรือเอสไอเอส (Safety Instrumented System : SIS) ที่มีการใช้ตัวควบคุมพิเศษ ในปัจจุบันตัวควบคุมด้านความปลอดภัย (Fail Safe Controller : FSC) เป็นตัวควบคุมชนิดหนึ่งที่นำมาใช้ในระบบเอสไอเอส แต่การใช้งานตัวควบคุมด้านความปลอดภัยดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในส่วนของการ

แสดงผลการทำงานของระบบและในส่วนการแจ้งเตือน ซึ่งเป็นการแสดงผลแบบ Static (ที่มีการแสดงเฉพาะค่าของตัวแปร)

เพื่อสร้างส่วนแสดงผลการทำงานของระบบเอสไอเอสให้มีการแสดงค่าแบบ Dynamic และแบบ Trend ตลอดจนการแสดงการทำงานภาพรวมของระบบแบบ Visualization ในปริญญานิพนธ์นี้จึงนำเสนอเทคนิคการผสานรวมระบบควบคุมที่ใช้ตัวควบคุมด้านความปลอดภัยหรือ FSC เข้ากับระบบสกาดา โดยระบบสกาดาเดิมที่ศึกษาเป็นการควบคุมความดันในถังเก็บด้วยฟังก์ชันบล็อกพีไอดีของพีแอลซีรุ่น AB-1769 CompactLogix L23E QB1B และมีส่วน HMI ที่สร้างด้วยโปรแกรม WW Intouch ร่วมกับ Archesta IDE ส่วนในระบบควบคุมที่ใช้ FSC เป็นระบบที่นำมาควบคุมค่าความดันในช่วง 0-4 bar เช่นเดียวกับระบบควบคุมที่ใช้พีแอลซีเดิมด้วยหลักการออกแบบ 1oo2 (One out of Two Voting) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในกรณีที่ระบบควบคุมที่ใช้พีแอลซีไม่สามารถควบคุมกระบวนการในกรณีที่ค่าความดันในถังสูงเกิน 90% (3.6 bar)

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. นำเสนอเทคนิคการผสานรวมตัวควบคุมด้านความปลอดภัยหรือ FSC เข้ากับระบบสกาดาที่ใช้ในการควบคุมความดันในถังเก็บ
2. เพื่อสร้างส่วนแสดงผลการทำงานของระบบควบคุมความดันที่ใช้ FSC ให้มีการแสดงค่าแบบ Dynamic และแบบ Trend ตลอดจนการแสดงการทำงานภาพรวมของระบบแบบ Visualization
3. ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากส่วนแสดงผลจากการแจ้งเตือน (Alarm) ที่สร้างขึ้นในการแก้ไขปัญหา (Troubleshooting) และการวางแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ระดับฟิลด์ในกระบวนการ

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ระบบก่อนการพัฒนาจะแบ่งเป็น 2 ระบบ ดังนี้

1.1 ระบบควบคุมความดันแบบพีไอดี จะประกอบไปด้วย Control Valve รุ่น AGVB แบบ ATO (Air To Open), Pressure Transmitter และ PLC รุ่น AB-1769 CompactLogix L23E QB1B โดยการเปิด-ปิดของวาล์วจะควบคุมด้วยฟังก์ชันบล็อกใน PLC ซึ่งจะประมวลผลตามค่า 4-20 mA และมีส่วน HMI ในการแสดงผลสำหรับผู้ปฏิบัติงานโดยใช้โปรแกรม System Platform ในการสร้าง

1.2 ระบบ FSC จะประกอบไปด้วย Shutdown Valve รุ่น KOSA+ AS50-11 จำนวน 2 ตัว ,Pressure Switch รุ่น Indfos RT-5SB จำนวน 2 ตัว และ Solenoid Valve จำนวน 2 ตัว โดยระบบ FSC มีการทำงานแบบ 1oo2 (One out of Two Voting) ซึ่งใช้โปรแกรม FSC

Navigator 702 ในการเขียนโปรแกรมควบคุมและโปรแกรม FSCSOE ในการแสดงลำดับการทำงานของระบบ

2. ส่วนแสดงผลจะแบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้

2.1 หน้าจอแสดงสถานะของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ จะประกอบไปด้วย Shutdown Valve ,Pressure Switch ,Pressure Transmitter และ Control Valve โดยที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมค่า PID และ Set Point ของ Control Valve ได้ในส่วนนี้

2.2 หน้าจอแสดง Trend ของกระบวนการ ประกอบด้วย ค่าการเปิด-ปิดของวาล์ว ค่าของตัวแปรควบคุมในกระบวนการ และ ค่าเซตพอยต์

2.3 หน้าจอแสดง Historian ของกระบวนการ ผู้ปฏิบัติงานสามารถดูค่าของกระบวนการย้อนหลังได้ในส่วนนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าการเปิด-ปิดของวาล์ว ค่าของตัวแปรควบคุมในกระบวนการ และ ค่าเซตพอยต์

2.4 หน้าจอแสดง Alarm list ของอุปกรณ์ในระบบเอสไอเอส ประกอบด้วย Pressure Switch, Shutdown Valve และ ถังเก็บความดัน โดยจะแสดง Alarm ที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

2.5 หน้าจอแสดงสถานะของอุปกรณ์สำหรับการซ่อมบำรุง จะประกอบไปด้วยสถานะของตัวควบคุมความปลอดภัย และ อุปกรณ์ในฟิลด์

3. จัดทำระบบสกาดาโดยใช้โปรแกรม Wonderware System Platform เป็นศูนย์กลางสำหรับการรับส่งข้อมูลในส่วนของ BPCS และ FSC โดยใช้ Ethernet และ Modbus Protocol เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล

4. การแจ้งเตือนบนส่วนแสดงผลจะมีการแสดงสถานะ HH (High-High) เมื่อค่าความดันในถังเก็บเกิน 3.6 bar ,แสดงสถานะ H (High) เมื่อค่าความดันเกิน 3.2 bar ,แสดงสถานะ L (Low) เมื่อค่าความดันต่ำกว่า 0.8 bar และจะแสดงค่าสถานะ LL (Low-Low) เมื่อค่าความดันต่ำกว่า 0.4 bar

1.4 วิธีดำเนินการโครงงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ															
	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาการทำงานของระบบ FSC	■	■														
2. ออกแบบและงานทางวิศวกร			■	■												
3. ติดตั้งฮาร์ดแวร์				■												
4. งานด้านซอฟต์แวร์					■	■	■	■								
5. ติดตั้งและทดสอบการทำงาน									■	■	■					
6. จัดทำรูปเล่มรายงาน												■	■	■	■	■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แพลนต์โมเดลกระบวนการควบคุมความดันสามารถนำไปใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการออกแบบฟังก์ชั่นนิรภัยในอุตสาหกรรม

2. การผสานระบบ SCADA กับ FSC สามารถนำข้อมูลด้านต่าง ๆ มาประยุกต์ในด้านการแสดงผล, การติดตามและการรายงานของระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ระบบการบำรุงรักษา FSC ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานและเป็นแนวทางในการออกแบบการบำรุงรักษาสำหรับระบบอื่น ๆ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ ได้แก่ ระบบสกาดา, ระบบวัดคุมนิรภัย, อุปกรณ์การวัดและควบคุมและซอฟต์แวร์ของระบบ BPCS & SIS

2.2 ระบบสกาดา

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition คือระบบเครื่องมืออัตโนมัติสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุมของกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม สกาดาประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ

- หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน
- หน่วยควบคุมระยะไกล และหน่วยติดต่อระยะไกล

SCADA เป็นระบบที่สามารถเอาสัญญาณจากตัววัด ที่อยู่ในรูปของไฟฟ้า หรือพลังงานอื่น ๆ มาแปลง อยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่อใช้ทำประโยชน์ต่าง ๆ ให้กับผู้ปฏิบัติงานในระยะไกล เป็นการรวมกระบวนการ 2 กระการเข้าด้วยกัน คือ

- Telemetry
- Data Acquisition

Telemetry System

เป็นเทคนิคที่ใช้ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อกลาง โดยข้อมูลนั้นสามารถวัดได้เช่น โวลต์ ความเร็ว หรือ อัตราการไหล ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งไปอีกสถานที่หนึ่งโดยผ่านสื่อกลางต่าง ๆ เช่น เคเบิล สายโทรศัพท์ หรือ คลื่นวิทยุข้อมูลจากหลาย ๆ สถานที่ จะถูกนำ มารวมกันใน ระบบ SCADA

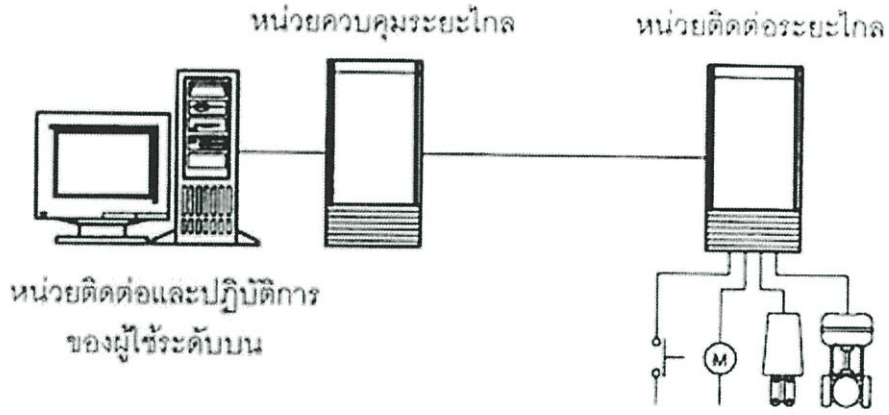
Data Acquisition

เป็นวิธีการที่จะเข้าถึงและควบคุมข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือ ถูกตรวจสอบอยู่ โดยที่ข้อมูลที่ได้จะถูกส่งไปให้ระบบ Telemetry ระบบ DAQ (Data acquisition) เป็นการเก็บรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลจริงในงานวิจัยทดลองวิทยาศาสตร์และทดสอบงานทางด้านวิศวกรรมเชิงคุณภาพและประสิทธิผลผ่านคอมพิวเตอร์ โดยมีความแตกต่างจากงานระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปตรงที่มี Hardware พิเศษเพื่อตรวจจับสัญญาณทางกายภาพทางวิทยาศาสตร์ อาทิเช่น อุณหภูมิ ความดันอากาศ ก๊าซ อัตราการไหล เป็นต้น แปลงเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์เป็นรูปแบบในลักษณะสัญญาณทางไฟฟ้า เข้าสู่ระบบ คอมพิวเตอร์ผ่าน Software ประยุกต์ที่พัฒนาตามคุณลักษณะของงานวิจัยทดลองนั้น ๆ ในลักษณะเวลา จริง (Real Time) ซึ่งในอดีตมักใช้เป็นระบบเฉพาะเจาะจงลงไปตามประเภทงาน ไม่

สามารถใช้งาน ร่วมกับงานวิจัยอื่นได้ ทั้งยังมีราคาที่สูงมาก ทว่าด้วยความสามรถของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใน ปัจจุบัน ประกอบกับการใช้งานที่ง่ายขึ้นของ Software ระบบปฏิบัติการในลักษณะที่เป็นวินโดว์หรือ กราฟฟิก ทำให้การประยุกต์เพื่อนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานด้าน Data Acquisition นี้มีความเป็นไปได้อย่างไม่ยุ่งยาก และให้ความคร่องตัวกับนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัยทดลองและวิศวกรเพื่อพัฒนาระบบงานดังกล่าวได้เองจาก Hardware และ Software งานด้าน Data Acquisition ที่มีให้เลือกมากมายหลากหลายผู้ผลิต และสามารถ ใช้งานร่วมกันได้โดยส่วนใหญ่ ทำให้ราคาระบบโดยรวมมีราคาไม่สูง และให้ประสิทธิผลในการพัฒนา ประเทศเชิงเทคโนโลยีได้ดีกว่า

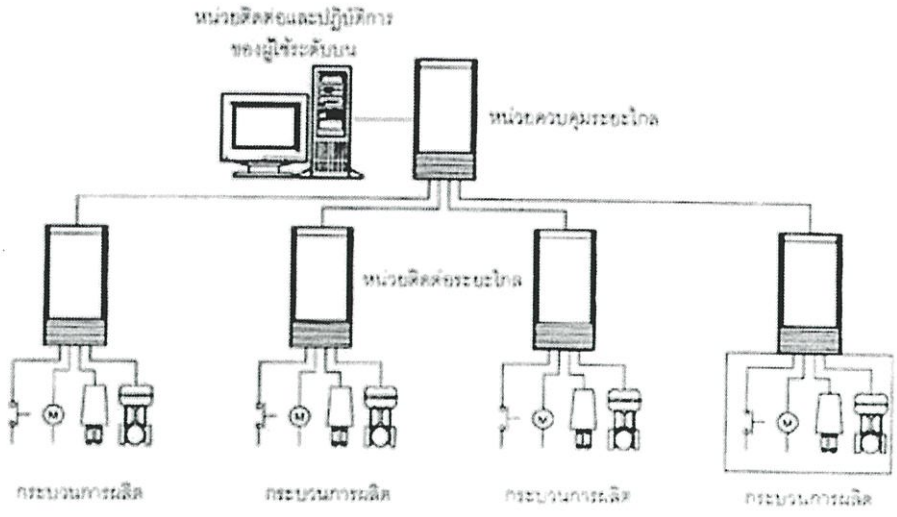
องคป์ระกอบของระบบสกาดา

- หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน
- หน่วยควบคุมระยะไกล
- หน่วยติดต่อระยะไกล



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของระบบสกาด้า

ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นระยะทางไกลได้ โดย หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนเป็นเครื่องมือปฏิบัติการของผู้ใช้สำหรับตรวจสอบและควบคุม กระบวนการผลิตเชื่อมต่อกับหน่วยควบคุมระยะไกล หน่วยควบคุมระยะไกลติดต่อกับหน่วยติดต่อระยะไกลโดยการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลทางระบบเครือข่ายคมนาคม และหน่วยติดต่อระยะไกลเป็นเครื่องมือเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิต ประกอบด้วย หน่วยรับสัญญาณ และส่งสัญญาณของสัญญาณชนิดอนาล็อกและสัญญาณชนิดดิจิตอล



รูปที่ 2.2 การติดตั้งสกาด้าสำหรับตรวจสอบเก็บรวบรวมข้อมูล และบริหารควบคุม

2.2.1 ส่วนประกอบของสกาดา

- Field Instrumentation เป็นเครื่องมือ หรือเซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมหรือถูกตรวจสอบ อุปกรณ์ นี้จะเปลี่ยน Physical Parameter เช่น Fluid Flow, Velocity, Fluid Level ให้เป็น Electrical Signal เช่น Voltage หรือ Current ซึ่งสามารถอ่านค่าเหล่านี้ได้โดย Remote Station Equipment ผลลพัธ์ที่ไดฺเป็นได้ ทั้ง Analog และ Digital

- Remote Station เป็นส่วนที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และส่งไปยังศูนย์กลางระบบ SCADAซึ่งอาจจะเป็น Remote Terminal Unit (RTU) หรือ Programmable Logic Controller (PLC) ก็ได้ RTU คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณจาก Field Sensor แล้วส่งสัญญาณข้อมูลให้ Controller ควบคุม อุปกรณ์ Remote Station แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- Single Board : input และ output เป็น Fixed Number จะมีราคาถูกแต่ไม่สามารถรองรับการขยายของระบบสมัยใหม่ได้

- Modular Board : สามารถรองรับการขยาย Remote Station ได้แต่ราคาค่อนข้างแพง

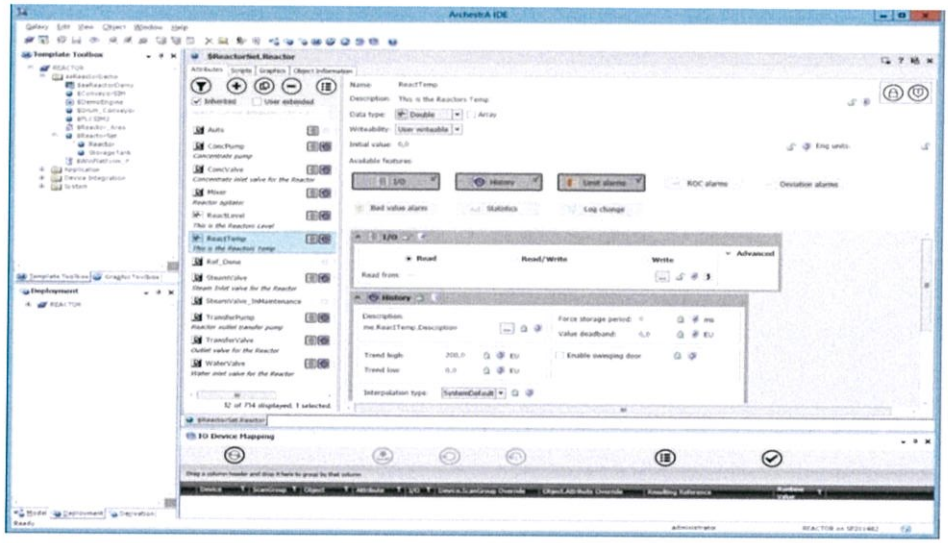
- Communication Network เป็นการส่งข้อมูลดิจิตอลระหว่างสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่งโดยผ่านตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร เช่น สายเคเบิล คลื่นวิทยุ

- Central Monitoring Station (CMS) เป็นศูนย์กลางของระบบ SCADA โดยรับข้อมูลมาประมวลผลและทำการแสดงกระบวนการบนหน้าจอ คอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์จะต้องทำงานแบบ Multitasking ได้ดังต่อไปนี้

- สื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ
- แสดงค่าที่อ่านได้บนจอภาพ
- เก็บบันทึกข้อมูลระยะยาวบนหน่วยความจำ
- ตรวจสอบสัญญาณเตือนและแสดงสัญญาณเตือน
- คำนวณค่า เก็บบันทึกและควบคุม
- พิมพ์รายงานผลการปฏิบัติงานบนจอภาพ
- ตอบรับข้อมูลที่ป้อนผ่านแป้นพิมพ์

2.2.2 สกาดาซอฟต์แวร์

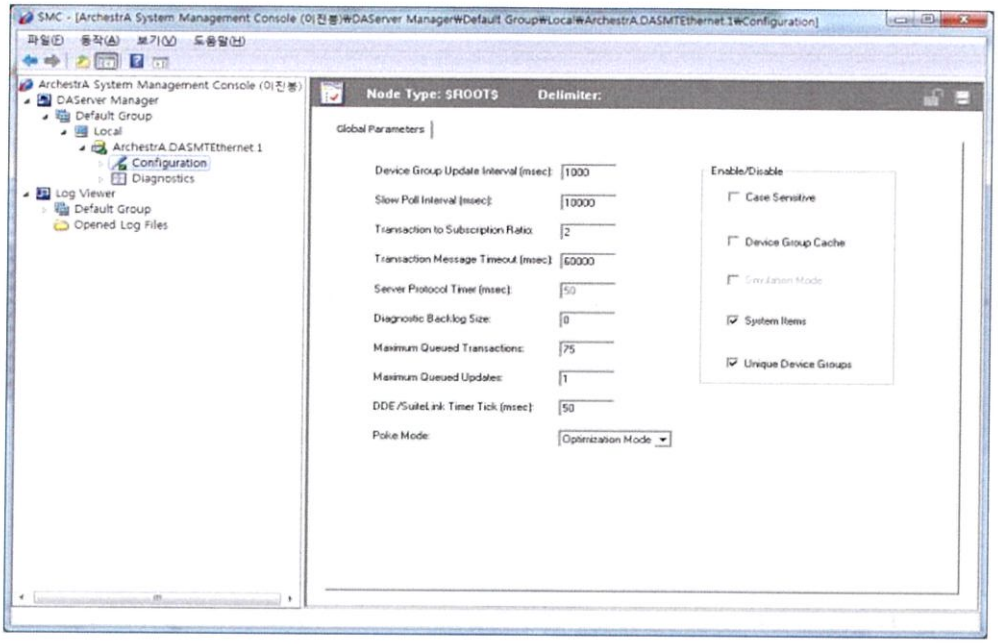
- โปรแกรมสำหรับการเขียน SCADA



รูปที่ 2.3 System platform

System Platform เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเขียนระบบ SCADA ซึ่งสามารถเขียนเป็นหน้าจอ HMI (Human Machine Interface) เพื่อแสดงผลเป็นรูปแบบต่าง ๆ ได้ โดยในโครงงานนี้ใช้ โปรแกรม System Platform เวอร์ชั่น 2014 R2

- โปรแกรมสำหรับ OPC



รูปที่ 2.4 System Management Console

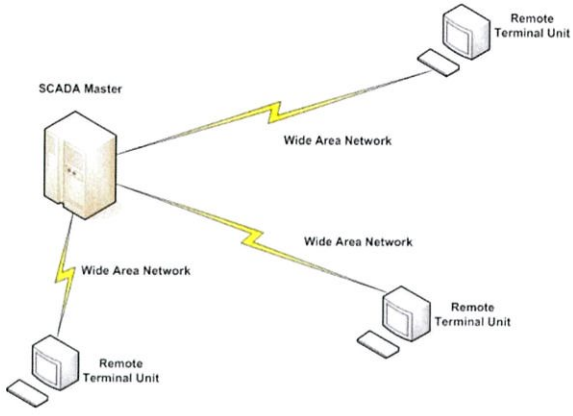
SMC (System Management Console) เป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคู่กับโปรแกรม System Platform ซึ่ง SMC จะทำหน้าที่เป็น OPC (OLE For Process Control) คือ ทำให้ โปรแกรมส่วนอื่น ๆ สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรม System Platform ได้

2.2.3 วิวัฒนาการของระบบสกาดา

- รุ่นแรก: Monolithic (แบบรวมขนาดใหญ่)

ในรุ่นแรก การคำนวณถูกกระทำโดยคอมพิวเตอร์เมนเฟรม เครือข่ายยังไม่เกิดในเวลาที่ระบบ SCADA ได้รับการพัฒนา ดังนั้นระบบ SCADA เป็นระบบอิสระไม่มีการเชื่อมต่อกับระบบอื่น ๆ เครือข่ายบริเวณกว้างได้รับการออกแบบมาโดยผู้ขาย RTU ในการสื่อสารกับ RTU โพรโทคอลการสื่อสารที่มักจะถูกนำมาใช้เป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะของผู้ขายในเวลานั้น รุ่นแรกของระบบ SCADA เป็นของซ้ำซ้อนเนื่องจากระบบ Back-Up ของเมนเฟรมมีการเชื่อมต่อในระดับบัสและถูกนำมาใช้ในกรณีที่เกิดความล้มเหลวของระบบเมนเฟรมหลัก บางระบบ SCADA รุ่นแรกที่ถูกพัฒนาขึ้นแบบ"turn-key" ที่วิ่งบน minicomputers เช่น PDP-11 ของบริษัท Digital Equipment Corporation (DEC) ระบบเหล่านี้เป็นแบบ read only ในแง่ที่ว่าพวกมันจะสามารถแสดงข้อมูลจากระบบการควบคุมแบบอนาล็อกที่มีอยู่ที่ใช้ในการดำเนินการแต่ละเวิร์กสเตชัน แต่พวกเขามักจะไม่ได้พยายามที่จะส่งสัญญาณไปยังสถานีควบคุมระยะไกลเนื่องจากปัญหา telemetry พื้นฐานที่เป็นอนาล็อกและผู้บริหารศูนย์การควบคุมมีความกังวลกับการยอมให้ทำการควบคุมโดยตรงจากเวิร์คสเตชันคอมพิวเตอร์ พวก

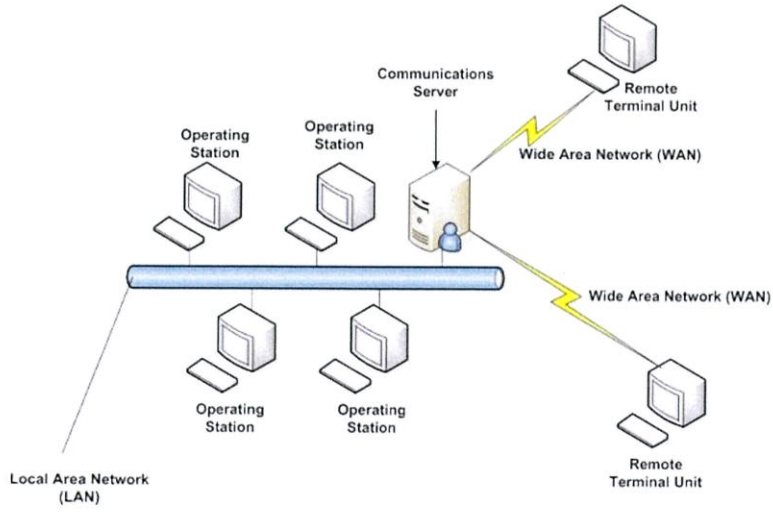
มันยังทำหน้าที่แจ้งเตือนและบันทึกการเตือนและทำหน้าที่บัญชีคำนวณสินค้าโภคภัณฑ์รายชั่วโมงและรายวัน



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงระบบสกาดารุ่นที่หนึ่ง

- รุ่นที่สอง: Distribute (กระจาย)

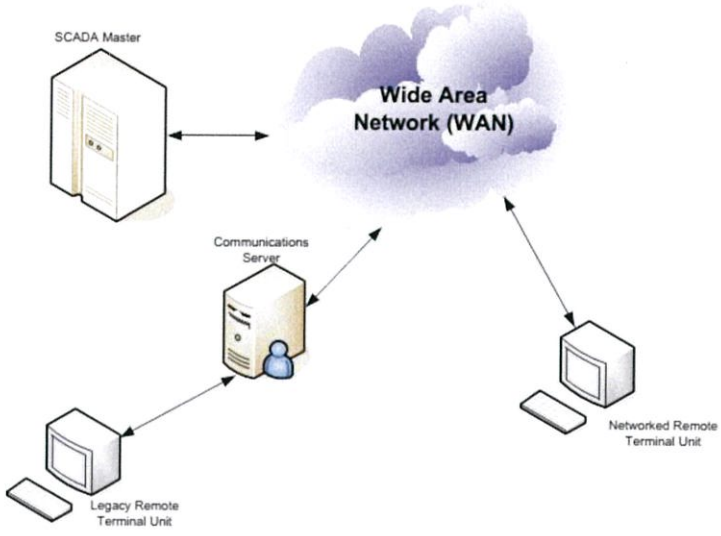
การประมวลผลถูกกระจายไปหลายสถานีที่มีการเชื่อมต่อผ่านระบบ LAN และมีการใช้ข้อมูลร่วมกันในเวลาจริง แต่ละสถานีรับผิดชอบสำหรับงานเฉพาะจึงทำให้ขนาดและค่าใช้จ่ายของแต่ละสถานีน้อยกว่าสถานีในรุ่นแรก โพรโทคอลเครือข่ายที่ใช้ก็ยังคงเป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะซึ่งนำไปสู่ปัญหาด้านความปลอดภัยของระบบ SCADA ที่ได้รับความสนใจจากแฮกเกอร์ เนื่องจากโพรโทคอลที่เป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะจึงมีคนน้อยมากนอกจากนักพัฒนาและแฮกเกอร์ที่จะรู้มากพอที่จะกำหนดวิธีการรักษาความปลอดภัยของการติดตั้งระบบ SCADA เนื่องจากทั้งสองฝ่ายมีส่วนได้เสียจึงเก็บปัญหาด้านความปลอดภัยไว้เงียบ ๆ ความปลอดภัยของการติดตั้งระบบ SCADA มักจะถูกประเมินเกินกว่าความเป็นจริงอย่างมาก



รูปที่ 2.6 ภาพแสดงระบบสกาดารุ่นที่สอง

- รุ่นที่สาม: Networked (เครือข่าย)

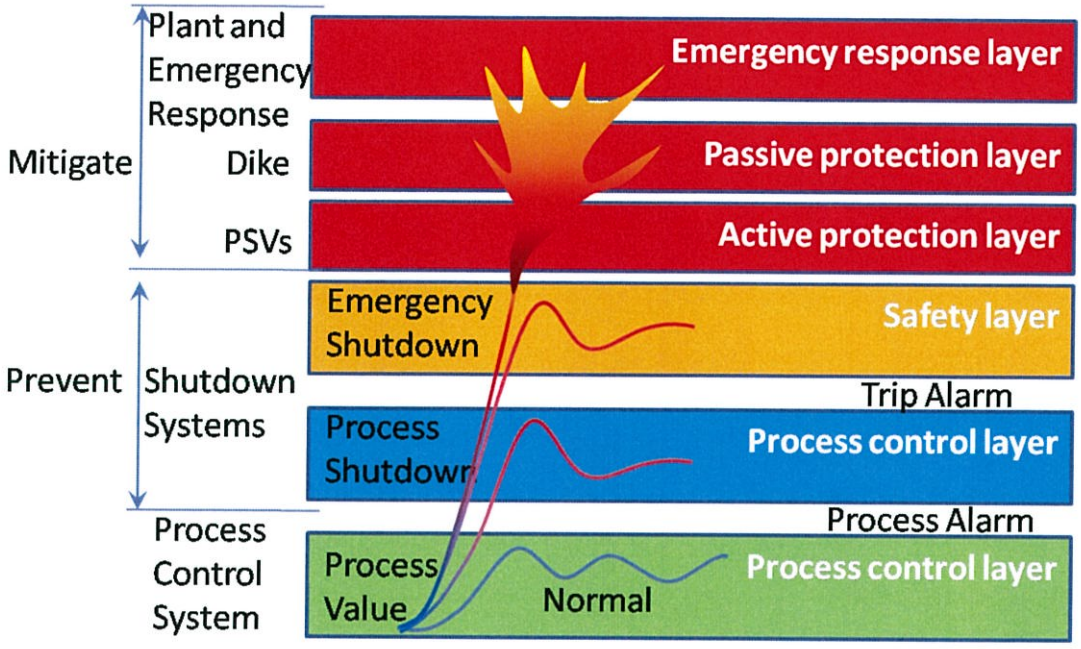
เนื่องจากการใช้งานของโพรโทคอลมาตรฐานและความจริงที่ว่าหลายระบบ SCADA ที่อยู่ในเครือข่ายจะสามารถเข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต ระบบอาจมีความเสี่ยงการโจมตีระยะไกล ในทางตรงกันข้ามการใช้โพรโทคอลมาตรฐานและเทคนิคการรักษาความปลอดภัยมีความหมายว่าการปรับปรุงมาตรฐานความปลอดภัยสามารถใช้ได้กับระบบ SCADA, โดยสมมติว่าพวกเขาได้รับการบำรุงรักษาและการ update ทันเวลา



รูปที่ 2.7 ภาพแสดงระบบสกาดารุ่นที่สาม

2.3 ระบบวัดคุมนิรภัย

ระบบวัดคุมนิรภัย เป็นระบบประกอบด้วยSensor element, logic solverและ Final control element ซึ่งได้รับการออกแบบและติดตั้งเพื่อปกป้องบุคลากรอุปกรณ์และสภาพแวดล้อม โดยการทำให้กระบวนการไปสู่สถานะที่ปลอดภัยตามกระบวนการใน layer of protection



รูปที่ 2.8 Layer of Protection

องค์ประกอบของระบบ SIS

- Sensor อาจจะเป็นทั้ง สวิทช์และทรานสมิทเตอร์โดยถ้าเป็นทรานสมิทเตอร์จะทำหน้าที่วัดตัวแปรในกระบวนการขณะที่สวิทช์จะทำงานถ้าตัวแปรของกระบวนการถึงค่าที่ตั้งไว้ ทั้งสองอุปกรณ์จะส่งสัญญาณไปให้ logic Solver เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการอยู่ในสภาวะปกติหรือไม่

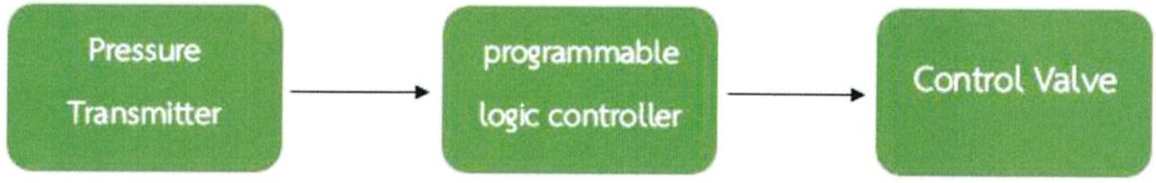
- Logic Solver เป็นตัวควบคุมทั่วไป รับสัญญาณจากเซ็นเซอร์เป็นอินพุตดำเนินการตามโปรแกรมก่อนนำไปใช้งานแล้วส่งออกไปยัง final control element ซึ่ง logic solver ประกอบด้วยโมดูลอินพุต โมดูลเอาท์พุท ตัวประมวลผล และ แหล่งจ่ายไฟ

- Final Control Element เป็นอุปกรณ์สุดท้ายที่ตามคำสั่งที่มาจาก logic solver ซึ่งจะเป็นจำพวก วาล์วและพอร์ตเอาท์พุต

2.4 อุปกรณ์วัดและควบคุม

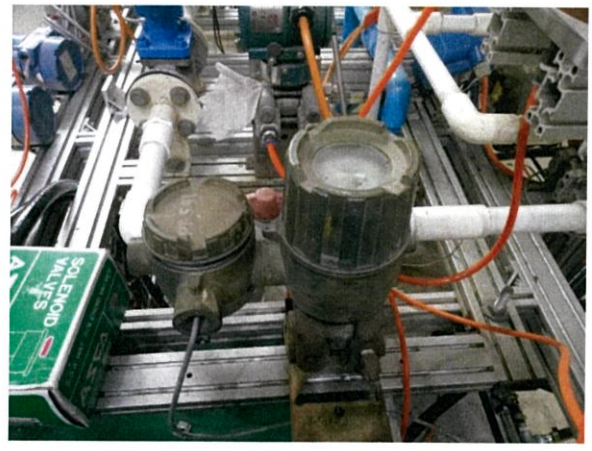
2.4.1 อุปกรณ์วัดและควบคุมในส่วนของ BPCS (Basic Process Control System)

BPCS (Basic Process Control System) เป็นกระบวนการควบคุมความดันโดยที่เพรชเชอร์ทรานสมิตเตอร์จะทำหน้าที่วัดความดันในกระบวนการแล้วส่งสัญญาณ 4-20mA ให้กับ พีแอลซี แล้วพีแอลซีจะทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ และส่งสัญญาณเอาท์พุตออกไปให้คอนโทรลวาล์วเปิด-ปิดตามสัญญาณ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การส่งข้องมูลใน BPCS

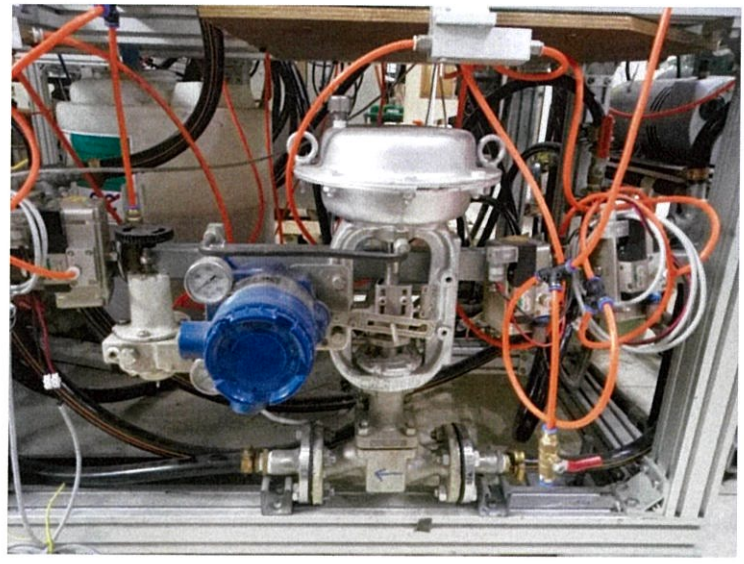
2.4.1.1 Pressure Transmitter [1]



รูปที่ 2.10 Pressure Transmitter

Pressure Transmitter คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานที่มีทั้งสัญญาณ Analog 4-20mA, 0-10VDC เพื่อนำไปควบคุมกระบวนการทำงานต่างๆในอุตสาหกรรม โดยในโครงงานนี้ใช้ เพรชเชอร์ทรานสมิตเตอร์ ที่ใช้ซัพพลาย 24 VDC และมีสัญญาณเอาท์พุต 4-20 mA เป็นแบบ 2-wire และสามารถรับค่าความดันได้ในช่วง 0-10 kg/cm^2

2.4.1.2 Control Valve [2]



รูปที่ 2.11 Control Valve

Control Valve เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของลมภายในกระบวนการ โดยที่ใช้ในโครงงานนี้จะเป็น คอนโทรลวาล์วรุ่นAGVBแบบ ATO (Air To Open) ใช้ซัพพลาย 270 kPa และมีRange การทำงานอยู่ที่ช่วง 80-240 kPa โดย Body ของวาล์วจะเป็นแบบ SCS13A TRIM แบบ SCS316 PLUG แบบ 0.4 EQ% และใช้ควบคู่กับโพซิชันเนอร์รุ่น AVP300 ใช้ซัพพลาย 140-700 kPa อินพุต 4-20 mA

2.4.1.3 พีแอลซี (Programmable Logic Control) [3]

รูปที่ 2.12 PLC

พีแอลซี (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ พีแอลซี จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย โดยในโครงงานนี้ใช้ พีแอลซี รุ่น AB-1769 CompactLogix L23E QB1B ซึ่งใช้ซัพพลาย 24 VDC และมีพอร์ต DI 16 พอร์ต DO 16 พอร์ต และในโครงงานใช้ควบคู่กับ I/O โมดูลเสริมรุ่น 1769-ECR สำหรับเชื่อมต่อ AIและAO ซึ่งมีอย่างละ 8 พอร์ต

2.4.2 อุปกรณ์วัดและควบคุมในส่วนของ SIS (Safety Instrumented System)

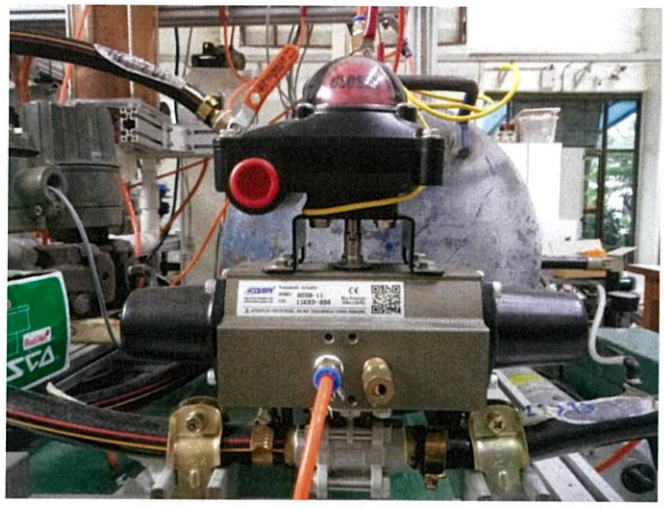
SIS (Safety Instrumented System) เป็นระบบนิรภัยที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายในกระบวนการ ซึ่งระบบนี้จะต้องสั่งหยุดกระบวนการทันทีเมื่อเกิด Alarm ในกระบวนการ เช่น ในโครงงานนี้จะเป็นการออกแบบกระบวนการควบคุมความดัน เมื่อความดันเกินค่าที่กำหนดไว้จะทำให้เกิด Alarm ซึ่งระบบ SIS จะทำหน้าที่ทันที

2.4.2.1 Pressure Switch [4]

รูปที่ 2.13 Pressure Switch

Pressure Switch คือ สวิตช์ควบคุมความดัน โดยใช้การตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อความดันถึงจุดที่เรากำหนดไว้ โดยในโครงงานนี้ใช้ เพรชเชอร์สวิทช์ Indfos RT5 SB เป็นแบบ SPDT มีช่วงการทำงานอยู่ที่ 1.2-4 bar รับความดันได้สูงสุดอยู่ที่ 25 kg/cm^2

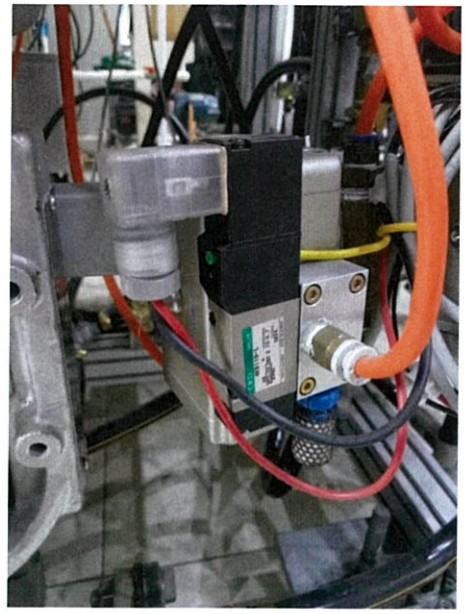
2.4.2.2 Shutdown Valve [5]



รูปที่ 2.14 Shutdown Valve

Shutdown Valve คือ อุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่ตัดกระบวนการทำงาน เมื่อเกิดปัญหาในกระบวนการ Shutdown Valve จะได้รับคำสั่งจากอุปกรณ์ส่งสัญญาณให้ตัดกระบวนการทำงานทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับShutdown Valve โดยที่ในสภาวะปกติ Shutdown Valve จะอยู่ในสถานะเปิด และเมื่อเกิด Alarm จะทำให้ Shutdown Valve อยู่ในสภาวะ ปิด โดยในโครงงานนี้จะใช้ Shutdown Valve รุ่น KOSA+ AS50-11 ซึ่งจะมี Mechanism แบบ Scotch yoke และมีการทำงานเป็นแบบ Spring Return โดยใช้ควบคู่กับ Limit Switch Box รุ่น ALS-200P1 ซึ่งเป็นรุ่นที่ใช้พร็อกซิมิตี้ เซนเซอร์ แบบ 24 VDC (10-30 VDC) <= 150mA

2.4.2.3 Solenoid Valve [6]



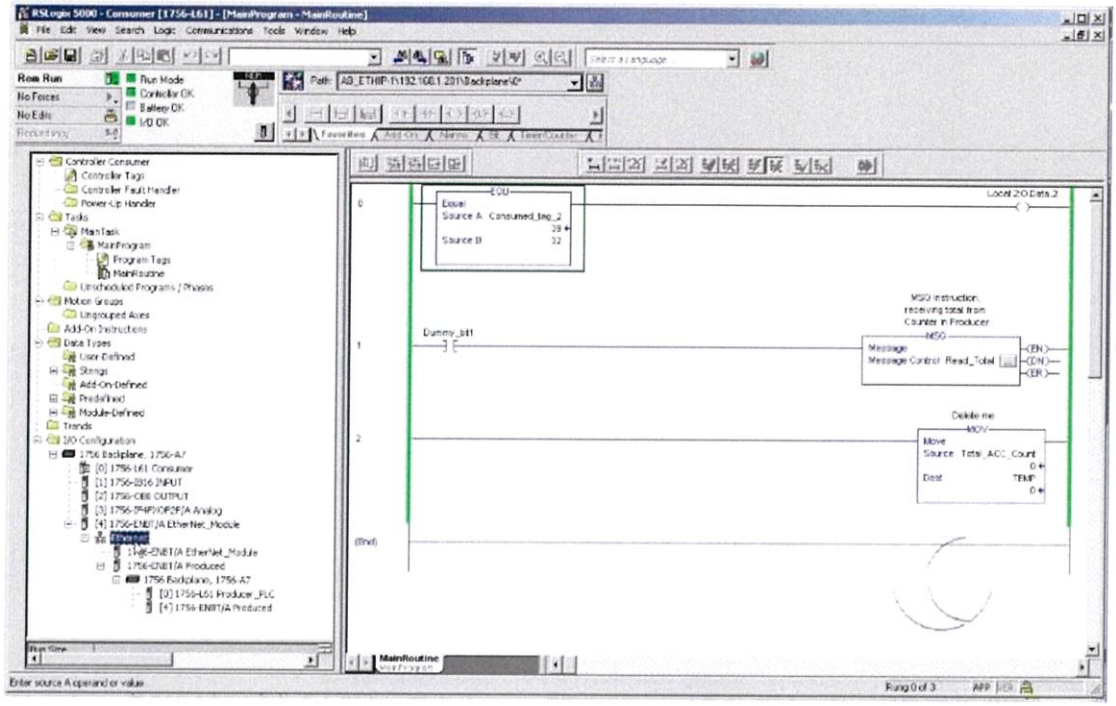
รูปที่ 2.15 Solenoid Valve

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือ วาล์วที่ทำงานด้วยไฟฟ้ามีทั้งชนิด 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ในบทความนี้จะกล่าวถึงเฉพาะวาล์วชนิด 2/2 ซึ่งใช้ควบคุมการ เปิดปิดของเหลว และ ก๊าซเท่านั้น ส่วนวาล์วชนิด 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับระบบนิวเมติคและ ระบบไฮดรอลิก โดยในโครงงานนี้จะใช้ Solenoid Valve รุ่น 4KB119-L ซึ่งเป็นวาล์วแบบ Pilot operated มีวิธีการทำงานแบบ Soft spool valve โซลินอยด์แบบ 2-Position single solenoid ใช้ไฟ 24 VDC

2.5 ซอฟต์แวร์ของระบบ BPCS & SIS

2.5.1 ซอฟต์แวร์ในส่วนของ BPCS (Basic Process Control System)

2.5.1.1 RSlogix5000

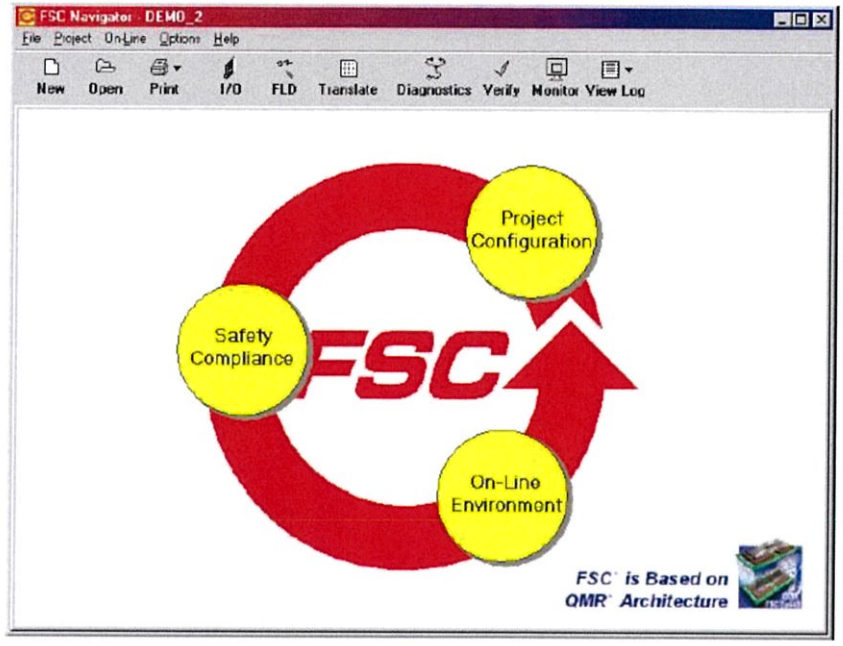


รูปที่ 2.16 RSlogix5000

RSlogix5000 เป็นโปรแกรมสำหรับใช้ในการเขียนแลดเดอร์สำหรับควบคุมพีแอลซีของอัลเลนแบรดลีย์ ซึ่งสามารถเลือกรุ่นของพีแอลซีตามข้อมูลที่มีอยู่ในโปรแกรม ซึ่งรุ่นของพีแอลซีจะขึ้นอยู่กับเวอร์ชั่นของโปรแกรม RSlogix5000 ซึ่งโปรแกรม RSlogix5000 รองรับระบบปฏิบัติการ Window XP/7/8 ในระบบปฏิบัติการอื่นที่ใช้อาจทำให้โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาด

2.5.2 ซอฟต์แวร์ในส่วนของ SIS (Safety Instrumented System)

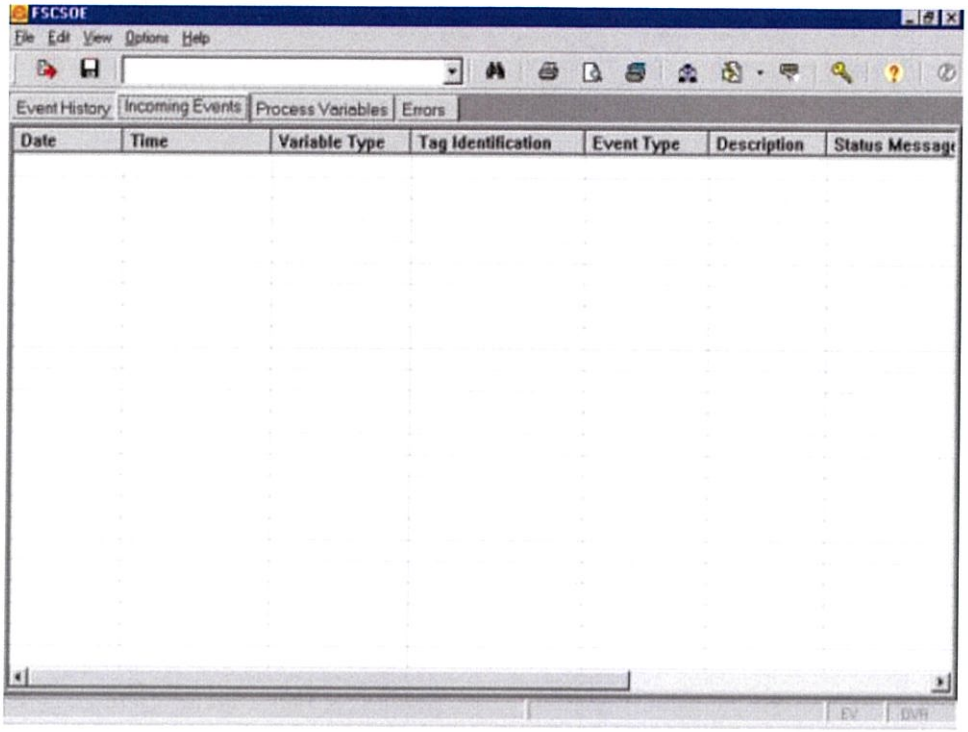
2.5.2.1 FSC Navigator702



รูปที่ 2.17 FSC Navigator702

FSC Navigator702 เป็นโปรแกรม ที่ใช้งานร่วมกับระบบ FSC ทั้งนี้ยังเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง ที่จะช่วยผู้ใช้งานในขั้นตอนการออกแบบและบำรุงรักษาระบบอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถกำหนดค่าของระบบ FSC การออกแบบโปรแกรม, การดาวน์โหลดซอฟท์แวร์ไปยังระบบ FSC, การสร้างข้อมูลเอกสารที่บ่งบอกค่าต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ และตรวจสอบการทำงานของระบบ FSC ซึ่งโปรแกรม FSC รองรับระบบปฏิบัติการ Window NT/2000/XP

2.5.2.2 FSCSOE



รูปที่ 2.18 FSCSOE

FSC Sequence of Events (FSCSOE) เป็นโปรแกรมที่เก็บบันทึกข้อมูลด้านความปลอดภัยของระบบ FSC โดยจะเก็บข้อมูลเหตุการณ์ต่าง ๆ ของกระบวนการ, ความผิดปกติของกระบวนการ และการวินิจฉัยกระบวนการที่เกิดขึ้นกับระบบ FSC และจะเก็บฐานข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆไว้รวมไปถึงข้อมูลในช่วงเวลาต่างๆอย่างละเอียด FSCSOE ยังช่วยให้ผู้ใช้งานในการวิเคราะห์และตรวจสอบกระบวนการ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความเข้าใจถึงลำดับของเหตุการณ์ ว่าเหตุการณ์ใดเกิดขึ้นก่อน และเกิดเหตุการณ์นั้นเพราะสาเหตุอะไร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้โปรแกรมสามารถทำออกมาเป็นรีพอร์ตได้และสามารถจำแนกข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการได้จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและแก้ไขความผิดปกติของกระบวนการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมนี้จะรองรับระบบปฏิบัติการ Window XP ในกรณีที่ใช้ระบบปฏิบัติการอื่นอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในโปรแกรม

บทที่ 3

การดำเนินการ

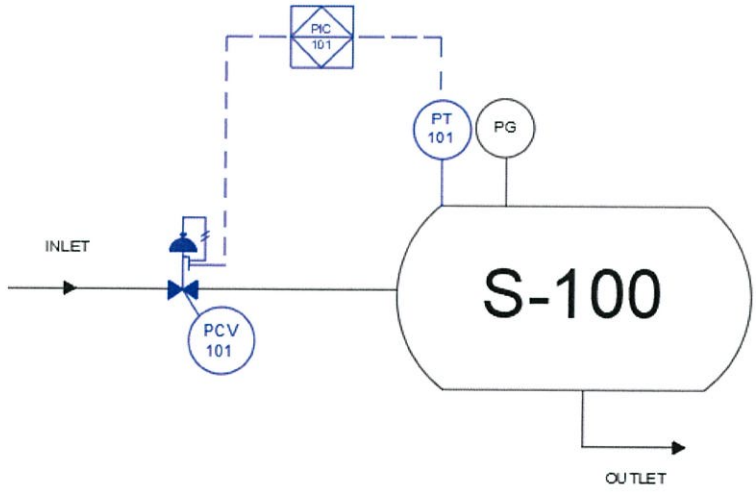
3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการควบคุมความดันที่ศึกษา, เทคนิคการผสานระบบที่นำเสนอ และ การออกแบบสกาดาสำหรับการซ่อมบำรุง

3.2 การควบคุมความดันที่ศึกษา

3.2.1 การควบคุมความดันแบบพีไอดีในระบบสกาดา

ระบบที่ออกแบบเป็นระบบที่ใช้ควบคุมความดันภายในถัง โดยระบบควบคุมความดันจะเป็นส่วนสีน้ำเงิน ซึ่งประกอบด้วย Pressure Transmitter (PT101), PLC (PIC101) และ Control Valve (PCV101) ดังรูปที่ 3.1

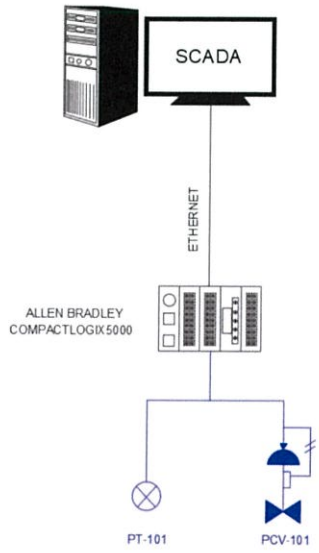


รูปที่ 3.1 การออกแบบระบบควบคุมคุมความดันภายในถัง

จากรูปที่ 3.1 Pressure Transmitter จะส่งสัญญาณ 4-20 mA ไปยัง PLC เพื่อให้ PLC ประมวลผลตามฟังก์ชันบล๊อคโดยทำการจูนนิ่งค่าพีไอดีเพื่อสั่งการให้ Control Valve เปิด-ปิดตามระดับสัญญาณที่ส่งมาจาก Pressure Transmitter เพื่อปล่อยลมเข้ามาในถัง โดยจะมีช่วงการเปิด-ปิด อยู่ที่ 0-100% ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการควบคุมความดันภายในถัง

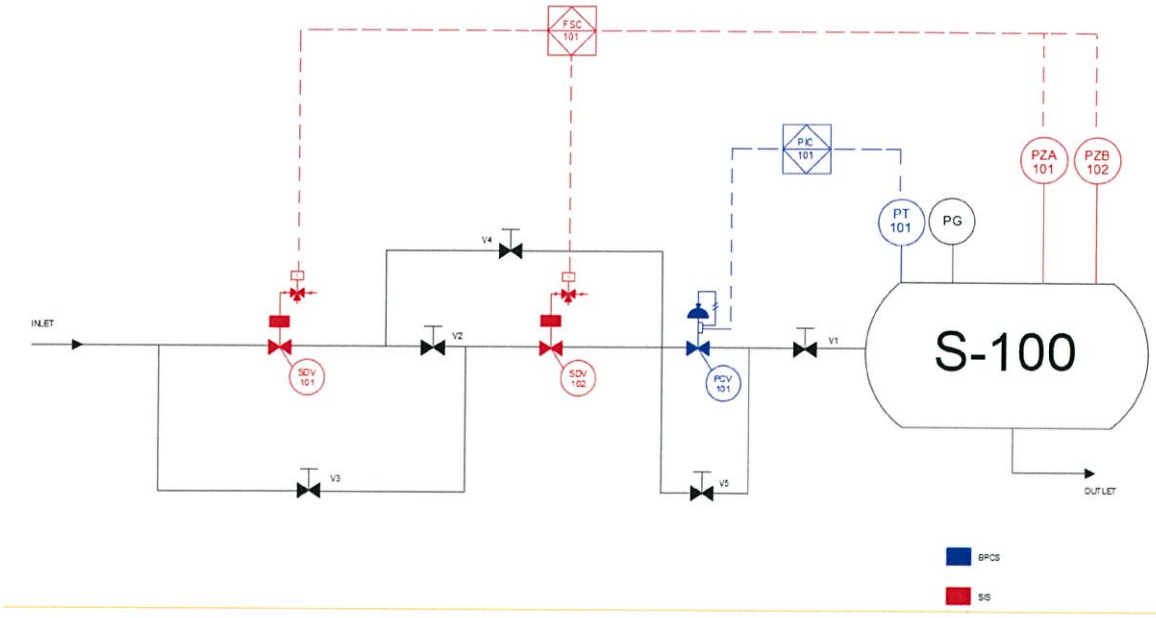
ในส่วนของสกาดาของการควบคุมความดันแบบพีไอดีจะเป็นดังรูปที่ 3.3 ซึ่ง จะประกอบไปด้วย Field Instrumentation คือ Control Valve และ Pressure Transmitter, RTU (Remote Terminal Unit) คือ PLC ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ PLCของ AB-1769 CompactLogix L23E QB1B และ มีCMS (Central Monitoring Station) คือ Workstation ซึ่งจากรูปการเชื่อมต่อระหว่าง RTU กับ CMS จะเชื่อมต่อผ่านสาย Ethernet



รูปที่ 3.3 สกาดาสำหรับควบคุมความดัน

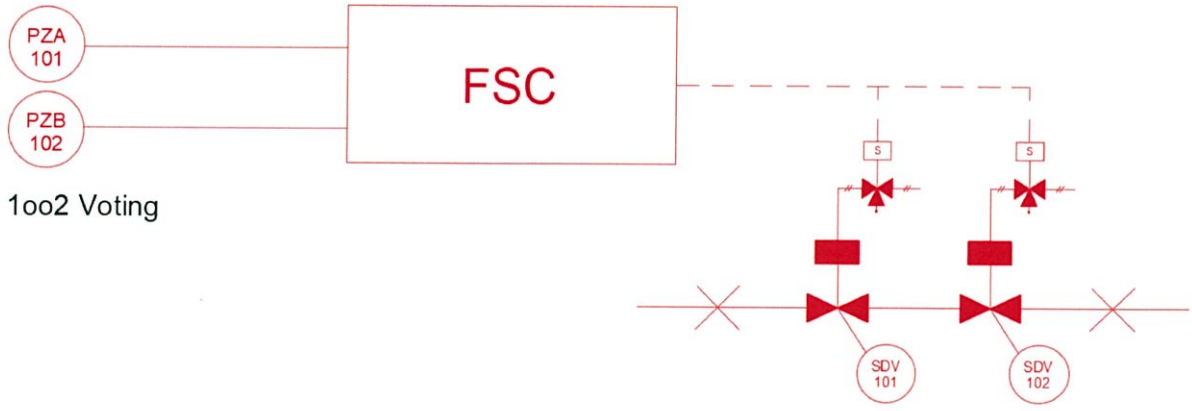
3.2.2 การสร้างระบบเอสไอเอสสำหรับการควบคุมความดันที่ศึกษาโดยใช้ตัวควบคุมด้านความปลอดภัย (FSC)

การออกแบบตัวควบคุมด้านความปลอดภัยนี้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยของกระบวนการ เมื่อความดันในถังเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ ก่อให้เกิดความอันตรายต่อกระบวนการและบุคคล ระบบวัดคุมนิรภัยจะตัดการทำงานของกระบวนการทั้งหมด กระบวนการอยู่ในสถานะปลอดภัย โดยระบบวัดคุมนิรภัยจะเป็นส่วนสีแดง ซึ่งประกอบด้วย Pressure Switch (PZA101,PZB102), FSC (FSC101), Solenoid Valve และ Shutdown Valve (SDV101,SDV102) ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การออกแบบระบบวัดคุมนิรภัยสำหรับระบบควบคุมความดัน

จากรูปที่ 3.4 ระบบวัดคุมนิรภัยที่ออกแบบจะเป็น 1oo2 voting โดยเมื่อ Pressure Switch ตัวใดตัวหนึ่งตรวจจับว่ามีความดันเกินกว่า 3.6 bar Pressure Switch จะส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยัง FSC เพื่อสั่งให้ Solenoid ทำงานเปลี่ยนหน้าสัมผัส เพื่อส่งสัญญาณลมไปสั่ง Shutdown Valve เพื่อตัดการทำงานของกระบวนการ ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบวัดคุมนิรภัย

การเลือกรูปแบบการควบคุมกระบวนการ สามารถเลือกได้จากการเปิด-ปิด Manual Valve Bypass ดังรูปที่ 3.6

CHOOSING PROCESS			
Type	Manual Valve Bypass		
	V2	V3	V4
1oo1	√	√	-
1oo2	-	√	√
2oo2	√	-	-

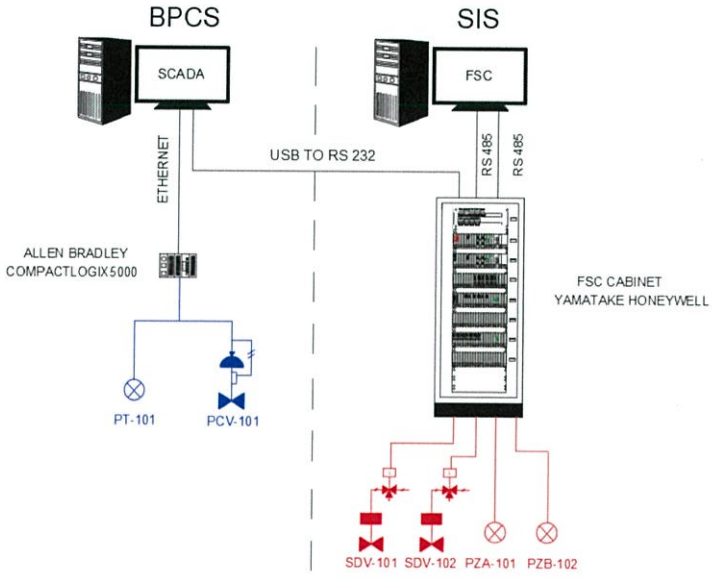
รูปที่ 3.6 การเลือกรูปแบบกระบวนการโดยเปิด-ปิด Manual Valve Bypass

จากรูปที่ 3.6 ถ้าเลือกรูปแบบเป็น 1oo1 จะปิด Manual Valve Bypass V2 และ V3 ถ้าเลือกรูปแบบเป็น 1oo2 จะปิด Manual Valve Bypass V3 และ V4 และสุดท้าย ถ้าเลือกรูปแบบเป็น 2oo2 จะปิด Manual Valve Bypass V2

3.3 เทคนิคการผสานระบบที่นำเสนอ

3.3.1 เทคนิคการผสานระบบควบคุมความดันแบบพีไอดีกับระบบวัดคุมนิรภัย

โครงสร้างของระบบจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นส่วนของระบบควบคุมกระบวนการพื้นฐาน (BPCS) ซึ่งประกอบด้วย Workstation สำหรับโปรแกรม RSLogix5000 และ System Platform, PLC, Pressure Transmitter และ Control Valve ในส่วนที่สองจะเป็นส่วนของระบบวัดคุมนิรภัย (SIS) ซึ่งประกอบด้วย Workstation สำหรับโปรแกรม FSC Navigator และ FSCSOE, ตู้ FSC, Solenoid Valve, Shutdown Valve, Pressure Switch ดังรูปที่ 3.7 และในรูปที่ 3.8-3.9 จะแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ในระบบ



รูปที่ 3.7 โครงสร้างของระบบ

จากรูปที่ 3.7 ระบบควบคุมกระบวนการพื้นฐานจะเชื่อมต่อกับ Workstation ผ่านสาย Ethernet ระบบวัดคุมนิรภัยจะเชื่อมต่อกับ Workstation ผ่านสาย RS-485 และทั้งสองระบบจะเชื่อมต่อกันผ่านสาย USB to RS-232 ด้วย Modbus Protocol

BILL OF MATERIALS				
No.	**Description**	**Manufacture**	**Part No.**	**Qty**
Hardware				
1	PLC CompactLogix5000	Allen Bradley	L32E QB1B	1
2	Pressure Transmitter	Yokogawa	UNE-43-SBK2	1
3	Pressure Control Valve	Azbil	AGVB	1
4	FSC Cabinet	Honeywell	-	1
5	Solenoid Valve	CKD	4KB119-L	4
6	Shutdown Valve	KOSA+	AS50-11	2
7	Pressure Switch	INDFOS	RT-5SB	2
Communication Cable				
1	Ethernet	SIEMENS	6XV1870-3QH60	1
2	Converter USB to RS-232	-	-	1
3	RS-485	BELDEN	9842	2
4	Connector CPU to RS-485	PCIs	IC983C-R2	1
Software				
1	System Platform	Schneider	-	1
2	RsLogix5000	Rockwell	-	1
3	FSC Navigator702	Honeywell	-	1
4	FSCSOE	Honeywell	-	1

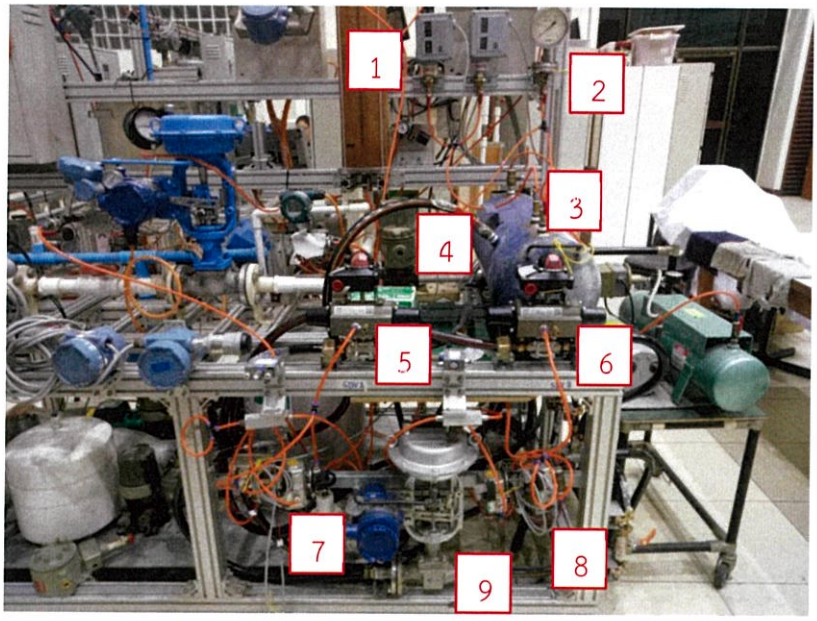
รูปที่ 3.8 Bill of Materials

I/O List								
No	Tag No.	Instrument Type	Loc.	I/O Type	System	Calibbration		ENG. Unit
						Min	Max	
2	PT-101	Pressure Transmitter	Field	AI	BPCS	0	10	kg/cm^2
3	PCV-101	Pressure Control Valve	Field	AO	BPCS	80	240	KPa
5	PZA-101	Pressure Switch	Field	DI	SIS	1.2	4	Bar
6	PZB-102	Pressure Switch	Field	DI	SIS	1.2	4	Bar
7	SOV-101	Solenoid Valve	Field	DO	SIS	0.15	0.7	MPa
8	SOV-102	Solenoid Valve	Field	DO	SIS	0.15	0.7	MPa
9	SDV-101	Shutdown Valve	Field	AO	SIS	-	-	-
10	SDV-102	Shutdown Valve	Field	AO	SIS	-	-	-

รูปที่ 3.9 I/O List

3.3.2 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์

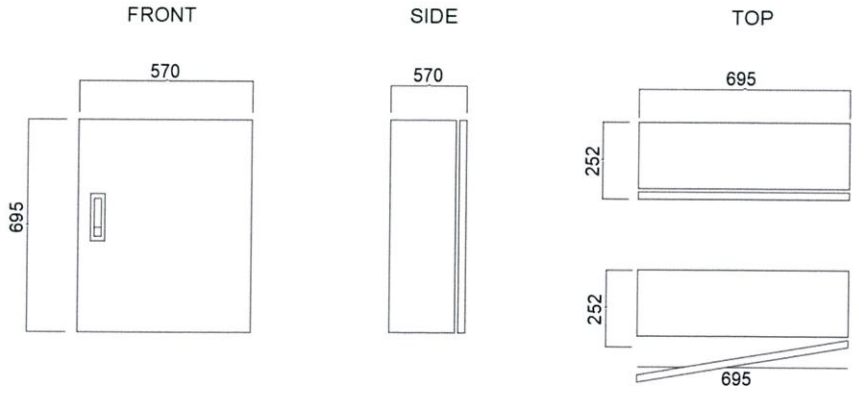
โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์ในส่วนของการควบคุมความดันแบบพีไอดีจะเป็นดังรูปที่ 3.10 ซึ่งจะประกอบไปด้วยเลข 3 คือ ถังลม, 4 คือ Pressure Transmitter และ 9 คือ Control Valve ในส่วนของการควบคุมนิรภัยจะประกอบไปด้วยเลข 1 คือ Pressure Switch, 2 คือ Pressure Gauge, 5 และ 6 คือ Shutdown Valve และ 7 กับ 8 คือ Solenoid Valve



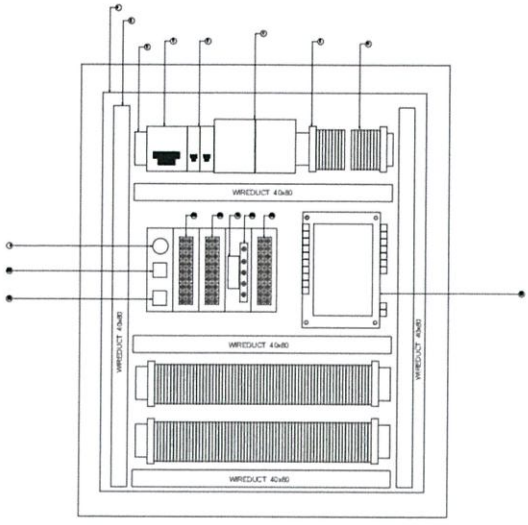
รูปที่ 3.10 โครงสร้างของระบบทางฮาร์ดแวร์

- การออกแบบตู้ PLC

การออกแบบตู้ PLC จะออกแบบเพื่อใช้ป้องกันอุปกรณ์ และเป็นที่เก็บสายไฟ ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อภายนอกได้ โดยการออกแบบจะมีการวาง Layout ทั้งภายนอกและภายในตู้ PLC และรายละเอียดภายในตู้ ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.11 Layout ภายนอก ตู้ PLC

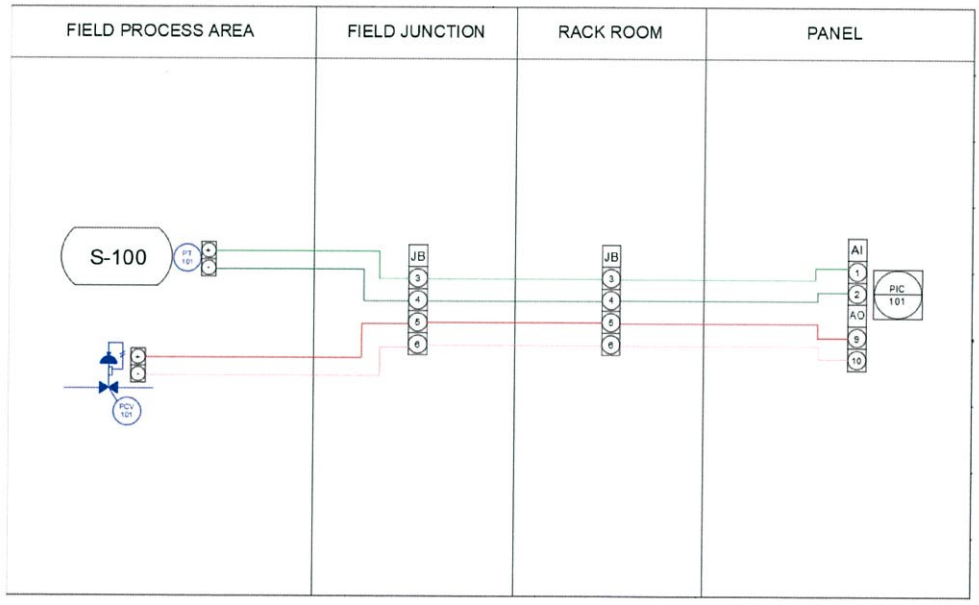


BILL OF MATERIAL FOR PLC SYSTEM				
NO.	DESCRIPTION	MODEL	BRAND	Q'TY
1	PLATE	-	-	1
2	WIREDUCT 40x80	-	-	5
3	DIN RAIL	-	-	4
4	CIRCUIT BREAKER 2P, 10A	DZ47-63	DGYUCH	1
5	CIRCUIT BREAKER 1P, 10A	DZ47-63	DGYUCH	2
6	POWER SUPPLY 24V, 2A	DR-45-24	WISCO	2
7	STOPPER	-	-	6
8	TERMINAL	-	-	142
9	PLC MODE	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
10	PLC ETHERNET	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
11	PLC CHANNEL	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
12	DIGITAL INPUT MODULE	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
13	DIGITAL OUTPUT MODULE	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
14	FUSE	-	-	-
15	SUPPLY PLC	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
16	ANALOG INPUT/OUTPUT MODULE	L23E QB1B	ALLEN BRADLEY	1
17	ALARM SUPPLY 24VDC	AL1000	WISCO	1

รูปที่ 3.12 Layout ภายในตู้ PLC และรายละเอียดภายในตู้ PLC

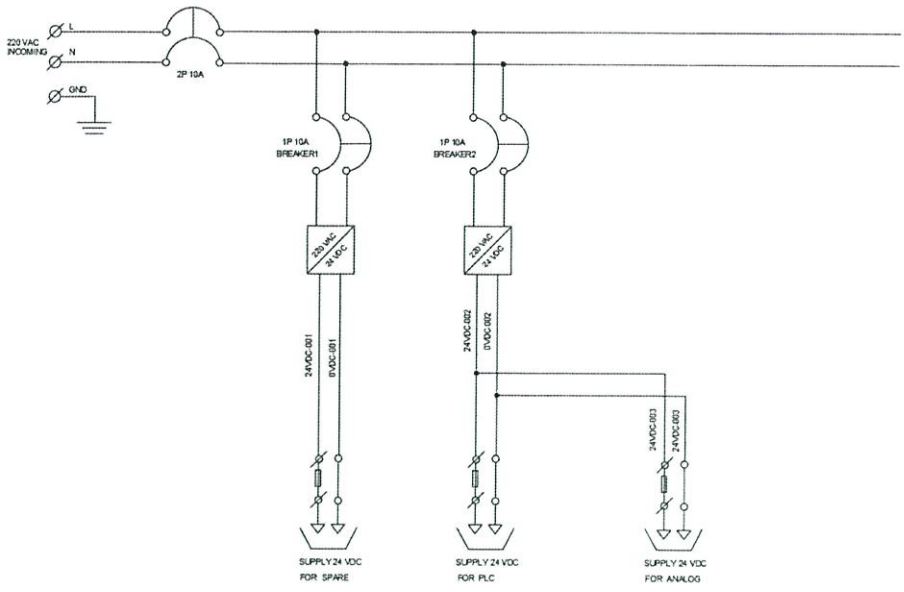
- การเดินสายไฟของระบบ

การเดินสายไฟจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของระบบควบคุมกระบวนการพื้นฐานและระบบวัดคุมนิรภัย ในส่วนของระบบควบคุมกระบวนการพื้นฐานจะมีการเดินสายไฟจาก Field Process Area มายัง Panel Control Room ดังรูปที่ 3.13

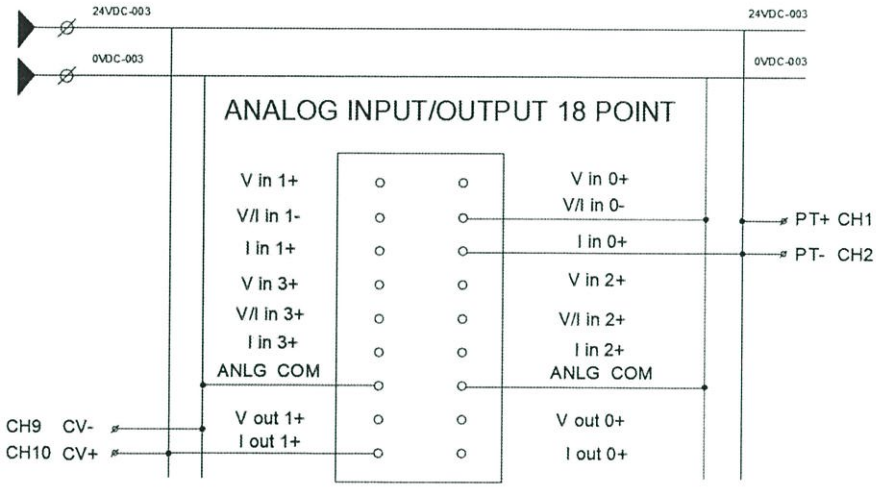


รูปที่ 3.13 การเดินสายไฟของระบบควบคุมกระบวนการพื้นฐาน

ในส่วนของการเดินสายไฟของตู้ PLC และ Analog Module จะแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15

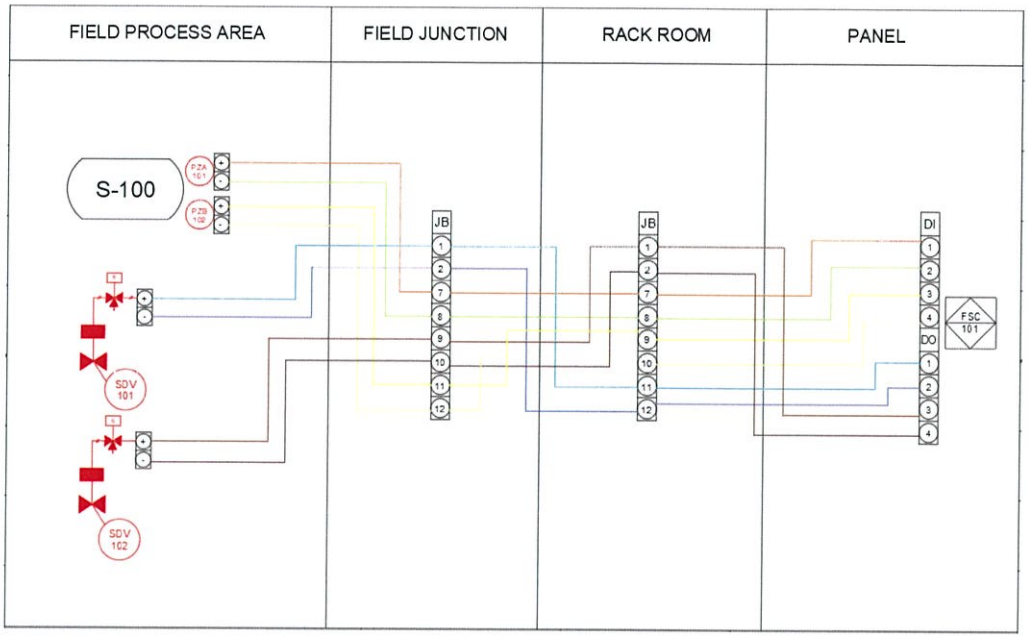


รูปที่ 3.14 การเดินสายไฟภายในตู้ PLC



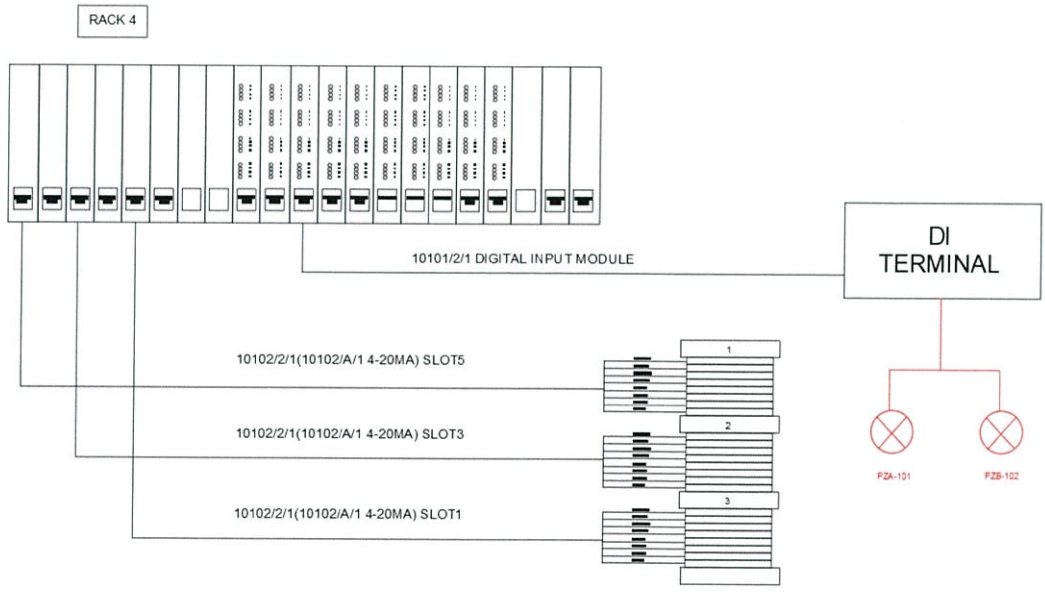
รูปที่ 3.15 การเดินสายไฟ PLC Analog Module

ส่วนของการเดินสายไฟของระบบระบบวัดคุมนิรภัย จะเดินสายไฟ Field Process Area มายัง Panel Control Room ดังรูปที่ 3.16



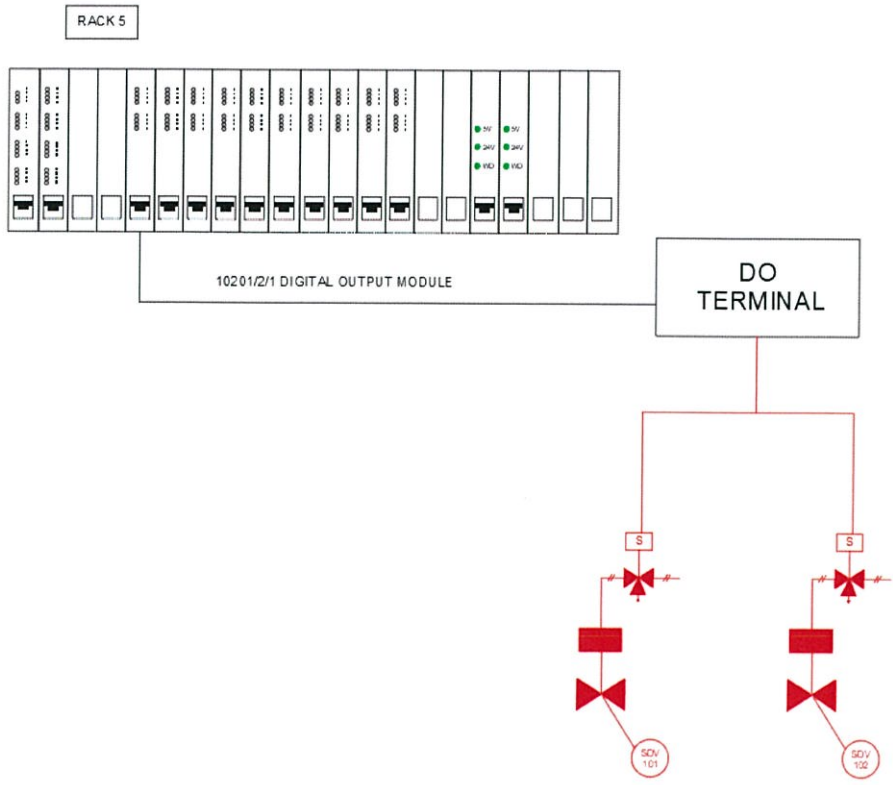
รูปที่ 3.16 การเดินสายไฟของระบบวัดคุมนิรภัย

ในส่วนของการเดินสายไฟของ Pressure Switch เข้ากับตู้ FSC จะต่อเข้ากับ DI Terminal ซึ่งจะอยู่ที่ Rack 4 Position 11 Channel 1และ2 ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การต่อ Pressure Switch เข้ากับตู้ FSC

ในส่วนการเดินสายไฟของ Solenoid Valve เข้าตู้ FSC จะต่อเข้ากับ DO Terminal ซึ่งจะอยู่ที่ Rack 5 Position 5 Channel 1 และ2 ดังรูปที่ 3.18

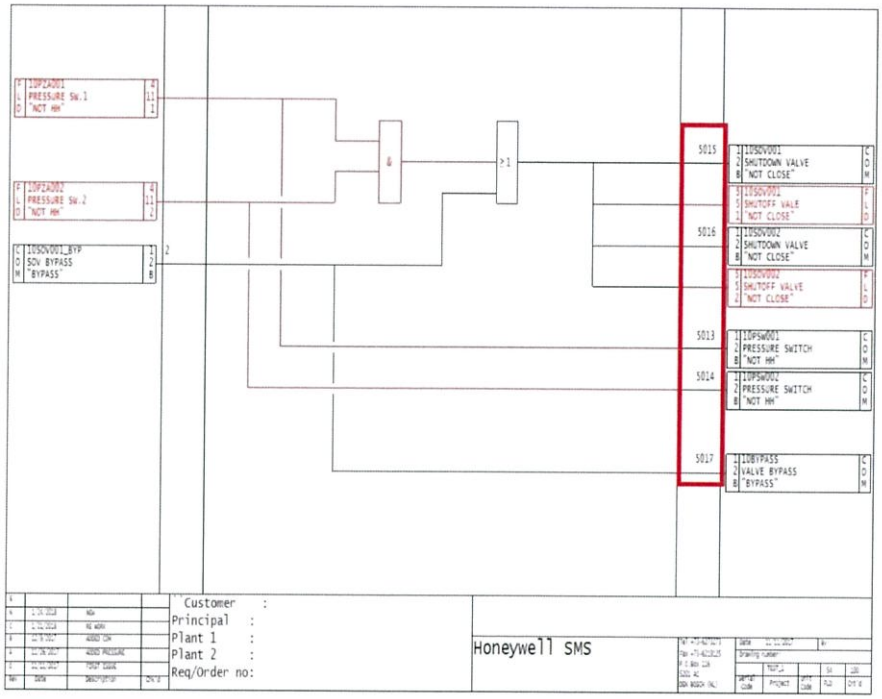


รูปที่ 3.18 การต่อ Solenoid Valve เข้ากับตู้ FSC

3.3.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

- FSC Navigator 702

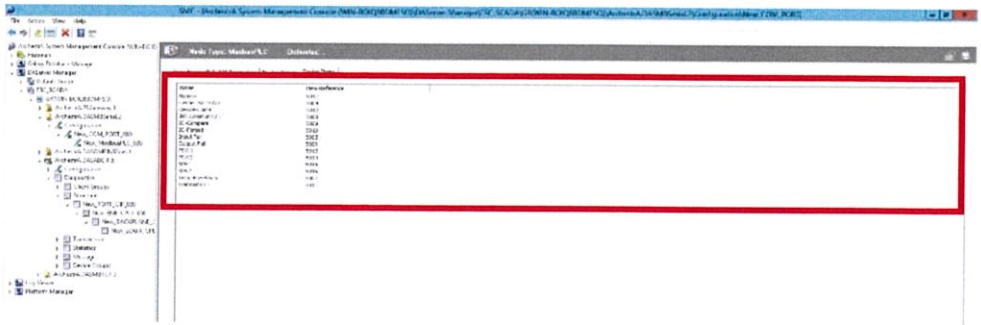
ดังรูปที่ 3.19 กำหนด Address ของ Modbus เพื่อใช้สำหรับการเชื่อมระบบวัดคุมนิรภัยเข้ากับซอฟต์แวร์ของสกาดา



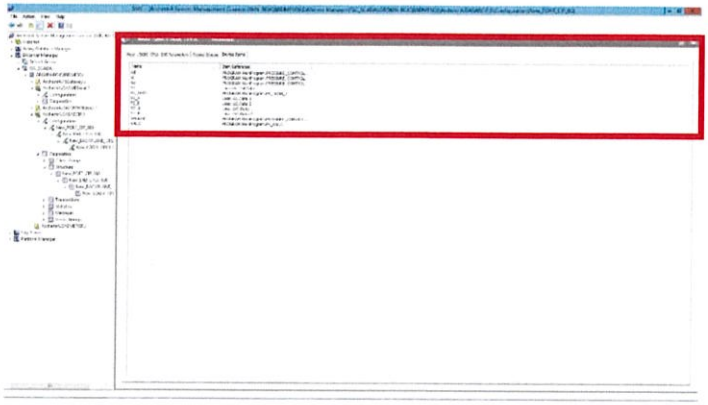
รูปที่ 3.19 การกำหนดค่า Modbus ใน FSC Navigator 702

- System Management Console (OPC)

ดังรูปที่ 3.120 จะเป็นการกำหนดค่า Modbus Address สำหรับการเชื่อมต่อ สกาดากับ FSC Navigator 702 และในรูปที่ 3.21 จะเป็นการกำหนดค่า Address สำหรับการเชื่อมต่อกับ PLC



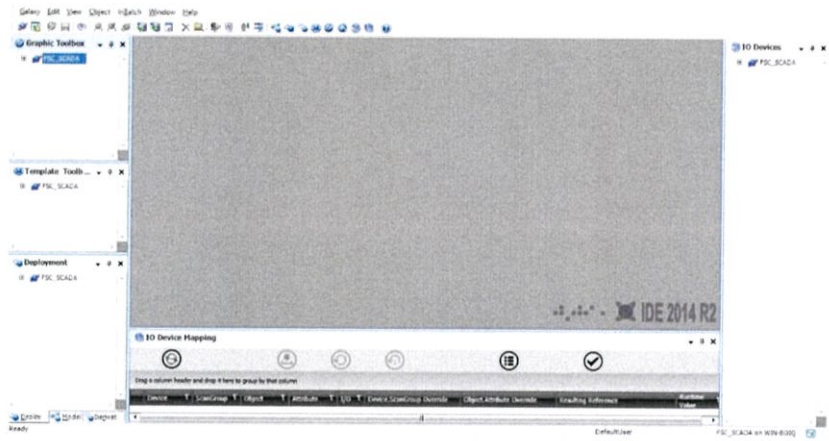
รูปที่ 3.20 การกำหนด Modbus Register ในส่วน FSC



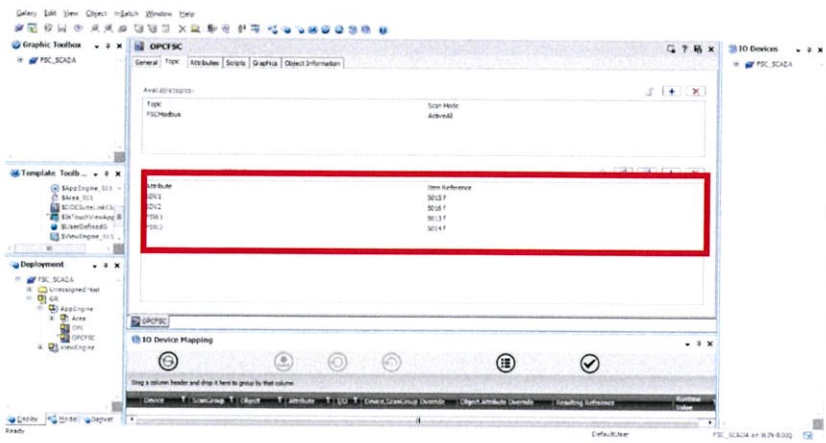
รูปที่ 3.21 การกำหนดค่า Address สำหรับการเชื่อมต่อสกาดากับ PLC

- Wonderware System Platform

โปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างหน้าจอ HMI เพื่อควบคุมการทำงานในระบบ SCADA โดยที่โปรแกรมจะรับข้อมูลสัญญาณการทำงานมาจากโปรแกรม System management ดังรูปที่ 3.22

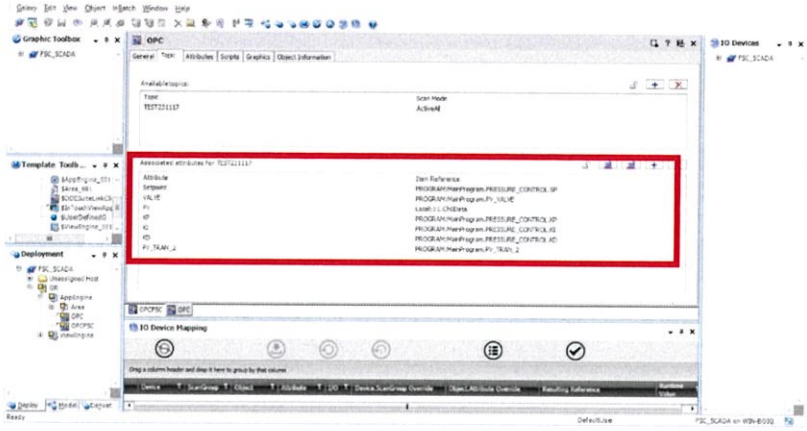


รูปที่ 3.22 Wonderware System Platform



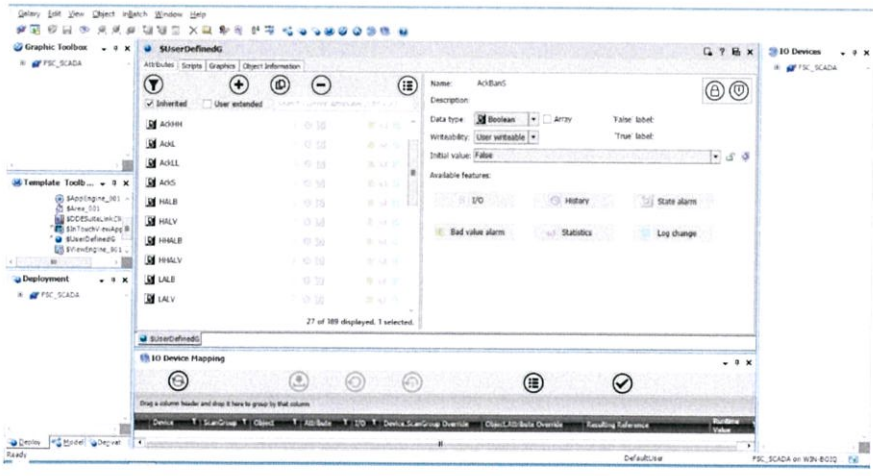
รูปที่ 3.23 แสดงการอ้างอิงเลข Modbus Register ใน System Platform

ส่วนของ FSC จะอ้างอิงจากเลข Modbus Register ดังแสดงในรูปที่ 3.23 โดยส่งมาจาก Controller ของ FSC ตามที่ได้เขียน Program Block ควบคุม ส่วนของ BPCS จะอ้างอิงมาจาก I/O และ Program Block ดังรูปที่ 3.24 ของโปรแกรมที่ใช้ควบคุม

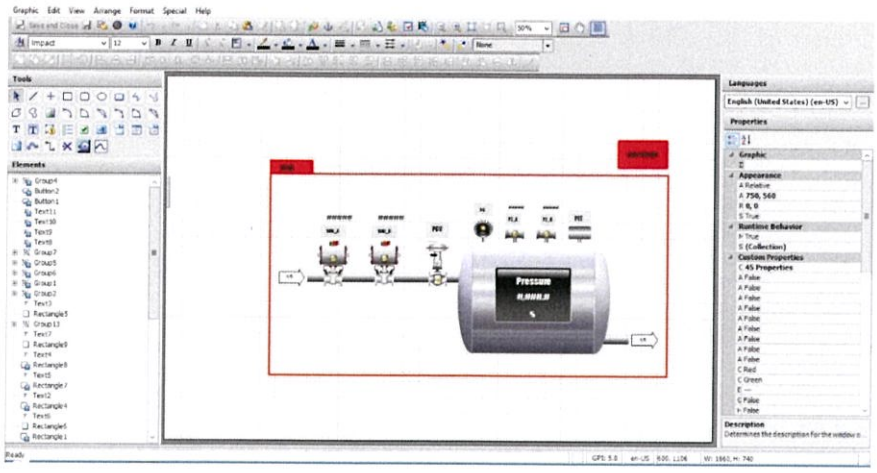


รูปที่ 3.24 แสดงการอ้างอิง I/O และ Program Block ใน System Platform

หลังจากอ้างอิงข้อมูลแล้ว จึงทำการสร้างตัวแปรดังรูปที่ 3.25 และ หน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.25 การกำหนดตัวแปร



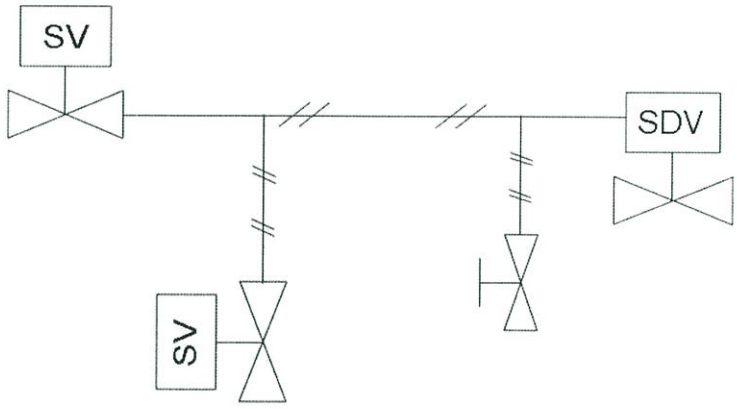
รูปที่ 3.26 การสร้างหน้าจอแสดงผลของ SCADA

3.4 การออกแบบสกาดาสำหรับการซ่อมบำรุง

ระบบ SCADA จะช่วยเพิ่มความสามารถในการควบคุมและสังเกตการณ์ของกระบวนการที่ต้องการควบคุม โดยที่จะช่วยให้ Operator สามารถรับรู้เหตุการณ์และช่วยให้สามารถซ่อมบำรุงอุปกรณ์ที่เกิดความเสียหายได้อย่างทันท่วงที

3.4.1 การทดสอบการทำงานของระบบลม

นำ Manual Valve มีติดตั้งระหว่างท่อลมที่ส่งออกจาก Solenoid Valve และ Shutdown Valve แล้วทำการเปิด Manual Valve ให้ลมออกเพื่อจำลองการรั่วไหลของลม แล้วสังเกตการณ์ทำงานของ Shutdown Valve ว่าทำงานผิดปกติหรือไม่ ดังรูปที่ 3.27



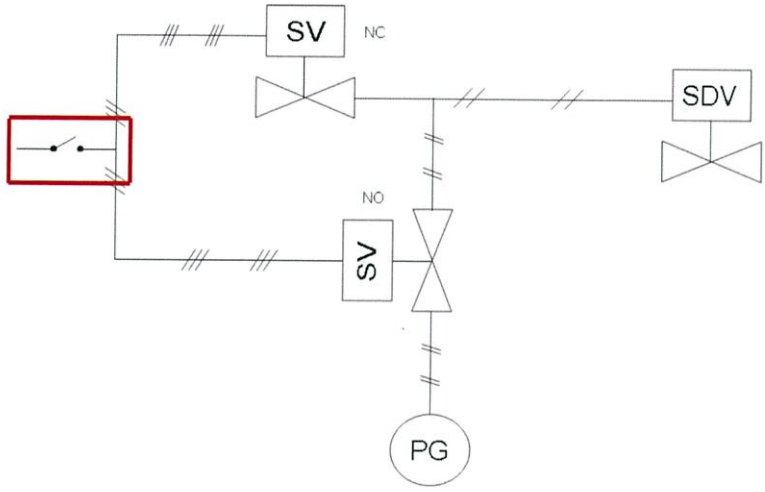
รูปที่ 3.27 Pneumatic Proof Test

โดยเป็นการทดสอบการทำงานของ Shutdown Valve โดยทดสอบจากระบบ นิวแมติก ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Shutdown Valve โดยจำลองให้เกิดการรั่วไหลของลมที่ใช้ควบคุม เพื่อทดสอบว่าก้านของ Shutdown Valve มีการทำงานผิดปกติหรือไม่

หากมีลมรั่ว ก้านของ Shutdown Valve จะปิดลง หากไม่ปิด แสดงว่า เกิดการผิดปกติที่ก้านของ Shutdown Valve ส่งผลให้อุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ระบบ SCADA มีการแจ้งเตือนการทำงานของ Shutdown ให้ทำการ Maintenance อุปกรณ์ทันที

3.4.2 การทดสอบการทำงานของสัญญาณไฟฟ้า

ติดตั้ง Pressure Gauge ไว้บริเวณ ด้าน Inlet ของ Solenoid Valve ที่มีสถานะ Normally Open (NO) เพื่อดูการทำงาน โดยการทำงานตามปกติ หากมีสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าไปสู่ Coil ของ Solenoid Valve แบบ NO Solenoid Valve จะปิดการทำงาน ทำให้ไม่มีลมผ่าน สวิทช์กรอบสีแดง แทนการ force ค่า สัญญาณไฟฟ้าจากโปรแกรม ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 Signal Proof Test

เป็นการทดสอบการทำงานของ Solenoid Valve ว่า Coil ที่อยู่ภายในของ Solenoid Valve ทำงานผิดปกติหรือไม่

Coil ของ Solenoid Valve ผิดปกติจะเกิดได้ สองกรณี คือ

1. เมื่อป้อนไฟฟ้าเข้าไป แล้ว Coil ปิดไม่สนิท จะเกิดลมรั่วไหลออกมา ทำให้ Pressure Gauge สามารถวัดได้ เป็นผลทำให้ Valve เปิดได้ไม่เต็มที่หรือไม่เปิด

2. เมื่อตัดไฟฟ้าออก แล้ว Coil ไม่เปิด จะทำให้ลมจะไม่สามารถระบายออกได้ หรือระบายออกได้ช้า ทำให้ Valve ปิดได้ช้าหรือไม่ปิดเมื่อถึงระดับที่ต้องการ

เมื่อเกิดความผิดปกติแล้วอุปกรณ์จะส่งสัญญาณไปที่ระบบ SCADA เพื่อแจ้งความผิดปกติ

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

จากบทที่ 3 ได้มีการกล่าวถึงการดำเนินโครงงานในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งบทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินงานดังนี้

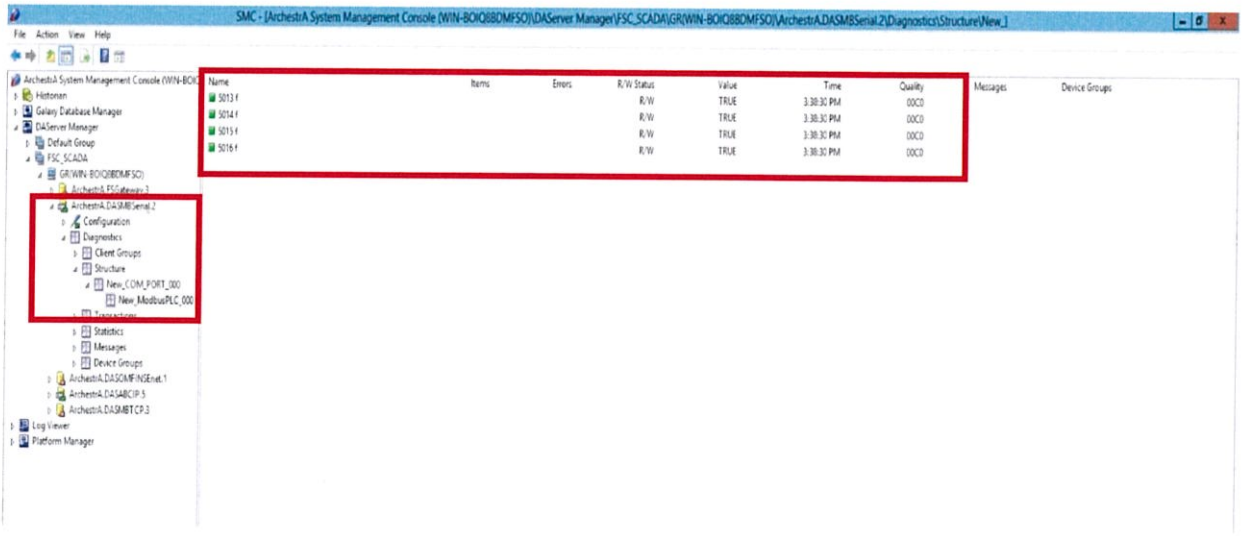
1. การทดสอบการผสานระบบระหว่างระบบ SCADA กับ FSC
2. การทดสอบการทำงานของระบบ SCADA กับ BPCS และ FSC
3. การทดสอบการบำรุงรักษาระบบ FSC ผ่านระบบ SCADA

4.2 การทดสอบการผสานระบบระหว่างระบบ SCADA กับ FSC

4.2.1 การเชื่อมต่อ

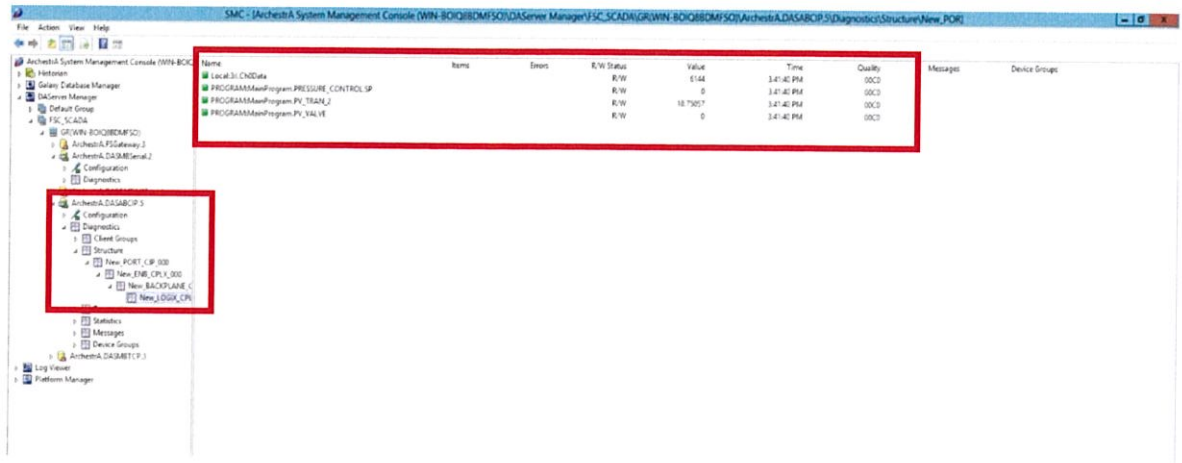
เมื่อทำการเชื่อมต่อ Network และ สร้างระบบ SCADA แล้ว จะทำการตรวจสอบระบบทั้งหมดว่า สามารถสื่อสารกันได้หรือไม่ ตรวจสอบโดยใช้โปรแกรม System Management Console

เมื่อทำการ Activate Sever OPC แล้ว ให้เข้าไปตรวจสอบสัญญาณข้อมูลที่เข้ามาในระบบ หากขึ้นสีเขียวแสดงว่า สัญญาณเข้ามาในระบบแล้วและสามารถนำไปใช้งานได้



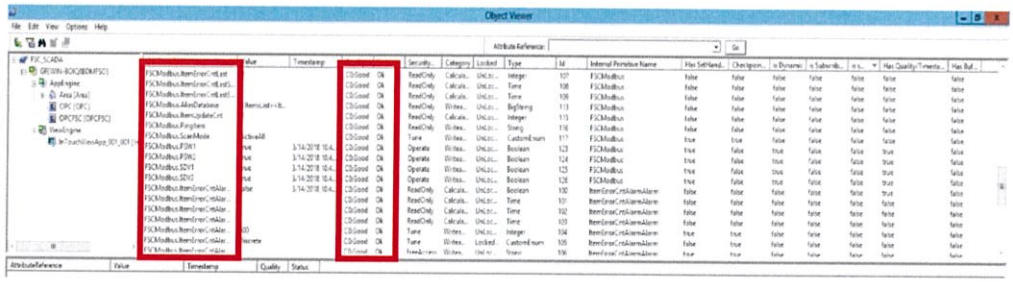
รูปที่ 4.1 โปรแกรม SMC แสดงผลการเชื่อมต่อกับส่วน FSC

ดังรูปที่ 4.1 จะเป็นการแสดงผลการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SMC ซึ่งเป็นสื่อกลางการเชื่อมต่อกับระบบ SCADA กับโปรแกรม FSC จากผลการทดลองโปรแกรม SMC สามารถรับข้อมูลจากส่วน FSC และแสดงค่าได้ โดยผ่านทาง Modbus Protocol



รูปที่ 4.2 โปรแกรม SMC แสดงผลการเชื่อมต่อกับส่วนBPCS

ดังรูปที่ 4.2 เป็นผลการแสดงการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม SMC ซึ่งเป็นสื่อกลางการเชื่อมต่อกับระบบ SCADA กับระบบ BPCS จากผลการทดลองโปรแกรมสามารถรับข้อมูลจาก BPCS และแสดงผลได้ โดยผ่านพีแอลซี

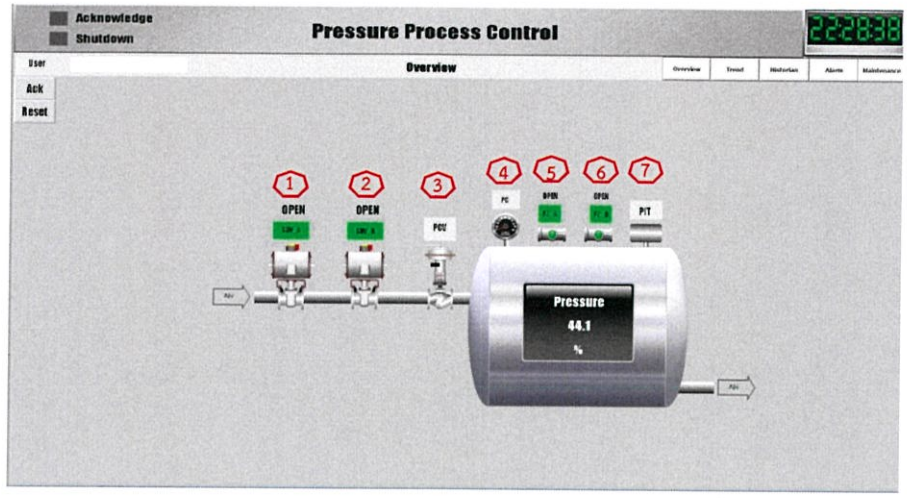


รูปที่ 4.3 โปรแกรม System Platform แสดงสถานะปัจจุบัน

ดังรูปที่ 4.3 จะเป็นการแสดงผลการเชื่อมต่อระหว่าง โปรแกรม System Platform กับระบบ BPCS และ FSC จากผลการทดลองโปรแกรม System Platform สามารถรับค่าจากระบบ BPCS และ FSC ได้ตามที่ผู้ปฏิบัติงานต้องการ

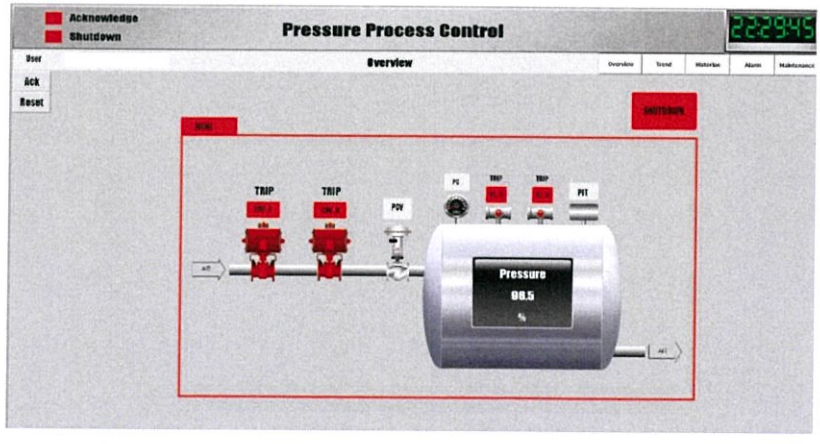
4.2.2 ระบบ SCADA

ระบบ FSC จะส่งสัญญาณจากระบบเข้ามาที่ SCADA ผ่านทาง Modbus Protocol ส่วน BPCS จะส่งผ่านสาย Ethernet เมื่อส่งสัญญาณเข้ามาที่ Work Station ของระบบ SCADA แล้วจึงทำการเขียนหน้าจอควบคุมและแสดงผลดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 หน้าจอ SCADA สำหรับควบคุมแพลนต์โมเดล

ดังรูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอสำหรับการควบคุมแพลนต์โมเดลและแสดงการทำงานของแพลนต์โมเดล ประกอบไปด้วย Shutdown Valve (1,2), Control Valve (3), Pressure Gauge (4), Pressure Switch (5,6), Pressure Transmitter (7) และมีปุ่ม Acknowledge กับ ปุ่ม RESET สำหรับบ่งบอกการรับรู้ ALARM การแจ้งเตือน มีปุ่ม Navigator สำหรับเปลี่ยนไปหน้าจออื่น ๆ และสามารถกำหนดค่า PID, Setpoint โดยผ่าน Control Valve

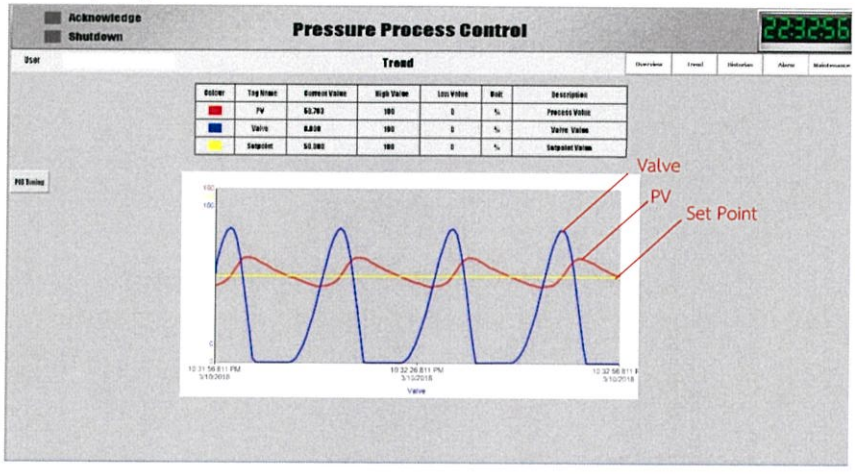


รูปที่ 4.5 หน้าจอ SCADA แสดงสถานะเมื่อเกิดการ Shutdown

เมื่อค่าความดันในถังเกิดความผิดปกติ จะมีการแจ้งเตือนสี่สถานะ HIHI, HI, LOW, LOWLOW และหากกระบวนการมีความดันที่สูงเกินไป จะทำให้ Shutdown Valve ปิดการทำงานของกระบวนการ และจะมีการแจ้งเตือนการ Shutdown ของกระบวนการทั้งหมดดังรูปที่ 4.5

4.2.2.1 หน้า Trend

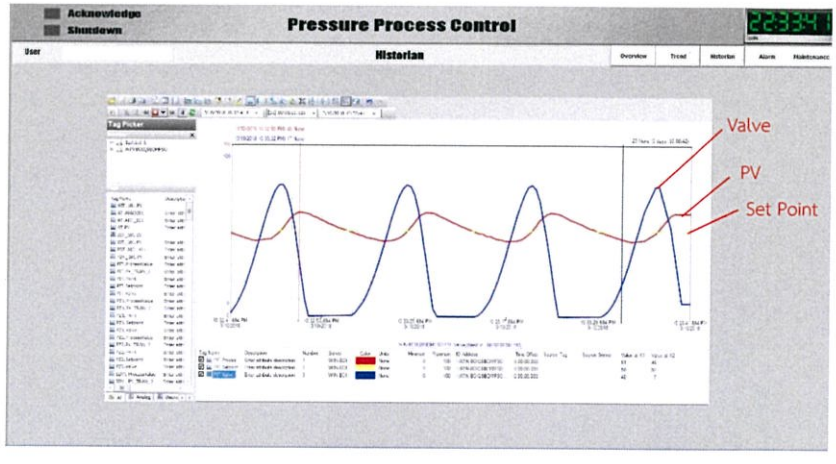
เป็นหน้าจอแสดงการทำงานของกระบวนการเป็น กราฟแสดงผลการทำงานของกระบวนการ สามารถปรับเปลี่ยนค่า Parameter ได้ในหน้านี้ เส้นกราฟสีต่าง ๆ จะบ่งบอกแนวโน้มการทำงานของค่าต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 หน้าจอ Trend ของกระบวนการ

4.2.2.2 หน้า Historian

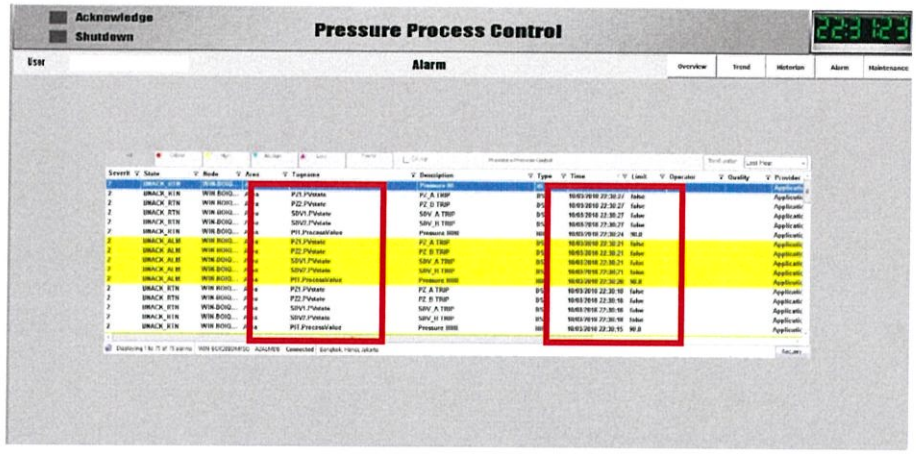
เป็นหน้าต่างแสดงการทำงานของกระบวนการแบบเป็นกราฟแสดงผล โดยที่กราฟนี้จะสามารถ ดูการทำงานย้อนหลังของกระบวนการได้ โดยสามารถเลือกช่วงของวันและเวลาที่ต้องการได้ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดง Historian ของกระบวนการ

4.2.2.3 หน้า Alarm List

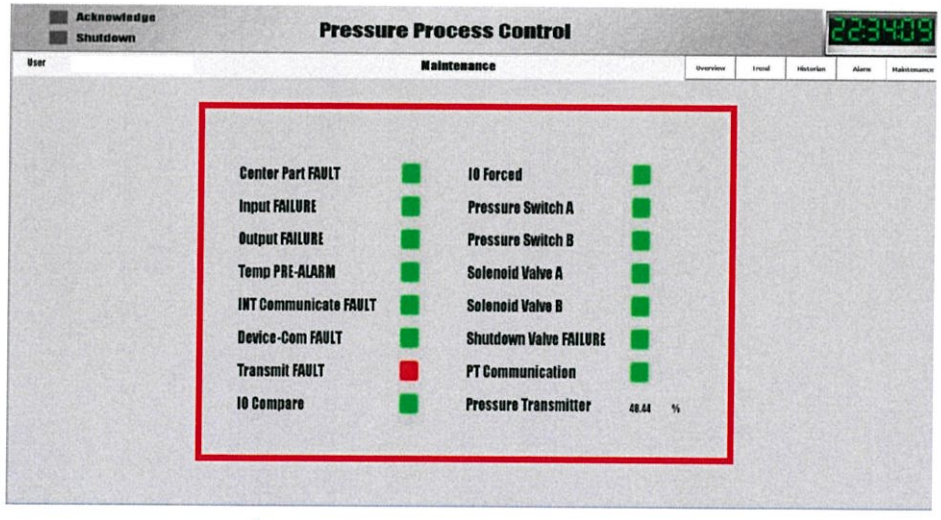
แสดงการแจ้งเตือนของ Alarm ในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการ มีการบอกวันเวลาที่เกิดการ Alarm และสามารถเลือกดูย้อนหลังได้ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดง Alarm list ของกระบวนการ

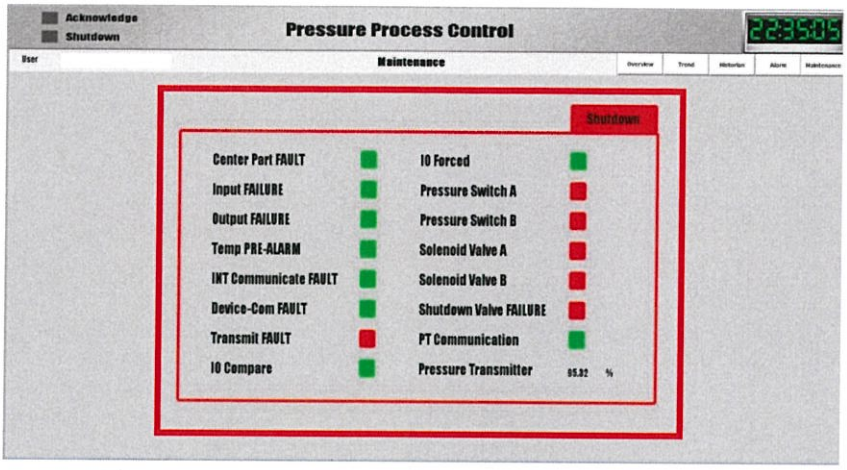
4.2.2.4 หน้า Maintenance

เป็นหน้าจอแสดงสถานการณ์ทำงานในส่วนต่าง ๆ ของระบบ เช่นการทำงานของระบบ FSC ในรูปแบบต่าง ๆ เช่นการทำงานของ Center part, การ Communication ของส่วน IO ของสายสัญญาณ, การส่งข้อมูล, ความผิดปกติของอุปกรณ์ ซึ่งไฟสีเขียวจะแสดงสถานะปกติและไฟสีแดงจะแสดงเมื่อเกิดAlarmในส่วนนั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงสถานะของกระบวนการ

มีการแจ้งเตือนเมื่อกระบวนการ Shutdown ทำให้สามารถไปปรับปรุงและแก้ไขที่ Plant ได้ ดังรูปที่ 4.10

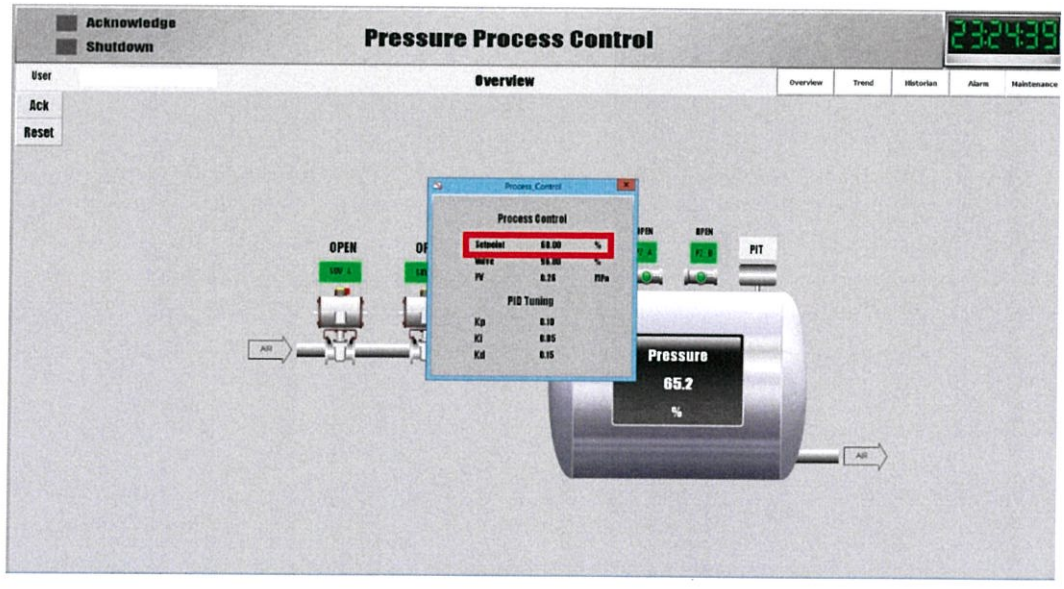


รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงสถานะของกระบวนการเมื่อเกิด Alarm

4.3 การทดสอบการทำงานของระบบ SCADA กับ BPCS และ FSC

การทดลองนี้จะเป็นทดสอบการทำงานของระบบ SCADA ว่าสามารถใช้งานร่วมกันระหว่างระบบ BPCS และ ระบบ FSC

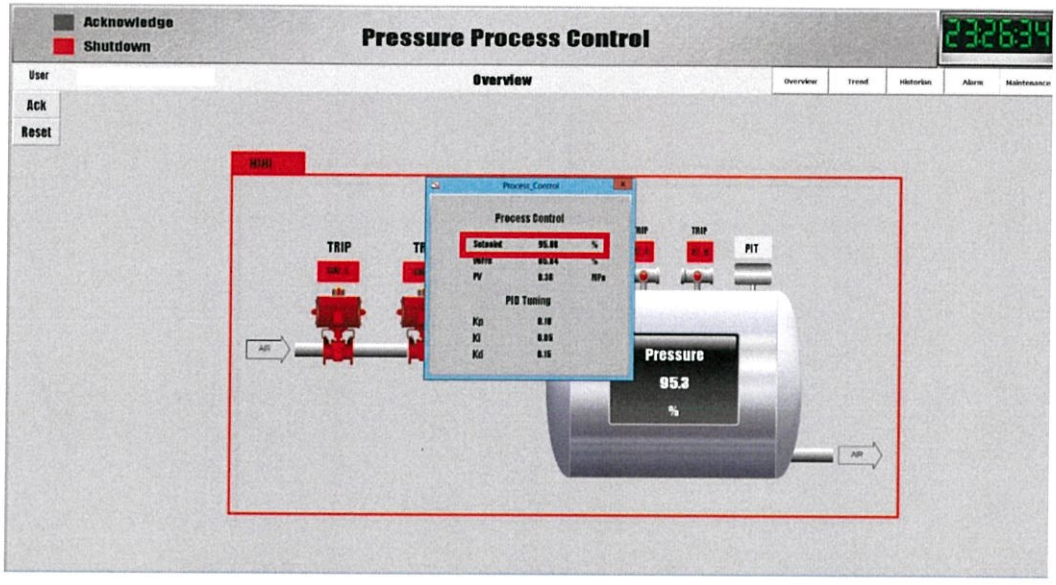
1. การทดสอบโดยการปรับค่า Set Point ของกระบวนการ เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบ SCADA ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ปรับ Setpoint ของกระบวนการ

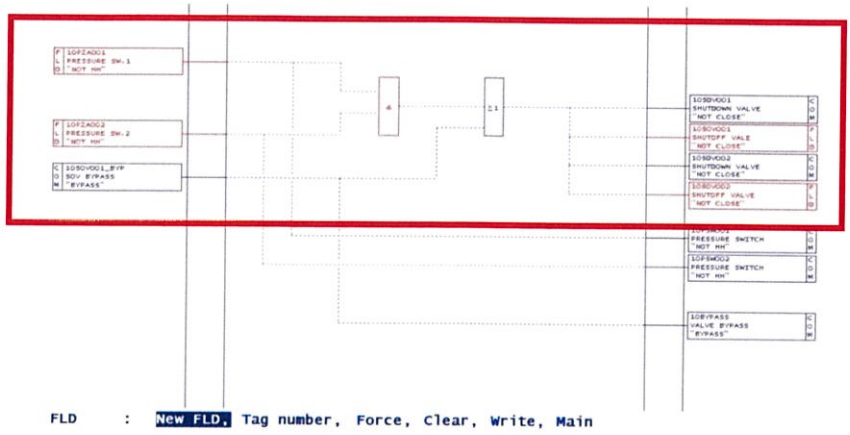
จากผลการทดลอง ระบบ SCADA สามารถกำหนดค่า PID ค่า Set Point และสามารถควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วได้

2. การทดสอบการทำงานของกระบวนการเมื่อเกิด Alarm โดยการปรับ Set Point ที่หน้า Overview ให้เกินค่าที่ตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ปรับ Setpoint ของกระบวนการเกินกว่าที่กำหนด

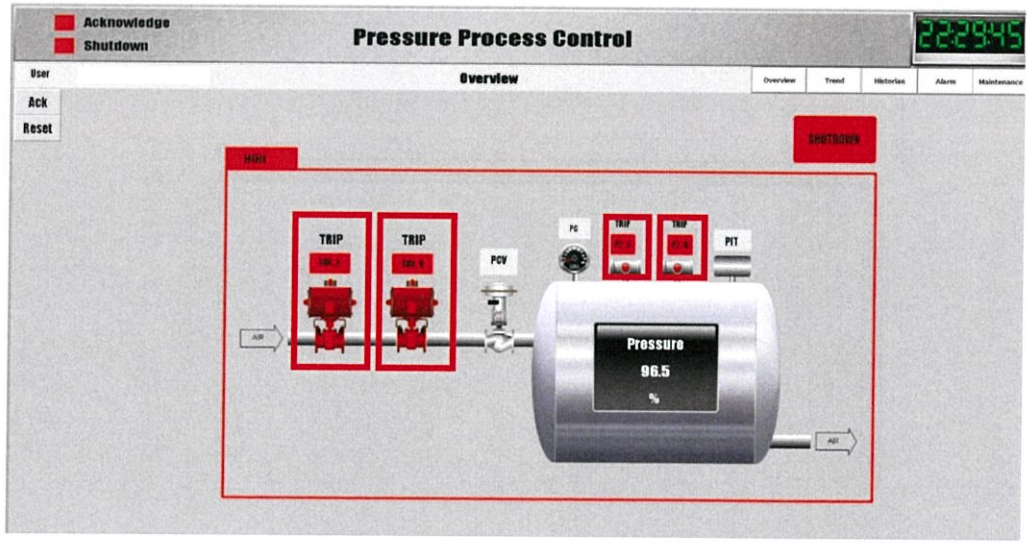
จากผลการทดลอง Pressure Switch จะส่งสัญญาณไปยัง Solenoid Valve เพื่อสั่งให้ Shutdown Valve ตัดการทำงานของกระบวนการ ใน FSC Navigator สัญญาณจะเป็นเส้นประ ดังรูปที่ 4.13 ค่า Alarm ของกระบวนการ ใน FSCSOE จะแสดงสถานะ HH ของ Pressure Switch และสถานะ CLOSE ของ Shutdown Valve จะแสดงดังรูปที่ 4.14 โดยในหน้า Overview จะแสดงกระบวนการเมื่อเกิด Alarm Pressure Switch และ Shutdown Valve จะเป็นสีแดงดังภาพที่ 4.15 ในกระบวนการจริงจะหยุดทำงาน เนื่องจาก Shutdown Valve อยู่ในตำแหน่ง Close ดังรูปที่ 4.16



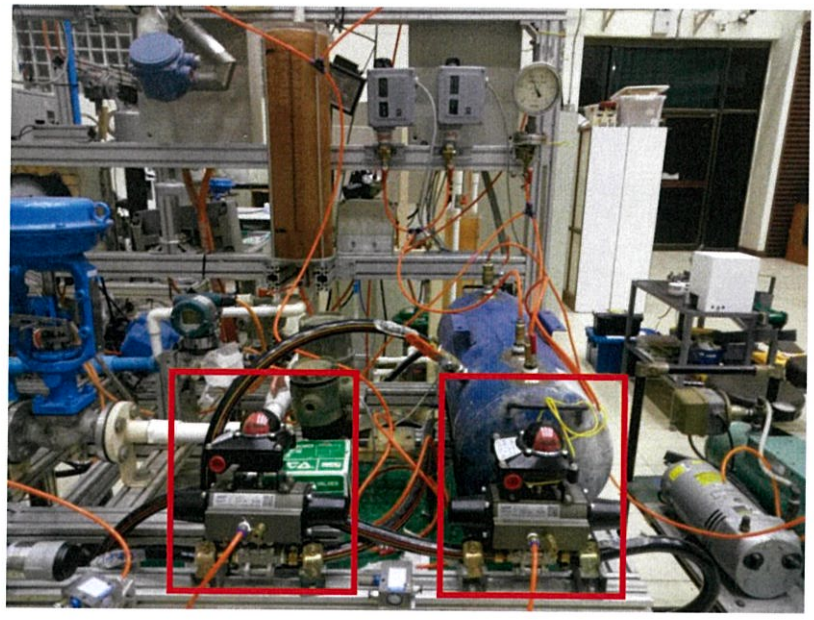
รูปที่ 4.13 FSC Navigator เมื่อกระบวนการเกิด Alarm

3/14/2018	10:12:02 PM.987	O	10PSW002	Variable	PRESSURE SWITCH	HH	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.755	I	10PZA002	Variable	PRESSURE SW.2	HH	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.755	O	10SOV001	Variable	SHUTOFF VALE	CLOSE	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.755	O	10SOV002	Variable	SHUTOFF VALVE	CLOSE	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.755	O	10PSW001	Variable	PRESSURE SWITCH	HH	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.755	O	10SDV001	Variable	SHUTDOWN VALVE	CLOSE	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.755	O	10SDV002	Variable	SHUTDOWN VALVE	CLOSE	TEST
3/14/2018	10:12:02 PM.518	I	10PZA001	Variable	PRESSURE SW.1	HH	TEST

รูปที่ 4.14 FSCSOE เมื่อกระบวนการเกิด Alarm

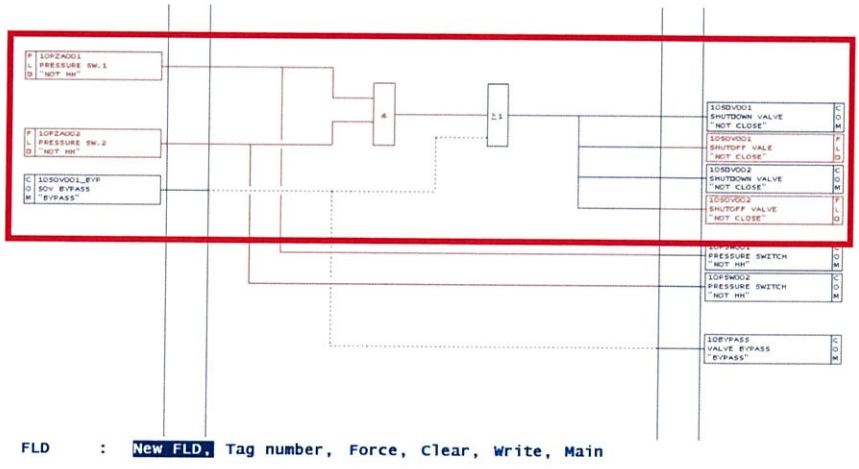


รูปที่ 4.15 SCADA Overview เมื่อกระบวนการเกิด Alarm



รูปที่ 4.16 กระบวนการจริงเมื่อเกิด Alarm

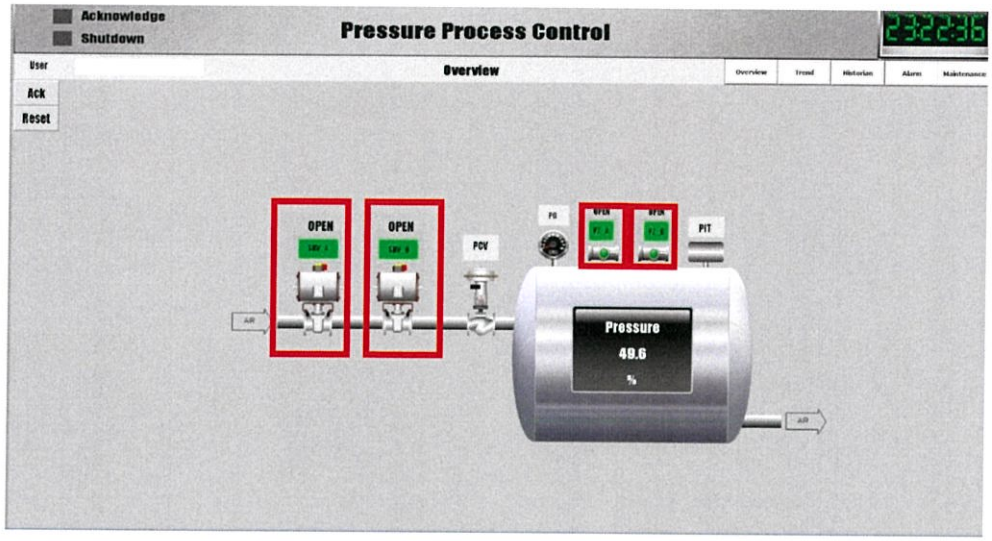
เมื่อกระบวนการกลับมาสู่ภาวะปกติ ใน FSC Navigator สัญญาณจะกลับมาสภาวะเดิม ดังรูปที่ 4.17 ใน FSCSOE ค่าของ Pressure Switch อยู่สถานะ NOT HH และ Shutdown Valve อยู่สถานะ NOT CLOSE ดังรูปที่ 4.18 ในหน้า Overview Pressure Switch และ Shutdown Valve จะเป็นสีเขียว ดังรูปที่ 4.19 และกระบวนการจริง Shutdown Valve จะอยู่ในตำแหน่ง OPEN ทำให้กระบวนการทำงานตามปกติ ดังรูปที่ 4.20



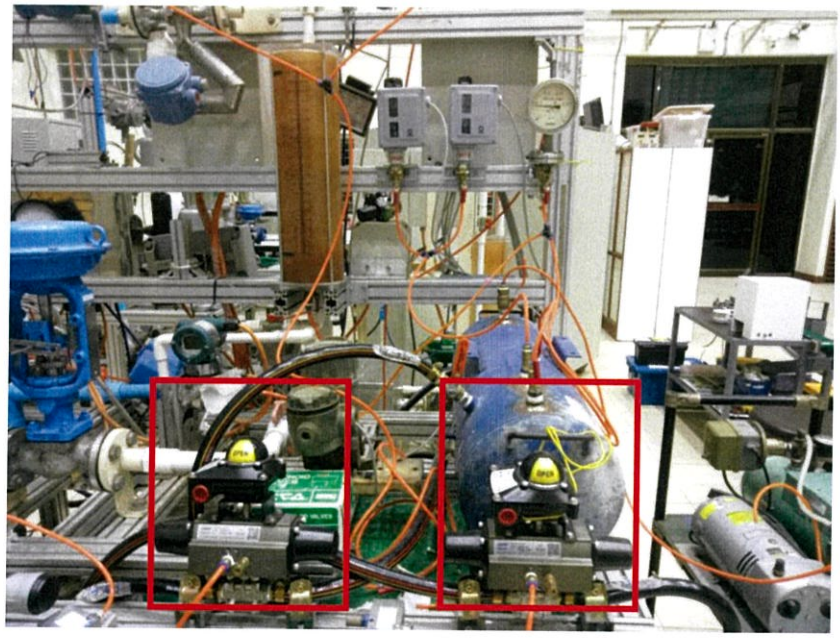
รูปที่ 4.17 FSC Navigator702 สภาวะปกติ

3/14/2018	11:21:39 PM.807	0	10SOV001	Variable	SHUTOFF VALE	NOT CLOSE	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.807	0	10SOV002	Variable	SHUTOFF VALVE	NOT CLOSE	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.807	0	10PSW001	Variable	PRESSURE SWITCH	NOT HH	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.807	0	10SDV001	Variable	SHUTDOWN VALVE	NOT CLOSE	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.807	0	10SDV002	Variable	SHUTDOWN VALVE	NOT CLOSE	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.573	I	10PZA001	Variable	PRESSURE SW.1	NOT HH	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.342	0	10PSW002	Variable	PRESSURE SWITCH	NOT HH	TEST
3/14/2018	11:21:39 PM.098	I	10PZA002	Variable	PRESSURE SW.2	NOT HH	TEST

รูปที่ 4.18 FSCSOE สภาวะปกติ



รูปที่ 4.19 SCADA Overview สภาวะปกติ

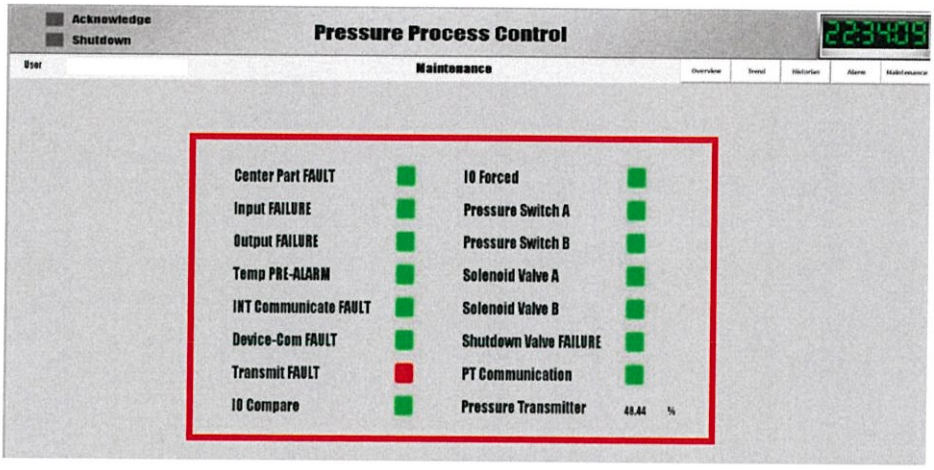


รูปที่ 4.20 กระบวนการจริงสภาวะปกติ

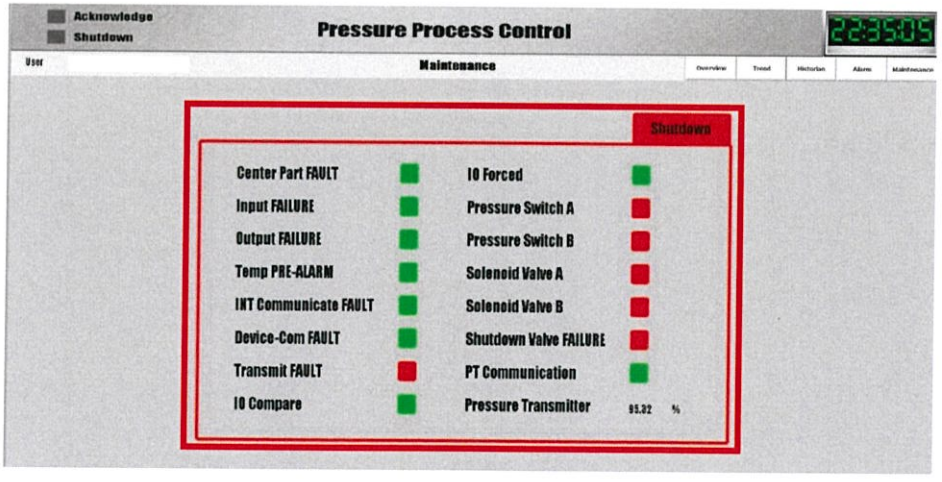
4.4 การทดสอบการบำรุงรักษาระบบ FSC ผ่านระบบ SCADA

4.4.1 การทดสอบแบบอัตโนมัติ (Automatic)

มีไฟแสดงสถานะบ่งบอกบนหน้าจอ SCADA ซึ่งช่วยให้ง่ายต่อการเฝ้าดูการทำงานของระบบ โดยที่ไฟสีเขียวจะแสดงสภาวะปกติและสีแดงจะแสดงเมื่อเกิด Alarm ดังรูปที่ 4.21 และเมื่อเกิด Alarm จะแสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.21 หน้าจอ SCADA แสดงสถานะเมื่อสภาวะกติ

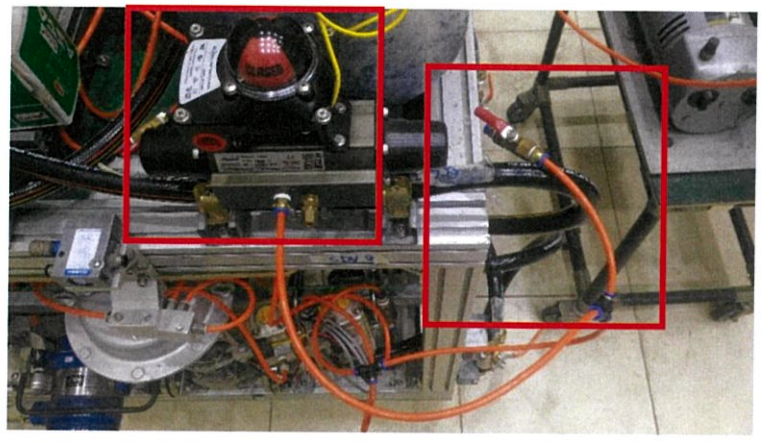


รูปที่ 4.22 หน้าจอ SCADA แสดงสถานะเมื่อเกิด Alarm

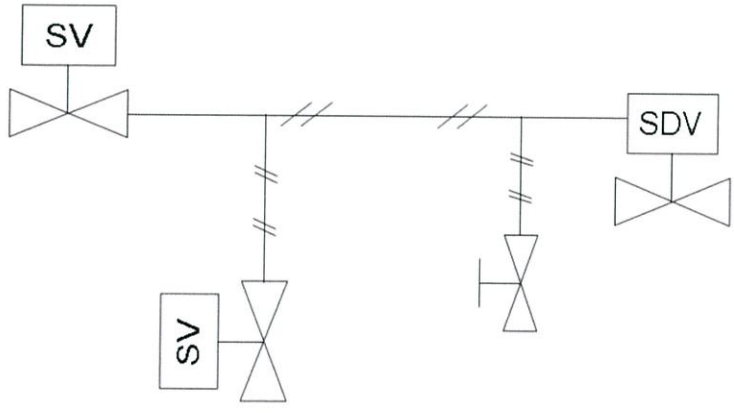
4.4.2 การทดสอบแบบธรรมดา (Manual Proof Test)

- การทดสอบการทำงานของระบบลม

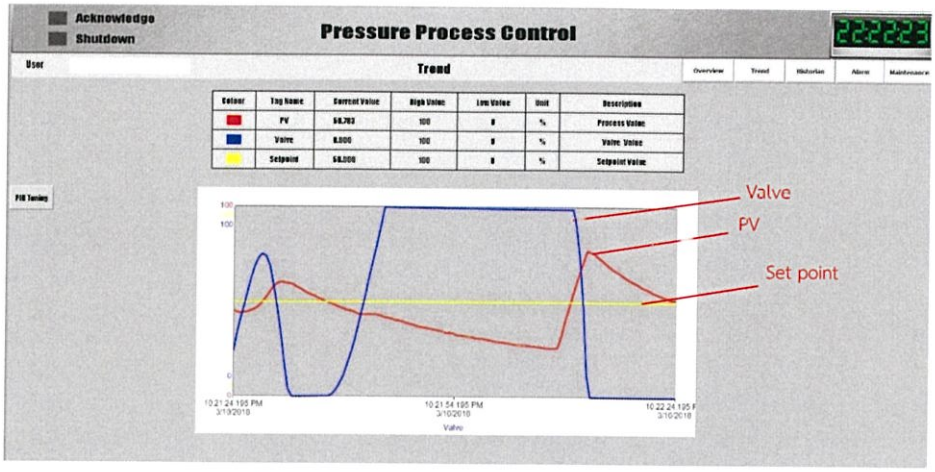
เมื่อทำการเปิด Manual Valve จะทำให้ Shutdown Valve ทำการปิดลง ดังรูปที่ 4.23 ส่งผลให้ความดันในถังลดลง และเมื่อปิด Manual Valve ก็จะทำให้ ความดันในถังเพิ่มขึ้น โดยวัดจาก ค่า PV ที่ส่งเข้ามา และ จากรูปที่ 4.23 เมื่อนำมาเขียนเป็น P&ID จะทำให้แยกเส้นสัญญาณได้เพื่อที่จะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 แสดงสถานะของ Shutdown Valve



รูปที่ 4.24 P&ID แสดงการทำ Pneumatic Proof Test

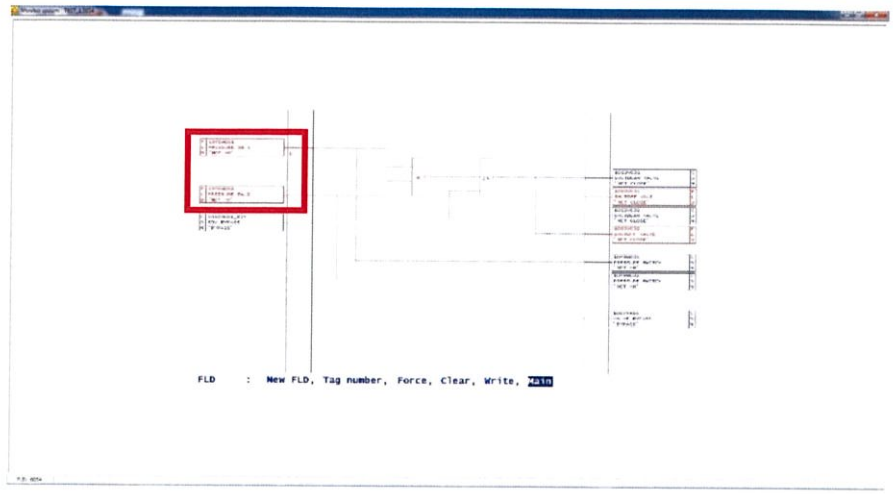


รูปที่ 4.25 หน้าจอ Trend ของกระบวนการ

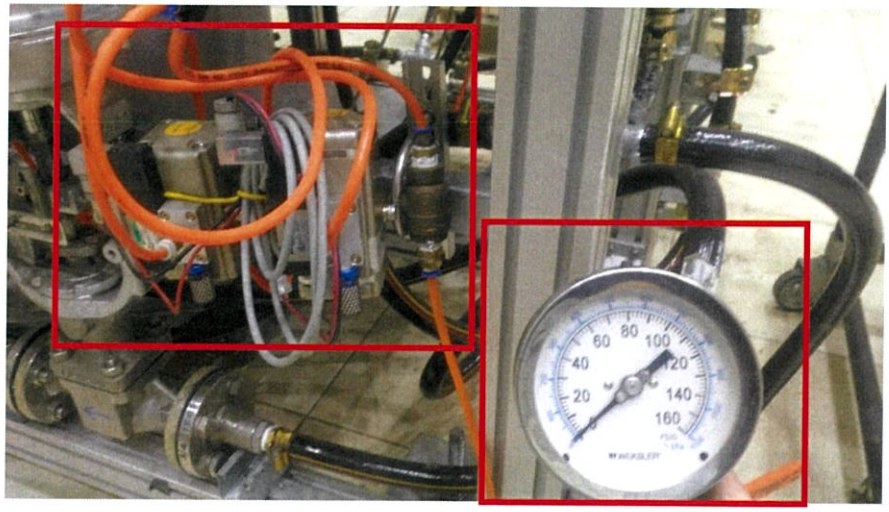
จากกราฟรูปที่ 4.25 เส้นสีแดงคือค่า PV ที่รับเข้ามาแสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการเปิด Manual Valve จะทำให้ Shutdown Valve ปิดลง ส่งผลให้ค่า PV ลดลง เส้นสีแดงจะตกลง เมื่อทำการเปิด Manual Valve ค่า PV จะเพิ่มขึ้น เส้นสีแดงจะเพิ่มขึ้น และจะเข้าสู่ Steady state ตาม Set Point ที่ตั้งไว้ แสดงว่า Shutdown Valve มีการทำงานปกติ

- การทดสอบการทำงานของสัญญาณไฟฟ้า

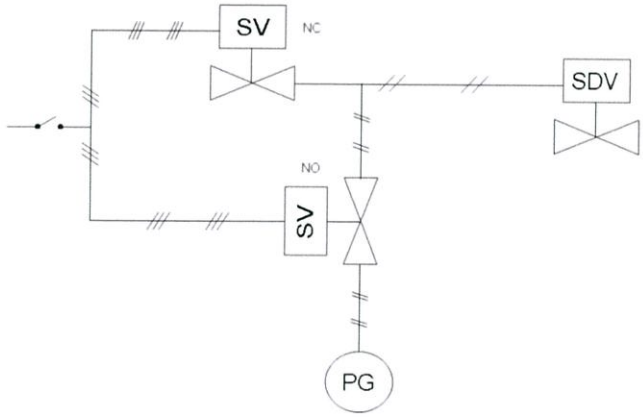
ทดสอบโดยใส่ความดันเข้าไป และทำการ Force ค่าให้คงสถานะสัญญาณไว้ ดังรูปที่ 4.26 เมื่อป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าไป แล้ว Coil ของ Solenoid Valve ที่เป็นชนิด NO ปิดไม่สนิท จะเกิดลมรั่วไหลออกมา ทำให้ Pressure Gauge สามารถวัดได้ เป็นผลทำให้ Valve เปิดได้ไม่เต็มที่หรือไม่เปิด หาก ปิดสนิทจะไม่มีลมรั่วไหลออกมาและค่าที่ Pressure Gauge จะเป็น 0 จะแสดงดังรูปที่ 4.27 และ เมื่อเปรียบเทียบกับ P&ID จะทำให้สามารถแยกเส้นสัญญาณได้ และทำให้เข้าใจมากขึ้น ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.26 หน้าจอ FSC Navigator แสดงการ Force ค่า



รูปที่ 4.27 แสดงการทดสอบโดยการทำ Signal Proof Test



รูปที่ 4.28 P&ID แสดงการทำ Signal Proof Test

บทที่ 5
สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานการทำงานร่วมกันระหว่าง SCADA กับ FSC ที่ได้ศึกษานี้ มีการสร้างระบบใหม่ขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน โดยระบบใหม่จะมีทั้งความปลอดภัยที่ได้จาก FSC และ มีประสิทธิภาพในการแสดงผลทั้งแบบ Dynamic และ แบบ Trend ตลอดจนมีการแสดงการทำงานภาพรวมของระบบแบบ Visualization และ Historian แสดงการแจ้งเตือนย้อนหลัง ให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้ากระบวนการได้ง่ายจากระบบ SCADA โดยแต่ละอุปกรณ์จะสามารถสังเกตการณ์และควบคุมผ่านหน้าจอ SCADA ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเฝ้าระวังการทำงานของกระบวนการสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่ห้องควบคุม สำหรับการซ่อมบำรุงเนื่องจากหน้าจอ SCADA สามารถแจ้งเตือนสถานะปัจจุบันของอุปกรณ์ระดับฟิลด์ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถวางแผนซ่อมบำรุงอุปกรณ์ในกระบวนการได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบระบบ โครงสร้างของทั้งส่วนแสดงผล และโปรแกรมควบคุมควรออกแบบเป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการพัฒนาระบบควบคุม ซึ่งช่วยลดปัญหาในการปรับเปลี่ยนกราฟฟิก และโปรแกรมควบคุมได้ในระดับหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

[1] "Pressure Transmitter." [Online].

แหล่งที่มา : https://th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/pressure- transmitter.html

[2] "Control Valve." [Online].

แหล่งที่มา : https://th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/control-valve.html

[3] "PLC." [Online].

แหล่งที่มา : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.html

[4] "Pressure Switch." [Online].

แหล่งที่มา : http://www.cvt.co.th/th/content/103/54.html

[5] "Shutdown Valve." [Online].

แหล่งที่มา : http://instrumentthai.blogspot.com/

[6] "Solenoid Valve." [Online].

แหล่งที่มา : https://th.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/solenoid-valve.html