รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

วงจรการทำงานทางวิศวกรรมในส่วนเครื่องมือวัดและระบบควบคุมแบบครบวงจร

Instrument Engineering Design Cycle

นางสาวอัญชเรีย ทิว

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา วงจรการทำงานทางวิศวกรรมในส่วนเครื่องมือวัดและระบบควบคุมแบบครบวงจร

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวอัญชเรีย ทิว

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันทน์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณเขมราช จารุตา

สถานประกอบการ บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้นำเสนอการทำงานเอกสารในช่วง Basic Engineering Design (BED) และช่วง Front End Engineering Design (FEED) ในส่วนของแผนก Instrument โดยจุดประสงค์ของการทำงานทั้งสองช่วงนี้เพื่อจัดทำข้อมูลรายละเอียดของอุปกรณ์รวมไปถึงการออกแบบเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับงานที่ได้รับ ในการคำนวณมีการใช้โปรแกรมคำนวณ Smart Plant Instrumentation (Intools) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับจัดทำเอกสารรายละเอียดการเลือกอุปกรณ์ เมื่อจัดทำเอกสารที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นแล้วจึงประเมินค่าใช้จ่าย±30% ที่จะเกิดขึ้นในงานเพื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังอธิบายกระบวนการดำเนินงานและรายละเอียดของเอกสารชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละช่วงการทำงานรวมถึงรายละเอียดการทำงานในแต่ละโปรเจคที่รับมอบหมาย

คำสำคัญ : Basic Engineering Design (BED), Front End Engineering Design (FEED), Smart Plant Instrumentation (Intools)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title:	Instrument Engineering Design Cycle
Student intern name:	Ms.Angelia Tiu
Faculty:	Engineering
Department:	Instrumentation and Control
Advisor name:	Assoc.Prof.Dr. Tattaya Pukkalanun
Mentor name:	Khemmaraj Jaruta
Company:	Technip Engineering (Thailand) Co, Ltd.

ABSTRACT

This cooperative project presents the way of creating deliverable during Basic Engineering Design (BED) and Front End Engineering Design (FEED) of Instrument Department. The objective is to provide data of instrument equipment including designing specification of them in order to suit with the project. Calculating part is using calculation programming; Smart Plant Instrumentation (Intools) for preparing data to create specification document in instrument equipment's selecting. After finishing all deliverables then estimating cost about ±30% which will occur in the project comparing with starter cost. Furthermore, explaining both processing method of deliverables and detail of deliverable of instrument design cycle as well as detail of each project.

Keywords: Basic Engineering Design (BED), Front End Engineering Design (FEED), Smart Plant Instrumentation (Intools)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดการทำโครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสในโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งขอขอบพระคุณ คุณเขมราช จารุตา ซึ่งเป็นผู้นิเทศงานที่ได้ให้คำเสนอแนะ แนวคิด ตลอดจนข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด และขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านในแผนก Instrument Department แก้ไขทั้ง พี่เอก พี่ทิพ พี่บอล พี่เหม่ง พี่ชา พี่นะ พี่เดียร์ พี่ชำนาญ พี่ป๊อก พี่หนุ่ม พี่เหมียว พี่น้ำ พี่สิท น้าวัฒน์ ที่คอยให้คำแนะนำชี้แนะทั้งเรื่องงานที่ทำให้โครงงานเล่มนี้สำเร็จไปด้วยดีและสั่งสอนบอกเล่าประสบการณ์ชีวิตต่าง ๆ ให้ได้เรียนรู้

ขอขอบพระคุณ พี่ ทวิช ชูเมือง เจ้าลิขสิทธิ์หนังสือ Industrial Instrumentation Engineering and Design (Part I: Control System and Basic Information) และ Industrial Instrumentation Engineering and Design (Part II: Instrument Engineering and Selection) ที่เป็นแหล่งข้อมูลและให้รายละเอียดในการศึกษาและเนื้อหาในรูปเล่มรายงานต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ทัตยา ปุคคละนันทน์ ที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิศกรรมระบบควบคุมทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ตลอดจนช่วยเหลืออันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนเอื้อเฟื้อให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ และประโยชน์อันพึงมีแก่รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้

อัญชเรีย ทิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VIII

สารบัญตาราง XV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 4

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 4

1.4 วิธีการดำเนินงาน 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 แผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID) 6

2.2 สัญลักษณ์ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม 7

2.2.1 สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol) 7

2.2.2 ตัวอักษรหน้าที่การทำงาน (Identification Letters) 8

2.2.3 สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility) 10

2.2.4 หมายเลขท่อ (Pipe Line Number) 11

2.2.5 สัญลักษณ์ Primary Element (Primary Element Symbol) 13

2.2.6 สัญลักษณ์วาล์วควบคุม (Control Valve Symbol) 13

2.2.7 ฟังก์ชันควบคุม(Control Function) 14

2.3 อุปกรณ์เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Instrument) 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 Pressure Gauge หรือ เกจวัดความดัน 17

2.3.2 Pressure transmitter 20

2.4 เครื่องมือวัดการไหล (Flow Instrument) 21

2.4.1 Differential Pressure Flowmeter หรือ เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความแตกต่าง 21

2.5 เครื่องมือวัดระดับ (Level Instrument) 23

2.5.1 Level Gauge หรือ เกจวัดระดับ 23

2.5.2 Displacer Level Instrument หรือ เครื่องมือวัดระดับแบบ Displacer 25

2.5.3 Radar Level Transmitter 26

2.6 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Temperature Instrument) 27

2.6.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples) 28

2.6.2 Resistance Temperature Detector (RTD) 29

2.7 วาล์วควบคุม (Control Valve) 32

2.7.1 ส่วนประกอบของวาล์วควบคุม 33

2.7.2 วัสดุในการทำวาล์ว (Valve Material) 36

2.7.3 Valve Trim 36

2.7.4 ปะเก็น (Gaskets) และ ซีลด์รอบก้านวาล์ว (Packing) 37

2.7.5 ขนาดวาล์ว (Valve Size) 37

2.7.6 อัตราการทนความดันหน้าแปลนต่ำสุด (Minimum Flange Rating) 39

2.7.7 ฝาครอบวาล์ว (Bonnet) 39

2.7.8 คุณลักษณะการไหล (Flow Characteristic) 39

2.8 ระบบควบคุม (Control System) 41

บทที่ 3 ขั้นตอนดำเนินงาน 43

3.1 ช่วงเวลาการจัดทำเอกสารของแต่ละงาน 43

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานทาง Engineering 47

3.2.1 ศึกษา General Specification หรือ Client Info 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน 47

3.2.3 ศึกษา PFD และ P&ID 47

3.2.4 การจัดทำเอกสาร 47

3.2.4.1 การจัดทำ Instrument Index & I/O List 48

3.2.4.2 ESD Cause & Effect Diagram 50

3.2.4.3 Instrument Cable Schedule 52

3.2.4.4 Instrument Tube Schedule 52

3.2.4.5 การจัดทำ Calculation Sheet 53

3.2.4.6 การจัดทำ Datasheet 60

3.2.4.7 การจัดทำ Material Take-Off (MTO) 64

3.2.4.8 Technical Bid Evaluation 67

3.2.4.9 Specification 69

3.2.4.10 Material Requisition 69

3.2.4.11 Philosophy 69

3.2.4.12 การจัดทำ Cable Block Diagram 70

3.2.4.13 Installation Detail 71

3.2.4.14 Hook-Up Diagram 75

3.2.4.15 Instrument Layout 77

3.2.4.16 Wiring Diagram 78

3.2.4.17 Loop Diagram 79

3.2.5 ขั้นตอนการติดตั้งและทดสอบระบบ 79

3.3 ขั้นตอนการจัดทำเอกสารของแต่ละโปรเจค 80

3.3.1 CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM ช่วง FEED 80

3.3.2 REDUCTIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS ช่วง FEED 89

3.3.3 HYDROGEN RECOVERY ช่วง FEED 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI ช่วง Study 99
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 109
4.1 เอกสารที่จัดทำ 109
4.1.1 CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM ช่วง FEED 109
4.1.2 REDUCIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS ช่วง FEED ... 118
4.1.3 HYDROGEN RECOVERY ช่วง FEED 120
4.1.4 NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI ช่วง Study 123
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 134
5.1 สรุปผล 134
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 135
5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา 135
5.4 ข้อเสนอแนะ 135
การอ้างอิง 136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดง Instrument Engineering Work Sequence 2
1.2 แสดง Instrument Design Work Sequence 3
2.1 แสดงตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID) 6
2.2 แสดงสัญลักษณ์เส้น 7
2.3 แสดงหมายเลขประจำเครื่องวัด 9
2.4 แสดงสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัด 10
2.5 แสดงสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัด (ต่อ) 11
2.6 แสดงหมายเลขประจำท่อแบบที่หนึ่ง 11
2.7 แสดงหมายเลขประจำท่อแบบที่สอง 12
2.8 แสดงสัญลักษณ์เครื่องมือวัดที่ติดตั้งกับท่อ 13
2.9 แสดงสัญลักษณ์วาล์วควบคุม และ Actuator 14
2.10 แสดงฟังก์ชันควบคุมพื้นฐาน 15
2.11 แสดงสัญลักษณ์อุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการ 16
2.12 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองชนิด C 18
2.13 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองแบบก้นหอย 18
2.14 แสดงภาพตัด (Cross-section) ของบูร์ดองแบบขอช้อน 19
2.15 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบเบลโลว์ 19
2.16 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม 20
2.17 แสดงตัวอย่างของแผ่นออริฟิสแบบต่าง ๆ 22
2.18 แสดงเกจวัดความดันแบบแม่เหล็ก 24
2.19 แสดงเกจวัดความดันแบบสะท้อนแสง 24
2.20 แสดงเกจวัดความดันแบบโปร่งแสง 25
2.21 แสดง Displacer Level Transmitter แบบ Direct Measurement Method 25
2.22 แสดง Displacer Level Transmitter แบบ External Chamber แบบ Block Valve 26
2.23 แสดง Displacer Level Transmitter แบบ External Chamber 26
2.24 แสดงการวัดระดับของของเหลวโดย Free Space Radar Level Transmitter 27
2.25 แสดงการวัดระดับของของเหลวโดย Guided Wave Radar Level Transmitter 27
2.26 แสดงวงจรการเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดกัน 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.27 แสดงการเกิดแรงดันไฟฟ้า Seebeck 28
2.28 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุทและอุณหภูมิ 28
2.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของวัสดุชนิดต่าง 29
2.30 แสดง RTD แบบ 2 สาย 30
2.31 แสดง RTD แบบ 3 สาย 30
2.32 แสดง RTD แบบ 4 สาย 30
2.33 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเกลียว 31
2.34 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม 31
2.35 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน 31
2.36 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันควบคุมบน P&ID 32
2.37 แสดงการต่อสายไดอะแกรมการควบคุม 33
2.38 แสดงไดอะแกรมการควบคุม 33
2.39 แสดงรูป Valve Actuator 34
2.40 แสดงรูป Valve Body 34
2.41 แสดงรูป Valve Positioner 35
2.42 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของเหลว 38
2.43 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของก๊าซ 38
2.44 แสดงกราฟคุณลักษณะ Equal Percentage 40
2.45 แสดงกราฟคุณลักษณะ Linear 40
2.46 แสดงกราฟคุณลักษณะ Quick Opening 40
3.1 แสดงรายละเอียดของ Instrument Index & I/O List 49
3.2 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของ Instrument Index 50
3.3 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของ Instrument I/O List 50
3.4 แสดงตัวอย่างตาราง ESD Cause & Effect Diagram 51
3.5 แสดงรายละเอียดตัวย่อที่ใช้ในการแสดงการกระทำที่ส่งผลต่อรูป 3.4 51
3.6 แสดงตัวอย่างรายละเอียด Instrument Cable Schedule 52
3.7 แสดงตัวอย่างรายละเอียด Instrument Tube Schedule 52
3.8 แสดงสัญลักษณ์โปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) 53
3.9 แสดงโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) 53
3.10 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก Index 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag 54
3.12 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag (ต่อ) 55
3.13 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag (ต่อ) 55
3.14 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag (ต่อ) 56
3.15 แสดงหน้าโปรแกรมรายละเอียดของ Line 56
3.16 แสดงหน้าโปรแกรมรายละเอียดรวมของ Tag 57
3.17 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก Process Data 57
3.18 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก Instrument 58
3.19 แสดงหน้าโปรแกรมหาชื่อ Tag 58
3.20 แสดงหน้าโปรแกรมการเลือก Fluid State 59
3.21 แสดงหน้าโปรแกรมก่อนทำการคำนวณ 60
3.22 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Pressure Gauge 61
3.23 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Temperature Transmitter 62
3.24 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Pressure Transmitter 63
3.25 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Control Valve 64
3.26 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Tubing, Fitting และ Valve 65
3.27 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ MCT 65
3.28 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable 66
3.29 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable Gland 66
3.30 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable Accessories 66
3.31 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Junction Box 67
3.32 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable/Tubing Tray 67
3.33 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Support Steel 67
3.34 แสดงตัวอย่างรายละเอียด TBE ของ Actuated Compact Ball Valves 68
3.35 แสดงตัวอย่างรายละเอียด TBE ของ Actuated Compact Ball Valves (ต่อ) 68
3.36 แสดงตัวอย่างรายละเอียด TBE ของ Actuated Compact Ball Valves (ต่อ) 69
3.37 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของ Cable Block Diagram 70
3.38 แสดงตัวอย่าง Installation Detail 71
3.39 แสดงตัวอย่าง Installation Detail (ต่อ) 72
3.40 แสดงการติดตั้ง Cable Support 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.41 แสดงการติดตั้ง Cable Support (ต่อ) 74
3.42 แสดงการเชื่อมต่อ Pressure Gauge 75
3.43 แสดงการเชื่อมต่อ Pressure Transmitter 76
3.44 แสดงการเชื่อมต่อ Differential Pressure Gauge 76
3.45 แสดงการเชื่อมต่อ Pressure Transmitter 77
3.46 แสดงตัวอย่าง Instrument Layout 78
3.47 แสดง PFD ของ CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM 80
3.48 แสดง P&ID ส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section 81
3.49 แสดง P&ID ส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section 81
3.50 แสดง P&ID ส่วน Catalytic Reforming Unit HP Separator Section 82
3.51 แสดง Process Data ของถัง Chloride Guard Bed Reactors 85
3.52 แสดง Process Data ของ Pressure Relief Valve 86
3.53 แสดงการป้อนค่าให้กับโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) 87
3.54 แสดงการป้อนค่า Kd ในการคำนวณ 87
3.55 แสดง P&ID ของ REDUCTIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS .. 89
3.56 แสดง Process Data ของ Control Valve 90
3.57 แสดง Calculation Sheet ของ Control Valve จากผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) 91
3.58 แสดง Calculation Sheet ของ Control Valve จากผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) (ต่อ) 92
3.59 แสดงกราฟ Flow Coefficient และ Valve Opening ของ Control Valve 92
3.60 แสดง P&ID ของ HYDROGEN RECOVERY 93
3.61 แสดง P&ID ของ HYDROGEN RECOVERY (ต่อ) 93
3.62 แสดง P&ID ของ HYDROGEN RECOVERY (ต่อ) 94
3.63 แสดงการติดตั้งของ Transmitter แบบ 2”Pipe mounting 95
3.64 แสดง Instrument Air ที่เป็น Spare 95
3.65 แสดงจำนวน Spare ที่ว่างของ Junction Box 96
3.66 แสดงลักษณะการติดตั้ง Control Valve และ Shutdown Valve ของเดิม 96
3.67 แสดงยี่ห้อของ Control Valve เดิมที่ใช้ 97
3.68 แสดงการต่อ Tube ออกจาก Process Line ของ Flow Element 97
3.69 แสดงการต่อ Tube เข้ามาที่ Flow Transmitter 98
3.70 แสดง PFD ส่วนที่รับน้ำมัน JET A-1 ไปที่ถังเก็บแล้วส่งไป Thappline และ Loading Gantry 99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.71 แสดง PFD ส่วนจากถังเก็บส่งไปที่สถานีรถบรรทุก 99
3.72 แสดง Flow Diagram ของ HSD 100
3.73 แสดง P&ID การส่งน้ำมันไปเก็บที่ถัง 101
3.74 แสดง P&ID ของถังเก็บน้ำมัน HSD 101
3.75 แสดง Flow Diagram ของ JP-8 102
3.76 แสดง P&ID ส่วนรับน้ำมัน JP-8 แล้วส่งไปยังถังเก็บ 102
3.77 แสดง P&ID ส่วนถังเก็บ JP-8 103
3.78 แสดง P&ID ส่วนที่ส่งผ่านปั๊มก่อนไปที่ Filter Water Separator 104
3.79 แสดง P&ID ส่วน Filter Water Separator 105
3.80 แสดง P&ID ส่วน Loading Gantry 105
3.81 แสดง Instrument Layout ของ JP-8 106
3.82 แสดงส่วนขยายของ Guard House 107
3.83 แสดงส่วนขยายของ Island 2 107
3.84 แสดง Plot Plan ของที่ตั้งถังเก็บน้ำมัน JET A-1 108
4.1 แสดง Instrument Index and I/O List 109
4.2 แสดง PSV Calculation 110
4.3 แสดง Datasheet ของ Pressure Relief Valve 111
4.4 แสดง Datasheet ของ Pressure Gauge 112
4.5 แสดง Datasheet ของ Pressure Transmitter 113
4.6 แสดง Datasheet ของ Differential Pressure Transmitter 114
4.7 แสดง MTO ส่วน Item 115
4.8 แสดง MTO ส่วน Tubing 115
4.9 แสดง MTO ส่วน Tubing (ต่อ) 115
4.10 แสดง MTO ส่วน Installation 116
4.11 แสดง MTO ส่วน Cable 116
4.12 แสดง MTO ส่วน Cable (ต่อ) 117
4.13 แสดง MTO ส่วน Tray 117
4.14 แสดง MTO ส่วน Tray (ต่อ) 117
4.15 แสดง MTO ส่วน System 118
4.16 แสดง Material Requisition ของปั๊ม 118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.17 แสดง Datasheet ของ Control Valve 119
4.18 แสดง Material Requisition ของ Control Valve 120
4.19 แสดง Instrument Index & I/O List 120
4.20 แสดง MTO ส่วน Item 121
4.21 แสดง MTO ส่วน Item (ต่อ) 121
4.22 แสดง MTO ส่วน Cable 121
4.23 แสดง MTO ส่วน Installation 122
4.24 แสดง MTO ส่วน Tubing 122
4.25 แสดง MTO ส่วน System 122
4.26 แสดง Instrument Index & I/O List 123
4.27 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ) 124
4.28 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ) 124
4.29 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ) 125
4.30 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ) 125
4.31 แสดง Cable Schedule 126
4.32 แสดง Cable Schedule (ต่อ) 126
4.33 แสดง Cable Schedule (ต่อ) 127
4.34 แสดง Cable Schedule (ต่อ) 127
4.35 แสดง Cable Schedule (ต่อ) 128
4.36 แสดง Cable Schedule (ต่อ) 128
4.37 แสดง Cable Schedule (ต่อ) 129
4.38 แสดง MTO ส่วน Item 129
4.39 แสดง MTO ส่วน Cable 130
4.40 แสดง MTO ส่วน Cable (ต่อ) 130
4.41 แสดง MTO ส่วน Installation 131
4.42 แสดง MTO ส่วน Installation (ต่อ) 131
4.43 แสดง MTO ส่วน Tubing 131
4.44 แสดง MTO ส่วน Tubing (ต่อ) 131
4.45 แสดง MTO ส่วน Tray 132
4.46 แสดง MTO ส่วน Tray (ต่อ) 132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.47 แสดง Material Requisition 133
4.48 แสดง Material Requisition (ต่อ) 133
5.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานโดยรวม 134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงตัวอักษรหน้าที่การทำงานตามมาตรฐาน ISA-S5.1 8

2.2 แสดงชนิดของไหล 12

2.3 แสดงอักษรในการกำหนดชื่ออุปกรณ์อื่น ๆ 16

2.4 แสดงวัสดุที่อุณหภูมิออกแบบ 36

2.5 แสดงวัสดุของ Trim ที่ค่าความดันแตกต่าง 37

2.6 แสดงการเลือกชนิดฝาครอบวาล์ว 39

3.1 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM 43

3.2 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค REDUCIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS 44

3.3 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค HYDROGEN RECOVERY 45

3.4 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI 46

3.5 แสดงเอกสาร Document 48

3.6 แสดงเอกสาร Drawing 48

3.7 แสดง Class Index ของ Piping Material Specification 83

3.8 แสดงตาราง Flanged Steel Pressure Relief Valve 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เทคนิป เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทที่ให้บริการด้านงานวิศวกรรมที่เรียกว่า EPC (Engineering Procurement Construction) ตั้งแต่การออกแบบ การจัดซื้อของไปจนถึงติดตั้งและก่อสร้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะเน้นไปทาง Design หรือ Engineering เป็นหลัก โดยเน้นไปในธุรกิจด้านพลังงานและแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ Subsea ให้บริการด้านการออกแบบ การประกอบและติดตั้งท่อขนส่งรวมทั้งการเดินท่อส่งใต้ทะเล, Offshore ให้บริการด้านงานทางวิศวกรรม การจัดซื้อ การก่อสร้างและติดตั้งแท่นขุดเจาะ และ Onshore ให้บริการด้านออกแบบวิศวกรรมและเทคโนโลยีจนถึง Downstream เช่น การกลั่นน้ำมัน การขนส่งและแจกจ่าย เป็นต้น

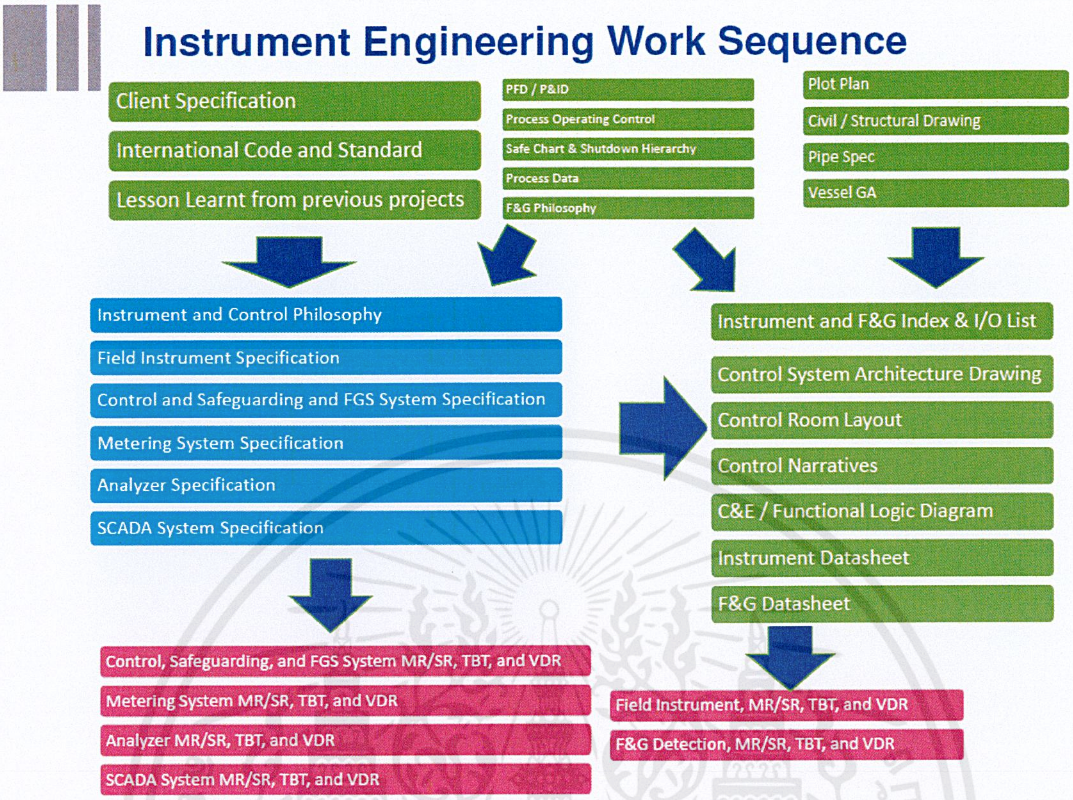
ในแต่ละโปรเจคจะมีขั้นตอนการทำงานอยู่ 3 ช่วงที่สำคัญ คือ Basic Engineering Design (BED), Front End Engineering Design (FEED) และ Detail Engineering

Basic Engineering Design (BED) ประกอบด้วย การศึกษากระบวนการหรือแนวคิดที่ออกแบบไว้จาก specification แล้วนำมาออกแบบเบื้องต้น เช่น การออกแบบ Plot plan เบื้องต้น การทำ Process Flow Diagram (PFD) การทำ Piping and Instrument Diagram (P&ID) เบื้องต้น เพื่อเป็นการศึกษาและเตรียมข้อมูลสนับสนุน Basic Engineering Design Package (BEDP) เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ต้องการสำหรับนำไปใช้ต่อในส่วน FEED Engineering

Front End Engineering Design (FEED) ประกอบด้วย การนำข้อมูลในส่วน Basic Engineering Design ที่ได้ศึกษาไว้มาจัดเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมให้กับเอกสารและแผนผัง เช่น P&ID, Plot plan, Hazardous Area, Equipment Layout เช่น ถัง ท่อ ปั๊ม สายไฟและเครื่องมือวัด และ การทำ Cause and Effect เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบส่วน Detail Engineering ต่อไป นอกจากนี้อาจมีการทำการประเมินค่าใช้จ่าย±30% เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าและหาตัวเลือกที่เหมาะสมในการตัดสินใจทำโครงการในอนาคต

Detail Engineering ประกอบด้วย การนำข้อมูลในช่วง FEED มาออกแบบเพิ่มเติมโดยละเอียด เช่น P&ID และ Plot Plan เป็นต้น และนอกจากนี้ยังมีการจัดเตรียมเอกสารเพื่อซื้อของและเอกสารสำหรับการติดตั้งร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

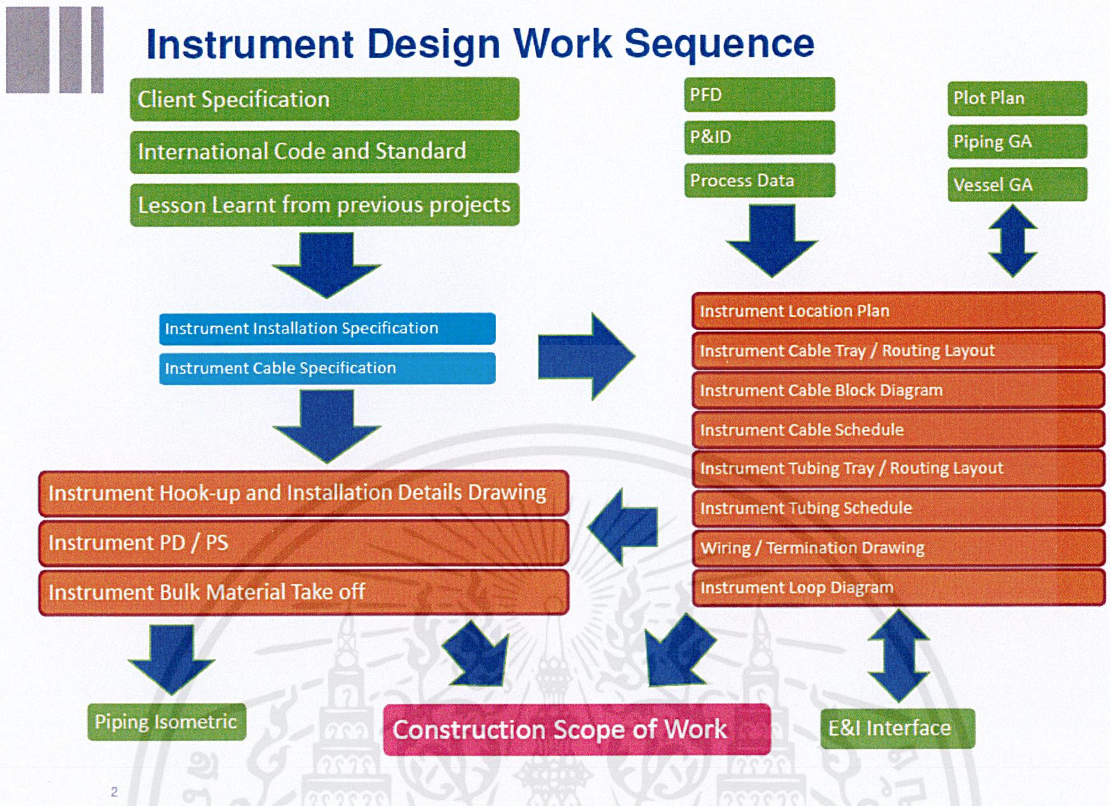


รูปที่ 1.1 แสดง Instrument Engineering Work Sequence

โดยขั้นตอนการออกแบบในส่วน Instrument จะมีขั้นตอนดังนี้

จากรูปที่ 1.1 แสดงความสัมพันธ์ของเอกสารต่าง ๆ ที่ใช้อ้างอิงในการออกแบบของแต่ละเอกสาร เช่น จะออกแบบเอกสาร Instrument and F&G Index & I/O List ต้องนำข้อมูลจาก P&ID, Process Operating Control, Safe Chart & Shutdown Hierarchy, Process Data และ F&G Philosophy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 แสดง Instrument Design Work Sequence

จากรูปที่ 1.2 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการอ้างอิงเพื่อออกแบบ Drawings ต่าง ๆ เช่น Instrument Location Plan ต้องนำข้อมูลจาก Plot Plan และ Piping GA เป็นต้น

เมื่อจบช่วง Detail Engineering แล้วเอกสารที่ได้จะต้องสามารถนำไปก่อสร้างและติดตั้งช่วง Construction & Commissioning

จากขั้นตอนการทำงานที่กล่าวมาข้างต้นการออกแบบทางวิศวกรรมมีความสำคัญเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงงานและการทำงานเป็นขั้นตอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ภายใต้ระยะเวลาและต้นทุนที่จำกัด ดังนั้นโครงงานนี้จึงมีความสำคัญคือได้ศึกษาการทำงานของ Instrument Engineering และสามารถจัดทำเอกสารทั้ง Document และ Drawing ได้นอกจากนี้ยังสามารถตรวจสอบและพิจารณาเอกสารที่จัดทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและจัดทำเอกสารในช่วง Front End Engineering Design (FEED) ในส่วน Engineering ของแผนก Instrument ให้มีความรู้และความเข้าใจทั้งในงานเอกสารแบบ Document และ Drawing

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. การเตรียมงานเอกสารในส่วนของแผนก Instrument ในโปรเจคต่าง ๆ ดังนี้

- CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM ช่วง FEED

- REDUCIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS ช่วง FEED

- HYDROGEN RECOVERY ช่วง FEED

- NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI ช่วง Study

2. คำนวณ Calculation Sheet โดยใช้โปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools)

3. เอกสารที่จัดทำดังนี้

- Document : Instrument Index & I/O list, Datasheet, Calculation Sheet, Cable Schedule, Material Take-Off (MTO), Material Requisition และ Site Survey Check List

- Drawing : Instrument Plot Plan Mark-Up

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ได้รับหมอบหมายงานจากผู้นิเทศงาน

2. ศึกษาเอกสารที่เป็นข้อมูลในการจัดทำ เช่น เอกสารที่ได้รับมาจากลูกค้าเป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของงาน เช่น General Specification ของโปรเจคและอุปกรณ์ เอกสารที่ได้รับมาจากแผนก Process, Civil และ Piping

3. ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน

4. ศึกษาและจัดทำ Deliverable ที่ต้องออกให้กับลูกค้า

5. จัดทำเอกสารตาม Deliverable

6. จัดทำเอกสารเพื่อขอราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจความหมายของเอกสารที่ใช้ในงาน เช่น การอ่าน PFD และ P&ID เป็นต้น

2. เข้าใจถึงความสำคัญและประโยชน์ในงาน Design Engineering

3. เข้าใจการใช้โปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) ซึ่งเป็นโปรแกรมจัดการข้อมูลและการคำนวณ

4. สามารถบริหารจัดการเวลาการทำงาน (Man Hour) ให้กับเอกสารได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

5. ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่นและการวางตัวเมื่ออยู่ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

6. สามารถนำประสบการณ์ในการทำงานด้าน Engineering มาใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกอาชีพการทำงานในอนาคต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

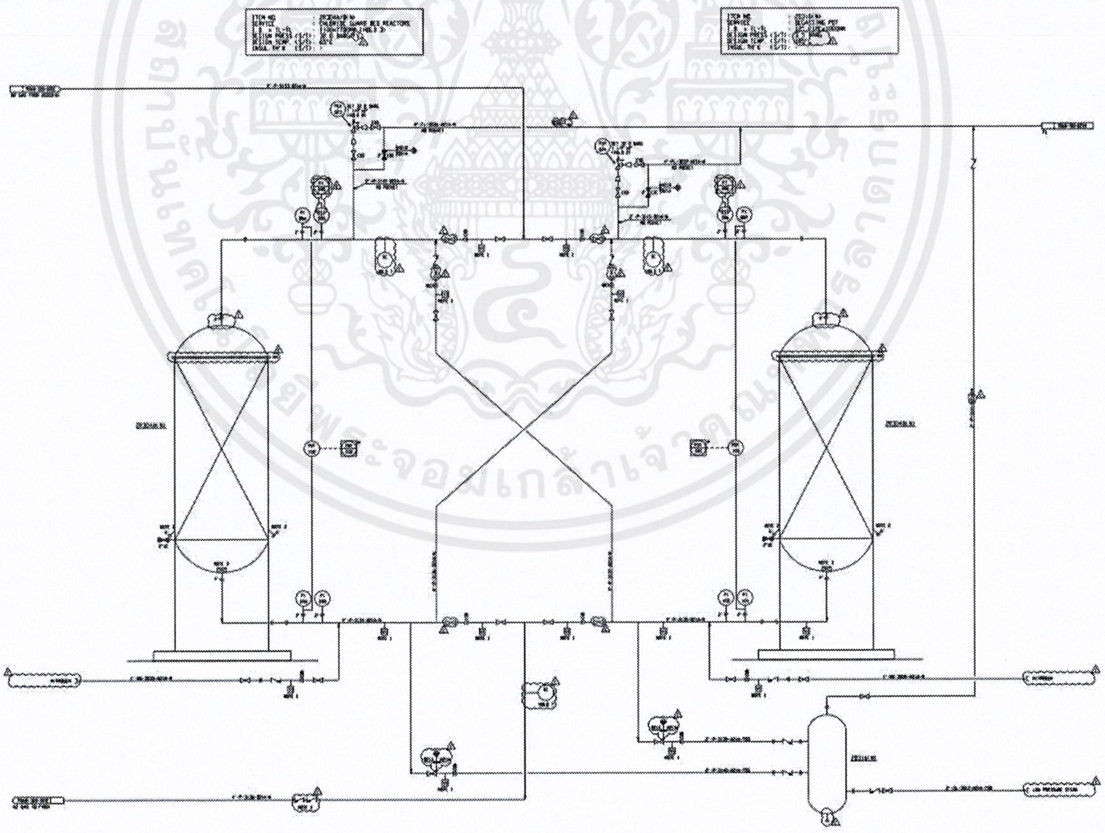
บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID)

ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับระบบเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิตประเภทต่าง ๆ ต้องทำความเข้าใจแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram) หรือที่นิยมเรียกว่า P&ID ก่อนเป็นอันดับแรก โดย P&ID คือ แผนภาพที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดของกระบวนการผลิตและอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่อยู่ในกระบวนการผลิต รวมไปถึงแสดงรายละเอียดและชนิดของเครื่องมือวัดและการควบคุม ซึ่งในการเสแดงรายละเอียดต่าง ๆ บน P&ID จะใช้สัญลักษณ์มาตรฐานเป็นตัวแสดง โดยสัญลักษณ์จะอิงตามมาตรฐานสากล เช่น ISA-S5.1 เป็นต้น

ซึ่งข้อมูลจากแผนภาพกระบวนการผลิตบางส่วนจะถูกนำมาใช้ Instrument Index และ Instrument Datasheet ที่จะกล่าวถึงในภายหลัง



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างแผนภาพกระบวนการผลิต (Piping & Instrument Diagram : P&ID)

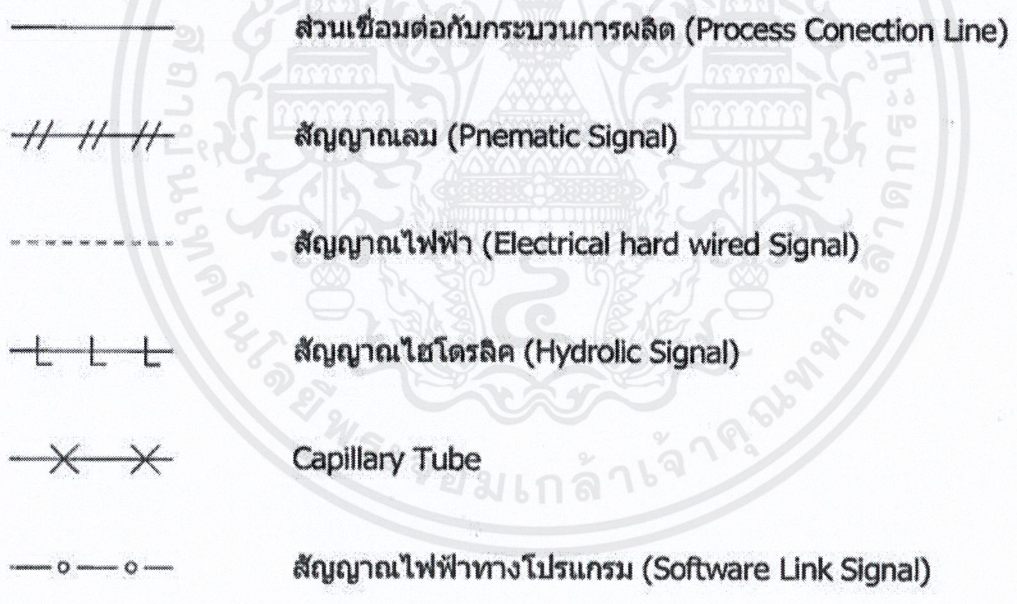
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สัญลักษณ์ระบบเครื่องมือวัดและควบคุม

สัญลักษณ์ที่ใช้ตามมาตรฐานสากล ISA-S5.1 ได้แบ่งสัญลักษณ์ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อให้นำไปใช้แสดงบน P&ID ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยสัญลักษณ์ต่าง ๆ บนแผนภาพประกอบด้วย สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol) ตัวอักษรหน้าที่การทำงาน (Identification Letters) สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility) สัญลักษณ์หน้าที่การทำงาน (Instrument Function) สัญลักษณ์เครื่องมือวัด (Instrument Symbol) หมายเลขท่อ (Pipe Line Number) และ คำจำกัดความต่าง ๆ ที่ปรากฏบน P&ID

2.2.1 สัญลักษณ์เส้น (Line Symbol)

การทำงานของกระบวนการผลิตจะมีเครื่องมืดวัดที่เกี่ยวข้องกันหลายชนิดดังนั้นจึงต้องมีการทำงานร่วมกันหรือเชื่อมต่อกันในลักษณะต่าง ๆ เช่น ฟังก์ชันควบคุมต้องมีการแสดงเครื่องมือวัดที่ต่อไปยังส่วนอินพุตของระบบควบคุมและแสดงส่วนเอาต์พุตออกไปยังอุปกรณ์ควบคุมประเภทต่าง ๆ และ ใช้แสดงว่าเครื่องมือมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมมีการเชื่อมต่อหรือส่งผ่านข้อมูลแบบใด



รูปที่ 2.2 แสดงสัญลักษณ์เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ตัวอักษรหน้าที่การทำงาน (Identification Letters)

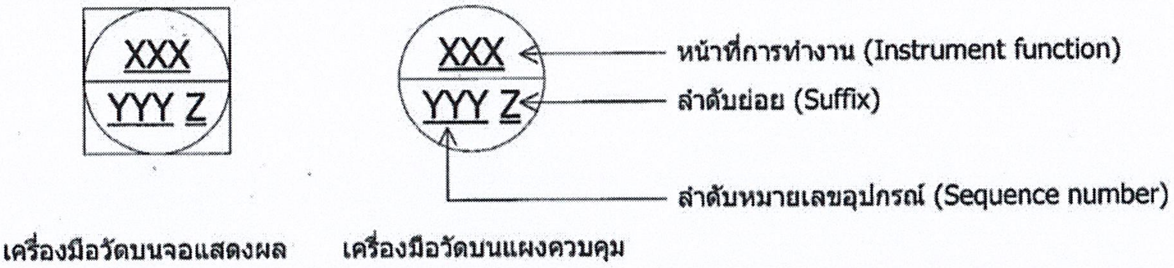
โดยทั่วไปบน P&ID มีการแสดงหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดด้วยตัวอักษรบนหมายเลขประจำอุปกรณ์ (Tag Number) ซึ่งตัวอักษรเหล่านี้ใช้บอกหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัด

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอักษรหน้าที่การทำงานตามมาตรฐาน ISA-S5.1

	FIRST-LETTER		SUCCEEDING-LETTERS		
	MEASURED	MODIFIER	PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A	Analysis		Alarm		
B	Burner, combustion		User's Choice	User's Choice	User's Choice
C	User's Choice			Control	
D	User's Choice	Differential			
E	Voltage		Sensor (Primary Element)		
F	Flow Rate	Ratio			
G	User's Choice		Glass Viewing Device		
H	Hand				High
I	Current		Indicate		
J	Power	Scan			
K	Time	Time Rate of Change		Control Station	
L	Level		Light		Low
M	User's Choice	Momentary			Middle, Intermediate
N	User's Choice		User's Choice	User's Choice	User's Choice
O	User's Choice		Orifice, Restriction		
P	Pressure		Point		
Q	Quantity	Integrate, Totalize			
R	Radiation		Record		
S	Speed	Safety		Switch	
T	Temperature			Transmit	
U	Multivariable		Multifunction	Multifunction	Multifunction
V	Vibration			Valve	
W	Weight		Well		
X	Unclassified		Unclassified	Unclassified	Unclassified
Y	Event			Relay, Compute	
Z	Position			Driver, Actuator	

ในการแสดงรายละเอียดหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัดจะถูกกำหนดบนหมายเลขประจำเครื่องมือวัดซึ่งมีตัวอย่างรูปแบบที่ปรากฏบน P&ID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงหมายเลขประจำเครื่องมือวัด

จากรูปภาพที่ 2.3 ในกรณีที่ระบุหมายเลขประจำเครื่องมือวัดลงบน Instrument Datasheet และ Instrument Index หมายเลขประจำเครื่องมือวัดจะถูกระบุเป็น XXX-YYY Z

ส่วนที่หนึ่ง XXX จะใช้แสดงถึงประเภทของเครื่องมือวัดและหน้าที่การทำงาน ซึ่งจำนวนหลักที่ใช้จะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของเครื่องมือวัดที่นำไปใช้งาน ตัวอย่างเครื่องมือวัดที่อยู่บนระบบควบคุม เช่น FIC (Flow Indicator Controller), PDAHH (Pressure Differential Alarm High High) หรือ TAH (Temperature Alarm High) เป็นต้น ส่วนเครื่องมือวัดที่อยู่หน้างานหรือบริเวณที่ใช้งาน (Local Instrument) เช่น TT (Temperature Transmitter), PT (Pressure Transmitter) หรือ LT (Level Transmitter) เป็นต้น

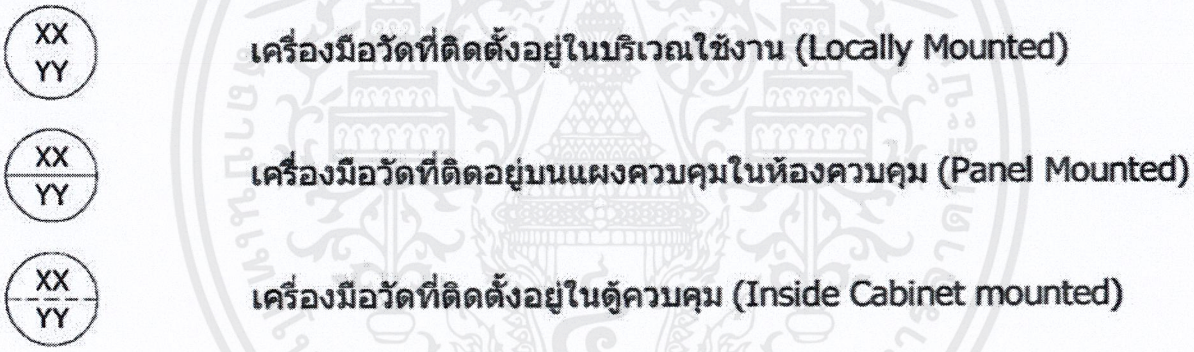
ส่วนที่สอง YYY เป็นลำดับหมายเลขและจะใช้เป็นหมายเลขประจำเครื่องมือวัด (Instrument Tag Number) โดยส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานจะใส่หน่วยการผลิตหรือชื่ออุปกรณ์หลัก (Main Equipment) ในกระบวนการลงไปในสามหลักแรกเพื่อไม่ให้หมายเลขประจำเครื่องมือวัดเกิดความซ้ำซ้อนกัน เช่น หน่วยการผลิตที่ 100 หรือ ลำดับหมายเลขของถังเป็น 111 ก็จะใช้สามหลักแรกเป็น 100 หรือ 111 และ สองหลักต่อไปจะเป็นลำดับหมายเลขของอุปกรณ์ จะสังเกตเห็นได้ว่าถ้าใช้หลักต่อไปเป็นสองหลักจะทำให้จำนวนหมายเลขประจำเครื่องมือวัดที่สามารถกำหนดได้ สูงสุดที่ 99 หรือเพียง 100 เท่านั้น ถ้ามีจำนวนเครื่องมือวัดเป็นจำนวนมาก ๆ อาจกำหนดให้เป็น 4 หลัก ในบางครั้งผู้ใช้งานหรือผู้ออกแบบโรงงานอาจจะกำหนดลำดับหมายเลขประจำเครื่องมือวัดตามกลุ่มระบบควบคุม เช่น เครื่องมือวัดสำหรับระบบควบคุมพื้นฐาน (Distributed Control System : DCS) อาจเริ่มจาก 1001 ถึง 2999 สำหรับระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System : SIS) อาจเริ่มจาก 3001 ถึง4999 สำหรับระบบตรวจจับก๊าซรั่วและเพลิงไหม (Fire & Gas System : FGS) อาจเริ่มจาก 5001 ถึง 6999 และ ลำดับที่เหลืออาจสำรองไว้ใช้กับอุปกรณ์อื่น ๆ หรือ สำรองไว้เพื่อการขยายระบบในอนาคต เป็นต้น การแบ่งลำดับเลขหมายเป็นหมวดหมู่ที่แน่นอนทำให้สะดวกและรวดเร็วในการค้นหาเครื่องมือวัดว่าอยู่ในระบบควบคุมใดหรืออยู่บริเวณใดในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสุดท้าย Z เป็นลำดับย่อยที่ใช้แยกหมายเลขที่ซ้ำกันจะใช้ในกรณีที่นำไปใช้กับเครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ เตรียมพร้อมทำงาน (Standby) ในกระบวนการ เช่น ปั๊มหรือถัง เป็นต้น โดยทั่วไปจะใช้เป็นอักษร หนึ่งหลักหรือสองหลัก เช่น A, B, AA, AB เป็นต้น ตัวอย่าง เช่น ถ้ามีปั๊ม 2 ตัวคือ P-101A และ P-101B มีการติดตั้งเกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ที่ด้านขาออกของปั๊มทั้งสอง หมายเลขประจำเกจวัดความดันจะเป็น PG-101A และ PG-101B ตามลำดับ

2.2.3 สัญลักษณ์ตำแหน่งและการเข้าถึงเครื่องมือวัด (Location/Accessibility)

สัญลักษณ์ของเครื่องมือวัดบน P&ID จะแสดงรายละเอียดความต้องการและตำแหน่งที่ตั้งอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบได้ว่าเครื่องมือวัดแต่ละตัวถูกติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่งใดสำหรับใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตและสามารถเข้าถึงเครื่องมือวัดนั้นได้อย่างไรในการทำงาน นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับผู้ออกแบบในการนำไปใช้ในการจัดเตรียมเครื่องมือวัดและระบบควบคุมได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการของกระบวนการใช้งาน โดยสัญลักษณ์จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับตำแหน่งและการเข้าถึง ดังตัวอย่างของสัญลักษณ์หลัก ๆ ตามนี้



รูปที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่บนแผงควบคุมในบริเวณใช้งาน (Local Panel Mounted)

เครื่องมือวัดที่แสดงค่าอยู่บนจอแสดงผลของระบบควบคุมที่สามารถติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานได้ (Share Display)

เครื่องมือวัดในระบบวัดคุมนิรภัย (Safety Instrumented System or Emergency Shut Down System)

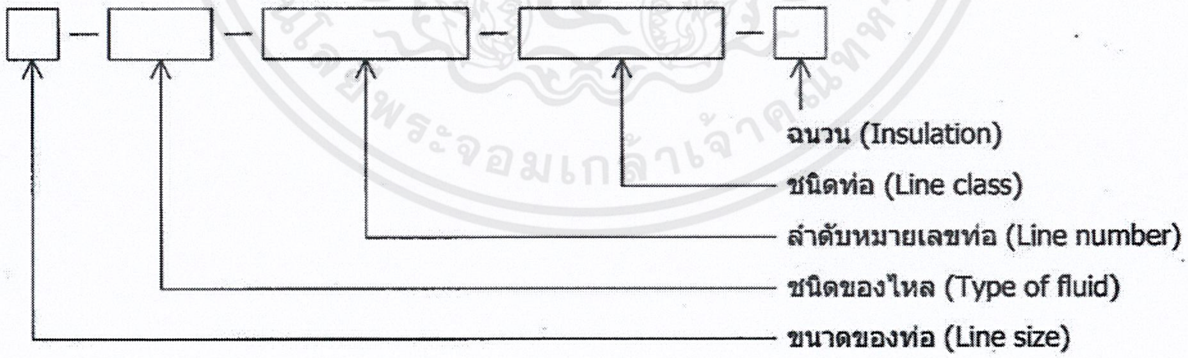
เครื่องมือวัดในระบบวัดคุมนิรภัยที่สามารถติดต่อกับผู้ปฏิบัติงานได้

XX เป็นอักษรแสดงหน้าที่การทำงานของเครื่องมือวัด
YY เป็นหมายเลขประจำเครื่องมือวัด

รูปที่ 2.5 แสดงสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเครื่องมือวัด (ต่อ)

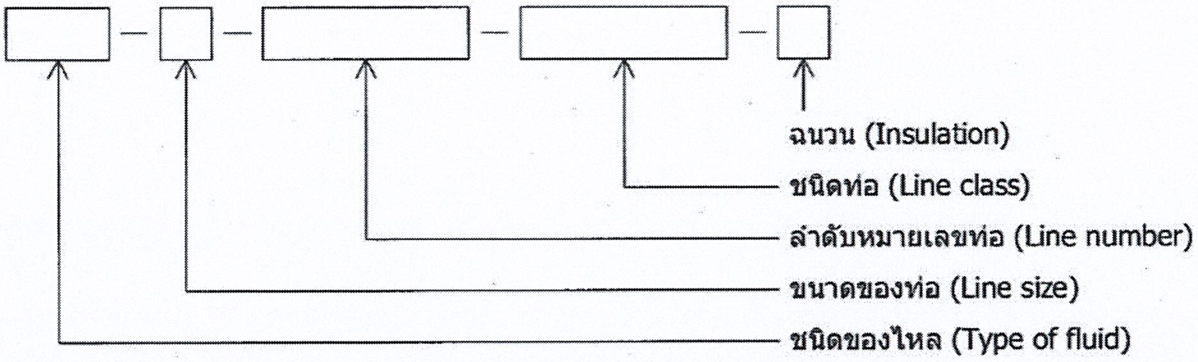
2.2.4 หมายเลขท่อ (Pipe Line Number)

เป็นสัญลักษณ์อีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับ P&ID ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกับหมายเลขอุปกรณ์ หมายเลขประจำท่อไม่มีรูปแบบมาตรฐานที่แน่นอนแต่จะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของผู้ใช้งานหรือผู้ออกแบบกระบวนการผลิตแต่ข้อมูลต่าง ๆ ที่แสดงบนหมายเลขประจำท่อจะเหมือนกัน ความแตกต่างอาจจะเป็นที่ลำดับและจำนวนหลักของข้อมูลที่ใช้ โดยจะแสดงตัวอย่างการจัดรูปแบบหมายเลขประจำท่อทั้ง 2 แบบได้ดังนี้



รูปที่ 2.6 แสดงหมายเลขประจำท่อแบบที่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงหมายเลขประจำท่อแบบที่สอง

ขนาดของท่อ (Line Size) ใช้แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อเป็นตัวเลขที่ใช้แสดงขนาดของท่อใน กระบวนการผลิต ส่วนใหญ่แล้วตัวเลขเหล่านี้จะมีหน่วยเป็นนิ้วหรือมิลลิเมตร

ชนิดของไหล (Type of Fluid) เป็นตัวอักษรย่อเพื่อใช้สำหรับแสดงชนิดของไหลที่ไหลอยู่ในท่อสามารถแสดงอักษรที่ใช้งานทั่ว ๆ ไปดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงชนิดของไหล

สัญลักษณ์	รายละเอียด	สัญลักษณ์	รายละเอียด
BFW	Boiler Feed Water	IA	Instrument Air
CWS	Cooling Water Supply	ME	Methanol
CWR	Cooling Water Return	N	Nitrogen
FG	Fuel Gas	PA	Plant Air
FO	Fuel Oil	WO	Wash Oil
FW	Fire Water	WW	Waste Water

ลำดับหมายเลขของท่อ (Line Number) ใช้เป็นหมายเลขประจำท่อ ส่วนใหญ่แล้วผู้ใช้งานจะใส่หน่วยการผลิตลงไปในสามหลักแรก จะมีลักษณะคล้ายกับหมายเลขประจำเครื่องมือวัด ซึ่งหมายเลขประจำท่อจะมีความสำคัญสำหรับนำไปใช้งานในการกำหนดรายละเอียดของเครื่องมือวัดที่ติดตั้งอยู่กับท่อ (In-line Instrument) เช่น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อสำรับนำไปใช้ในการคำนวณแผ่นออริฟิส (Orifice Plate) อัตราทนต่อความดันและอุณหภูมิจะใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัด (Process Connection) วัสดุของท่อจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับกำหนดรายละเอียดวัสดุเครื่องมือวัดที่ต่ออยู่กับท่อและกำหนดชนิดของวาล์วควบคุม เป็นต้น

ชนิดท่อ (Line Class) เป็นตัวเลขหรือตัวอักษร (จะขึ้นอยู่กับผู้นำไปใช้งาน) ที่ใช้แสดงรายละเอียดท่อ ซึ่งจะรวมไปถึงวัสดุของท่อ (Material) ขนาดความหนา (Thickness or Pipe Schedule) อัตราการ

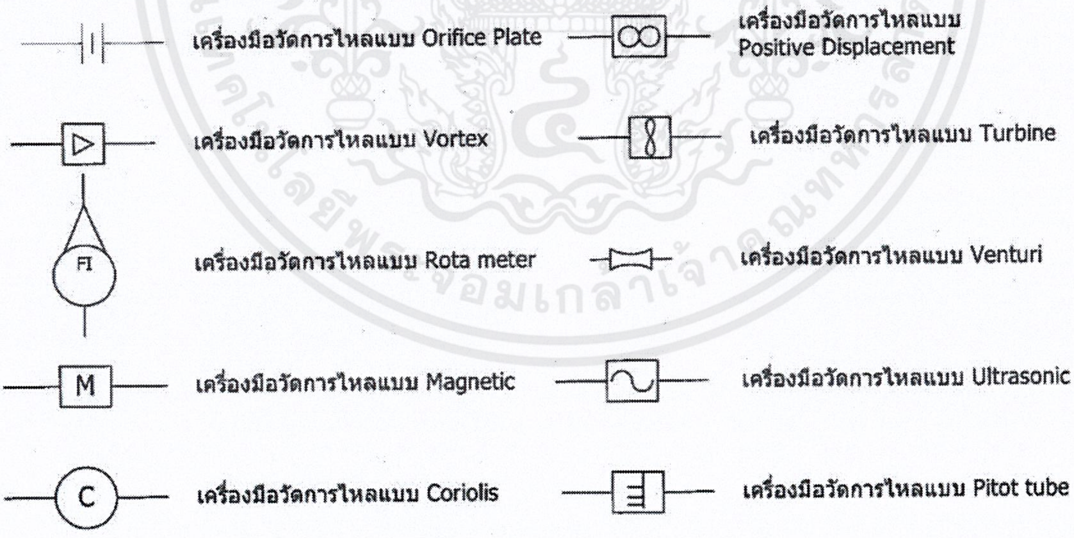
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทนต่อความดัน (Pressure Rating) และ อัตราการทนต่ออุณหภูมิ (Temperature Rating) จะใช้เป็นข้อมูลสำหรับแสดงอัตราการทนต่อความดันและอุณหภูมิของจุดต่อแบบต่าง ๆ เช่น หน้าแปลน (Flange Connection) ตามมาตรฐาน ANSI B16.5 จะใช้แสดงเป็น Class 150, Class 300 หรือ แบบเกลียว (Screw) และ แบบเชื่อม(Welded) เป็นต้น

ฉนวน (Insulation) เป็นตัวอักษรบอกว่าต้องการหุ้มฉนวนแบบใด เช่น เพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานหรือ ป้องกันอุณหภูมิจากภายในท่อ

2.2.5 สัญลักษณ์ Primary Element (Primary Element Symbol)

Primary Element หรือ เครื่องมือวัดส่วนแรกเป็นเครื่องมือวัดที่จะถูกติดตั้งอยู่กับท่อกระบวนการผลิต มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับตัวแปรที่ต้องการวัดและความเหมาะสมในการใช้งาน นอกจากนั้นแล้วยังมีเครื่องมือวัดบางชนิดที่ต้องติดตั้งร่วมไปกับเครื่องมือวัดภายนอกที่ไม่ถูกติดตั้งบนท่อ เช่น เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบออริฟิส (Orifice Flow Meter) จะต้องมีการติดตั้งแผ่นออริฟิสไปในท่อของกระบวนการหรือจะถูกเรียกว่า In-line Instrument และจะต้องมีการติดตั้งเครื่องมือวัดความดันแตกต่าง (Differential Pressure Transmitter) เพื่อทำการวัดค่าความดันแตกต่างระหว่างแผ่นออริฟิสที่เกิดขึ้นจากอัตราการไหลหรือถูกเรียกว่า Off-line Instrument เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการแสดงบนแผนภาพกระบวนการผลิตให้ชัดเจนว่าเป็นเครื่องมือวัดชนิดใด



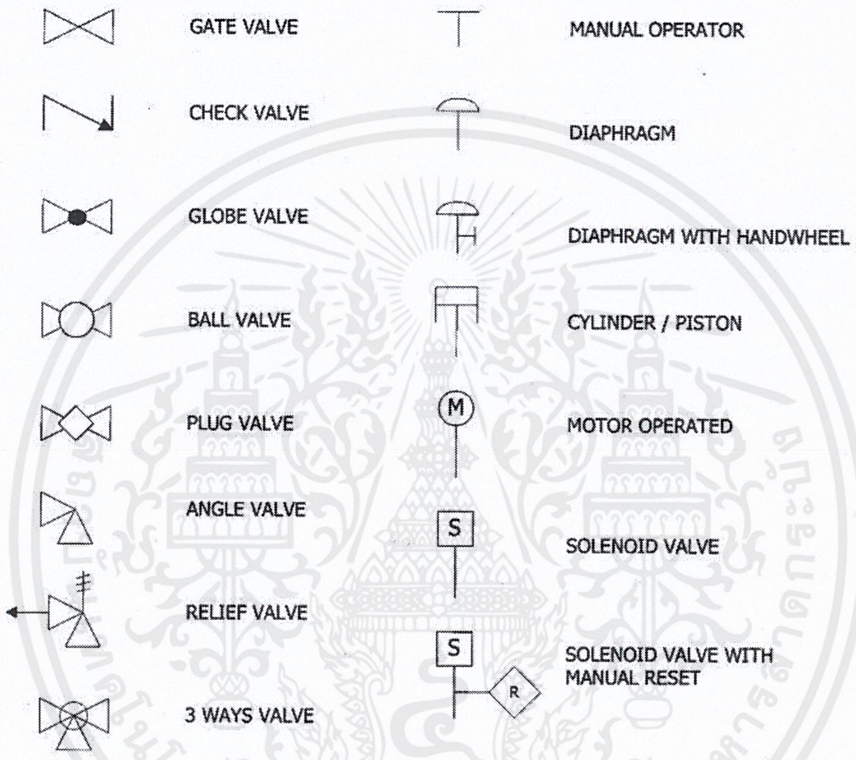
รูปที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์เครื่องมือวัดที่ติดตั้งกับท่อ

2.2.6 สัญลักษณ์วาล์วควบคุม (Control Valve Symbol)

วาล์วควบคุมจะมีสัญลักษณ์ใช้แสดงบนแผนภาพตามชนิดของวาล์วควบคุมและ Actuator ซึ่งมีหลายชนิดจะต้องมีการเลือกแสดงให้ถูกต้องกับชนิดที่ต้องการและต้องแสดงตำแหน่งของวาล์วเมื่อเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาด ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะมีอยู่ 3 แบบคือ FO (Failure Open), FC (Failure Close) และ FL (Failure Lock) วาล์วควบคุมจะมีความผิดพลาดที่แตกต่างกัน เช่น Instrument Air Failure และ Signal Failure ดังนั้นต้องมีการกำหนดให้ชัดเจนบน P&ID นอกจากนี้จะมีการแสดงรายละเอียดของการปิดสนิท (Tight Shutoff) ที่ต้องการ ANSI Class V หรือ VI จะถูกแสดงด้วยอักษร “TSO” รายละเอียดความต้องการเพิ่มเติมบนตัววาล์วควบคุมต้องแสดงอย่างชัดเจนรวมไปถึงขนาดของวาล์วควบคุมแสดงตัวอย่างสัญลักษณ์วาล์วควบคุมและ Actuator

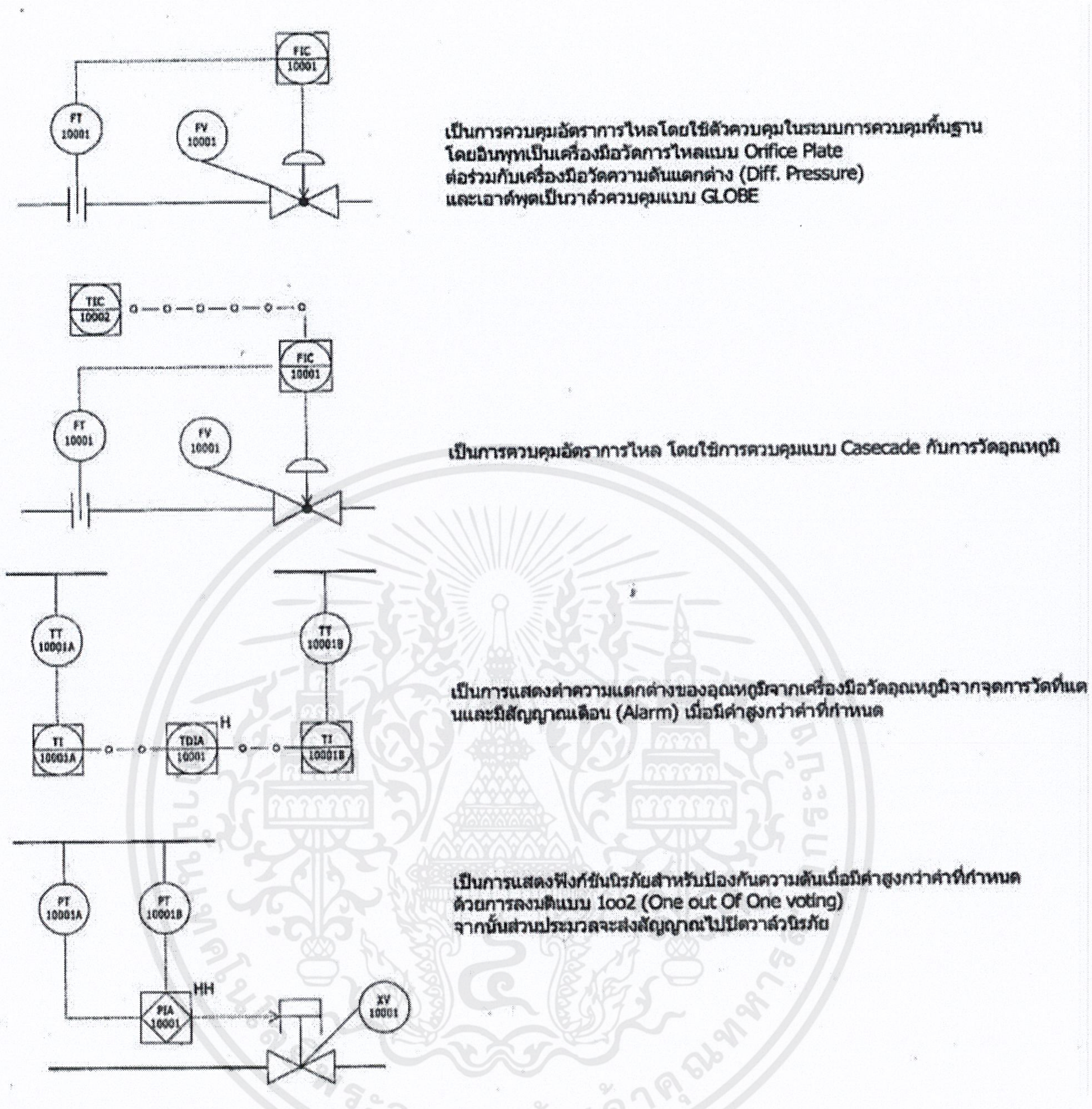


รูปที่ 2.9 แสดงสัญลักษณ์วาล์วควบคุม และ Actuator

2.2.7 ฟังก์ชันควบคุม(Control Function)

แผนภาพกระบวนการผลิตจะต้องมีการแสดงฟังก์ชันควบคุมของเครื่องมือวัดแต่ละชนิดที่แสดงบนแผนภาพ ฟังก์ชันควบคุมจะเป็นส่วนที่แสดงการทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่างระบบเครื่องมือวัดและควบคุม ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำโปรแกรมการทำงาน (Software Configuration) ของระบบควบคุม สามารถแสดงดังตัวอย่างฟังก์ชันควบคุมพื้นฐานได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

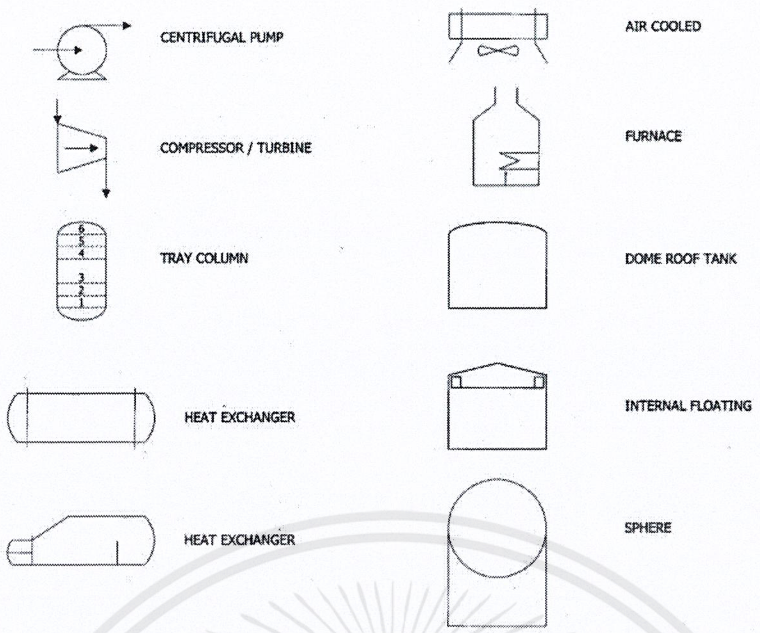


รูปที่ 2.10 แสดงฟังก์ชันควบคุมพื้นฐาน

2.2.8 อุปกรณ์อื่น ๆ (Other Equipment)

นอกจากสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงระบบเครื่องมือวัดและควบคุมแล้ว ในกระบวนการผลิตยังมีอุปกรณ์หลัก ๆ ที่สำคัญอีกหลายชนิดแสดงตัวอย่างได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 แสดงสัญลักษณ์อุปกรณ์อื่น ๆ ในกระบวนการ

สำหรับอุปกรณ์หลักอื่น ๆ ในกระบวนการผลิตได้มีการแบ่งแยกหมวดหมู่อักษร ในการกำหนดชื่อให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงอักษรในการกำหนดชื่ออุปกรณ์อื่น ๆ

CLASS	SUBJECT	DESCRIPTION
A	Mixing Equipment	Agitators, Aerators, Mechanical mixers
B	Blowers	Centrifugal Blowers, Positive Displacement Blowers, Fans
C	Compressors	Centrifugal, Reciprocating, Screw, Vacuum
D	Mechanical Drivers	Electrical and Pneumatic Motors, Diesel Engines, Steam and Gas Turbines
E	Heat Exchangers	Unfired Heat Exchanges, Condensers, Coolers, Reboilers, Vaporizers and Heating Coils, Double Pipe, Sprial, Plate & Frame, Air Coolers
F	Furnaces	Fired Heaters, Furnaces, Boilers, Kilns
P	Pumps	Horizontal and Vertical Centrifugal, Positive Displacement, Vertical Canned, Screw, Gear, Sump
R	Reactors	
T	Tower / Columns	
TK	Tanks	API atmospheric and low pressure
U	Miscellaneous Equipment	Filters, Bins, Silos
V	Drums	Separators, Driers, Accumulators

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากชื่ออุปกรณ์ (Equipment Tag Number) ที่ต้องแสดงอยู่บน P&ID แล้วยังต้องมีข้อมูลอุปกรณ์อื่น ๆ ที่สำคัญของแต่ละชนิดของอุปกรณ์ซึ่งตัวอย่างข้อมูลทั่วไปที่ถูกแสดงอยู่บนแผนภาพจะเป็นดังนี้ หน้าที่การทำงน (Title/Service) พลังงานที่ต้องการ (Power Requirement) วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์ (Materials of Construction) ความสามารถ (Capacity) พื้นที่ผิว (Surface Area) อุณหภูมิและความดันออกแบบ (Design Temperature and Pressure) และ ฉนวน (Insulation) เป็นต้น

จากรายละเอียดของสัญลักษณ์ที่แสดงอยู่บนแผนภาพกระบวนการผลิตที่ได้แสดงมาทั้งหมดเพียงตัวอย่างบางส่วนเท่านั้น สำหรับการใช้งานจริงรายละเอียดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามงาน

จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่อยู่บน P&ID จะเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับใช้ในการนำไปกำหนดรายละเอียดของระบบเครื่องมือวัดและควบคุม นอกจากนั้นแล้ว P&ID จะเป็นเอกสารที่ต้องถูกจัดทำเป็นอันดับแรกสำหรับการออกแบบกระบวนการผลิตและยังใช้เอกสารที่ใช้อ้างอิงสำหรับหลายส่วนที่เกี่ยวข้อง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมส่วนต่าง ๆ กระบวนการจึงต้องมีการแก้ไข P&ID ให้ถูกต้องด้วยเสมอ ดังนั้นก่อนจะทำการกำหนดรายละเอียดให้กับระบบเครื่องมือวัดและควบคุมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตแล้ว จึงต้องมีการทำความเข้าใจกับสัญลักษณ์และการทำงานของกระบวนการผลิตจากแผนภาพก่อนเพื่อความถูกต้องในการออกแบบรายละเอียดและการจัดหาเครื่องมือวัดเหล่านั้น

2.3 อุปกรณ์เครื่องมือวัดความดัน (Pressure Instrument)

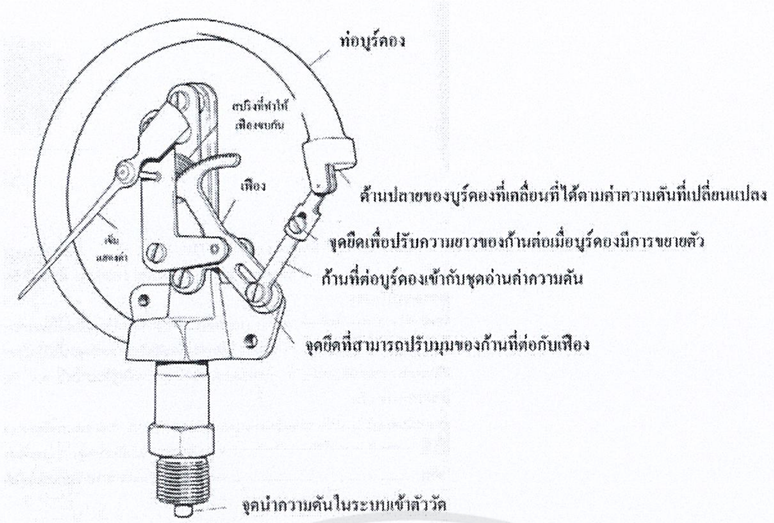
2.3.1 Pressure Gauge หรือ เกจวัดความดัน

เกจวัดความดันเป็นเครื่องมือวัดความดันทางอุตสาหกรรมพื้นฐานสำหรับใช้วัดค่าความดันที่บริเวณต่าง ๆ ในกระบวนผลิต โดยจะถูกติดตั้งอยู่กับกระบวนการผลิตโดยตรงและสามารถอ่านค่าความดันที่วัดได้จากตัวเกจเท่านั้น เกจวัดความดันประกอบด้วย ชิ้นส่วนที่มีแนวโน้มจะยืดหยุ่นถึงเสียรูปเมื่อได้รับความดัน การยืดหยุ่นนี้จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ ทำให้ตัวชี้ค่าความดันบนหน้าปัดแสดงค่าความดันที่มากระทำกับตัวเกจได้ ซึ่งหลักการดังกล่าวนี้เป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรม

เกจวัดความดันชนิดบูร์ดอง (Pressure Gauge with Bourdon tube)

หลักการทำงานของเกจวัดความดันชนิดบูร์ดองคือเมื่อท่อบูร์ดองได้รับความดันแล้วจะเกิดความเครียด(Stress) ท่อบูร์ดองจะพยายามเหยียดตัวออกตามแรงดันที่ได้รับ ทำให้ปลายของบูร์ดองด้านที่เคลื่อนที่ได้จะเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งออกไป การเคลื่อนที่ของปลายบูร์ดองดังกล่าวจะเปลี่ยนไปเป็นอัตราส่วนกับความดันที่อยู่ภายในท่อ จึงสามารถทราบค่าความดันได้จากระยะการเคลื่อนที่ได้

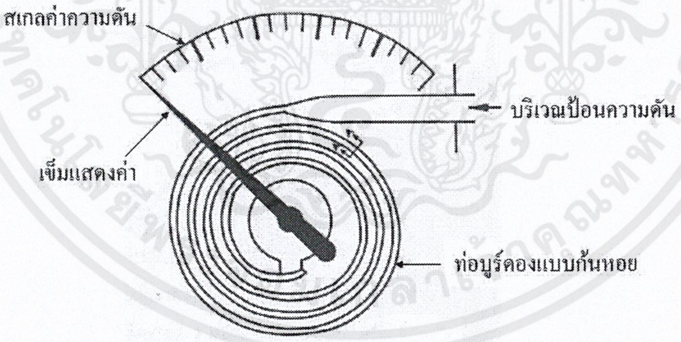
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองชนิด C

จากรูปภาพที่ 2.12 เป็นบูร์ดองชนิด C (C-Type Bourdon Tube) มีลักษณะเป็นส่วนโค้งประมาณ 270 องศา ซึ่งโดยปกติแล้วจะเหยียดตัวออก 2-7 มิลลิเมตรเท่านั้น จึงจำเป็นต้องมีการขยายระยะการเคลื่อนที่โดยใช้เฟืองชุดขยายซึ่งติดตั้งอยู่ตรงกลางเกจวัดความดัน ถ่ายทอดการเคลื่อนที่จากตัวบูร์ดองมาสู่เฟืองเล็ก ๆ ซึ่งขบกันอยู่ที่ตัวเข็มแสดงค่า ให้เข็มชี้บอกขนาดของความดันในตัวท่อบูร์ดอง

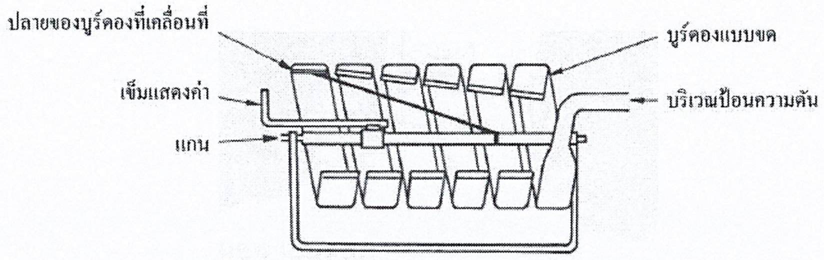
นอกจากบูร์ดองชนิด C แล้วยังมีบูร์ดองแบบก้นหอย (Spiral Bourdon Tube) และ บูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix Bourdon Tube) ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.13 และ 2.14 ตามลำดับ



รูปที่ 2.13 แสดงส่วนประกอบของบูร์ดองแบบก้นหอย

ลักษณะหน้าตัดและหลักการทำงานของบูร์ดองแบบก้นหอยเหมือนกับแบบตัว C แต่ถูกขดขึ้นเป็นรูปก้นหอย เมื่อมีความดันกระทำอยู่ภายในก้นหอยจะพยายามคลายตัวออก ทำให้ปลายด้านที่ปิดเคลื่อนที่ไปซึ่งให้ค่าระยะทางการเคลื่อนที่มากกว่าบูร์ดองชนิด C จึงไม่จำเป็นเฟืองชุดขยายและความเที่ยงตรงของแบบก้นหอยดีกว่าแบบตัว C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

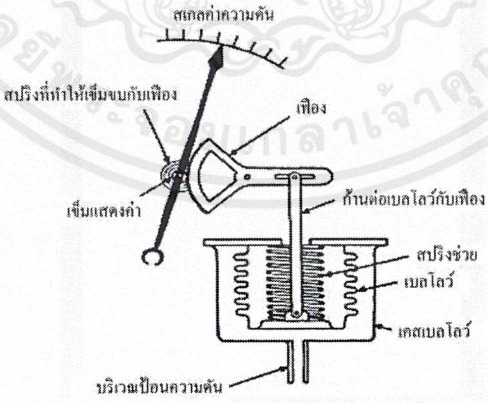


รูปที่ 2.14 แสดงภาพตัด (Cross-section) ของบูร์ดองแบบขดซ้อน

ลักษณะบูร์ดองแบบขดซ้อนมีการขดคล้ายกับบูร์ดองแบบก้นหอย แต่เป็นการขดที่รัศมีเท่ากันขดเป็นวงซ้อนขึ้นไปโดยจำนวนขดซ้อนจะแปรเปลี่ยนไปตามย่านความดัน (Pressure Rang) ที่ต้องการซึ่งบูร์ดองแบบขดซ้อนเป็นบูร์ดองแบบที่ให้ระยะทางการเคลื่อนที่ของบูร์ดองมากที่สุด นอกจากนี้บูร์ดองแบบขดซ้อนยังเป็นชนิดที่ทนต่อค่าความดันเกินพิกัดโดยไม่เสียหายได้ดีที่สุด มีเสถียรภาพการใช้งานดี ทนต่อความดันที่เปลี่ยนแปลงค่าอย่างรวดเร็วได้ดี เหมาะสำหรับต่อเข้าใช้งานกับทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) มากกว่าบูร์ดองชนิดอื่น

เกจวัดความดันแบบเบลโลว์ (Bellow Pressure Gauge)

เบลโลว์เป็นตัววัดประเภทยืดหยุ่นเช่นเดียวกับบูร์ดอง มีหลักการทำงานคือเปลี่ยนความดันมาเป็นการเคลื่อนที่ โดยมีโครงสร้างของตัววัดเป็นรูปทรงกระบอกกลวงผนังเป็นลูกฟูกเพื่อหยืดยุ่นได้ในการใช้งานเบลโลว์สำหรับการวัดความดันจะมีสปริงที่มีค่า Spring constant คงที่ติดตั้งในเบลโลว์อีกทีเพื่อยืดอายุการใช้งานของเบลโลว์ ความดันที่ป้อนเข้าไปจะทำให้เบลโลว์ยืดตัวออกมีแรงกระทำสวนทางกับแรงของสปริงซึ่งวิธีการติดตั้งสปริงในเบลโลว์ดังกล่าวจะป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดจากการป้อนความดันสูงกว่าที่กำหนดได้



รูปที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบเบลโลว์

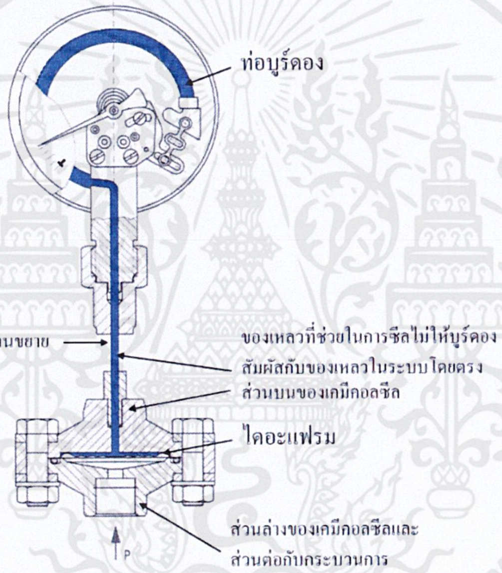
เมื่อเบลโลว์ได้รับความดัน เบลโลว์จะยืดตัวออกเกิดการเคลื่อนที่ของเบลโลว์ทำให้มีการผลักเข็มแสดงค่าให้เคลื่อนที่ตามความแรงอันเกิดขึ้นจากความดันดังแสดงในรูปภาพที่ 2.15

เกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Pressure Gauge)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดอะแฟรมเป็นแผ่นโลหะลักษณะกลม การวัดค่าความดันได้จากการเคลื่อนที่ของแผ่นไดอะแฟรม คือ เมื่อแผ่นไดอะแฟรมได้รับความดันจะทำให้แผ่นไดอะแฟรมโก่งตัวหรือเกิดการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นไปตามขนาดและทิศทางของความดัน ถ้าเปรียบเทียบกับตัววัดค่าความดันแบบอื่น ๆ ไดอะแฟรมจะให้การเคลื่อนที่และความไวในการวัดน้อยกว่าตัววัดแบบบูร์ดอง แต่มีความสามารถทนต่อค่าความดันที่เกินกำหนดค่าความดันที่เปลี่ยนเป็นห้วงๆหรือความสั่นสะเทือนได้ดีกว่า โดยประเภทของไดอะแฟรมมี 2 ประเภทคือ แผ่นเรียบ (Flat Type) แผ่นลูกฟูก (Corrugate Type) และ แผ่นแคปซูล (Capsule Type)

เกจวัดความดันแบบแคปซูล เป็นเกจวัดความดันที่ใช้แผ่นไดอะแฟรมชนิดลูกฟูกสองแผ่นประกบกันโดยให้ความดันที่ต้องการวัดเข้าไปตรงกลาง ซึ่งเกจวัดความดันชนิดนี้เหมาะกับการวัดย่านค่าความดันต่ำ ๆ โดยสามารถออกแบบให้วัดได้ทั้งความดันและสุญญากาศเมื่อเป็นความดันแคปซูลจะพองตัวออกในขณะที่เป็นสุญญากาศแคปซูลจะหดตัว



รูปที่ 2.16 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรม

จากรูปภาพที่ 2.16 แสดงส่วนประกอบของเกจวัดความดันแบบไดอะแฟรมที่มีเคมีคอลซีล (Chemical Seal) สำหรับป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับเครื่องมือวัดความดัน จากกรณีที่ตัวกลางความดันเป็นของไหลที่มีความหนืดสูงหรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการแข็งตัว มีสารแขวนลอยปะปน เป็นสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หรือเป็นของไหลที่มีอุณหภูมิสูง โดยเคมีคอลซีล หมายถึงการใช้สารเคมีเป็นตัวกลางไม่ให้ของไหลในระบบสัมผัสกับตัววัดความดันโดยตรง หรือถ้าไม่ใช้วิธีเคมีคอลซีล จะใช้สารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับของไหลในระบบฉาบที่ผิวหน้าไดอะแฟรมแทน

2.3.2 Pressure transmitter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันและแปลงสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานในแบบอนาล็อก 4-20mA เพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Differential Pressure Transmitter

ความดันแตกต่างหรือความดันดิฟเฟอเรนเชียล (Differential Pressure) เป็นค่าความแตกต่างของความดันระหว่างจุดสองจุด ความดันดิฟเฟอเรนเชียลจะมีค่าเท่ากับศูนย์เมื่อความดันทั้งสองจุดที่วัดมีค่าเท่ากัน ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานการวัดค่าความดันดิฟเฟอเรนเชียลในอุตสาหกรรม เช่น การวัดอัตราการไหล (Flow Measurement) การวัดระดับของเหลว (Level Measurement) การวัดความดันแตกต่างระหว่างแผ่นกรองเพื่อคำนวณว่ามีสิ่งติดค้างที่ตัวกรองหรือไม่ เป็นต้น ในปัจจุบันชุดอุปกรณ์สำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลพร้อมทรานสมิตเตอร์ มีชื่อเรียกโดยย่อว่า ดีพีทรานสมิตเตอร์ (dP Transmitter) และได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ มีความเที่ยงตรงสูงทนต่อสภาพแวดล้อม เป็นต้น

สำหรับหลักการการทำงานของทรานสมิตเตอร์ส่วนใหญ่เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นสัญญาณมาตรฐาน เช่น Current (4-20 mA), Voltage(1-5 Volt) หรือ 3-15 psi เป็นต้น ซึ่งจะส่งสัญญาณนี้ไปยัง Controller (เครื่องควบคุม) หรือชี้บอกค่าได้พร้อมกันในระยะที่ห่างออกไปจากจุดวัดได้มาก (Remote Control)

2.4 เครื่องมือวัดการไหล (Flow Instrument)

อัตราการไหลเป็นตัวแปรหลักๆในอุตสาหกรรมกระบวนการผลิต ที่ต้องมีการควบคุมและแสดงค่าบนหน่วยแสดงผลของระบบควบคุมพื้นฐาน นอกจากนี้ค่าการไหลยังเป็นตัวแปรสำคัญที่ช่วยในการแสดงพฤติกรรมของกระบวนการผลิตดังนั้นในช่วงเริ่มต้นการออกแบบกระบวนการผลิตควรต้องมีการพิจารณาในเรื่องของชนิดและการติดตั้งของเครื่องมือวัดการไหลที่ต้องใช้ในกระบวนการผลิต โดยเครื่องมือวัดการไหลหรืออัตราการไหลมีอยู่หลายชนิดการเลือกใช้งานนอกจากจะต้องพิจารณาลักษณะและข้อจำกัดในการนำไปใช้งานแล้ว ยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่น ๆ ที่พิจารณา เช่น รูปแบบการวัดการไหล ชนิด สมบัติของของไหล ลักษณะการไหล และ ปริมาณการไหลของของเหลวกรณีที่เป็นของเหลวในท่อระบบปิด เป็นต้น

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างเครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter) ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอ้างอิงตามมาตราฐาน BS 7405 (British Standard) ดังนี้

2.4.1 Differential Pressure Flowmeter หรือ เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความแตกต่าง

เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่าง เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลโดยใช้หลักการของแรงดันตกคร่อมที่เกิดจากความดันที่แตกต่างกันภายในท่อใช้สมการของความต่อเนื่องและสมการแบร์นูลลี่เพื่อคำนวณหาอัตราการไหล โดยในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความที่

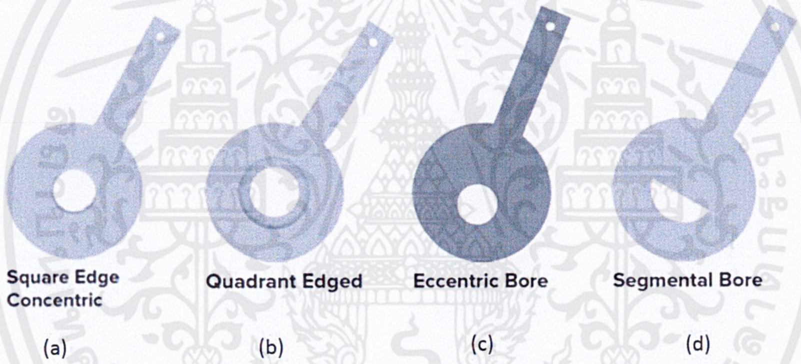
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่าง 2 ประเภทคือ Restriction Type และ Pilot Tubes โดยจะอธิบายเฉพาะแบบ Restriction Type

Restriction Type

เครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างประเภท Restriction เป็นเครื่องมือสำหรับวัดอัตราการไหลภายในท่อที่มีการออกแบบมาเพื่อใช้งานในกระบวนการที่มีย่านการวัดกว้าง ปรับเปลี่ยนให้เข้ากับตามความต้องการของกระบวนได้ง่าย โดยเครื่องมือวัดอัตราการไหลแบบวัดความดันที่แตกต่างประเภท Restriction สามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดตามประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำให้เกิด Restriction ได้แก่ แผ่นออริฟิส (Orifice Plate) นอสเซิล (Nozzle) และ ท่อเวนตูรี่ (Venturi Tube)

การวัดอัตราการไหลด้วยแผ่นออริฟิสเป็นประเภทที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากมีการจัดทำได้ง่ายและมีความหน้าเชื่อถือใรการวัดอัตราการไหลเป็นอย่างดี แผ่นออริฟิสสามารถทำขึ้นจากวัสดุได้หลายชนิด รวมทั้งวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนจากของไหล



รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของแผ่นออริฟิสแบบต่าง ๆ

แผ่นออริฟิสเป็นแผ่นโลหะที่มีรูไว้สำหรับให้ของไหลผ่าน ในการติดตั้งแผ่นออริฟิสจะถูกติดตั้งอยู่ระหว่างหน้าแปลน (Orifice Flange) ของท่อในลักษณะตั้งฉากกับกระแสการไหลโดยการเลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของไหลในกระบวนการ จากรูปภาพที่ 2.17 (a) Centric Orifice Plate เป็นชนิดพื้นฐานของแผ่นออริฟิสที่สามารถนำไปใช้ได้กับของไหลทุกประเภทที่เป็น Clean Fluid คือ ของไหลต้องไม่มีสารแขวนลอยหรือมีส่วนผสมของสิ่งสกปรกหรือของแข็งและของไหลที่มีความหนืดสูง (b) Quadrant Edged Orifice Plate แผ่นออริฟิสที่เหมาะกระบวนการที่ของไหลที่มีความหนืดสูงๆ (c) Eccentric Orifice Plate เป็นแผ่นออริฟิสที่มีรูเยื้องลงมาทางด้านล่างของแผ่นออริฟิสนำไปใช้กับกระบวนการทีมีของไหลเป็นสารแขวนลอย มีส่วนผสมของสิ่งสกปรกหรือของแข็งเนื่องจากการออกแบบแผ่นออริฟิสชนิดนี้ช่วยลดการตกตะกอนบริเวณด้านหน้าของแผ่นออริฟิสได้ (d) Segmental Orifice Plate เป็นแผ่นออริฟิสที่ลักษณะเป็นครึ่งวงกลมใช้กับของไหลประเภทเดียวกับ Eccentric Orifice Plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการเลือกชนิดของแผ่นออริฟิสให้เหมาะสมกับของไหลในกระบวนการแล้วยังต้องคำนึงถึงขนาดรูของแผ่นออริฟิสโดยการคำนวณค่าขนาดรูของแผ่นออริฟิสด้วย เนื่องจากอัตราการไหลขึ้นอยู่กับค่าความดันแตกต่างของความดันที่เกิดจากแผ่นออริฟิส ซึ่งความดันแตกต่างที่เกิดขึ้นจะแปรผันไปตามขนาดรูของแผ่นออริฟิส ดังนั้นจึงต้องกำหนดค่าความดันแตกต่างมาตราฐาน สำหรับการนำไปใช้หาขนาดรูของแผ่นออริฟิส โดยค่ามาตราฐานของความดันแตกต่างที่นิยมใช้กันทั่วไปมีหน่วยเป็น มิลลิบาร์ (mmbar) คือ 50, 100, 250 และ 500 การคำนวณขนาดรูของแผ่นออริฟิสปัจจุบันนิยมใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยคำนวณซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง

2.5 เครื่องมือวัดระดับ (Level Instrument)

เนื่องจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมรวมไปถึงก๊าซธรรมชาติจะมี ถังเก็บ (Storage Tank) หอกลั่น (Distillation Vessel) หรือ หอแยกของไหลชนิดต่าง ๆ (Separator Vessel) รวมอยู่ในกระบวนการผลิตด้วย อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องมีการควบคุมและแสดงค่าระดับของเหลวในถังบนหน่วยแสดงผลของระบบควบคุมขั้นพื้นฐาน เพื่อให้ความสูงของเหลวอยู่ในระดับที่ต้องการ สำหรับการวัดระดับของเหลวที่ไม่มีข้อกำหนดพิเศษใด ๆ จะนิยมใช้การวัดระดับของเหลวด้วยเครื่องมือวัดความดันแตกต่างแต่การใช้งานบางประเภทก็ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน เช่น บริเวณถังที่มีความดันและอุณหภูมิสูง ๆ หรือ ถังเก็บสำหรับการซื้อขาย เป็นต้น

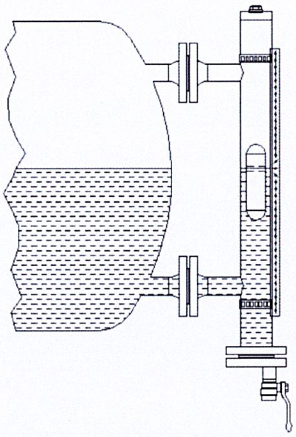
2.5.1 Level Gauge หรือ เกจวัดระดับ

เกจวัดระดับเป็นเครื่องมือวัดระดับที่สามารถอ่านค่าระดับที่บริเวณที่ต้องการวัดได้ที่เครื่องมือวัดเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายชนิดดังนี้

เกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก (Magnetic level gauge)

เกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก มีลักษณะเป็นท่อโลหะที่เรียกว่า Chamber ที่มีลูกลอยแม่เหล็กเคลื่อนที่อยู่ภายในซึ่งท่อโลหะนี้จะต่อเข้ากับตัวถังของกระบวนการที่ต้องการวัดระดับ และจะมีค่าระดับแสดงผลติดอยู่กับท่อโลหะดังแสดงในรูปภาพที่ 2.18 ซึ่งเกจวัดระดับแบบแม่เหล็กนี้ควรจะมีพิจารณาเลือกใช้ในการวัดระดับของเหลวที่ติดไฟได้ มีการกัดกร่อน เป็นพิษ ความดันสูง และ อุณหภูมิสูง แต่ไม่ควรนำไปใช้งานกับของเหลวที่มีสิ่งเจือปนเนื่องจากอาจจะทำให้ลูกลอยแม่เหล็กมีโอกาสติดขัดซึ่งส่งผลต่อการอ่านค่าระดับที่วัดได้

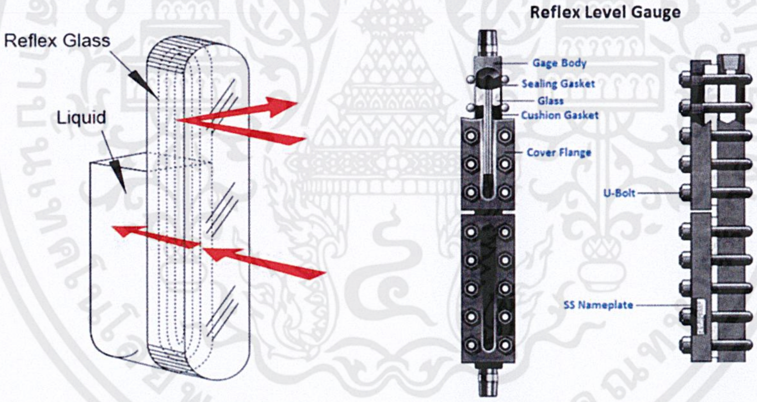
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงเกจวัดระดับแบบแม่เหล็ก

เกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง (Reflex type gauge)

เกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง เป็นเกจวัดระดับที่ใช้ใช้แท่งแก้วปริซึม ซึ่งใช้ในการสะท้อนแสงจากของไหลเหมาะกับการนำไปใช้การวัดระดับของไหลในกระบวนการผลิตที่สะอาด ไม่มีสี และ ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน โดยเกจวัดระดับแบบสะท้อนแสงจะไม่สามารถอ่านระดับที่เชื่อมต่อหรือแยกชั้นกันได้

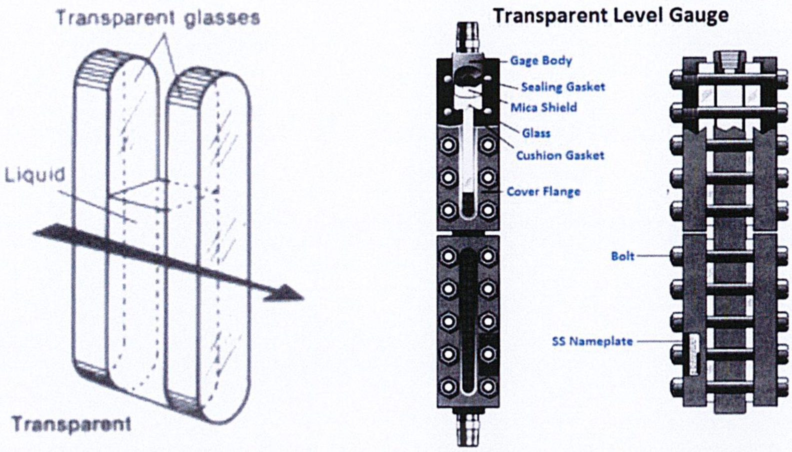


รูปที่ 2.19 แสดงเกจวัดระดับแบบสะท้อนแสง

เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง (Transparent type gauge/Vision type gauge)

เกจวัดระดับแบบโปร่งแสง เป็นเกจวัดระดับที่ประกอบไปด้วยแผ่นกระจก 2 ชิ้นอยู่ตรงข้ามกันดังแสดงในรูปภาพที่ 2.20 โดยจะให้ของไหลผ่านระหว่างกลาง เกจวัดระดับแบบโปร่งแสงเหมาะสำหรับของไหลในกระบวนการที่ของเหลวที่มีฤทธิ์กัดกร่อน ของเหลวที่มีความหนืด ของไหลสีทึบ มีไอน้ำความดันสูง และ ของเหลวที่เชื่อมกัน ซึ่งจากที่กล่าวมาเกจวัดระดับแบบโปร่งแสงนี้จะสามารถนำไปใช้กับการแยกแยะผิวสัมผัสระหว่างของเหลว 2 ชนิดและการพิจารณาสีหรือความขุ่นของของเหลวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

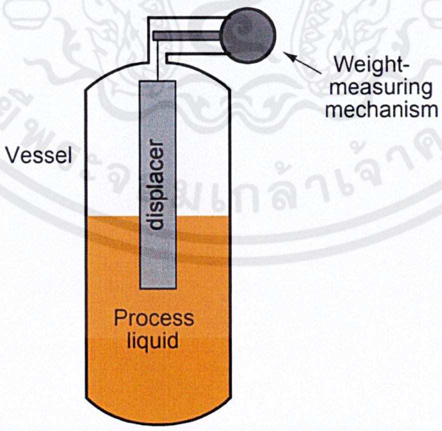


รูปที่ 2.20 แสดงเกจวัดระดับแบบโปร่งแสง

2.5.2 Displacer Level Instrument หรือ เครื่องมือวัดระดับแบบ Displacer

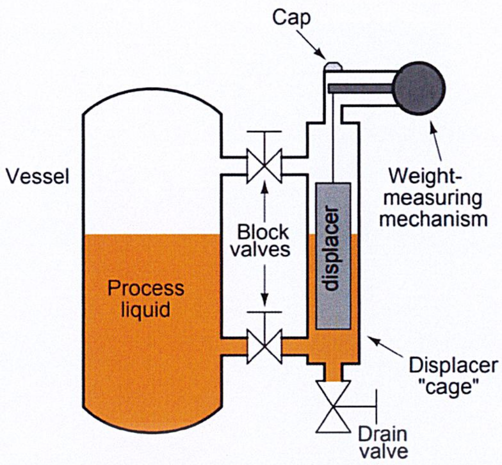
เป็นเครื่องมือวัดที่ต้องมีการสัมผัสกับของเหลวในกระบวนการที่วัดอยู่ตลอดเวลา ตัว Displacer จะถูกออกแบบให้เป็นแท่งโลหะทรงกระบอกที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่าของเหลวในกระบวนการ ค่าความถ่วงจำเพาะของ Displacer จะมีค่าแตกต่างกันไปจาก 2.95 ถึง 1.22 ขึ้นอยู่กับค่าความถ่วงจำเพาะของของเหลวที่ต้องการวัดระดับ โดยค่าความถ่วงจำเพาะของ Displacer จะต้องมากกว่าของเหลวในระบบ

น้ำหนักของ Displacer จะเปลี่ยนไปตามส่วนที่จมอยู่ในของเหลวอันเนื่องจากแรงลอยตัว (Buoyancy Force) กล่าวคือเมื่อระดับของของเหลวสูงขึ้นแล้ว Displacer จะยกตัวสูงขึ้นด้วยอันเนื่องมาจากแรงลอยตัว หรือถ้าระดับของเหลวในกระบวนการต่ำกว่าตัว Displacer จะทำให้ค่าน้ำหนักที่วัดได้มีค่ามากที่สุดเพราะไม่มีแรงพยุงตัวคอยพยุงน้ำหนักของ Displacer

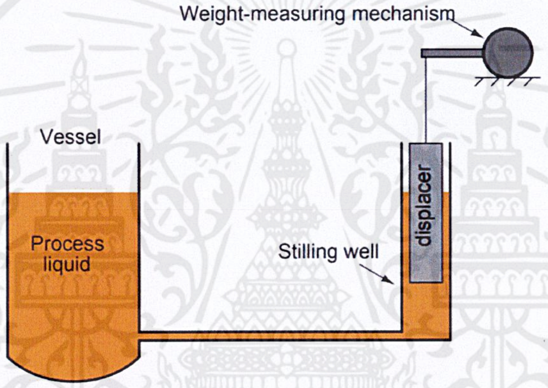


รูปที่ 2.21 แสดง Displacer Level Transmitter แบบ Direct Measurement Method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 แสดง Displacer Level Transmitter แบบ External Chamber แบบ Block Valve



รูปที่ 2.23 แสดง Displacer Level Transmitter แบบ External Chamber

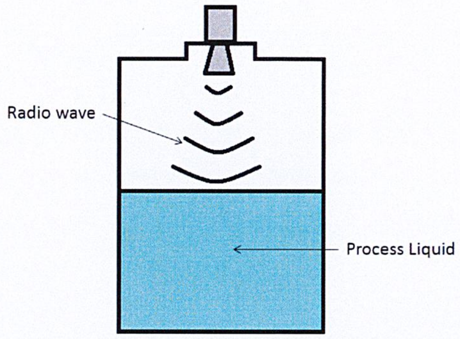
2.5.3 Radar Level Transmitter

เป็นเครื่องมือวัดระดับแบบไม่สัมผัส (Non-Contacting Instruments) การวัดค่าระดับด้วย Radar Level Transmitter สามารถทำได้โดยการคำนวณค่าจากสัญญาณคลื่นเรดาร์ที่สะท้อนกลับจากผิวด้านบนของเหลวด้วยการวัดระยะเวลาสะท้อนกลับของสัญญาณโดยสามารถแบ่ง Radar Level Transmitter ได้ 2 ประเภทได้แก่

Free Space Radar Level Transmitter

เป็นชนิดของ Radar Level Transmitter ที่ทำงานโดยการปล่อยสัญญาณ Radar Pulse หรือคลื่นเรดาร์แบบช่วง ๆ จากเสาอากาศดังแสดงในรูปภาพที่ 2.24 จากนั้นจะวัดค่าระยะเวลาสะท้อนกลับของสัญญาณหลังจากที่คลื่นกระทบผิวของของเหลวเพื่อนำไป Carlibration ให้เป็นค่าระดับของของเหลว

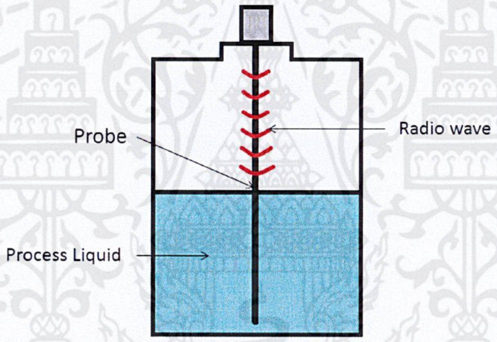
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แสดงการวัดระดับของของเหลวโดย Free Space Radar Level Transmitter

Guided Wave Radar Level Transmitter

เป็นชนิดของ Radar Level Transmitter ที่ทำงานโดยการปล่อยสัญญาณ Radar Pulse หรือคลื่นเรดาร์แบบช่วง ๆ ผ่านทาง Probe ที่เป็นตัวนำสัญญาณดังรูปภาพที่ 2.25 จากนั้นจะวัดค่าระยะเวลาสะท้อนกลับของสัญญาณหลังจากที่คลื่นกระทบผิวของของเหลวเพื่อนำไป Carlibration ให้เป็นค่าระดับของของเหลว



รูปที่ 2.25 แสดงการวัดระดับของของเหลวโดย Guided Wave Radar Level Transmitter

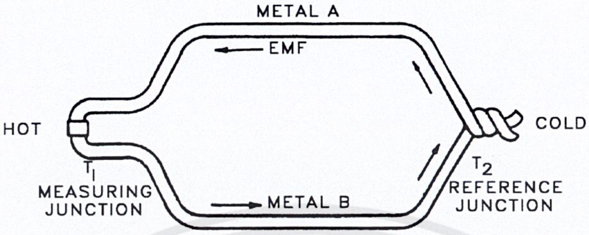
2.6 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Temperature Instrument)

อุณหภูมิเป็นตัวแปรพื้นฐานทางกระบวนการผลิตตัวแปรหนึ่งที่ต้องมีการควบคุมและต้องแสดงค่าในระบบควบคุม ดังนั้นในการควบคุมกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามความต้องการจึงต้องมีการจัดเตรียมเครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Temperature Transmitter) ทำงานร่วมกับ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor/Temperature Elements) ตามบริเวณต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่ต้องการวัดค่าหรือควบคุมเพื่อทำการวัดแล้วแปลงค่าของอุณหภูมิในกระบวนการผลิตให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า 4-20 mA หรือค่าที่สามารถนำไปใช้ในการประมวลผลต่อได้อย่างค่าดิจิตอล ในการจัดเตรียมเครื่องมือวัดอุณหภูมิเหล่านี้จะต้องมีการเลือกใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตและตรงกับความตรงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

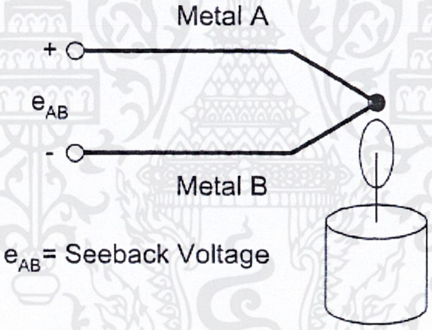
2.6.1 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples)

เทอร์โมคัปเปิลมีหลักการทำงานพื้นฐานจากปรากฏการณ์ Seebeck Effect โดยการนำโลหะต่างชนิดกันมาเชื่อมต่อกันที่ปลายทั้งสองข้าง ปลายข้างหนึ่งเป็น Measuring Junction อีกข้างเป็น Reference Junction เมื่อให้ความร้อนที่ปลาย Measuring Junction จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการไหลของกระแสจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนกับไฟฟ้า

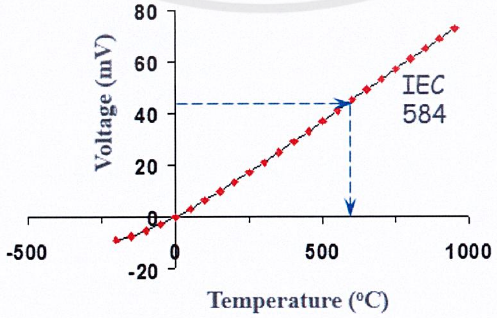


รูปที่ 2.26 แสดงวงจรการเชื่อมต่อโลหะต่างชนิดกัน

จากรูปภาพที่ 2.26 ถ้าทำการแยกวงจรดังกล่าวที่จุดกึ่งกลางแล้วให้ความร้อนบริเวณจุดต่อด้านหนึ่ง จะพบว่าแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตที่จุดปลายทั้งสองของโลหะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิที่บริเวณจุดต่อ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตดังกล่าวเรียกว่า แรงดันไฟฟ้า Seebeck



รูปที่ 2.27 แสดงการเกิดแรงดันไฟฟ้า Seebeck



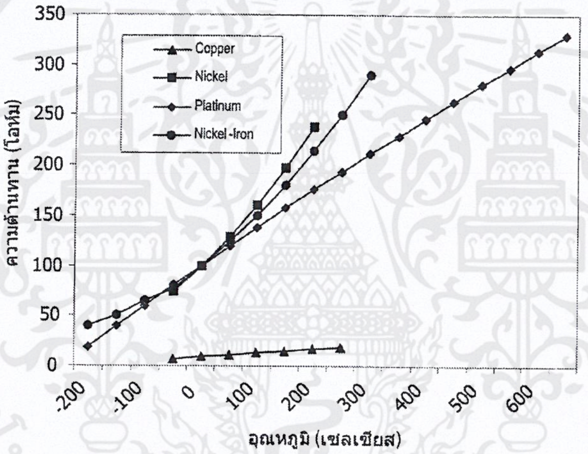
รูปที่ 2.28 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุทและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 Resistance Temperature Detector (RTD)

RTD เป็นตัวต้านทานที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเมื่ออุณหภูมิรอบตัวเปลี่ยนไป นั่นคือค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทางต่ออุณหภูมิมีค่าเป็นบวก (Positive Temperature Coefficient: PTC) ซึ่งเป็นการแปรผันเช่นเดียวกับหลักการความสัมพันธ์ค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตกับอุณหภูมิในเทอร์โมคัปเปิลแต่ RTD มีประสิทธิภาพในการวัดค่าอุณหภูมิได้ถูกต้องมากกว่าเทอร์โมคัปเปิลเนื่องจากมีสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในสายน้อยกว่าเทอร์โมคัปเปิล

นอกจากนี้ RTD ยังให้ค่าการวัดที่มีความเบี่ยงเบนน้อยและใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิกว้าง (-200 ถึง 600 องศาเซีลเซียส) ดังนั้นการเลือกใช้ RTD จึงเหมาะสมสำหรับกระบวนการที่ต้องการความละเอียดในการวัดค่าอุณหภูมิสูง เช่น กระบวนการที่ต้องการวัดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ กระบวนการที่มีค่า Span (ค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุด) ต่ำกว่า 100 องศาฟาเรนไฮท์ และ Custody Transfer เป็นต้น

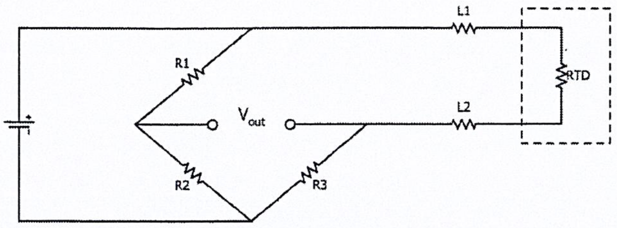


รูปที่ 2.29 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและค่าความต้านทานของวัสดุชนิดต่าง

จากรูปภาพที่ 2.29 ที่แสดงค่าสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงความต้านทางต่ออุณหภูมิมีแบบ Positive Temperature Coefficient หรือ PTC พบว่า Platinum RTD ให้ผลเป็นเชิงเส้นและเสถียร์ที่สุด ดังนั้นอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงนิยมใช้ RTD ชนิด Platinum เป็นเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เช่น Pt-100 หมายถึง ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ค่าความต้านทานเท่ากับ 100 โอห์ม

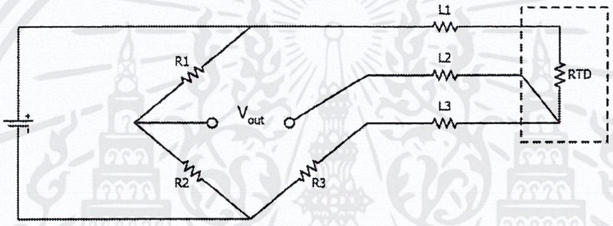
สำหรับรูปแบบการต่อสายไฟไปยังภายนอกของเส้นวัสดุ RTD ที่ใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมมีทั้งหมด 3 แบบได้แก่ RTD แบบ 2 สาย, RTD แบบ 3 สาย และ RTD แบบ 4 สาย การเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการวัดที่ต้องการ ซึ่ง RTD แบบ 2 สายดังรูปภาพที่ 2.30 จะมีความแม่นยำต่ำที่สุดในการนำไปวัดอุณหภูมิ เพราะสายไฟที่นำมาต่ออนุกรมกับ RTD จะมีคุณลักษณะระหว่างอุณหภูมิและความต้านทานที่แตกต่างกัน ในการใช้งานสายไฟจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างจากเส้นวัสดุของ RTD และหากสายไฟมีความยาวมากก็จะส่งผลให้เกิดความต้านทานในสายเพิ่มขึ้นกระทบต่อการวัดค่าตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



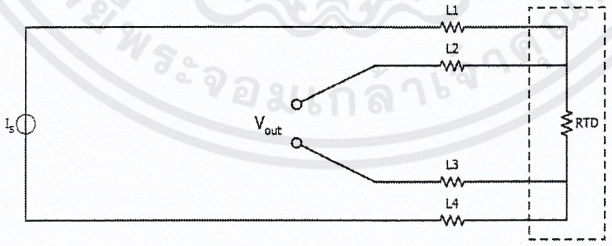
รูปที่ 2.30 แสดง RTD แบบ 2 สาย

ในขณะที่ RTD แบบ 4 สายจะเป็นแบบที่มีความแม่นยำสูงที่สุดนิยมใช้สำหรับการทดลองโดยเฉพาะและไม่ค่อยนิยมใช้ในอุตสาหกรรม โดย RTD แบบ 3 สายจะเป็นแบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแม่นยำในการวัดอุณหภูมิสูง ด้วยการชดเชยค่าความต้านทานของสายไฟที่ต่ออนุกรมอยู่กับเส้นวัสดุ RTD ด้วยการต่อสายไฟ 2 เส้นที่ปลายด้านหนึ่ง (L2 กับ L3) และ ต่อสายไฟเพียง 1 เส้นกับปลายอีกด้านหนึ่ง (L1) ดังแสดงในรูปภาพที่ 2.31



รูปที่ 2.31 แสดง RTD แบบ 3 สาย

จากรูปภาพที่ 2.32 จะเห็นได้ว่าความต้านทานของสายไฟ L1 และ L3 ต้องมีคุณลักษณะที่เหมือนกันเพื่อชดเชยความต้านทานที่เกิดขึ้น

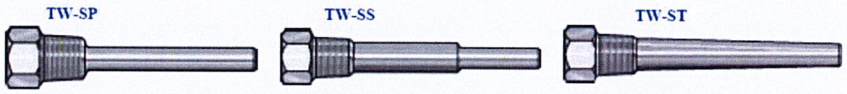


รูปที่ 2.32 แสดง RTD แบบ 4 สาย

สำหรับการใช้งาน เทอร์โมคัปเปิล และ RTD จะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เทอร์โมเวลส์ (Thermowell) เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันตัวเซนเซอร์วัดอุณหภูมิดังกล่าว ไม่ให้ได้รับความเสียหายเมื่อนำเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไปใช้ในกรณีที่ต้องวัดค่าอุณหภูมิจากกระบวนการผลิตโดยตรง เช่น บริเวณที่มีการกัดกร่อน กระบวนการที่ของไหลมีความเร็วการไหลสูง หรือ กรณีที่มีการติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไว้กับกระบวนการแล้วไม่ต้องการ Shut Down กระบวนการผลิตดังกล่าวการติดตั้งเทอร์โมเวลเวลส์ก็จะช่วยให้สามารถนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิออกมาได้โดยไม่กระทบต่อกระบวนการผลิต ซึ่งประเภทของเทอร์โมเวลส์แบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้ 3 ประเภทดังนี้ **เทอร์โมเวลส์แบบเกลียว (Threaded Connection)** เป็นประเภทที่นิยมใช้มากที่สุด ติดตั้งและถอนการติดตั้งได้ง่าย

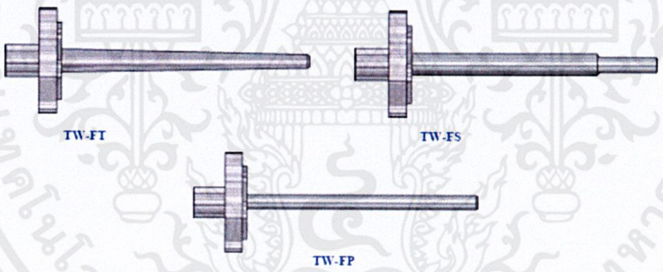


รูปที่ 2.33 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเกลียว

เทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม (Weld Connection) เป็นประเภทที่ใช้ในกระบวนการที่ของไหลมีความเร็วการไหล อุณหภูมิ และ ความดันสูงสำหรับงานที่ไม่ต้องการให้เกิดการรั่วไหล

รูปที่ 2.34 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบเชื่อม

เทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน (Flange Connection) เป็นประเภทที่ใช้ในกระบวนการที่มีการกัดกร่อน ของไหลมีความเร็วการไหลและอุณหภูมิสูง



รูปที่ 2.35 แสดงตัวอย่างเทอร์โมเวลส์แบบหน้าแปลน

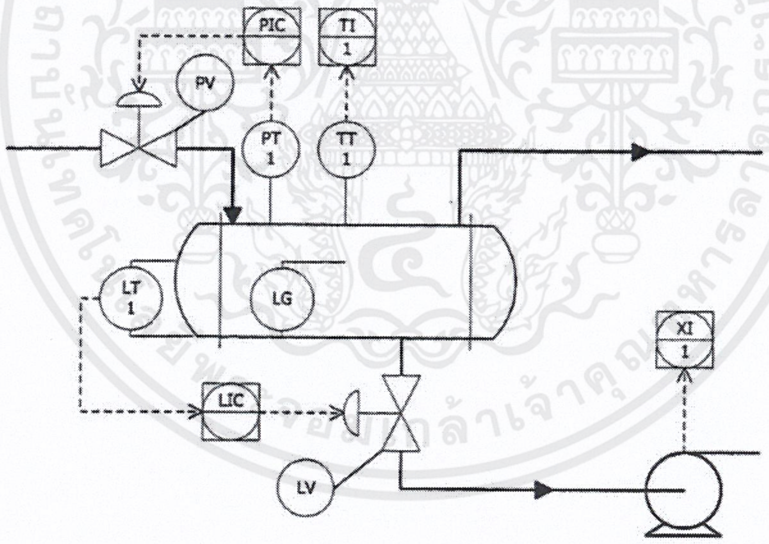
ในการเลือกใช้เทอร์โมเวลส์จะมีตัวแปรพื้นฐานที่ใช้ในการพิจารณาเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น วัสดุที่ใช้ทำเทอร์โมเวลส์ ความยาวของเทอร์โมเวลส์ และ อัตราการทนความดัน เป็นต้น โดยปกติการใช้งานเทอร์โมเวลส์กับกระบวนการผลิตเทอร์โมเวลส์จะถูกติดตั้งอยู่บนท่อ ถัง หรือ บนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต ซึ่งบริเวณต่าง ๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมินั้นจะมีลักษณะรูปร่างต่างกันไป ดังนั้นในการใช้งานจะมีการกำหนดคุณลักษณะมาตราฐานของเทอร์โมเวลส์เพื่อความสะดวกในการเก็บชิ้นส่วนสำรอง (Spare part) เพื่อใช้งานทดแทนกันได้เมื่อเทอร์โมเวลส์เกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วาล์วควบคุม (Control Valve)

ในกระบวนการผลิตจะต้องมีการเตรียมระบบควบคุมและเครื่องมือวัดเพื่อใช้สำหรับทำหน้าที่แสดงค่าและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทางกระบวนการให้อยู่ในค่าที่ต้องการและเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติตามที่กำหนด ตัวแปรทางกระบวนการเหล่านี้ได้แก่ ความดัน (Pressure) การไหล (Flow) ระดับ (Level) และ อุณหภูมิ (Temperature) โดยระบบควบคุมและเครื่องมือวัดมีหน้าที่ทำงานร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การควบคุม การทำงานร่วมกันเรียกว่า ฟังก์ชันควบคุม (Control Function) ส่วนพื้นฐานที่สำคัญของฟังก์ชันควบคุม คือ เครื่องมือวัด (Sensing Element) ตัวควบคุม (Controller) และ อุปกรณ์สุดท้าย (Final Element)

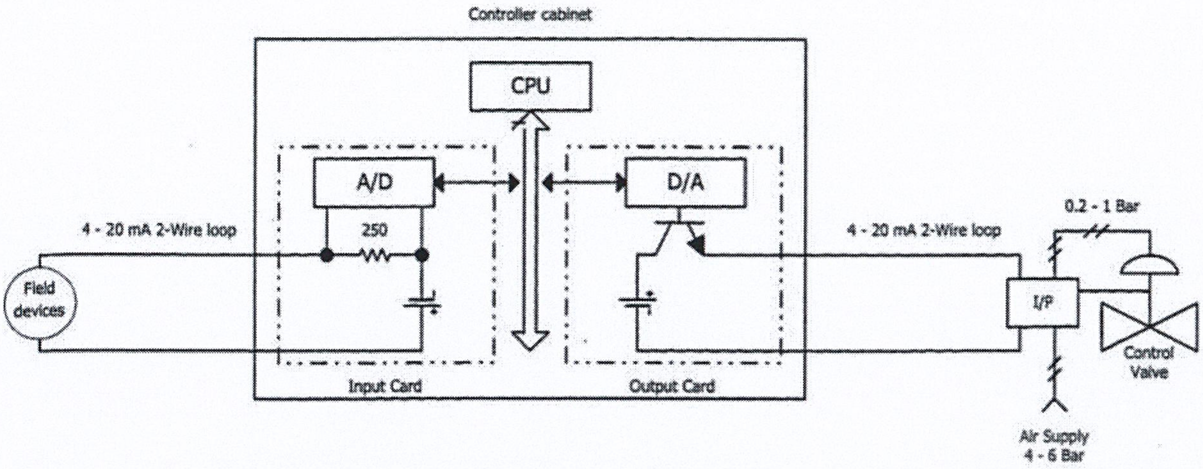
โดยเครื่องมือวัดทำหน้าที่เปลี่ยนตัวแปรจากกระบวนการผลิตเป็นสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐานเพื่อส่งค่าไปยังอินพุตของตัวควบคุมและไปแสดงค่าตัวแปรที่หน่วยแสดงผลของระบบควบคุมเพื่อให้สามารถสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงและควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ได้ จากนั้นตัวควบคุมจะทำการประมวลผลและส่งสัญญาณไฟฟ้าเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์สุดท้ายที่เป็นวาล์วควบคุมเพื่อทำการปรับตัวแปรในกระบวนการให้อยู่ในค่าที่ต้องการ



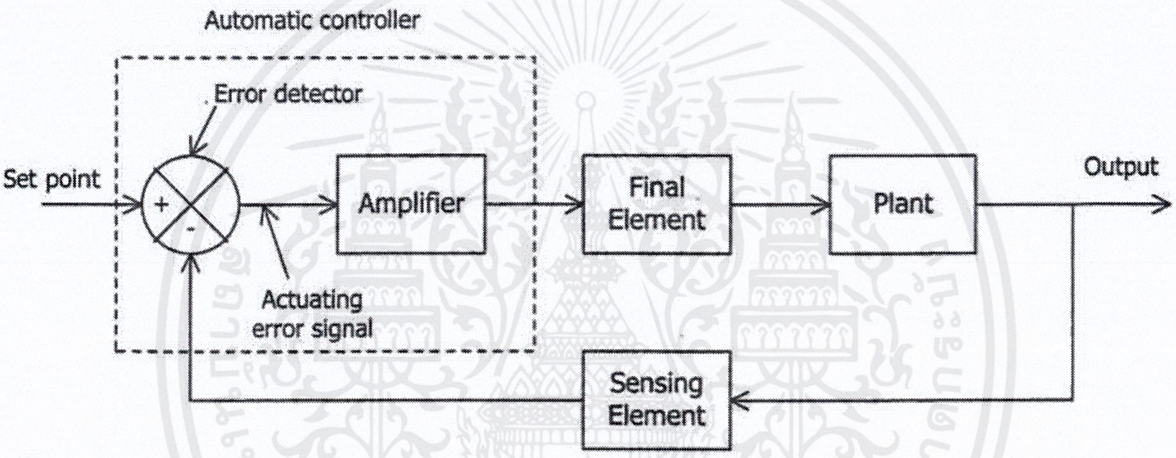
รูปที่ 2.36 แสดงตัวอย่างฟังก์ชันควบคุมบน P&ID

จากรูปที่ 2.36 พบว่ามีฟังก์ชันควบคุมอยู่ 2 ฟังก์ชันคือการควบคุมระดับของไหลและการควบคุมความดันในถังเก็บให้ค่าที่ต้องการโดยมีเครื่องมือวัดความดันและระดับเพื่อส่งค่าตัวแปรไปยังตัวควบคุมที่สามารถแสดงค่าตัวแปรที่จอแสดงผลและส่งสัญญาณเอาต์พุตไปยังวาล์วควบคุม เมื่อตัวแปรในถังเปลี่ยนแปลงไปจากค่าที่กำหนด ตัวควบคุมระดับจะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปทำการปิดหรือเปิดวาล์วควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 แสดงการต่อสายไดอะแกรมการควบคุม



รูปที่ 2.38 แสดงไดอะแกรมการควบคุม

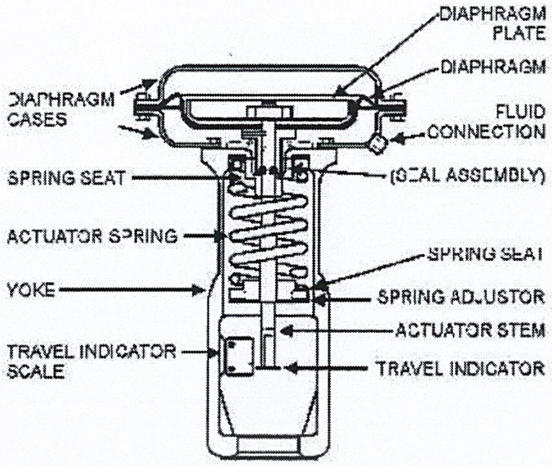
จากรูปพบว่าเครื่องมือวัดทำการเปลี่ยนตัวแปรกระบวนการให้เป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20mA เพื่อส่งไปส่วนอินพุตของตัวควบคุม จากนั้นตัวควบคุมทำการประมวลผลเทียบกับค่าตัวแปรที่กำหนด (Set Point) เมื่อค่าที่อ่านได้ไม่อยู่ในค่าที่กำหนด ตัวควบคุมจะส่งสัญญาณเอาต์พุตที่เป็น 4-20mA ไปยัง Positioner ของวาล์วควบคุมเพื่อเปลี่ยนสัญญาณกระแสเป็นความดันอากาศสำหรับใช้ในการปิดหรือเปิดวาล์วควบคุมเพื่อใช้ในการปรับตัวแปรทางกระบวนการให้อยู่ในค่าที่กำหนด

2.7.1 ส่วนประกอบของวาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้ Valve Actuator, Valve Body และ Valve Position

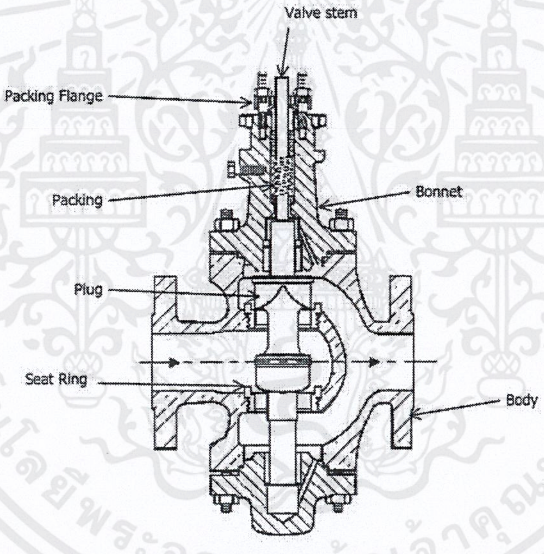
1. Valve Actuator เป็นส่วนที่ใช้ในการขับเคลื่อนก้านวาล์วให้เคลื่อนที่ตามสัญญาณการควบคุมเพื่อใช้ในกาเปิดปิดลิ้นวาล์ว การเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากแรงกดจากความดันของสัญญาณลมที่แผ่น Diaphragm ในตัว Actuator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.39 แสดงรูป Valve Actuator

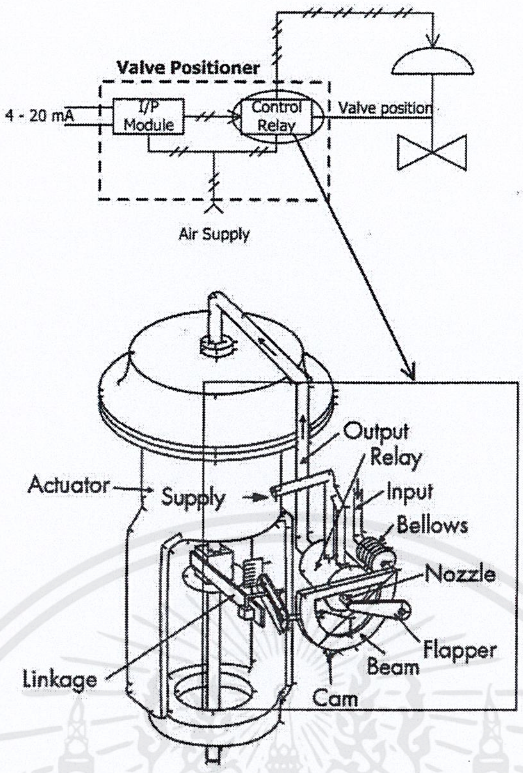
2. Valve Body เป็นส่วนที่ยึดลิ้นวาล์ว (Plug) และ บ่าวาล์ว (Seat) นอกจากนี้ยังเป็นทางผ่านของไหลที่ต้องการควบคุม



รูปที่ 2.40 แสดงรูป Valve Body

3. Valve Positioner เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดความดันของสัญญาณลมที่ต่อไปยังวาล์ว Actuator เพื่อทำการขับก้านวาล์วตามสัญญาณการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.41 แสดงรูป Valve Positioner

รายละเอียดส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของวาล์วควบคุมมีดังนี้

Bonnet	ฝาครอบตัววาล์วเป็นส่วนที่ใช้ประคองก้านวาล์ว
Diaphragm (Stem)	ส่วนที่ใช้รับแรงจากความดันอากาศ (Instrument Air) เพื่อใช้ในการขับก้านวาล์ว
Packing	เป็นซีลด์รอบ ๆ ก้านวาล์วเพื่อป้อนกันการรั่วไหล
Plug	ลิ้นวาล์วเป็นส่วนเปิดปิดเพื่อควบคุมการไหลผ่านตัววาล์ว
Seat Ring	บ่าวาล์วเป็นส่วนเปิดปิดร่วมกับลิ้นวาล์วเพื่อใช้ควบคุมการไหล
Spring	ส่วนที่ใช้ดัน Diaphragm ให้อยู่ตำแหน่งเดิมเมื่อไม่มีแรงกดจาก๊วามดันอากาศ
Stem	ก้านวาล์วที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Diaphragm กับลิ้นวาล์ว (Plug)
Travel Indicator	แสดงตำแหน่งการเคลื่อนที่ของก้านวาล์ว
Valve Body	ตัววาล์วเป็นส่วนหลักของวาล์วควบคุมที่ต่ออยู่กับท่อ
Yoke	ส่วนโครงสร้างที่ใช้ยึดส่วนประกอบของ Diaphragm และ อุปกรณ์เพิ่มเติมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 วัสดุในการทำวาล์ว (Valve Material)

การเลือกวัสดุควรเป็นไปตามรายละเอียดของท่อ (Pipe Line) ที่วาล์วติดตั้งอยู่และสามารถทนต่อสภาวะต่าง ๆ ของกระบวนการได้ โดยทั่วไปการจะเลือกเป็นเหล็กชนิด WCB WCC หรือ Stainless ASTM type 300 series วัสดุที่เลือกควรถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมกับความดันและอุณหภูมิออกแบบของกระบวนการที่จะนำไปใช้งาน การเลือกวัสดุของวาล์วอาจมีการเลือกที่แตกต่างกับวัสดุที่ใช้ทำท่อเพราะผลกระทบจากตัวแปรต่าง ๆ เช่น การไหลไม่เป็นระเบียบ การกระแทกของไหล การเกิด Flashing การกัดเซาะ ความดัน และ อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งการกัดกร่อนอาจมีผลกระทบน้อยต่อระบบท่อแต่อาจมีผลรุนแรงกับตัววาล์ว

ตารางที่ 2.4 แสดงวัสดุที่อุณหภูมิออกแบบ

Temp ($^{\circ}$F)	Body	Bonnet Studs	Bonnet Nuts
-425 < T < 100	A351 Gr CF8M	A320 Gr B8	A194 Gr 8
-325 < T < 1000	A351 Gr CF8M	A320 Gr B8M	A194 Gr 8M
-50 < T < 20	A352 Gr LCB or A352 Gr LCC	A193 Gr L7	A194 Gr 7
-20 < T < 100	A216 Gr WCB or A216 Gr WCC	A193 Gr B7	A194 Gr 2H
100 < T < 800	A216 Gr WCB or A216 Gr WCC	A193 Gr B7	A194 Gr 2H
800 < T < 1000	A217 Gr WC9 (Chrome)	A193 Gr B16	A194 Gr 4
800 < T < 1000	A351 Gr CF8M (316 SS)	A193 Gr B8M	A194 Gr 8M
1000 < T < 1100	A217 Gr WC9 (Chrome)	A193 Gr B16	A194 Gr 4
1000 < T < 1100	A351 Gr CF8M (316 SS)	A193 Gr B8M	A194 Gr 8M
1100 < T < 1500	A351 Gr CF8M (316 SS)	A193 Gr B8M	A194 Gr 8M

2.7.3 Valve Trim

Trim ของวาล์วเป็นส่วนประกอบที่อยู่ในตัววาล์วซึ่งเป็นส่วนที่สัมผัสกับของไหลตลอดเวลาจึงทำให้มีผลกระทบโดยตรงที่ทำให้เกิดการสึกหรอได้มากกว่าภายนอกตัววาล์ว วัสดุที่เป็น Trim ของวาล์วต่างจากวัสดุที่ทำวาล์ว มาตรฐานวัสดุพื้นฐานที่ใช้ทำ Trim จะเป็น Stainless 316 เป็นต้น หากนำไปใช้กับงานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิด Cavitation และ Flashing หรือการใช้งานที่ความดันสูงควรกำหนดให้ Trim มีความแข็งแรงอย่างน้อย 38 RC

ตารางที่ 2.5 แสดงวัสดุของ Trim ที่ค่าความดันแตกต่าง

Flowing dP (Psi)	Gases	Steam	Water	HC Liquids
0 -100	1	2	1	1
100 - 200	1	2	4	2
200 - 400	1	2	4	4
500 - 600	1	3	4	4
600 - 800	1	3	4	4
800 - up	1	3	4	4

1 = Manufacture's standard valve trim (316 or 400 series stainless minimum)

2 = 400 series stainless minimum

3 = Stellite trim (alloy 6 or 316/alloy 6 overlay for the seat ring and plug)

4 = Standard trim 400 series stainless or hard-faced stellite unless valve is cavitating or flashing

- if cavitating, use anti-cavitating trim or harden trim according to the manufacturer's recommendation
- if flashing, use harden trim (stellite, 440C, or Colmono© 6)

2.7.4 ปะเก็น (Gaskets) และ ซีลด์รอบก้านวาล์ว (Packing)

เป็นส่วนที่ป้องกันการรั่วไหลระหว่างตัววาล์วและฝาครอบวาล์ว วัสดุที่ใช้ทำปะเก็นและซีลด์รอบก้านวาล์วควรเหมาะสมกับรายละเอียดของท่อและอุณหภูมิการผลิต

2.7.5 ขนาดวาล์ว (Valve Size)

ควรไม่เล็กกว่ากว่าขนาดของท่อลงมา 2 ขนาด ถ้าขนาดเล็กกว่าขนาดท่อมากกว่า 2 ขนาดจะทำให้มีแรงกลมาจากระบบท่ออาจเกินกว่าที่ตัววาล์วทนได้

วิธีการเลือกขนาดวาล์วจะเป็นการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การไหล (Flow Coefficient) หรือ Cv ของวาล์วซึ่ง Cv คือ ปริมาณการไหล มีหน่วยเป็น GPM ของน้ำที่อุณหภูมิ 60 DegF ไหลผ่านวาล์วเมื่อวาล์วเปิดเต็มที่โดยมีความดันตกคร่อม 1 psi

สำหรับการคำนวณหาสัมประสิทธิ์การไหลเบื้องต้นแบ่งออกตามสถานะของไหลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sub critical Flow	Critical Flow Cavitation or Flashing
$\Delta P < F_L^2(\Delta P_S)$	$\Delta P \geq F_L^2(\Delta P_S)$
Volumetric flow $C_v = 1.16q\sqrt{\dfrac{G_f}{\Delta P}}$	Volumetric flow $C_v = \dfrac{1.16q}{F_L}\sqrt{\dfrac{G_f}{\Delta P_S}}$
$\Delta P_S = P1 - \left(0.96 - 0.28\sqrt{\dfrac{P_v}{P_c}}\right)P_v$	
For Simplicity, if $P_v < 0.5P1, \Delta P_S = P1 - P_v$	

เมื่อ
- C_v = valve flow coefficient
- F_L = Critical flow factor
- G_f = Specific gravity at flow temperature
- P_1 = Upstream pressure, BarA
- P_2 = Downstream pressure, BarA
- P_c = Critical Pressure
- P_v = Vapor pressure
- ΔP = Pressure drop P1-P2, Bar
- q = liquid flow rate m3/hr

รูปที่ 2.42 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของเหลว

For gas volumetric flow

$$C_v = \frac{q\sqrt{GTZ}}{257F_L P_1\left(y - 0.148y^3\right)}$$

$$y = \frac{1.63}{F_L}\sqrt{\frac{\Delta P}{P_1}}$$

Maximum value of y = 1.50

เมื่อ
- C_v = valve flow coefficient
- F_L = Critical flow factor
- G = Gas Specific gravity (Mol mass Gas / Mol mass Air) or (Density Gas @ Temp / Density Air @ Temp)
- G_f = Specific gravity at flow temperature (=G*288/T)
- P_1 = Upstream pressure, BarA
- P_2 = Downstream pressure, BarA
- ΔP = Pressure drop P1-P2, Bar
- q = Gas flow rate m3/hr (15 Deg C & 1013 mBarA)
- T = Flowing temperature, K
- Z = Compressibility factor

รูปที่ 2.43 แสดงการหาค่า Cv สำหรับการใช้งานของก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีวิธีการหาขนาดตามมาตรฐาน IEC-60534-1 ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่า ISA-75.01 แต่ให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่าเมื่อนำไปหาขนาดวาล์วสำหรับของไหลที่มีความหนืดและการไหลเป็นระเบียบ

2.7.6 อัตราการทนความดันหน้าแปลนต่ำสุด (Minimum Flange Rating)

สำหรับการใช้งานที่เลือกใช้วัสดุตัววาล์วเป็นหลัก เช่น Carbon Steel และ Stainless มาตรฐานต่ำสุดของหน้าแปลนที่เลือกควรเป็น ANSI Class 300 เพื่อลดจำนวนตัววาล์วที่จะเป็นชิ้นส่วนสำรอง

2.7.7 ฝาครอบวาล์ว (Bonnet)

สำหรับการใช้งานที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำมาก ๆ ควรเลือกใช้ Bonnet แบบยืดออก (Extension) หรือมีครีบระบายความร้อน

ตารางที่ 2.6 แสดงการเลือกชนิดฝาครอบวาล์ว

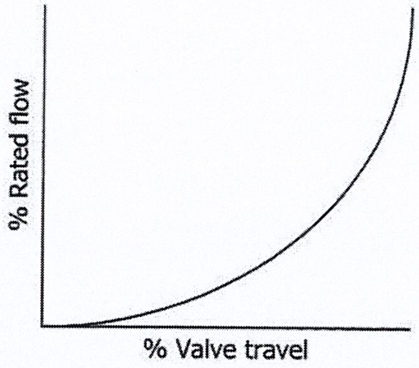
Temperature	Graphite Packing	Eastomer Packing
$< 0^{\circ}$ F	Plain extension	Plain extension
$0 > < 450^{\circ}$ F	No extension	No extension
$>450^{\circ}$F $< 750^{\circ}$ F	No extension (note 1)	Plain extension
$> 750^{\circ}$ F	Plain extension (note 2)	No elastomer packing
Note 1: This method is preferred if graphite packing is compatible with service conditions Note 2: Consult with valve manufacture for recommendation on the use of finned extension		

2.7.8 คุณลักษณะการไหล (Flow Characteristic)

เป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและการเคลื่อนที่ของวาล์วจากตำแหน่งปิดไปยังตำแหน่งที่กำหนดตามความดันที่ตกคร่อมวาล์วโดยมีผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการผลิต มีอยู่ 3 ประเภทหลักดังนี้

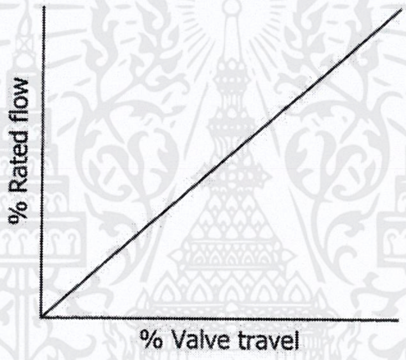
1. **Equal Percentage** เป็นวาล์วที่มีอัตราการขยายตามการเปิดและจะถูกแนะนำให้ใช้กับกระบวนการที่มีอัตราการขยายลดลงเมื่อการไหลของวาล์วเพิ่มขึ้น หลักการทั่วไปสำหรับเลือกใช้ คือ กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีการเปลี่ยนแปลงมาก กระบวนการที่กำหนดให้มีค่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วน้อย และ ใช้ในฟังก์ชันควบคุมความดันและอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



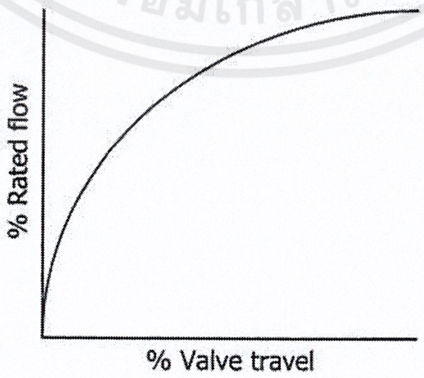
รูปที่ 2.44 แสดงกราฟคุณลักษณะ Equal Percentage

2. **Linear** ใช้งานกับกระบวนการที่ค่าความดันตกคร่อมวาล์วมีค่าคงที่ตลอดการเปิดวาล์ว หลักการทั่วไปสำหรับเลือกใช้ คือ การควบคุมระดับของเหลวหรืออัตราการไหล และ กระบวนการที่คาดว่าความดันแตกต่างระหว่างวาล์วมีค่าคงที่



รูปที่ 2.45 แสดงกราฟคุณลักษณะ Linear

3. **Quick Opening** ใช้งานกับการเปิดปิดที่เกี่ยวข้องกับความดัน หลักการทั่วไปสำหรับเลือกใช้ คือ ฟังก์ชันการควบคุมที่เปิดปิดบ่อย และ กระบวนการที่ต้องการอัตราการไหลสูง



รูปที่ 2.46 แสดงกราฟคุณลักษณะ Quick Opening

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ระบบควบคุม (Control System)

PLC (Programmable Logic Controller) คือระบบประมวลผลของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์อื่นโดยใช้อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตต่าง ๆ มาเป็นส่วนประกอบ รวมทั้งเขียนโปรแกรม Ladder ให้ทำงานตาม Sequence สามารถออกแบบระบบการทำงานโดยการเขียนโปรแกรมสามารถใช้งานร่วมกับ Human interface (HMI) และ PLC สามารถแบ่งระดับการใช้งานและการดึงความสามารถออกมาใช้ขึ้นอยู่กับรุ่น

DCS (Distributed Control System) คือระบบควบคุม (Control) และ เฝ้าดู (Monitor) ที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับระบบควบคุมทั้งหมดและใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น โรงกลั่นน้ำมัน แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและเคมีคอลทั้งหลาย DCS มีความเสถียรและแม่นยำค่อนข้างสูงมาก จึงเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงสูง เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดย DCS ประกอบไปด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนควบคุมซึ่งคล้ายกับ PLC แต่ใหญ่กว่าและมีความสามารถสูงกว่าทำได้ทั้งการควบคุมแบบ Batch, Sequential, Analog และ ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งคล้ายกับ SCADA ดังนั้น DCS เป็นระบบที่พัฒนามาหลังจากที่มี PLC นอกจากนี้ยังรวม Graphic, Trend, Historical และ Alarm Message อยู่ในตัว

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและงานวิศวกรรมต่าง ๆ นอกจากนั้น SCADA อาจทำหน้าที่คำนวณและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น PLC, Controller, DCS หรือ RTU แล้วแสดงข้อมูลทางหน้าจอหรือส่งสัญญาณควบคุมฮาร์ดแวร์ดังกล่าวโดยสั่งงานผ่าน PLC หรือ Controller ที่ติดต่ออยู่ ทั้งนี้ SCADA สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมทั้งหมดไว้ในฐานข้อมูลเพื่อให้พนักงานหรือโปรแกรมอื่น ๆ สามารถนำไปใช้งานได้ SCADA นั้นเข้าไปมีส่วนในงานควบคุมทั้งเล็กและใหญ่ที่ต้องการแสดงผล แลกเปลี่ยนข้อมูล หรือ ควบคุมระบบต่าง ๆ จากส่วนกลางเพื่อการทำงานของระบบรวมที่สัมพันธ์กัน มองเห็นภาพรวมได้อย่างชัดเจนและมีความรวดเร็วต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น SCADA สามารถลดความขัดข้องในกระบวนการอุตสาหกรรมวิศวกรรมได้เนื่องจากผู้ใช้รับทราบเหตุการณ์และแก้ไขได้ทันท่วงทีทำให้ช่วยลด Down Time

Safety Instrument System เป็นระบบที่รับผิดชอบในความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและทำให้มั่นใจได้ถึงการหยุดฉุกเฉินภายในขอบเขตที่ถือว่าปลอดภัย เมื่อใดก็ตามที่การดำเนินการเกินขีดจำกัด วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุภายในและภายนอกโรงงาน เช่น ไฟไหม้การระเบิดความเสียหายของอุปกรณ์การป้องกันการผลิตและทรัพย์สินและยิ่งไปกว่านั้นการหลีกเลี่ยงความเสี่ยงต่อชีวิตหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายต่อสุขภาพส่วนบุคคลและผลกระทบต่อชุมชน โดยมีจุดประสงค์เพื่อหยุดเมื่อใดก็ตามที่เกินขีดจำกัดความปลอดภัย

2.9 ชนิดของสัญญาณ (Signal Type)

สัญญาณที่ใช้ในระบบสื่อสารแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ สัญญาณอนาล็อกและสัญญาณดิจิตอล

สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) หมายถึงสัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) มีขนาดของสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของสัญญาณแบบค่อยเป็นค่อยไป มีลักษณะเป็นเส้นโค้งต่อเนื่องกันไป โดยการส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่าย โดยมีการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้

1. **Analog Input** หรือ **AI** โดยจะเป็นการรับค่าสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์ที่ต้องการทราบค่า เช่น เซนเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Sensor) เซนเซอร์ระดับ (Level Sensor) เซนเซอร์วัดอัตราการไหล (Flow Sensor) และ RTD เป็นต้น

2. **Analog Output** หรือ **AO** โดยจะเป็นตัวส่งสัญญาณไฟฟ้าไปให้อุปกรณ์โดยจะส่งค่าสัญญาณ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC เช่น วาล์วควบคุม

สัญญาณดิจิตอล(Digital Signal) หมายถึง สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) ค่า คือสัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและ ความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบ Analog เนื่องจากมีการใช้งานเพียง 2 ค่าเพื่อน่ามาตีความหมายเป็น On/Off โดยมีการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้โดยใช้

1. **Digital Input** หรือ **DI** จะเป็นตัวรับค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้กับที่ต้องการทราบสถานะการทำงาน หรือ เป็นค่า Alarm เช่น Limit Switch

2. **Digital Output** หรือ **DO** จะเป็นตัวส่งค่า 0 หรือ 1 เท่านั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้เมื่อต้องการจะใช้ควบคุมอุปกรณ์ เช่น วาล์ว On/Off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนดำเนินงาน

3.1 ช่วงเวลาการจัดทำเอกสารของแต่ละงาน

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ได้หมอบหมายงานโปรเจค CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM	■															
ศึกษาเอกสารที่เป็นข้อมูลในการออกแบบ เช่น General Specification และ P&ID	■															
ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน	■															
จัดทำ Instrument Index & I/O list		■														
จัดทำ Datasheet		■	■	■												
จัดทำ Calculation Sheet			■	■												
จัดทำ Material Take-Off (MTO)				■	■											
จัดทำ Material Requisition					■											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค REDUCIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ได้หมอบหมายงานโปรเจค REDUCIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS								■								
ศึกษาเอกสารที่เป็นข้อมูลในการออกแบบ เช่น General Specification และ P&ID								■								
ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน								■								
จัดทำ Datasheet								■								
จัดทำ Material Requisition									■							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค HYDROGEN RECOVERY

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ได้หมอบหมายงานโปรเจค HYDROGEN RECOVERY																
ศึกษาเอกสารที่เป็นข้อมูลในการออกแบบ เช่น General Specification และ P&ID																
ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน																
Site Survey เพื่อเตรียมข้อมูล																
จัดทำ Instrument Index & I/O list																
จัดทำ Material Take-Off (MTO)																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงตารางการจัดทำเอกสารของโปรเจค NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ได้หมอบหมายงานโปรเจค NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI										■						
ศึกษาเอกสารที่เป็นข้อมูลในการออกแบบ เช่น General Specification และ P&ID										■						
ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน										■						
จัดทำ Instrument Index & I/O list										■	■					
จัดทำ Cable Schedule										■	■					
Instrument Plot Plan Mark-Up											■					
จัดทำ Material Take-Off (MTO)											■	■	■			
จัดทำ Material Requisition													■			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานทาง Engineering

3.2.1 ศึกษา General Specification หรือ Client Info

เป็นเอกสารที่อธิบายถึงข้อมูลเบื้องต้นของงาน เช่น อุปกรณ์เดิมที่มีใช้ specification แบบไหน มี Vendor List อะไรบ้างที่ยอมรับ และ รายละเอียดโดยรวมของงาน เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความดัน แสงแดดและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.2.2 ศึกษา Code และ Standard ที่ใช้ในงาน

Instrument International Standard ที่ใช้กันโดยทั่วกันประกอบด้วย

- ISA The Instrument, Systems, and Automation Society
- API American Petroleum Institute
- NEC Nation Electric Code
- IEC International Electrotechnical Commission
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ANSI American National Standards Institute
- ISO International Standard Organization
- BSI British Standard Institution

ในแต่ละงานจะมีการเลือกใช้ Code และ Standard ที่แตกต่างกันไปตามความต้องการของลูกค้า หรือจากการออกแบบของทาง Engineering ซึ่งในการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือวัดและระบบควบคุมต้องมีความครอบคลุมกับรายละเอียดในงาน

3.2.3 ศึกษา PFD และ P&ID

เพื่อเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ รวมถึงรายละเอียดอุปกรณ์ เครื่องมือวัด ระบบควบคุมและขนาดท่อของงาน เช่น Main Process Line คือเส้นไหน การเลือกและติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยในแต่ละงานจะมีรายละเอียดอุปกรณ์ตาม Legend ที่ปรากฏที่ต่างกันดังนั้นจึงต้องดู Legend เทียบไปกับการอ่าน P&ID เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง

3.2.4 การจัดทำเอกสาร

ในการเริ่มต้นทำเอกสารขั้นแรกคือรับ P&ID หรือ PFD มาเพื่อศึกษากระบวนการหรือการทำงานแต่ละช่วงของงานจะมีเอกสารที่ออกมาแตกต่างกัน เช่น ในช่วง Study เป็นช่วงการศึกษาเพื่อดูความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไปได้ของงาน ดูจำนวนอุปกรณ์และประเมินราคาเบื้องต้น กำหนดขอบเขต วัตถุประสงค์ของงาน ส่วนในช่วง FEED เอกสารที่ออกจะมีความละเอียดมากขึ้นเพราะเป็นการจัดทำเอกสารเพื่อช่วง Detail ที่ต้องมีข้อมูลครบถ้วน ทั้งนี้ในช่วงการจัดทำเอกสารเป็นช่วงที่ต้องออกแบบการเลือกใช้อุปกรณ์รวมไปถึงการเลือกระบบที่เหมาะสมกับงาน ตัวอย่างเอกสารเบื้องต้นที่จัดทำมี 2 ส่วน คือ Design Document และ Design Drawing ดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงเอกสาร Document

Document	LIS	Instrument Index
		Instrument I/O list
		ESD Cause & Effect Diagram
		Instrument Cable Schedule
		Instrument Tube Schedule
	CAL	Calculation Sheet
	MTO	Material Take-Off
	DTS	Datasheet
	TBE	Technical Bid Evaluation
	SPE	Specification
	MR	Material Requisition
	PHI	Philosophy

ตารางที่ 3.6 แสดงเอกสาร Drawing

Drawing	BLD	Cable Block Diagram
	DWG	Installation Detail
		Hook-Up Diagram
	LAY	Instrument Layout
	WIR	Wiring
		Loop Diagram

3.2.4.1 การจัดทำ Instrument Index & I/O List

เอกสารแสดงรายละเอียดและจำนวนของอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดในงานเป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่นำข้อมูลเครื่องมือวัดจาก P&ID มาลงรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST

REV.	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	I/O TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO.	UNIT	RANGE	Remarks

รูปที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของ Instrument Index & I/O List

- Loop Number ชื่อแสดงกลุ่มเครื่องมือวัดที่ทำงานร่วมกันใน Loop

- Tag Number ชื่อของเครื่องมือวัด

- P&ID No. การแสดงตำแหน่งของเครื่องมือวัดบนหน้า P&ID

- Instrument Type การแสดงชนิดของเครื่องมือวัด

- Service Description การแสดงหน้าที่การทำงานในกระบวนการต่าง ๆ ของเครื่องมือวัด

- Line Number ชื่อและขนาดของท่อ

- Area การแสดงสถานที่ตั้งของเครื่องมือวัด

- Location ตำแหน่งการติดตั้งของเครื่องมือวัดว่าเป็น Field, CCS หรือ Local Panel เป็นต้น

- I/O Type การแสดงชนิดของสัญญาณว่าเป็น Analog Input (AI), Analog Output (AO), Digital Input (DI), Digital Output (DO) หรือ Soft เป็นต้น

- System การแสดงชนิดของระบบว่าเป็น PLC, DCS หรือ SIS

- Junction Number ชื่อของ Junction Box ที่เครื่องมือวัดลากสายสัญญาณ

- Unit และ range การแสดงหน่วยและระยะวัดของอุปกรณ์เครื่องมือวัด เช่น อุณหภูมิ, ความดัน, การไหล และ ระดับ

- Remarks การอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติม

เอกสาร Instrument Index จะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องมือวัดทั้งหมดในโปรเจค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TAG NO.	INSTRUMENT TYPE/ DESCRIPTION	SERVICE	P&ID NO. MM-ZTK-1C-	LINE NO. / EQUIPMENT NAME	LOCATION	I/O TYPE	SIGNAL TYPE	CAL. RANGE	ENG. UNIT	DATA SHEET NO. MM-ZTK-1C-	HOOK-UP NO. MM-ZTK-1C-	LOC. PLAN NO. MM-ZTK-1C-	LOOP DIA. NO. MM-ZTK-1C-	REMARKS	REV.
ACDB-WP10-450	400/230VAC DISTRIBUTION BOARD														
XS -10450	ESD-1 TRIP SIGNAL	TRIP PORTABLE DIESEL GENERATOR BY ESD1	[illegible]	[illegible]	EIR	SIS DO-P	24 VDC	-					[illegible]		C1
XS -10451	ESD-1 TRIP SIGNAL	TRIP POWER SUPPLY FROM SUPPLY BOAT BY ESD1	[illegible]	[illegible]	EIR	SIS DO-P	24 VDC	-					[illegible]		C1
XA -10450	FAULT ALARM	COMMON ALARM 400/230 VAC DISTRIBUTION BOARD	[illegible]	[illegible]	EIR	PCS DI-VFC	VOLT FREE CONTACT	-					[illegible]		C1
AGD -10005	WELL AREA - LOWER DECK														
[illegible]	ACOUSTIC GAS DETECTOR ELEMENT	WELL AREA - LOWER DECK	[illegible]		FIELD	[illegible]	[illegible]	-		[illegible]		[illegible]	[illegible]		C1
[illegible]	ACOUSTIC GAS DETECTOR TRANSMITTER	WELL AREA - LOWER DECK	[illegible]		FIELD			-					[illegible]		C1
[illegible]	ACOUSTIC GAS DETECTOR INDICATOR	WELL AREA - LOWER DECK	[illegible]		FIELD			-					[illegible]	SIGNAL TO SIS	C1
[illegible]	ACOUSTIC GAS DETECTOR ELEMENT	WELL AREA - LOWER DECK	[illegible]		FIELD		VOLT FREE CONTACT	-					[illegible]	[illegible]	C1
[illegible]	ACOUSTIC GAS DETECTOR INDICATOR	WELL AREA - LOWER DECK	[illegible]		[illegible]	SOFT		-							C1
[illegible]	FLASHING BEACON	RED FLASHING BEACON (BUMP DECK)	[illegible]		FIELD		[illegible]	-		[illegible]		[illegible]	[illegible]		C1

รูปที่ 3.2 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของ Instrument Index

เอกสาร I/O List แสดงรายละเอียดเฉพาะเครื่องมือวัดที่มีการเชื่อมต่อสัญญาณไปยังระบบควบคุม โดยแบ่งตามชนิดสัญญาณ ระบบที่ใช้ ค่า Set Point และ ค่า Alarm ต่าง ๆ ของอุปกรณ์เครื่องมือวัดทั้งหมดในโปรเจค

Loop Name	Tag Number	Instrument Type Desc	Service	PID / SLD / LAY	Signal Type	SYSTEM	IO Type Name	Min. Calib. Range	Max. Calib. Range	Unit	LL	L	H	HH	Remark1	REV
XS -10001	XS -10001	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.1		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
XS -10002	XS -10002	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.2		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
XS -10003	XS -10003	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.3		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
XS -10004	XS -10004	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.4		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
XS -10005	XS -10005	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.5		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
XS -10006	XS -10006	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.6		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
XS -10007	XS -10007	ESD TRIP SIGNAL	TRIP DO MODULE NO.7		24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
ACDB -WP10-450	XS -10450	ESD-1 TRIP SIGNAL	TRIP PORTABLE DIESEL GENERATOR BY ESD1	MM-ZTK-1C-WP10-ELE-SLD-0002	24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
ACDB -WP10-450	XS -10451	ESD-1 TRIP SIGNAL	TRIP POWER SUPPLY FROM SUPPLY BOAT BY ESD1	MM-ZTK-1C-WP10-ELE-SLD-0002	24 VDC	SIS	SIS DO-P									C1
ACDB -WP10-450	XA -10450	FAULT ALARM	COMMON ALARM 400/230 VAC DISTRIBUION BOARD	MM-ZTK-1C-WP10-ELE-SLD-0002	VOLT FREE CONTACT	PCS	PCS DI-VFC									C1
NAV-10400	XS -10400	ESD TRIP SIGNAL	FOG HORN REMOTE CONTROL	MM-ZTK-1C-WP10-ELE-SLD-0004	24 VDC	PCS	PCS DO-P									C1
NAV-10400	EI -10400	VOLTAGE INDICATION	BATTERY VOLTAGE READING	MM-ZTK-1C-WP10-ELE-SLD-0004	4-20 mA	PCS	PCS AI-NIS								AI SINK WIRING	C1

รูปที่ 3.3 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของ Instrument I/O List

3.2.4.2 ESD Cause & Effect Diagram

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่แสดงสาเหตุที่ทำให้เกิด Emergency Shutdown ในระบบว่าสามารถเกิดจากสาเหตุใดในการทำงานได้บ้างและผลที่จะเกิดขึ้นหลังจากเกิด Emergency Shutdown โดยแสดงเป็นแผนภาพไดอะแกรมแสดงเหตุและผลเป็นลำดับขั้น เพื่อนำข้อมูลไปเขียนโปรแกรมให้กับระบบ Emergency Shutdown

ตัวอย่าง การเกิด Emergency Shutdown กับหัวเจาะบน Platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WP10 ESD CAUSE & EFFECT DIAGRAMS

SYSTEM SHUTDOWN LOGIC

GROUP DESCRIPTION: TOTAL PLATFORM SHUTDOWN

Logic Group : ESD1

							GROUP DESCN.	ALL WELLS			
							P & I D No. MM-ZTK-1C-	WP10-PRO-PID-0011	WP10-PRO-PID-0011	WP10-PRO-PID-0011	WP10-PRO-PID-0011
							FUNCTION PERFORMED	CLOSE DOWNHOLE VALVE ON ALL WELLHEADS	CLOSE MASTER VALVE ON ALL WELLHEADS	CLOSE WING VALVE ON ALL WELLHEADS	CLOSE CHOKE VALVE ON ALL WELLHEADS
PROCESS DESCRIPTION		INSTRUMENT COMPONENT					S/D SIGNAL TAG NO	DHSV-10A01	SSV-10A02	SSV-10A03	HCV-10A04
P&ID NO. & LOCATION	SERVICE	TAG NO.	Logic Group	SUO	EQ I.D.	NOTES		1,7	1,7	1,7	1,11
							NO.	1	2	3	4
	TOTAL PLATFORM SHUTDOWN (ESD 1)										
WP10-PRO-PID-0012	ESD1 MANUAL PUSH BUTTONS ON SIS/FGS CABINET	HS-10901			HS-10901	14	1	T	T	X	X
WP10-PRO-PID-0012	SOFT SWITCH ON HMI WP10	HS-10908			HS-10908		2	T	T	X	X
WP10-INS-LAY-0008	MANUAL FIELD ESD STATION (HS-10916 TO HS-10922)	HS-10916 TO 08922			HS-10916 TO 08922		3	T	T	X	X
WP10-PRO-PID-0012	COMBINED PRODUCTION/ DRILLING	HS-10906			HS-10906	8	5	T	T	X	X
WP10-PRO-PID-0022	24VDC VOLTAGE LOW LOW (DCDB) VOTING 2oo2	EALL-10997B EALL-10997A	ESD1		EI-10997B		6	T	T	X	X
							7				
	CONFIRMED FIRE & GAS						8				
WP10	GAS LEAK ALARM HIGH HIGH (1oo2) TIME DELAY 300 SEC. ADJUSTABLE	AGDAHH-10005 AGDAHH-10006			AGD-10005 AGD-10006	12, 13	9	T	T	X	X

รูปที่ 3.4 แสดงตัวอย่างตาราง ESD Cause & Effect Diagram

ABBREVIATION :

X	EXECUTIVE ACTION BY SINGLE CAUSE	FX	FUTURE EXECUTIVE ACTION BY SINGLE CAUSE
T	EXECUTIVE ACTION BY SINGLE CAUSE WITH TIME DELAY	FT	FUTURE EXECUTIVE ACTION BY SINGLE CAUSE WITH TIME DELAY
SUO	START -UP OVERRIDE		
HMI	HUMAN MACHINE INTERFACE		
HS	HAND SWITCH		

รูปที่ 3.5 แสดงรายละเอียดตัวย่อที่ใช้ในการแสดงการกระทำที่ส่งผลต่อรูป 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.3 Instrument Cable Schedule

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่แสดงรายละเอียด ชื่อ ชนิด ความยาว และ นำไปใช้ในการติดตั้งสายเคเบิ้ลจากอุปกรณ์เครื่องมือวัดไปยังระบบควบคุม อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลไปใช้ทำเอกสาร MTO ในขั้นต่อไป

Rev.	ITEM	Cable Tag	FROM EQUIPMENT					TO EQUIPMENT					CABLE						REMARK
			Cable From	Description	Location	Gland	Gland Model (VTA)	Cable To	Description	Location	Gland	Gland Model (VTA)	VOLTAGE	TYPE	Cable Description	Cable Color	CABLE O.D. (mm)	Length(M)	
	1	AGD-10005A	AGD-10005	ACOUSTIC GAS DETECTOR	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	AGT-10005	ACOUSTIC GAS TRANSMITTER	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	20	
	2	AGD-10006A	AGD-10006	ACOUSTIC GAS DETECTOR	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	AGT-10006	ACOUSTIC GAS TRANSMITTER	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	25	
	3	AGD-10005B	AGT-10005	ACOUSTIC GAS TRANSMITTER	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	AGI-10005	ACOUSTIC GAS INDICATOR (DISPLAY UNIT)	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	2	
	4	AGD-10006B	AGT-10006	ACOUSTIC GAS TRANSMITTER	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	AGI-10006	ACOUSTIC GAS INDICATOR (DISPLAY UNIT)	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	2	
	5	AGD-10005C	AGI-10005	ACOUSTIC GAS INDICATOR (DISPLAY UNIT)	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	SBN-WP10-015	INTERFACE JUNCTION BOX	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	35	
	6	AGD-10006C	AGI-10006	ACOUSTIC GAS INDICATOR (DISPLAY UNIT)	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	SBN-WP10-015	INTERFACE JUNCTION BOX	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	45	
	7	AGD-10005P	AGI-10005	ACOUSTIC GAS INDICATOR (DISPLAY UNIT)	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	NACP-WP10-402	NAVIGATION AIDS CONTROL PANEL	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	45	
	8	AGD-10006P	AGI-10006	ACOUSTIC GAS INDICATOR (DISPLAY UNIT)	LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	NACP-WP10-402	NAVIGATION AIDS CONTROL PANEL	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/A/M20	150/250	TYPE JN6 2Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	12.5	50	
	9	EI-10400	NACP-WP10-403	NAVIGATION AIDS CONTROL PANEL	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/Os/M20	PCS-WP10-001	PCS CABINET	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/Os/M20	150/250	TYPE JN1 1Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FLAME	BK	10.5	14	
	10	EI-10986	VR-WP10-350	CHARGER CONTROLLER&VOLTAGE REGULATOR	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/Os/M20	PCS-WP10-001	PCS CABINET	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/Os/M20	150/250	TYPE JN1 1Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FLAME	BK	10.5	14	
	11	EI-10996	VR-WP10-350	CHARGER CONTROLLER&VOLTAGE REGULATOR	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/Os/M20	PCS-WP10-001	PCS CABINET	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/Os/M20	150/250	TYPE JN1 1Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FLAME	BK	10.5	14	
	12	EI-10997A	VR-WP10-350	CHARGER CONTROLLER&VOLTAGE REGULATOR	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/O/M20	SIS/FGS-WP10-001	SIS CABINET	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/O/M20	150/250	TYPE JN5 1Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	11.3	14	
	13	EI-10997B	VR-WP10-350	CHARGER CONTROLLER&VOLTAGE REGULATOR	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/O/M20	SIS/FGS-WP10-001	SIS CABINET	E&I ROOM - LOWER DECK	M20	ICG/653/UNIV/O/M20	150/250	TYPE JN5 1Px1 sqmm	EPR/CS/HF/GSWB/FIRE	OG	11.3	14	

รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างรายละเอียด Instrument Cable Schedule

จะเห็นว่าในทุกรายละเอียดของสายเคเบิ้ลมีการใส่รายละเอียดของ Cable Gland ซึ่ง Cable Gland คือ ชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับยึดสายเคเบิ้ลเข้ากับตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยป้องกันสายเคเบิ้ลไม่ให้หลุดหรือขยับทำให้มีความมั่นคงและแข็งแรงมากขึ้น ซึ่ง Cable Gland ที่ดีควรมีความทนทานต่ออุณหภูมิและสารเคมี กันน้ำ กันฝุ่น และ กันสัตว์หรือแมลงเข้าไปในรูสายเคเบิ้ล

3.2.4.4 Instrument Tube Schedule

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่แสดงรายละเอียด ชื่อ ชนิด ความยาว และ วัสดุที่ใช้ของท่อแบบตารางเพื่อความง่ายต่อการนำข้อมูลไปใช้ทำเอกสาร MTO ในขั้นต่อไป

REV	No.	TUBING TAG NO	FROM	TO	DESCRIPTION	TUBING TYPE	LENGTH (M)	REF. DWG NO.	REMARKS
	1	DHSV-10A01-TA	WHCP-WP10 -100	BHP-10A	104LN: 3/8" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING	HYDRAULIC	24	MM-ZTK-1C-WP10-INS-DWG-0004-42	
	2	DHSV-10A01-TB	BHP-10A	DHSV-10A01	104LN: 3/8" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING	HYDRAULIC	8	MM-ZTK-1C-WP10-INS-DWG-0004-42	SHIP LOOSE ITEM TO COMPANY
	3	DHSV-10B01-TA	WHCP-WP10-100	BHP-10B	104LN: 3/8" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING	HYDRAULIC	24	MM-ZTK-1C-WP10-INS-DWG-0004-42	
	4	DHSV-10B01-TB	BHP-10B	DHSV-10B01	104LN: 3/8" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING	HYDRAULIC	8	MM-ZTK-1C-WP10-INS-DWG-0004-42	SHIP LOOSE ITEM TO COMPANY
	5	DHSV-10C01-TA	WHCP-WP10-100	BHP-10C	104LN: 3/8" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING	HYDRAULIC	24	MM-ZTK-1C-WP10-INS-DWG-0004-42	

รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างรายละเอียด Instrument Tube Schedule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.5 การจัดทำ Calculation Sheet

เครื่องมือวัดบางชนิดจำเป็นต้องคำนวณค่าตัวแปรเพื่อนำมาเลือกชนิดของเครื่องมือวัดให้เหมาะสม จึงจำเป็นต้องมีการจัดทำเอกสาร Calculation Sheet โดยใช้ข้อมูลจาก Process Data และ General Specification นำมาคำนวณในโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools)

รูปที่ 3.8 แสดงสัญลักษณ์โปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools)

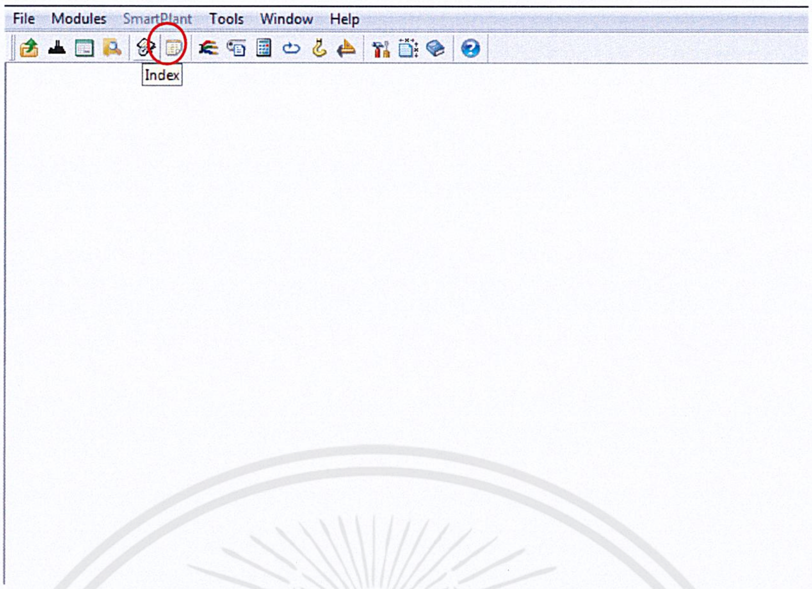
การใช้งานโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools)

รูปที่ 3.9 แสดงโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools)

มีขั้นตอนการใช้โปรแกรมเพื่อคำนวณ Pressure Relief Valve (PSV) ดังนี้

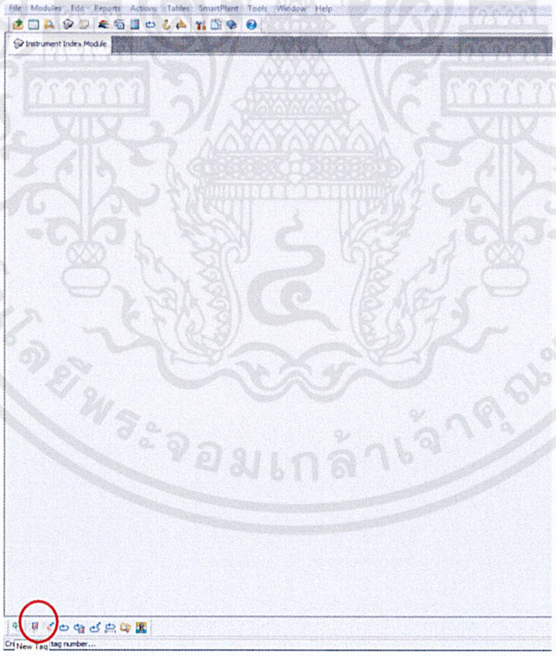
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วคลิกไปที่ “**Index**”



รูปที่ 3.10 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก Index

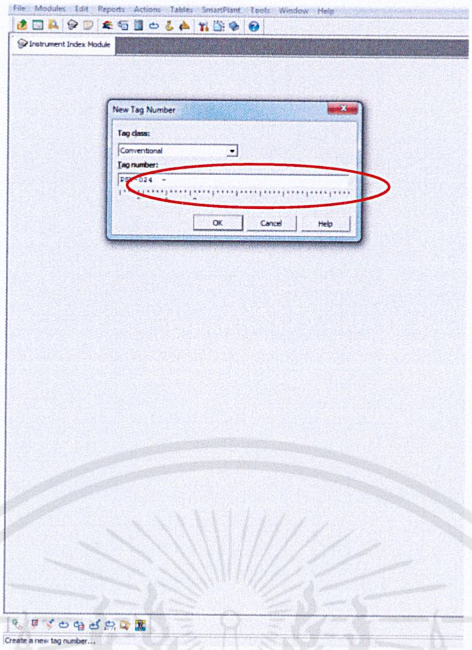
2. จากนั้นสร้าง “**New Tag**”



รูปที่ 3.11 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag

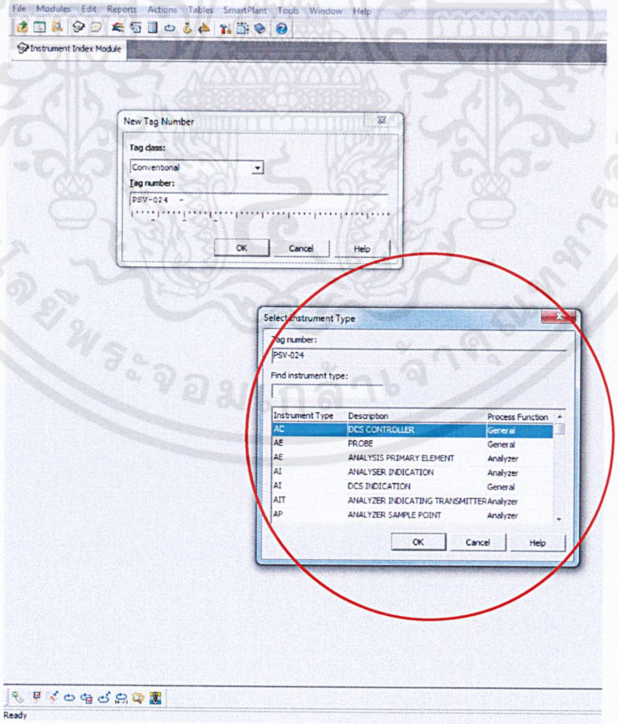
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตั้งชื่อให้กับ Tag



รูปที่ 3.12 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag (ต่อ)

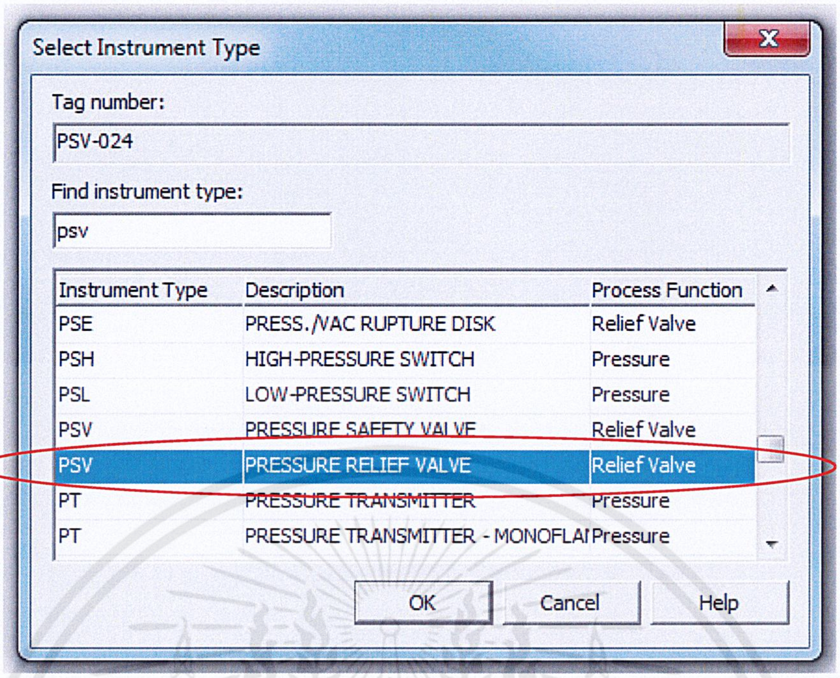
4. เลือก “Instrument Type”



รูปที่ 3.13 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag (ต่อ)

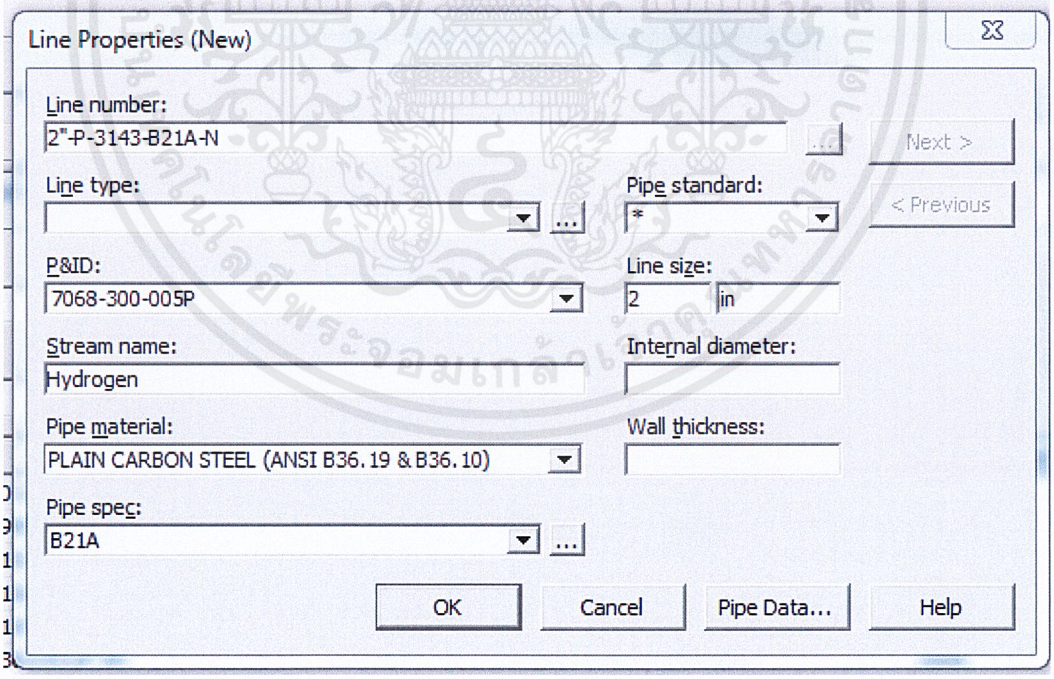
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เลือก “Pressure Relief Valve”



รูปที่ 3.14 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก New Tag (ต่อ)

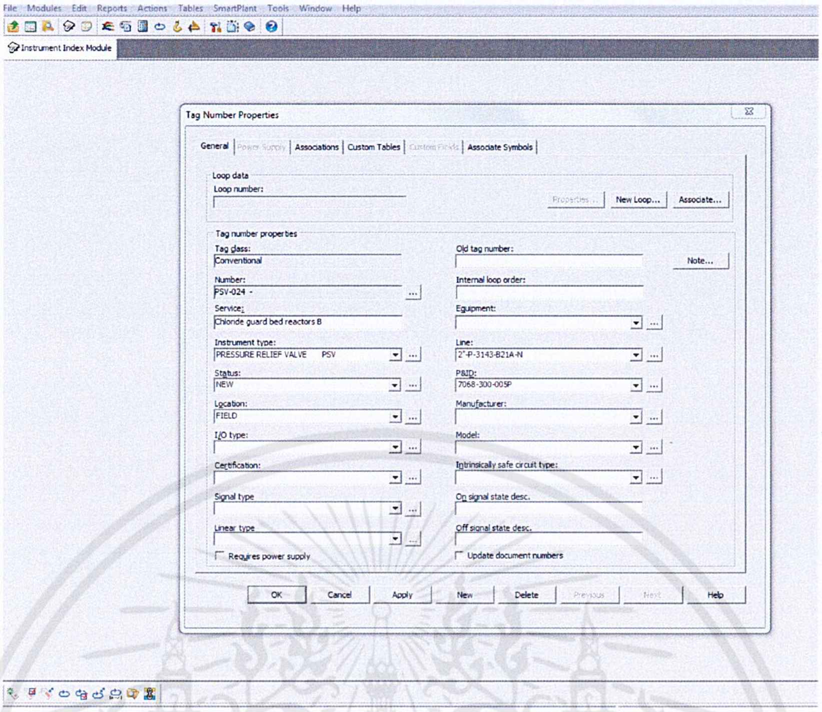
6. ใส่รายละเอียดของ Line



รูปที่ 3.15 แสดงหน้าโปรแกรมรายละเอียดของ Line

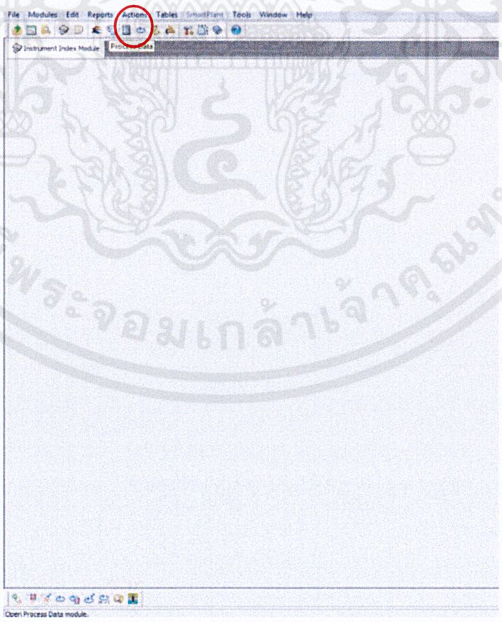
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ใส่รายละเอียดโดยรวมของ **Tag**



รูปที่ 3.16 แสดงหน้าโปรแกรมรายละเอียดรวมของ Tag

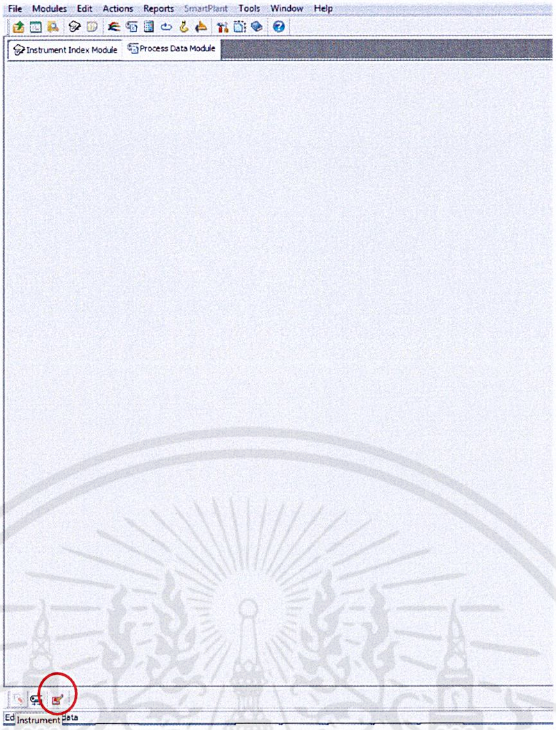
8. เมื่อใส่รายละเอียดครบแล้วคลิกที่ **"Process Data"**



รูปที่ 3.17 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก Process Data

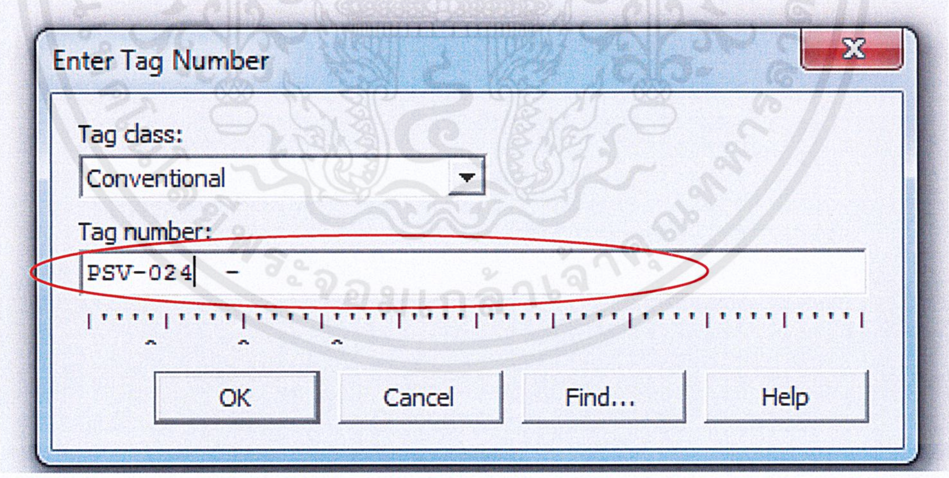
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. คลิกที่ “Instrument”



รูปที่ 3.18 แสดงหน้าโปรแกรมเมื่อเลือก Instrument

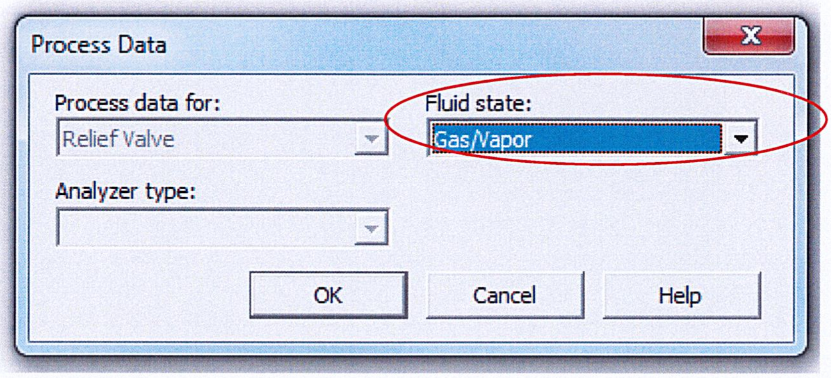
10. หาชื่อ Tag ที่สร้างไว้



รูปที่ 3.19 แสดงหน้าโปรแกรมหาชื่อ Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. เลือก "**Fluid State**"



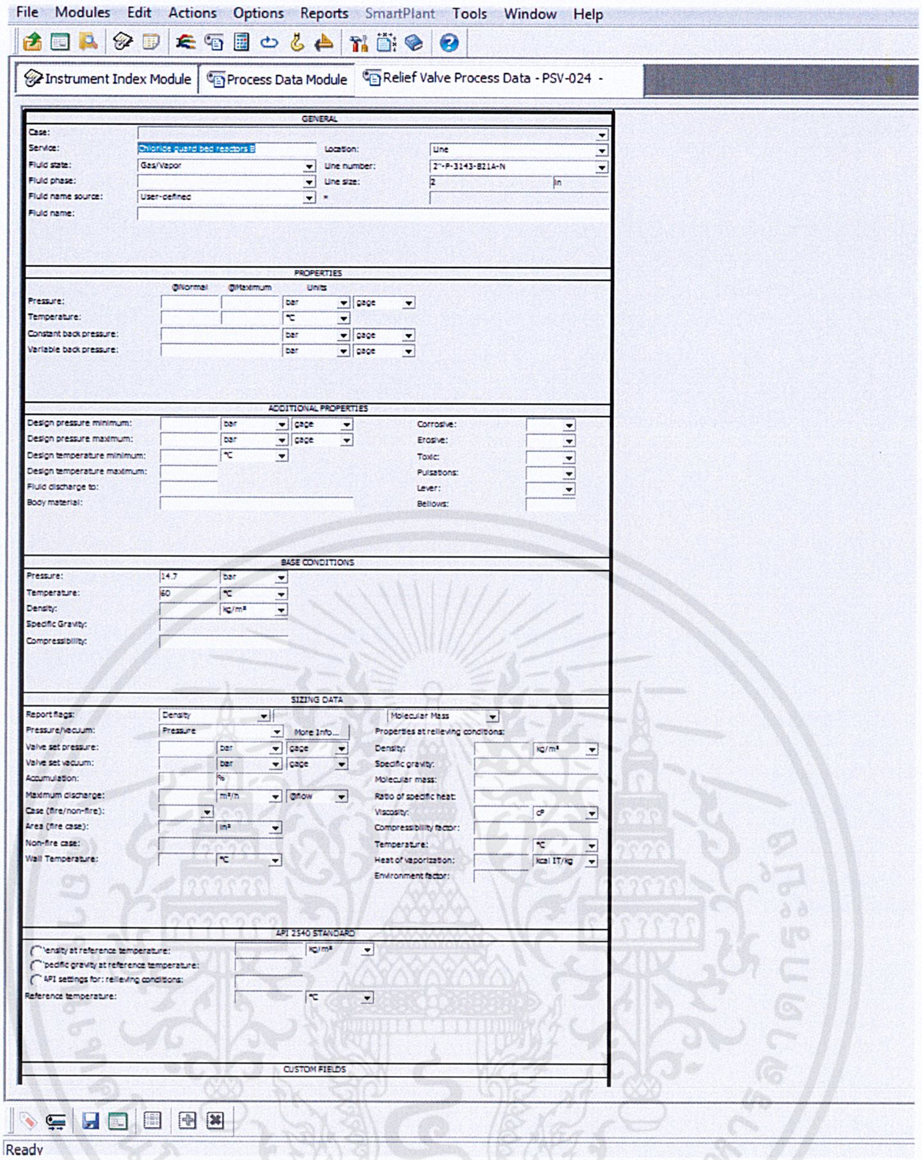
รูปที่ 3.20 แสดงหน้าโปรแกรมการเลือก Fluid State

12. ใส่รายละเอียดที่ได้จาก **Process Data** ลงในโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณ

13. คลิกที่ **Save** เพื่อทำการบันทึกข้อมูล

14. คลิกที่ **Report** เพื่อสร้างเอกสาร **Calculation Sheet**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงหน้าโปรแกรมก่อนทำการคำนวณ

3.2.4.6 การจัดทำ Datasheet

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ซึ่งการอออกแบบ Datasheet ต้องมีข้อมูลจาก General Specification ของลูกค้าประกอบในการนำมากำหนดความต้องการของเครื่องมือวัดแต่ละชนิด หากไม่มี General Specification จากลูกค้าต้องออกแบบจากสภาพแวดล้อมและการใช้งานให้เหมาะสมกับการทำงาน นอกจากข้อมูลจากลูกค้าแล้วยังต้องการ Process Data เพื่อออกแบบการเลือกเครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เช่น การเลือก Control Valve ต้องมี Calculation Sheet ที่คำนวณค่าต่าง ๆ ของการทำงาน รวมไปถึงการเลือกวัสดุของส่วนประกอบของวาล์ว เป็นต้น

ตัวอย่าง รูปแบบเอกสาร Datasheet สำหรับเครื่องมือวัดชนิดต่าง ๆ ที่จัดทำโดยใช้โปรแกรม Excel ซึ่งในส่วนที่ทำการไฮไลท์คือส่วนที่มีการเขียนโปรแกรมในแบบตัวเลือกในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	Tag No.	P&ID		PI-XXX1			-		
	2	Service			-					
	3	Line No. / Equipment No.	Ambient temperature		-				19.7 to 38.2 °C	
	4	Function	Area Classification	ATEX	-		Non-Hazardous		-	
Pipe Spec.	5	Inlet line size/schedule and ID	Outlet line size/schedule and ID		-	#N/A	mm	-	#N/A	mm
	6	Pipe class	Rating	Pipe material	-		-		-	
Fluid Properties	7	Name		Type	-				-	
	8	Corrosive	Erosive	Toxic			-		-	
Design Conditions	9	Pressure (minimum)	Pressure (maximum)			bar(g)		-	bar(g)	
	10	Temperature (minimum)	Temperature (maximum)			°C		-	°C	
Process Operating Conditions	11			Units	@ Minimum		@ Normal		@ Maximum	
	12	Pressure		bar(g)			-			
	13	Differential pressure		mbar			-			
	14	Temperature		°C			-			
	15	Temperature at gauge		°C			-			
	16	Viscosity		cP			-			
	17	Pourpoint		°C			-			
Gauge	18	Type			Bourdon tube					
	19	Calibration Range	Dial Size		-			100	mm	
	20	Dial Color	Housing Material		Black lettering on a white dial			304 SS		
	21	Ring Material	Blowout Protection		304 SS			Yes		
	22	Window material	Pressure Element Material		Laminated safety glass			316L SS		
	23	Socket Material	Instrument connection		316L SS			15 mm (1/2") MNPT		
	24	Movement Material	Over-range Protection		304 SS			130% of FS		
	25	Nominal Accuracy	Liquid Filling		±1% of Full Scale			Glycerine, (*)		
	26	Red mark @ design press.	Mounting		-			Direct bottom connection		
	27	Ingress protection			IP 65					
	28									
	29	Design pressure	Design temperature		*	bar(g)		*	°C	
Diaphragm Seal System	30	Manufacturer	Model		-			-		
	31	Type			-					
	32	Diaphragm size	Diaphragm material		-			-		
	33	Flange/body material	Process connections		-			-		
	34	Flange size	Bolting / gasket material		-			-		
	35	Flange rating	Flange finish		-			-		
	36	Fill fluid	Fill fluid operating temp. range		-			-		
	37	Material of Wetted Parts			-					
	38	Design pressure	Design temperature		-			-		
	39									
	40									
	41									
	42									
	43									
Manifold Valve	44	Manufacturer	Model		By Other					
	45	Type	Body material							
	46	Trim material	Packing material							
	47	Process connections								
	48	Drain/Vent connections								
	49	Bolting material	O-ring material							
	50	Standard	Tamper proof							
	51	Design pressure	Design temperature			bar(g)			°C	
Accessories	52	Pig tail model	Material		-			-		
	53	Gauge saver model	Material		-			-		
	54	Swivel adaptor model	Material		-			-		
	55	Pulsation damper model	Material		-			-		
	56	Stainless Steel Tag			-					
	57									
	58									
	59									
	60									
	61									
	62									
	63									
	64									
Bracket	65	Bracket type	Bracket code		-			-		
	66	Bracket material	Bracket bolting material		-			-		
Others	67	NACE MR 0175	Sketch	Technical spec.	-		-		-	
	68									
QA/QC	69	Minimum requirements			See ITP				-	
	70	Calibration	Calibration certificate		-			-		
Gauge	71	Manufacturer	Model	Assembly weight	*		*		*	

รูปที่ 3.22 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Pressure Gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group	No.	Item	Item	Item	Value	Value	Value
General	1	Tag No.	P&ID		TT-XXX1	-	
	2	Service			-		
	3	Line No. or Equipment No.	Ambient temperature		-	-	
	4	Function	Area Classification	ATEX	Indication	Non-Hazardous	-
Pipe Spec.	5	Line size / schedule			-		
	6	Pipe class	Rating	Pipe material	-	-	-
Fluid Properties	7	Name		Type	-		-
	8	Toxic	Corrosive	Erosive	-	-	-
Design Conditions	9	Pressure (minimum)	Pressure (maximum)		bar(g)	-	
	10	Temperature (minimum)	Temperature (maximum)		°C	-	°C
Process Operating Conditions	11	Operating temperature	Operating pressure		- °C	- bar(g)	
	12	Maximum fluid velocity	Density		- m/s	- kg/m3	
	13						
Scope	14	Scope of supply			Thermowell + RTD element + Transmitter		
Well	15	Construction	Connection	Connection size	Barstock Tapered	-	- mm
	16	Standard drawing	Insertion length 'U'	Bore diameter	Note 1	- mm	- mm
	17	Element connection			15 mm (1/2") FNPT		
	18	Well material	Overlay material		316L SS	-	
	19	Flange standard	Flange material		ANSI B16.5	316L SS	
	20	Flange rating	Flange facing finish		-	-	
	21	Wake frequency calculation	Thermowell stress calculation		Required	-	
	22	Thermowell collar			-		
	23	Plug and chain for test well	Polishing		-	-	
	24						
TC Element	25	Sensor type			-		
	26	Number of elements	Hot junction		-	-	
	27	Standard colour / calibration	Accuracy		-	-	
	28	Design	Well connection		-	-	
	29	Wire size	Extension leads material		-	-	
	30	Sheath material	Sheath filling material		-	-	
	31	Sheath diameter	Element length		-	-	
	32	Standard drawing			-		
	33	TC cable length to transmitter			-		
	34						
	35						
RTD Element	36	Sensor type			PT-100 3-wire		
	37	Number of elements	Hot junction		Dual	Unground/Insulation	
	38	Standard colour / calibration	Accuracy		IEC-60751	-	
	39	Design	Well connection		Spring loaded	-	
	40	Wire size	Extension leads material		-	-	
	41	Sheath material	Sheath filling material		-	-	
	42	Sheath diameter	Element length		- mm	To suit Thermowell	
	43	Standard drawing			-		
	44						
Element Head	45	Type	Material		Screw terminal box	Aluminium epoxy coated	
	46	Extension type	Extension material		Nipple Union Spring loaded type	316 SS	
	47	Cable entry	Ingress protection		M20 x 1.5	IP 65	
Transmitter	48	Type	Location		Smart / Intelligent	Remote Mounted	
	49	Input Signal	Output signal		RTD, PT-100 3-Wire	4-20 mA 2-wire + HART	
	50	Dual input configuration			-		
	51	Lower range value	Upper range value		0 °C	100 °C	
	52	Write protection	Failure mode (Burnout)		-	-	
	53	Calibration standard	Accuracy		IEC-60751	< ±0.25% of Full scale	
	54	Electronic housing material	Integral indicator		Aluminium epoxy coated	Yes LCD Display in Eng. Unit	
	55	Cable glands	Cable entry		-	M20 x 1.5	
	56	Ex plosion proof classification	Ingress protection		-	IP 65	
	57	Lightning protection			-		
	58	Manufacturer	Model		*	*	
	59						
Accessories	60	Stainless Steel Tag			-		
	61				-		
	62				-		
	63				-		
Bracket	64	Bracket type	Bracket code		2" Pipe mounting	-	
	65	Bracket material	Bracket bolting material		SS	SS	
Others	66	NACE MR 0175	Technical spec.		-	-	
	67	Configuration LRV, URV, span, burnout, NAMUR			Preset at factory		
	68		FMEDA Report	Minimum SFF		-	-
QA/QC	69	Minimum requirements	PED class		See ITP	-	
	70	X-Ray on welding	Hydrostatic test well		-	-	
	71						

รูปที่ 3.23 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Temperature Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	Tag No.	P&ID		PT-XXX1		-	
	2	Service			-			
	3	Line No. / Equipment No.	Ambient temperature		-			-
	4	Function	Area Classification	ATEX	Indication	Non Hazardous		-
Pipe Spec.	5	Inlet line size/schedule and ID	Outlet line size/schedule and ID		-	#N/A mm	-	#N/A mm
	6	Pipe class	Rating	Pipe material	-	-		-
Fluid Properties	7	Name		Type	-			-
	8	Corrosive	Erosive	Toxic	-	-		-
Design Conditions	9	Pressure (minimum)	Pressure (maximum)			bar(g)	-	bar(g)
	10	Temperature (minimum)	Temperature (maximum)			°C	-	°C
Process Operating Conditions	11			Units	@ Minimum	@ Normal		@ Maximum
	12	Pressure		bar(g)		-		
	13	Differential pressure		mbar		-		
	14	Flow rate		m^3/h		-		
	15	Temperature		°C		-		
	16	Temperature at transmitter		°C		-		
	17	Viscosity	Pourpoint		-	cP	-	°C
Transmitter	18	Type	Measured variable		Pressure Transmitter		Gauge Pressure	
	19	Electronics	Output signal		Smart / Intelligent		4-20 mA 2-wire + HART	
	20	Output signal of flow dp-transmitter			-			
	21	Lower range value	Upper range value		-	bar	-	bar
	22	Write protection	Failure mode (Burnout)		-		-	
	23	Transmitter min. to max. span	Accuracy		Mfr. Std.		< ±0.25% of Full scale	
	24	Sensor type	Isolating diaphragm material		Silicone oil		316L SS	
	25	Process connection			1/2" FNPT			
	26	Process flange type	Process flange material		-		-	
	27	Flange adaptors	Drain & vent valve		-		-	
	28	Bolting material	Wetted O-ring material		-		-	
	29	Electronic housing (case)material	Integral indicator		Aluminium		Yes Digital LCD with Eng. Units	
	30	Cable glands	Cable entry		-		M20 x 1.5	
	31	Explosion proof classification	Ingress protection		-		IP 65	
	32	Lightning protection	Make / model		-		-	
	33							
Diaphragm Seal System	34	Type	Diaphragm material		Flange Seal		316L SS	
	35	Diaphragm location			-			
	36	Diaphragm size	Process connections		-		-	
	37	Flange/body material	Bolting / gasket material		316L SS		316L SS	
	38	Flange size	Flange rating&finish		-		-	-
	39	Flushing connection on seal	Number of flushing conn. + size		-		-	
	40	Flushing ring material	Number of flushing conn. + size		By other		By other	
	41	Capilliary material	Capillary length		-		-	
	42	Instr. conn. capilliary	Inside diameter capillary		-		-	
	43	Fill fluid	Fill fluid operating temp. range		-		-	
	44	Manufacturer	Model		*		*	
	45	Design pressure	Design temperature		-		-	
Manifold Valve	46	Type	Body material		-		-	
	47	Trim material	Packing material		-		-	
	48	O-ring material	Process connections		-		-	
	49	Bolting material	Drain & vent connections		-		-	
	50	Standard	Tamper proof		-		-	
	51							
	52	Manufacturer	Model		-		-	
	53	Design pressure	Design temperature		-	bar(g)	-	°C
Protection Box	54	Type	Material		-		-	
	55	Window	Mounting detail		-		-	
	56	Heating element	Connections		-		-	
	57	Insulation inside box			-			
	58	Pre-installation transmitter	Manifold mounting		-		-	
	59	Tag plate text			-			
	60							
	61	Manufacturer	Model		-		-	
Bracket	62	Bracket type	Bracket code		2" Pipe mounting		-	
	63	Bracket material	Bracket bolting material		SS		SS	
Others	64	NACE MR 0175	Sketch	Technical spec.	-	-		-
	65	Configuration LRV, URV, span, burnout, NAMUR			Preset at factory			
	66		FMEDA Report	Minimum SFF		-		-
QA/QC	67	Minimum requirements			See ITP	-		
	68	Calibration	Calibration certificate		-		-	
	69							
	70							
Transmitter	71	Manufacturer	Model	Assembly weight	*	*		*

รูปที่ 3.24 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Pressure Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Group	No.	Description	Data
General	1	Tag No.; P&ID	FCV-XXX1; -
	2	Service	-
	3	Line No.; Ambient temp. (Min/Avg/Max)	-; -
	4	Function; Area Classification; ATEX	Control; Non Hazardous; -
Pipe Line	5	Inlet line size/schedule and ID; Outlet line size/schedule and ID	-; #N/A; mm; -; #N/A; mm
	6	Pipe class; Rating; Pipe material	-; -; -
Fluid Properties	7	Name; Type	-; -
	8	Corrosive; Erosive; Toxic	-; -; -
Design Conditions	9	Pressure (minimum); Pressure (maximum)	-; bar(g)
	10	Temperature (minimum); Temperature (maximum)	-; °C
Process	11	Mol weight; Compressibility Z; Isentropic exponent k	-; g/mol; -; -
	12	Critical temperature; Critical pressure	-; °C; -; bar(a)
	13	Units	@ minimum flow; @ normal flow; @maximum flow
	14	Flow Rate (Min /Nor / Max); m3/h	-; -; -
	15	Operating Pressure (Min / Nor / Max); bar(g)	-; -; -
	16	Differential Pressure; bar	-; -; -
	17	Operating Temperature (Min / Nor / Max); °C	-; -; -
	18	Inlet Density / SP Gavity @ Oper.Cond.; kg/m3	-; -; -
	19	Inlet Vapour Pressure; bar(a)	-; -; -
	20	Inlet Viscosity; cP	-; -; -
	21	Flash; weight %	-; -; -
	22		
Valve Operating Conditions	23	Max Calculated capacity - Flow Coefficient; Cv	-; -; -
	24	Liquid pressure recovery factor; Fl	-; -; -
	25	Valve opening (stroke); %	-; -; -
	26	Sound pressure Level @ 1 metre; dB(A)	-; <50; <50
Base Conditions	27	Base pressure; Base temperature	-; -
	28	Density @ base; Compressibility Z @ base	-; -
Body	29	Type; Size	Globe valve
	30	Body material; Body rating	316L SST; -
	31	Connection (End) type; Connection rating / finish	-; -; -
	32	Face-Face dimension; Port Type/No. of port	ASME B16.10; Standard / 1
	33	Bolting material; Body seal / gasket	ASTM A193-B8M; Metal/PTFE
	34	Nut material	ASTM A194-Gr.8M
Bonnet	35	Type; Bonnet material	Standard; 316L SST
	36	Gasket material; Packing arrangement	See Note 1; Standard
	37	Packing type; Packing material	Spring Loaded V ring; PTFE
	38		
Trim	39	Type; Size; Cv	Globe; -; *
	40	Special trim; Design; Stages	-; -; -
	41	Characteristic; Seat leakage (Tightness)class	=%; Class IV
	42	Flow Tending to; Balanced	Open; -
	43	Plug/ball/disc material; Seat material	Nitronic 60; Metal / SST 316
	44	Extend of hard facing	-
	45	Mechanical limit stop	-
Actuator	46	Type; Material	Diaphragm - spring; Mfr. Std.
	47	Model / size; Orientation / sketch	*; -
	48	Instr. Air press. for sizing; Max. shut-off pressure diff.	-; bar(g); -; bar(g)
	49	On air failure valve to; Stroking time: to open / to close	-; -
	50	Handwheel; Location; Type	-; -; -
	51		
Positioner	52	Type; Manufacturer / model	Electro-pneumatic Smart type; *
	53	Input signal; Action	4-20 mA + HART 2-wire 24 VDC; Single/Direct
	54	Explosion proof execution; Ingress protection	-; IP 54 (TBC)
	55	Pneumatic connection; Electrical connection	1/4"-18NPT; M20 x 1.5
	56	Lightning protection	-
Accessories	57	Air filter pressure regulator/size; Manufacturer / model	Yes; 1/4" (6mm) NPT; *
	58	Quick exhaust; Booster	-; -
	59	SOV; Material; Conn.; Model; Power; Ex.proof	-; -; -; -; -; -
	60	Downstream noise attenuator; Dimensions and connections	-; -
	61	Limit switches type / position; Model; Ex. proof execution	-; -; -
	62	Position transmitter type; Model; Ex. proof execution	-; -; -
	63	Instr. Air tubing + fitting material; Type / make fittings	Nylon Tubing (TBC); Push-in / Vend. Std.
	64	Electrical connections	M20 x 1.5
	65		
Others	66	NACE MR 0175; Sketch; Technical spec.	-; -; -
	67	Fire safe body; Fire safe packing; Fire safe actuator	Non Fire safe body; -; -
QA/QC	68	Minimum requirements; PED class	See ITP; -
	69	X-Ray on BWE; X-Ray on welding; X-Ray on body	-; -; -
Valve	1	Manufacturer; Model; Assembly weight	*; *; *
	2	PO Number	

รูปที่ 3.25 แสดงตัวอย่าง Datasheet ของ Control Valve

3.2.4.7 การจัดทำ Material Take-Off (MTO)

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document โดยทั่วไปในการจัดทำเอกสาร MTO ต้องมีข้อมูลจาก Installation Detail, Hook-Up Diagram หรือ Typical Installation เพื่อจัดเป็นรายการวัสดุที่จำเป็นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนั้นรายละเอียดในเอกสารจึงต้องครอบคลุมวัสดุและส่วนประกอบในงานหลัก ๆ ดังนี้

1. Instrument Item แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดหลัก ๆ เช่น วัสดุ ขนาด และ ชนิดที่ใช้ เป็นต้น

2. Tubing แสดงชนิด วัสดุ และ ชิ้นส่วนในการติดตั้งของ Tube

3. Installation แสดงรายละเอียดของชิ้นส่วนที่ใช้ในการติดตั้ง เช่น Instrument Installation & Support มี Stanchion เพื่อติดตั้ง Transmitter, Junction Boxes Installation และ Support ต่าง ๆ

4. Cable แสดงรายละเอียด ชนิด และ ความยาวของสายสัญญาณที่ใช้รวมถึงรายละเอียดของชิ้นส่วนติดตั้ง เช่น Cable Glands เป็นต้น

5. Cable Tray แสดงรายละเอียด ชนิด ความยาว และ จำนวนของ tray ที่ใช้ในรวมถึงรายละเอียดของชิ้นส่วนติดตั้ง

หากเป็นงานที่รายละเอียดเยอะหรือมีขอบเขตที่กว้างรูปแบบของ MTO จะต่างออกไปโดยการแยกเอกสารแต่ละชนิดออกจากกัน ตัวอย่าง การทำ MTO แบบแยกหัวข้อ ได้ดังนี้

REV. No.	ITEM No.	ITEM CODE No.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	MODEL NO.	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
	A/1	SOV-10016	SOLENOID VALVE, 345BAR, SUBBASE MOUNTING, 2 - WAY, 2 - POSITION, NORMALLY CLOSED, PERFLUOROELASTOMER SEALS,EXD, ATEX EX II 2 GD - IECEX, 24VDC, 1.5 WATTS, 1/2" NPT SUBBASE, VALVE FITTED WITH INCONEL PINS / SEATS AND KALREZ O-RINGS FOR USE WITH CHEMICAL INJECTION SYSTEMS TAG NO. SOV-10016	BIFOLD (TBC)	VTA	EA	1	0	1	
	B/1	102LN	3/8" X 0.035" W.T 904LSS NACE TUBING AS PER ASTM A269, SEAMLESS, FULLY ANNEALED (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	904L-T6-S-035-6ME (VTA)	M	580	116	696	
	B/2	104LN	3/8" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING AS PER ASTM A269, SEAMLESS, FULLY ANNEALED (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	904L-T6-S-065-6ME (VTA)	M	480	96	576	
	B/3	106LN	1/2" X 0.035" W.T 904LSS NACE TUBING AS PER ASTM A269, SEAMLESS, FULLY ANNEALED (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	904L-T8-S-035-6ME (VTA)	M	607	121	728	
	B/4	108LN	1/2" X 0.065" W.T 904LSS NACE TUBING AS PER ASTM A269, SEAMLESS, FULLY ANNEALED (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	904L-T8-S-065-6ME (VTA)	M	2306	461	2767	
	B/5	1010LN	3/4" X 0.109" W.T 904LSS NACE TUBING AS PER ASTM A269, SEAMLESS, FULLY ANNEALED (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	904L-T12-S-109-6ME (VTA)	M	10	2	12	
	C/1	112SN	3/8" OD, TUBING UNION TEE, 316SS, COMP. TYPE WITH DOUBLE FERRULES (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	SS-600-3 (VTA)	EA	153	31	184	
	C/2	113SN	1/2" OD, TUBING UNION TEE, 316SS, COMP. TYPE WITH DOUBLE FERRULES (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	SS-810-3 (VTA)	EA	93	19	112	
	C/3	114SN	1/2" FNPT, TEE NIPPLE, 316SS (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	SS-8-T (VTA)	EA	60	12	72	
	C/4	115SN	1/2" MNPT, HEX NIPPLE, 316SS, (NACE COMPLIANT).	SWAGELOK (TBC)	SS-8-HN (VTA)	EA	60	12	72	

รูปที่ 3.26 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Tubing, Fitting และ Valve

REV. No.	ITEM No.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	MODEL NO.	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
	1	ROXTEC, S EX 6x3 FRAMES 180 x 120 mm, Mild steel	ROXTEC (TBC)	S 6x3 Ex PRIMED (VTA)	EA	1	0	1	
	2	ROXTEC WEDGE EX, ACID PROOF GALVANIZED, 29~48(H) x 120(W) mm.	ROXTEC (TBC)	Wedge 120 Ex GALV (VTA)	EA	3	1	4	
	3	ROXTEC STAYPLATE, GALVANIZED, 5(H) x 120(W) mm.	ROXTEC (TBC)	STAYPLATE 120 GALV (VTA)	EA	18	4	22	
	4	ROXTEC RM Ex modules 20(H) x 20(W) x 60(D) mm.	ROXTEC (TBC)	RM 20 Ex (VTA)	EA	30	6	36	
	5	ROXTEC RM Ex modules 30(H) x 30(W) x 60(D) mm.	ROXTEC (TBC)	RM 30 Ex (VTA)	EA	32	6	38	
	6	ROXTEC RM Ex modules 40(H) x 40(W) x 60(D) mm.	ROXTEC (TBC)	RM 40 Ex (VTA)	EA	15	3	18	
	7	ROXTEC LUBRICANT 25 ml	ROXTEC (TBC)	LUBRICANT 25 ml (VTA)	EA	3	1	4	

รูปที่ 3.27 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ MCT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV. No.	ITEM No.	ITEM CODE No.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	MODEL NO.	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
	1	JN8	BFCU(c) INSTRUMENT CABLE, F&G NON I.S. CABLE, 150/250V, FIRE RESISTANT, FLAME RETARDANT, OVERALL SCREEN, STANDARD COPPER, SILICONE RUBBER INSUL., GLASS SILK TAPE, THERMOPLASTIC INNER SHEATH, GALVANISED STEEL WIRE BRAID (GSWB) PVC TYPE OVERALL SHEATH AS PER IEC-60331 & IEC-60332.							
	1.1	JN8	1 Pair x 1.0 mm²	General Cable (TBC)	BFCU(c) S4/S8 (VTA)	Meter	1324	265	1589	
	1.2	JN8	2 Pair x 1.0 mm²	General Cable (TBC)	BFCU(c) S4/S8 (VTA)	Meter	1687	337	2024	
	1.3	JN8	8 Pair x 1.0 mm²	General Cable (TBC)	BFCU(c) S4/S8 (VTA)	Meter	75	15	90	
	1.4	JN8	1 Pair x 1.5 mm²	General Cable (TBC)	BFCU(c) S4/S8 (VTA)	Meter	1947	389	2336	
	2	JN5	BFCU(i) INSTRUMENT CABLE, F&G NON I.S. CABLE, 150/250V, FIRE RESISTANT, FLAME RETARDANT, INDIVIDUAL & OVERALL SCREEN, STANDARD COPPER, SILICONE RUBBER INSUL., GLASS SILK TAPE, THERMOPLASTIC INNER SHEATH, GALVANISED STEEL WIRE BRAID (GSWB) PVC TYPE OVERALL SHEATH AS PER IEC-60331 & IEC-60332.							
	2.1	JN5	1 Pairs x 1.0 mm²	General Cable (TBC)	BFCU(i) S3/S7 (VTA)	Meter	1815	363	2178	
	2.2	JN5	8 Pairs x 1.0 mm²	General Cable (TBC)	BFCU(i) S3/S7 (VTA)	Meter	45	9	54	

รูปที่ 3.28 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable

REV. No.	ITEM No.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	MODEL NO.	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
C1	1	CABLE GLAND SIZE : M20 EEx"d"CERTIFIED, BRASS NICKEL PLATED C/W LOCKNUT, EARTHTAG, RED FIBRE WASHWER, SEALING COMPOUND, HEAT SHRINK PVC PROTECTIVE SLEEVE. SUITABLE FOR STEEL WIRE BRAID CABLE.	HAWKE (TBC)	501/453/UNIV/Os/M20 (VTA)	EA	324	32	356	SPARE (10%)
C1	2	CABLE GLAND SIZE : M20 EEx"d"CERTIFIED , BRASS NICKEL PLATED C/W LOCKNUT, EARTHTAG, RED FIBRE WASHWER, SEALING COMPOUND, HEAT SHRINK PVC PROTECTIVE SLEEVE. SUITABLE FOR STEEL WIRE BRAID CABLE.	HAWKE (TBC)	501/453/UNIV/O/M20 (VTA)	EA	298	30	328	SPARE (10%)
C1	3	CABLE GLAND SIZE : M20 EEx"d"CERTIFIED , BRASS NICKEL PLATED C/W LOCKNUT, EARTHTAG, RED FIBRE WASHWER, SEALING COMPOUND, HEAT SHRINK PVC PROTECTIVE SLEEVE. SUITABLE FOR STEEL WIRE BRAID CABLE.	HAWKE (TBC)	501/453/UNIV/A/M20 (VTA)	EA	180	36	216	
C1	4	CABLE GLAND SIZE : M25 EEx"d" CERTIFIED , BRASS NICKEL PLATED C/W LOCKNUT, EARTHTAG, RED FIBRE WASHWER, SEALING COMPOUND, HEAT SHRINK PVC PROTECTIVE SLEEVE. SUITABLE FOR STEEL WIRE BRAID CABLE.	HAWKE (TBC)	501/453/UNIV/B/M25 (VTA)	EA	22	4	26	
C1	5	CABLE GLAND SIZE : M32 EEx"d" CERTIFIED , BRASS NICKEL PLATED C/W LOCKNUT, EARTHTAG, RED FIBRE WASHWER, SEALING COMPOUND, HEAT SHRINK PVC PROTECTIVE SLEEVE. SUITABLE FOR STEEL WIRE BRAID CABLE.	HAWKE (TBC)	501/453/UNIV/C/M32 (VTA)	EA	24	5	29	
	6	CABLE GLAND SIZE : M20 EEx"d" CERTIFIED , BRASS NICKEL PLATED C/W LOCK NUT, SEALING COMPOUND, HEAT SHRINK PVC PROTECTIVE SLEEVE. SUITABLE FOR NON STEEL WIRE BRAID CABLE OR NON ARMOURED.	HAWKE (TBC)	501/421/O/M20 (VTA)	EA	28	6	34	

รูปที่ 3.29 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable Gland

REV. No.	ITEM No.	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
	1	CABLE MARKER PLATE, WIDTH = 15.00 MM LENGTH = 90.00 MM, 0.6t, SS316L	PACK (100pcs)	15	3	18	VENDOR SHALL PROVIDE WITH CABLE TAG NUMBER
	2	CABLE TIES, TYPE 316SS, WIDTH = 0.276", LENGTH = 6"	PACK (100pcs)	30	6	36	FOR CABLE MARKER
	3	CABLE LUGS, HIGH CONDUCTIVE COPPER, INSULATED FORK TYPE, CONDUCTOR SIZE 0.5-1.5 mm²	PACK (100pcs)	2	1	3	
	4	CABLE LUGS, HIGH CONDUCTIVE COPPER, INSULATED FORK TYPE, CONDUCTOR SIZE 1.5-2.5 mm²	PACK (100pcs)	2	1	3	
	5	CABLE LUGS, HIGH CONDUCTIVE COPPER, INSULATED PIN TYPE, CONDUCTOR SIZE 0.5-1.5 mm²	PACK (100pcs)	2	1	3	
	6	CABLE LUGS, HIGH CONDUCTIVE COPPER, INSULATED PIN TYPE, CONDUCTOR SIZE 1.5-2.5 mm²	PACK (100pcs)	2	1	3	

รูปที่ 3.30 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable Accessories

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV. No.	ITEM No.	DESCRIPTION	MANUFACTURER	MODEL NO.	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
	1	JUNCTION BOX FOR SIGNAL ESD RIG DRILLING MODULE (HS-10906), EExe WITH TERMINAL, MINIMUM 6 TERMINAL, MATERIAL 316SS, 24VDC, TERMINALS SIZE 2.5 SQ.MM, IP65,MINIMUM 2 x M20, ATEX CERTIFIED AND INCLUDED LABELLED USING ENGRAVED TRAPHOLYTE PLATES RED BACKGROUND WITH WHITE LETTERS. TAG NO. SBN-WP10-016	TBC	VTA	EA	1	0	1	

รูปที่ 3.31 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Junction Box

REV. No.	ITEM No.	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
	A	CABLE TRAY SYSTEM					
	A/1	STRAIGHT CABLE TRAY SIZE 400mm.(W) x 100mm.(H) x 3000mm.(L) (PERFORATED TYPE), MATERIAL : GLASS REINFORCED POLYESTER (GRP)	EA (3m/ea)	22	4	27	
	A/2	STRAIGHT CABLE TRAY SIZE 300mm.(W) x 100mm.(H) x 3000mm.(L) (PERFORATED TYPE), MATERIAL : GLASS REINFORCED POLYESTER (GRP)	EA (3m/ea)	28	6	34	
	A/3	STRAIGHT CABLE TRAY SIZE 200mm.(W) x 100mm.(H) x 3000mm.(L) (PERFORATED TYPE), MATERIAL : GLASS REINFORCED POLYESTER (GRP)	EA (3m/ea)	12	2	14	
	A/4	STRAIGHT CABLE TRAY SIZE 150mm.(W) x 100mm.(H) x 3000mm.(L) (PERFORATED TYPE), MATERIAL : GLASS REINFORCED POLYESTER (GRP)	EA (3m/ea)	60	12	72	

รูปที่ 3.32 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Cable/Tubing Tray

REV. No.	ITEM No.	DESCRIPTION	UNIT	QUANTITY	CONSTRUCTION SPARE (20%)	TOTAL	REMARK
C1	1	STEEL ANGLE 75MM X 75MM X 9 THK, CS, 6 M./EA. LONG	EA	100	20	120	
	2	STEEL ANGLE 50MM X 50MM X 6 THK, CS, 6 M./EA. LONG	EA	250	50	300	
	3	STEEL PLATE FOR PANEL PLATE 1000MM X 1250MM X 6THK, CS	EA	3	1	4	
	4	C CHANNEL STEEL 100MM X 50MM X 50MM X 5 THK, CS, 6 M./EA. LONG	EA	27	5	32	
	5	FLAT BAR FOR ENGRAVED TAG, 50MM X 100MM X 6THK, CS	EA	150	30	180	
	6	STEEL PLATE FOR DECK PENETRATION 150MM X 800MM 6THK, CS	EA	15	3	18	
C1	7	STEEL PLATE FOR EARTH PLATE 300MM X 600MM 6THK, 316SS (EARTH PLATE, SIZE 25MM X 60MM, 316SS, QTY 150 EA)	EA	3	1	4	

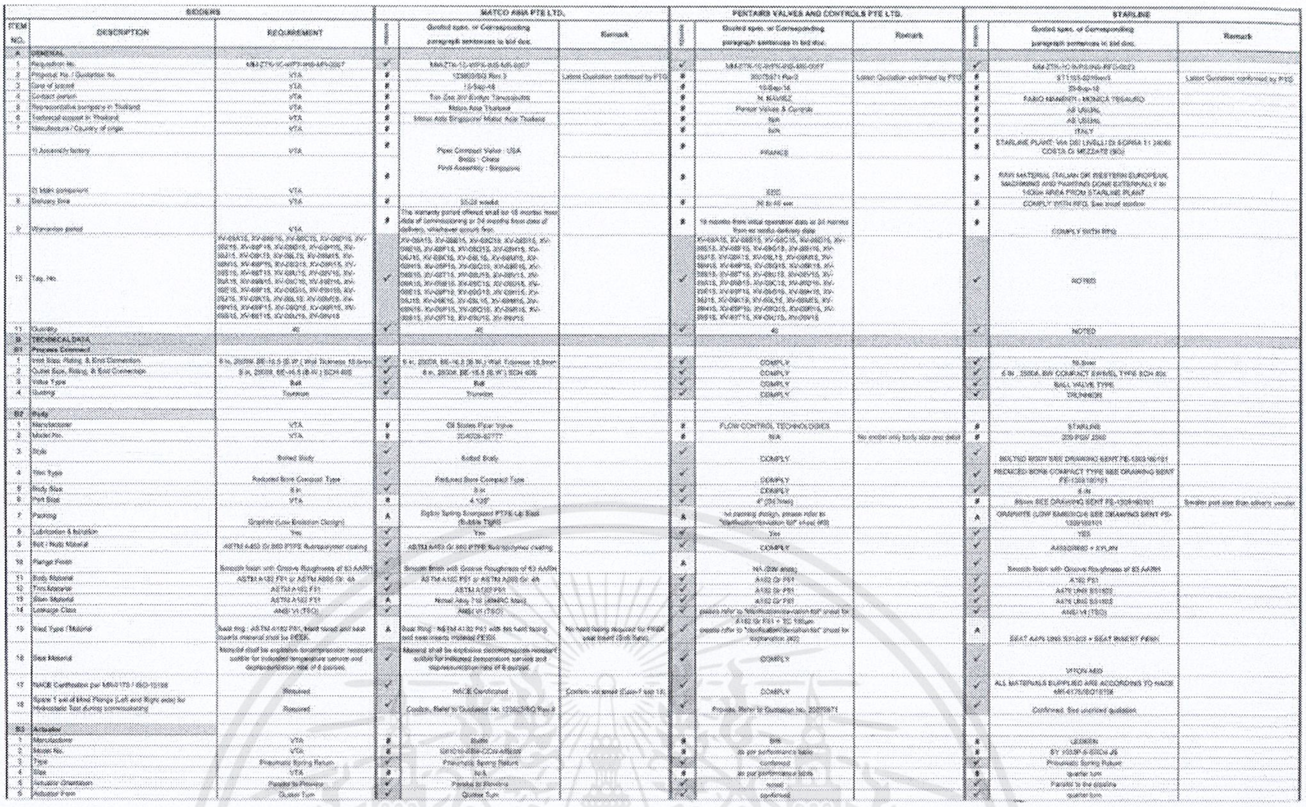
รูปที่ 3.33 แสดง MTO ตัวอย่างรายละเอียดของ Support Steel

3.2.4.8 Technical Bid Evaluation

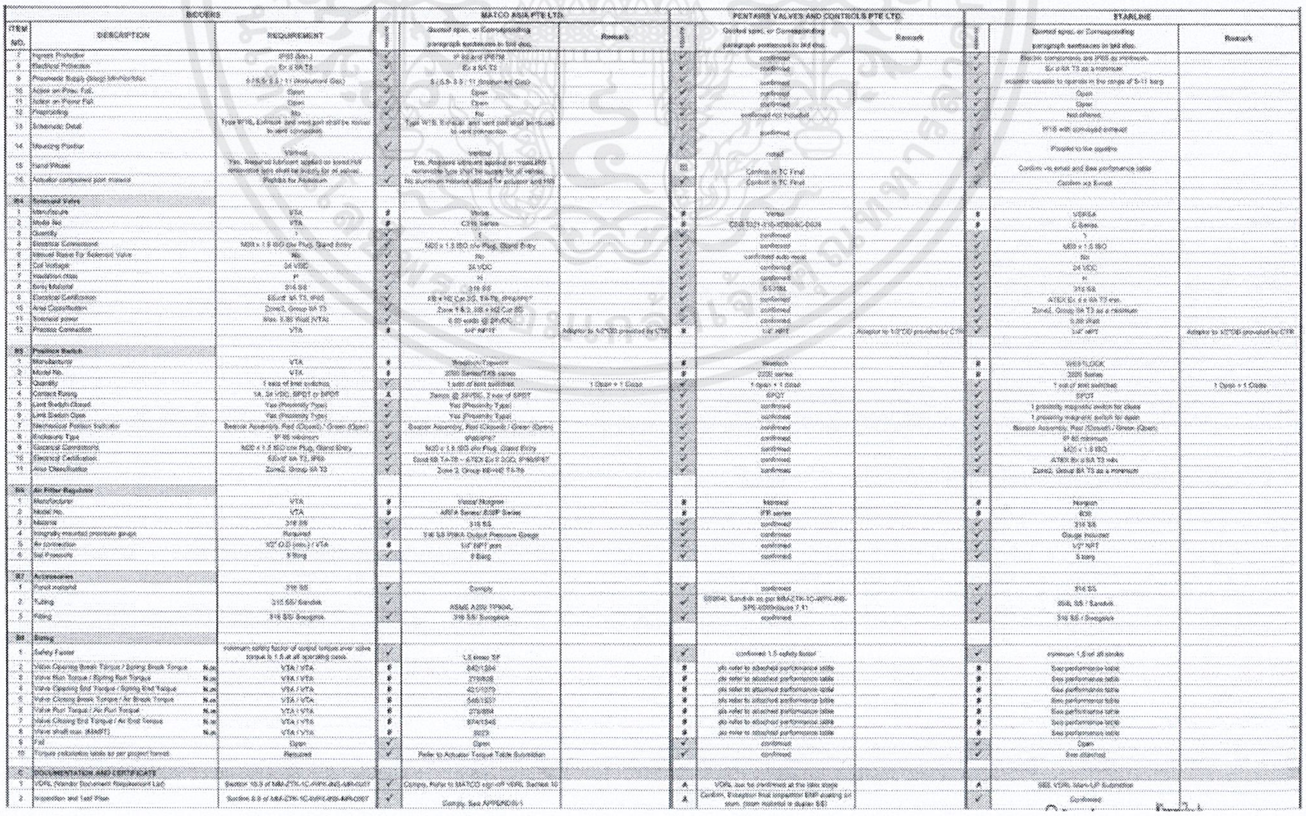
ในขั้นตอนการจัดซื้อ จำเป็นต้องมีการจัดทำเอกสาร Technical Bid Evaluation (TBE) เพื่อเป็นการประเมินสินค้าของผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) โดยการนำข้อมูลรายละเอียดจากเอกสาร Datasheet มาเป็นเกณฑ์ในการกำหนดความต้องการ แล้วนำข้อมูลรายละเอียดที่ผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) เสนอมาประเมินในรูปแบบตารางเปรียบเทียบ

ตัวอย่างการทำ Technical Bid Evaluation ของ Actuated Compact Ball Valves ที่ทำการเปรียบเทียบรายละเอียดของ Vendor ทั้งสามที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

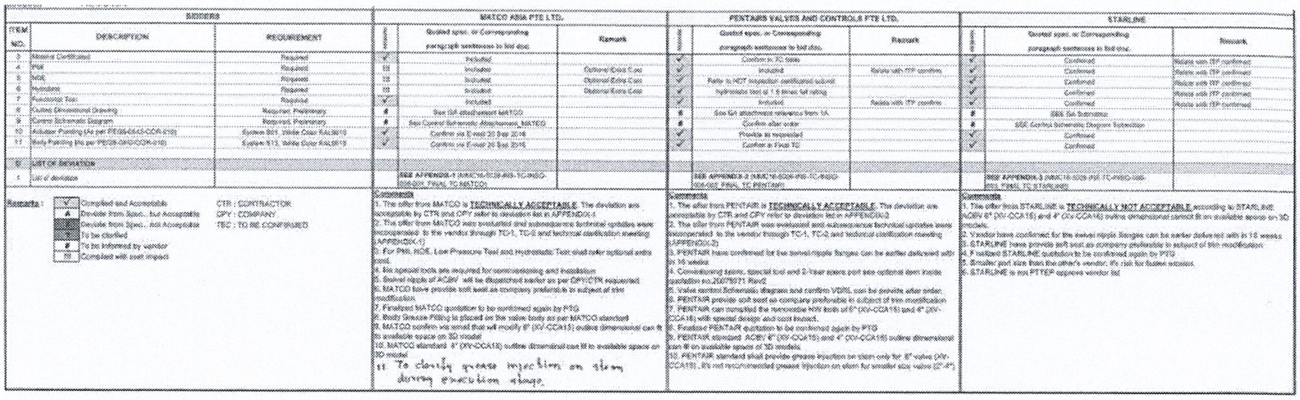


รูปที่ 3.34 แสดงตัวอย่างรายละเอียด TBE ของ Actuated Compact Ball Valves



รูปที่ 3.35 แสดงตัวอย่างรายละเอียด TBE ของ Actuated Compact Ball Valves (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 แสดงตัวอย่างรายละเอียด TBE ของ Actuated Compact Ball Valves (ต่อ)

3.2.4.9 Specification

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่อธิบายรายละเอียดเฉพาะเจาะจงของแต่ละเครื่องมือวัด เช่น ระบบ การติดตั้งเครื่องมือวัด วาล์วชนิดต่าง ๆ สายเคเบิ้ล ระบบตรวจจับไฟและแก๊ส รวมไปถึงอุปกรณ์หรือระบบเฉพาะที่ใช้ในงานโดยจะอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับ Code & Standard ที่ใช้ในงาน ขอบเขตความต้องการด้านเทคนิค การทดสอบต่าง ๆ รวมไปถึงเอกสารที่ต้องการจากผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor)

3.2.4.10 Material Requisition

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับความรับผิดชอบและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัดของผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) การตรวจสอบและทดสอบ ซึ่งจุดประสงค์ของการทำ Material Requisition คือเอกสารเสนอราคาและรายละเอียดที่ต้องอะไร เช่น ขนาดและวัสดุที่ใช้เป็นต้น โดยแบ่งลักษณะเอกสารออกเป็น 2 แบบ

1. Full Form แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดที่ต้องการ มาตรฐานที่กำหนดไว้ทั้งฝั่งผู้ซื้อและผู้ขาย (Inspection or QC) และ เอกสารอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาการจัดส่งของ รายความคืบหน้า (Progress Report)
2. Short Form แสดงรายละเอียดของอุปกรณ์เครื่องมือวัดแบบคร่าว ๆ ส่วนมากใช้กับงานแบบ Brown Field หรือ งานที่มีการต่อเติมเพิ่มหรือแก้ไขโดยมีการสั่งซื้ออุปกรณ์เครื่องมือวัดหรือระบบเพิ่มเข้ากับงานเดิม

3.2.4.11 Philosophy

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Document ที่ระบุขอบเขตของงานที่เกี่ยวกับงานระบบ (System) ชนิดต่าง ๆ และกรอบในการทำงาน (Scope of Work) เช่น การสร้าง Platform มีระบบควบคุมที่ใช้ในงานชนิดไหน มีระบบไรบ้าง ระบบสำรอง (Redundancy) ที่ต้องการใช้กับอุปกรณ์อะไรบ้าง นอกจากนี้การ

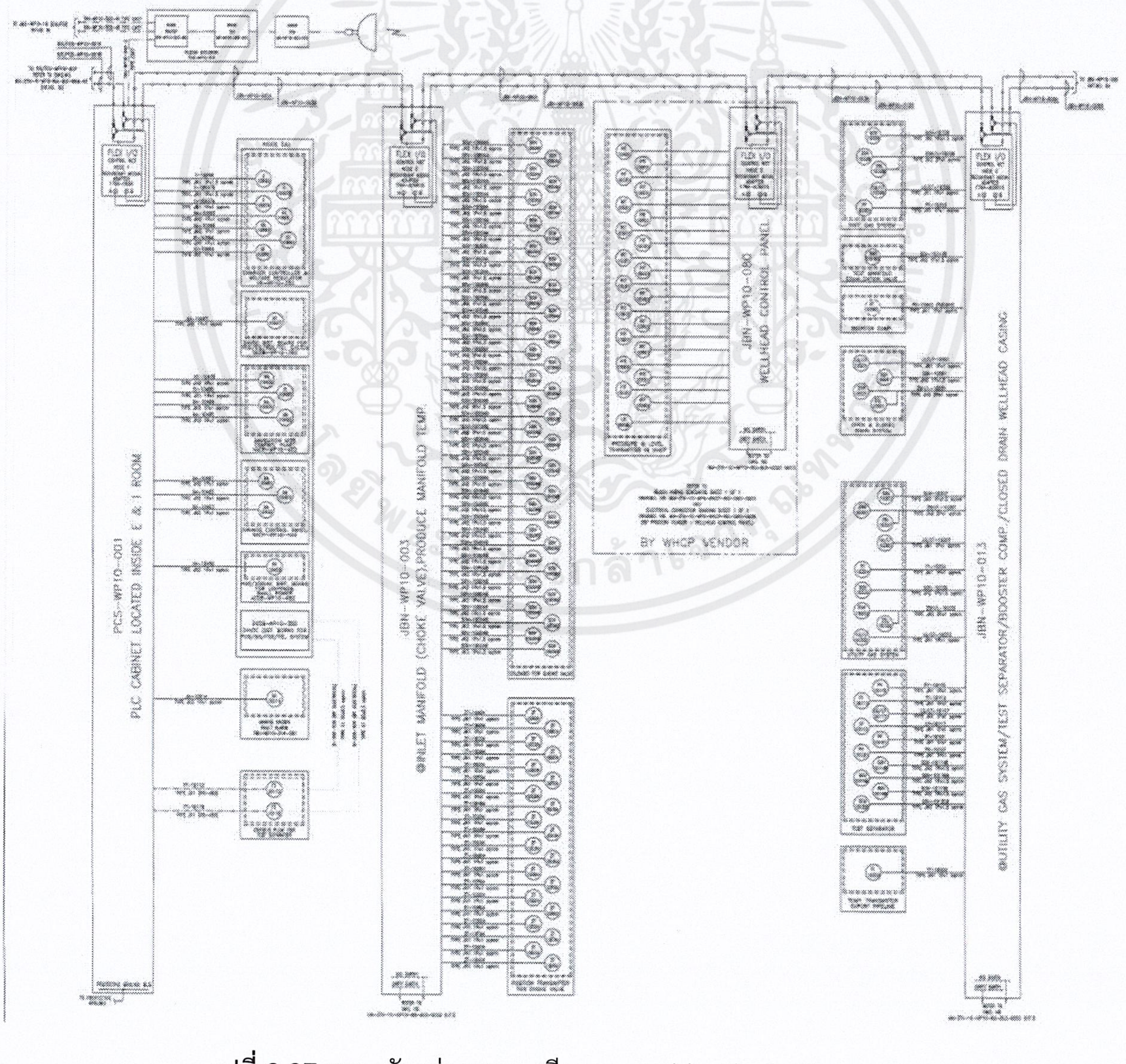
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงรายละเอียดข้อกำหนดเบื้องต้นของงานระบบ เช่น การออกแบบระบบเบื้องต้นต้องการจำนวนหน้าจอแสดงผลการทำงานและตำแหน่งที่ตั้งของหน้าจอ หากสายเคเบิ้ลมีการชำรุดหรือขาดต้องแก้ไขอย่างไร โดยจุดประสงค์หลักคือการวางกรอบการทำงานและกำหนดขอบเขตของงานนั้น ๆ

3.2.4.12 การจัดทำ Cable Block Diagram

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Drawing ที่อธิบายภาพรวมรายละเอียดของสายเคเบิ้ลที่ใช้กับตัวอุปกรณ์เครื่องมือวัด, Junction Box, Marshalling และ I/O panel ต่าง ๆ จนไปเข้าตู้ควบคุม โดยแสดงรายละเอียดเป็น Diagram แสดงกลุ่มเครื่องมือวัดตาม Service นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลรายละเอียดชนิดของสายเคเบิ้ลในการนำไปจัดทำเอกสาร Cable Schedule

ตัวอย่าง การออกแบบ Cable Block Diagram ที่แสดงรายละเอียดของสายเคเบิ้ลและขอบเขตความรับผิดชอบการซื้อของ



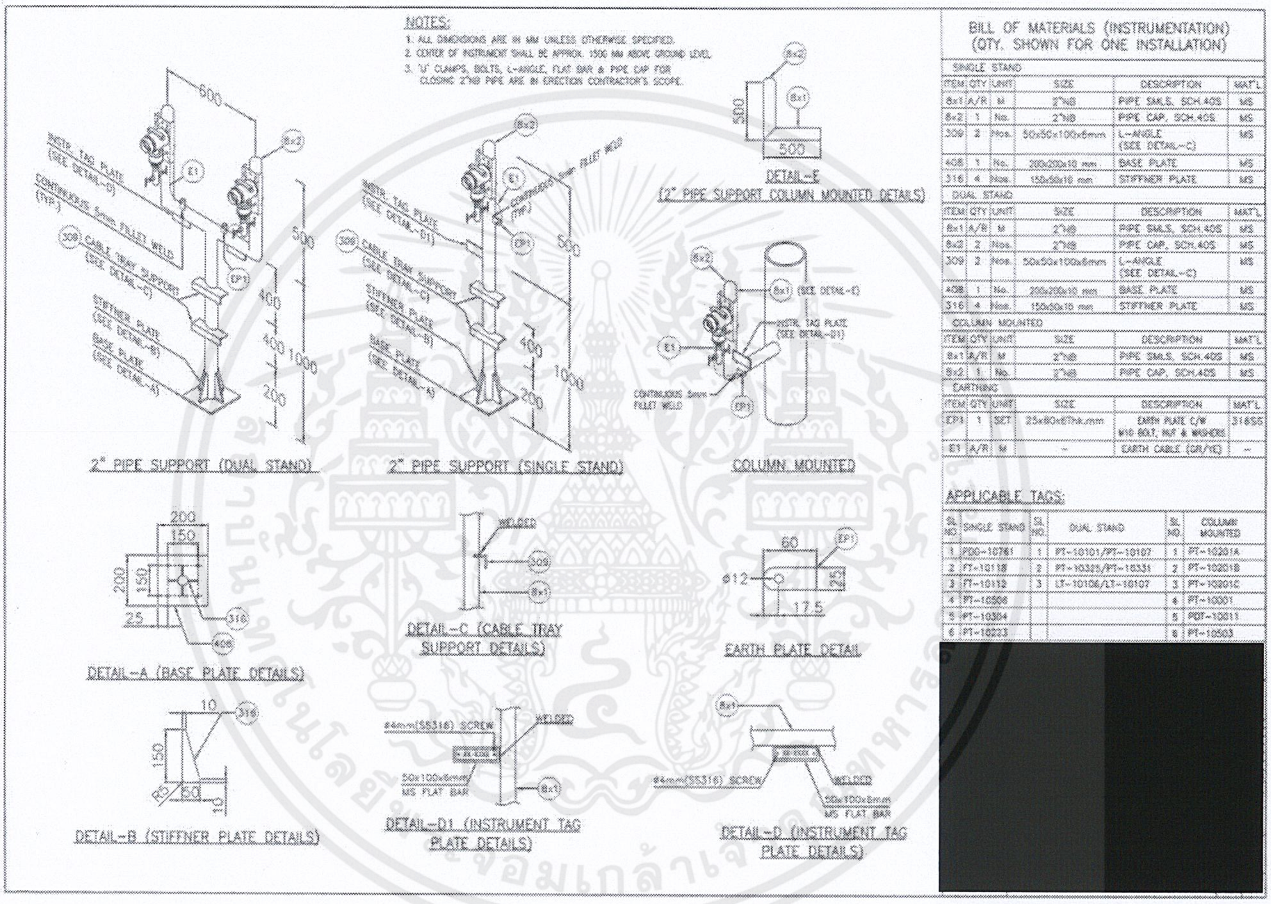
รูปที่ 3.37 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของ Cable Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.13 Installation Detail

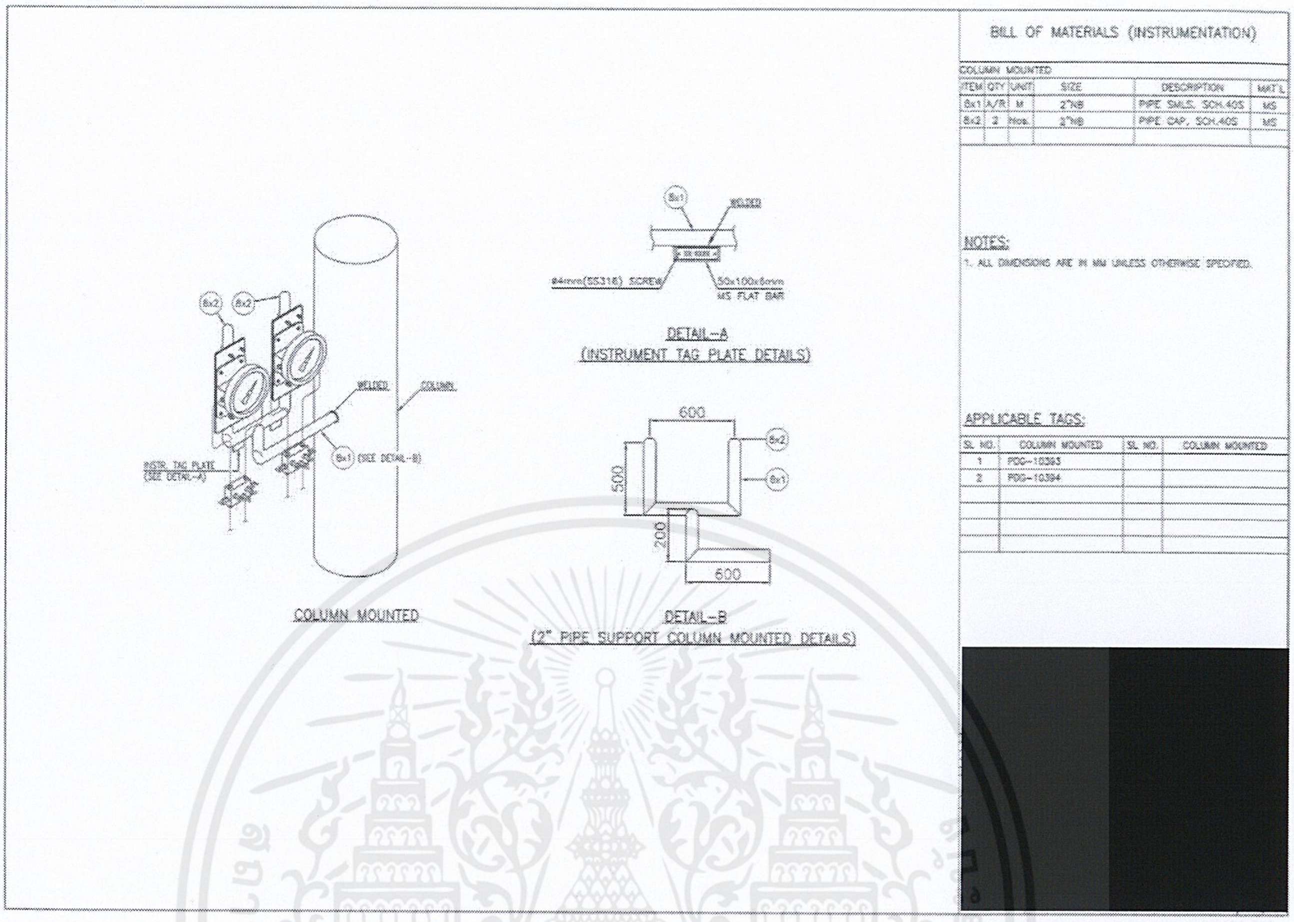
เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Drawing ที่ใช้เป็นข้อมูลรายละเอียดสำหรับการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ เช่น Field Instrument เช่น ถาดรองเดินสายไฟ (Cable Tray) ท่อ (Tube) อุปกรณ์การเดินสายไฟ (Cable Routing) การติดตั้ง Stanchion และ การติดตั้ง Junction Box เป็นต้น

ตัวอย่าง Installation Detail แสดงการติดตั้งของ 2" Pipe Support, Column Mounted และ Earthing



รูปที่ 3.38 แสดงตัวอย่าง Installation Detail

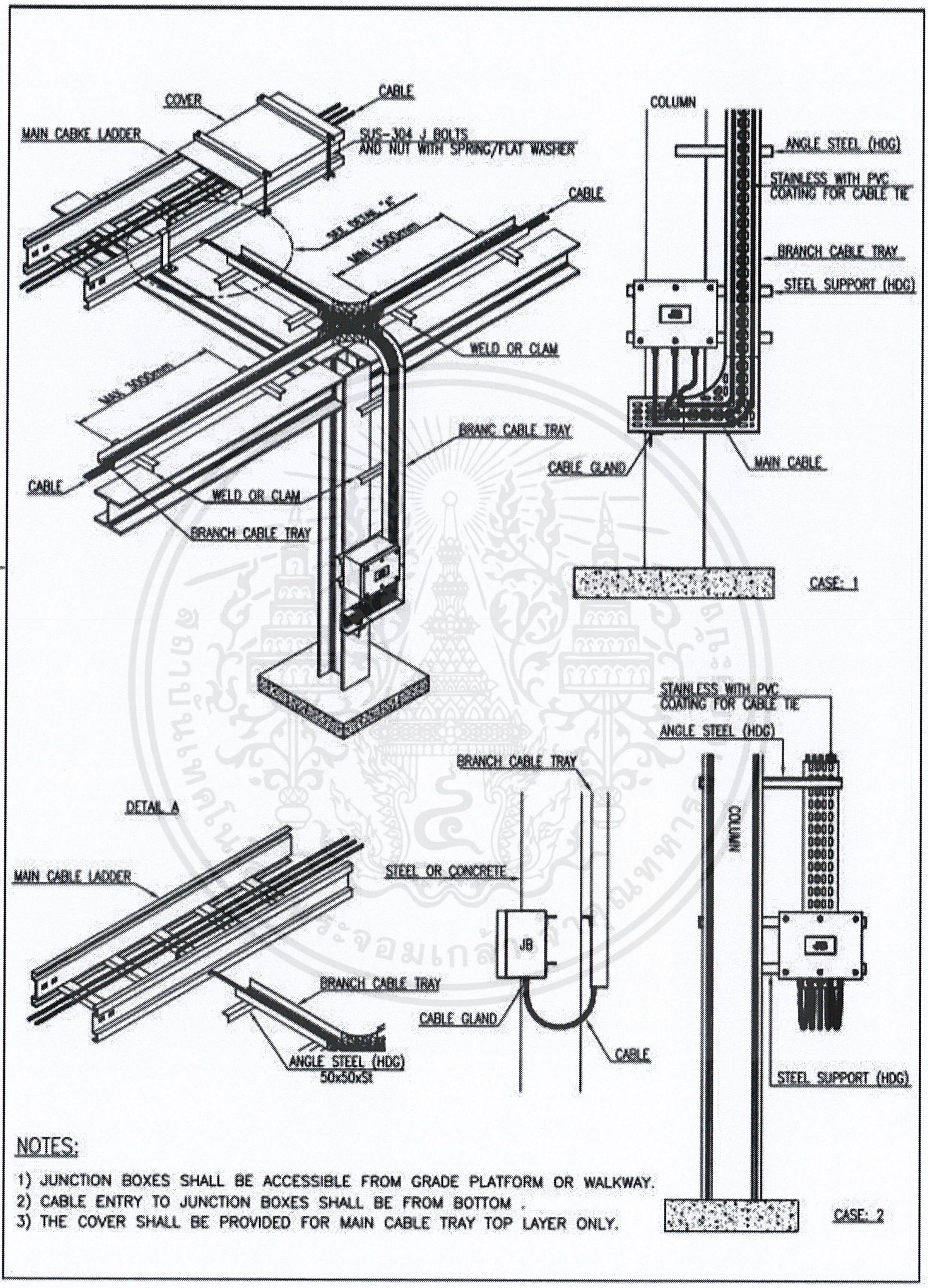
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 แสดงตัวอย่าง Installation Detail (ต่อ)

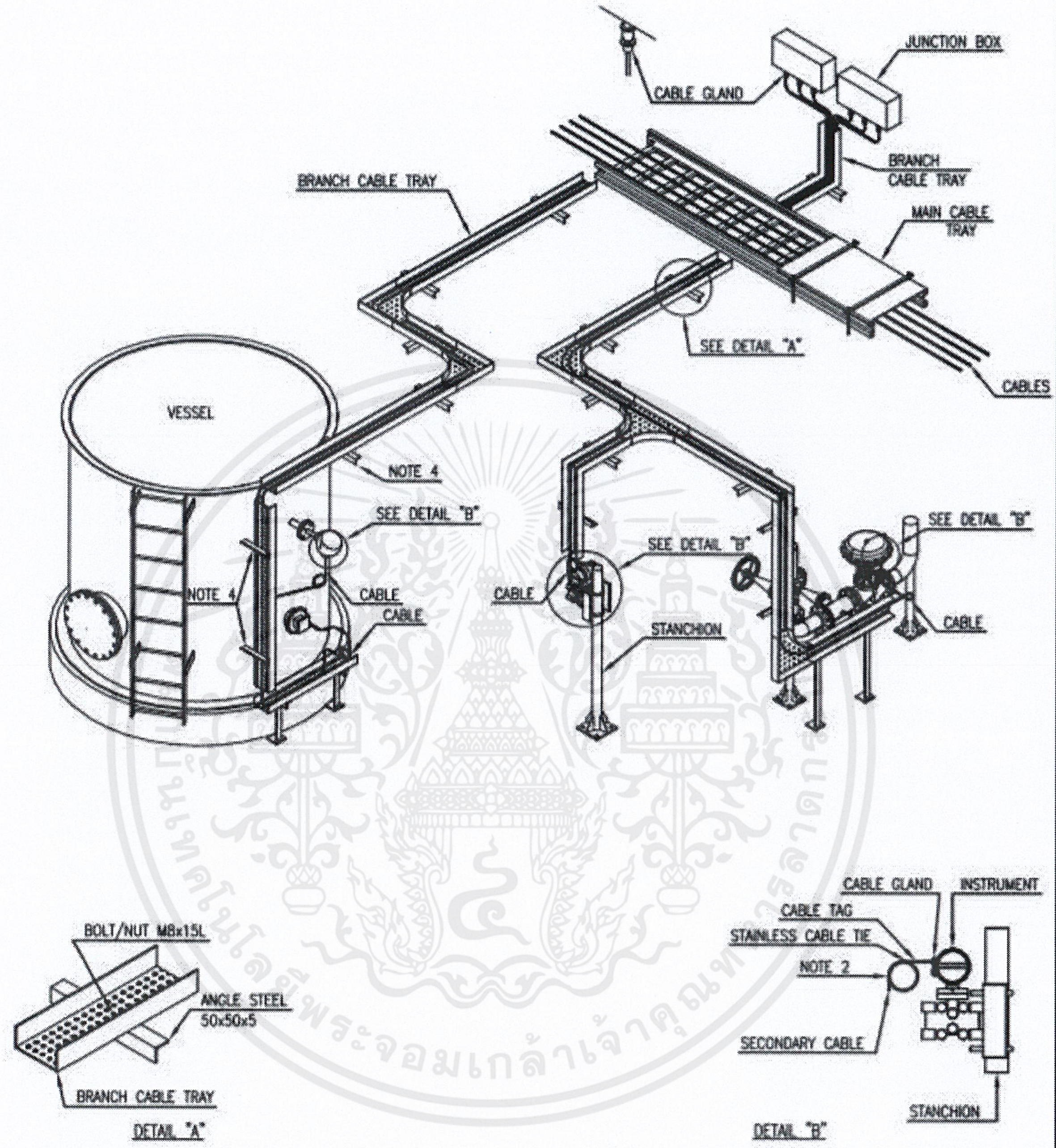
ตัวอย่าง การติดตั้ง Cable Support System ของ Typical Installation โดยใช้เป็นแบบในการดูส่วนประกอบการวางสายเคเบิ้ล การวางทิศทาง และ ถาดรองเดินสายไฟ (Cable Tray)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 แสดงการติดตั้ง Cable Support

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NOTES:

1) DISTANCE BETWEEN SUPPORT SHALL BE 1500mm AS MINIMUM AND 3000mm AS MAXIMUM.
2) THERE SHALL BE A 200mm LOOP IN CABLE LOCAL TO INSTRUMENT
3) THE CABLES SHALL BE FIXED BY STAINLESS CABLE TIE (WITH PVC COATING) EVERY 1000mm (FOR VERTICAL RUN) / 3000mm (FOR HORIZONTAL RUN)
4) SUPPORTS TO BE VALIDATED BY MECHANICAL/EQUIPMENT ENGINEER DURING DETAILED ENGINEERING

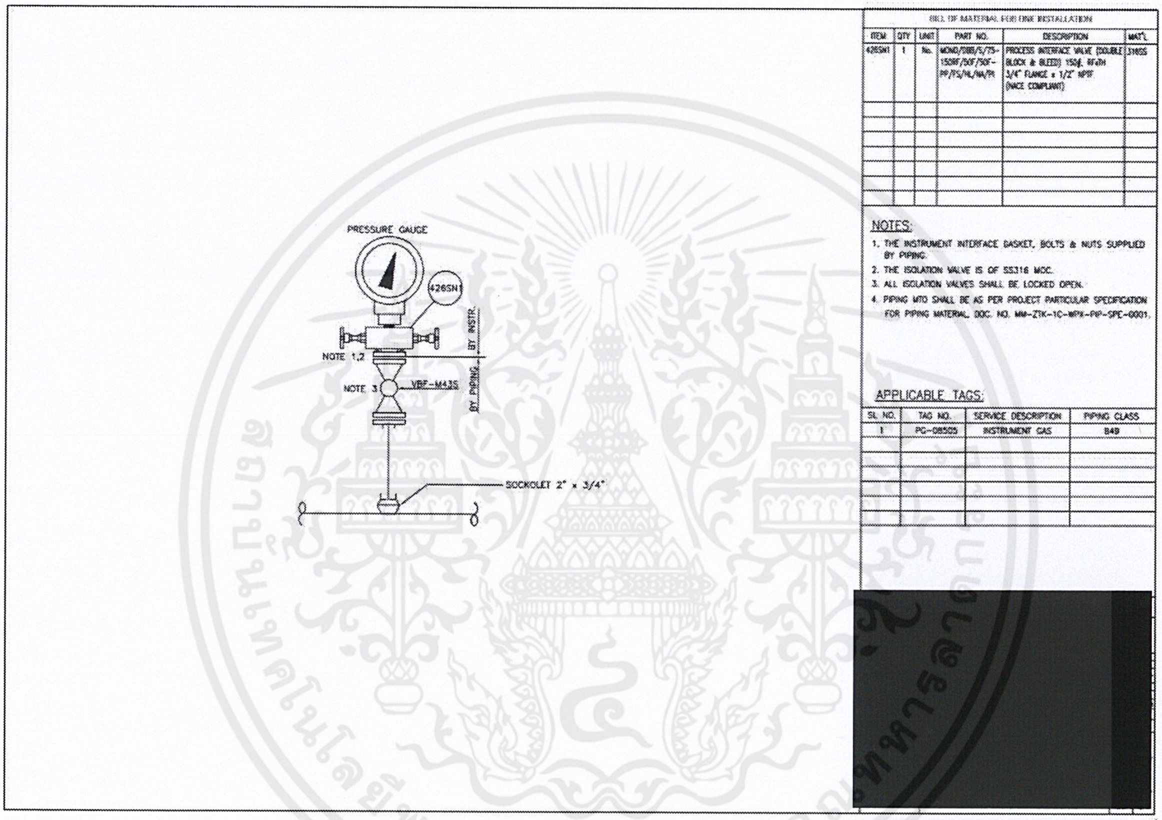
รูปที่ 3.41 แสดงการติดตั้ง Cable Support (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.14 Hook-Up Diagram

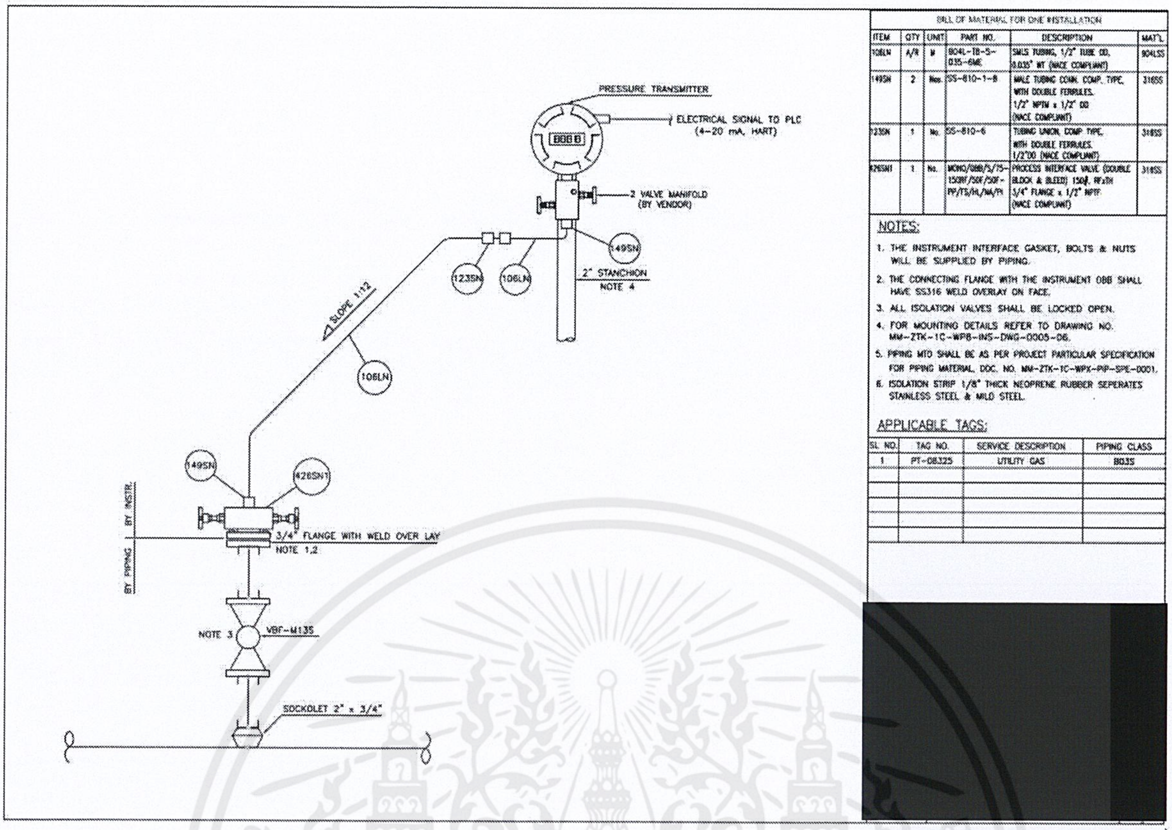
เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Drawing ที่ใช้เป็นข้อมูลรายละเอียดสำหรับการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในการเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดเพื่อให้สามารถใช้งานตามวัตถุประสงค์ เช่น การเชื่อมต่อ Field Instrument เข้ากับท่อและถังรวมไปถึงการติดตั้ง Process Equipment ต่าง ๆ ว่ามีรายละเอียดอย่างไร

ตัวอย่าง การติดตั้ง Pressure Gauge และ Transmitter ของ Hook-Up Diagram โดยการนับจำนวนวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบการเชื่อมต่อของเครื่องมือวัดแต่ละตัว

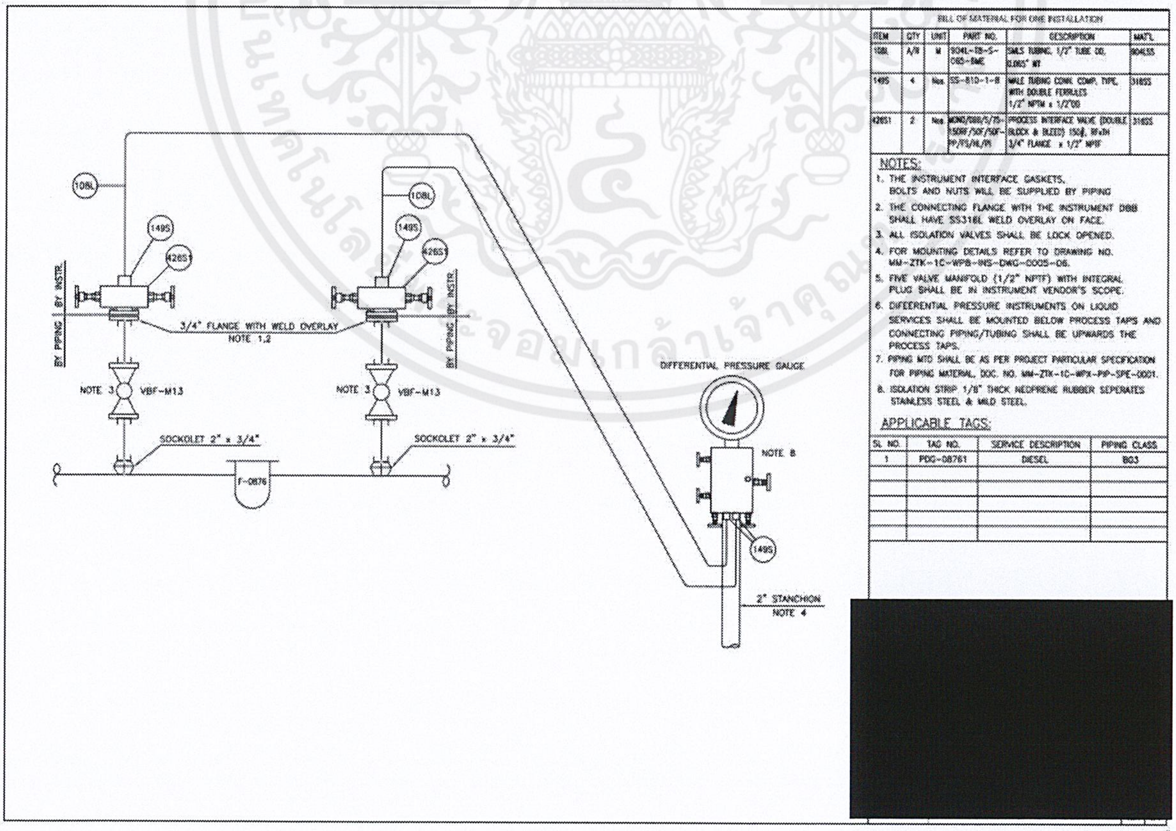


รูปที่ 3.42 แสดงการเชื่อมต่อ Pressure Gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

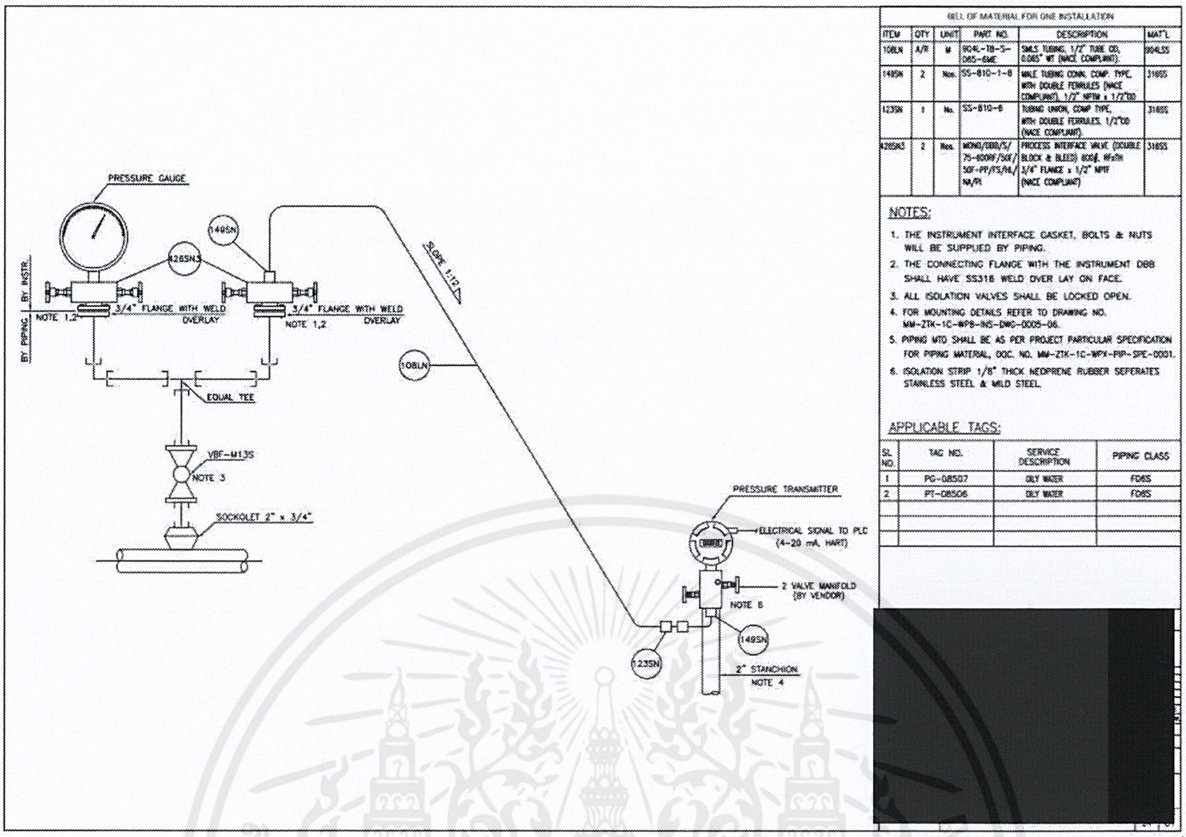


รูปที่ 3.43 แสดงการเชื่อมต่อ Pressure Transmitter



รูปที่ 3.44 แสดงการเชื่อมต่อ Differential Pressure Gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



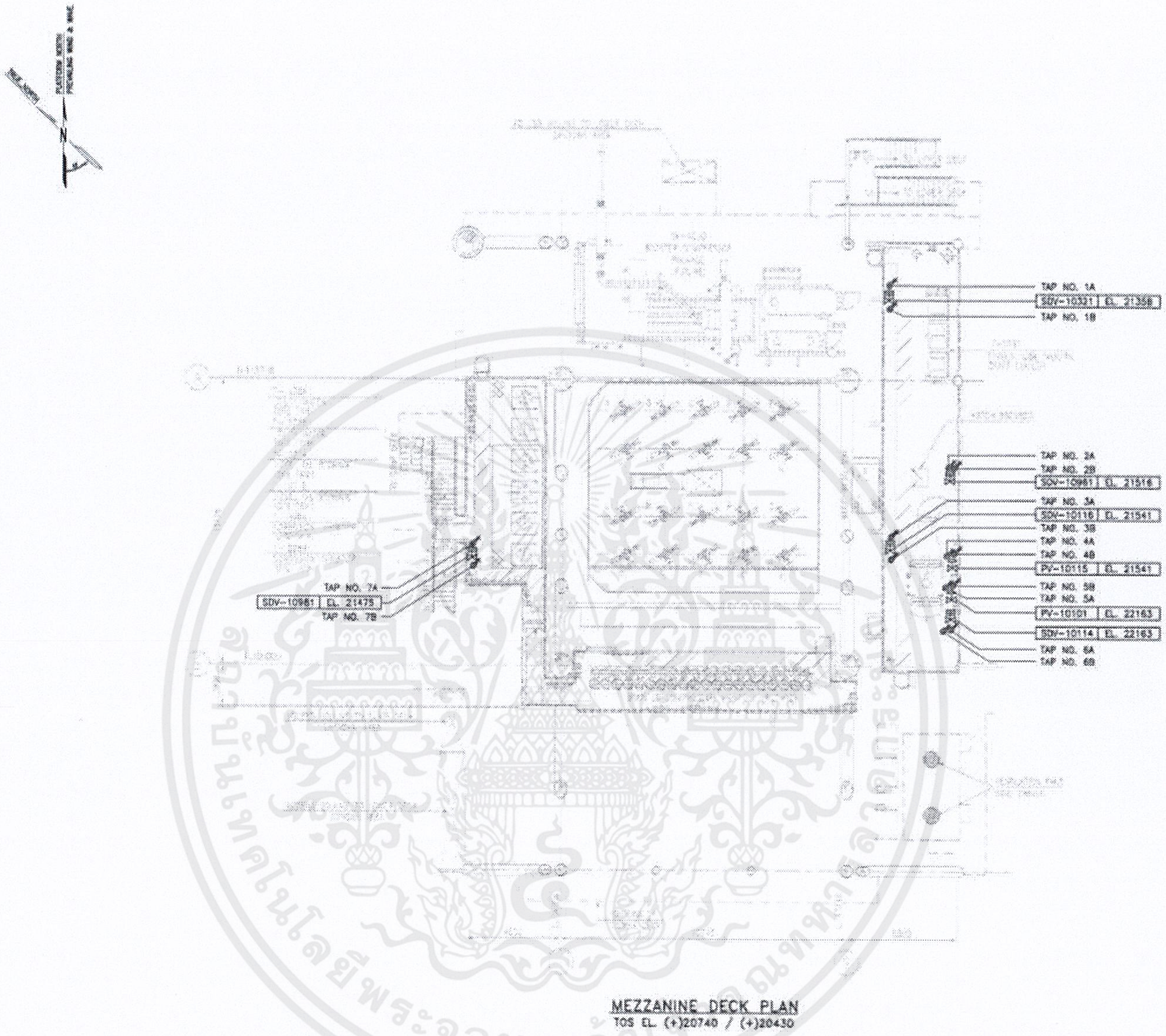
รูปที่ 3.45 แสดงการเชื่อมต่อ Pressure Transmitter

3.2.4.15 Instrument Layout

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Drawing ที่แสดงตำแหน่งของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์เพื่อออกแบบการติดตั้ง Junction Box หรือ I/O panel รวมไปถึงออกแบบเส้นทางการเดินสายเคเบิ้ล (Cable Routing) และอุปกรณ์รองรับสายเคเบิ้ล (Cable Support) โดยจุดประสงค์หลักเพื่อทำการจัดกลุ่มสายเคเบิ้ล (Cable Grouping) เช่น ต้องมีการจัดกลุ่มสัญญาณของ Power Cable และ Analog Cable เพราะเวลามีกระแสไหลใน Power Cable อาจเกิดสัญญาณรบกวน (Noise) มารบกวนสัญญาณได้ ซึ่งในบางงานที่มีรายละเอียดจะมีการทำเอกสาร Junction Box Layout, MCT Layout, Cable Tray Layout และ Tubing Tray Layout แยกออกจากกันเพื่อความสะดวกและง่ายต่อความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง Instrument Gas, Control Valve และ On-Off Valve ที่แสดงตำแหน่งบนชั้น Mezzanine Deck



รูปที่ 3.46 แสดงตัวอย่าง Instrument Layout

3.2.4.16 Wiring Diagram

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Drawing ที่แสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อสายสัญญาณต่าง ๆ ซึ่งเป็นแผนภาพแสดงการต่อสายสัญญาณจากเครื่องมือวัดไปจนถึงระบบควบคุมและยังแสดงรายละเอียดว่าต้องใช้สายสัญญาณประเภทใด เข้าจุดเชื่อมต่อสัญญาณ (Terminal) ที่ใด โดยจุดประสงค์หลักคือแสดงการต่อสัญญาณจากเครื่องมือวัดมายังระบบควบคุมตามที่ออกแบบเพื่อให้สามารถใช้งานได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.17 Loop Diagram

เป็นการจัดทำเอกสารแบบ Drawing ที่แสดงรายละเอียดการต่อสายสัญญาณเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมที่เกี่ยวข้องโดยแสดงรายละเอียดการเชื่อมต่อสายสัญญาณครบทั้งวงจรจากเครื่องมือวัดไปถึงระบบควบคุม เช่น การต่อสัญญาณควบคุม Control Valve ด้วย Pressure Transmitter ส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมเป็นต้น โดยมีการแสดงรายละเอียดของสายสัญญาณ เช่น ชื่อสาย ชนิดของสาย จำนวนสายที่ใช้ และจุดที่เชื่อมต่อสัญญาณไปที่ Junction Box ไปจนถึงเข้าเทอมินอลที่ Marshalling ซึ่งแตกต่างกับ Wiring Diagram ที่แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุกหนึ่งเท่านั้น และ Loop Diagram ยังระบุถึงค่าต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงบน Human Machine Interface (HMI) ว่ามีการแสดงข้อมูลอะไรบ้าง ซึ่งอาจมีอุปกรณ์เครื่องมือวัดหน้างานตัวเดียวที่นำมาแสดงหน้าจอที่ HMI ในส่วนการแจ้งเตือน (Alarm) ต่าง ๆ เช่น Alarm High และ Alarm Low นอกจากนี้อาจจะแสดงถึง Loop Control เช่น PID Control ร่วมด้วย เช่น แสดง Sensing Element และ Final Element เป็นต้น

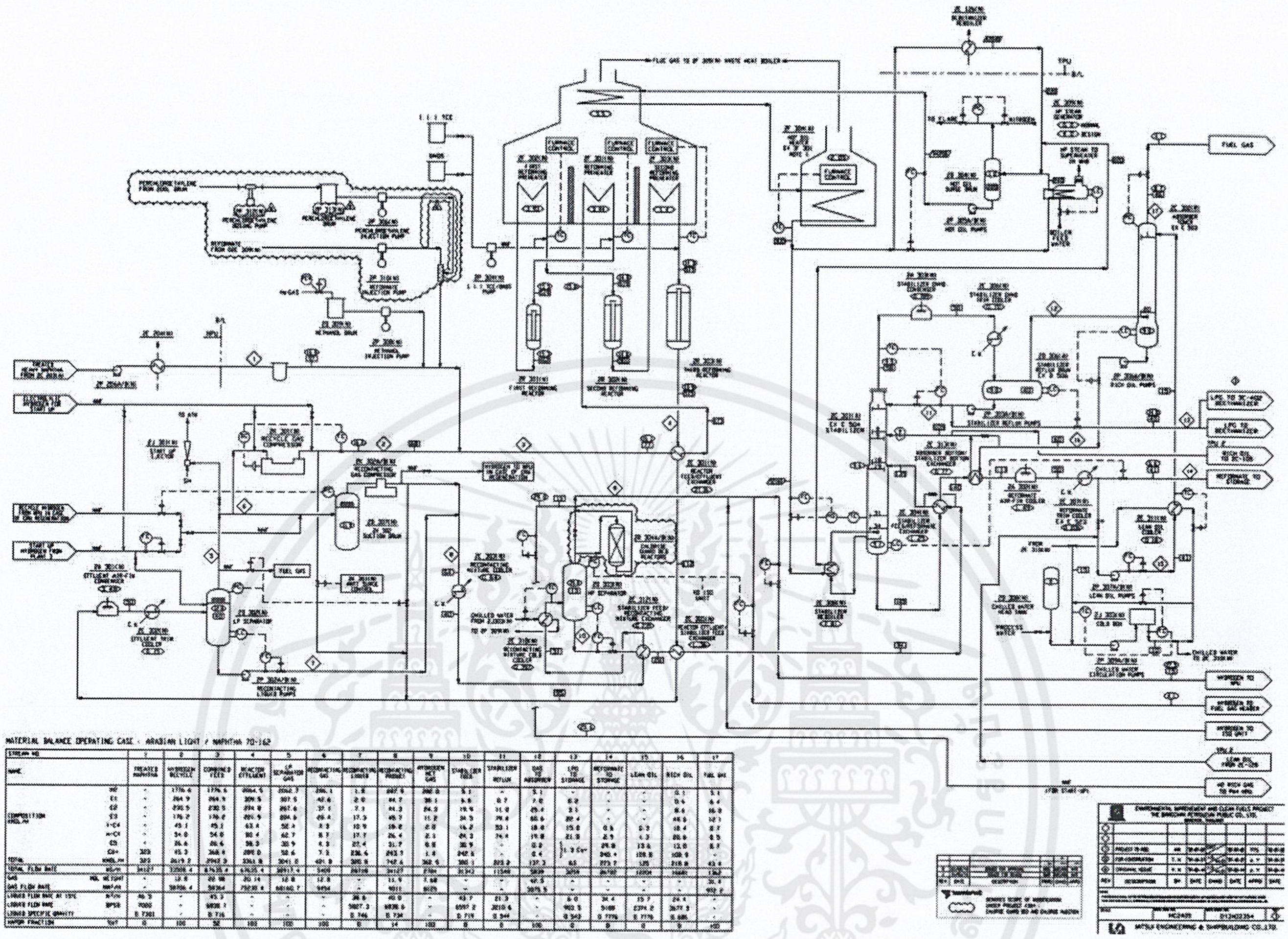
3.2.5 ขั้นตอนการติดตั้งและทดสอบระบบ

ในขั้นตอนสุดท้ายของงานออกแบบทางวิศวกรรมคือการติดตั้งและทดสอบระบบ (Construction & Commissioning) โดยในขั้นตอนนี้คือการนำเอกสาร Documents และ Drawing ที่ได้ออกแบบไว้ในช่วง Detail Design มาทำการก่อสร้าง โดยขั้นตอนการก่อสร้างอาจจะต้องมีการออกแบบเพิ่มเติมในรายละเอียดบางส่วนที่อาจไม่ได้ออกแบบไว้ในช่วง Detail Design หรือข้อมูลช่วง Detail Design ไม่ถูกต้องเป็นเหตุให้ต้องมีการแก้ไขแบบ อีกทั้งในระหว่างก่อสร้างยังต้องมีการคสบคุมคุณภาพในการก่อสร้างให้ถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการตรวจสอบของงานแต่ละประเภทเพื่อประกอบเป็นเอกสารในการส่งมอบงาน เช่น มีการทำ Site Acceptance Test (SAT) ของงานเครื่องจักร หรือ การตรวจเช็คสายสัญญาณด้วยการทำ Continuity Test เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการจัดทำเอกสารของแต่ละโปรเจค

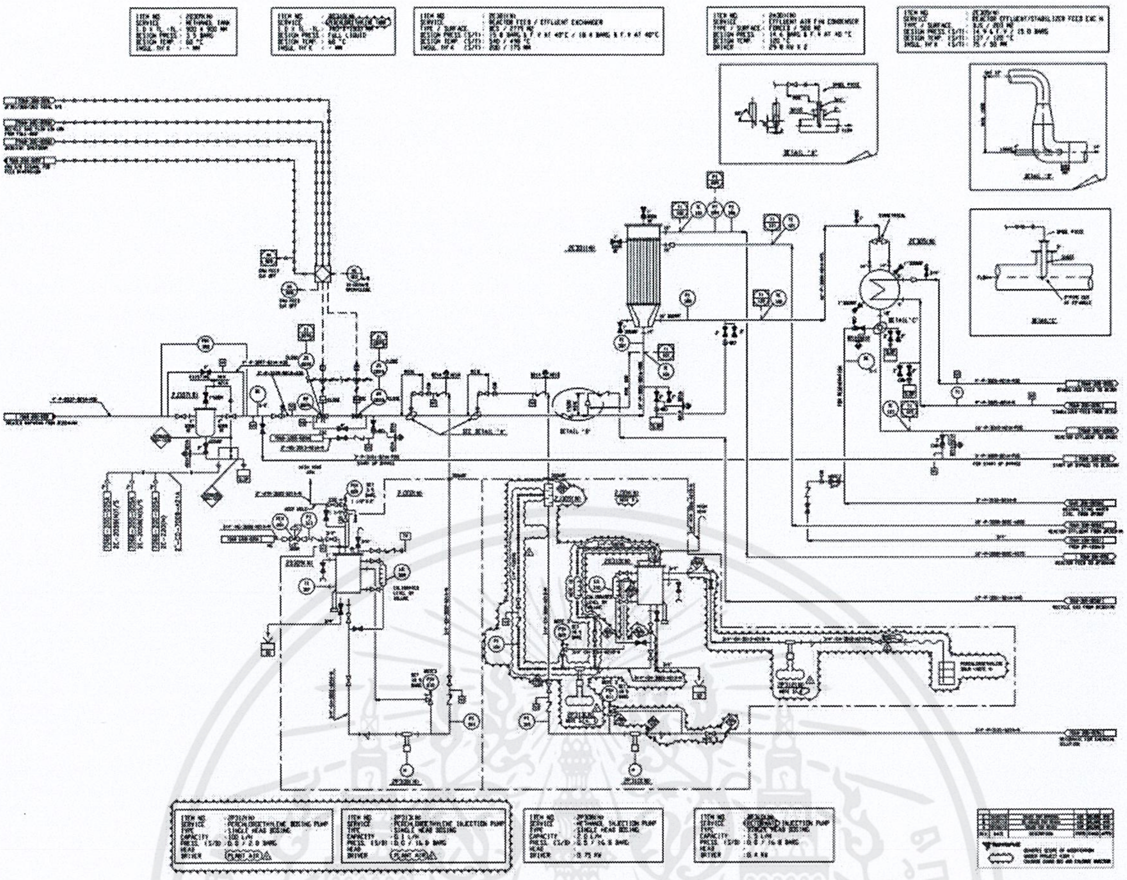
3.3.1 CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM ช่วง FEED



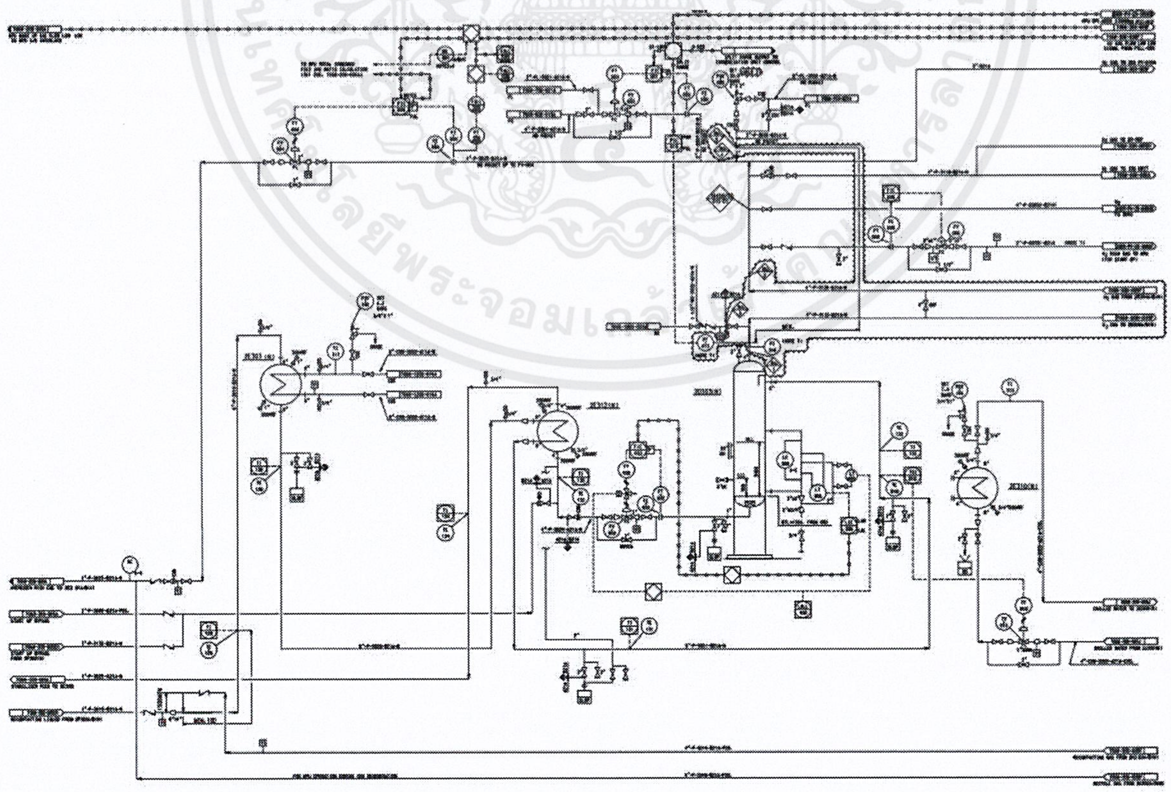
รูปที่ 3.47 แสดง PFD ของ CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM

จาก PFD พบว่าส่วนที่ต้องการเพิ่มหรือแก้ไขคือ Catalytic Reforming Unit Feed Section และ Catalytic Reforming Unit HP Separator Section ที่ถูก Cloud ไว้ โดยครอบเขตของงานนี้คือเตรียมแพคเก็จสำหรับ Chloride Injection System ทางลูกค้าได้กำหนดความต้องการในการเพิ่ม Chloride Guard Bed และ Chloride Injection System ในกระบวนการผลิตเดิม ซึ่งยังเป็นการทำงานในขั้นตอน FFED ดังนั้นทั้งสองระบบต้องทำการศึกษาออกแบบต่อเพื่อประเมินค่าใช้จ่ายในการทำโครงการ±30% เป็นข้อมูลประกอบส่งมอบให้ลูกค้าในการตัดสินใจออกแบบก่อสร้างจริงในช่วง Detail Design ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

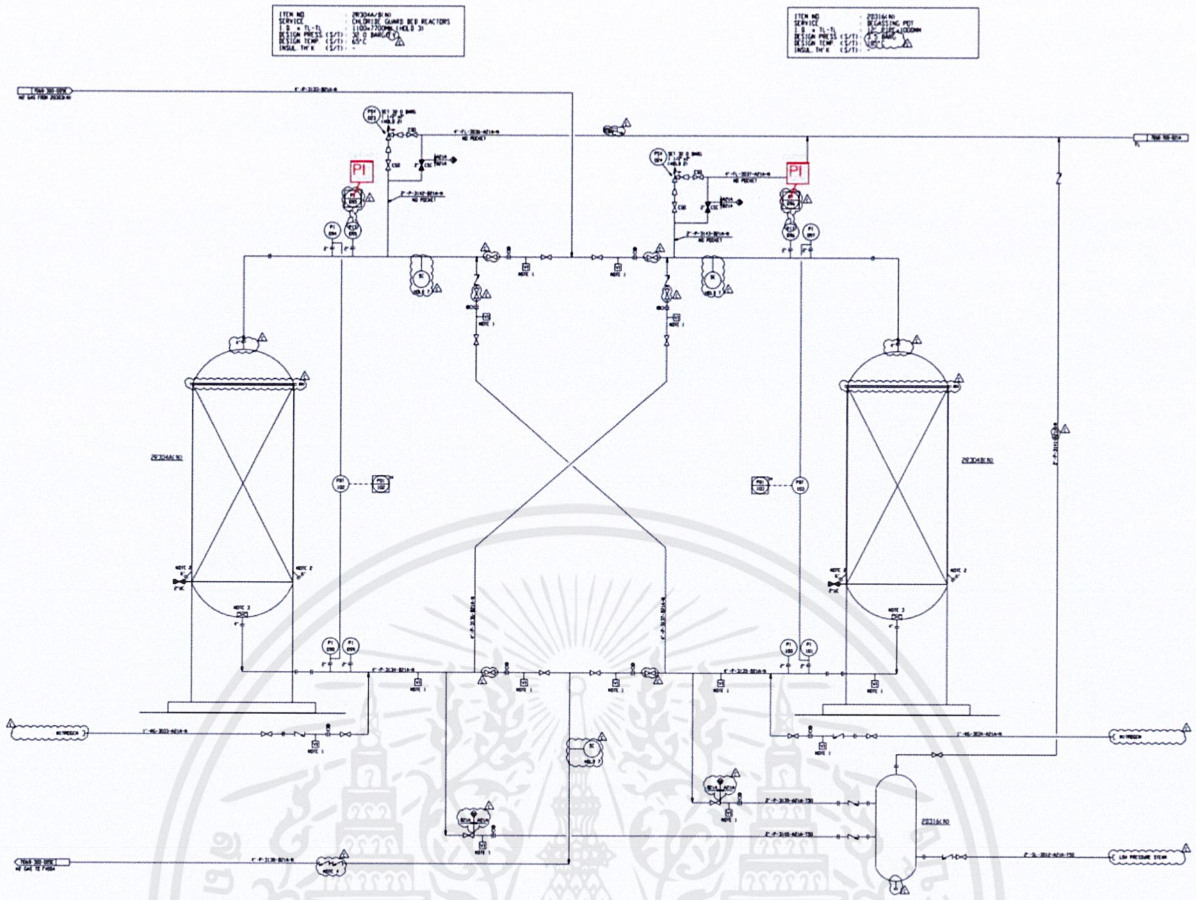


รูปที่ 3.48 แสดง P&ID ส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section



รูปที่ 3.49 แสดง P&ID ส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 แสดง P&ID ส่วน Catalytic Reforming Unit HP Separator Section

จาก P&ID พบว่าใน ส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section มีอุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มคือ Pressure Gauge (PI) 1 ตัว และ Pressure Relief Valve (PSV) 1 ตัว ส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section พบว่าไม่มีอุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มแต่เพียงแต่มีการปรับข้อมูลให้เป็นปัจจุบันคือ Pressure Gauge (PI) 1 ตัว และ Pressure Transmitter (PT) 1 ตัว และ ส่วน Catalytic Reforming Unit HP Separator Section พบว่ามีอุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มคือ Pressure Gauge (PI) 6 ตัว, Pressure Indicator Transmitter (PIT) 2 ตัว, Differential Pressure Transmitter – Diaphragm Seal (PDT) 2 ตัว และ Pressure Relief Valve (PSV) 2 ตัว ซึ่งเป็นรายละเอียดที่นำไปจัดทำเอกสาร Instrument Index & I/O List ในส่วนต่อไป นอกจากนี้มีปั๊มในส่วน Catalytic Reforming Unit Feed Section ที่เพิ่มอีก 1 ตัว

เมื่อเข้าใจกระบวนการและความต้องการจากการอ่าน PFD และ P&ID แล้วจะสามารถนำไปจัดทำเอกสารตามที่ได้รับหมอบหมาย ในโปรเจคนี้มี Deliverable คือ Instrument Index & I/O List, Datasheet, Material Take-Out (MTO) และ Material Requisition

จากการทำความเข้าใจ P&ID ที่ได้รับมาแล้วทำการนับจำนวนเครื่องมือวัดและสัญญาณในการจัดทำเอกสาร Instrument Index & I/O List จากนั้นออกแบบ Datasheet ของเครื่องมือวัดแต่ละตัวที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานที่ต้องการขอราคา ในส่วนของ Pressure Relief Valve (PSV) มีการคำนวณจัดทำใช้โปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) เพื่อเป็นข้อมูลให้กับการจัดทำ Datasheet แล้วจึงจัดทำเอกสาร Material Take-Out (MTO) ในการนับจำนวนของอุปกรณ์เครื่องมือวัดในการขอราคาเพื่อประเมินค่าใช้จ่าย

ในการออกแบบ Datasheet ของ CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM ศึกษาข้อมูลจาก Piping Material Specification ของลูกค้า ซึ่งในการดูหมายเลขท่อ (Pipe Line Number) พบว่าส่วนที่ต้องการเพิ่มเครื่องมือวัดอยู่บน 4"-P-3134-B21A-N

ตารางที่ 3.7 แสดง Class Index ของ Piping Material Specification

Attachment 01 - Class index

REV	CLASS	SERVICE	RATING	FACING	DESIGN CONDITION (Note 5)		BASE MATL	C.A. mm	PIPE				
					Temp (C)	Press (barg)			SIZE	SCH	MATL	MFG	Note
2	B1A2N (NACE)	P : PROCESS WITH HYDROGEN A : AMINE LINE ~~NG : NITROGEN GAS~~ SLOP : OFF SPEC PRODUCT SLOPS SOW : SOUR WATER CD : DRAIN LINE AR : AMINE RECOVERY FL : HYDROCARBON FLARE	CL150	RF	120 371(max.) 371	11.3(max.) 7.6 7.6*	KCS	3.0	0.5~1.5 2~6 8~14 16~16	S-160 S-40 S-30 STD	CS ASTM A106 GR.B HIC-R STL CS ASTM A106 GR.B HIC-R STL CS ASTM A106 GR.B HIC-R STL CS ASTM A106 GR.B HIC-R STL	SMLS SMLS SMLS SMLS	
4	B1A2P	A : LEAN AMINE (PWHT) FL : HYDROCARBON FLARE	CL150	RF	120 371(max.) 371	11.0(max.) 7.6 7.6*	KCS	3.0	0.5~1.5 2~6	S-160 S-40	CS A106-B CS A106-B	SMLS SMLS	
2	B21A	P : PROCESS FLUID (NON CORROSIVE) H2 : H2 RICH GAS SM : MEDIUM PRESSURE STEAM 10.3 BARG CC : CAUSTIC SOLUTION BW : BOILER FEED WATER LPG : LPG BD : BLOW DOWN FROM BOILER ~~CH : OTHER CHEMICALS~~ CWR : COOLING WATER RETURN CWS : COOLING WATER SUPPLY FL : HYDROCARBON FLARE FO : FUEL OIL HG : HYDROGEN GAS IW : INDUSTRIAL WATER LC : LOW PRESSURE CONDENSATE MC : MEDIUM PRESSURE CONDENSATE NG : NITROGEN GAS PA : PLANT AIR ~~PW : TREATED WATER FOR PROCESS~~ AR : AMINE RECOVERY BW : BOILER FEED WATER ~~SOW : SOUR WATER~~ CD : DRAIN LINE FLO : FLUSHING OIL ATM : VENT ATMOSPHERIC SL : LOW PRESSURE STEAM 3.4 BARG ~~A : AMINE LINE~~	CL300	RF	160 368(max.) 368	42.7(max.) 29.8 29.8*	CS	1.27	0.5~2 3~12 14~16 18~18	S-80 S-40 S-20 STD	CS A106-B CS A53-B CS A53-B CS A53-B	SMLS SMLS SMLS SMLS	 1 1

เมื่อเปิดตาราง Class Index จะสามารถดูรายละเอียดของ Pipe ที่มีขนาด 4 นิ้ว Rating 300# RF ใช้วัสดุ Carbon Steel มีความหนา (Schedule: SCH) S-40 ใช้เป็นข้อมูลในการเลือกเครื่องมือวัดในส่วนต่อไป

การเลือก Pressure Gauge (PI) ในส่วนของ Gauge เลือกแบบชนิด Bourdon Tube ที่ใช้วัสดุที่ทำจาก Stainless Steel เพราะเพียงพอกับความต้องการ มี Range ในการอ่านข้อมูลที่ 0-40 bar เพื่อการอ่านข้อมูลที่ง่ายเพราะ Range การทำงานของความดันอยู่ที่ 27.2-32 bar ส่วนที่สัมผัส Process เช่น Ring

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Material และ Pressure Element Material เลือกใช้วัสดุ 316L Stainless Steel เนื่องจาก Process คือ Hydrogen Chloride ที่เป็นแก๊สซึ่งมีความเป็นพิษและสึกกร่อน และ การป้องกันน้ำและฝุ่นเลือก IP65 มีการป้องกันที่เพียงพอสำหรับสภาพแวดล้อมที่ต้องการ โดยเกจวัดความดันมีการติดตั้งแบบ Direct Bottom Connection ตามแบบปกติ ส่วน Manifold Valve ใช้แบบ 2-Way Manifold Valve เพราะต้องการเปิดปิดการไหลของ Process หากต้องการเปลี่ยนหรือถอดเกจวัดความดัน

การเลือก Pressure Indicator Transmitter (PIT) ในส่วนของ Transmitter เลือกชนิด In-line ใช้วัสดุที่ทำจาก Aluminum ที่มี Epoxy Coating เพราะเพียงพอกับความต้องการ มี Range ในการอ่านข้อมูลที่ 0-40 bar เพื่อการอ่านข้อมูลที่ง่ายเพราะ Range ความดันของกระบวนการผลิตอยู่ที่ 27.2-32 bar การป้องกันน้ำและฝุ่นเลือก IP65 มีการป้องกันที่เพียงพอสำหรับสภาพแวดล้อมที่ต้องการ ส่วน Manifold Valve ใช้แบบ 2-Way Manifold Valve เพราะต้องการเปิดปิดการไหลของ Process หากต้องการเปลี่ยนหรือถอดทรานสมิตเตอร์

การเลือก Differential Pressure Transmitter (PDT) ในส่วน Transmitter เลือกชนิดที่มี Diaphragm Seal เพราะออกแบบตาม General Specification และ Diaphragm Seal มีหน้าที่แยกของไหลในระบบออกจากเครื่องมือวัดความดันเพื่อไม่ต้องสัมผัสกับเครื่องมือวัดโดยตรงจึงไม่เกิดปัญหาการอุดตัน ในการเลือกความยาวของท่อ Capiliary ต้องทราบความยาวของถัง Chloride Guard Bed Reactors ก่อนจึงต้องคาดคะเนความยาวจาก Process Data Sheet ซึ่งมีความยาวประมาณ 8100 มิลลิเมตร ส่วน Diaphragm Seal เลือกชนิด Remote Diaphragm ที่เป็น Flush Flanged Seal ใช้วัสดุเป็น 316L SST และใช้ซีลด์แบบ PTFE เพราะทนการกัดก่อนของสารเคมีได้ดี

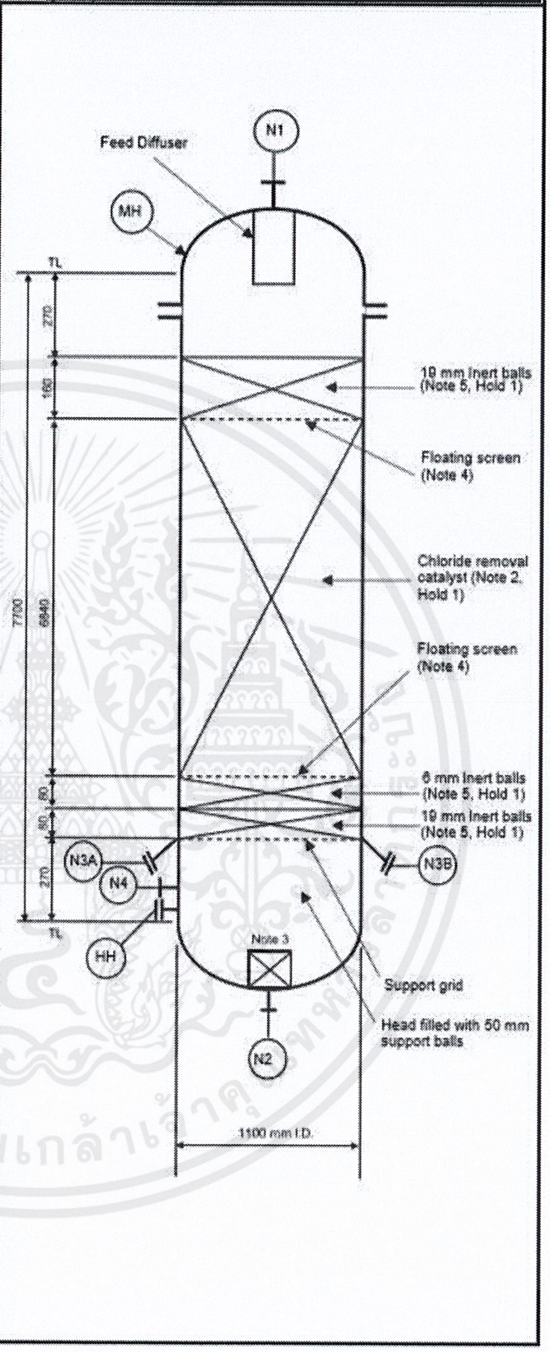
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[redacted]	CHLORIDE GUARD BED REACTORS (2R-304 A/B)	[redacted]

	ITEM 2R-304 A/B (Note 7)		
	SERVICE CHLORIDE GUARD BED REACTORS		
		OPERATING	PROCESS DESIGN
	Pressure	bar g.	bar g.
B		27.1	32.0 / FV
	Temperature	°C	°C
		37	65
		SHELL/ENDS	INTERNALS
	Materials	CS A516-70	CS A516-70
	Corrosion allow.	3 mm	3 mm
	Fluid :	HYDROGEN	
	Density at T :	4.78	kg/m³
	Insulation	N/A	
	Lining	NO	
	Lower TL elevation above ground =	HOLD 2	mm (min.)
	NOTES :		
	1. The elevation shall be set to permit catalyst withdrawn.		
	2. Estimated adsorbent volume is 6.5 m^3.		
	3. Vee-wire screen (Johnson or equivalent) with solid top plate and 0.5 mm		
	slot opening. Size to be provided at least the same open area as the exit		
	nozzle.		
	4. Floating screen is optional.		
	5. Inert balls at top and bottom.		
	6. Minimum temperature is based on depressuring condition. It is preliminary		
	and to be confirmed with respect to process conditions and a final inventory.		
	7. Bed dimension based on the existing reactor datasheet provided by BCP.		
	HOLDS :		
	1. All given data are provided by BCP. It must be reconfirmed by BCP		
	based on final selected adsorbent, inert ball layers, etc.		
	2. Vessel elevation.		

NOZZLE DATA

REF.	Nb	Ø	SERVICE
N1	1	6"	INLET
N2	1	6"	OUTLET
N3A/N3B	2	6"	CATALYST DRAW OFF
N4	1	2"	UT CONNECTION
HH	1	8"	HAND HOLE
MH	1	DIA	MANHOLE



รูปที่ 3.51 แสดง Process Data ของถัง Chloride Guard Bed Reactors

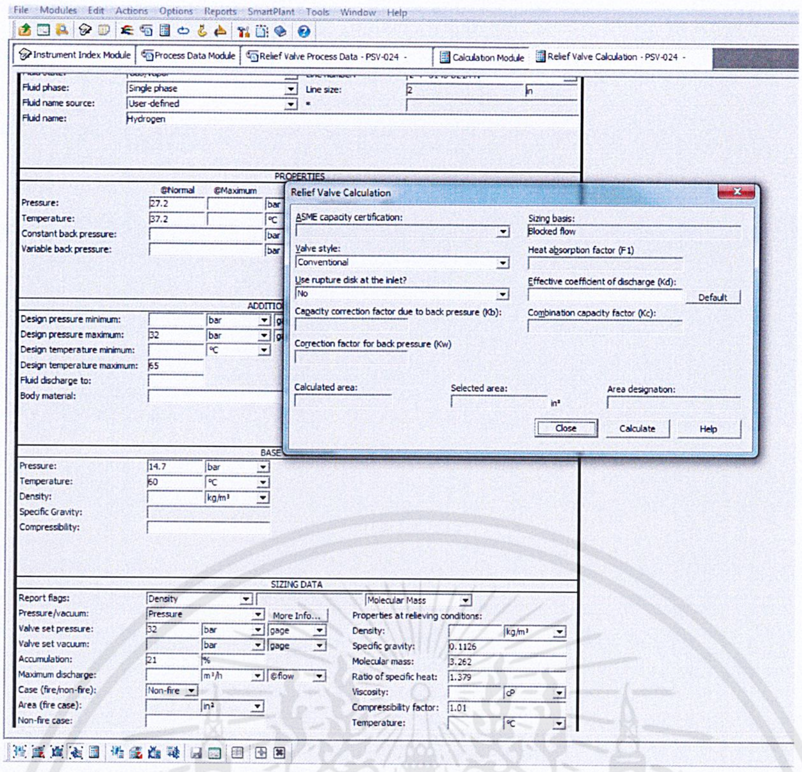
การเลือก Pressure Relief Valve (PSV) จากการคำนวณ Calculated area, Selected area และ Orifice designation จากโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) โดยนำข้อมูลที่ได้จาก Process Data มาคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

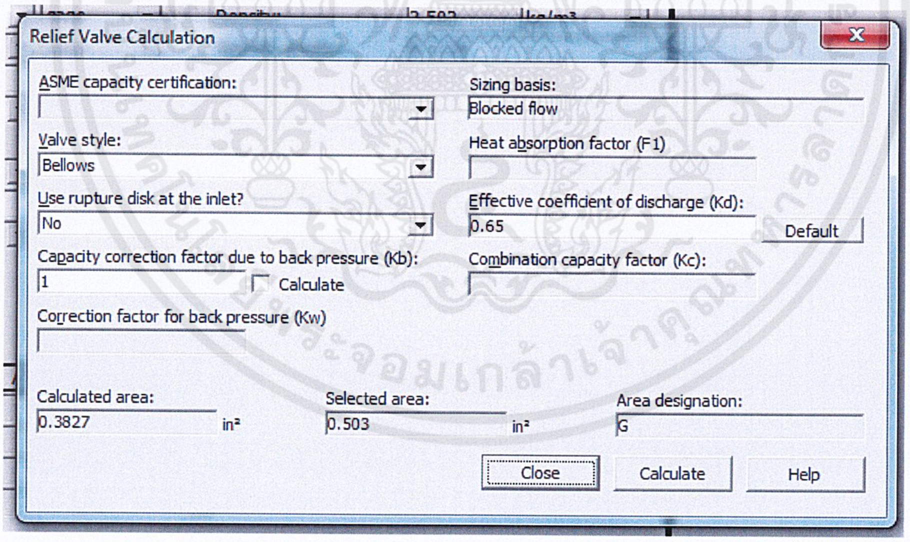
[redacted]	SAFETY VALVES		[redacted]				
ITEM		02-PSV-023/024					B
		(NOTE 1)					
P&ID REFERENCE		7068-300-005P					
EQUIPMENT PROTECTED		Chloride Guard Bed Reactors (2R-304 A/B)					
DISCHARGE LOCATION		Flare					
DESIGN HYPOTHESIS		Fire					
FLUID		Hydrogen					
STATE		Gas					
CORROSIVE / EROSIVE COMPONENT		Yes / No					
TYPE OF PSV		Conventional					
UPSTREAM CONDITIONS — LIQUID	m^3/h	-					
GAS	kg/h	1,470					
STEAM	kg/h	-					
LIQUID SPECIFIC GRAVITY		-					
LIQUID VISCOSITY	cP	-					
GAS MOLECULAR WEIGHT		3.262					
Cp/Cv RATIO (k)		1.379					
COMPRESSIBILITY FACTOR Z		1.012					
RELIEVING TEMPERATURE	°C	167					
NORMAL OPERATING PRESSURE	bar g	27.2					
NORMAL OPERATING TEMPERATURE	°C	37.2					
DOWNSTREAM CONDITIONS — LIQUID	m^3/h	-					
GAS	kg/h	-					
STEAM	kg/h	-					
LIQUID SPECIFIC GRAVITY		-					
LIQUID VISCOSITY	cP	-					
GAS MOLECULAR WEIGHT		-					
COMPRESSIBILITY FACTOR Z		-					
TEMPERATURE	°C	-					
SET PRESSURE	bar g	32					
DESIGN PRESSURE FOR BELLOWS	bar g	-					
BACK PRESSURE	bar g	3.2					
BACK PRESSURE FOR SPRING SETTING (non balanced valve)	bar g	-					
VALVE MECHANICAL DESIGN TEMPERATURE	°C	65					
PROTECTED EQUIPMENT MAX. ALLOWABLE WORKING PRESSURE	bar g	32					
BALANCED VALVE	Yes/No	No					
NUMBER OF VALVES / SPARES (E)		N					
UPSTREAM RUPTURE DISC REQUIRED	Yes/No	No					
RUPTURE DISC ITEM (IF ANY)							
NEED TO COMPLY WITH NACE MR0175	Yes/No	No					
GENERAL NOTES :							
(E) N (NO SPARE) , N+1 (ONE COMMON SPARE VALVE), 2N (ONE SPARE VALVE FOR EACH INSTALLED VALVE), ETC.							
NOTES							
1. Fluid contains max HCl content of 3 ppmv.							
HOLDS							

รูปที่ 3.52 แสดง Process Data ของ Pressure Relief Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.53 แสดงการป้อนค่าให้กับโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools)



รูปที่ 3.54 แสดงการป้อนค่า Kd ในการคำนวณ

ค่า Kd คือ co-efficient of discharge ที่ใช้สำหรับความสามารถความจุของปริมาณการไหลในท่อ Nozzle จริง ยิ่งค่า Kd มาก ยิ่งเข้าใกล้การไหลในท่อ Nozzle ในอุดมคติมากขึ้น ดังนั้น PSV จึงมีค่า Kd น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง เช่น มาตรฐาน API ให้ค่า Kd=0.975 และ Kd=0.65 สำหรับกรณีที่เป็นก๊าซและของเหลว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่าที่มาจากการคำนวณของโปรแกรม พบว่า Area designation คือ G แล้วนำมาเปิดตาราง Flanged Steel Pressure Relief Valve ของ API Standard 526 สามารถเลือก Valve Size และ Flange Class ที่เหมาะสมแล้วนำข้อมูลไปจัดทำ Datasheet เพื่อขอราคาเบื้องต้น

ตารางที่ 3.8 แสดงตาราง Flanged Steel Pressure Relief Valve

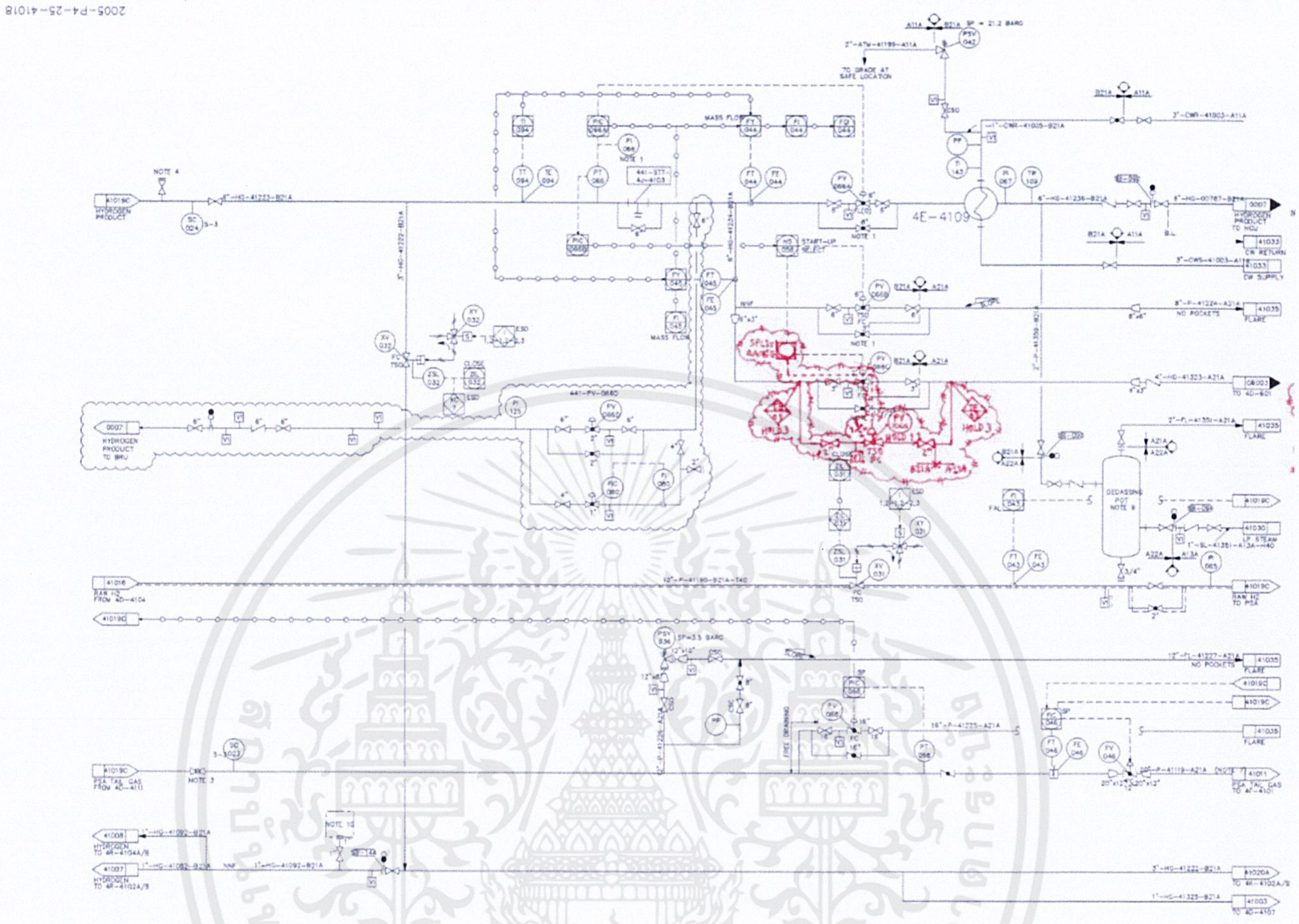
Table 5—Spring-loaded Pressure Relief Valves
"G" Orifice (Effective Orifice Area = 0.503 square in.)

Materials (2)	Valve Size	ANSI Flange Class		Maximum Pressure (psig)									
				Conventional and Balanced Bellows Valves									
				Spring Materials (3)						Outlet Pressure Limit (1)		Center to Face Dimensions (in.)	
				Low Temperature Alloy Steel	Carbon Steel or Chrome Alloy Steel	Carbon Steel or Chrome Alloy Steel	Carbon Steel or Chrome Alloy Steel	High Temperature Alloy Steel	High Temperature Alloy Steel	Conventional Valves	Bellows Valves		
Body/Bonnet	Inlet by Orifice by Outlet	Inlet	Outlet	−450°F to −76°F	−75°F to −21°F	−20°F to 100°F	101°F to 450°F	451°F to 800°F	801°F to 1000°F	100°F	100°F	Inlet	Outlet
Temperature Range, −20°F to 800°F Inclusive													
Carbon Steel	$1\frac{1}{2}$G3	150	150			285	185	80		285	230	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3 (4)	300	150			285	285	285		285	230	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3	300	150			740	615	410		285	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	600	150			1480	1235	825		285	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	900	300			2220	1845	1235		740	470	$4\frac{7}{8}$	$6\frac{1}{2}$
	2G3	1500	300			3705	3080	2060		740	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
	2G3	2500	300			3705	3705	3430		740	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
Temperature Range, 801°F to 1000°F Inclusive													
Chrome Molybdenum Steel	$1\frac{1}{2}$G3	300	150					510	215	285	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	600	150					1015	430	285	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	900	300					1525	650	740	470	$4\frac{7}{8}$	$6\frac{1}{2}$
	2G3	1500	300					2540	1080	740	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
	2G3	2500	300					3705	1800	740	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
Temperature Range, −450°F to 1000°F Inclusive													
Austenitic Stainless Steel	$1\frac{1}{2}$G3	150	150	275	275	275	180	80	20	275	230	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3 (4)	300	150	275	275	275	180	80	20	275	230	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3	300	150	720	720	720	495	420	350	275	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	600	150	1440	1440	1440	975	845	700	275	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	900	300	2160	2160	2160	1485	1265	1050	600	470	$4\frac{7}{8}$	$6\frac{1}{2}$
	2G3	1500	300	2450	3600	3600	2480	2110	1750	600	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
	2G3	2500	300	2600	3600	3600	3600	3520	2915	720	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
Temperature Range, −20°F to 600°F Inclusive													
Nickel/Copper Alloy (5)	$1\frac{1}{2}$G3	150	150			140	140	140		140	140	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3 (4)	300	150			140	140	140		140	140	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3	300	150			360	360	360		140	140	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	600	150			720	720	720		140	140	$4\frac{7}{8}$	6
Temperature Range, −20°F to 300°F Inclusive													
Alloy 20 (6)	$1\frac{1}{2}$G3	150	150			230	180			230	230	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3 (4)	300	150			230	180			230	230	$4\frac{7}{8}$	$4\frac{3}{4}$
	$1\frac{1}{2}$G3	300	150			600	465			230	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	600	150			1200	930			230	230	$4\frac{7}{8}$	6
	$1\frac{1}{2}$G3	900	150			1800	1395			600	470	$4\frac{7}{8}$	$6\frac{1}{2}$
	2G3	1500	150			3000	2330			600	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$
	2G3	2500	150			5000	3880			600	470	$6\frac{1}{8}$	$6\frac{3}{4}$

จากนั้นจัดทำ Material Take-Off (MTO) โดยประมาณจากแบบและข้อมูลต่าง ๆ ที่มีประกอบ เพื่อให้ได้ปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องใช้จริงที่สุด สำหรับการประเมินราคา±30% โดยอาศัยข้อมูลการจากไป Site Survey ของผู้นิเทศงาน โดยทั่วไปการจัดทำ MTO ต้องมีข้อมูลจาก Installation Detail, Hook-Up Diagram และ Typical Installation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 REDUCTIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS ช่วง FEED



รูปที่ 3.55 แสดง P&ID ของ REDUCTIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS

จาก P&ID ส่วนที่ต้องการเพิ่มเติมหรือแก้ไขคือต้องการเพิ่ม Control Valve (FCV) 1 ตัว เพื่อให้ได้การทำงานตามที่ต้องการ เมื่อได้ Process Data ให้ผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) จัดทำ Calculation Sheet ให้กับ Control Valve เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ Datasheet จากนั้นจัดทำ Material Requisition ขอราคาเพื่อทำการประเมินค่าใช้จ่าย

เมื่อเข้าใจกระบวนการและความต้องการจากการอ่าน P&ID แล้วจะสามารถนำไปจัดทำเอกสารตามที่ได้รับหมอบหมาย ในโปรเจคนี้มี Deliverable คือ Datasheet และ Material Requisition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL VALVES

ITEM			441-PV-XXX (HOLD 1)			
P & ID REFERENCE			2005-P4-25-41018			
SERVICE			Hydrogen Product			
			to Fuel Gas Surge Drum.			
Operation (continuous or intermittent)			Continuous			
Line size (upstream/downstream)		in	3 / 3			
Operating temperature		°C	36.53			
Design temparature		°C	70			
Design pressure		bar g.	27.5			
State - fluid quality			Gas			
VAPOR	Normal flowrate	kg/h	90 (NOTE 1)			
	Molecular weight		2.016			
	Cp/Cv ratio		1.419			
	Viscosity (under conditions)	cP	0.009069			
	Upstream density	kg/m³	1.936			
LIQUID	Normal flowrate	kg/h	-			
	Specific gravity 60/60		-			
	Specific gravity at T		-			
	Normal flowrate at T	m³/h	-			
	Vapor pressure at T	bar a.	-			
	Viscosity at T	cP	-			
	True critical pressure	bar a.	-			
VALVE	% Normal flowrate		32.4			
	Valve DP	bar	19.9			
	Upstream operating pressure	bar g.	24.01			
	Shut off differential pressure	bar	27.5			
	On increasing the variable		Open			
	Upon air failure		Close			
	Required tightness		TSO Class V			
	Hand wheel		No			
GENERAL NOTES :						
NOTES						
1. Vendor to advise minimum and maximum flowrate.						
HOLDS						
1. Control valve tag number.						

รูปที่ 3.56 แสดง Process Data ของ Control Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Service:	
Size and Type:	NPS 1 1/2 EZ
Body Style:	Globe
Design Temp:	70 deg C
Design Press:	27.5 bar(g)
End Connect/In/Out:	CL300/RF Flg/RF Flg
Material:	WCC Steel
Ports:	1
Flow Direction:	Up
Trim Number:	139
Cage Matl:	
Retainer Matl:	CB7Cu-1 SST
Bushing Matl:	S17400 SST
Seat Ring Matl:	S31600 SST/CoCr-A Seat
VALVE PLUG	
Material:	S31600 SST/CoCr-A Seat
Guiding:	Post
Balance:	Unbalanced
Shutoff Class:	ANSI CL V
Port Size:	1/2 Inch
Characteristic:	Micro-Form (Eq Pct)
Stem Material:	S31600 SST
Stem Size:	3/8 Inch
Bonnet Style:	Plain
Boss Size:	2 1/8
Packing:	Single PTFE
Access:	No,No
Bolt, Bonnet:	SA-193-B7 Studs/2H Nuts NCF2
PackFlg/Bltg:	SST Pkg Flg, SST Studs & Nuts
Actuator:	Spring & Diaphragm
Type/Size:	667/30i
Travel:	3/4 Inch
Bench Set:	14-30 psi
Push Down To:	PDTC
Supply:	Air
To Actuator:	0 to 33 psig
Fails Valve:	Close
Handwheel:	None

Positioner Type:	DVC6200,HART Communicating-HC
Input Signal:	4 to 20 mA dc
Access:	67CFR Filter/Regulator
Gauges:	0-60 psig/0-4 bar
Action:	Direct
Certification:	Flameproof,ATEX
Controller Type:	
Action:	
Measure Element:	
Range:	
Output:	
Mounting:	
Airset:	
Mounting:	
Transducer:	
Input Signal:	
Output Signal:	
Action:	
Mounting:	
Airset:	
Certifications:	
Line In:	3 in, SCH 40
Line Out:	3 in, SCH 40
Insulation:	None
Service Cond:	
Process Fluid:	Hydrogen
Critical Pressure:	
Shutoff Drop:	27.5 bar
Max Rated Cv:	5.18

Variable Name	Unit	Min.	Norm.	Max.
Mass Flow Rate Gas (w)	kg/h	34.309	90.000	307.532
Inlet Pressure (P1)	bar(g)	24.010	24.010	24.010
Pressure Change (dP)	bar	19.900	19.900	19.900
Inlet Temperature (T1)	deg C	36.530	36.530	36.530
M / Gg	M	2.016	2.016	2.016
Specific heats ratio (gamma)		1.419	1.419	1.419
Dynamic Viscosity (Mu)	cP	0.009	0.009	0.009
Sizing Coefficient (Cv)		0.323	0.890	3.080
% Open		20	45	80
Valve LpA(LpAeValve1m)	dB(A)	55	66	81

NOTES:
C/W
-Airset 67CFR W/ Gauge
-3/8 inch 316SST Tubing & Fitting Swagelok
-Test & Mill Certificate

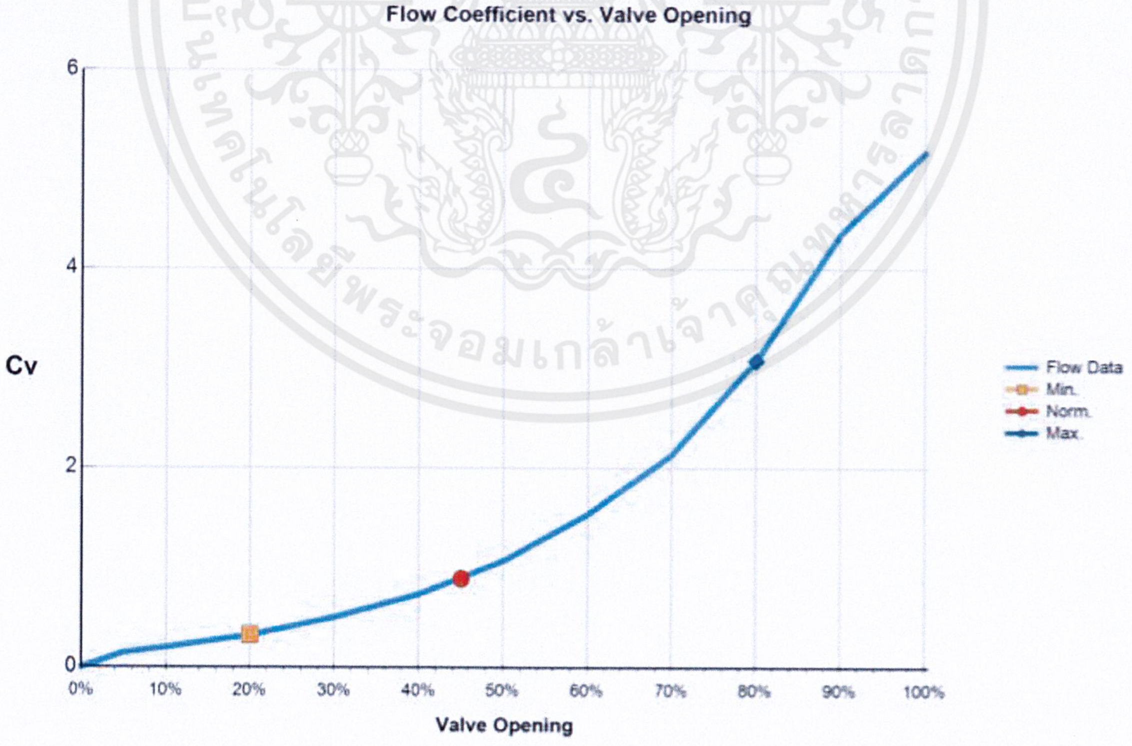
รูปที่ 3.57 แสดง Calculation Sheet ของ Control Valve จากผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor)

โดยนำข้อมูล Calculation Sheet ที่ได้จากผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) มาจัดทำ Datasheet โดยในเอกสารอธิบายข้อมูลของ Control Valve เบื้องต้นคือตัววาล์วเป็นชนิด Globe Valve โดยใช้คุณลักษณะการไหลแบบ Equal Percentage ใช้ตัวขับ (Actuator) แบบ Spring & Diaphragm และใช้ Positioner แบบ Direct Action โดยมีค่า Process Data การทำงานตามรูปที่ 3.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sizing Type: Gas	Flow is Turbulent	Solving for: Cv	Noise is IECAerodynamic	Flow is Mass
Variable Name	Units	Min.	Norm.	Max.
SERVICE & SIZING				
Gas		Hydrogen	Hydrogen	Hydrogen
Inlet Pressure (P1)	bar(g)	24.010	24.010	24.010
Pressure Change (dP)	bar	19.900	19.900	19.900
Inlet Temperature (T1)	deg C	36.530	36.530	36.530
Mass Flow Rate Gas (w)	kg/h	34.309	90.000	307.532
Pressure drop ratio factor (Xt)		0.686	0.622	0.607
Pressure Recovery Factor (Fl)		0.910	0.910	0.910
Valve style modifier (Fd)		0.120	0.188	0.390
Atmospheric Pressure	kg/cm2	1.033	1.033	1.033
Dynamic Viscosity (Mu)	cP	0.009	0.009	0.009
Specific heats ratio (gamma)		1.419	1.419	1.419
Molecular Weight/Specific Gravity	M	2.016	2.016	2.016
Inlet Compressibility Factor (Z1)		1.000	1.000	1.000
Pipe Size Up	in	3	3	3
Pipe Schedule Up		40	40	40
Pipe Size Down	in	3	3	3
Pipe Schedule Down		40	40	40
Nominal Valve Diameter (dv)	in	1.500	1.500	1.500
Aerodynamic Distance (Rn)	m	1.000	1.000	1.000
Sizing Coefficient (Cv)		0.323	0.890	3.080
dP Choked	bar	17.399	15.766	15.402
dP/P1 Valve		0.795	0.795	0.795
Fp		1.000	1.000	0.999
NOISE CALCULATION				
Valve/Trim		Globe/Angle	Globe/Angle	Globe/Angle
LpAeTrim1m	dB(A)	55	66	81
LpAeOutlet1m	dB(A)	< 50	< 50	< 50
Valve Lpa (LpAe1m)	dB(A)	55	66	81
Valve Lpa (LpAeRn)	dB(A)	55	66	81
Item Notes:				

รูปที่ 3.58 แสดง Calculation Sheet ของ Control Valve จากผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) (ต่อ)

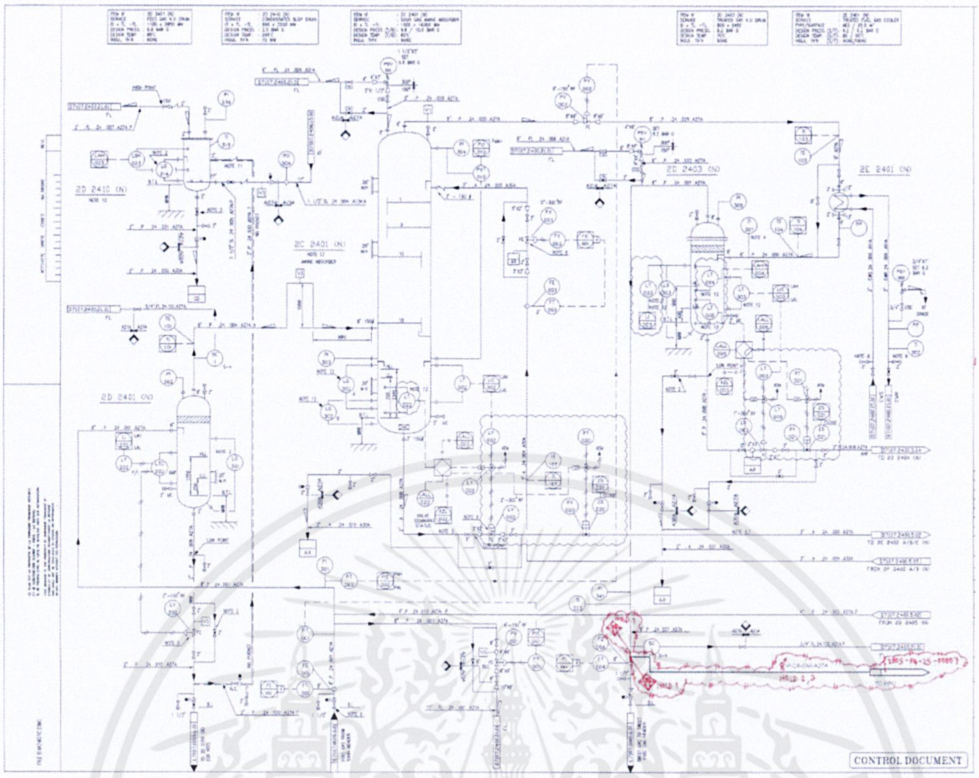


Product: EZ   Valve Size=NPS 1 1/2   Trim Style/Characteristic=Micro-Form (Eq Pct)   Port Diameter=1/2 Inch   Travel=3/4 Inch

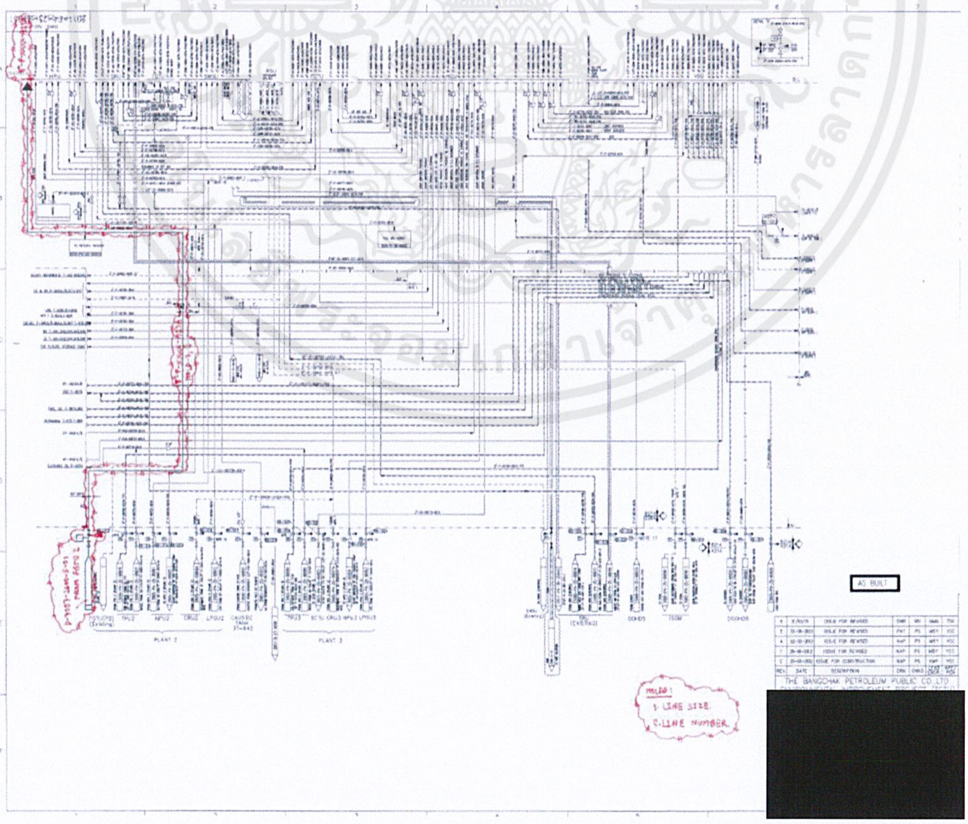
รูปที่ 3.59 แสดงกราฟ Flow Coefficient และ Valve Opening ของ Control Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 HYDROGEN RECOVERY ช่วง FEED

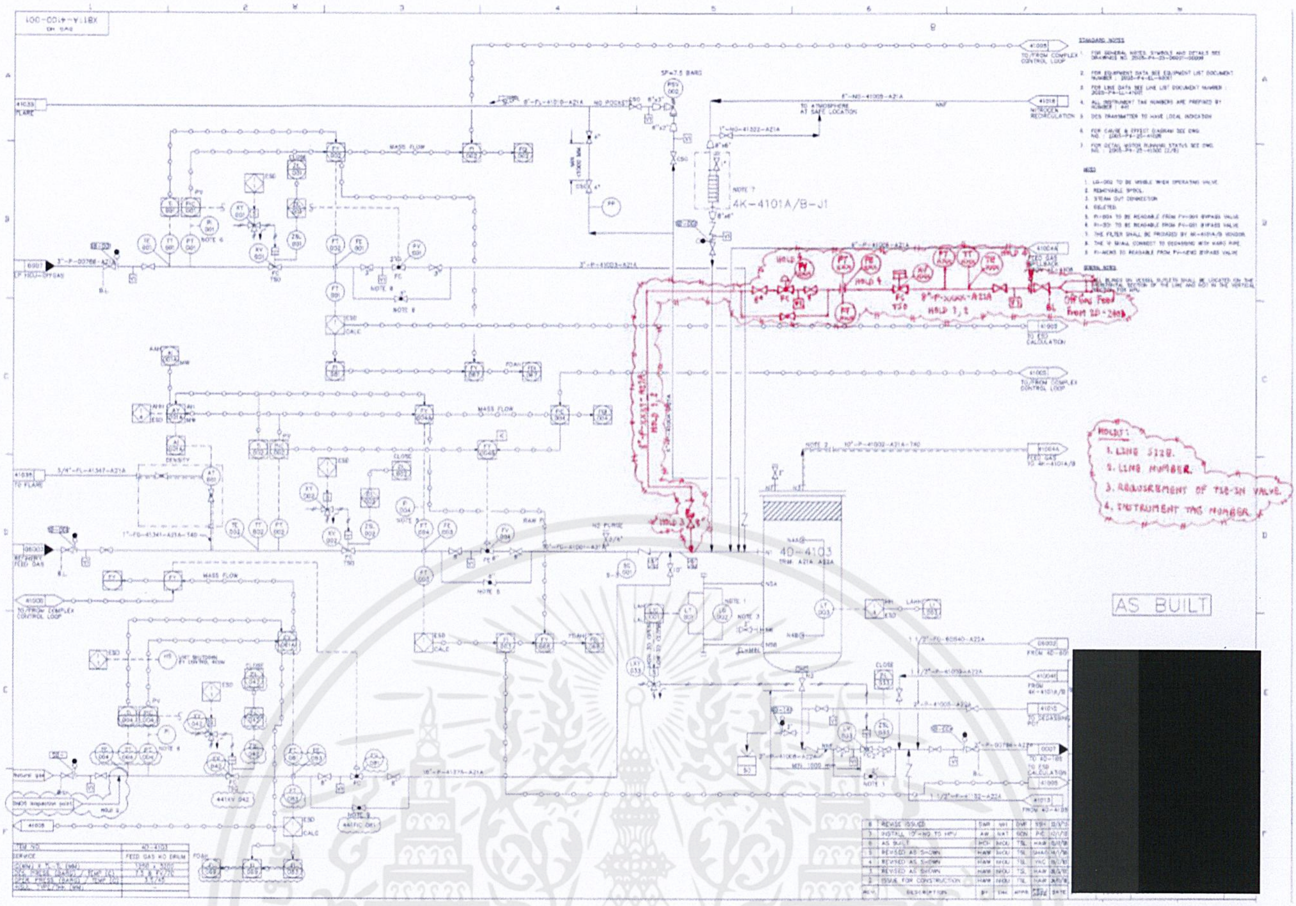


รูปที่ 3.60 แสดง P&ID ของ HYDROGEN RECOVERY



รูปที่ 3.61 แสดง P&ID ของ HYDROGEN RECOVERY (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



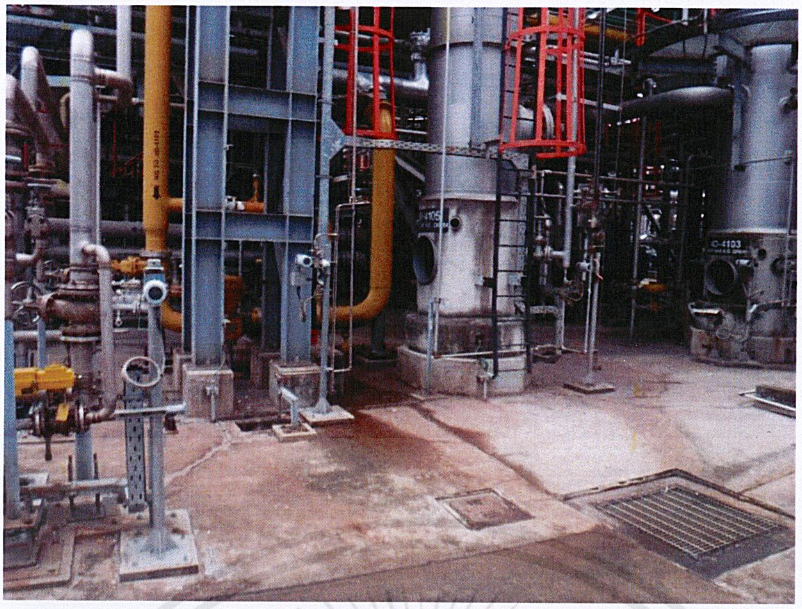
รูปที่ 3.62 แสดง P&ID ของ HYDROGEN RECOVERY (ต่อ)

จากความต้องการคือลดการสูญเสียแก๊สไฮโดรเจนในระบบโรงกลั่นแก๊สโดยการนำแก๊สกลับคืนจาก FGTU#2 ส่งไปให้ HPU

เมื่อทราบกระบวนการทั้งหมดและความต้องการที่จะเพิ่มไลน์อุปกรณ์ไปที่ KO Drum พบว่ามีเครื่องมือวัดที่ต้องการเพิ่มทั้งหมด 12 ตัว ดังนี้ Control Valve 1 ตัว, Flow Element ชนิด Orifice Plate 1 ตัว, Flow transmitter 2 ตัว, Shutdown Valve 1 ตัว ประกอบด้วย Solenoid Valve และ Limit Switch Open/Close, Pressure Transmitter 1 ตัว และ Temperature Transmitter และ Temperature Element 1 ตัว จากการทำความเข้าใจ P&ID ที่ได้รับมาแล้วทำการนับจำนวนเครื่องมือวัดและสัญญาณในการจัดทำเอกสาร Instrument Index & I/O List และ Material Take-Off (MTO)

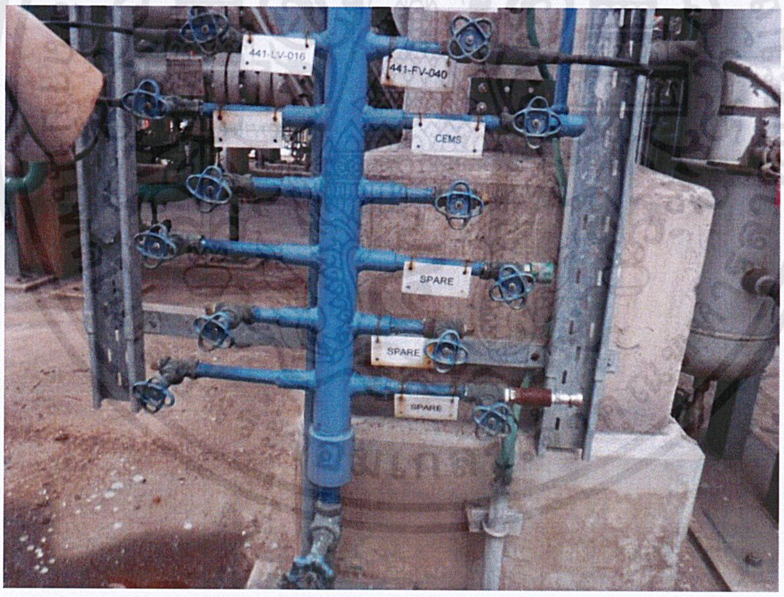
จาก Site Survey เพื่อดูอุปกรณ์ที่มีอยู่ว่าเป็นชนิดใด มีจำนวน Spare ของ Junction Box เพียงพอกับอุปกรณ์ที่ต้องการจะเพิ่มหรือไม่ นอกจากนี้การสังเกตการติดตั้งและตำแหน่งที่ตั้งของอุปกรณ์ใหม่เป็นส่วนสำคัญในการนำไปจัดทำ MTO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.63 แสดงการติดตั้งของ Transmitter แบบ 2”Pipe mounting

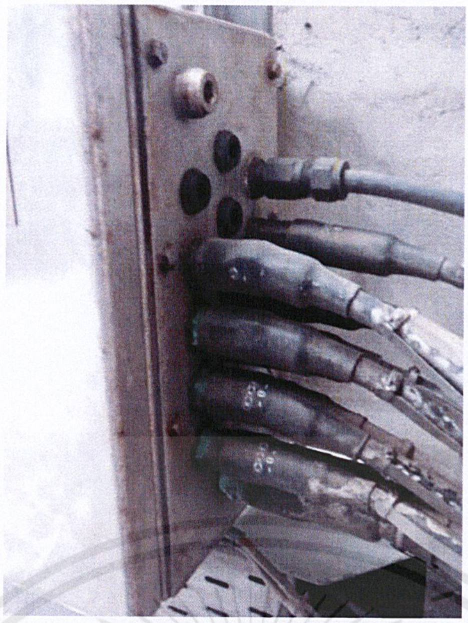
จากรูปที่ 3.63 พบว่าลักษณะการติดตั้ง Transmitter บน 2”Pipe mounting มีการต่อ Tube ออกมาจาก Process Line และ ที่ด้านขวาของภาพจะเห็นถัง 4D-4103 ที่ต้องการเพิ่มไลน์เครื่องมือวัดใหม่



รูปที่ 3.64 แสดง Instrument Air ที่เป็น Spare

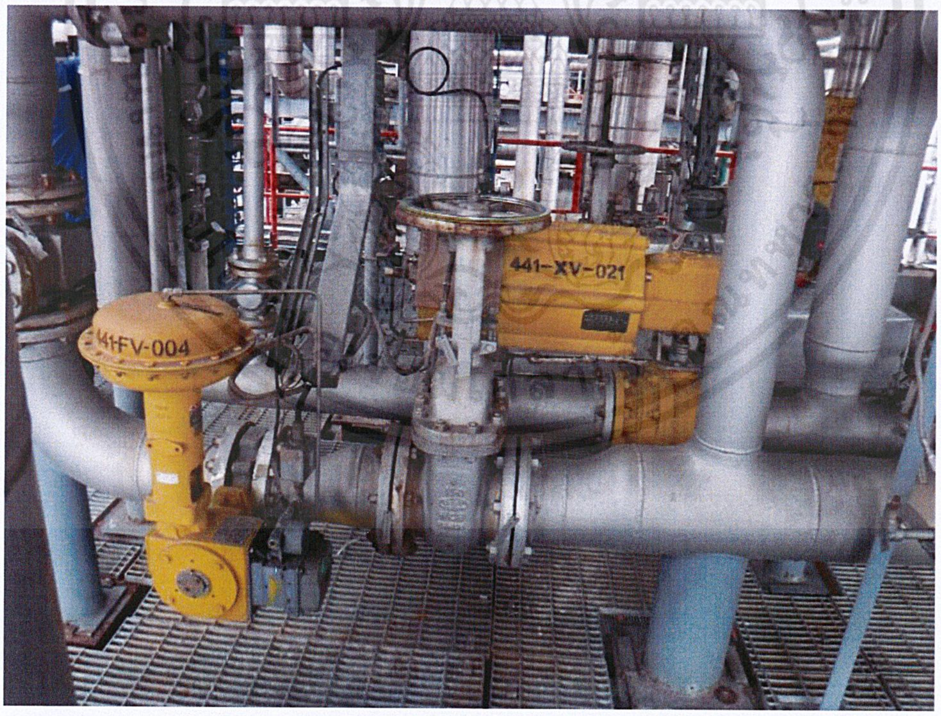
เนื่องจากมี Control Valve และ Shutdown Valve (On-Off Valve) จึงต้องมี Spare ของ Instrument Air เพื่อเป็นตัวขับให้กับการทำงานของวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.65 แสดงจำนวน Spare ที่ว่างของ Junction Box

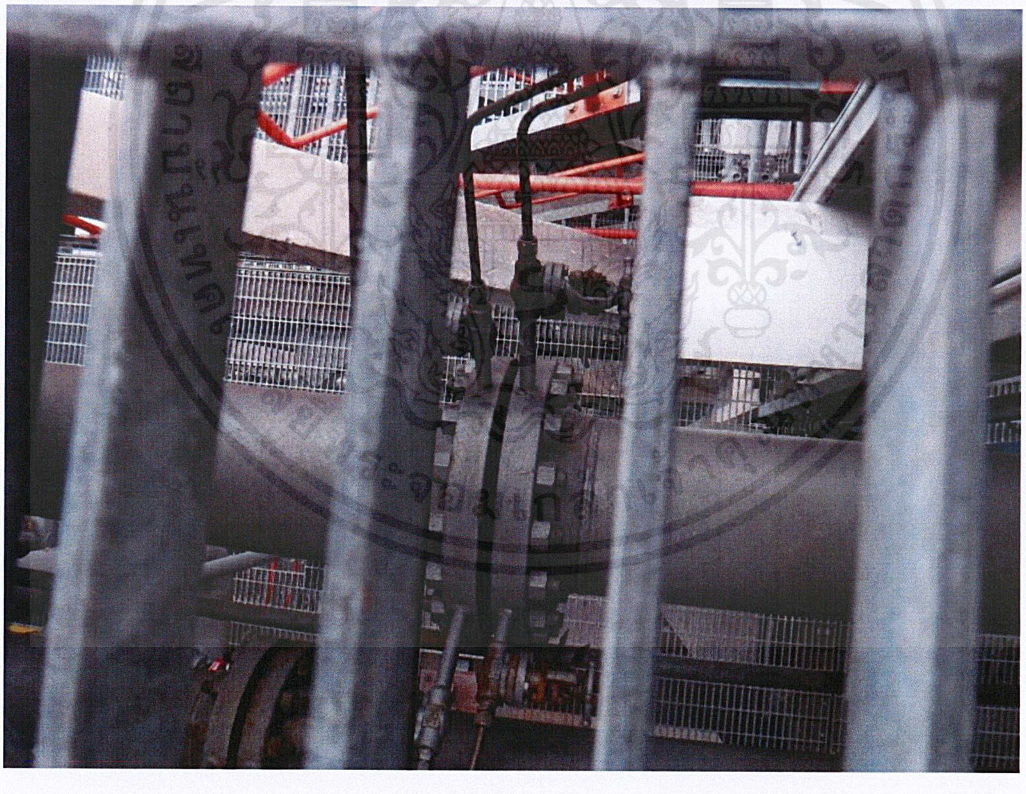
จากรูปที่ 3.65 เป็นจำนวนที่ช่องที่ว่างของตู้ Junction Box ในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Junction Box เพิ่มเพราะ Junction Box เดิมมี Spare มากพอกับเครื่องมือวัดที่ต้องการเพิ่ม



รูปที่ 3.66 แสดงลักษณะการติดตั้ง Control Valve และ Shutdown Valve ของเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.67 แสดงยี่ห้อของ Control Valve เดิมที่ใช้



รูปที่ 3.68 แสดงการต่อ Tube ออกจาก Process Line ของ Flow Element

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

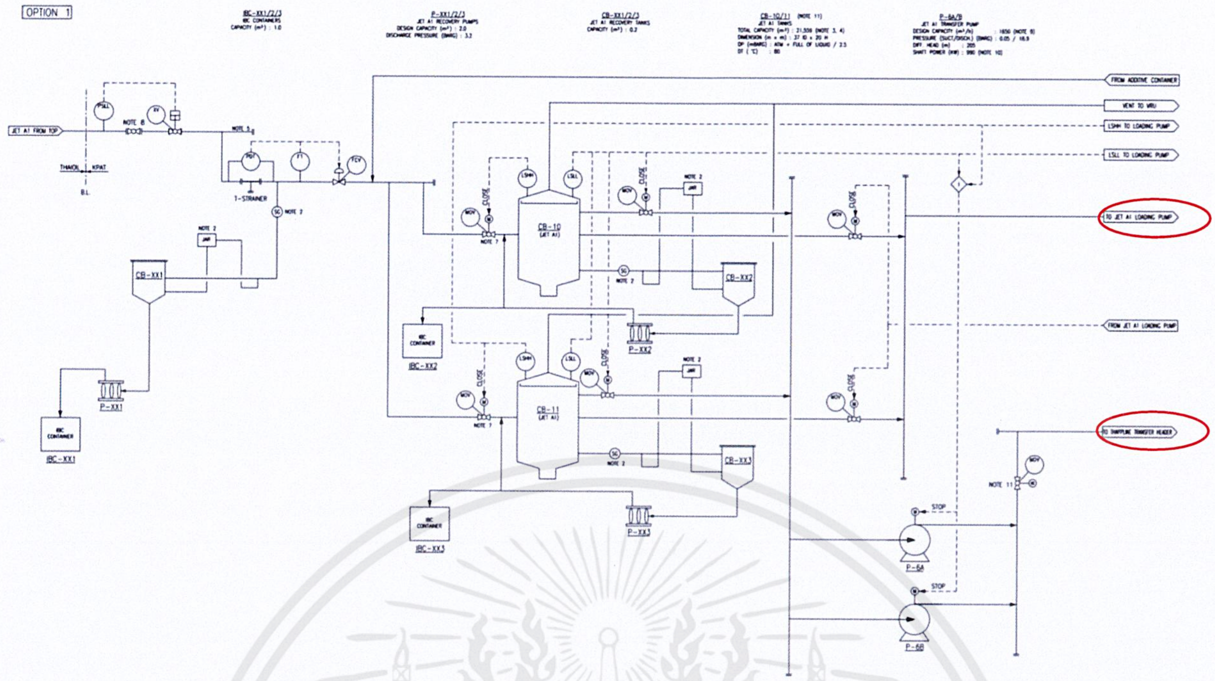
รูปที่ 3.69 แสดงการต่อ Tube เข้ามาที่ Flow Transmitter

จากรูป3.68 พบว่า Flow Element ที่ใช้เป็นชนิด Orifice Plate ต่อ 2 Tube เข้าไปที่ Flow Transmitter บน 2”Pipe mounting

เมื่อได้ข้อมูลเพิ่มเติมจากการไป Site Survey จะพบการติดตั้งอุปกรณ์ ชนิดและยี่ห้อที่ใช้ของเดิม ดังนั้นจะสามารถจัดทำเอกสาร MTO โดยประมาณจากแบบและข้อมูลต่าง ๆ ที่มีประกอบเพื่อให้ได้ปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องใช้จริงที่สุด เช่น การติดตั้งของเดิม สำหรับการประเมินราคา±30% จะอาศัยข้อมูลการจากไป Site Survey แล้วทั่วไปการจัดทำ Material Take-Off (MTO) ต้องมีข้อมูลจาก Installation Detail, Hook-Up Diagram และ Typical Installation

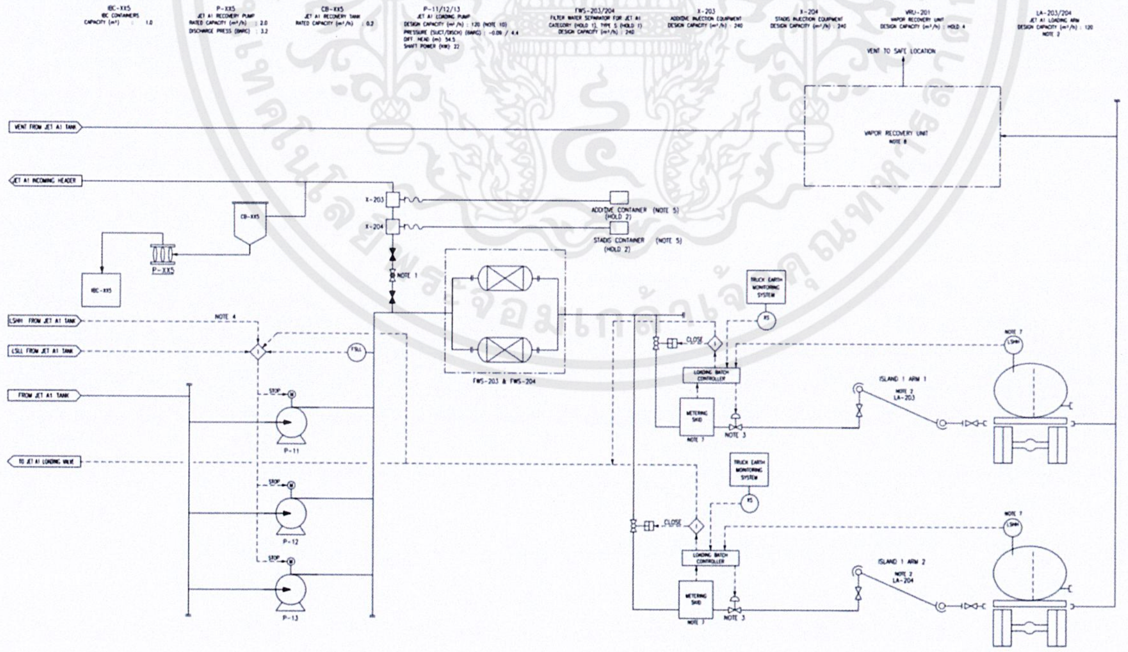
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI ช่วง Study



รูปที่ 3.70 แสดง PFD ส่วนที่รับน้ำมัน JET A-1 ไปที่ถังเก็บแล้วส่งไป Thappline และ Loading Gantry

จาก PFD จะเห็นว่ากระบวนการเริ่มจากรับน้ำมัน JET A-1 มาแล้วส่งไปเก็บไว้ที่ถัง CB-10 และ CB-11 จากนั้นส่งไปขายทาง Thappline (ระบบท่อส่งน้ำมัน) และ Loading Gantry (ทางรถบรรทุก)



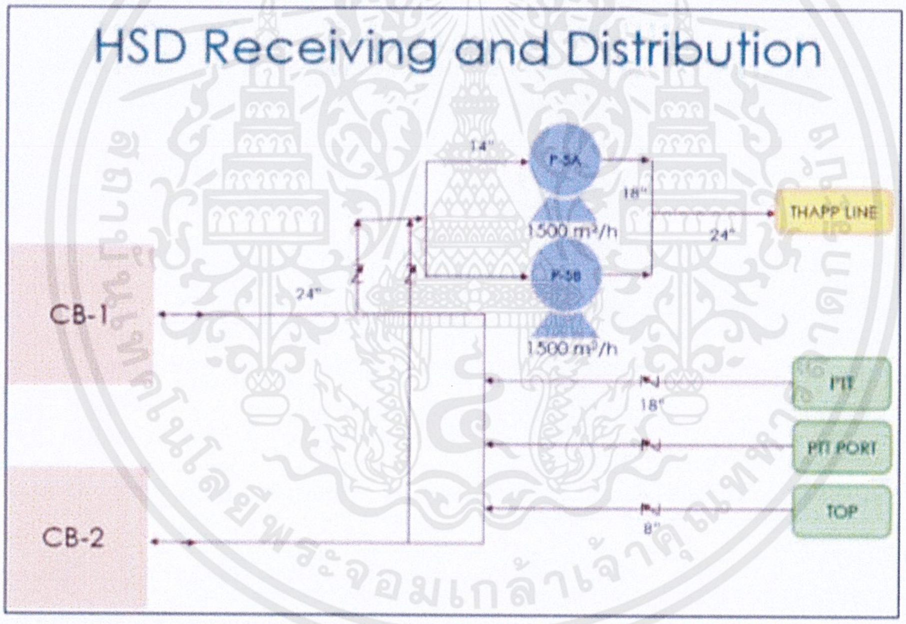
รูปที่ 3.71 แสดง PFD ส่วนจากถังเก็บส่งไปที่สถานีรถบรรทุก

เมื่อน้ำมัน JET A-1 ที่ส่งไปทาง Loading Gantry จะถูกส่งมาตามท่อผ่าน Loading Pump 3 ตัว แล้วผ่านระบบ Filter Water Separator จากนั้นจึงเข้าสู่ส่วน Loading Gantry มีการติดตั้งระบบ Vapour

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recovery System หรือ VRU เพื่อระบายไอน้ำมันที่ออกมาระหว่างการโหลดน้ำมันไปยังรถบรรทุก โดยปกติจะทำการโหลดน้ำมันที่ด้านบนของรถบรรทุกแต่เปลี่ยนมาส่งด้านข้างแทนจึงต้องมีระบบ Vapour Recovery System ตามที่กฎหมายระบุ ส่วน JET A-1 ที่ส่งไปทาง Thappline จะทำการ Tie in ไปที่จุด Thappline เดิมที่ใช้ส่งน้ำมัน HSD ที่เป็นของเดิม

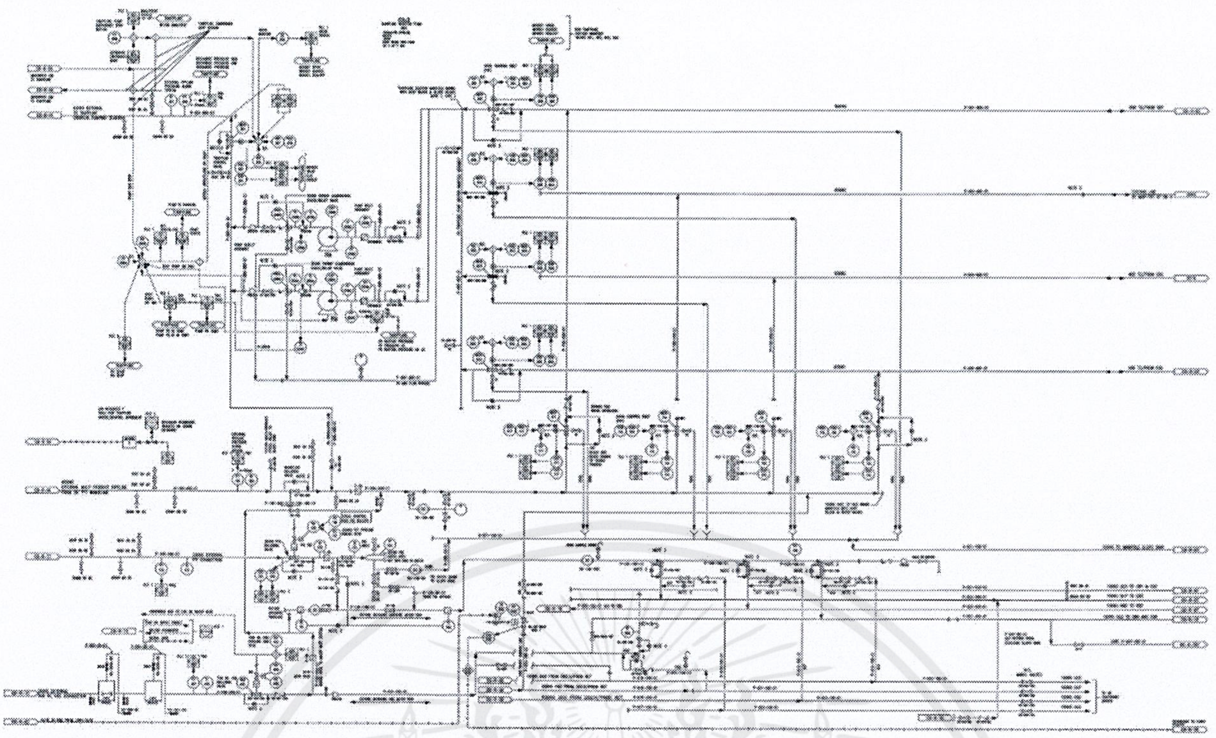
เนื่องจากเป็นช่วง Study จึงยังไม่มี P&ID ในการศึกษาและจัดทำ Instrument Index & I/O List จึงทำการศึกษา Reference Information ตามที่ลูกค้าให้โดยน้ำมันชนิด JET A-1 เป็นน้ำมันที่มีลักษณะคล้ายกับ JP-8 ที่เป็นน้ำมันอากาศยาน โดย JET A-1 เป็นน้ำมันเครื่องบินไอพ่นพาณิชย์ใช้กับซึ่งจะใช้กับเครื่องบินโดยสารหรือเครื่องบินพาณิชย์ทั่วไปส่วน JP-8 เป็นน้ำมันเครื่องบินไอพ่นทหารที่ใช้ในกิจกรรมทางการทหาร เช่น เครื่องบินรบ และเครื่องบินขับไล่ ซึ่งเป็นน้ำมันที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่า ที่จะช่วยให้เครื่องบินทหารสามารถเคลื่อนที่ด้วยอัตราความเร็วสูงได้ ซึ่งก่อนการเพิ่มถังน้ำมัน JET A-1 ทางลูกค้ามีถังสำหรับเก็บน้ำมัน HSD (High Speed Diesel Oil) และ JP-8 (Jet Fuel) อยู่แล้วซึ่งมีการส่งน้ำมัน ดังนี้



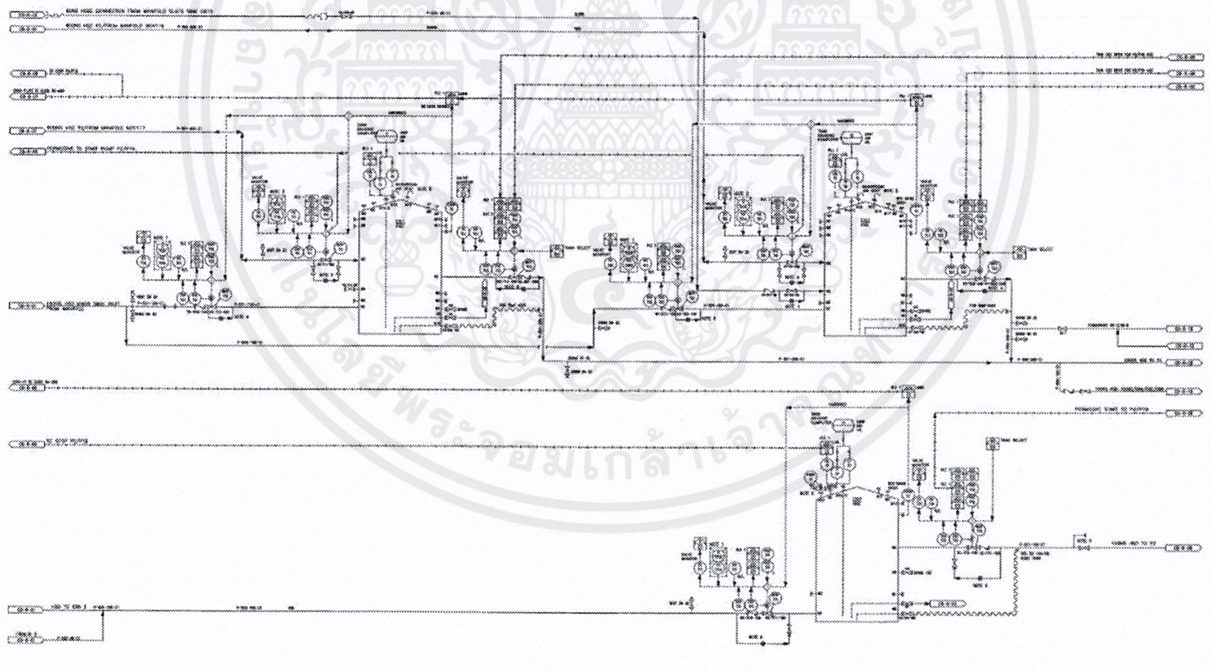
รูปที่ 3.72 แสดง Flow Diagram ของ HSD

จะพบว่ามีการรับน้ำมันมาแล้วส่งไปเก็บที่ถัง CB-1 และ CB-2 แล้วส่งผ่านปั๊มออกไปทาง Thappline เท่านั้น โดยท่อที่ส่งน้ำมันระหว่างถังเก็บไป Thappline เป็นท่อเดียวกันตาม P&ID รูปที่ 3.73 และ 3.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

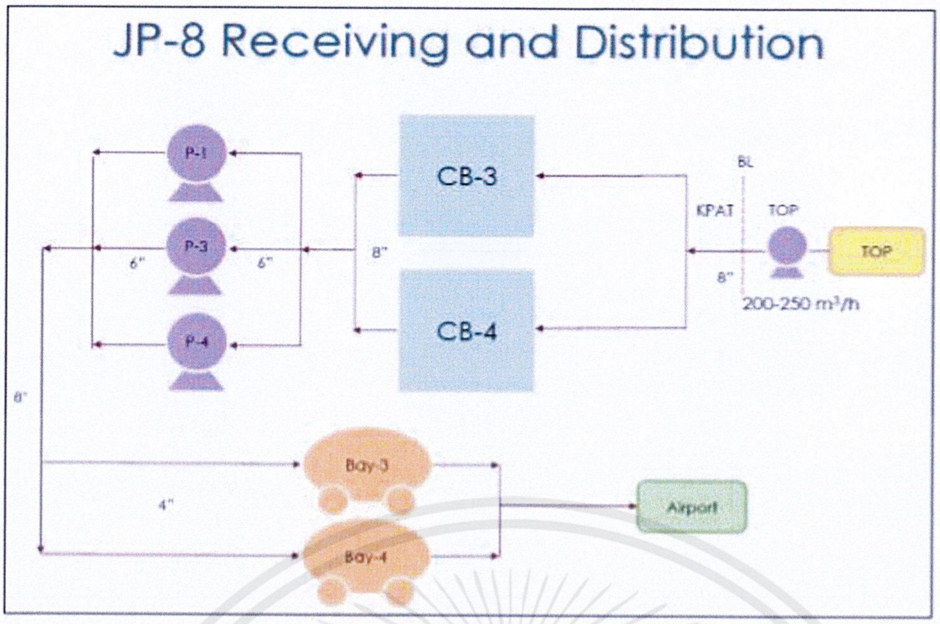


รูปที่ 3.73 แสดง P&ID การส่งน้ำมันไปเก็บที่ถัง



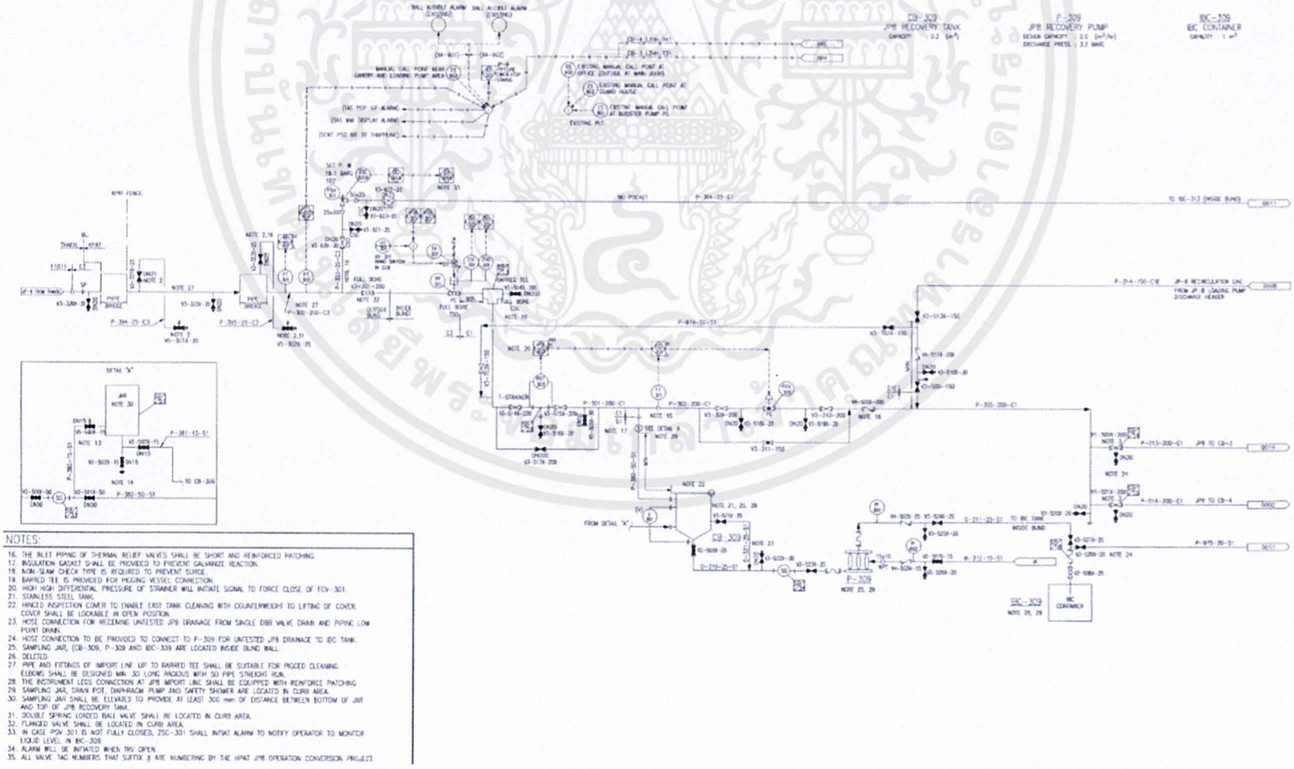
รูปที่ 3.74 แสดง P&ID ของถังเก็บน้ำมัน HSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.75 แสดง Flow Diagram ของ JP-8

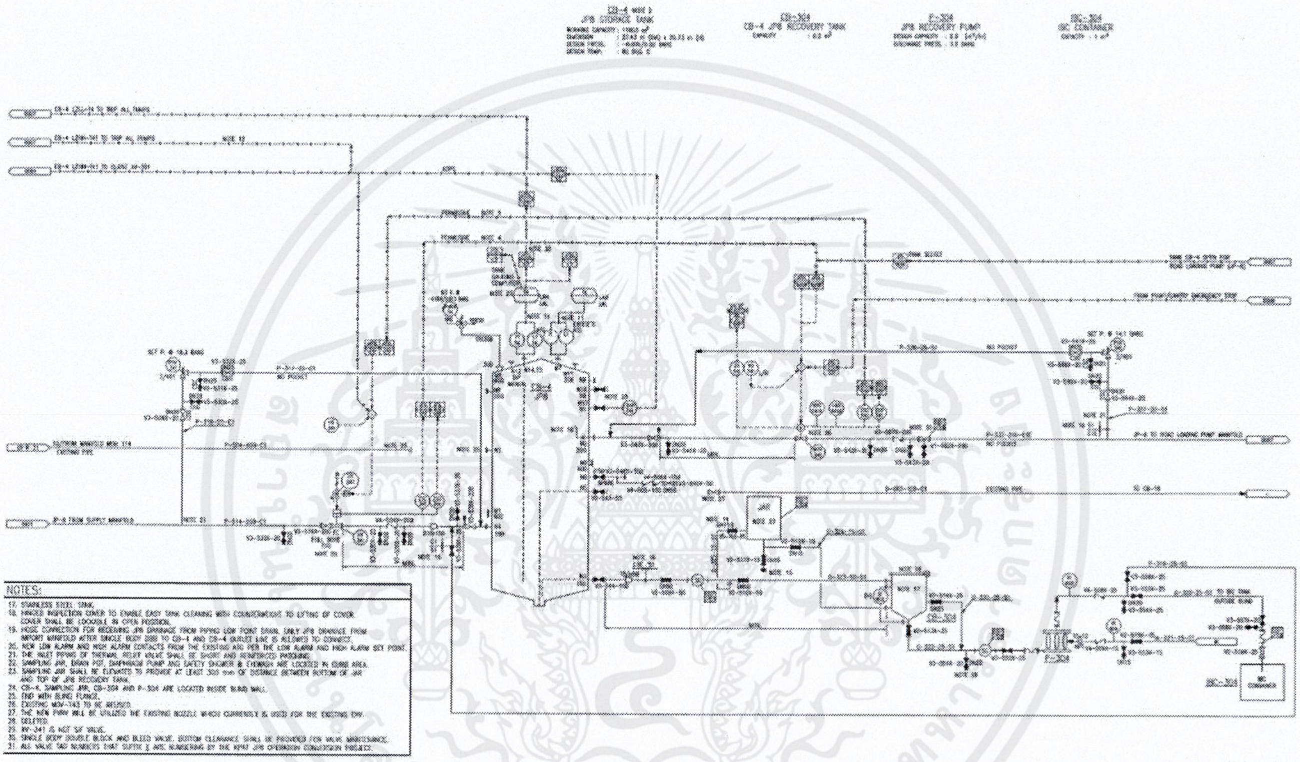
จะพบว่ามีการรับน้ำมันมาแล้วส่งไปเก็บที่ถัง CB-3 และ CB-4 จากนั้นผ่านปั๊มไปยัง Bay แล้วส่งไป Loading Gantry เท่านั้น



รูปที่ 3.76 แสดง P&ID ส่วนรับน้ำมัน JP-8 แล้วส่งไปยังถังเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

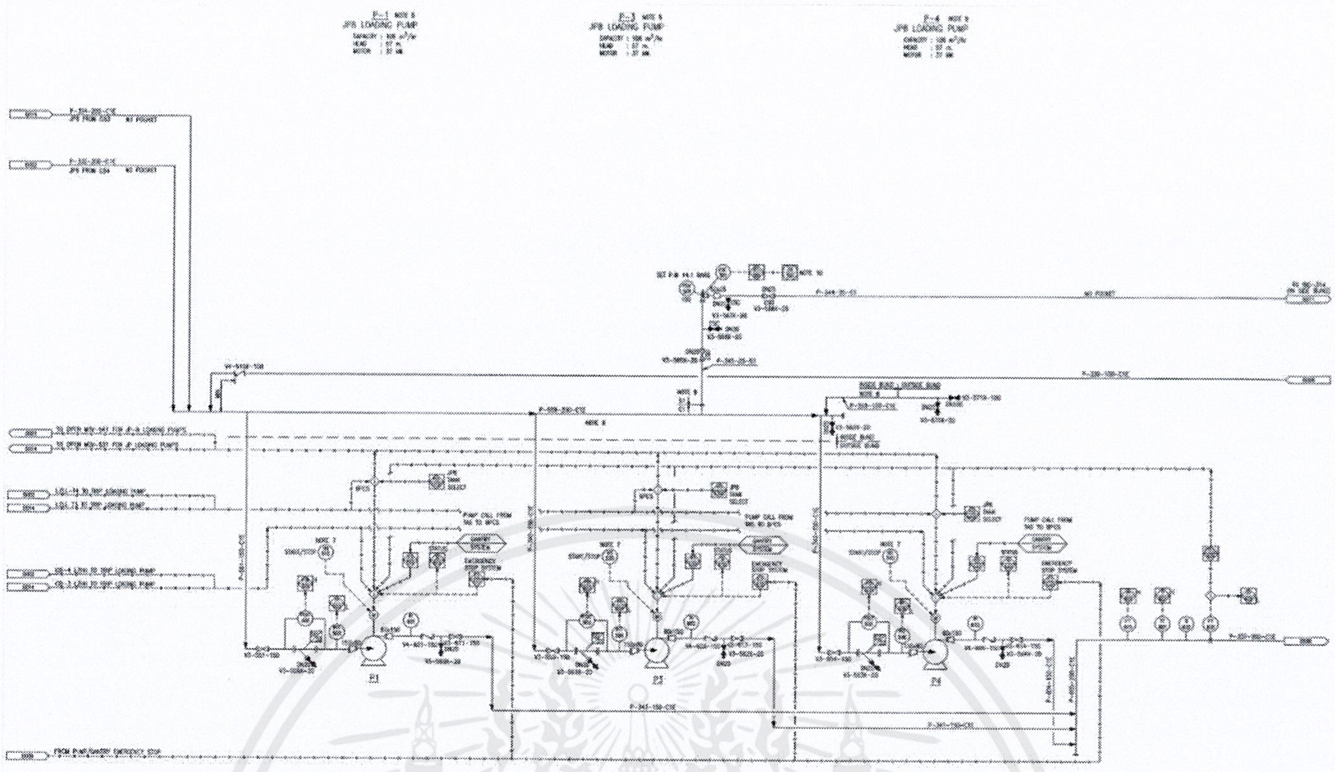
จากรูปที่ 3.76 ส่วนที่รับน้ำมัน JP-8 เข้ามาแล้วส่งไปยังถัง CB-3 และ CB-4 โดยผ่านเครื่องมือวัดหลัก คือ Pressure Transmitter, Pressure Relief Valve, On-Off Valve, Differential Pressure Transmitter, Flow Transmitter และ Control Valve โดย On-Off Valve ถูกควบคุมด้วยสัญญาณ Pressure Shut Down Low Low (PZLL) และ Hand Switch จากห้องควบคุม (CCR) ส่วน Control Valve (FCV) เป็นการควบคุมการไหลโดย Differential Pressure Transmitter และ Flow Transmitter โดยหาก Differential Pressure ของ Strainer เกิด Alarm ที่เป็น High High แล้วจะส่งสัญญาณเพื่อไปปิด Control Valve



รูปที่ 3.77 แสดง P&ID ส่วนถังเก็บ JP-8

จากรูป 3.77 ส่วนถังเก็บ มีการใช้ระบบ Tank Gauging ในการควบคุมถังเก็บซึ่งจะถูกเตรียมให้อยู่ในขอบเขตงานของผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor) ที่รับผิดชอบ โดยเครื่องมือวัดหลัก คือ Pressure Relief Valve, On-Off Valve, Motor Operated Valve, Limit Switch High High โดย On-Off Valve และ Motor Operated Valve มีการควบคุมการทำงานตาม Interlock ตามรูปที่ 3.77

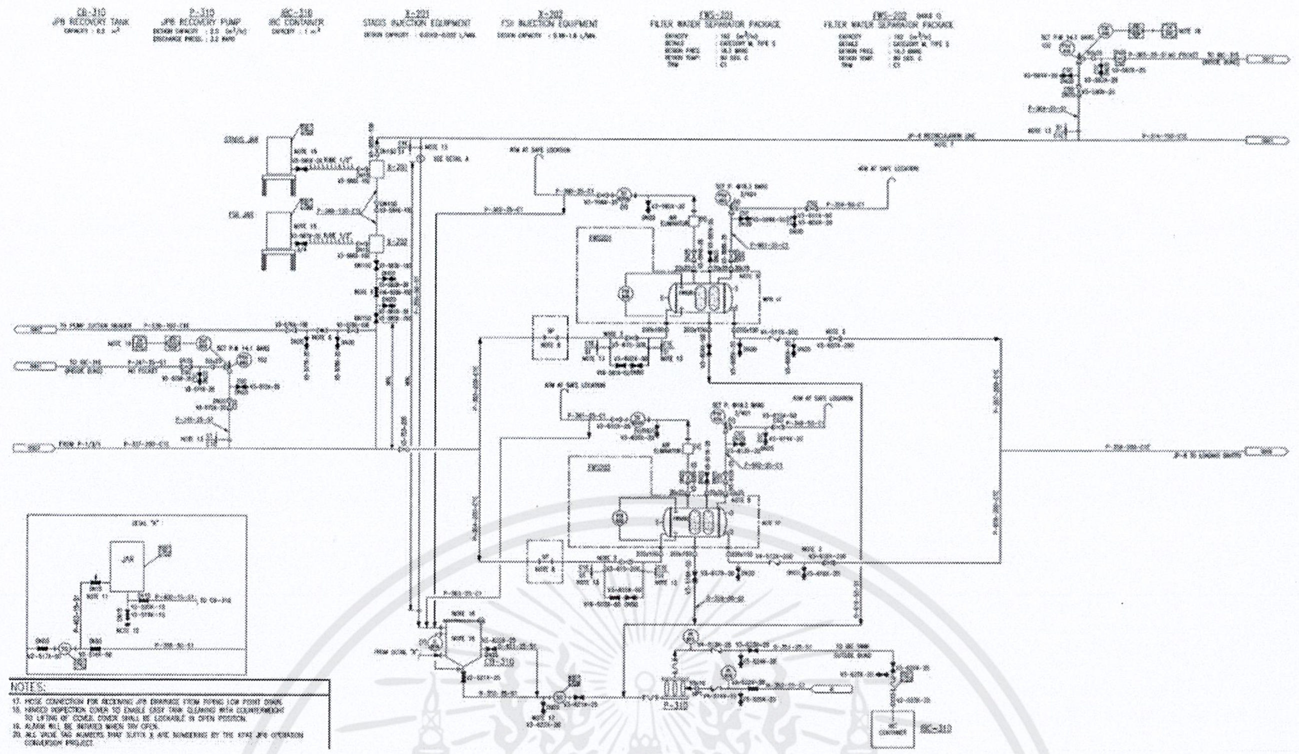
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



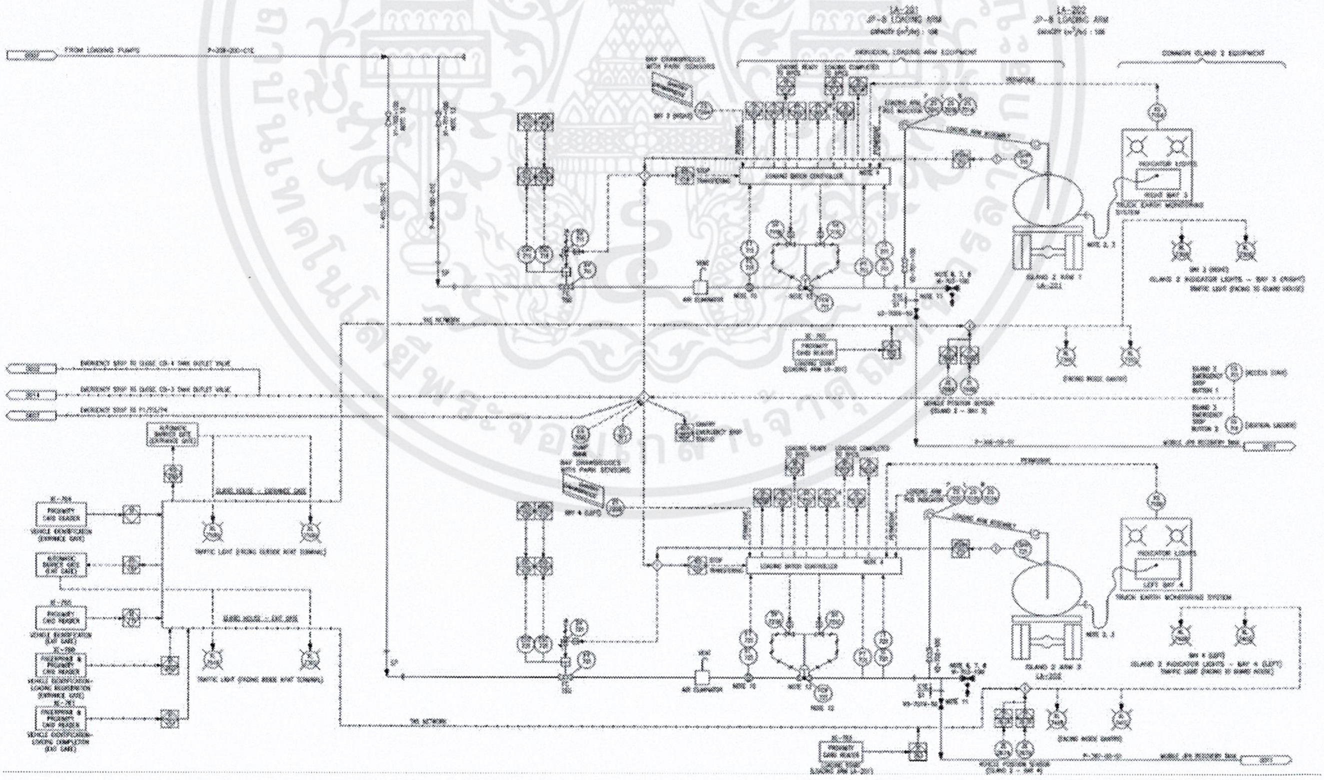
รูปที่ 3.78 แสดง P&ID ส่วนที่ส่งผ่านปั๊มก่อนไปที่ Filter Water Separator

จากรูป 3.78 ส่วนปั๊มมีการทำงานของ Motor Operated Valve โดยควบคุมจาก Interlock ที่ส่งมาจากส่วนถังเก็บ ส่วนเครื่องมือวัดอื่นในแต่ละส่วนของปั๊ม คือ Differential Pressure Indication Transmitter, Pressure Indication Transmitter และ Pressure Gauge เมื่อผ่านทั้งสามปั๊มจะพบ Pressure Transmitter, Temperature Transmitter, Temperature Indicator และ Flow Transmitter ซึ่งส่งสัญญาณ Flow Shut Down Low Low เข้า Interlock กลับไปควบคุม Motor Operated Valve ร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.79 แสดง P&ID ส่วน Filter Water Separator



รูปที่ 3.80 แสดง P&ID ส่วน Loading Gantry

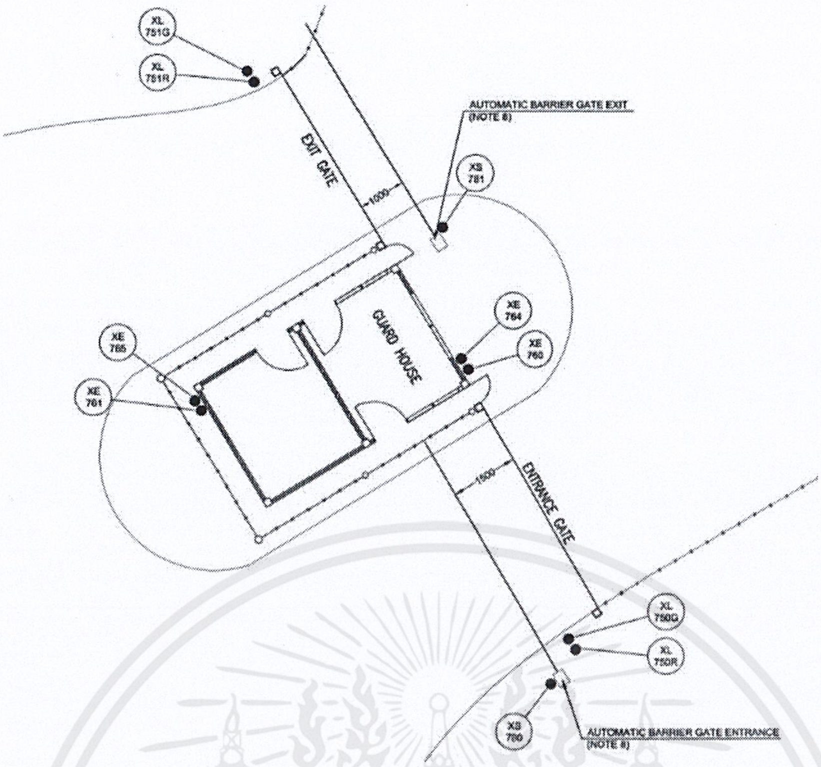
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.79 ส่วน Filter Water Separator คือส่วนที่ทำหน้าที่แยกน้ำออกมาก่อนจะส่งไปที่ Loading Gantry

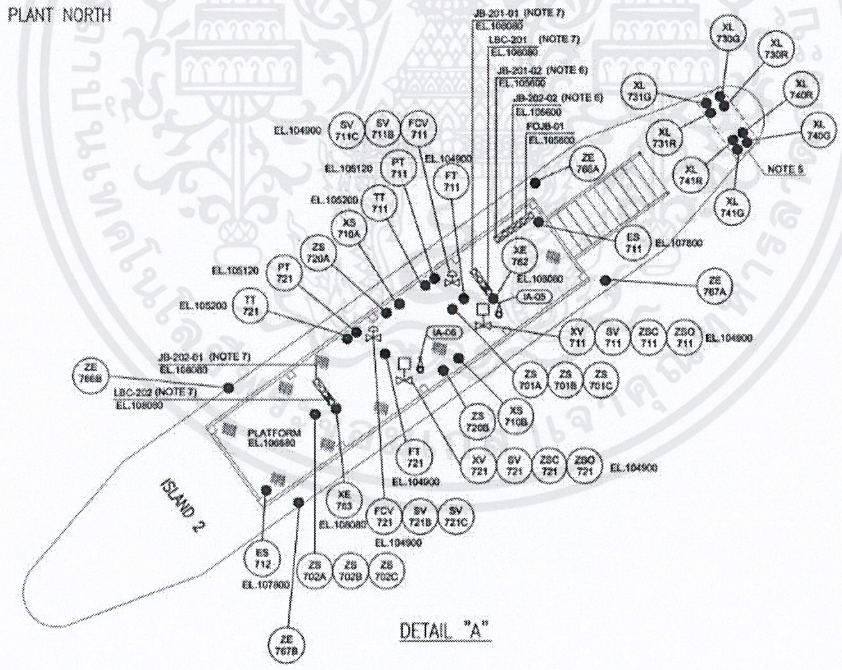
จากรูปที่ 3.80 ส่วน Loading Gantry คือส่วนที่จ่ายน้ำมันให้กับรถบรรทุกน้ำมัน โดยใช้ระบบ Loading Batch Controller โดยจ่ายน้ำมันด้วย Loading Arm เข้าที่ด้านบนของรถบรรทุก ซึ่งในส่วนนี้ยังมีการทำงานร่วมกับส่วน Guard House ตามรูปที่ 3.81 ส่วนที่วงกลม ซึ่งเป็นส่วนประตูทางเข้าออกของรถบรรทุกที่มีระบบต่าง ๆ ตาม P&ID ซึ่งในส่วนนี้เป็นขอบเขตงานของผู้จำหน่ายสินค้า (Vendor)

รูปที่ 3.81 แสดง Instrument Layout ของ JP-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.82 แสดงส่วนขยายของ Guard House

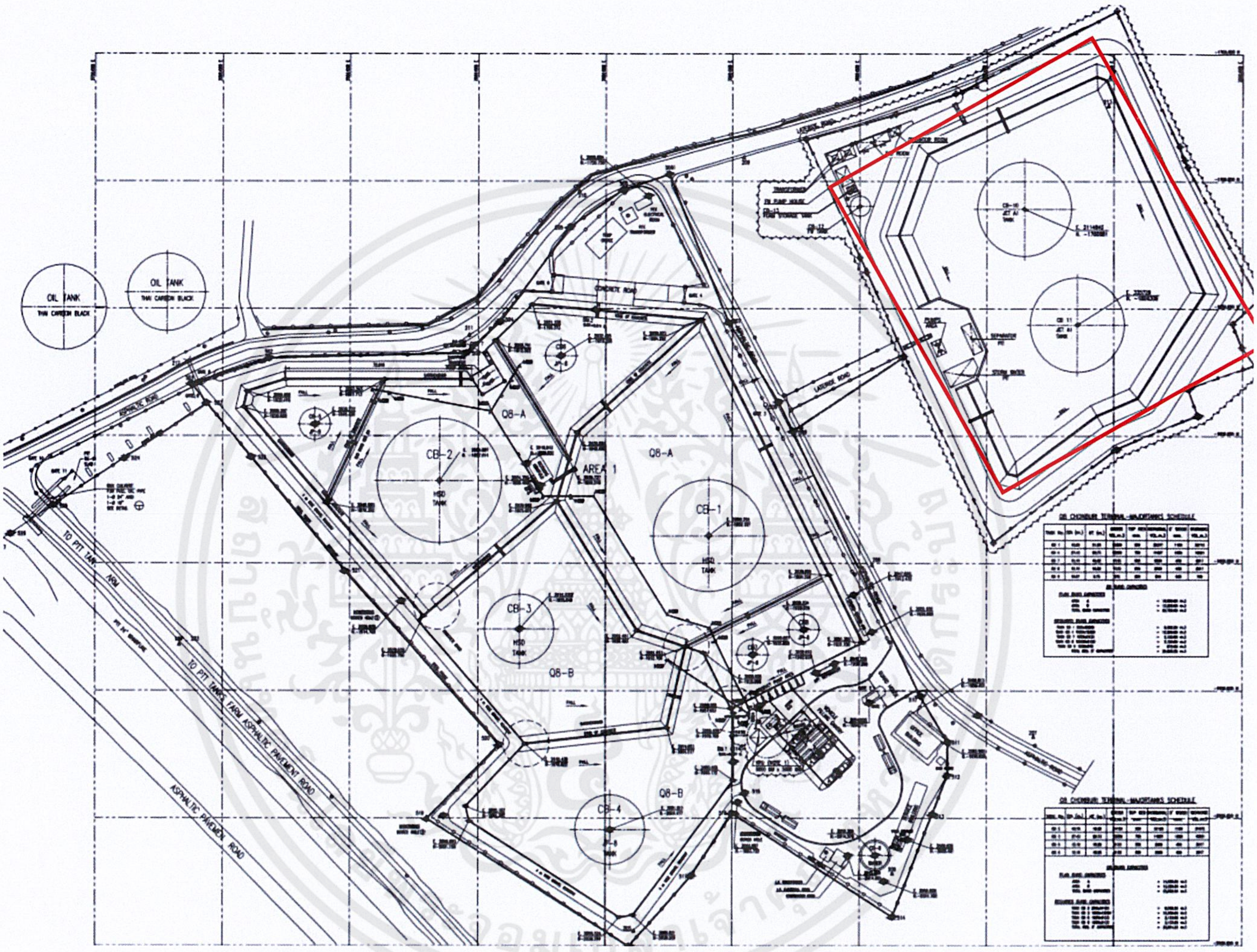


รูปที่ 3.83 แสดงส่วนขยายของ Island 2

เมื่อทราบจำนวนและชนิดของอุปกรณ์เบื้องต้นใน P&ID ของ JP-8 แล้วนำมาจัดทำเอกสาร Instrument Index & I/O List จากนั้นออกแบบ Cable Schedule โดยอิงจากของเดิม สาเหตุที่อิงอุปกรณ์เครื่องมือวัดและหลักการตามการส่งน้ำมันแบบ JP-8 เพราะทั้ง JP-8 และ JET A-1 เป็นน้ำมันเจ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีลักษณะคล้ายกันจึงสามารถอนุมานการทำงานของ JET A-1 ในอนาคตได้แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมในบางจุด เช่น การจ่ายน้ำมันด้วย Loading Arm ทางด้านข้างแทนแล้วเพิ่ม Vapour Recovery System หรือ VRU เข้ามา นอกจากนี้ต้องเพิ่มจุด Tie in เข้าที่ Thappline ที่ส่ง HSD ของเดิม จากนั้นจัดทำเอกสาร MTO เพื่อประเมินค่าใช้จ่าย±30% เนื่องจากงานนี้อยู่ในช่วง Study ซึ่งเป็นช่วงในการศึกษาความเป็นไปได้และประเมินราคาเพื่อเป็นข้อมูลการทำงานในอนาคตหากลูกค้าต้องการจะทำงานนี้จริง



รูปที่ 3.84 แสดง Plot Plan ของที่ตั้งถังเก็บน้ำมัน JET A-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานในบทที่ 3 จะได้เอกสารที่จัดทำ ดังนี้

4.1 เอกสารที่จัดทำ

4.1.1 CHLORIDE GUARD BED CHLORIDE INJECTION SYSTEM ช่วง FEED

1. Instrument Index & I/O List

2. Datasheet

3. Material Take-Off (MTO)

4. Material Requisition

INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST

REV.	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	I/O TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO.	UNIT	RANGE	Remarks
	NEW	-	PI-XX3	7068-300-005A	Pressure gauge	Perchloroethylene Injection Pump outlet pressure	HOLD	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 20	
	NEW	-	PSV-XX3	7068-300-005A	Safety relief valve	Perchloroethylene Injection Pump release pressure	HOLD	—	—	Field	—	—	—	—	barg	18.5	
	HOLD	F-XX1	FT-XX1	7068-300-005P	Flow Transmitter - Comoris	Perchloroethylene injection Pump outlet flow	HOLD	—	—	Field	AI	DCS	—	TBC	l/h	0.004 to 0.0075	HOLD for Final Requirement
	HOLD		FI-XX1	7068-300-005P	Flow Indication on CCS	Perchloroethylene injection Pump outlet flow	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	l/h	0.004 to 0.0075	
	HOLD		FQI-XX1	7068-300-005P	Flow Totalizer on CCS	Perchloroethylene Injection Pump total flow	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	l/h	TBC	
	HOLD	SOV-XX312	SOV-XX312	7068-300-005A	Solenoid valve	Perchloroethylene Injection Pump	—	—	—	Field	DO-P	DCS	—	TBC	—	—	HOLD for Control Requirement
	HOLD	SOV-XX313	SOV-XX313	7068-300-005A	Solenoid valve	Perchloroethylene Dosing Pump	—	—	—	Field	DO-P	DCS	—	TBC	—	—	HOLD for Pump Type confirmation
	HOLD	M-XX313	M-XX313	7068-300-005E	Motor Pump on CCS	Perchoroethylene Injection Pump Motor Status	—	—	—	Field	—	—	—	—	—	—	HOLD for Pump Type confirmation
	HOLD		XA-XX313	7068-300-005E	Motor Fault Alarm on CCS	Perchoroethylene Injection Pump Fault Alarm	—	—	—	MCC (TBC)	DI-VFC	DCS	—	TBC	—	—	HOLD for Pump Type confirmation
	HOLD		XI-XX313A	7068-300-005E	Motor Running Indication on CCS	Perchoroethylene Injection Pump Running Indication	—	—	—	MCC (TBC)	DI-VFC	DCS	—	TBC	—	—	HOLD for Pump Type confirmation
	HOLD		XS-XX313	7068-300-005E	Motor Start/Stop Command from CCS	Perchoroethylene Injection Pump Start/Stop Command	—	—	—	MCC (TBC)	DO-P	DCS	—	TBC	—	—	HOLD for Pump Type confirmation
	EXISTING	P-013	PT-013	7068-300-005E	Pressure Transmitter	Hp separator pressure	—	—	—	Field	AI	DCS	—	Existing	—	—	EXISTING TO BE DISCONNECTED AND RE-INSTALL
	EXISTING		PIC-013	7068-300-005E	Pressure Indicating Contoller	Hp separator pressure	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	EXISTING		PAH-013	7068-300-005E	Pressure Alarm High	Hp separator pressure	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	EXISTING		PAL-013	7068-300-005E	Pressure Alarm Low	Hp separator pressure	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	EXISTING	-	PI-316	7068-300-005E	Pressure gauge	Hp separator pressure	—	—	—	Field	—	—	—	—	—	—	EXISTING TO BE DISCONNECTED AND RE-INSTALL
	NEW	-	PI-XX1	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors A	HOLD	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX2	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors A	HOLD	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX4	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors B	HOLD	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX5	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors B	HOLD	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX6	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors A	4"-P-XXX5-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX7	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors A	4"-P-XXX5-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX8	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors B	4"-P-XXX6-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	-	PI-XX9	7068-300-005P	Pressure gauge	Chloride guard bed reactors B	4"-P-XXX6-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	—	—	—	—	barg	0 to 40	
	NEW	PD-XX1	PDT-XX1	7068-300-005P	Differential Pressure Transmitter - Diaphragm Seal	Chloride guard bed reactors A (differential pressure)	4"-P-XXX5-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	AI	DCS	—	TBC	—	—	
	NEW		PDAH-XX1	7068-300-005P	Differential Pressure High Alarm on CCS	Chloride guard bed reactors A (differential pressure)	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	NEW		PDI-XX1	7068-300-005P	Differential Pressure Indication on CCS	Chloride guard bed reactors A (differential pressure)	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	NEW	PD-XX2	PDT-XX2	7068-300-005P	Differential Pressure Transmitter - Diaphragm Seal	Chloride guard bed reactors B (differential pressure)	4"-P-XXX6-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	AI	DCS	—	TBC	—	—	
	NEW		PDAH-XX2	7068-300-005P	Differential Pressure High Alarm on CCS	Chloride guard bed reactors B (differential pressure)	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	NEW		PDI-XX2	7068-300-005P	Differential Pressure Indication on CCS	Chloride guard bed reactors B (differential pressure)	—	—	—	CCS	Soft	DCS	—	—	—	—	
	NEW	-	PSV-XX1	7068-300-005P	Safety relief valve	Chloride guard bed reactors A	2"-P-XXX9-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	—	—	—	—	barg	32	
	NEW	-	PSV-XX2	7068-300-005P	Safety relief valve	Chloride guard bed reactors B	2"-P-XX11-B21A-N (HOLD)	—	—	Field	—	—	—	—	barg	32	

รูปที่ 4.1 แสดง Instrument Index and I/O List

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Relief Valve Calculation

PSV-023 -
Case:
Chloride guard bed reactors A
The Relief valve is sized according to API RP-520 (2000)
State: GAS
Fluid: Hydrogen

	Unit	Value
Required relieving capacity	kg/h	1470
Set pressure	bar-g	32
Constant back pressure	bar-g	
Variable back pressure	bar-g	3.2
Overpressure	%	21
Barometric pressure	mbar	1035
Temperature	°C	167
Specific heat ratio		1.379
Density	kg/m³	3.502
Molecular mass		3.262

Sizing basis
Valve style: Bellows
Rupture disk(at the inlet): No

Results and Coefficients	Unit	Value
Calculated area	in^2	0.3827
Selected area	in^2	0.503
Orifice designation		G
Selected area capacity	kg/h	1932
Discharge correction factor	(Kd)	0.65
Critical flow coefficient	(C)	354.2
Back pressure correction factor	(Kb)	1

- Default: Constant Back Pressure = 0 bar-g

Domain: SPRC					Calculation Sheet - Relief Valve	[redacted]
					Tag Number: PSV-023 -	
No.	By	Date	Description	Signed By	Doc. No.: PSV-023 - -CL	

รูปที่ 4.2 แสดง PSV Calculation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	Tag No.		P&ID		PSV-023		7068-300-500P	
	2	Service				Chloride guard bed reactors A			
	3	Line No.		Equipment No.		2"-P-3142-B21A-N			
	4	Applicable Code		Ambient temperature					
	5	Function	Area Classification		ATEX Certification	Pressure relief			
Pipe Line	6	Inlet line size/schedule		Outlet line size/schedule		2" / S-40		4" / S-40	
	7	Pipe class Inlet	Rating Inlet		Material Inlet	B21A	CL300		CS
	8	Pipe class Outlet	Rating Outlet		Material Outlet	A21A	CL150		CS
Fluid Properties	9	Corrosive	Erosive		Toxic	YES	NO		
	10								
Design Conditions	11	Pressure (minimum)		Pressure (maximum)			bar(g)	32	bar(g)
	12	Temperature (minimum)		Temperature (maximum)			°C	65	°C
Set Pressure	13	Set pressure			bar(g)	32			
	14								
Process Relief Conditions	15	Fluid name				Hydrogen			
	16	Fluid type				Gas			
	17	SP Gravity @ Oper. Cond.							
	18	Operative viscosity			cP				
	19	Molecular weight				3.262			
	20	Operating pressure			bar(g)	27.2			
	21	Relief pressure			bar(g)				
	22	Operating temperature			°C	37.2			
	23	Relief temperature			°C	167			
	24	Back pressure type				Variable			
	25	Constant back pressure			mbar(g)				
	26	Variable back pressure			bar(g)	3.2			
	27	Relieving quantity			m^3/hr				
	28	Compressibility factor				1.012			
	29	Density							
	30	Required capacity			m3/hr				
	31	% Allowable over pressure			%	21.0			
	32	Contingency							
	33	Cp/Cv				1.379			
	34								
	35								
Calculations Selection Setting	36	Calc. orifice area	Standard			VTA in^2	API 520		
	37	API Orifice Area	ASME Orifice Area			in^2		in^2	
	38	Orifice designation			API 520	Standard(*)			API
	39	Rated relieving capacity		Standard	m3/hr			API 520	m3/hr
	40								
	41								
Connection	42	Inlet conn. type	Inlet size / rating		Inlet flange finish	RF Flange	1.5		ASME 16.5
	43	Outlet conn. type	Outlet size/ rating		Outlet flange finish	RF Flange	3		ASME 16.5
	44								
	45								
Material	46	Body material		Bonnet material		CS		CS	
	47	Seat Disc & Holder material		Spring material		316L SS		Alloy Steel	
	48	Nozzle material				316L SS			
	49	Bellows material				Inconel 625 LCF			
	50								
Valve	51	Valve type		Bonnet type		Bellow		Close	
	52	Cap		Lever		Screwed		NO	
	53	Test gag / Rod		Bellows		YES		YES	
	54	Extended Seat sizing				VTA			
Basis	55	Design		Code		Pressure Relief		ASME SECTION VIII	
	56	Upstream Rupture Disk				NO			
	57								
	58								
Accessories	59								
	60								
Others	61	NACE MR 0175	Sketch		Technical spec.	-	-		-
	62								
	63								
QA/QC	64	Minimum requirements		Code stamp		See ITP		-	
	65			PED class				Mfr. Std.	
	66	X-Ray on BWE	X-Ray on welding		X-Ray on body	See ITP	See ITP		See ITP
	67								
Valve	68	Manufacturer	Model		Assembly weight	VTA	VTA		VTA

รูปที่ 4.3 แสดง Datasheet ของ Pressure Relief Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	Tag No.	P&ID		PI-104	7068-300-005A	
	2	Service			Perchloroethylene injection Pump outlet pressure		
	3	Line No. / Equipment No.	Ambient temperature		1/4" Tubing		
	4	Function	Area Classification	ATEX			
Pipe Spec.	5	Inlet line size/schedule and ID	Outlet line size/schedule and ID		mm	mm	
	6	Pipe class	Rating	Pipe material			
Fluid Properties	7	Name		Type	PERCHLOROETHYLENE		Liquid
	8	Corrosive	Erosive	Toxic			
Design Conditions	9	Pressure (minimum)	Pressure (maximum)		- bar(g)	18.5 bar(g)	
	10	Temperature (minimum)	Temperature (maximum)		- °C	60 °C	
Process Operating Conditions	11			Units	@ Minimum	@ Normal	@ Maximum
	12	Pressure		bar(g)		16.8 bar	
	13	Differential pressure		mbar			
	14	Temperature		°C			
	15	Temperature at gauge		°C		AMB °C	
	16	Viscosity		cP			
	17	Pourpoint		°C			
Gauge	18	Type			Bourdon tube		
	19	Calibration Range	Dial Size		0 - 40 bar	100 mm	
	20	Dial Color	Housing Material		Black lettering on a white dial	Stainless steal	
	21	Ring Material	Blowout Protection		Stainless steal	blow-out back	
	22	Window material	Pressure Element Material		Laminated safety glass	316L Stainless steal	
	23	Socket Material	Instrument connection		316L Stainless steal	1/2" NPT	
	24	Movement Material	Over-range Protection		Stainless steal	1.3 x full scale value	
	25	Nominal Accuracy	Liquid Filling		Class 1.0	Glyscerine 99.7%	
	26	Red mark @ design press.	Mounting			Direct buttom connection	
	27	Ingress protection			IP 65		
	28						
	29	Design pressure	Design temperature		VTA bar(g)	VTA °C	
Diaphragm Seal System	30	Manufacturer	Model				
	31	Type					
	32	Diaphragm size	Diaphragm material				
	33	Flange/body material	Process connections				
	34	Flange size	Bolting / gasket material				
	35	Flange rating	Flange finish				
	36	Fill fluid	Fill fluid operating temp. range				
	37	Material of Wetted Parts					
	38	Design pressure	Design temperature				
	39						
	40						
	41						
	42						
	43						
Manifold Valve	44	Manufacturer	Model		By Other		
	45	Type	Body material				
	46	Trim material	Packing material				
	47	Process connections					
	48	Drain/Vent connections					
	49	Bolting material	O-ring material				
	50	Standard	Tamper proof				
	51	Design pressure	Design temperature		bar(g)	°C	
Accessories	52	Pig tail model	Material				
	53	Gauge saver model	Material				
	54	Swivel adaptor model	Material				
	55	Pulsation damper model	Material				
	56	Stainless Steel Tag					
	57						
	58						
	59						
	60						
	61						
	62						
	63						
	64						
Bracket	65	Bracket type	Bracket code				
	66	Bracket material	Bracket bolting material				
Others	67	NACE MR 0175	Sketch	Technical spec.	-	-	-
	68						
QA/QC	69	Minimum requirements			See ITP		-
	70	Calibration	Calibration certificate		-	-	
Gauge	71	Manufacturer	Model	Assembly weight			

รูปที่ 4.4 แสดง Datasheet ของ Pressure Gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	Tag No.	P&ID		PT-095	7068-300-005P	
	2	Service			Chloride guard bed reactors A		
	3	Line No. / Equipment No.	Ambient temperature		HOLD		
	4	Function	Area Classification	ATEX	Indication	Hazardous	
Pipe Spec.	5	Inlet line size/schedule and ID	Outlet line size/schedule and ID		mm	mm	
	6	Pipe class	Rating	Pipe material			
Fluid Properties	7	Name		Type	HYDROGEN		Gas
	8	Corrosive	Erosive	Toxic			
Design Conditions	9	Pressure (minimum)	Pressure (maximum)		bar(g)	32 bar(g)	
	10	Temperature (minimum)	Temperature (maximum)		°C	65 °C	
Process Operating Conditions	11			Units	@ Minimum	@ Normal	@ Maximum
	12	Pressure		bar(g)		27.2	
	13	Differential pressure		mbar			
	14	Flow rate		m^3/h			
	15	Temperature		°C			
	16	Temperature at transmitter		°C		37.2	
	17	Viscosity	Pourpoint		cP	°C	
Transmitter	18	Type	Measured variable		In-line pressure transmitter	Gauge Pressure	
	19	Electronics	Output signal		Smart / Intelligent	4-20mA based on HART protocal	
	20	Output signal of flow dp-transmitter			N/A		
	21	Lower range value	Upper range value		0 bar	40 bar	
	22	Write protection	Failure mode (Burnout)		Yes	Yes	
	23	Transmitter min. to max. span	Accuracy		VTA	0.04% of span	
	24	Sensor type	Isolating diaphragm material		Silicone oil	316L SST	
	25	Process connection			VTA		
	26	Process flange type	Process flange material				
	27	Flange adaptors	Drain & vent valve				
	28	Bolting material	Wetted O-ring material			Glass-filled TFE	
	29	Electronic housing (case)material	Integral indicator		Aluminum	Yes Digital LCD with Eng. Units	
	30	Cable glands	Cable entry			1/2-14 NPT	
	31	Explosion proof classification	Ingress protection		Zone 2	IP 65	
	32	Lightning protection	Make / model		Yes	VTA	
	33						
Diaphragm Seal System	34	Type	Diaphragm material		N/A		
	35	Diaphragm location					
	36	Diaphragm size	Process connections				
	37	Flange/body material	Bolting / gasket material				
	38	Flange size	Flange rating&finish				
	39	Flushing connection on seal	Number of flushing conn. + size				
	40	Flushing ring material	Number of flushing conn. + size				
	41	Capillary material	Capillary length				
	42	Instr. conn. capillary	Inside diameter capillary				
	43	Fill fluid	Fill fluid operating temp. range				
	44	Manufacturer	Model				
	45	Design pressure	Design temperature				
Manifold Valve	46	Type	Body material		2-way manifold valve	316L SST	
	47	Trim material	Packing material				
	48	O-ring material	Process connections				
	49	Bolting material	Drain & vent connections				
	50	Standard	Tamper proof				
	51						
	52	Manufacturer	Model				
	53	Design pressure	Design temperature		32 bar(g)	65 °C	
Protection Box	54	Type	Material		N/A		
	55	Window	Mounting detail				
	56	Heating element	Connections				
	57	Insulation inside box					
	58	Pre-installation transmitter	Manifold mounting				
	59	Tag plate text					
	60						
	61	Manufacturer	Model				
Bracket	62	Bracket type	Bracket code		2" Pipe mounting	VTA	
	63	Bracket material	Bracket bolting material		SST	SST	
Others	64	NACE MR 0175	Sketch	Technical spec.	N/A		
	65	Configuration LRV, URV, span, burnout, NAMUR			Preset at factory		
	66		FMEDA Report	Minimum SFF			
QA/QC	67	Minimum requirements			See ITP		
	68	Calibration	Calibration certificate				
	69						
	70						
Transmitter	71	Manufacturer	Model	Assembly weight			

รูปที่ 4.5 แสดง Datasheet ของ Pressure Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	*Tag No.*		*P&ID*		PDT-102		7068-300-005P	
	2	*Service*				Chloride guard bed reactors A (differential pressure)			
	3	*Line No. / Equipment No.*		*Ambient temperature*		4"-P-3134-B21A-N			
	4	*Function*	*Area Classification*		*ATEX*	Indication	Hazardous		
Pipe Spec.	5	*Inlet line size/schedule and ID*		*Outlet line size/schedule and ID*		4"		4"	
	6	*Pipe class*	*Rating*		*Pipe material*	B21A	CL300		Carbon Steel
Fluid Properties	7	*Name*			*Type*	HYDROGEN			Gas
	8	*Corrosive*	*Erosive*		*Toxic*				
Design Conditions	9	*Pressure (minimum)*		*Pressure (maximum)*		bar(g)		32	bar(g)
	10	*Temperature (minimum)*		*Temperature (maximum)*		°C		65	°C
Process Operating Conditions	11				*Units*	@ Minimum	@ Normal		@ Maximum
	12	*Pressure*			*bar(g)*		27.2		
	13	*Differential pressure*			*mbar*				
	14	*Flow rate*			*m^3/h*				
	15	*Temperature*			*°C*				
	16	*Temperature at transmitter*			*°C*		37.2		
	17	*Viscosity*		*Pourpoint*		cP			°C
Transmitter	18	*Type*		*Measured variable*		Diaphragm seal		Differential Pressure	
	19	*Electronics*		*Output signal*		Smart / Intelligent		4-20mA based on HART protocol	
	20	*Output signal of flow dp-transmitter*				N/A			
	21	*Lower range value*		*Upper range value*		0 bar		40 bar	
	22	*Write protection*		*Failure mode (Burnout)*		Yes		Yes	
	23	*Transmitter min. to max. span*		*Accuracy*		VTA		0.065% of span	
	24	*Sensor type*		*Isolating diaphragm material*		Silicone oil			
	25	*Process connection*				VTA			
	26	*Process flange type*		*Process flange material*					
	27	*Flange adaptors*		*Drain & vent valve*					
	28	*Bolting material*		*Wetted O-ring material*				Glass-filled TFE	
	29	*Electronic housing (case)material*		*Integral indicator*		Aluminum		Yes Digital LCD with Eng. Units	
	30	*Cable glands*		*Cable entry*				1/2-14 NPT	
	31	*Explosion proof classification*		*Ingress protection*		Zone 2		IP 66	
	32	*Lightning protection*		*Make / model*		Yes		VTA	
	33								
Diaphragm Seal System	34	*Type*		*Diaphragm material*		Remote Diaphragm		316L SST	
	35	*Diaphragm location*				Remote			
	36	*Diaphragm size*		*Process connections*		VTA		Flush Flanged Seal	
	37	*Flange/body material*		*Bolting / gasket material*		316L SST		PTFE	
	38	*Flange size*		*Flange rating&finish*		2"		hold	
	39	*Flushing connection on seal*		*Number of flushing conn. + size*					
	40	*Flushing ring material*		*Number of flushing conn. + size*		Yes		2	
	41	*Capillary material*		*Capillary length*		316L SST			
	42	*Instr. conn. capillary*		*Inside diameter capillary*		8100 mm.			
	43	*Fill fluid*		*Fill fluid operating temp. range*		D.C. 200 Silicone		-45 to 100 °C	
	44	*Manufacturer*		*Model*				VTA	
	45	*Design pressure*		*Design temperature*		32		65	
Manifold Valve	46	*Type*		*Body material*		N/A			
	47	*Trim material*		*Packing material*					
	48	*O-ring material*		*Process connections*					
	49	*Bolting material*		*Drain & vent connections*					
	50	*Standard*		*Tamper proof*					
	51								
	52	*Manufacturer*		*Model*					
	53	*Design pressure*		*Design temperature*		bar(g)			°C
Protection Box	54	*Type*		*Material*		N/A			
	55	*Window*		*Mounting detail*					
	56	*Heating element*		*Connections*					
	57	*Insulation inside box*							
	58	*Pre-installation transmitter*		*Manifold mounting*					
	59	*Tag plate text*							
	60								
	61	*Manufacturer*		*Model*					
Bracket	62	*Bracket type*		*Bracket code*		2" Pipe mounting		VTA	
	63	*Bracket material*		*Bracket bolting material*		SST		SST	
Others	64	*NACE MR 0175*	*Sketch*		*Technical spec.*	N/A			
	65	*Configuration LRV, URV, span, burnout, NAMUR*				Preset at factory			
	66		*FMEDA Report*		*Minimum SFF*				
QA/QC	67	*Minimum requirements*				See ITP			
	68	*Calibration*		*Calibration certificate*					
	69								
	70								
Transmitter	71	*Manufacturer*	*Model*		*Assembly weight*				

รูปที่ 4.6 แสดง Datasheet ของ Differential Pressure Transmitter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE (20%)	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	Pressure gauge	PC	7	0	7		Refer to P&IDs
2	Pressure relief valve	PC	2	0	2		Refer to P&IDs
3	Pressure relief valve (tubing type)	PC	1	0	1		Refer to P&IDs
4	Pressure Transmitter	PC	2	0	2		Refer to P&IDs
5	Diff. Pressure Transmitter	PC	2	0	2		Refer to P&IDs
7	Pressure gauge	PC	1	0	1		Existing to be disconnect/re-install
8	Pressure Transmitter	PC	1	0	1		Existing to be disconnect/re-install

รูปที่ 4.7 แสดง MTO ส่วน Item

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE (20%)	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	1/4" OD TUBING,SS316 wall thickness=0.049,design pres.=16.8 ,design temp.=60	M	50	10	60		Note 1
2	1/2" OD TUBING,SS316 wall thickness=0.049,design pres.=32 ,design temp.=65	M	268	54	322		Note 1
3	1/4" OD x 1/2" NPT MALE CONNECTOR,SS316	M	1	0	1		
4	1/2" OD x 1/2" NPT MALE CONNECTOR,SS316	PC	20	4	24		
5	1/4" OD UNION CONNECTOR,SS316	PC	0	0	0		
6	1/2" OD UNION CONNECTOR,SS316	PC	22	4	26		
7	1/4" OD TEE UNION CONNECTOR,SS316	PC	3	1	4		
8	1/4" OD Check Valve,SS316	PC	1	0	1		
9	1/4" OD Isolated Valve,SS316	PC	1	0	1		
10	1/2" NPT Isolated Valve,SS316	PC	1	0	1		
11	1/4"OD x 3/4"NPT Pressure Relief Valve (Set pressure = 18.5 barg.) Design flowrate=0.1 lite/hr	PC	1	0	1		
12	AIR MANIFOLD, 1" 150#RF Connection, 2"cylider SS316L, with 10 Consumer, 1/2"NPT(F) Ball Valves	Set	1	0	1		TBC After site survey
	(Refer Dwg.B173846-026-GEN-08-10 Sht.30)						

รูปที่ 4.8 แสดง MTO ส่วน Tubing

Notes:
1 The actual requirement to be verified at site

รูปที่ 4.9 แสดง MTO ส่วน Tubing (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	**Instruments Installation & support**						
1.1	2"pipe mounting on Platform	Set	4	1	5		To be confirme after survey
1.2	2"pipe mounting on paved area	Set	4	1	5		To be confirme after survey
1.3	Support materials, Carbon steel include painting	Lot	As required				
2	**Junction boxes Installation**						
2.1	Junction boxes Installation frame	Set	1	0	1		
3	**Cables Installation**						
3.1	Consumable Wiring Materials	Lot	As required				
	- Cable markers & cable fixing, Stainless Steel						
	- Wire & core markers						
	- Cable route markers						
	- Terminal lugs, earth lugs,						
	- Insulation tapes						
	- Cable ties 316 SS with PVC insulated						
	- Etc.						
4	**Supporting Materials**						
4.1	Support materials, Carbon steel included painting	Lot	As required				
	- 50x50x5mm thk. Angle Steel, Steel/Galvanize						
	- 32x3mm thk. Flat Bar, Steel/Galvanize						
	- M10x700mm Long Expansion Bolts c/w Nuts and Washers, Zinc electro plated						
	- Etc.						
4.2	Support materials, Galvanized steel	Lot	As required				
	- Conduit clamp						
	- U-bolts & nuts						
	- Etc.						
4.3	Stainless steel tube clamp c/w bolts & nuts	Lot	As required				
4.4	Common Use & Miscellaneous Materials	Lot	As required				
	- Ferrules, Stainless steel						
	- Teflon tapes						
	- Tag Plates						
	- Touch up paint						
	- Etc.						

รูปที่ 4.10 แสดง MTO ส่วน Installation

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE 20 %	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
	Instrument Cables						
1	PVC/OSCR/PVC/1PR x 1.5 mm2	m	200	40	240		Note 1
2	PCV/OSCR/ISCR/PVC/16PR x 1.5 mm2	m	600	120	720		Note 1
	Instrument Cable Glands						
1	M20, PVC	ea	8	2	10		Note 2
2	M32, PVC	ea	2	1	3		Note 2
6	M20, Metal gland for SWA cable	ea	8	2	10		TBC during site visit
8	M32, Metal gland for SWA cable	ea	2	1	3		TBC during site visit
	Instrument Junction Box						
1	Junction Box for Instrument Signals, GRP, Non-Harzardous Area, 2.5 mm2 terminals block 32 ea. 16 M20 Entry, 1 M32 Entry, Spare Plug and copper earth bar.	Box	1	-	-		Note 3

รูปที่ 4.11 แสดง MTO ส่วน Cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Notes:
1. The actual cables requirement shall be under Construction Contractor responsible.
2. The actual cable gland size and quantities are depend on the actual size of cable O.D.
The final gland size and quantities shall be under Construction Contractor responsible.
3. Cable Entry size shall be confirm with final Cabel Gland requirement.

รูปที่ 4.12 แสดง MTO ส่วน Cable (ต่อ)

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE (20%)	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	Ladder Tray Size 450W x 150H, Hot dipped galvanised steel	M	As required				Note 2
2	90° horizontal flat bend Size 400W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
3	90° inside riser Size 400W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
4	90° outside riser Size 400W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
5	Equal tee Size 400W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
6	Ladder Tray Size 150W x 150H, Hot dipped galvanised steel	M	As required				Note 2
7	90° horizontal flat bend Size 150W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
8	90° inside riser Size 150W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
9	90° outside riser Size 150W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	As required				
10	Splice plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel with square bolt and flange nut for ladder tray	PC	As required				Note 2
11	Vertical Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for ladder tray	PC	As required				
12	Horizontal Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for ladder tray	PC	As required				
13	Blind End Plate 600 W x 150 H for ladder tray	PC	As required				
14	Blind End Plate 300 W x 150 H for ladder tray	PC	As required				
15	Blind End Plate 150 W x 150 H for ladder tray	PC	As required				
16	Hold Down Clamp for Ladder Tray with hex head bolt & nut, washer	PC	As required				
17	Perforated cable tray,300 x 50,GRP	M	As required				Note 1
18	90° horizontal flat bend,300 x 50,GRP	PC	As required				
19	90° inside riser,300 x 50,GRP	PC	As required				
20	90° outside riser,300 x 50,GRP	PC	As required				
21	Equal tee,300 x 50,GRP	PC	As required				
22	Perforated cable tray,100 x 50,GRP	M	As required				Note 1
23	90° horizontal flat bend,100 x 50,GRP	PC	As required				
24	90° inside riser,100 x 50,GRP	PC	As required				
25	90° outside riser,100 x 50,GRP	PC	As required				
26	Equal tee,100 x 50,GRP	PC	As required				
27	Perforated cable tray,50 x 50,GRP	M	As required				Note 1
28	90° horizontal flat bend,50 x 50,GRP	PC	As required				
29	90° inside riser,50 x 50,GRP	PC	As required				
30	90° outside riser,50 x 50,GRP	PC	As required				
31	Equal tee,50 x 50,GRP	PC	As required				
32	Straight Coupler for Perforated tray	PC	As required				
33	Hold Down Clamp for Perforated Tray with hex head bolt & nut, washer	PC	As required				
34	Vertical Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for Perforated tray	PC	As required				
35	Horizontal Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for Perforated tray	PC	As required				
36	Multi Cables Transit, MCT, Steel	Set	As required				Note 2

รูปที่ 4.13 แสดง MTO ส่วน Tray

Notes:
1. Perforated tray are required for branch cable tray and tubing tray.
2. The actual requirement to be verified at site.

รูปที่ 4.14 แสดง MTO ส่วน Tray (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	**DCS software modification**	Lot	1	0	1		By DCS Vendor
	- Additionals for new I/Os						
	- Control Graphic Modification						
	- Control Function modification (if any)						
	- Etc.						
2	**Marshalling Modification Bulk Material**						
2.1	- Additionals internals wiring for new I/Os (if any)	Lot	1	0	1		By DCS Vendor

รูปที่ 4.15 แสดง MTO ส่วน System

ITEM รายการ	DESCRIPTION รายละเอียด	UNIT PRICE ราคาต่อหน่วย	Qty. ปริมาณ	UNIT หน่วย	AMOUNT จำนวนเงิน
		BAHT			BAHT
	Milton Roy Pumps: Chloride Guard Bed and Chloride				
	Injection System Project				
	< Perchloroethylene Injection Pump, 2P-313,				
	0.004-0.024LPH (0.004-0.073LPH) at 16.8barg >				
1	Model : CP125V125AV	71,800.00	2	ST	143,600.00
	Type : V Series - Pneumatic plunger				
	Capacity : Max 0.27LPH (range 0.0027-0.27LPH)				
	Pressure : Max 596.4barg				
	Material : Liquid end 316SS, plunger 17-4ph, seals				
	viton				
	Control : Manual stroke length and stroke rate				
	adjustment				
	Conn. : Suction 1/4" NPT-M, discharge 1/4" NPT-F				
	Air Supply: Plant air 3.0-6.9barg, max air consumption				
	5 SCM per day				
	Painting : N/A				
	Packing : Standard cardboard				
	Testing : Linearity curve and hydrostatic test				
1.1	Commissioning spare parts; plunger seal, grease	4,600.00	1	ST	4,600.00
1.2	Calibration cylinder 100ml, glass/316SS, 1/4" NPT-F	11,800.00	1	ST	11,800.00
1.3	Filter-regulator 1/4" NPT-F, auto drain	6,000.00	1	ST	6,000.00
	< Perchloroethylene Pump, 2P-312 >				
2	Model : PD05R-ASS-STT-B	46,700.00	1	ST	46,700.00
	Air operated double diaphragms pump 1/2" NPT-F, 316SS				
	body, PTFE diaphragms, max flow rate 2.7cu.m/hr, plant				
	air supply 6.9barg max, air consumption 10L/secons max				
2.1	Filter-regulator 3/8" NPT-F, auto drain	8,000.00	1	ST	8,000.00
	Remark : Warranty 18 months after delivery to job site				
					BAHT

รูปที่ 4.16 แสดง Material Requisition ของปั๊ม

4.1.2 REDUCIONS OF HPU HYDROGEN TO REFINERY FUEL GAS SYSTEMS ช่วง FEED

1. Datasheet

2. Material Requisition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General	1	Tag No.	P&ID		FCV-XXX	2005-P4-25-41018				
	2	Service			Hydrogen product to fuel gas surge drum					
	3	Line No.	Ambient temp. (Min/Avg/Max)		HOLD	-				
	4	Function	Area Classification	ATEX	Control	Non Hazardous	YES			
Pipe Line	5	Inlet line size/schedule and ID	Outlet line size/schedule and ID		3" / S-40	3" / S-40				
	6	Pipe class	Rating	Pipe material	HOLD	-	-			
Fluid Properties	7	Name		Type	Hydrogen	Gas				
	8	Corrosive	Erosive	Toxic	-	-	-			
Design Conditions	9	Pressure (minimum)	Pressure (maximum)			27.5	bar(g)			
	10	Temperature (minimum)	Temperature (maximum)			70	°C			
Process	11	Mol weight	Compressibility Z	Isentropic exponent k	2.016	g/mol	-	-		
	12	Critical temperature	Critical pressure		-	°C	-	bar(a)		
	13			Units	@ minimum flow	@ normal flow	@maximum flow			
	14	Mass Flow Rate Gas (Min /Nor / Max)		kg/h	34.309	90.000	307.532			
	15	Operating Pressure (Min / Nor / Max)		bar(g)	24.010	24.010	24.010			
	16	Differential Pressure		bar	19.9000	19.9000	19.9000			
	17	Operating Temperature (Min / Nor / Max)		°C	36.530	36.530	36.530			
	18	Inlet Density / SP Gavity @ Oper.Cond.		kg/m3	2.0160	2.0160	2.0160			
	19	Specific Heats Ratio		bar(a)	1.419	1.419	1.419			
	20	Dynamic Viscosity		cP	0.0090	0.0090	0.0090			
	21	Flash		weight %	-	-	-			
	22									
Valve Operating Conditions	23	Max Calculated capacity - Flow Coefficient		Cv	0.3230	0.8900	3.0800			
	24	Liquid pressure recovery factor		Fl	0.910	0.910	0.910			
	25	Valve opening (stroke)		%	20.00	45.00	80.00			
	26	Sound pressure Level @ 1 metre		dB(A)	55.00	66.00	81.00			
Base Conditions	27	Base pressure	Base temperature		-	-				
	28	Density @ base	Compressibility Z @ base		-	-				
Body	29	Type	Size		Globe valve	NPS1 1/2 EZ				
	30	Body material	Body rating		WCC steel	-				
	31	Connection (End) type	Connection rating / finish		-	-	-			
	32	Face-Face dimension	Port Type/No. of port		ASME B16.10	Standard / 1				
	33	Bolting material	Body seal / gasket		ASTM A193-B8M	Metal/PTFE				
	34	Nut material			ASTM A194-Gr.8M					
Bonnet	35	Type	Bonnet material		Plain	316L SST				
	36	Gasket material	Packing arrangement		See Note 1	Standard				
	37	Packing type	Packing material		Spring Loaded V ring	PTFE				
	38									
Trim	39	Type	Size	Cv	Globe	-	*			
	40	Special trim	Design	Stages	-	-	-			
	41	Characteristic	Seat leakage (Tightness)class		=%	Class IV				
	42	Flow Tending to	Balanced		Open	-				
	43	Plug/ball/disc material	Seat material		Nitronic 60	Metal / SST 316				
	44	Extend of hard facing			-					
	45	Mechanical limit stop			-					
Actuator	46	Type	Material		Diaphragm - spring	Mfr. Std.				
	47	Model / size	Orientation / sketch		*	-				
	48	Instr. Air press. for sizing	Max. shut-off pressure diff.		-	bar(g)	-	bar(g)		
	49	On air failure valve to	Stroking time: to open / to close		-	-				
	50	Handwheel	Location	Type	None	-	-			
	51	Travel			3/4"	inch				
Positioner	52	Type	Manufacturer / model		Electro-pneumatic Smart type	*				
	53	Input signal	Action		4-20 mA + HART 2-wire 24 VDC	Direct				
	54	Explosion proof execution	Ingress protection		-	IP 54 (TBC)				
	55	Pneumatic connection	Electrical connection		1/4"-18NPT	M20 x 1.5				
	56	Lightning protection			-					
Accessories	57	Air filter pressure regulator/size	Manufacturer / model		Yes	1/4" (6mm) NPT	*			
	58	Quick exhaust	Booster		-	-				
	59	SOV / Material / Conn.	Model / Power / Ex.proof		-	-	-	-	-	-
	60	Downstream noise attenuator	Dimensions and connections		-	-				
	61	Limit switches type / position	Model	Ex. proof execution	-	-	-			
	62	Position transmitter type	Model	Ex. proof execution	-	-	-			
	63	Instr. Air tubing + fitting material	Type / make fittings		Nylon Tubing (TBC)	Push-in / Vend. Std.				
	64		Electrical connections			M20 x 1.5				
	65									
Others	66	NACE MR 0175	Sketch	Technical spec.	-	-	-			
	67	Fire safe body	Fire safe packing	Fire safe actuator	Non Fire safe body	-	-			
QA/QC	68	Minimum requirements	PED class		See ITP	-				
	69	X-Ray on BWE	X-Ray on welding	X-Ray on body	-	-	-			
Valve	1	Manufacturer	Model	Assembly weight	*	*	*			
	2	PO Number								

Notes: For general notes refer to page 003

1) Flat Ring,Compressed Non-Asbestos w/NBR binder,ASME B16.21,B16.5
2)
3)
4)
5)
6)
7)
8)

[redacted]

รูปที่ 4.17 แสดง Datasheet ของ Control Valve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description		Quantity	Unit Price	Amount
			DDP. BANGCHAK SITE (BAHT)	DDP. BANGCHAK SITE (BAHT)
"FISHER" GLOBE CONTROL VALVE				
1) TAG NO.: 441-PV-066C				
TYPE	: 667-EZ	1 SET.	238,900.00	238,900.00
BODY	: 1 1/2 INCH, WCC STEEL CLASS 300RF			
TRIM NO.	: 139,S31600 SST/COCR-A SEAT			
PORT	: 1/2 INCH ,MICRO-FORM, EQUAL PERCENTAGE			
SHUTOFF	: CLASS V			
PACKING MAT'L	: SINGLE PTFE			
ACTUATOR	: SPRING & DIAPHRAGM,TYPE 667/ 30i			
FAIL VALVE	: CLOSE			
I/P SMART POSITIONER TYPE : DVC6200 (HC)				
INPUT	: 4-20mA DC			
C/W	: AIRSET 67CFR W/ GAUGE			
	: 3/8 INCH 316 SST TUBING 7 FITTING SWAGELOK			
	: TEST & MATERIAL CERTIFICATE			
	VAT 7%			16,723.00
	TOTAL			255,623.00
(BAHT : TWO HUNDRED FIFTY-FIVE THOUSAND SIX HUNDRED AND TWENTY-THREE ONLY)				

รูปที่ 4.18 แสดง Material Requisition ของ Control Valve

4.1.3 HYDROGEN RECOVERY ช่วง FEED

1. Instrument Index & I/O List

2. Material Take-Off (MTO)

INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST

REV.	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	IO TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO	UNIT	RANGE	Remarks
A	NEW	F-XXX	FV-XXX	2600-P4-25-41001	Control valve	Off gas from MRU to KO drum	6"-P-XXXS-A21A	---	---	Field	AO	DCS	---	---	---		
A	NEW		FE-XXX	2600-P4-25-41001	Flow element	Off gas from MRU to KO drum	6"-P-XXXS-A21A	---	---	Field	---	---	---	---	kg/h	0 - 4000	
A	NEW		FT-XXXA	2600-P4-25-41001	Flow transmitter (A)	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	AI	DCS	---	---	kg/h	0 - 4000	
A	NEW		FY-XXXA	2600-P4-25-41001	Flow function on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	---		
A	NEW		FY-XXXB	2600-P4-25-41001	Flow function on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	---		
A	NEW		FY-XXXC	2600-P4-25-41001	Flow function on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	---		
A	NEW		TE-XXX	2600-P4-25-41001	Temperature element	Off gas from MRU to KO drum	6"-P-XXXS-A21A	---	---	Field	---	---	---	---	°C	0 - 100	
A	NEW		TT-XXX	2600-P4-25-41001	Temperature transmitter	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	AI	DCS	---	---	°C	0 - 100	
A	NEW		TI-XXX	2600-P4-25-41001	Temperature indicator on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	°C	0 - 100	
A	NEW		PT-XXX	2600-P4-25-41001	Pressure transmitter	Off gas from MRU to KO drum	6"-P-XXXS-A21A	---	---	Field	AI	DCS	---	---	barg	0 - 15	
A	NEW		PI-XXXA	2600-P4-25-41001	Pressure indicating on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	barg	0 - 15	
A	NEW		PI-XXXB	2600-P4-25-41001	Local pressure indicator	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	AO	DCS	---	---	barg	0 - 15	
A	NEW	F-XXXB	FT-XXXB	2600-P4-25-41001	Flow transmitter (B)	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	AI	ESD	---	---	kg/h	0 - 4000	
A	NEW		FI-XXXA	2600-P4-25-41001	Flow indicator on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	kg/h	0 - 4000	
A	NEW		FI-XXXB	2600-P4-25-41001	Differential flow indication on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	kg/h	0 - 4000	
A	NEW		FI-XXXC	2600-P4-25-41001	Differential flow indication on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	kg/h	0 - 4000	
A	NEW		FDAH-XXX	2600-P4-25-41001	Differential flow alarm high on DCS	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	kg/h		TBC
A	NEW	XV-XXX	XV-XXX	2600-P4-25-41001	Shut down valve	Off gas from MRU to KO drum	6"-P-XXXS-A21A	---	---	Field	---	---	---	---	---		
A	NEW		XY-XXX	2600-P4-25-41001	Solenoid valve	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	DO	ESD	---	---	---		
A	NEW		ZSL-XXX	2600-P4-25-41001	Limit switch indication - close	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	DI	ESD	---	---	---		
A	NEW		ZSH-XXX	2600-P4-25-41001	Limit switch indication - open	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	Field	DI	ESD	---	---	---		
A	NEW		ZIL-XXX	2600-P4-25-41001	Limit switch indication on DCS - close	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	---		
A	NEW		ZIH-XXX	2600-P4-25-41001	Limit switch indication on DCS - open	Off gas from MRU to KO drum	---	---	---	DCS	Soft	DCS	---	---	---		

I/O Quantities	AI	[illegible]
	AO	[illegible]
	DI	[illegible]
	DO	[illegible]
	TOTAL I/O	[illegible]

รูปที่ 4.19 แสดง Instrument Index & I/O List

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	Pressure Transmitter	PC	1	0	1		
2	Temperature Transmitter with Temperature Element/Thermowell	PC	1	0	1		
3	Flow Transmitter (D/P Type)	PC	2	0	2		
4	8" Orific plate, 316SS, thickness=0.25"	PC	1	0	1		NOTE1
5	8" Orific flange, 2 pair process connection, CS ,150#RF	PC	1	0	1		NOTE1
6	8" 150#RF, Carbon Steel, Control Valve with smart valve positioner	PC	1	0	1		NOTE2
7	8" 150#RF, Carbon Steel, ON/OFF Valve (Shut down valve) -Solenoid valve -Limit switch open/close	PC	1	0	1		

รูปที่ 4.20 แสดง MTO ส่วน Item

Notes:

1 Final materail and plate thickness to be confirmed during detail engineering phase

2 Actual size of control valve shall be verified during detail design

รูปที่ 4.21 แสดง MTO ส่วน Item (ต่อ)

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE 20 %	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	**Instrument Cables**						
1.1	PVC/OS/PVC 1PR x 1.5 mm2	m	200	40	240		
1.2	PVC/OS/PVC 2PR x 1.5mm2	m	100	20	120		
1.3	PCV/PVC/ 2C x 2.5 mm2	m	50	10	60		
2	**Instrument Cable Glands c/w shroud**						
2.1	1/2" NPT, Brass Nikle-Plated coated	ea	14	3	17		

รูปที่ 4.22 แสดง MTO ส่วน Cable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	**Instruments Installation & support**						
1.1	2"pipe mounting on Platform	Set	3	0	3		
1.2	2"pipe mounting on paved area	Set	0	0	0		
1.3	Support materials, Carbon steel include painting	Lot	As required				
2	**Junction boxes Installation**						
2.1	Junction boxes Installation	Set	0	0	0		
3	**Cables Installation**						
3.1	Consumable Wiring Materials	Lot	As required				
	- Cable markers & cable fixing, Stainless Steel						
	- Wire & core markers						
	- Cable route markers						
	- Terminal lugs, earth lugs						
	- Insulation tapes						
	- Cable ties 316 SS with PVC insulated						
	- Etc.						
4	**Supporting Materials**						
4.1	Support materials, Carbon steel included painting	Lot	As required				
	- 50x50x5mm thk. Angle Steel, Steel/Galvanize						
	- 32x3mm thk. Flat Bar, Steel/Galvanize						
	- M10x700mm Long Expansion Bolts c/w Nuts and Washers, Zinc electro plated						
	- Etc.						
4.2	**Support materials, Galvanized steel**	Lot	As required				
	- Conduit clamp						
	- U-bolts & nuts						
	- Etc.						
4.3	**Stainless steel tube clamp c/w bolts & nuts**	Lot	As required				
4.4	**Common Use & Miscellaneous Materials**	Lot	As required				
	- Ferrules, Stainless steel						
	- Teflon tapes						
	- Tag Plates						
	- Touch up paint						
	- Etc.						

รูปที่ 4.23 แสดง MTO ส่วน Installation

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	1/2" OD TUBING,SS316 wall thickness=0.049, 6000L	PC	6	2	8		
2	1/2" NPT male x 1/2" OD Connector, SS316	PC	10	2	12		
3	1/2"OD Tee Union Connector,SS316	PC	5	1	6		
4	1/2" OD Needle valve	PC	6	2	8		
5	1/2" OD Plug	PC	5	1	6		
6	1/2" OD Union Connector,SS316	PC	5	1	6		
7	1/4" OD Union Connector,SS316	PC	6	2	8		
8	1/4" NPT male x 1/4" OD Connector,SS316	PC	2	1	3		
9	1/2" NPT male x 1/4" OD Connector,SS316	PC	2	1	3		
10	1/4" OD Copper tube with PVC wall thinkness=0.035, 6000L	PC	8	2	10		

รูปที่ 4.24 แสดง MTO ส่วน Tubing

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	Existing DCS System mofication for additional new I/Os and new control graphic	Lot	1	0	1		
	- New hardward installation (if require)						
	- Internal wiring modificaion (if require)						
	- FAT (if any)						
	- SAT						
2	Existing ESD System mofication for additional new I/Os and new interlock logic	Lot	1	0	1		
	- New hardward installation (if require)						
	- Internal wiring modificaion (if require)						
	- FAT (if any)						
	- SAT						

รูปที่ 4.25 แสดง MTO ส่วน System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 NEW JET A-1 STORAGE INSTALLATION AT CHONBURI ช่วง Study

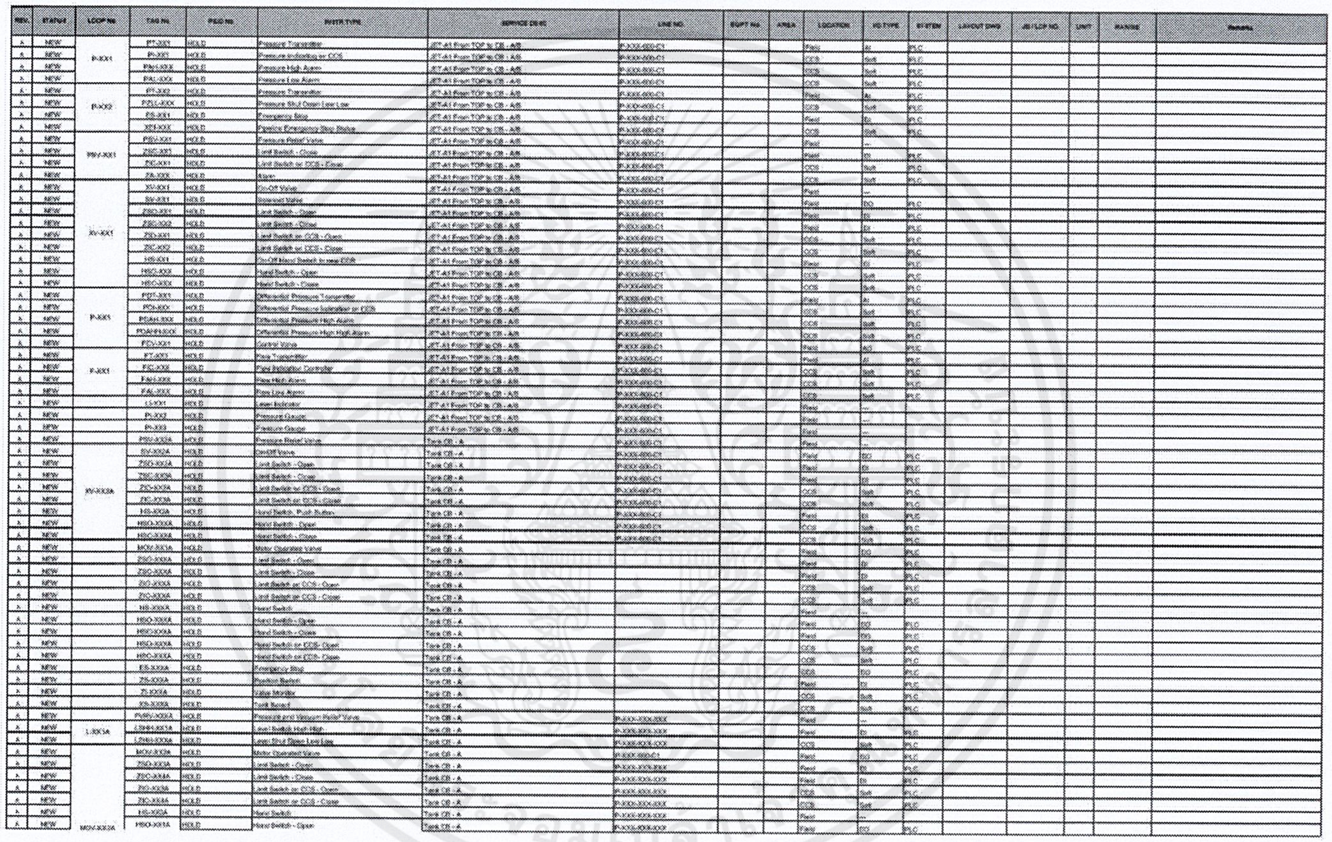
1. Instrument Index & I/O List

2. Cable Schedule

3. Material Take-Off (MTO)

4. Material Requisition

INSTRUMENT INDEX AND I/O LIST



รูปที่ 4.26 แสดง Instrument Index & I/O List

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV.	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	I/O TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO.	UNIT	RANGE	Remarks
A	NEW		HSC-XX1A	HOLD	Hand Switch - Close	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	DO	PLC					
A	NEW		HSO-XX1A	HOLD	Hand Switch on CCS- Open	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		HSC-XX1A	HOLD	Hand Switch on CCS- Close	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		ES-XX1A	HOLD	Emergency Stop	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW		ZS-XX1A	HOLD	Position Switch	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW		ZI-XX1A	HOLD	Valve Monitor	Tank CB - A	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		XS-XX1A	HOLD	Tank Select	Tank CB - A	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PSV-XX1A	HOLD	Pressure Relief Valve	Tank CB - A	P-XXX-25-S1			Field	—						
A	NEW		LI-XX1	HOLD	Level Indicator	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PI-XX1	HOLD	Pressure Gauge	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PI-XX1	HOLD	Pressure Gauge	Tank CB - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PSV-XX1B	HOLD	Pressure Relief Valve	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			Field	—						
A	NEW	XV-XX1B	XV-XX1B	HOLD	On-Off Valve	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	ZSO-XX1B	HOLD	Limit Switch - Open	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	ZSC-XX1B	HOLD	Limit Switch - Close	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	ZIO-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	ZIC-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	HS-XX1B	HOLD	Hand Switch, Push Button	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	HSO-XX1B	HOLD	Hand Switch - Open	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	XV-XX1B	HSC-XX1B	HOLD	Hand Switch - Close	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		MOV-XX1B	HOLD	Motor Operated Valve	Tank CB - B				Field	DO	PLC					
A	NEW		ZSO-XX1B	HOLD	Limit Switch - Open	Tank CB - B				Field	DI	PLC					
A	NEW		ZSC-XX1B	HOLD	Limit Switch - Close	Tank CB - B				Field	DI	PLC					
A	NEW		ZIO-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	Tank CB - B				CCS	Soft	PLC					
A	NEW		ZIC-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Tank CB - B				CCS	Soft	PLC					
A	NEW		HS-XX1B	HOLD	Hand Switch	Tank CB - B				Field	—						
A	NEW		HSO-XX1B	HOLD	Hand Switch - Open	Tank CB - B				Field	DO	PLC					
A	NEW		HSC-XX1B	HOLD	Hand Switch - Close	Tank CB - B				Field	DO	PLC					
A	NEW		HSO-XX1B	HOLD	Hand Switch on CCS- Open	Tank CB - B				CCS	Soft	PLC					
A	NEW		HSC-XX1B	HOLD	Hand Switch on CCS- Close	Tank CB - B				CCS	Soft	PLC					
A	NEW		ES-XX1B	HOLD	Emergency Stop	Tank CB - B				CCS	DO	PLC					
A	NEW		ZS-XX1B	HOLD	Position Switch	Tank CB - B				Field	DI	PLC					
A	NEW		ZI-XX1B	HOLD	Valve Monitor	Tank CB - B				CCS	Soft	PLC					
A	NEW		XS-XX1B	HOLD	Tank Select	Tank CB - B				CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PVRV-XX1B	HOLD	Pressure and Vacuum Relief Valve	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	L-XX1B	LSHH-XX1B	HOLD	Level Switch High High	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	L-XX1B	LZHH-XX1B	HOLD	Level Shut Down Low Low	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	MOV-XX1B	HOLD	Motor Operated Valve	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ZSO-XX1B	HOLD	Limit Switch - Open	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ZSC-XX1B	HOLD	Limit Switch - Close	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ZIO-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ZIC-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	HS-XX1B	HOLD	Hand Switch	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	MOV-XX1B	HSO-XX1B	HOLD	Hand Switch - Open	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	DO	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	HSC-XX1B	HOLD	Hand Switch - Close	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	DO	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	HSO-XX1B	HOLD	Hand Switch on CCS- Open	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	HSC-XX1B	HOLD	Hand Switch on CCS- Close	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ES-XX1B	HOLD	Emergency Stop	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ZS-XX1B	HOLD	Position Switch	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	ZI-XX1B	HOLD	Valve Monitor	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	MOV-XX1B	XS-XX1B	HOLD	Tank Select	Tank CB - B	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PSV-XX1B	HOLD	Pressure Relief Valve	Tank CB - B	P-XXX-25-S1			Field	—						
A	NEW		LI-XX1	HOLD	Level Indicator	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PI-XX1	HOLD	Pressure Gauge	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PI-XX7	HOLD	Pressure Gauge	Tank CB - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	PSV-XX6	PSV-XX6	HOLD	Pressure Relief Valve	From CB -A/B to ISC - 314	P-XXX-25-S1			Field	—						
A	NEW	PSV-XX6	ZSC-XX7	HOLD	Limit Switch - Close	From CB -A/B to ISC - 314	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	PSV-XX6	ZIC-XX7	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	From CB -A/B/C to ISC - 314	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	PSV-XX6	ZA-XX7	HOLD	Alarm	From CB -A/B/C to ISC - 314	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX1A	PDIT-XX1A	HOLD	Differential Pressure Indication Transmitter	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX1A	PDI-XX1A	HOLD	Differential Pressure Indication on CCS	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX1A	PDAH-XX1A	HOLD	Differential Pressure High Alarm	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX1A	PIT-XX1A	HOLD	Pressure Indication Transmitter	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX1A	PI-XX1A	HOLD	Pressure Indicating on CCS	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX1A	PAL-XX1A	HOLD	Pressure Low Alarm	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PI-XX1A	HOLD	Pressure Gauge	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						

รูปที่ 4.27 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ)

REV.	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	I/O TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO.	UNIT	RANGE	Remarks
A	NEW	M-XX1A	HS-XX5A	HOLD	Hand Switch	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	M-XX1A	XS-XX5A	HOLD	Strat Pump - Command	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	M-XX1A	XI-XX1A	HOLD	Running Status	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DI	PLC					
A	NEW	M-XX1A	ES-XX4A	HOLD	Emergency Stop	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	M-XX1A	HS-XX7A	HOLD	JET A1 Tank Select	From CB -A/B to P - A	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX2B	PDIT-XX2B	HOLD	Differential Pressure Indication Transmitter	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX2B	PDI-XX2B	HOLD	Differential Pressure Indication on CCS	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX2B	PDAH-XX2B	HOLD	Differential Pressure High Alarm	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX2B	PIT-XX2B	HOLD	Pressure Indication Transmitter	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX2B	PI-XX10B	HOLD	Pressure Indicating on CCS	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX2B	PAL-XX2B	HOLD	Pressure Low Alarm	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PI-XX11B	HOLD	Pressure Gauge	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	M-XX2B	HS-XX6B	HOLD	Hand Switch	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	M-XX2B	XS-XX6B	HOLD	Strat Pump - Command	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	M-XX2B	XI-XX2B	HOLD	Running Status	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DI	PLC					
A	NEW	M-XX2B	ES-XX5B	HOLD	Emergency Stop	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	M-XX2B	HS-XX9B	HOLD	JET A1 Tank Select	From CB -A/B to P - B	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX3C	PDIT-XX3C	HOLD	Differential Pressure Indication Transmitter	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX3C	PDI-XX3C	HOLD	Differential Pressure Indication on CCS	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX3C	PDAH-XX3C	HOLD	Differential Pressure High Alarm	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX3C	PIT-XX3C	HOLD	Pressure Indication Transmitter	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX3C	PI-XX12C	HOLD	Pressure Indicating on CCS	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX3C	PAL-XX3C	HOLD	Pressure Low Alarm	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PI-XX13C	HOLD	Pressure Gauge	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	M-XX3C	HS-XX15C	HOLD	Hand Switch	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	M-XX3C	XS-XX9C	HOLD	Strat Pump - Command	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	M-XX3C	XI-XX3C	HOLD	Running Status	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DI	PLC					
A	NEW	M-XX3C	ES-XX6C	HOLD	Emergency Stop	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	DO	PLC					
A	NEW	M-XX3C	HS-XX11C	HOLD	JET A1 Tank Select	From CB -A/B to P - C	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX3	PT-XX3	HOLD	Pressure Transmitter	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	P-XX3	PI-XX16	HOLD	Pressure Indicating on CCS	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	P-XX3	PAH-XXX	HOLD	Pressure High Alarm	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	T-XX1	TT-XX1	HOLD	Temperature Transmitter	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	T-XX1	TI-XXX	HOLD	Temperature Indicating on CCS	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	T-XX1	TAH-XXX	HOLD	Temperature High Alarm	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		TI-XXX	HOLD	Temperature Indicator	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	F-XX2	FT-XX2	HOLD	Flow Transmitter	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	AI	PLC					
A	NEW	F-XX2	FI-XXX	HOLD	Flow Indicating on CCS	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	F-XX2	FAL-XXX	HOLD	Flow Low Alarm	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	F-XX2	FZLL-XXX	HOLD	Flow Shut Down Low Low	From Pumps to Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	PSV-XX7	PSV-XX7	HOLD	Pressure Relief Valve	Filter Water Separator	P-XXX-25-S1			Field	—						
A	NEW	PSV-XX7	ZSC-XX8	HOLD	Limit Switch - Close	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	PSV-XX7	ZIC-XX8	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	PSV-XX7	ZA-XX8	HOLD	Alarm	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		PDI-XXXA	HOLD	Differential Pressure Indication	Filter Water Separator 1	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		SG-XX1A	HOLD	Sight Glass (Flow)	Filter Water Separator 1	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PSV-XX8A	HOLD	Pressure Relief Valve	Filter Water Separator 1	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PDI-XXXB	HOLD	Differential Pressure Indication	Filter Water Separator 2	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		SG-XX2B	HOLD	Sight Glass (Flow)	Filter Water Separator 2	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PSV-XX9B	HOLD	Pressure Relief Valve	Filter Water Separator 2	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	PSV-XX10	PSV-XX10	HOLD	Pressure Relief Valve	Filter Water Separator	P-XXX-25-S1			Field	—						
A	NEW	PSV-XX10	ZSC-XX9	HOLD	Limit Switch - Close	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	DI	PLC					
A	NEW	PSV-XX10	ZIC-XX9	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW	PSV-XX10	ZA-XX9	HOLD	Alarm	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			CCS	Soft	PLC					
A	NEW		LI-XX8	HOLD	Level Indicator	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PI-XX15	HOLD	Pressure Gauge	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW		PI-XX16	HOLD	Pressure Gauge	Filter Water Separator	P-XXX-XXX-XXX			Field	—						
A	NEW	XV-XX4A	XV-XX4A	HOLD	On-Off Valve	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	Field	—						TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	SV-XX4A	HOLD	Solenoid Valve	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	Field	DO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	ZSO-XX9A	HOLD	Limit Switch - Open	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	ZSC-XX10A	HOLD	Limit Switch - Close	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	ZIO-XX6A	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	ZIC-XX10A	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	HSO-XXXA	HOLD	Hand Switch on CCS- Open	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX4A	HSC-XXXA	HOLD	Hand Switch on CCS- Close	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XS-XX6A	HOLD	Stop Transferring	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		Loading	CCS	DO	PLC					TAS Network (May take by vendor)

รูปที่ 4.28 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	I/O TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO.	UNIT	RANGE	Remarks
A	NEW	F-XX1A	FE-XX1A	HOLD	Flow Element	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---						TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		FT-XX1A	HOLD	Flow Transmitter	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	FCV-XX2A	FCV-XX2A	HOLD	Control Valve	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		FCV-XX3A	HOLD	Control Valve	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		PT-XX4A	HOLD	Pressure Transmitter	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	T-XX1A	TE-XX1A	HOLD	Temperature Element	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---						TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		TT-XX2A	HOLD	Temperature Transmitter	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XI-XX1A	HOLD	Loading Ready to BPCS	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XI-XX2A	HOLD	Loading Completed to BPCS	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZI-XX3A	HOLD	Position Sensor	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZI-XX4A	HOLD	Position Sensor	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZE-XX1A	HOLD	Vehicle Position Sensor - Detected	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZE-XX2A	HOLD	Vehicle Position Sensor - Undetected	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX1A	HOLD	Facing Inside Gantry Green Light (Right)	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX2A	HOLD	Facing Inside Gantry Red Light (Right)	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX3A	HOLD	Indicator Green Light (Right)	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX4A	HOLD	Indicator Red Light (Right)	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XE-XX1A	HOLD	Loading Start LA1	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	PLC		FCJB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		LSHH-XX1A	HOLD	Level Switch High High	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ES-XX7A	HOLD	Emergency Stop (Access Stair)	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XS-XX1A	HOLD	Truck Grounding System	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX5A	HOLD	Loading Arm - P	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX6A	HOLD	Loading Arm - L	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX7A	HOLD	Loading Arm - R	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX8A	HOLD	Folding Stair Position Switch	Island 2 Loading Arm 1	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XV-XX5B	HOLD	On-Off Valve	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---						TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		SV-XX5B	HOLD	Solenoid Valve	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZSO-XX7B	HOLD	Limit Switch - Open	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	XV-XX5B	ZSC-XX1B	HOLD	Limit Switch - Close	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZIO-XX7B	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZIC-XX1B	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		HSO-XX8B	HOLD	Hand Switch - Open	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		HSC-XX8B	HOLD	Hand Switch - Close	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XS-XX8B	HOLD	Stop Transferring	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	F-XX2B	FE-XX2B	HOLD	Flow Element	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---						TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		FT-XX4B	HOLD	Flow Transmitter	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	FCV-XX4B	FCV-XX4B	HOLD	Control Valve	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		FCV-XX5B	HOLD	Control Valve	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AO	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		PT-XX5B	HOLD	Pressure Transmitter	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW	T-XX3B	TE-XX3B	HOLD	Temperature Element	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---						TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		TT-XX3B	HOLD	Temperature Transmitter	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	AI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XI-XX3B	HOLD	Loading Ready to BPCS	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XI-XX1B	HOLD	Loading Completed to BPCS	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZI-XX5B	HOLD	Position Sensor	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZI-XX6B	HOLD	Position Sensor	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZE-XX3B	HOLD	Vehicle Position Sensor - Detected	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZE-XX4B	HOLD	Vehicle Position Sensor - Undetected	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX5B	HOLD	Facing Inside Gantry Green Light	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX6B	HOLD	Facing Inside Gantry Red Light	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX7B	HOLD	Indicator Green Light (Left)	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XL-XX8B	HOLD	Indicator Red Light (Left)	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-2			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XE-XX2B	HOLD	Loading Start LA2	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	PLC		FCJB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		LSHH-XX4B	HOLD	Level Switch High High	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ES-XX5B	HOLD	Emergency Stop (Access Stair)	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	DI	PLC					TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		XS-XX9B	HOLD	Truck Grounding System	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX7B	HOLD	Loading Arm - P	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX8B	HOLD	Loading Arm - L	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX9B	HOLD	Loading Arm - R	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	NEW		ZS-XX10B	HOLD	Folding Stair Position Switch	Island 2 Loading Arm 2	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	---	---		JB-1			TAS Network (May take by vendor)
A	Existing		XL-XXX	HOLD	Traffic Green Light	Guard House - Entrance Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	HOLD	---		JB-5			To Automatic Barrier Gate (Entrance)
A	Existing		XL-XXX	HOLD	Traffic Red Light	Guard House - Entrance Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	HOLD	---		JB-5			To Automatic Barrier Gate (Entrance)
A	Existing		XS-XX10	HOLD	Automatic Barrier Gate	Guard House - Entrance Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DO	PLC		JB-5			
A	Existing		XE-XXX	HOLD	Proximity Card Reader	Guard House - Entrance Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	---						New Network Switch
A	Existing		XE-XXX	HOLD	Fingerprint & Proximity Card Reader	Guard House - Entrance Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	---						New Network Switch
A	Existing		XS-XX11	HOLD	Automatic Barrier Gate	Guard House - Exit Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	DO	PLC		JB-5			
A	Existing		XE-XXX	HOLD	Proximity Card Reader	Guard House - Exit Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	---						New Network Switch

รูปที่ 4.29 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ)

REV	STATUS	LOOP No.	TAG No.	P&ID No.	INSTR TYPE	SERVICE DESC	LINE NO.	EQPT No.	AREA	LOCATION	I/O TYPE	SYSTEM	LAYOUT DWG	JB / LCP NO.	UNIT	RANGE	Remarks
A	Existing		XE-XXX	HOLD	Fingerprint & Proximity Card Reader	Guard House - Exit Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	---						New Network Switch
A	Existing		XL-XXX	HOLD	Traffic Green Light	Guard House - Exit Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	HOLD	---		JB-6			To Automatic Barrier Gate (Exit)
A	Existing		XL-XXX	HOLD	Traffic Red Light	Guard House - Exit Gate	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field	HOLD	---		JB-6			To Automatic Barrier Gate (Exit)
A	NEW		ZS-XX9	HOLD	Pump Bank	Island 2 Emergency Stop	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field							
A	NEW	E-XX9	ES-XX10	HOLD	Emergency Stop	Island 2 Emergency Stop	P-XXX-XXX-XXX		existing	Field							
A	NEW		XEI-XX9	HOLD	Gantry Emergency Stop Status	Island 2 Emergency Stop	P-XXX-XXX-XXX		existing	CCS	Soft	PLC					
A	NEW		MOV-XX5A	HOLD	Motor Operated Valve	To LA Island 1	P-XXX-750-C1			Field	DO	PLC					
A	NEW		MOV-XX5B	HOLD	Motor Operated Valve	To LA Island 2	P-XXX-750-C1			Field	DO	PLC					
A	NEW		MOV-XX7	HOLD	Motor Operated Valve	To Thappline	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		PI-XX17	HOLD	Pressure Gauge	From Pump to Thappline	P-XXX-600-C1			Field							
A	Existing	P-XX6	PT-XX6	HOLD	Pressure Transmitter	From Pump to Thappline	P-XXX-600-C1			Field	AI	PLC					
A	Existing		PI-XX16	HOLD	Pressure Indicator on CCS	From Pump to Thappline	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PAH-XXX	HOLD	Pressure High Alarm	From Pump to Thappline	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PAL-XXX	HOLD	Pressure Low Alarm	From Pump to Thappline	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		MOV-XX8	HOLD	Motor Operated Valve	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		ZSO-XX8	HOLD	Limit Switch - Open	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		ZSC-XX12	HOLD	Limit Switch - Close	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		ZIO-XX8	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		ZIC-XX12	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing	MOV-XX8	HS-XX12	HOLD	Hand Switch	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		HSO-XX3	HOLD	Hand Switch - Open	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		HSC-XX3	HOLD	Hand Switch - Close	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		ZS-XX11	HOLD	Position Switch	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		XS-XX12	HOLD	Valve Status	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		XSC-XX4	HOLD	Valve Status - Close	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		XSO-XXX	HOLD	Valve Status - Open	From Pump to Thappline	P-XXX-450-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PRV-XX1A	HOLD	Check/Relief Valve	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	---						
A	Existing		PI-XX18A	HOLD	Pressure Gauge	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	---						
A	Existing		TT-XX4A	HOLD	Temperature Transmitter	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	AI	PLC					
A	Existing		TI-XX4A	HOLD	Temperature Indicator	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	---						
A	Existing		LSH-XX14	HOLD	Level Switch High	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	MDI	PLC					VTS
A	Existing		PI-XX20A	HOLD	Pressure Gauge	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	---						
A	Existing		PT-XX7A	HOLD	Pressure Transmitter	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field	AI	---					
A	Existing		DP-XXXA	HOLD	Differential Pressure	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field							
A	Existing		PI-XX21A	HOLD	Pressure Gauge on CCS	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PAL-XX1A	HOLD	Pressure Low Alarm	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PALL-XX1A	HOLD	Pressure Low Low Alarm	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing			HOLD	Thermal Relief Bypass Assemblies	6/09/65 to Pump - A Thappline	P-XXX-350-C1			Field							TBC
A	Existing		PRV-XX1B	HOLD	Check/Relief Valve	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field	---						
A	Existing		PI-XX22B	HOLD	Pressure Gauge	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field	---						
A	Existing		TT-XX5B	HOLD	Temperature Transmitter	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field	AI	PLC					
A	Existing		TI-XX5B	HOLD	Temperature Indicator	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field							
A	Existing		LSH-XX2B	HOLD	Level Switch High	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field	MDI	PLC					VTS
A	Existing		PI-XX2B	HOLD	Pressure Gauge	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field							
A	Existing		PT-XX8B	HOLD	Pressure Transmitter	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field	AI	PLC					
A	Existing		DP-XXXB	HOLD	Differential Pressure	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field							
A	Existing		PI-XX24B	HOLD	Pressure Gauge on CCS	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PAL-XX2B	HOLD	Pressure Low Alarm	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		PALL-XX2B	HOLD	Pressure Low Low Alarm	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing			HOLD	Thermal Relief Bypass Assemblies	6/09/65 to Pump - B Thappline	P-XXX-350-C1			Field							TBC
A	Existing		MOV-XX9	HOLD	Motor Operated Valve	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		ZSO-XX13	HOLD	Limit Switch - Open	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		ZSC-XX9	HOLD	Limit Switch - Close	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing	MOV-XX9	ZIC-XX13A	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		ZIO-XX9A	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		HS-XX13	HOLD	Hand Switch	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		HSO-XX4	HOLD	Hand Switch - Open	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		HSC-XX4	HOLD	Hand Switch - Close	From CB-A to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		MOV-XX10	HOLD	Motor Operated Valve	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		ZSC-XX14	HOLD	Limit Switch - Open	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		ZSO-XX10	HOLD	Limit Switch - Close	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing	MOV-XX10	ZIC-XX14B	HOLD	Limit Switch on CCS - Open	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		ZIO-XX10B	HOLD	Limit Switch on CCS - Close	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			CCS	Soft	PLC					
A	Existing		HS-XX14	HOLD	Hand Switch	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DI	PLC					
A	Existing		HSO-XX5	HOLD	Hand Switch - Open	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					
A	Existing		HSC-XX5	HOLD	Hand Switch - Close	From CB-B to Pump	P-XXX-600-C1			Field	DO	PLC					

รูปที่ 4.30 แสดง Instrument Index & I/O List (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV.	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG.NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A	PT-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	PT-XX1	PT-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	PT-XX2	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	PT-XX2	PT-XX2	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	ES-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	ES-XX1	ES-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	ZSC-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	ZSC-XX1	ZSC-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	SV-XX1	PVC/SWA/PVC/2C	2C	2.5 mm2	300/500 V	140	SV-XX1	SV-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	ZSO-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	ZSO-XX1	ZSO-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	ZSC-XX2	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	ZSC-XX2	ZSC-XX2	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	HS-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	HS-XX1	HS-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	PDT-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	PDT-XX1	PDT-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	FCV-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	FCV-XX1	FCV-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	FT-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	140	FT-XX1	FT-XX1	RIO-2	PLC	JET-A1 From TOP to CB - A/B	AG	
A	SV-XX2A						SV-XX2A	SV-XX2A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZSO-XX2A	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	10C	2.5 mm2	300/500 V	250	ZSO-XX2A	ZSO-XX2A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZSC-XX3A						ZSC-XX3A	ZSC-XX3A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	HS-XX2A						HS-XX2A	HS-XX2A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	MOV-XX1A						MOV-XX1A	MOV-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZSO-XX3A						ZSO-XX3A	ZSO-XX3A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZSC-XX4A						ZSC-XX4A	ZSC-XX4A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	HSO-XX1A	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	10C	2.5 mm2	300/500 V	250	HSO-XX1A	HSO-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	HSC-XX1A						HSC-XX1A	HSC-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ES-XX2A						ES-XX2A	ES-XX2A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZS-XX1A						ZS-XX1A	ZS-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	LSHH-XX1A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	280	LSHH-XX1A	LSHH-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	MOV-XX2A						MOV-XX2A	MOV-XX2A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZSO-XX3A						ZSO-XX3A	ZSO-XX3A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZSC-XX4A						ZSC-XX4A	ZSC-XX4A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	

รูปที่ 4.31 แสดง Cable Schedule

REV.	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG.NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A	HSO-XX1A	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	10C	2.5 mm2	300/500 V	250	HSO-XX1A	HSO-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	HSC-XX1A						HSC-XX1A	HSC-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ES-XX2A						ES-XX2A	ES-XX2A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	ZS-XX1A						ZS-XX1A	ZS-XX1A	RIO-2	PLC	Tank CB - A	AG	
A	SV-XX3B						SV-XX3B	SV-XX3B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSO-XX4B	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	10C	2.5 mm2	300/500 V	310	ZSO-XX4B	ZSO-XX4B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSC-XX5B						ZSC-XX5B	ZSC-XX5B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	HS-XX4B						HS-XX4B	HS-XX4B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	MOV-XX3B						MOV-XX3B	MOV-XX3B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSO-XX5B						ZSO-XX5B	ZSO-XX5B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSC-XX6B						ZSC-XX6B	ZSC-XX6B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	HSO-XX2B	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	10C	2.5 mm2	300/500 V	310	HSO-XX2B	HSO-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	HSC-XX2B						HSC-XX2B	HSC-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ES-XX3B						ES-XX3B	ES-XX3B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZS-XX2B						ZS-XX2B	ZS-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	LSHH-XX2B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	330	LSHH-XX2B	LSHH-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	MOV-XX4B						MOV-XX4B	MOV-XX4B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSO-XX5B						ZSO-XX5B	ZSO-XX5B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSC-XX6B						ZSC-XX6B	ZSC-XX6B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	HSO-XX2B	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	10C	2.5 mm2	300/500 V	310	HSO-XX2B	HSO-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	HSC-XX2B						HSC-XX2B	HSC-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ES-XX3B						ES-XX3B	ES-XX3B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZS-XX2B						ZS-XX2B	ZS-XX2B	RIO-2	PLC	Tank CB - B	AG	
A	ZSC-XX7	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	ZSC-XX7	ZSC-XX7	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to IBC - 314	AG	
A	PDIT-XX1A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	PDIT-XX1A	PDIT-XX1A	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - A	AG	
A	PIT-XX1A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	PIT-XX1A	PIT-XX1A	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - A	AG	

รูปที่ 4.32 แสดง Cable Schedule (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV.	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A	XS-XX3A	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	160	XS-XX3A	XS-XX3A	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - A	AG	
A	XI-XX3A	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	160	XI-XX3A	XI-XX3A	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - A	AG	
A	ES-XX4A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	ES-XX4A	ES-XX4A	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - A	AG	
A	PDIT-XX2B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	PDIT-XX2B	PDIT-XX2B	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - B	AG	
A	PIT-XX2B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	PIT-XX2B	PIT-XX2B	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - B	AG	
A	XS-XX4B	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	160	XS-XX4B	XS-XX4B	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - B	AG	
A	XI-XX2B	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	160	XI-XX2B	XI-XX2B	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - B	AG	
A	ES-XX5B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	ES-XX5B	ES-XX5B	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - B	AG	
A	PDIT-XX3C	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	PDIT-XX3C	PDIT-XX3C	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - C	AG	
A	PIT-XX3C	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	PIT-XX3C	PIT-XX3C	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - C	AG	
A	XS-XX5C	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	160	XS-XX5C	XS-XX5C	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - C	AG	
A	XI-XX3C	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	160	XI-XX3C	XI-XX3C	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - C	AG	
A	ES-XX6C	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	160	ES-XX6C	ES-XX6C	RIO-2	PLC	From CB -A/B/C to P - C	AG	
A	PT-XX3	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	220	PT-XX3	PT-XX3	RIO-2	PLC	From Pumps to Filter Water Separator	AG	
A	TT-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	220	TT-XX1	TT-XX1	RIO-2	PLC	From Pumps to Filter Water Separator	AG	
A	FT-XX2	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	220	FT-XX2	FT-XX2	RIO-2	PLC	From Pumps to Filter Water Separator	AG	
A	ZSC-XX8	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	220	ZSC-XX8	ZSC-XX8	RIO-2	PLC	Filter Water Separator	AG	
A	ZSO-XX8	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	220	ZSO-XX8	ZSO-XX8	RIO-2	PLC	Filter Water Separator	AG	
A	MOV-XX5A	PVC/OSCR/SWA/PVC/16C	16C	2.5 mm2	300/500 V	260	MOV-XX5A	MOV-XX5A	RIO-2	PLC	To LA Island 1	AG	
A	MOV-XX6B	PVC/OSCR/SWA/PVC/16C	16C	2.5 mm2	300/500 V	300	MOV-XX6B	MOV-XX6B	RIO-2	PLC	To LA Island 1	AG	
A	MOV-XX7	PVC/OSCR/SWA/PVC/16C	16C	2.5 mm2	300/500 V	120	MOV-XX7	MOV-XX7	RIO-2	PLC	To Pipeline	AG	
A	SV-XX4A	PVC/SWA/PVC/3C	3C	2.5 mm2	300/500 V	30	SV-XX4A	SV-XX4A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZSO-XX8A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZSO-XX8A	ZSO-XX8A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZSC-XX10A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZSC-XX10A	ZSC-XX10A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XS-XX6A	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XS-XX6A	XS-XX6A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	FT-XX3A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	FT-XX3A	FT-XX3A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	

รูปที่ 4.33 แสดง Cable Schedule (ต่อ)

REV.	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A	FCV-XX2A	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	FCV-XX2A	FCV-XX2A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	FCV-XX3A	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	FCV-XX3A	FCV-XX3A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	PT-XX4A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	PT-XX4A	PT-XX4A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	TT-XX2A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	TT-XX2A	TT-XX2A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XI-XX4A	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XI-XX4A	XI-XX4A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XI-XX5A	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XI-XX5A	XI-XX5A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZE-XX1A	MODBUS RS485	1PR	1.0 mm2	300/500 V	30	ZE-XX1A	ZE-XX1A	JB-2	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZE-XX2A	MODBUS RS485	1PR	1.0 mm2	300/500 V	30	ZE-XX2A	ZE-XX2A	JB-2	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XL-XX1A	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX1A	XL-XX1A	JB-2	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XL-XX2A	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX2A	XL-XX2A	JB-2	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XL-XX3A	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX3A	XL-XX3A	JB-2	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XL-XX4A	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX4A	XL-XX4A	JB-2	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XE-XX1A	MODBUS RS485	1PR	1.0 mm2	300/500 V	30	XE-XX1A	XE-XX1A	FCSB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	LSHH-XX3A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	LSHH-XX3A	LSHH-XX3A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ES-XX7A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ES-XX7A	ES-XX7A	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	XS-XX7A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XS-XX7A	XS-XX7A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZS-XX3A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX3A	ZS-XX3A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZS-XX4A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX4A	ZS-XX4A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZS-XX5A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX5A	ZS-XX5A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	ZS-XX6A	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX6A	ZS-XX6A	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 1	AG	
A	SV-XX5B	PVC/SWA/PVC/3C	3C	2.5 mm2	300/500 V	30	SV-XX5B	SV-XX5B	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZSO-XX7B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZSO-XX7B	ZSO-XX7B	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZSC-XX11B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZSC-XX11B	ZSC-XX11B	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XS-XX8B	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XS-XX8B	XS-XX8B	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	FT-XX4B	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	FT-XX4B	FT-XX4B	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	FCV-XX4B	PVC/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	FCV-XX4B	FCV-XX4B	JB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	

รูปที่ 4.34 แสดง Cable Schedule (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV.	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG.NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A	FCV-XX58	PCV/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	FCV-XX58	FCV-XX58	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	PT-XX58	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	PT-XX58	PT-XX58	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	TT-XX58	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	TT-XX58	TT-XX58	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XI-XX58	PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XI-XX58	XI-XX58	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XI-XX78	PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XI-XX78	XI-XX78	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZE-XX38	MODBUS RS485	2PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZE-XX38	ZE-XX38	JB-4	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZE-XX48	MODBUS RS485	2PR	1.0 mm2	300/500 V	30	ZE-XX48	ZE-XX48	JB-4	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XL-XX58	PCV/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX58	XL-XX58	JB-4	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XL-XX68	PCV/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX68	XL-XX68	JB-4	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XL-XX78	PCV/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX78	XL-XX78	JB-4	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XL-XX88	PCV/SWA/PVC/2C+PE	2C+PE	2.5 mm2	300/500 V	30	XL-XX88	XL-XX88	JB-4	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XE-XX28	MODBUS RS485	2PR	1.0 mm2	300/500 V	30	XE-XX28	XE-XX28	FDJB-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	LSHH-XX48	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	LSHH-XX48	LSHH-XX48	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ES-XX88	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ES-XX88	ES-XX88	RIO-1	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XS-XX88	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XS-XX88	XS-XX88	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZS-XX78	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX78	ZS-XX78	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZS-XX88	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX88	ZS-XX88	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZS-XX98	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX98	ZS-XX98	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	ZS-XX108	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	ZS-XX108	ZS-XX108	JB-3	PLC	Island 1 Loading Arm 2	AG	
A	XS-XX10	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XS-XX10	XS-XX10	JB-5	PLC	Guard House - Entrance Gate	AG	
A	XE-XX3	CAT6/OS/CR/OS/WA/LSZH/4PR	4PR	26 AWG	--	30	XE-XX3	XE-XX3	JB-5	PLC	Guard House - Entrance Gate	AG	
A	XE-XX4	CAT6/OS/CR/OS/WA/LSZH/4PR	4PR	26 AWG	--	30	XE-XX4	XE-XX4	JB-5	PLC	Guard House - Entrance Gate	AG	
A	XS-XX11	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	30	XS-XX11	XS-XX11	JB-6	PLC	Guard House - Exit Gate	AG	
A	XE-XX5	CAT6/OS/CR/OS/WA/LSZH/4PR	4PR	26 AWG	--	30	XE-XX5	XE-XX5	JB-6	PLC	Guard House - Exit Gate	AG	
A	XE-XX6	CAT6/OS/CR/OS/WA/LSZH/4PR	4PR	26 AWG	--	30	XE-XX6	XE-XX6	JB-6	PLC	Guard House - Exit Gate	AG	
A		Cross Wired	-	-	-	5		JB-1	LBC-XX1	PLC	Island 1 Bay 1	AG	

รูปที่ 4.35 แสดง Cable Schedule (ต่อ)

REV.	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG.NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A		Cross Wired	-	-	-	5		JB-2	LBC-XX2	PLC	Island 1 Bay 2	AG	
A		CAT6/OS/CR/OS/WA/LSZH/4PR	4PR	26 AWG	--	5		LBC-XX1	FOJB-1	PLC	Island 1 Bay 1	AG	
A		CAT6/OS/CR/OS/WA/LSZH/4PR	4PR	26 AWG	--	5		LBC-XX2	FOJB-1	PLC	Island 1 Bay 2	AG	
A		FOC/MM/2 SM/STLT/SWB/HDPE/8C	8C	Multi-mode 62.5µm	--	300		FOJB-1	FOJB-2	PLC	Island 1 to New CCR	AG	
A		FOC/MM/2 SM/STLT/SWB/HDPE/8C	8C	Multi-mode 62.5µm	--	5		FOJB-2	PLC	PLC	New CCR	AG	
A		PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	80		JB-3	RIO-1	PLC	Island 1 to RIO-1	AG	
A		PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	80		JB-4	RIO-1	PLC	Island 1 to RIO-1	AG	
A		PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	80		JB-3	RIO-1	PLC	Island 1 to RIO-1	AG	
A		PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	80		JB-4	RIO-1	PLC	Island 1 to RIO-1	AG	
A		PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	80		JB-4	RIO-1	PLC	Island 1 to RIO-1	AG	
A		PVC/OS/CR/IS/CR/PVC/2PR	2PR	1.5 mm2	300/500 V	80		JB-4	RIO-1	PLC	Island 1 to RIO-1	AG	
A		Coaxial/RG 58 A/U	-	-	-	300		RIO-1	PLC	PLC	RIO-1 to New CCR	AG	
A		PVC/PVC Fire Resistant/2C	2C	2.5 mm2	300/500 V	300		RIO-1	PLC	PLC	RIO-1 to New CCR	AG	
A		Coaxial/RG 58 A/U	-	-	-	5		RIO-2	PLC	PLC	RIO-2 to New CCR	AG	
A		PVC/PVC Fire Resistant/2C	2C	2.5 mm2	300/500 V	5		RIO-2	PLC	PLC	RIO-2 to New CCR	AG	
		PE/IS/CR/OS/CR/PE/GSWA/LSZH/10PR	10PR	1.5 mm2	300/500 V	110		JB-5	RIO-1	PLC	Guard House to New CCR	AG	
		PE/IS/CR/OS/CR/PE/GSWA/LSZH/10PR	10PR	1.5 mm2	300/500 V	110		JB-6	RIO-1	PLC	Guard House to New CCR	AG	
	VRU SYSTEM												
A	FS-XX1	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	40	FS-XX1	FS-XX1	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	FSAH-XX1	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	50	FSAH-XX1	FSAH-XX1	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	P-XX9	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	40	P-XX9	P-XX9	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	XSI-XXX	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	50	XSI-XXX	XSI-XXX	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	AV-XX1	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	40	AV-XX1	AV-XX1	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	AV-XX2	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	50	AV-XX2	AV-XX2	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	P-XX10	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	40	P-XX10	P-XX10	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	US-XX1	PVC/OS/CR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	50	US-XX1	US-XX1	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	

รูปที่ 4.36 แสดง Cable Schedule (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REV	CABLE NUMBER	CABLE TYPE	NUMBER OF PAIRS/TRIAD /CORES	CONDUCTOR SIZE	VOLTAGE RATING	APPX. LENGTH (m)	TAG.NO.	FROM	TO	SYSTEM	AREA	INSTALL	REMARKS
A	US-XX2	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	10	US-XX2	US-XX2	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	US-XX3	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	10	US-XX3	US-XX3	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	PSD-XX1	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	10	PSD-XX1	PSD-XX1	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A	AV-XX3	PVC/OSCR/PVC/1PR	1PR	1.5 mm2	300/500 V	10	AV-XX3	AV-XX3	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A		PVC/OSCR/ISOS/PVC/16PR	16PR	1.5 mm2	300/500 V	350		IO VRU	VRU PLC	PLC	[illegible]	AG	
A		PVC/PVC-Fire Resistant/2C	2C	2.5 mm2	300/500 V	350		IO VRU	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A		Profibus DP	2	22 AWG	0	350		IO VRU	VRU PLC	VRU PLC	New CCR	AG	
A		ETHERNET CABLE	---	---	---	5		VRU PLC	PC	Ethernet	New CCR	AG	

รูปที่ 4.37 แสดง Cable Schedule (ต่อ)

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	Pressure Relief Valve with Limit Switch Close assembly -Inlet: 25mm Carbon Steel #150RF -Outlet: 50mm Carbon Steel #150RF	PC	1	0	1		
2	Pressure Relief Valve with Limit Switch Close -Inlet: 25mm Stainless Steel #150RF -Outlet: 50mm Stainless Steel #150RF	PC	3	0	3		
3	Pressure Relief Valve -Inlet: 20mm Carbon Steel #150RF -Outlet: 25mm Carbon Steel #150RF	PC	2	0	2		
4	Pressure Relief Valve -Inlet: 20mm Stainless Steel #150RF -Outlet: 25mm Stainless Steel #150RF	PC	2	0	2		
5	Pressure Relief Valve -Inlet: 25mm Carbon Steel #150RF -Outlet: 50mm Carbon Steel #150RF	PC	2	0	2		
6	600mm Control Valve, Carbon Steel #150RF	PC	1	0	1		
7	600mm ON/OFF Valve, Carbon Steel #150RF -Solenoid Valve (3-Ways) -Limit Switch Open/Close -Hand Switch Open/Close	PC	3	0	3		
8	200mm Motor Operated Valve, Carbon Steel #150RF -Limit Switch Open/Close -Hand Switch Open/Close	PC	2	0	2		
9	600mm Motor Operated Valve, Carbon Steel #150RF -Limit Switch Open/Close -Hand Switch Open/Close	PC	5	0	5		
10	Pressure and Vacuum Relief Valve 300mm Carbon Steel #150RF	PC	2	0	2		
11	Flow Transmitter DP Type with Orifice Plate	PC	2	0	2		
12	Level Indicator (Magnetic Type)	PC	4	0	4		
13	Level Switch High High, 4" 150#RF, SS (Floting Type)	PC	2	0	2		
14	Sight Glass (Flow), SS, 1" 150#RF	PC	2	0	2		
15	Pressure Gauge, 1/2"NPT, SS , Bourdon Type, Dial 4"	PC	11	0	11		
16	Temperature Transmitter, RTD, 1-1/2" 150#RF, 4-20 mA HART	PC	1	0	1		
17	Temperature Indicator, Bimetal Thermometer, 1-1/2" 150#RF, Dial 4"	PC	1	0	1		
18	Pressure Transmitter, Smart 4-20 mA, SS, with 2-way manifold	PC	6	0	6		
19	Differential Pressure Transmitter, Smart 4-20 mA, SS, with 5-way manifold	PC	4	0	4		
21	Differential Pressure Indication, Diaphargm, Dial 4", SS, with 5-way manifold	PC	2	0	2		

รูปที่ 4.38 แสดง MTO ส่วน Item

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE 20 %	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	**Instrument Cables**						
1.1	PVC/OSCR/PVC/1PR x 1.5mm2	m	6080	1216	7296		NOTE 1
1.2	PVC/OSCR/ISCR/PVC/2PR x 1.5mm2	m	2040	408	2448		NOTE 1
1.3	PE/ISCR/OSCR/PE/GSWA/LSZH/10PR x 1.5mm2	m	220	44	264		NOTE 1
1.4	PCV/OSCR/ISCR/PVC/16PR x 1.5mm2	m	390	78	468		NOTE 1
1.5	CAT6/OSCR/GSWB/LSZH/4PR x 26 AWG	m	110	22	132		NOTE 1
1.6	PVC/SWA/PVC/2C x 2.5mm2	m	320	64	384		NOTE 1
1.7	PVC/PVC-Fire Resistant/2C x 2.5mm2	m	785	157	942		NOTE 1
1.8	PCV/SWA/PVC/2C+PE x 2.5mm2	m	360	72	432		NOTE 1
1.9	FOC/MM62.5/MGT/LT/SWB/HDPE/6C x Multi-mode 62.5 µm.	m	395	79	474		NOTE 1
1.10	PCV/OSCR/SWA/PVC/10C	m	2350	470	2820		NOTE 1
1.11	MODBUS RS485	m	180	36	216		NOTE 1
1.12	Coaxial/RG-58 A/U	m	395	79	474		NOTE 1
1.13	Cross Wired	m	10	2	12		NOTE 1
1.14	ETHERNET CABLE	m	5	1	6		NOTE 1
1.15	Profibus DP	m	390	78	468		NOTE 1
3	**Instrument Cable Glands c/w shroud**						
2.1	1/2" NPT	ea	44	9	53		NOTE 1

รูปที่ 4.39 แสดง MTO ส่วน Cable

Notes:

1 To be confirmed in detail phase

รูปที่ 4.40 แสดง MTO ส่วน Cable (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY	SPARE	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	**Instruments Installation & support**						
1.1	2"pipe mounting on Platform	Set	13	0	13		NOTE 1
1.2	2"pipe mounting on paved area	Set	0	0	0		
1.3	Support materials, Carbon steel include painting	Lot	As required				
2	**Junction boxes Installation**						
2.1	Junction boxes Installation	Set	6	1	7		NOTE 1
3	**Cables Installation**						
3.1	Consumable Wiring Materials	Lot	As required				
	- Cable markers & cable fixing, Stainless Steel						
	- Wire & core markers						
	- Cable route markers						
	- Terminal lugs, earth lugs						
	- Insulation tapes						
	- Cable ties 316 SS with PVC insulated						
	- Etc.						
4	**Supporting Materials**						
4.1	Support materials, Carbon steel included painting	Lot	As required				
	- 50x50x5mm thk. Angle Steel, Steel/Galvanize						
	- 32x3mm thk. Flat Bar, Steel/Galvanize						
	- M10x700mm Long Expansion Bolts c/w Nuts and Washers, Zinc electro plated						
	- Etc.						
4.2	Support materials, Galvanized steel	Lot	As required				
	- Conduit clamp						
	- U-bolts & nuts						
	- Etc.						
4.3	Stainless steel tube clamp c/w bolts & nuts	Lot	As required				
4.4	Common Use & Miscellaneous Materials	Lot	As required				
	- Ferrules, Stainless steel						
	- Teflon tapes						
	- Tag Plates						
	- Touch up paint						
	- Etc.						

รูปที่ 4.41 แสดง MTO ส่วน Installation

Notes:
1 To be confirmed in detail phase

รูปที่ 4.42 แสดง MTO ส่วน Installation (ต่อ)

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE 20%	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	1/2" NPT Male x 1/2" OD Connector, SS316	PC	36	7	43		NOTE 1
2	1/2" OD Tee Union Connector, SS316	PC	14	3	17		NOTE 1
3	1/2" OD Needle valve	PC	28	6	34		NOTE 1
4	1/2" OD Plug	PC	14	3	17		NOTE 1
5	1/2" OD Union Connector, SS316	PC	14	3	17		NOTE 1
6	1/2" OD TUBING, SS316 wall thickness=0.049, 6000L	PC	18	4	22		NOTE 1

รูปที่ 4.43 แสดง MTO ส่วน Tubing

Notes:
1 To be confirmed in detail phase

รูปที่ 4.44 แสดง MTO ส่วน Tubing (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	Q'TY*	SPARE 20%	TOTAL	REV. CONTROL	REMARK
1	Ladder Tray Size 600W x 150H, Hot dipped galvanised steel	M	587	117	704		NOTE 1
2	90° horizontal flat bend Size 550W x 150H, Hot dipped galvanised steel, 6000L	PC	92	18	110		
3	90° inside riser Size 550W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	9	2	11		
4	90° outside riser Size 550W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	9	2	11		
5	Equal tee Size 550W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	2	0	2		
6	Ladder Tray Size 450W x 150H, Hot dipped galvanised steel	M	170	34	204		NOTE 1
7	90° horizontal flat bend Size 450W x 150H, Hot dipped galvanised steel, 6000L	PC	29	6	35		
8	90° inside riser Size 450W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	0	0	0		
9	90° outside riser Size 450W x 150H, Hot dipped galvanised steel	PC	0	0	0		
10	Splice plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel with square bolt and flange nut for ladder tray	PC	As required				NOTE 1
11	Vertical Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for ladder tray	PC	As required				
12	Horizontal Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for ladder tray	PC	As required				
13	Blind End Plate 600 W x 150 H for ladder tray	PC	As required				
14	Blind End Plate 300 W x 150 H for ladder tray	PC	As required				
15	Blind End Plate 150 W x 150 H for ladder tray	PC	As required				
16	Hold Down Clamp for Ladder Tray with hex head bolt & nut, washer	PC	As required				
17	Perforated cable tray,300 x 50,GRP	M	As required				NOTE 1
18	90° horizontal flat bend,300 x 50,GRP	PC	As required				
19	90° inside riser,300 x 50,GRP	PC	As required				
20	90° outside riser,300 x 50,GRP	PC	As required				
21	Equal tee,300 x 50,GRP	PC	As required				
22	Perforated cable tray,100 x 50,GRP	M	As required				NOTE 1
23	90° horizontal flat bend,100 x 50,GRP	PC	As required				
24	90° inside riser,100 x 50,GRP	PC	As required				
25	90° outside riser,100 x 50,GRP	PC	As required				
26	Equal tee,100 x 50,GRP	PC	As required				
27	Perforated cable tray,50 x 50,GRP	M	As required				NOTE 1
28	90° horizontal flat bend,50 x 50,GRP	PC	As required				
29	90° inside riser,50 x 50,GRP	PC	As required				
30	90° outside riser,50 x 50,GRP	PC	As required				
31	Equal tee,50 x 50,GRP	PC	As required				
32	Straight Coupler for Perforated tray	PC	As required				NOTE 1
33	Hold Down Clamp for Perforated Tray with hex head bolt & nut, washer	PC	As required				
34	Vertical Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for Perforated tray	PC	As required				
35	Horizontal Adjustable connector plate Size 150H, Hot dipped galvanised steel for Perforated tray	PC	As required				
36	Multi Cables Transit, MCT, Steel	Set	0	0	-		NOTE 1

รูปที่ 4.45 แสดง MTO ส่วน Tray

Notes:

1 To be confirmed in detail phase

รูปที่ 4.46 แสดง MTO ส่วน Tray (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ Item	รายละเอียด Description	จำนวน Qty.	หน่วย Unit	ราคาหน่วยละ Unit Baht	จำนวนเงิน Amount Baht
	CMQ.6210158/1 : Feasibilities for new JET-A1 storage tank project Option 1 : Additional/Modification on the existing PLC for JB-8.	1	JOB	1,780,500.00	1,780,500.00
(One million seven hundred eighty-five hundred Baht Only)				รวมเงิน TOTAL AMOUNT	1,780,500.00

รูปที่ 4.47 แสดง Material Requisition

ลำดับ Item	รายละเอียด Description	จำนวน Qty.	หน่วย Unit	ราคาหน่วยละ Unit Baht	จำนวนเงิน Amount Baht
	CMQ.6210158/2 : Feasibilities for new JET-A1 storage tank project Option 2 : Provided new PLC control system for JET-A1	1	JOB	2,779,000.00	2,779,000.00
(Two million seven hundred seventy-nine thousand Baht Only)				รวมเงิน TOTAL AMOUNT	2,779,000.00

รูปที่ 4.48 แสดง Material Requisition (ต่อ)

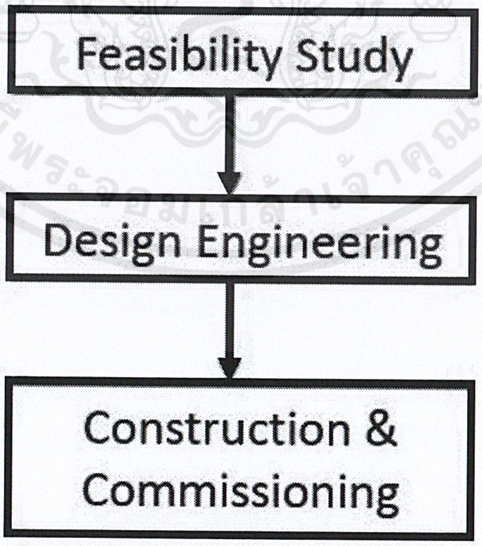
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทำโปรเจคของสหกิจศึกษาได้มีการเรียนรู้การออกแบบเอกสารแบบ Document และ Drawing ทำให้มีประสบการณ์การทำงานด้าน Engineering และมีความเข้าใจในการออกแบบเอกสารในช่วง Basic Engineering Design (BED) และ Front End Engineering Design (FEED) เห็นภาพรวมและเข้าใจทุกกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบ มีการเรียนรู้ทักษะการใช้งานโปรแกรม Smart Plant Instrumentation (Intools) เพื่อทำ Calculation Sheet เป็นต้น โดยเอกสารที่ออกให้กับลูกค้าจากโปรเจคของสหกิจที่ทำมี Instrument Index & I/O list, Calculation Sheet ของ Pressure Relief Valve, Cable Schedule, Material Take-Off (MTO), Datasheet, Material Requisition, Instrument Plot Plan Mark-Up และ Site Survey Check List ซึ่งเอกสารเหล่านี้อยู่ในงาน Engineering ที่เป็นงานออกแบบซึ่งยังไม่ลงไปถึงงาน Construction & Commissioning ที่เป็นการติดตั้งและทดสอบร่วมไปถึงการจัดซื้อแต่เนื่องจากในช่วงเวลาสหกิจศึกษาเป็นช่วงที่บริษัทไม่มีโปรเจคที่เหมาะสมกับการทำงานครบทุกขั้นตอนในด้านแผนก Instrument และระยะเวลาในการทำสหกิจไม่เอื้ออำนวยให้ทำงานออกแบบได้ครบทุกขั้นตอนได้ โดยมีเอกสารในช่วง Detail Engineering เป็นตัวอย่างเพื่อให้เห็นถึงรูปแบบและแนวทางของเอกสารที่ส่งให้กับลูกค้า (Deliverable)



รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ความรู้และความชำนาญในด้านเนื้อหาเครื่องมือวัดและระบบควบคุมที่เคยศึกษา เช่น Sensor, Transmitter, Valve และ DCS & SIS System ยังไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบงาน Engineering ได้มากพอ

2. ขาดความรู้และประสบการณ์ในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ในการออกแบบ Design เช่น Tube, Cable, Fitting, Junction Box, Tray และ Valve

3. เกิดความสับสนและทำงานผิดพลาดบางครั้งในช่วงแรกของการทำงานเนื่องจากขาดประสบการณ์การทำงานและการจัดการเวลาการทำงานที่เหมาะสม

5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาหาความรู้ด้านเครื่องมือวัดและระบบควบคุมอย่างสม่ำเสมอเพื่อเตรียมพร้อมกับการทำงาน

2. ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่ไม่เคยเรียนแต่จำเป็นต่อการทำงานในอนาคต

3. มีความพยายามในการเรียนรู้งานให้มากขึ้นเพื่อเข้าใจขั้นตอนการทำงานและป้องกันการสื่อสารที่ผิดพลาด

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทำงานด้านออกแบบวิศวกรรมจำเป็นต้องมีการศึกษา International Standard ต่าง ๆ รวมไปถึงการออกแบบบางสาขาวิชาจำเป็นต้องมีการศึกษากฎหมายควบคู่ไปด้วยและในแต่ละ Standard อาจมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศสำหรับผู้ที่สนใจงานด้านออกแบบวิศวกรรมจึงจำเป็นต้องสนใจศึกษา Standard ต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการออกแบบวิศวกรรมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอ้างอิง

[1] ทวิช ชูเมือง. (2549). **Industrial Instrumentation Engineering and Design (Part I: Control System and Basic Information).** กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.

[2] ทวิช ชูเมือง. (2549). **Industrial Instrumentation Engineering and Design (Part II: Instrument Engineering and Selection).** กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.

[3] **Differential pressure.** (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4315/differential-pressure-ความดันแตกต่างหรือความดันดิฟเฟอเรนเชียล

[4] **Displacer Level Instrument.** (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก: https://indu-tech.com/direct-and-indirect-methods-of-level-measurement/

[5] **Displacer Level Instrument.** (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก: https://automationforum.co/direct-level-measurement-techniques/

[6] **Temperature Instrument.** (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก: http://www.electron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=2958&Itemid=5

[7] **SCADA.** (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก: http://www.eda.co.th/scada.html

[8] The Bangchak Petroleum Public Co., Ltd. (2002). Class Index. **Piping Material Specification.** (p.15-24).

[9] American Petroleum Institute (API). (2008). Pilot-operated Pressure Relief Valves G Orifice. **Flanged Steel Pressure Relief Valves.** (p.21).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้